

# Der pulmonale Stickstoffeinwaschungstest : Besonderheiten der N<sub>2</sub>-Einwaschungskurve beim Lungenemphysem des Pferdes

Autor(en): **Spörri, H. / Denac, M.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **113 (1971)**

Heft 6

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-591285>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Aus dem Institut für Veterinär-Physiologie der Universität Zürich  
(Direktor: Prof. Dr. H. Spörri)

## Der pulmonale Stickstoffeinwaschungstest: Besonderheiten der N<sub>2</sub>-Einwaschkurve beim Lungenemphysem des Pferdes<sup>1</sup>

von H. Spörri und M. Denac

### I. Einleitung, Fragestellung

Lebensvorgänge sind nur gut zu verstehen, wenn sie nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ erfaßt werden können. Die Pathophysiologie ist daher bestrebt, krankhafte Prozesse durch genau eruierbare Größen zu charakterisieren. Dieser Forderung verpflichtet, bemühen wir uns, pulmonale Affektionen durch Angabe meßbarer Parameter (z.B. Atemfrequenz, Atemzugvolumen, Atemzeitquotient, zeitlicher Verlauf der Atemstromstärke, Verhalten des Thorakaldruckes, Dehnbarkeit des Lungengewebes [Compliance], Größe des Strömungswiderstandes der Atemluft im Respirationstrakt) zu objektivieren.

Kürzlich beschrieben wir (Spörri und Denac, 1970 [1, 2]) eine Lungenfunktionsprobe, den Stickstoffeinwaschungstest, die nach unseren bisherigen Erfahrungen ebenfalls zur Objektivierung von Lungenaffektionen beitragen dürfte.

Bei Patienten mit Lungenemphysem zeigt der Stickstoffeinwaschungstest oft eine Besonderheit, auf die wir in den ersten Mitteilungen (l.c.) nicht näher eingingen. Hierüber soll in der Folge berichtet werden.

### II. Untersuchungsmethodik, Versuchstiere

Der N<sub>2</sub>-Einwaschungstest wird in folgender Weise durchgeführt: Während einer Vorbereitungsphase atmet der Proband durch eine Atemmaske aus einem großen Plastiksack reinen O<sub>2</sub> ein. Die N<sub>2</sub>-haltige Ausatemungsluft wird in die Atmosphäre abgegeben. Auf diese Weise wird der zu Beginn des Tests im Atemungsapparat befindliche N<sub>2</sub> sukzessive eliminiert, also quasi ausgewaschen. Ein Nitrogenmeter, das im Nebenschluß in den Atemstrom eingeschaltet ist, mißt fortlaufend die N<sub>2</sub>-Konzentration. Die am Ende einer Expiration im Atemgas vorhandene N<sub>2</sub>-Konzentration entspricht – sofern die Atmung nicht ganz oberflächlich ist – derjenigen in den Alveolen. Ist die alveoläre N<sub>2</sub>-Konzentration auf etwa 2 bis 4% gefallen, so beginnt am Anfang einer Inspiration der eigentliche N<sub>2</sub>-Einwaschungstest. Hierbei atmen die Exploranden wieder gewöhnliche Atmosphärenluft, die bekanntlich rund 80% N<sub>2</sub> enthält. Von Atemzug zu Atemzug erhöht sich nun die N<sub>2</sub>-Konzentration im Atemungsapparat. Der Test ist beendet, wenn die N<sub>2</sub>-Äquilibration erreicht ist, das heißt in den Lungenalveolen praktisch wieder die gleiche N<sub>2</sub>-Konzentration herrscht wie in der Atmosphä-

<sup>1</sup> Arbeit mit finanzieller Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Kredit Nr. 2413)

renluft, und die (durch Unterschiede der inspiratorischen und expiratorischen Atemvolumina bedingten) Schwankungen der  $N_2$ -Konzentration in der In- und Expirationsluft nur noch etwa 1% betragen. Registriert man bei diesem Test fortlaufend die  $N_2$ -Konzentration in der Atemluft, so erhält man die  $N_2$ -Einwaschkurve («Wash-in»-Kurve). Solche Kurven sind in den Abb. 1 und 2 zu sehen.

Zur Untersuchung standen uns zur Verfügung: 1. 10 Pferde, bei denen klinisch keine Lungenaffektion festgestellt werden konnte, 2. 6 Pferde, bei denen der klinische Befund für das Vorliegen einer Bronchitis sprach bzw. den Verdacht auf das Vorliegen eines leichten Lungenemphysems erweckte, 3. 10 Pferde<sup>1</sup>, die klinisch typische Symptome eines Lungenemphysems aufwiesen.

