

**Zeitschrift:** Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires

**Herausgeber:** Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte

**Band:** 118 (1976)

**Heft:** 3

**Artikel:** Die arterielle Blutgasanalyse in der Diagnostik und Überwachung chronisch lungenkranker Pferde

**Autor:** Meister, U. / Gerber, H. / Tschudi, P.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-590591>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Aus der Klinik für Nutztiere und Pferde der Universität Bern  
(Direktor: Prof. Dr. H. Gerber)

## Die arterielle Blutgasanalyse in der Diagnostik und Überwachung chronisch lungenkranker Pferde<sup>1</sup>

von U. Meister, H. Gerber und P. Tschudi<sup>2</sup>

Die Ursachen eines Sauerstoffmangels (Hypoxie) sind nicht einheitlich. Unter den einzelnen Hypoxieformen spielt zumindest beim Pferd die sogenannte respiratorische Hypoxie eine grosse Rolle. Sie kommt bei Lungenkrankheiten mit gestörtem Gasaustausch häufig vor, wobei sie sich auf Grund verschiedener funktioneller Störungen entwickelt, die ihrerseits weiter differenziert werden müssen:

- Störungen, die keine genügende Belüftung der Alveolen erlauben;
- Störungen, bei welchen die optimalen Beziehungen zwischen Ventilation und Durchblutung beeinträchtigt sind;
- Störungen mit eingeschränkter Diffusion zwischen Alveole und Kapillare;
- Störungen, bei denen venöses Blut die Lunge und damit den Gasaustausch umgeht.

Bei chronisch lungenkranken Pferden finden wir wohl meistens eine Kombination derartiger Störungen. Nehmen wir zum Beispiel an, ein Pferd leide seit langem an allergiebedingten Bronchospasmen mit verstärkter Sekretion der Bronchialschleimdrüsen; das Tier habe als Folge davon schon irreversible emphysematöse Läsionen entwickelt: in diesem Fall erreicht über den spastisch verengten, von Sekreten zusätzlich verlegten Bronchialbaum nur eine reduzierte Luftmenge die überdehnten Alveolen. Die Alveolarwände ihrerseits sind irreversibel geschädigt: die Kapillarisation der Wände ist reduziert, ein optimales Verhältnis zwischen Belüftung und Durchblutung besteht nicht mehr. Dazu kommt eine durch die Fibrosierung der Inter-alveolarsepten hervorgerufene Verlängerung der Diffusionswege für die Atemgase. Bei einem derartigen Pferd ist entweder mit einer sogenannten Partialinsuffizienz ( $pO_2$  erniedrigt,  $pCO_2$  normal) oder einer Globalinsuffizienz ( $pO_2$  erniedrigt,  $pCO_2$  erhöht) zu rechnen (Bolz und Bieniek, 1961a).

Eine Analyse der arteriellen Gaspartialdrucke muss – nach diesen einleitenden Überlegungen – zumindest die funktionelle Diagnostik von Lungenkrankheiten bereichern. Es versteht sich dabei von selbst, dass eine derartige Untersuchung Hilfsmethode bleibt: die gründliche klinische Unter-

---

<sup>1</sup> Unterstützt vom Schweizerischen Nationalfonds, Nr. 3.865.72/3.415.74.

<sup>2</sup> Adresse: Postfach 2735, CH-3001 Bern.

suchung des Pferdes bildet nach wie vor die Grundlage für Diagnose, Prognose und Therapie.

Es ging uns bei den hier vorgelegten Untersuchungen vor allem darum, Aufwand, Risiko und Informationsgewinn arterieller Blutgasanalysen gegeneinander abzuwägen und die erzielten Resultate mit dem klinischen Bild zu korrelieren. Besonders interessierte uns das Verhalten der Blutgase bei chronisch lungenkranken Pferden, die nach der Hospitalisierung in einer allergenarmen Umgebung gehalten wurden (s. Schatzmann et al., 1974; Meister, 1976).

