

Entwicklung der Inneren Medizin des Pferdes am Beispiel von Herz- und Lungenerkrankungen

E. Deegen und Heidrun Gehlen

Klinik für Pferde, Tierärztliche Hochschule Hannover

Zusammenfassung

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich die Innere Medizin des Pferdes rasant fortentwickelt. Allerdings hat die Verbesserung der Behandlung Innerer Erkrankungen in keiner Weise mit der Verbesserung der Diagnostik Schritt gehalten.

Schon Ende des 19., Anfang des 20. Jahrhunderts wurden spezifische Verfahren zur Herzuntersuchung des Pferdes etabliert (z.B. EKG-Aufzeichnung und Herzkatheterisierung). Der entscheidende Durchbruch in der Herzdagnostik beim Pferd erfolgte aber erst in den 70iger Jahren mit der Einführung der Ultraschalluntersuchung am Herzen. Mit Hilfe der verschiedenen Techniken der Echokardiographie (M-Mode, B-Mode, konventioneller Doppler, Farbdoppler) und mit Hilfe der Elektrokardiographie und der Herzkatheteruntersuchung ist es heute möglich, fast alle Herzkrankheiten des Pferdes genau zu diagnostizieren.

Eine ähnlich erfolgreiche Entwicklung haben die Diagnostik und Therapie von Pneumopathien, insbesondere von chronischen Lungenerkrankungen genommen. Die Einführung der Tracheobronchoskopie mit flexiblen Endoskopen war ein großer Fortschritt und ermöglichte auch die Entnahme von Bronchialsekret sowie die Durchführung der bronchoalveolären Lavage. Die Fortentwicklung der Lungenfunktionsanalysemethoden hat dazu geführt, daß pulmonale Funktionsstörungen graduell sehr genau eingegrenzt werden können. Aber auch die Entwicklung weiterer bildgebender Verfahren wie pulmonale Szintigraphie, transthorakale Ultraschallagnostik und digitale Radiographie haben im Klinikbereich zu einer ganz wesentlichen Verbesserung der diagnostischen Aussage geführt.

Obwohl sich auch die symptomatische Therapie von chronischen Bronchialerkrankungen verbessert hat, bleibt aber anzumerken, daß es bisher keine erfolgversprechenden Ansätze für eine Kausaltherapie chronischer Pneumopathien beim Pferd gibt.

Schließlich wird darauf hingewiesen, daß trotz einer erwarteten Weiterentwicklung von Diagnostik und Behandlung von Herz- und Lungenerkrankungen auch bremsende Einflüsse zu bemerken sind, die im wesentlichen vom verschärften Arzneimittelrecht herrühren.

Schlüsselwörter: Herzerkrankungen, Lungenerkrankungen, Funktionsdiagnostik, bildgebende Diagnostik, Therapieansätze

Development of equine internal medicine illustrated by heart and lung diseases

There has been a fast scientific progress in equine internal medicine within the last decenniums. But everytime there has been a clear difference between the therapeutic and the diagnostic improvements.

At the end of the 19th and the beginning of the 20th century, specific cardiac examination techniques were established (for example the electrocardiography and the heart catheterisation).

The introduction of the ultrasonographic examination of the equine heart as a great break through revealed in the seventies of this century.

With the aid of different echocardiographic techniques (m-mode, b-mode, conventional doppler and colour flow doppler) and with the aid of electrocardiography and heart catheterisation, possibilities for diagnosing accurately equine heart disease were given.

The progress in diagnosing and treating equine pulmonary diseases proved to be equally successful; especially in COPD horses.

The introduction of the tracheobronchoscopy with flexible endoscopes stated a great improvement. This technique makes withdrawal of bronchial secretions and bronchoalveolar lavage possible.

Further developments in equine lung function testing made a clear grading of pulmonary function disorders possible.

With the development of other imaging diagnostic tools, like pulmonal scintigraphy, transthoracic ultrasonography and digital radiography, the renewal of diagnostic procedures has been made possible.

Although there has been quite an improvement of symptomatic therapy of chronic lung obstructions in horses, there is still no causal treatment of this disease up today.

We can expect a further development of diagnostic and therapeutic techniques of equine heart and lung diseases, but there are still several difficulties, for example the today's stricter medical legislation.

keywords: heart disease, pulmonary disease, functional diagnostics, imaging diagnostics, therapeutic possibilities

Einleitung

Innerhalb der letzten 30 bis 40 Jahre war die Innere Medizin des Pferdes einer starken Wandlung unterworfen. Dies lag zum einen an der Nutzungsänderung des Haustieres Pferd, denn heute dominieren Sport- und Freizeitpferde in der täglichen Pferdepraxis. Arbeitspferde spielen nur noch eine marginale Rolle. Andererseits entwickelte sich die Pferdeheilkunde gleichzeitig aus einer mehr empirisch geprägten Disziplin in

Richtung auf eine auf wissenschaftlichen Grundlagen beruhenden Diagnostik und Therapie, die auf pathogenetischen Erkenntnissen fußt. Zwar kann die seinerzeit von Schulze (1961) vertretene Meinung, „Die Lehre von den Inneren Krankheiten ist die Lehre von den unheilbaren Krankheiten“ heutzutage in vielen Fällen revidiert werden. Dennoch bleibt oft die Diskrepanz zwischen einer mit technischem Aufwand

perfektionierten Diagnostik mit hervorragenden Ergebnissen und völlig unzureichenden Therapiefortschritten.

Dabei haben sich die Aufgaben der Inneren Medizin kaum verändert. Es gilt einerseits, apparente Organerkrankungen ätiopathogenetisch und graduell genau zu erfassen und therapeutisch nachhaltig zu verbessern. Andererseits besteht für die Pferdemedizin die Herausforderung, bei Athleten mit Leistungsminderung zwischen unzureichendem Trainingszustand und einer latenten Erkrankung zu differenzieren, derartige Erkrankungen zu erkennen und effektiv zu behandeln. Die auf eine Wiederherstellung der sportlichen Leistung gerichtete Diagnostik und Therapie hat in der Pferdemedizin inzwischen einen recht hohen Stand erreicht. Heute wird mit einer für jedes Organsystem differenzierten Diagnostik der Leistungsminderung auf den Grund gegangen. Immer häufiger wird allerdings vom Pferdebesitzer an den Pferdetierarzt auch der Wunsch herangetragen, beim Nachweis latenter, noch nicht leistungsbegrenzender Organerkrankungen eine weitreichende Prognose für den zukünftigen sportlichen Einsatz zu geben. Wenn keine wissenschaftlichen Grundlagen für eine solche Aussage vorliegen und ein profunder, spezifischer Erfahrungsschatz fehlt, kann eine tierärztliche Stellungnahme hier nur mit größter Zurückhaltung erfolgen.

Herzerkrankungen

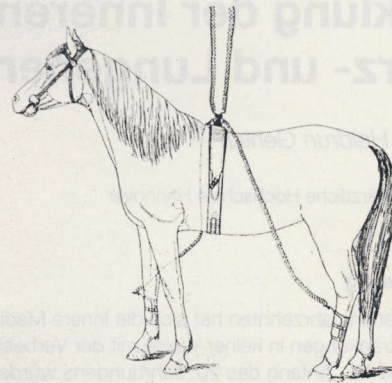
Eine uneingeschränkte Leistungsfähigkeit der Pferde setzt einen voll funktionsfähigen Herzkreislaufapparat voraus.

In der Vergangenheit beschränkte man sich bei der Untersuchung und Beurteilung des kardiovaskulären Systems lange Zeit auf die klinische Untersuchung, in deren Zentrum die Herzauskultation stand. Später kam die Elektro- und Phonokardiographie als apparative Diagnostik hinzu.