Die Anzahl des  $N_2$ -Einwaschungstests betrug: gesunde Pferde 14; Pferde mit Bronchitis oder Emphysemverdacht 6; emphysemkranke Pferde 14.

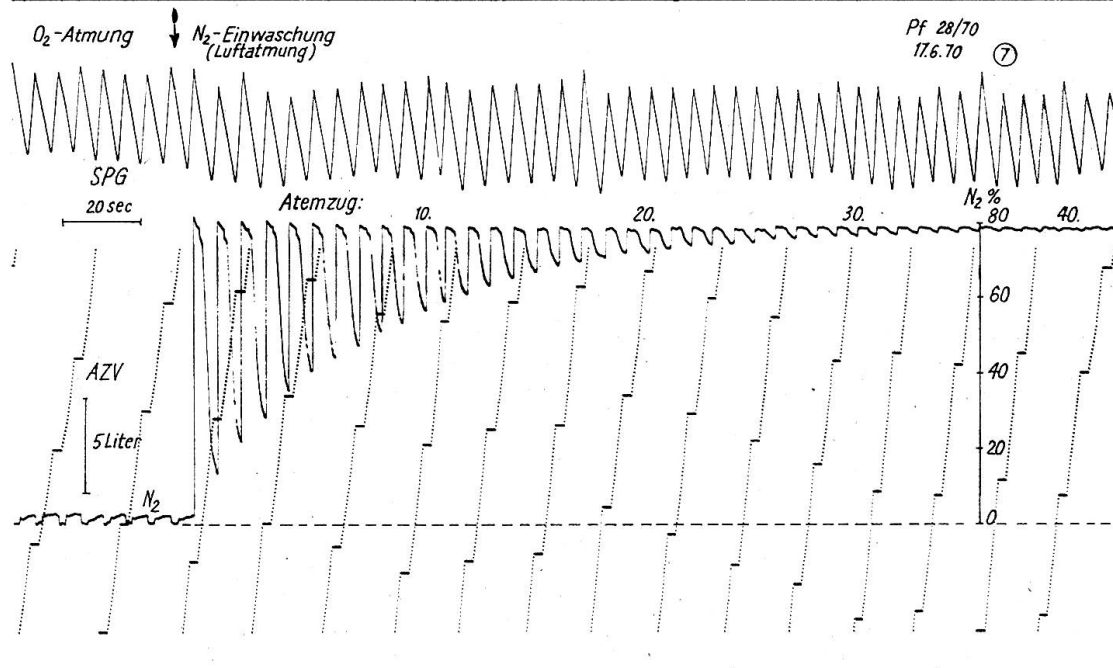


Abb. 1  $N_2$ -Einwaschungstest bei einem lungengesunden Pferd (Pf. 28/70). Die Kurven bedeuten (von oben nach unten): Spirogramm (SPG),  $N_2$ -Konzentrationskurve ( $N_2$ ), expiratorisches Atemzeitvolumen (AZV). Die Höhe einer einzelnen «Treppe» des AZV entspricht einem Ventilationsvolumen von 20 Litern. Nach der Umschaltung der Atmung von reinem  $O_2$  auf Atmosphärenluft (Pfeil) steigt die endexpiratorische  $N_2$ -Konzentration gleichmäßig (exponentiell) an. Vgl. hierzu Tab. 1.

### III. Analyse des $N_2$ -Einwaschungstests

Beim  $N_2$ -Einwaschungstest werden folgende Parameter bestimmt: 1. die Anzahl der Atemzüge bis zur  $N_2$ -Äquilibration, 2. die ventilierte Luftmenge bis zur  $N_2$ -Äquilibration, 3. die Zunahme der endexpiratorischen  $N_2$ -Konzentration von Atemzug zu Atemzug. Über das Verhalten der in Ziff. 1 und 2 erwähnten Größen wurde bereits früher berichtet (Spörri und Denac, 1970 [1, 2]). An dieser Stelle soll das Verhalten der endexpiratorischen  $N_2$ -Konzentration der drei Probandengruppen (lungengesunde Pferde; Pferde mit Bronchitis oder Verdacht auf Lungenemphysem; Pferde mit typischen Emphysemsymptomen) geschildert werden.