### Material und Methoden

Arteriell Blut kann beim Pferd aus der Arteria carotis communis (Reinhard und Hurienne, 1971; Littlejohn und Mitchell, 1969), aus der Arteria brachialis (Fischer, 1959; Sasse, 1974), aus den Arteriae digitales communes und aus der Arteria transversa faciei (Schatzmann, 1974) gewonnen werden. Die Punktion der Arteria carotis communis ist nach unseren Erfahrungen am einfachsten und am besten geeignet. Die Carotis wird im unteren Halsdrittel punktiert, wobei die rechte Seite vorzuziehen ist, um das Risiko von Ösophagusverletzungen zu umgehen. Mit zwei Fingern wird die Vena jugularis von Trachea und Musculus sternocephalicus nach lateral weggeschoben. Mit einer englumigen (0,9 mm Ø) und verhältnismässig langen (50 bis 70 mm) Kanüle dringt man in die derart vertiefte Drosselrinne zwischen Jugularis und Trachea leicht nach medial vor. In 10 bis 40 mm Tiefe trifft man auf die etwas caudolateral der Trachea liegende Carotis. In der Regel spürt man die Pulswelle undeutlich.

Die Blutentnahme erfolgt anaerob in absolut luftdicht schliessende, mit etwas Heparin beschickte Ganzglas- oder Plastikspritzen, die unmittelbar nach der Entnahme mittels einer Kanüle mit aufgestecktem Gummipfropfen wieder verschlossen werden. Da die Blutgase langsam durch Plastik diffundieren können, sind Ganzglasspritzen grundsätzlich vorzuziehen. Die Reinigung und Vorbereitung von Glasspritzen ist jedoch mit einem erheblichen Aufwand verbunden, und die Diffusion der Blutgase erfolgt nur langsam aus den Plastikspritzen. Wir verwenden daher in der Klinik, wo die sofortige Analyse möglich ist, Plastikspritzen (Paralleluntersuchungen haben bei sofortiger Untersuchung keine Unterschiede zwischen Glas- und Plastikspritzen erkennen lassen). In der Praxis ist es möglich, die Spritzen in einem Dewargefäss auf schmelzendes Eis zu legen. Während 2 bis 4 Stunden verändern sich die Partialdrucke in eisgekühlten, luftdicht verschlossenen Blutproben nur unwesentlich (Sasse, 1971; Meister, unveröffentlicht).

Die Bestimmung des Blut-pH und der Partialdrucke nehmen wir auf einem «Analyzer 165 Corning EEL» vor.

83 klinisch gründlich untersuchte Pferde wurden in vier Gruppen eingeteilt:

- Gruppe 1: 16 gesunde Pferde;
- Gruppe 2: 38 Pferde mit einem Lungenbefund von fraglicher Signifikanz (leicht erhöhte Atemfrequenz; leicht verschärftes Vesikuläratmen);
- Gruppe 3: 16 Pferde mit deutlich pathologischen Befunden, aber nur leichter Dyspnoe; vermutlich allergischer Genese;
- Gruppe 4: 13 schwer lungenkranke Pferde mit mittel- bis hochgradiger Atemnot; vermutlich allergischer Genese.

Im zweiten Teil unserer Untersuchungen wurden die Analysen bei 17 wegen chronischer Lungenkrankheiten hospitalisierten Pferden vorgenommen, und zwar am Tag nach dem Eintritt in die Klinik und nach einer durchschnittlich elf Tage dauernden Haltung in einem antigen- und staubarmen Milieu. Zu diesem Zeitpunkt zeigten sie eine deutliche

klinische Besserung. Die staubarme Umgebung wurde in einem Stall geschaffen, in dem kein Heu verfüttert wird und in dem die Pferde auf Torfstreue stehen. Die Pferde werden mit Alleinfutterwürfeln ernährt, dazu erhalten sie Hafer und je nach Jahreszeit Gras oder ausgesuchtes Futterstroh als Ballast. In der Folge bezeichnen wir die Umgebung mit Heufütterung und Strohstreue als «Milieu A», diejenige ohne Heu und Strohstreue als «Milieu B».

### Resultate

Die Blutentnahme ist mit einiger Übung schnell und mühelos durchzuführen. Bei mehr als 300 Punktionen der Arteria carotis haben wir dreimal ein walnuss- und einmal ein faustgrosses Hämatom beobachtet, welche nach drei Tagen nicht mehr festzustellen waren. Diese Hämatome entstanden bei Versuchspferden, bei welchen die Arteria carotis bis zu 10mal pro Tag punktiert wurde. Bei einzelnen Versuchspferden haben wir insgesamt schon über 50 arterielle Blutentnahmen durchgeführt, ohne dass die Pferde irgendeinen klinisch nachweisbaren Schaden davongetragen hätten.