Die Elektrokardiographie wurde schon bald aus der Humanmedizin auf das Pferd übertragen. Nörr registrierte bereits 1913 das Elektrokardiogramm beim Pferd (Abb. 1). Obwohl sich Nörr mit recht einfachen EKG-Geräten begnügen mußte, war das Ergebnis, die Aufzeichnung der Herzstromkurve, dem heutigen EKG durchaus vergleichbar. Neumann-Kleinpaul zeichnete 1935 Herztöne und Herzgeräusche mit Hilfe des Phonokardiogramms auf, mit einer Methode, die sich bis heute nur unwesentlich verändert hat (Abb. 2).

Wesentlich weiter in die Vergangenheit muß man dagegen blicken, um den Ursprüngen der Blutdruckmessung beim Pferd zu begegnen. Hales konnte schon 1726 zeigen, daß man mit Hilfe eines sehr langen, mit Wasser gefüllten Rohres beim Pferd den arteriellen Blutdruck messen konnte (Abb. 3). Dennoch hat die periphere Blutdruckmessung am stehenden Pferd bis heute keine große Bedeutung erlangt. Dies liegt einerseits daran, daß indirekte Blutdruckmessungen ganz anders als beim Menschen beim Pferd zwar möglich (Schweifrübe), aber nicht sehr sicher sind. Darüber hinaus sind Blutdruckmessungen am stehenden Pferd, auch dann, wenn sie intravasal durchgeführt werden, von keiner großen diagnostischen Relevanz. Deshalb ist heute die periphere intravasale Blutdruckmessung eine Domäne der

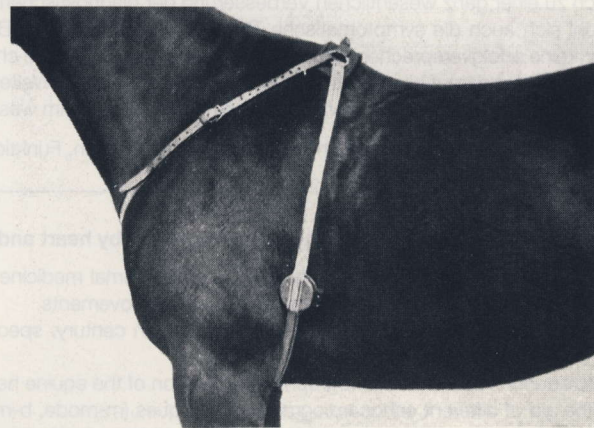
Narkoseüberwachung. Für die Diagnostik Innerer Erkrankungen spielt sie keine große Rolle.



EKG-Ableitungen
(Nörr, 1913)

Abb. 1: Elektrodenposition für die Ableitung eines Elektrokardiogramms beim Pferd um die Jahrhundertwende (Nörr, 1913)

Position of the electrodes for the electrocardiographical examination in the horse in the turn of the century (Nörr, 1913)



Abnahme eines Phonokardiogramms
(Neumann-Kleinpaul u. Steffen, 1932)

Abb. 2: Abnahme eines Phonokardiogramms beim Pferd (Neumann-Kleinpaul, 1932)

Taking a phonocardiography in a horse (Neumann-Kleinpaul, 1932)

Wesentlich wichtiger für die Diagnostik von Herzerkrankungen ist dagegen die Elektrokardiographie geworden.

Sie wurde bis in die 70iger Jahre für das Pferd weiterentwickelt (Deegen 1976). Es wurde dann aber alsbald deutlich, daß die Aussagekraft des Elektrokardiogramms beim Pferd anders als in der Humanmedizin relativ begrenzt ist. Dies liegt zum einen daran, daß die Erregungsausbreitung am Herzen beim Pferd aufgrund der großen Muskelmasse anders geschieht als beim Menschen. Andererseits sind die beim Menschen so häufig auftretenden Herzinfarkte beim Pferd als Rarität anzusehen und somit von diagnostisch untergeordneter Bedeutung. Heute dient das EKG in der Pferdemedizin als Basiskurve zur Erkennung der Herzphasen im Rahmen erweiterter apparativer Diagnostik. Darüber hinaus ist die Elektrokardiographie beim Pferd das Mittel der

Wahl zur Diagnostik von Herzrhythmusstörungen. Dieses Verfahren hat insbesondere dann seine Bedeutung, wenn es darum geht, zwischen physiologischen Herzrhythmusstörungen (z.B. partieller AV-Block) und pathologischen Arrhythmien (z.B. Vorhofflimmern, ventrikuläre Extrasystolie) zu unterscheiden.



Abb. 3: Arterielle Blutdruckmessung beim Pferd (Hales, 1726)

Arterial blood pressure measurement in a horse (Hales, 1726)

Es ist zwar möglich, mit Hilfe der Herzstromkurve auch eine weiterreichende Diagnostik zu betreiben. Zum Beispiel kann aus der Konfiguration des QRS-Komplexes in den drei Extremitätenableitungen zwischen ventrikulärer Links- und Rechtshypertrophie unterschieden werden (Deegen, 1976, Abb. 4a und b). Diese indirekten Hinweise sind aber fehlerbehaftet. Werden noch zusätzliche Herzabschnitte und Konfigurationen (z.B. QT-Strecke) in die EKG-Auswertung mit einbezogen, so führt dies oft zu einer unerlaubten Überschätzung des Diagnostikums EKG. Das Ende übertriebener EKG-Interpretationen kam aber rasch mit dem Aufstieg der Echokardiographie. Nachdem um 1950 Edler und Herz eine brauchbare Methode zur Anwendung des Ultraschalls am Herzen für den Menschen entwickelt hatten, wurde dieses Verfahren in den 70iger Jahren rasch in die Humanmedizin eingeführt und erreichte dort eine große Akzeptanz. Heute stellt es eine Routinemethode in der kardiologischen Praxis dar (Köhler, 1990). Auch beim Pferd wurde bereits in den 70iger Jahren in Amerika die Echokardiographie eingeführt (Pipers und Hamlin, 1977). Mit Hilfe der B-Mode und M-Mode-Technik konnten Aussagen über Herzerkrankungen und über die Hämodynamik am Herzen getroffen werden. Ende der 80iger Jahre schlug dann auch in Deutschland die Stunde der Echokardiographie (Stadler et al., 1988). Der Siegeszug dieser Untersuchungsmethode setzt sich bis heute fort. Es kam die kontinuierliche und gepulste Dopplertechnik zur nichtinvasiven Analyse von Blutflüssen am Herzen hinzu (Bonagura, 1990), Bubenheimer und Kneissl, 1998; Weinberger, 1991; Weinberger et al., 1992). Heute verfügen wir mit der Ultraschalluntersuchung des Herzens beim Pferd

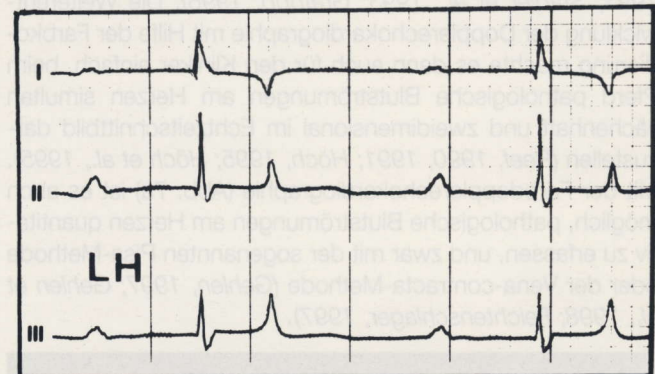
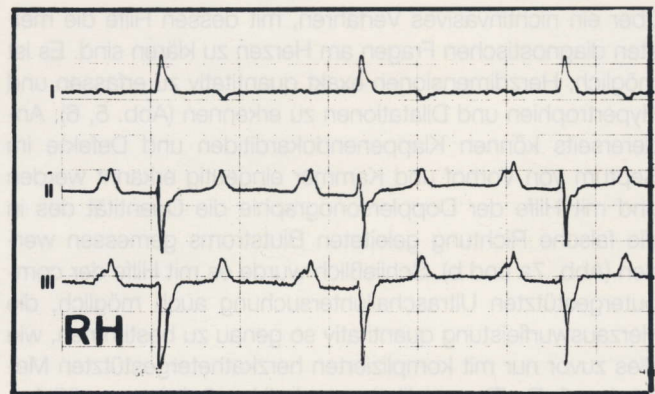


Abb. 4a/b: EKG (Extremitätenableitung) von Pferden mit ventrikulärer Links- (4a) und Rechtshypertrophie (4b). Die unterschiedliche Hauptausschlagrichtung des QRS-Komplexes ist in Ableitung 2 und 3 deutlich sichtbar.