<sup>1</sup> Die meisten Pferde wurden uns von der Veterinär-Medizinischen Klinik (Prof. Dr. W. Leemann) sowie von der Veterinär-Chirurgischen Klinik (Prof. Dr. A. Müller) Zürich zur Verfügung gestellt, wofür wir bestens danken.

Tab. 1 Kennzahlen der  $N_2$ -Konzentrationskurve des  $N_2$ -Einwaschungstests bei einem lungengesunden Pferd (Pf. 28/70; Wallach, 620 kg Körpergewicht, 10 Jahre alt). In der Kolonne 1 sind die Atemzüge (Expirationen) angeführt (0 = letzte Expiration vor Beginn der  $N_2$ -Einwaschung). In der Kolonne 2 sind die  $N_2$ -Konzentrationen (Vol.-%) am Ende der Expiration eingetragen. Die Kolonne 3 gibt die absolute Zunahme der endexpiratorischen  $N_2$ -Konzentration (Vol.-%) je Atemzug an. Die Kolonne 4 zeigt die relativen (prozentualen) Zunahmen der  $N_2$ -Konzentration, also den  $N_2$ -Konzentrierungsgrad je Atemzug, an.

1 Atemzug	2 Endexpiratorische $N_2$ -Konzentration (Vol.-%)	3 Absolute Zunahme der $N_2$ -Konzentration je Atemzug (Vol.-%)	4 Relative $N_2$ - Konzentrierung je Atemzug (%)
0	3,0		
1	13,0	10	12,9
2	21,5	8,5	13,4
3	28,0	6,5	12,5
4	34,5	6,5	14,2
5	39,5	5,0	12,3
6	43,5	4,0	10,9
7	46,5	3,0	8,9
8	50,0	3,5	11,6
9	52,5	2,5	9,1
10	55,5	3,0	12,2
Mittel			11,8

#### IV. Untersuchungsergebnisse<sup>1</sup>

##### 1. Verhältnisse bei lungengesunden Pferden

Die Abb. 1 zeigt eine typische  $N_2$ -Konzentrationskurve von einem  $N_2$ -Einwaschungstest eines lungengesunden Pferdes (Prot. Nr. Pf. 28/70). Nach der Umschaltung auf Luftatmung (Pfeil!) steigen die endexpiratorischen  $N_2$ -Konzentrationen (alveoläre  $N_2$ -Konzentrationen) gleichmäßig (exponentiell) an. In der Tab. 1 sind die Kennzahlen der  $N_2$ -Konzentrationskurve (endexpiratorische  $N_2$ -Konzentrationen, Zunahmen der alveolären bzw. endexpiratorischen  $N_2$ -Konzentrationen pro Atemzug, prozentuale Konzentrierung der alveolären  $N_2$ -Konzentration je Atemzug) des gleichen Falles während der ersten zehn Atemzüge nach Beginn des  $N_2$ -Einwaschungstests zusammengestellt. Aus der Kolonne 4 der Tabelle ist ersichtlich, daß die

<sup>1</sup> Herrn Priv.-Doz. Dr. W. Rehm, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Fa. Hoffmann-La Roche, Basel, möchten wir für die Mithilfe bei der statistischen Auswertung des Datenmaterials bestens danken. Die Daten der Pferde 29/70, 31/70, 33/70, 37/70 und 57/70 wurden von Kurven gewonnen, welche unsere Doktoranden U. Wetli und R. Furukawa registrierten.

prozentuale  $N_2$ -Konzentrierung der Lungenluft während der ersten zehn Atemzüge nur zwischen 14,2 und 8,9% variiert und im Mittel 11,8% beträgt.

Wie erwähnt, wurden bei 10 gesunden Pferden 14  $N_2$ -Einwaschungstests durchgeführt. Die dabei erhobenen Ergebnisse (Mittelwerte) sind in der Tab.3 zusammengestellt.

### 2. Verhältnisse bei Pferden mit Bronchitis oder Verdacht auf Lungenemphysem

Die Ergebnisse (Mittelwerte) von 6  $N_2$ -Einwaschungstests von 6 Pferden, bei denen klinisch eine Bronchitis festgestellt wurde oder Verdacht auf das Vorliegen eines leichten Lungenemphysems bestand, sind in der Tab.4 wiedergegeben.