In Tab. 1 wurden die Mittelwerte und Streuungen des Blut-pH und der Partialdrucke der 83 einmalig untersuchten Pferde zusammengestellt. Aus dieser Darstellung ist zu ersehen, dass das mittlere Alter der Pferde in allen Gruppen praktisch identisch ist; eine vom Alter beeinflusste Gruppeneinteilung hat demnach nicht stattgefunden.

Tab. 1 Resultate arterieller Blutgasanalysen bei gesunden und lungenkranken Pferden

Gruppe	I	II	III	IV
n	16	38	16	13
Alter	9,4	8,6	9,0	10,5
pH	$\bar{x}$ 7,430	7,422	7,414	7,423
	s 0,022	0,030	0,041	0,028
	S 7,394–7,470	7,367–7,489	7,346–7,474	7,385–7,496
pO <sub>2</sub>	$\bar{x}$ 95,51	87,62	78,84	64,28
	s 4,28	5,01	4,39	11,17
	S 88,3–102,9	76,3–99,8	73,6–87,0	44,3–72,6
pCO <sub>2</sub>	$\bar{x}$ 35,26	36,64	38,54	41,31
	s 4,81	4,28	4,60	6,79
	S 28,9–44,8	29,0–45,9	32,2–46,4	33,9–56,2
$\bar{x}$ Mittelwerte	s Standardabweichungen		S Streuung	

Der Tab. 1 ist weiter zu entnehmen, dass sich die Mittelwerte des pH im arteriellen Blut nicht signifikant voneinander unterscheiden im Gegensatz zu

den Mittelwerten des  $pO_2$ , die von Gruppe zu Gruppe hochsignifikante Unterschiede aufweisen ( $p < 0,001$ ). Es erstaunt dabei nicht, dass die Gruppe I mit den gesunden Pferden die höchste mittlere Sauerstoffspannung im arteriellen Blut aufweist und der Gruppe IV mit den schwer erkrankten Pferden bei weitem der tiefste Mittelwert zukommt.

Der Kohlendäurepartialdruck  $pCO_2$  lässt eine von Gruppe I zu Gruppe IV ansteigende Tendenz erkennen. Der Unterschied im arteriellen  $pCO_2$  lässt sich jedoch nur zwischen Gruppe I und Gruppe IV statistisch sichern ( $p < 0,01$ ).

Die Resultate der Blutgasanalysen, die wir bei 17 chronisch lungenkranken Pferden vor und durchschnittlich 11 Tage nach der Staub- und Allergeneelimination vorgenommen haben, sind in Tab. 2 wiedergegeben. Das pH des arteriellen Blutes verändert sich nicht signifikant, während  $pO_2$  hochsignifikant ansteigt ( $p < 0,001$ ) und  $pCO_2$  einen schwach gesicherten Abfall erkennen lässt ( $p < 0,05$ ).

Tab. 2 Resultate arterieller Blutgasanalysen von 17 lungenkranken Tieren bei Heufütterung (Milieu «A») und nach 11 Tage dauernder Elimination von Allergenen (Milieu «B»).

		Milieu «A»	Milieu «B»		
pH	$\bar{x}$	7,411	7,426		
	s	0,028	0,035		
	S	7,355–7,454	7,371–7,489		
$pO_2$	$\bar{x}$	65,75	86,01		
	s	11,06	5,37		
	S	44,3–79,5	75,2–94,0		
$pCO_2$	$\bar{x}$	40,89	36,86		
	s	6,30	4,28		
	S	31,2–56,2	28,6–44,2		
$\bar{x}$	Mittelwerte	s	Standardabweichung	S	Streuung

### Diskussion

Die arterielle Blutgasanalyse ist nach unseren Befunden offensichtlich ein wertvolles Hilfsmittel für die Beurteilung und Überwachung chronisch lungenkranker Pferde. Die Blutentnahme ist dabei kaum mit einem grösseren Risiko verbunden als aus der Jugularis. Die Ergebnisse der klinischen Untersuchung und der Sauerstoffpartialdruck korrelieren gut miteinander. Nur die Extremwerte der Gruppe II (Pferde mit fraglichen Lungenveränderungen) überschneiden sich mit Werten der Gruppen I und III.