ECG of horses with ventricular left (4a) and right (4b) hypertrophy. The different form of the QRS-configuration in the limb leads 2 and 3 is clearly visible

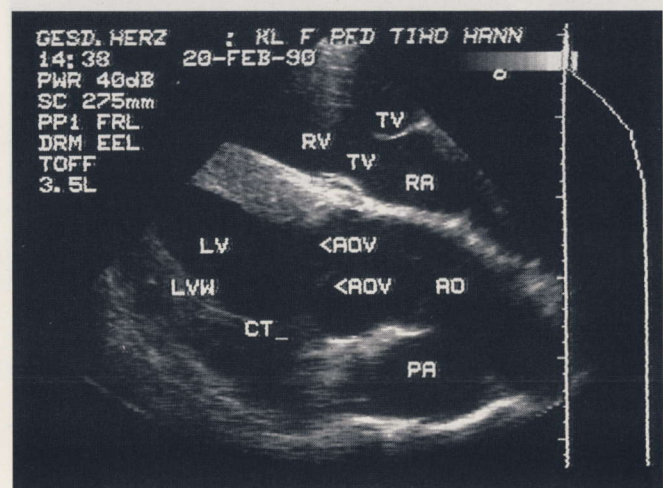


Abb. 5: Längsschnitt eines gesunden Herzens mit der B-Mode Technik

Longitudinal section of a normal heart in b-mode technique

LA= linkes Atrium; LV = linker Ventrikel;
 LVW = linksventrikuläre Herzwand;
 CT = Cordae tendineae; PA = Pulmonalarterie;
 RV = rechter Ventrikel; TV = Trikuspidalklappe;
 RA = rechtes Atrium; AOV = Aortenklappe

über ein nichtinvasives Verfahren, mit dessen Hilfe die meisten diagnostischen Fragen am Herzen zu klären sind. Es ist möglich, Herzdimensionen exakt quantitativ zu erfassen und Hypertrophien und Dilatationen zu erkennen (Abb. 5, 6). Andererseits können Klappenendokarditiden und Defekte im Septum von Vorhof und Kammer eindeutig erkannt werden und mit Hilfe der Dopplersonographie die Quantität des in die falsche Richtung geleiteten Blutstroms gemessen werden (Abb. 7a und b). Schließlich wurde es mit Hilfe der computergestützten Ultraschalluntersuchung auch möglich, die Herzauswurfleistung quantitativ so genau zu bestimmen, wie dies zuvor nur mit komplizierten herzkathetergestützten Methoden (z.B. Thermodilutionstechnik) möglich war (Kinkel, 1993; Stadler et al., 1993; Gratopp, 1996). Die Weiterentwicklung der Dopplerechokardiographie mit Hilfe der Farbkodierung machte es dann auch für den Kliniker einfach, beim Pferd pathologische Blutströmungen am Herzen simultan flächenhaft und zweidimensional im Echtzeitschnittbild darzustellen (Reef, 1990, 1991; Höch, 1995; Höch et al., 1995). Mit der Farbdopplerechokardiographie (Abb. 7a) ist es auch möglich, pathologische Blutströmungen am Herzen quantitativ zu erfassen, und zwar mit der sogenannten Pisa-Methode oder der Vena-contracta-Methode (Gehlen, 1997; Gehlen et al., 1998; Feichtenschlager, 1997).

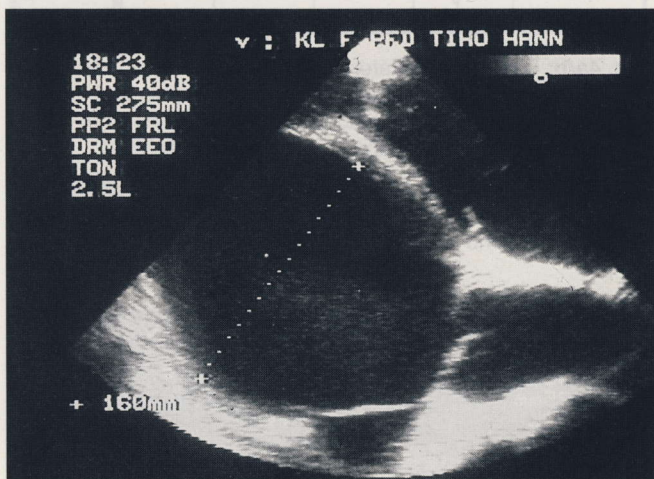


Abb. 6: Längsschnitt eines Herzens (B- Mode) mit deutlicher Dilatation des linken Ventrikels

Longitudinal section of a heart (b-mode technique) with clear dilatation of the left ventricle

Auch die Herzkatheteruntersuchung, deren Ursprünge schon lange zurückliegen (Chauveau, 1861, siehe Abb. 8), hat wieder an Bedeutung gewonnen. So kann mit dem Ballonkatheter, ausgehend von der Vena jugularis externa, über den rechten Vorhof, das rechte Herz und die Arteria pulmonalis der Druck in dem pulmonalen Kapillarnetz untersucht werden. Dort erhält man über die Erfassung des sogenannten „Wedge Pressure“ eine indirekte Information über die Druckverhältnisse am linken Ventrikel (Frühau, 1995; Stadler et al., 1995) (Abb. 9). Mit Hilfe des sogenannten „Pulmonary Wedge Pressure“, also des Lungenkapillardruckes, ist es möglich, bei gleichzeitigem Vorliegen von Herz- und Lungenerkrankungen beim Leistungspferd die

primäre Krankheitsursache zu erkennen (Seifert, 1996). Diese Information ist natürlich für die Behandlung von latenten Herz- oder Lungenerkrankungen von entscheidender Bedeutung, da ja hinsichtlich der Druckverhältnisse im pulmonalen Kreislauf eine Interaktion zwischen Herz- und Lungenfunktion besteht.