### 3. Verhältnisse bei Pferden mit Lungenemphysem

Die Abb.2 zeigt eine typische  $N_2$ -Konzentrationskurve von einem  $N_2$ -Einwaschungstest eines emphysemkranken Pferdes (Prot. Nr. Pf.23/70). Nach der Umschaltung auf Luftatmung steigt die endexpiratorische  $N_2$ -Konzentration schon beim ersten Atemzug stark an, nämlich auf 29,3 Vol.-%,

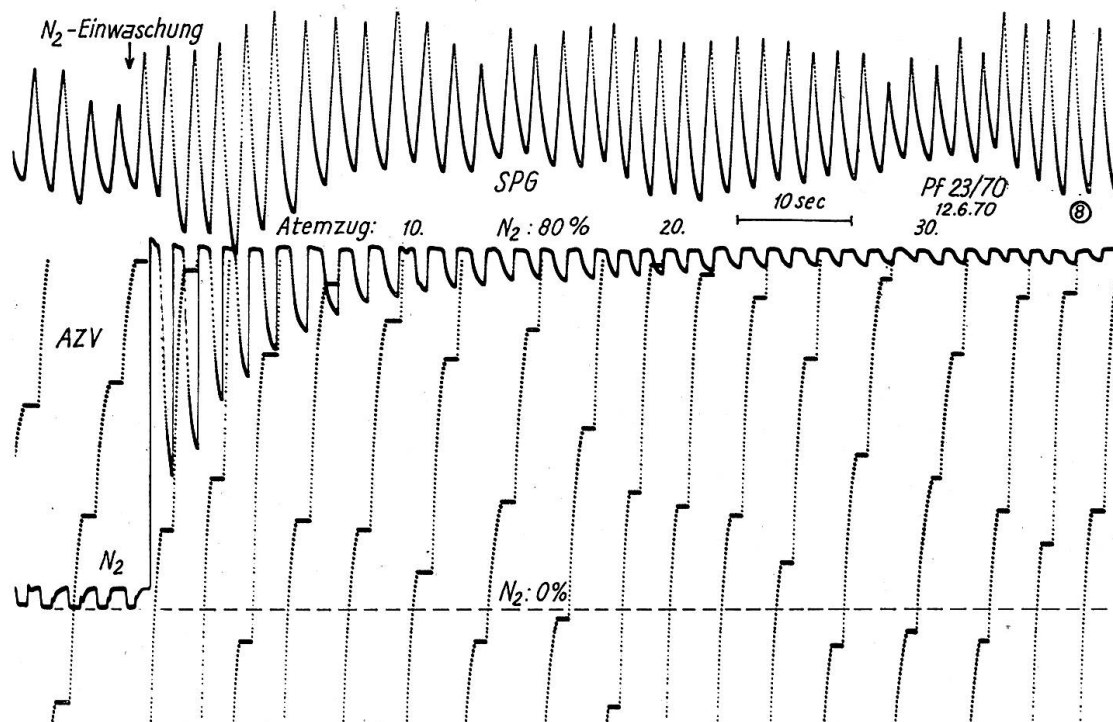


Abb.2  $N_2$ -Einwaschungstest bei einem emphysemkranken Pferd (Pf.23/70). Die Kurven bedeuten (von oben nach unten): Spirogramm (SPG),  $N_2$ -Konzentrationskurve ( $N_2$ ), expiratorisches Atemzeitvolumen (AZV). Die Höhe einer einzelnen «Treppe» des AZV entspricht einem Ventilationsvolumen von 20 Litern. Nach der Umschaltung der Atmung von reinem  $O_2$  auf Atmosphärenluft (Pfeil) steigt die endexpiratorische  $N_2$ -Konzentration schon beim ersten Atemzug stark an; nämlich auf 29,3 Vol.-%. Beim  $N_2$ -Einwaschungstest eines lungen-gesunden Pferdes (Abb.1) steigt die endexpiratorische  $N_2$ -Konzentration des ersten Atem-zuges nur auf 13 Vol.-% an. Vgl. hierzu Tab.2.

was einer relativen  $N_2$ -Konzentrierung von 32,4% entspricht (Tab.2). In gewissen Fällen war die endexpiratorische  $N_2$ -Konzentration nach dem ersten Atemzug allerdings noch wesentlich höher. Beim Pferd 59/70 betrug sie beispielsweise 42,0 Vol.-% und beim Pferd 53/70 sogar 44,3 Vol.-%, was einer relativen  $N_2$ -Konzentrierung von 50,0% bzw. 51,7% entspricht.