Die Elimination von Heu und Stroh führt bei einem grossen Teil lungenkranker Pferde zu einer signifikanten klinischen Besserung (Schatzmann et al., 1974; Meister, 1975), die auch anhand des arteriellen  $pO_2$  nachgewiesen werden kann. Die Korrelation von Klinik mit  $pCO_2$  ist weniger eng als diejenige mit  $pO_2$ , was u.a. darauf zurückzuführen ist, dass Kohlendioxyd 21mal besser diffundiert als Sauerstoff. Auch bei Diffusionsstörungen oder bei stark eingeschränktem Gesamtquerschnitt der Kapillaren mit verkürzter Kontaktzeit des Kapillarblutes bleibt deshalb der Kohlendioxydpartialdruck im arteriellen Blut stabil. Erst die sogenannte Globalinsuffizienz – eine mangelnde Belüftung der Alveolen, die durch vermehrte Atemarbeit nicht kompensiert werden kann – bewirkt einen Anstieg des Kohlendioxydpartialdrucks, bedingt durch eine Vermehrung des Anteils an gelöstem Kohlendioxyd, welches nicht mehr abgegeben werden kann. Es kommt zur respiratorischen Acidose. Durch vermehrte Ventilation (Hyperventilation) oder durch vermehrte Rückresorption gelöster Gase aus den Nierentubuli kann die Acidose jedoch kompensiert werden (Bolz und Bieniek, 1961b). Das arterielle Blut pH bleibt deshalb unverändert.

### Zusammenfassung

Nach dem klinischen Lungenbefund wurden 83 klinisch gründlich untersuchte Pferde in vier Gruppen eingeteilt. Arterieller pH,  $pO_2$ ,  $pCO_2$  wurden mit Hilfe eines Blutgasanalyzers bestimmt. Während beim pH der vier Gruppen keine signifikanten Unterschiede gefunden wurden, verändert sich  $pO_2$  dem klinischen Befund entsprechend hochsignifikant von Gruppe zu Gruppe. Ein Unterschied im  $pCO_2$  konnte dagegen nur zwischen gesunden und schwer lungenkranken Pferden gesichert werden.

Bei 17 lungenkranken Pferden wurden beim Eintritt in die Klinik und durchschnittlich 11 Tage nachdem die Pferde in eine staub- und allergenarme Umgebung verbracht worden waren, arterielle Blutgasanalysen durchgeführt.  $pO_2$  steigt dabei hochsignifikant an, während  $pCO_2$  einen schwach gesicherten Abfall zeigte. Wir kommen zum Schluss, dass arterielle Blutgasanalysen wegen der zuverlässigen Resultate, des geringen zeitlichen und apparativen Aufwands und des geringen Risikos für die Patienten eine wertvolle Bereicherung der Diagnostik chronischer Lungenkrankheiten darstellen.

### Résumé

83 chevaux, sujets à une auscultation clinique complète, ont été classés en quatre groupes d'après le résultat de l'examen des poumons. Les valeurs de pH,  $pO_2$ ,  $pCO_2$  artérielles ont été déterminées à l'aide d'un analyseur des gaz sanguins. Tandis que le pH des quatre groupes ne différait pas de manière significative, le  $pO_2$  change parallèlement aux données cliniques et des différences hautement significatives de groupe en groupe en résultent. Quant au  $pCO_2$ , seule la différence entre chevaux sains et ceux gravement atteints aux poumons est significative.

Des analyses des gaz sanguins artériels ont été faits chez 17 chevaux avec affections pulmonaires lors de leur entrée en clinique et 11 jours après avoir séjourné dans un milieu pauvre en poussière et allergènes. Le  $pO_2$  s'améliora alors d'une manière hautement significative, tandis que le  $pCO_2$  montra une baisse faiblement significative. Nous concluons que l'analyse des gaz artériels représente un enrichissement précieux du diagnostic de pneumopathies chroniques, en tenant compte des résultats éprouvés, de la dépense modeste en temps et appareils et du risque négligeable pour le patient.