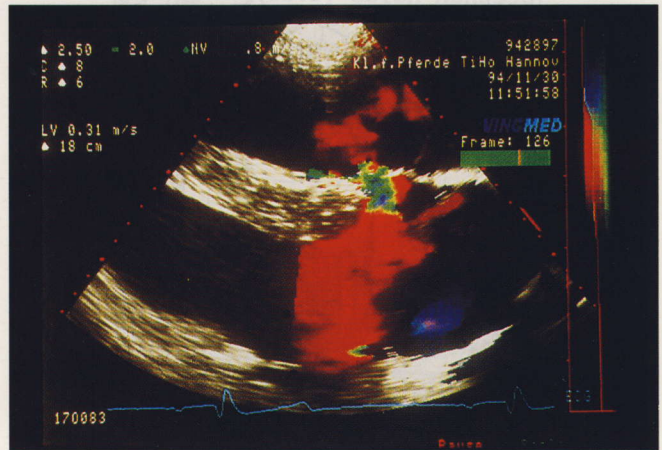


Abb. 7a: Farbdopplerechokardiographisch dargestellter Fluß (gelbe Farbe) zwischen beiden Ventrikeln bei einem Ventrikelseptumdefekt

Demonstration of a pathological blood flow (yellow colour) through the ventricles with colour doppler technique in a horse with a ventricular septal defect

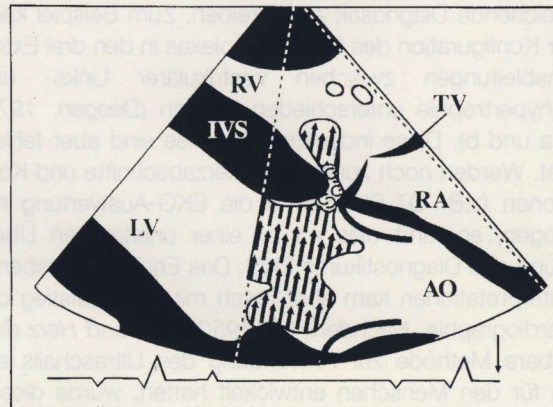


Abb. 7b: Schemazeichnung zu Abb. 7a

Scheme of image 7a

VSD = Ventrikelseptumdefekt; AO = Aorta;
IVS = Interventrikularseptum; RA = rechtes Atrium;
TV = Trikuspidalklappe; RV = rechter Ventrikel

Es ist zu erwarten, daß sich die Herzdiagnostik in Zukunft weiter fortentwickelt. So ist z.B. die Einführung der dreidimensionalen Echokardiographie heute nur eine finanzielle Frage. Auch andere, sehr aufwendige Diagnoseverfahren (Magnetresonanztomographie, Szintigraphie) könnten Einzug in die Herzdiagnostik finden.

Im Gegensatz zur rasanten Fortentwicklung der Diagnostik der Herzerkrankungen haben sich die Behandlungsmöglichkeiten dieses Organsystems beim Pferd wenig verbes-

sert. Die Behandlung des für das Pferd bedeutsamen Vorhofflimmerns mit 1% Chindinsulfat ist weitgehend etabliert (Deegen, 1986; Stadler et al., 1994).

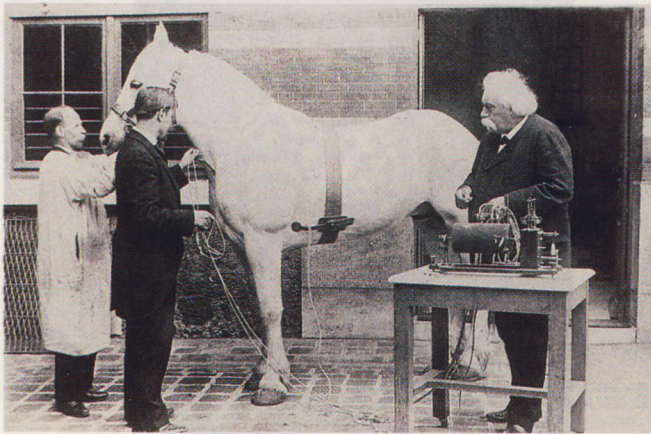


Abb. 8: Herzkatheteruntersuchung über die V. jugularis ext. (Chauveau, 1861), Lyon

Heart catheterisation from the V. jugularis ext. (Chauveau, 1861), Lyon

Dagegen gibt es bisher keine Möglichkeit, Herzklappenerkrankungen nachhaltig zu behandeln. Lediglich bei der Therapie der apparenten oder latenten Myokardinsuffizienz ergeben sich neue Möglichkeiten. Herzglykoside mit ihrer geringen therapeutischen Breite werden mehr und mehr durch sogenannte ACE-Hemmer (Angiotensin-Converting-Enzyme-Hemmer) ersetzt. In einer eigenen Studie über die Wirkung von Quinalapril ergeben sich ermutigende Aspekte. Ob aber auch beim Pferd irgendwann einmal chirurgische Eingriffe am Herzen sinnvoll sind, muß der weiteren Entwicklung vorbehalten bleiben. Es scheint jedenfalls nicht ausgeschlossen, daß auch an diesem Organ manche chirurgische Verfahren erfolgreich durchgeführt werden können.

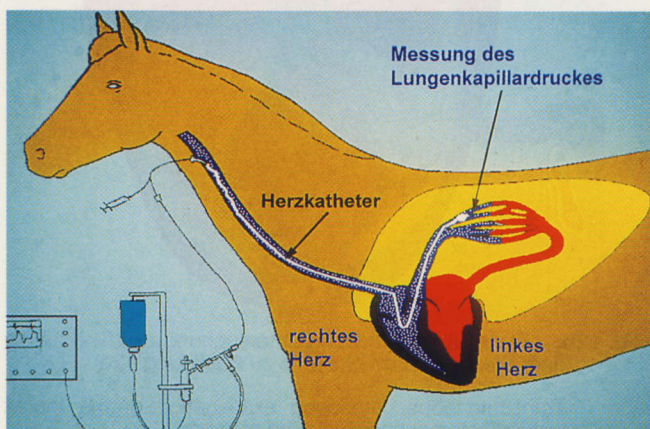


Abb. 9: Schemazeichnung zur pulmonalen Kapillardruckmessung beim Pferd

Der Katheter wird über die Jugularvene, den rechten Vorhof und den rechten Ventrikel in die Pulmonalarterie vorgeschoben und dort verkeilt (Wedge pressure).

Scheme of the wedge pressure measurement
The catheter goes through the vene and the right atrium into the right ventricle and the pulmonary vessel were it should be wedged.

Lungenerkrankungen

Auch bei den Lungenerkrankungen, insbesondere bei den chronischen Pneumopathien, haben sich Diagnostik und Therapie entscheidend weiterentwickelt. Natürlich bleibt auch heute noch die klinische Diagnostik die Basis der Untersuchung, insbesondere die Erkennung von Dyspnoe-symptomen, die Auskultations- und Perkussionsuntersuchung der Lunge. Eine Vielzahl neuer Untersuchungen erlaubt aber eine Differenzierung des Krankheitsgrades und der Krankheitsart. Schon frühzeitig sind Wege vorgezeichnet worden. So haben Obel und Schmiterlöw (1948) gezeigt, daß man beim Pferd einen Histamintest zur Bestimmung der Hyperreagibilität mittels Registrierung des interpleuralen Druckes durchführen kann. Noch früher wurde die Röntgenuntersuchung der Lunge beim Pferd im Rahmen der klinischen Untersuchung etabliert. Berge (1927) und Bolz (1936) fertigten bereits aussagefähige Röntgenaufnahmen im laterolateralen Strahlengang. Heute haben bildgebende Verfahren bei der Lungenuntersuchung ebenso ihre Bedeutung wie funktionelle Untersuchungen sowie zytologische und histologische Untersuchungen von Biopstaten.