In der Tab.2 sind vom Pferd 23/70 (von dem die Kurven der Abb.2 registriert sind) die Kennzahlen der  $N_2$ -Konzentrationskurve während der ersten zehn Atemzüge nach Beginn des  $N_2$ -Einatmungstests aufgezeichnet. Aus der Kolonne 4 der Tabelle ist zu entnehmen, daß die prozentuale  $N_2$ -Konzentrierung der endexpiratorischen Atemluft der ersten zehn Atemzüge sehr stark, das heißt zwischen 32,4 und 6,8%, variiert und im Mittel 18,0% beträgt.

Die Ergebnisse (Mittelwerte) der 14  $N_2$ -Einwaschungstests bei 10 emphysemkranken Pferden sind in der Tab.5 zusammengefaßt.

Tab.2 Kennzahlen der  $N_2$ -Konzentrationskurve des  $N_2$ -Einwaschungstests bei einem emphysemkranken Pferd (Pf.23/70; Stute, 620 kg Körpergewicht, 8 Jahre alt). Erläuterungen siehe Tab.1.

1 Atemzug	2 Endexpiratorische $N_2$ -Konzentration (Vol.-%)	3 Absolute Zunahme der $N_2$ -Konzentration je Atemzug (Vol.-%)	4 Relative $N_2$ - Konzentrierung je Atemzug (%)
0	5,0		
1	29,3	24,3	32,4
2	35,0	5,7	11,2
3	45,7	10,7	23,8
4	51,0	5,3	15,4
5	57,0	6,0	20,7
6	60,8	3,8	16,5
7	64,6	3,8	19,8
8	67,2	2,6	16,9
9	68,5	1,3	6,8
10	70,5	2,0	17,4
Mittel			18,0

## V. Besprechung der Ergebnisse

Sofern sich beim  $N_2$ -Einwaschungstest die eingeatmete Luft gleichmäßig auf sämtliche Alveolen verteilen würde und das Atemzugvolumen konstant wäre, so müßte der pro Atemzug eintretende  $N_2$ -Konzentrierungsgrad (Kolonne 4 der Tab.1 und 2 sowie Kolonne 8 der Tab.3, 4 u. 5) eine gleich-

Tab. 3 Ergebnisse von 14 N<sub>2</sub>-Einwaschungstests bei 10 lungengesunden Pferden.  
 $\bar{X}$  arithmetisches Mittel, SD Standardabweichung, VK Variationskoeffizient.

Atem- zug	Endexpiratorische N <sub>2</sub> -Konzentration (Vol.-%)			Absolute Zunahme der N <sub>2</sub> -Konzentration je Atemzug (Vol.-%)			Relative N <sub>2</sub> -Konzentrierung je Atemzug (%)		
	2 $\bar{X}$	3 SD	4 VK	5 $\bar{X}$	6 SD	7 VK	8 $\bar{X}$	9 SD	10 VK
0	4,7	3,1	65	-	-	-	-	-	-
1	17,1	4,1	24	12,4	3,2	26	16,4	4,3	26
2	25,2	5,1	20	8,0	2,5	31	12,9	4,2	32
3	32,5	5,9	18	7,2	1,9	26	13,5	4,1	30
4	38,5	6,7	17	5,9	2,0	34	13,0	5,2	39
5	42,7	7,0	16	4,1	1,4	33	10,4	3,9	37
6	47,3	6,4	13	4,6	1,6	34	12,2	3,7	30
7	50,3	6,8	13	3,0	1,0	36	9,7	3,9	40
8	53,7	6,6	12	3,4	1,0	29	11,6	3,8	32
9	56,7	7,0	12	2,9	0,7	25	12,2	4,2	34
10	59,3	6,8	11	2,5	1,0	40	11,9	5,3	45

Tab.4 Ergebnisse von 6 N<sub>2</sub>-Einwaschungstests bei 6 Pferden mit Bronchitis oder Emphysemverdacht.  
 $\bar{X}$  arithmetisches Mittel, SD Standardabweichung, VK Variationskoeffizient.