### Riassunto

83 cavalli, sottoposti ad auscultazione clinica completa, sono stati classificati in quattro gruppi in base al risultato dell'esame polmonare. Il valori del pH, pO<sub>2</sub>, e pCO<sub>2</sub> arterioso sono stati determinati con un analizzatore dei gas ematici. Mentre il pH arterioso non presentava significative modificazioni nei diversi gruppi, la pO<sub>2</sub> variava sensibilmente in correlazione coi reperti clinici. Quanto ai valori della pCO<sub>2</sub>, erano soltanto significative le differenze tra i cavalli sani e quelli con affezioni polmonari gravi.

In 17 soggetti con affezioni polmonari le analisi dei gas arteriosi furono eseguite il giorno del ricovero e 11 giorni dopo che erano stati mantenuti in un ambiente povero di polvere e di allergeni. Durante questo periodo la pO<sub>2</sub> aumentò in maniera assai notevole mentre i valori della pCO<sub>2</sub> mostrarono una diminuzione di scarso significato. Concludiamo che le analisi dei gas arteriosi rappresentano un ausilio diagnostico prezioso per le pneumopatie croniche, dal momento che forniscono risultati attendibili, il costo in tempo ed in apparecchiature è modesto, ed il rischio per il paziente è piccolo.

### Summary

83 thoroughly examined horses were classified in four groups according to their pulmonary findings. Arterial pH, pO<sub>2</sub> and pCO<sub>2</sub> were determined on a blood gas analyzer. The arterial pH did not differ significantly from group to group, but the pO<sub>2</sub> changes significantly according to the clinical findings. The difference in pCO<sub>2</sub> values was only significant between sound and severely affected horses.

In 17 pulmonary patients arterial gas analyses were performed on the day of admission and 11 days after having been kept in a dust- and allergen poor environment. pO<sub>2</sub> increased during this time in a highly significant way and pCO<sub>2</sub> values showed a fall of low significance. We conclude that arterial blood gas analyses are a worthwhile diagnostic addition in chronic obstructive pneumopathies, because they give reliable results, the cost in time and apparatus is low and the risk for the patient small.

### Literatur

- Bolz W. und Bieniek H.: Lungenfunktionsprüfungen beim chronisch alveolären Lungenemphysem des Pferdes. I. Oxymetrische Untersuchungen. M'Heft Tierheilkde. 13, 213-222 (1961a); II. Störungen im Säurebasengleichgewicht. M'Heft Tierheilkde. 13, 256-264 (1961b). - Fischer W.W.: Arterial Puncture in the Horse. Vet. Rec. 71, 514-515 (1959). - Littlejohn A. and Mitchell B.: Acid-base and bloodgas studies in horses. I. A comparison of capillary and arterial blood samples for the estimation of acid-base values in horses. Res. Vet. Sci. 10, 260-262 (1969a); II. Tracheal end-tidal and arterial blood gas tension in horses. Res. Vet. Sci. 10, 263-266 (1969b). - Meister U.: Atemmechanische Untersuchungen bei gesunden und chronisch lungenkranken Pferden. Diss. med. vet. Bern (1976). - Pellegrini L.: Ricerche sul pH sanguigno dei cavalli affetti da bolsaggine. Clin. Vet. 79, 241-246 (1956). - Reinhard H.-J. und Hurtienne H.: Biometrische Auswertung von arteriellen und venösen pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>- und pH-Werten von gesunden und chronisch lungenemphysemkranken Pferden. Zbl. Vet. Med. A 19, 546-554 (1971). - Sasse H.H.L.: Some Pulmonary Function Tests in Horses. Proefschrift Utrecht (1971). - Sasse H.H.L.: Lungenfunktionsprüfungen beim Pferd. Tierärztl. Prax. 1, 49-59 (1973). - Schatzmann U., Straub R., Gerber H., Lazary S., Meister U. und Spörri H.: Die Elimination von Heu und Stroh als Therapie chronisch lungenkranker Pferde. Tierärztl. Prax. 2, 207-214 (1974).