Die oberen Luftwege des Pferdes wurden schon recht früh mit Hilfe starrer Endoskope untersucht (Polanski und Schindelka, 1888 und 1889). 1912 beschrieb Marek bereits die Luftsackendoskopie des Pferdes und Cook hat schon 1970 die Tracheobronchoskopie beim Pferd mit Hilfe eines starren Endoskopes durch eine Tracheotomieöffnung ausgeführt. Aber erst nach Entwicklung der flexiblen Glasfaserendoskope fand die Tracheobronchoskopie ihren Eingang in die Pferdemedizin (Fischer und Deegen, 1980). Heute gehört die Tracheobronchoskopie zur erweiterten klinischen Atemwegsuntersuchung des Pferdes (Abb. 10). Sie wird auch eingesetzt zur Tracheobronchialsekretentnahme (Müller et al., 1983) sowie zur bronchoalveolären Lavage, mit deren Hilfes es möglich ist, Zellen aus dem Alveolarraum zur weiteren Diagnostik zu gewinnen (Viel, 1985; Derksen, 1985). Auch die röntgenologische Lungenuntersuchung erfährt in der jüngeren Zeit eine stetige Qualitätsverbesserung (Venner et al.,



Abb. 10: Endoskopisches Bild einer hochgradig mit Entzündungssekret gefüllten Trachea (Pferd mit COB).

Endoscopical view into a trachea with a high degree of hypersecretion (COPD)

1995) (Abb.11). Mit Hilfe der digitalen Radiographie dürfte sich diese positive Entwicklung fortsetzen (Meschede, 1999). Mit dem bildgebenden Verfahren der Lungenszintigraphie sind allerdings viel weiterreichendere, auch funktionelle Erkenntnisse bei Lungenerkrankungen zu gewinnen. Diese Diagnostik wurde von O'Callaghan (1987) für das Pferd etabliert. Das Verfahren wird auch an anderen Forschungszentren weiterentwickelt (Votion et al, 1994, 1995). Bisher hat lediglich der relativ große apparative und finanzielle Aufwand verhindert, daß die Lungenszintigraphie in Pferdekliniken zu einem Routineverfahren geworden ist. Mit diesem Verfahren können nämlich auf eindrucksvolle Weise Informationen über Störungen der Ventilation und Perfusion der Lunge gewonnen werden.

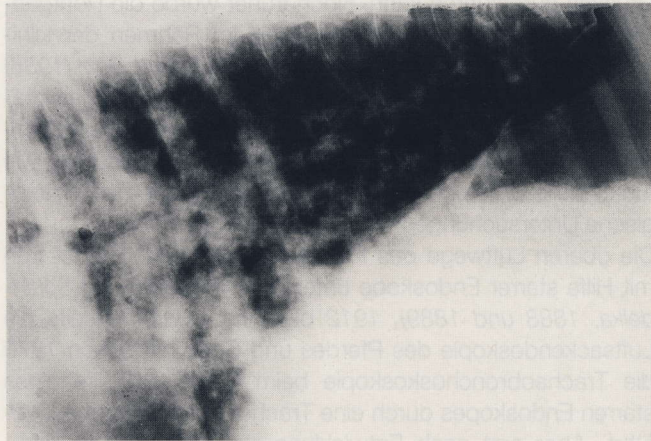


Abb. 11: Röntgenaufnahme der Lunge eines Fohlens im latero-lateralen Strahlengang mit deutlichen Pneumonieherden bei einer *Rhodococcus equi* Infektion.

Lungradiography of a foal with typical pneumonia abscesses (*rhodococcus equi* infection)

Etwa zur gleichen Zeit, in der die Ultraschalluntersuchung am Herzen mit Hilfe des Sektorscanners beim Pferd etabliert wurde, folgte auch die transkutane Ultraschalluntersuchung von Thorax und Lunge. Es stellte sich schnell heraus, daß die pulmonale Ultraschalluntersuchung besonders erfolgreich bei thoraxwandnahen Pneumonien und bei Pleuritiszuständen ist (Stadler et al., 1990). Heute stellt die Ultraschalluntersuchung des Thorax bei allen pleuralen Ergüssen das diagnostische Mittel der Wahl dar (Abb. 12a und b). Es gelingt mit Hilfe des transkutan applizierten Ultraschalls nicht nur, genaue Auskünfte über die Ausdehnung der Pleuraleffusionen zu erhalten, sondern auch die Art der Flüssigkeit (Transsudat, Exsudat, Blut, Eiter) kann mit dessen Hilfe ermittelt werden. Kaum einzusetzen ist dagegen die transkutane Ultraschalluntersuchung bei Pferden mit Bronchitis und Emphysemzuständen, da bei diesen Pferden die schlechte Ultraschalleitung luftgefüllter Gewebe die Diagnostik behindert.

Neben den bildgebenden Untersuchungsverfahren sind heute funktionelle Untersuchungen weitgehend etabliert, dies gilt insbesondere für die arterielle Blutgasanalyse, die zwar an relativ aufwendige Analysegeräte gebunden ist, dafür aber eindeutige Diagnosen mit einem relativ geringen Potential an Fehlinterpretationen erlaubt (Deegen, 1984). Es hat sich bald gezeigt, daß auch beim Pferd die Ermittlung der alveolo-arte-

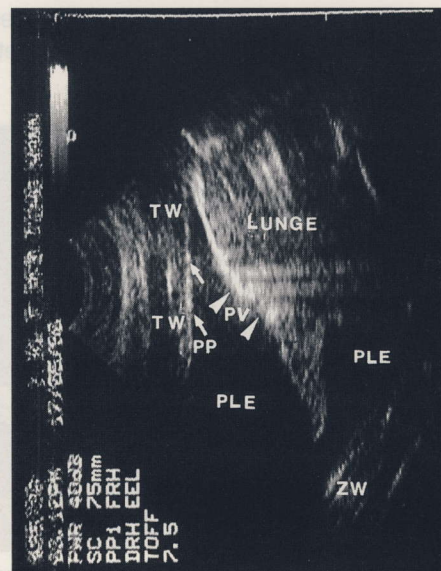


Abb. 12a: Ultraschallbild eines Pleuraergusses mit atelektatischem distalen Lungenlappen

Ultrasonic image of a pleural effusion with an atelectated distal lung lobe

PLE = Pleuraerguss; TW = Thoraxwand;
PV = Pleura viszeralls; PP = pleura parietalis;
ZW = Zwerchfell

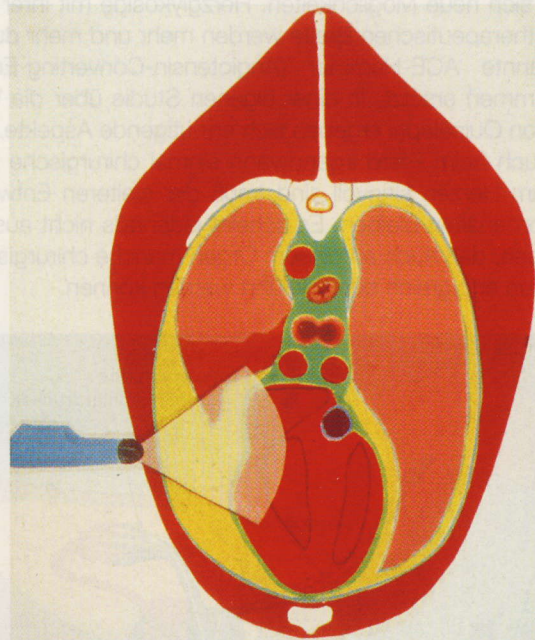


Abb. 12b: Transkutane Ultraschalluntersuchung des Thorax mit dem Sektorscanner (Schema zu Abbildung 12a)

Transcutaneous ultrasound examination of the thorax with a sectorscanner (Scheme of image 12a)

riellen Sauerstoffdifferenz von besonderem diagnostischen Interesse ist (Klein und Deegen, 1986). Mit Hilfe dieses Wertes wird die externe Störgröße eines schwankenden Luftdruckes ebenso berücksichtigt wie die Variabilität der pulmonalen Belüftungsintensität. Heute gibt es bereits kleine transportable Lungenfunktionsanalyseautomaten, deren einziger Nachteil der noch relativ hohe Preis ist. Für die Zukunft sind aber auch hier Verbesserungen zu erwarten.