Atemzug	Endexpiratorische N <sub>2</sub> -Konzentration (Vol.-%)			Absolute Zunahme der N <sub>2</sub> -Konzentration je Atemzug (Vol.-%)			Relative N <sub>2</sub> -Konzentrierung je Atemzug (%)		
	2 $\bar{X}$	3 SD	4 VK	5 $\bar{X}$	6 SD	7 VK	8 $\bar{X}$	9 SD	10 VK
0	4,6	3,2	69	-	-	-	-	-	-
1	18,5	2,0	10	13,8	2,6	18	18,2	2,9	15
2	27,7	5,5	20	9,2	5,2	56	15,0	8,4	56
3	34,1	4,9	14	6,3	3,8	60	11,9	7,4	62
4	38,9	5,9	15	4,7	2,3	48	10,5	5,5	52
5	44,3	5,6	12	5,4	2,6	48	13,3	6,3	47
6	48,5	6,3	13	4,1	1,2	29	12,2	5,1	41
7	52,4	6,6	12	3,8	1,8	46	12,9	6,3	49
8	55,2	7,5	13	2,7	1,3	48	11,4	7,9	69
9	58,3	7,8	13	3,1	0,9	28	14,3	7,0	48
10	60,2	6,9	11	1,8	0,6	34	9,2	3,8	41



Tab.5 Ergebnisse von 14 Einwaschungstests bei 10 Pferden mit Lungenemphysem.  
 $\bar{X}$  arithmetisches Mittel, SD Standardabweichung, VK Variationskoeffizient.

Atem- zug	Endexpiratorische N <sub>2</sub> -Konzentration (Vol.-%)			Absolute Zunahme der N <sub>2</sub> -Konzentration je Atemzug (Vol.-%)			Relative N <sub>2</sub> -Konzentrierung je Atemzug (%)		
	2 $\bar{X}$	3 SD	4 VK	5 $\bar{X}$	6 SD	7 VK	8 $\bar{X}$	9 SD	10 VK
0	4,6	1,9	41	-	-	-	-	-	-
1	30,4	7,8	25	25,7	7,4	28	34,1	9,9	29
2	36,4	7,6	20	6,0	4,2	65	11,9	12,0	100
3	41,6	6,0	14	5,2	3,6	64	10,3	15,1	146
4	47,2	5,6	12	5,5	1,6	29	14,6	4,4	30
5	50,2	5,2	10	3,0	2,8	91	8,7	9,0	103
6	52,3	5,5	10	2,4	1,6	66	7,4	8,1	109
7	56,1	6,0	10	3,7	1,6	44	13,8	7,5	54
8	57,8	5,5	9	1,9	1,5	79	6,3	8,6	136
9	59,2	5,0	8	1,4	1,2	80	6,3	6,8	108
10	61,2	5,4	8	2,0	1,1	56	9,8	4,9	50

bleibende Größe sein. Bei lungengesunden Tieren ist diese Forderung in vielen Fällen annäherungsweise erfüllt. Als Beispiel kann der  $N_2$ -Einwaschungstest des Pferdes 28/70 (Abb.1; Tab.1, Kolonne 4) angeführt werden. Daß im konkreten Fall die  $N_2$ -Konzentrierung von Atemzug zu Atemzug etwas schwankt (Tab.1, Kolonne 4), ist leicht verständlich. Die Schwankungen sind zur Hauptsache auf Unterschiede der Atemzugvolumina zurückzuführen. Bei tiefen Atemzügen gelangt mehr  $N_2$  in die Lunge als bei oberflächlichen, dementsprechend ist der Konzentrierungsgrad bei tiefen Atemzügen höher als bei oberflächlichen.

Aus den Daten der Tab.3, Kolonne 8 ist zu entnehmen, daß auch bei klinisch als lungengesund deklarierten Tieren der mittlere  $N_2$ -Konzentrierungsgrad in der endexpiratorischen Luft des ersten Atemzuges nach

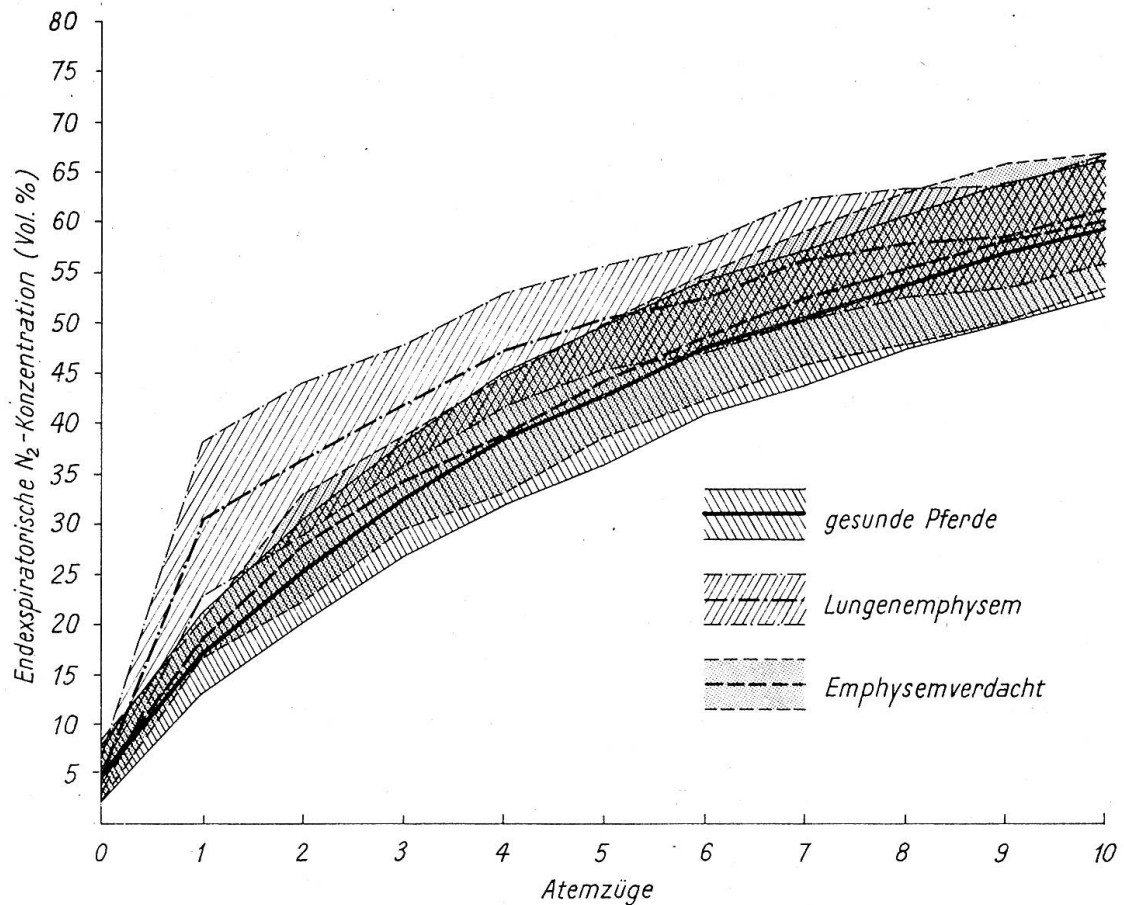


Abb.3 Graphische Darstellung der Zunahme der endexpiratorischen  $N_2$ -Konzentration (Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung) beim  $N_2$ -Einwaschungstest bei den drei Probandengruppen (gesunde Pferde, Pferde mit Bronchitis bzw. Emphysemverdacht, Pferde mit Lungenemphysem). Die Abbildung zeigt, daß die  $N_2$ -Konzentrierung zu Beginn des Tests bei den emphysemkranken Tieren wesentlich größer ist als bei den gesunden. In den späteren Phasen des Tests (i.d.R. nach dem 10. bis 12. Atemzug) fällt der  $N_2$ -Konzentrierungsgrad bei den emphysemkranken Tieren unter denjenigen bei den gesunden. Die Probanden mit Bronchitis bzw. Emphysemverdacht weisen gegenüber den gesunden Tieren keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der  $N_2$ -Konzentrierung auf.

Beginn des Tests (16,4%) deutlich größer ist als in den darauffolgenden 9 Atemzügen.

Ganz ähnliche Ergebnisse wie bei den gesunden Pferden wurden bei Pferden mit Bronchitis bzw. Emphysemverdacht erhalten (Tab.4, Kolonne 8).

Einen signifikanten Unterschied gegenüber den lungengesunden weist der  $N_2$ -Einwaschungstest bei den Pferden auf, die mit einem klinisch manifesten Lungenemphysem behaftet sind. Diese Tiergruppe zeigt beim 1. Atemzug eine sehr große endexpiratorische Zunahme der  $N_2$ -Konzentration von 34,1% (Abb.3 und Tab.5, Kolonne 8). Die Erscheinung ist wohl wie folgt zu erklären: Beim Lungenemphysem ist die Ventilation der verschiedenen Alveolaregebiete ungleich. Gewisse Alveolaregebiete werden sehr stark, andere wenig ventiliert. Die beim ersten Atemzug des  $N_2$ -Einwaschungstests eingeatmete Luft tritt daher vornehmlich in die gut ventilierten Lungenpartien sowie in den Totraum ein. Diese Luft wird somit mit einem relativ kleinen  $O_2$ -Volumen verdünnt, was zur Folge hat, daß die  $N_2$ -Konzentration in ihr stark ansteigt. Das äußert sich in einer hohen endexpiratorischen  $N_2$ -Konzentration zu Beginn des  $N_2$ -Einwaschungstests. In den schlecht ventilierten Alveolaregebieten bleibt die  $O_2$ -Konzentration verhältnismäßig lange hoch.