Anders ist die Situation bei Untersuchungen der Lungenmechanik des Pferdes. So hatte der Altmeister der Lungenfunktionsanalyse Spörri schon 1964 (Spörri und Leemann, 1964) interessante Ergebnisse bei lungenkranken Pferden publiziert. Bis heute sind die Methoden der Lungenfunktionsanalyse (dynamische Compliance, Atemwegsresistance, visköse Atemarbeit) vor allen Dingen in forschenden Einrichtungen etabliert (Sasse, 1971). Noch immer behindern störanfällige Apparate, aufwendige Auswertung und die relativ komplizierte Interpretation der Ergebnisse die Anwendung in der Spezialpraxis. Allerdings stehen heute moderne, trägheitsarme Geräte zur Verfügung. So können z.B. mit Hilfe eines Ultraschallflußmeßkopfes die Strömungsgeschwindigkeit der Atemluft, mit einer Drucksonde die interpleurale Druckdifferenz transösophageal und mit Hilfe eines CO₂-Analysators die expiratorische CO₂-Kurve sehr genau aufgezeichnet werden. Mit Hilfe derartiger Methoden sind nicht nur wesentlich genauere Werte für die Lungenmechanik zu erarbeiten, sondern es gibt auch diagnostisch interessante, neue Informationen über Mischluftvolumen und pulmonalen Totraum (Abb. 13, 14a und b), Ohnesorge et al., 1998). Auch andere Meßverfahren werden eingesetzt, z.B. die Impuls-Oszillo-Resistometrie (Reinhold, 1998).



Abb. 13: Atemmaske mit Ultraschallsensor zur Messung der in- und expiratorischen Strömungsgeschwindigkeit der Atemluft

Inhalation mask with ultrasound sensor for measurement of the air flow (V) and tidal volume (VT)

Es ist zu erwarten, daß in absehbarer Zeit auch für das Pferd – ähnlich wie für den Menschen – relativ einfach zu bedienende Lungenfunktionsmeßgeräte zur Verfügung stehen werden, die dann auch einen breiteren Einsatz finden werden. Auch die histologische und elektronenmikroskopische Untersuchung von Lungenbiopsaten spielt in der Pferdemedizin eine Rolle. Die transthorakale Lungenbiopsie ist als Methode für die Spezialpraxis zwar etabliert (Raphel u. Gun-

son, 1981; Detlef et al., 1985). Sie hat sich bis heute aber nicht entscheidend durchgesetzt, da es bei einzelnen Patienten immer wieder zu punktionsbedingten Lungen- und Nasenbluten kommt, welches erwartungsgemäß beim Pferdebesitzer zu einer schlechten Akzeptanz dieser Methode führt. Dennoch wäre eine Weiterentwicklung dieser Methode mit einer Verminderung des Blutungsrisikos wünschenswert, da aus Lungenbiopsaten besser als aufgrund aller übrigen Methoden zwischen reversiblen und irreversiblen Lungenerkrankungen zu unterscheiden ist.

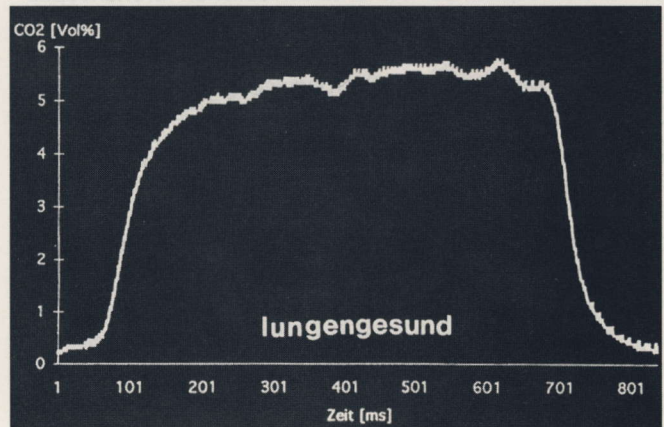


Abb. 14a: CO₂-Ausatmungskurve eines lungengesunden Pferdes mit langer alveolärer Plateauphase

CO₂ exhalation curve of a horse without a lung disease

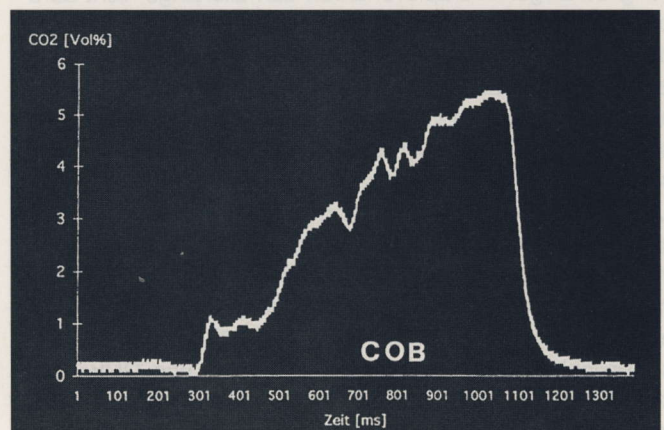


Abb. 14b: CO₂-Ausatmungskurve eines Pferdes mit vergrößertem Mischluftvolumen (langsamer Kurvenanstieg) bei chronisch obstruktiver Bronchitis

CO₂-exhalation curve of a horse with an increased mixed air volume (COPD)

Künftig kann sicherlich die Lungendiagnostik weiter verbessert werden. An Vereinfachungen von Lungenfunktionstests und Untersuchungen auf dem Laufband wird schon gearbeitet. Aber auch neue immunologische Laborverfahren werden hilfreich sein, ebenso wie die Suche nach Entzündungsprodukten oder -mediatoren im Kondensat der Ausatemungs-luft. Reinhold (1998) wies darauf hin, daß mit diesem Verfahren auf nichtinvasivem Wege Erkenntnisse erlangt werden, die bisher nur mit aufwendiger bronchoalveolärer Lavage zu erhalten sind.

Die Therapie chronischer Lungenkrankheiten (chronisch obstruktive Bronchitis, belastungsinduziertes Lungenbluten, verminöse Bronchitis) hat zwar nicht mit der Verfeinerung der Diagnostik Schritt gehalten, dennoch ist heute klar, daß neben den bewährten Methoden der Haltungsoptimierung eine an den pathogenetischen Faktoren orientierte symptomatische Behandlung zusätzliche Erfolge bringt.

Die medikamentöse Behandlung der chronisch obstruktiven Bronchitis zielt einerseits auf eine antientzündliche/antihyperreaktive Behandlung mit Glukokortikoiden. Andererseits wird der Bronchospasmus mit unterschiedlichen bronchospasmolytischen Verfahren (Beta-2-Mimetika, Anticholinergika und Xanthinderivate) behandelt, und schließlich gibt es verschiedene Methoden zur Verbesserung der mukoziliären Clearance der Atemwege (Deegen, 1992). Bei diesem letztgenannten Verfahren geht es sowohl um eine Verflüssigung der Becherzellsekretion (Bromhexin, Dembrexin, Ambroxol), als auch um eine chemische Aufspaltung zäher Schleime durch Zysteinderivate und schließlich um eine Vermehrung des Wasseranteils im Sekret kann durch Inhalation hypo- oder hyperosmolarer Salzlösungen gelingen. Wesentlich intensiver kann eine Verflüssigung durch intravenöse Infusion großer Mengen isotonischer Kochsalzlösung herbeigeführt werden (Massive Infusionstherapie, Deegen et al., 1980; Deegen 1981). Ein ähnlicher Effekt wird auch durch Infusion gleichgroßer Flüssigkeitsmengen über die Nasenschlundsonde bewirkt (Mayer et al., 1992). Die recht erfolgreiche Nutzung derartiger Therapieverfahren darf allerdings nicht darüber hinwegtäuschen, daß auch heute eine Kausaltherapie für die chronisch obstruktive Bronchitis ebenso wenig in Sicht ist wie für das belastungsinduzierte Lungenbluten. Um hier auch zu kausaltherapeutischen Ansätzen zu gelangen, muß sicherlich die Pathogeneseforschung dieser Erkrankung wesentlich intensiviert werden.

Unabhängig davon, ob irgendwann eine Kausaltherapie chronischer Atemwegserkrankungen möglich wird, ist abzusehen, daß die angepaßte Aerosoltherapie – ähnlich wie in der Humanmedizin – auch beim Pferd einen bedeutenden Stellenwert bekommen wird. Dies gilt mit hoher Wahrscheinlichkeit jedenfalls für die Applikation von Glukokortikoiden per Aerosol, denn mit einer solchen Applikationsform ist es möglich, eine effektive Entzündungshemmung bei minimalen Nebenwirkungen zu erreichen (Kampmann, 1998).

Wie sich auch immer die Pferdemedizin auf wissenschaftlicher Grundlage weiterentwickeln wird, es gibt doch einige Probleme, die einen deutlich bremsenden Einfluß bei der Umsetzung von neuen Erkenntnissen in die Praxis haben könnten.

Wird das Pferd weiterhin ein lebensmittellieferndes Tier mit den daraus resultierenden gesetzlichen Einschränkungen moderner Therapieverfahren bleiben? Oder werden wir eine Zweiklassengesellschaft in der Pferdemedizin bekommen? Einerseits Pferde, die nur eingeschränkt behandelt, aber dafür geschlachtet werden dürfen und andererseits Pferde, die optimal medizinisch versorgt werden und bei denen deshalb Schlachtverbot besteht?

Und wird schließlich überhaupt ein wirtschaftlicher Anreiz für Pharmafirmen erhalten bleiben, neue Produkte zu entwickeln, wenn eine Medikamentenbeschaffung auf einem grauen Arzneimittelmarkt möglich ist?

Diese ungeklärten Fragen könnten in Zukunft durchaus zu einer unerfreulichen Entwicklung im Sinne einer bürokratischen Einengung der medikamentösen Behandlung von Pferden führen. Es geht also heute nicht mehr nur darum, klinisch relevante Fragen wissenschaftlich zu klären, sondern die beteiligten Verbände müssen auch auf politischer Ebene versuchen, einen möglichst großen Freiraum für eine moderne Pferdemedizin zu erhalten.

Die medikamentöse Therapie sollte auch in der Pferdemedizin nach der medizinischen Indikation erfolgen und nicht durch Gesetze und Verordnungen behindert werden.

Literatur

- Berge, E. (1927): Über neue Leistungen der Röntgendiagnostik am lebenden Pferd. Tierärztl. Wschr. 35, 687–692
- Bolz, W. (1936): Die röntgenologische Differenzierung des Lungenbildes beim Pferd. Dtsch. tierärztl. Wochenschr. 22, 394–398
- Bonagura, J.D. (1990): Clinical evaluation and management of heart disease. Equine Vet. Educ. 1, 31–37
- Bubenheimer, P. und G.D. Kneissl (1989): Doppler Echokardiographie. CW-, PW-, HPRF- und Farbdopplermethoden. VCH Verlagsgesellschaft, edition medicine
- O'Callaghan, M.W. und H.J. Seeherman (1987): New Ways of looking at Lung Disease in the Horse Using Radiography and Scintigraphy. Proc. of AAEP 35, 221–232.
- Chauveau, J.B. (1861): In: R.H. Dunlop and D.J. Williams (1996): Veterinary Medicine, An Illustrated History, Mosby, St. Luis, Baltimore, Boston, Carlsbad, Chicago, Naples, New York, Philadelphia, Portland, London, Madrid, Mexico City, Singapore, Sydney, Tokyo, Toronto, Wiesbaden, 516
- Cook, W.R. (1970): Procedure and technique for endoscopy of the equine respiratory tract and eustachian tube diverticulum. Equine Vet. J., 2, 137–152
- Deegen, E. (1976): Klinische Elektrokardiographie beim Pferd unter Berücksichtigung der Muskelmassenverteilung am Herzen. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Habil.-Schr.
- Deegen, E.; R. Lieske und J. Fischer (1980): Eine neue Methode der sekretolytischen Therapie bei Pferden mit chronisch obstruktiver Bronchitis. 7. Arbeitstagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten der DVG, S. 63–82
- Deegen, E. (1981): Zur forensischen Bedeutung der Herzrhythmusstörungen beim Pferd. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 94, 171–177.
- Deegen, E. (1981): Massive Intravenous Infusions: A Novel Secretolytic Therapy For Horses With Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). In: Proceedings of the twenty-seventh annual convention of the American Association of Equine Practitioners, 27–32
- Deegen, E. (1984): Beurteilung von Blutgasparametern des arteriellen Blutes bei Pferden mit respiratorischen und metabolischen Störungen. Prakt. Tierärztl. Collegium Vet, 65, 128–132
- Deegen, E. (1986): Zur klinischen Bedeutung des Vorhofflimmerns beim Pferd. Pferdeheilkunde 2, 179–186
- Deegen, E. (1992): Entwicklung der Therapie obstruktiver Atemwegserkrankungen des Pferdes in den letzten 20 Jahren. In: Symposium zur Therapie obstruktiver Atemwegserkrankungen des Pferdes. Boehringer Ingelheim, Bingen 1992, S. 1–15
- Derksen, F.J.; N.E. Robinson; R.F. Slocombe und J.S. Scott (1985): Bronchoalveolar Lavage Cytology in Ponies with Chronic Airway Disease. International Symposium: Lung Function and Respiratory Disease in the Horse. Hannover, Germany, S.25–28
- Detlef, E.; H.A. Schoon; M. Jacobs und E. Deegen (1985): Zur Aussagefähigkeit transthoracal entnommener Lungenbiopsien beim Pferd unter dem Gesichtspunkt klinisch-pathomorphologischer Korrelate.

9. Arbeitstagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten der DVG, S. 103–112
- Edler, I. und C.H. Hertz (1954): Use of ultrasonic reflectoscope for continuous recording of movement of heart walls. *Kunigl. Fysiogr. Sallad. Lund. Forhandl.* 24, 5
- Feichtenschlager, A. (1997): Farbdoppleruntersuchungen von Herzklappeninsuffizienzen beim Pferd mit Hilfe der PISA-Methode. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Fischer, J. und E. Deegen (1980): Bronchoskopische Untersuchungen bei Pferden mit chronisch obstruktiver Bronchitis. 7. Arbeitstagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten der DVG, 17–25
- Frühauf, B. (1994): Beziehung zwischen dem Lungenkapillardruck (Pulmonary Wedge Pressure) und Befunden der M-Mode und Doppler-Echokardiographie beim Pferd. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Gehlen, H. (1997): Beurteilung von Herzklappeninsuffizienzen beim Pferd mit Hilfe der farbkodierten Vena contracta. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Gehlen, H.; P. Stadler und E. Deegen (1998): Beurteilung des Schweregrades von Mitralklappeninsuffizienzen beim Pferd mittels Farbdoppler-Echokardiographie. *Pferdeheilkunde* 14, 303–314
- Gratopp, M. (1996): Die Herzzeitvolumenbestimmung mittels Doppler-Echokardiographie beim herzgesunden und herzkranken Pferd. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Hales, S. (1726): In: R.H. Dunlop and D.J. Williams (1996): *Veterinary Medicine, An Illustrated History*, Mosby, St. Luis, Baltimore, Boston, Carlsbad, Chicago, Naples, New York, Philadelphia, Portland, London, Madrid, Mexico City, Singapore, Sydney, Tokyo, Toronto, Wiesbaden, 292
- Höch, M. (1995): Farbkodierte Doppler-Echokardiographie beim Pferd. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Kampmann, C. (1998): Untersuchung der Lungenfunktion bei chronisch lungenkranken Pferden vor und nach Aerosoltherapie mit Budesonid. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Kaup, F.J.; W. Drommer; C. Iregui; E. Deegen und H.A. Schoon (1985): Licht- und Elektronenmikroskopische Befunde bei Pferden mit chronisch obstruktiver Bronchitis. 9. Arbeitstagung der DVG, Fachgruppe Pferdekrankheiten, 113–123.
- Kinkel, N. (1993): Die Herzzeitvolumenbestimmung mit der Doppler-Ultraschalltechnik im Vergleich zu konventionellen Methoden beim Pferd. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Klein, H.J. und E. Deegen (1986): Beurteilung von Blutgasparametern des arteriellen Blutes von Pferden unter besonderer Berücksichtigung der alveoloarteriellen Sauerstoffdifferenz. *Pferdeheilkunde* 2, 331–336
- Köhler, E. (1990): Ein- und Zweidimensionale Echokardiographie mit Dopplertechnik. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart
- Meschede, A. (1999): Optimierung von digitalen lumineszenzradiographischen Lungenaufnahmen des Pferdes. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Müller, P., E. Deegen und H. Reitemeyer (1983): Beurteilung des Tracheobronchialsekrets von lungenkranken Pferden und Beziehung zu deren Differentialblutbild. *Pferdeheilkunde Collegium Veterinarium* 14, 136–141
- Neumann-Kleinpaul, K. und H. Steffan (1935): Zur graphischen Darstellung der Herztöne bei Tier und Mensch. *Archiv für wissenschaftl. u. prakt. Tierheilkd.*, Berlin, 629–638
- Nörr, J. (1913): Das Elektrokardiogramm des Pferdes. Seine Aufnahme und Form. Königliche Tierärztl. Hochschule Berlin, Diss.
- Obel, N.J. und C.G. Schmitterlów (1948): The Action of Histamine and other Drugs on the Bronchial Tone in Horses Suffering from Alveolar Emphysema (Heaves). *Acta Pharmacol. Toxicol.* 38, 200–214
- Ohnesorge, B.; C. Trötschel und E. Deegen (1998): Bestimmung von Totraum und expiratorischem Mischluftvolumen zur Diagnostik chronischer Lungenerkrankungen beim Pferd. *Pferdeheilkunde*, 14, 450–455
- Pipers, F.S. und R.L. Hamlin (1977): Echocardiography in the horse. *J. Am. Vet. med. Assoc.*, 170, 815–822
- Polanski, S. und H. Schindelka (1988/1989): Die Rhinoskopie und Laryngoskopie an Pferden mit Hilfe des Leiter'schen Panelelektroskopes. *Österr. Z. Vet.* 2, 295–299
- Raphel, C.F. und D.E. Gunson (1981): Percutaneous lung biopsy in the horse. *Cornell Vet.* 71, 439–448
- Reef, V. B. (1990): Echokardiographic Examination in the horse: The basics. *Cont. Educ.* 12, 1312–1319
- Reef, V. B. (1991): Echocardiographic findings in horses with Congenital Cardiac Disease. *Cont. Educ.* 13, 109–117
- Rheinhold, P. (1996): Comparative evaluation of impulse oscillometry and a monofrequent frequency forced oscillation technique in clinically healthy calves undergoing bronchochallenges. *Research in Vet. Science*, 61, 206–213
- Reinhold, P. (1996): Validation of the monofrequent forced oscillation technique and the impulse oscillation technique for respiratory function testing in calves. *Université de Liège, grade de Docteur en Science Veterinaires*
- Reinhold, P.; G. Becher; M. Elschner; D. Schimmel und M. Rothe (1998): Monitoring of Airway Inflammation using the Condensate of Exhalation. *World Equine Airways Symposium, Research Proceedings, University of Guelph, Canada*, 7
- Sasse, H.H.L. (1971): Some Pulmonary Function Tests in Horses. An Aid to the Early Diagnosis of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (Heaves) in Horses. *Doctoral Thesis, Utrecht*
- Schulze, W. (1961): persönliche Mitteilung
- Seifert, B. (1997): Lungenkapillardruck und echokardiographische Befunde bei Pferden mit Herz- und Lungenerkrankungen. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Spörri, H. und W. Leemann (1964): Zur Untersuchung der Lungenmechanik bei Grosstieren. *Schw. Arch. Tierh.* 106, 699–714
- Spörri, H. und M. Denac (1970): Der Stickstoffeinwaschungstest im Dienste der Lungenfunktionsprüfung. *Zbl. Vet. Med. A.* 17, 845–856
- Stadler, P.; U. D'Agostino und E. Deegen (1988): Methodik der Schnittbildkardiographie beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 4, 161–174
- Stadler, P. (1990): Ultraschalluntersuchung des Thorax beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 5, 205–228
- Stadler, P.; T. Weinberger und E. Deegen (1992): Die Anwendung der Doppler-Echokardiographie bei Aorten- und Mitralsuffizienzen und Defekten der Herzmuskelwände. 12. Arbeitstagung der DVG, Fachgruppe Pferdekrankheiten, 101–109
- Stadler, P.; E. Deegen und K. Kroker (1994): Echokardiographie und Therapie beim Vorhofflimmern des Pferdes. *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.* 101, 190–194
- Stadler, P.; M. Höch; B. Frühauf und E. Deegen (1995): Die echokardiographische Untersuchung bei Pferden mit und ohne Herzgeräusch. *Pferdeheilkunde* 11, 373–383
- Venner, M.; E. Deegen; P. Stadler und D. Döpfer (1995): Zur Optimierung der Aufnahmetechnik von Röntgenaufnahmen der Lunge beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 11, 329–340
- Viel, L. (1983): Structural-functional correlations of the lung in horses with small airway disease. *Doctor of Physiology Diss., University of Guelph, Canada*
- Votion D., T. Art und P. Lekeux (1994): Evaluation de la fonction pulmonaire du cheval par la technique scintigraphique. *Ann. Med. Vet.* 138, 5–30.
- Votion, D.; K. Munsters; B. Genicot; T. Art; D. Desmech und P. Lekeux (1994): Correlation between scintigraphical V/Q ratios and arterial oxygen tension in horses suffering from COPD. In: *Proceedings: 13th Comparative Respiratory Society Meeting, Columbus, USA.*
- Votion D.; K. Munsters; B. Genicot; T. Art und P. Lekeux (1995): Scintigraphical V/Q ratios analysing in healthy and diseased horses: a theoretical approach. *Pflügers Arch. Eur. J. Physiol.*, 429
- Weinberger, T. (1991): Doppler-Echokardiographie beim Pferd. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Weinberger, T.; P. Stadler und E. Deegen (1992): Einsatz der Echokardiographie beim Pferd. 12. Jahrestagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten der DVG, 96–100.

Prof. Dr. Dr. h.c. E. Deegen
Dr. Heidrun Gehlen

Klinik für Pferde
Tierärztliche Hochschule
Bischofsholer Damm 15

D 30173 Hannover