Bei einer inhomogenen Ventilation gibt es eine große Anzahl von Lungenarealen mit unterschiedlicher  $N_2$ -Einwaschungsgeschwindigkeit. Summatisch betrachtet ergibt sich aber ein Befund, als ob die Lunge aus einem hypoventilierten und einem normal bzw. hyperventilierten Teil bestünde. Im gutventilierten bzw. hyperventilierten Teil steigt die  $N_2$ -Konzentration rasch an. In ihm ist die  $N_2$ -Äquilibration rasch erreicht. Im schlecht ventilierten tritt die  $N_2$ -Äquilibration verspätet ein. Der Emphysempatient braucht deshalb beim  $N_2$ -Einwaschungstest mehr Atemzüge bzw. ein größeres Atemzeitvolumen bis zur  $N_2$ -Äquilibration (Spörri und Denac, 1970 [1, 2]). In der  $N_2$ -Einwaschkurve manifestiert sich die ungleichmäßige Lungenventilation in der Weise, daß die  $N_2$ -Konzentrierung pro Atemzug initial abnorm hoch, in den späteren Phasen hingegen abnorm gering ist. Bei der Analyse und Beurteilung der  $N_2$ -Einwaschkurven sollte das eben beschriebene Phänomen der sprunghaften Erhöhung der  $N_2$ -Konzentration zu Beginn der  $N_2$ -Einwaschung mitberücksichtigt werden. Sein Auftreten spricht u. E. für eine sehr ungleichmäßige Lungenventilation. Der Stärkegrad dieses Phänomens dürfte weitere Hinweise über den Charakter einer Emphysemerkrankung liefern.

Bei vielen Emphysempatienten stellt sich im Thorax (Interpleuralspalt) bekanntlich während der Ausatmung ein Überdruck (Druck im Pleuralspalt größer als der Atmosphärendruck) ein. Unsere bisherigen Beobachtungen sprechen dafür, daß die erhöhte initiale  $N_2$ -Konzentrierung beim  $N_2$ -Einwaschungstest bei Emphysemfällen mit Thorakalüberdruck stärker ausgeprägt ist als bei Emphysemfällen ohne Thorakalüberdruck.

Die  $N_2$ -Konzentrierungsschwankungen von Atemzug zu Atemzug, die in den Variationskoeffizienten der Kolonne 10 der Tab. 3, 4 und 5 zum Ausdruck kommen, sind bei den emphysemkranken Tieren wesentlich größer als bei den lungengesunden. Berechnet man den durchschnittlichen Variationskoeffizienten bei den drei Tiergruppen (Mittelwerte der Daten in Kolonne 10 der Tab. 3, 4 und 5), so ergeben sich folgende Daten: lungengesunde Pferde 34,5%, Pferde mit Bronchitis oder Emphysemverdacht 48,0%, emphysemkranke Pferde 87,1%.

### Zusammenfassung

Bei lungengesunden Pferden erfolgt die  $N_2$ -Konzentrierung der Pulmonalluft beim sogenannten Stickstoffeinwaschungstest bei allen Atemzügen beinahe gleichmäßig. Bei emphysemkranken Pferden ist die  $N_2$ -Konzentrierung zu Beginn der  $N_2$ -Einwaschung, insbesondere beim ersten Atemzug, signifikant größer als bei den späteren Atemzügen. Die Erscheinung wird auf eine inhomogene Lungenventilation (hyper- und hypoventilierte Lungenareale) zurückgeführt. Das erwähnte Phänomen scheint bei Emphysempatienten, welche während der Expiration einen thorakalen Überdruck entwickeln, ausgeprägter zu sein als bei Patienten, bei denen der Thorakaldruck während der ganzen Ausatmungsphase subatmosphärisch bleibt. Die  $N_2$ -Konzentrierungsschwankungen von Atemzug zu Atemzug sind bei den emphysemkranken Pferden wesentlich größer als bei lungengesunden.

### Résumé

Lorsque chez des chevaux aux poumons sains on utilise le test du barbotage de l'azote on constate que la concentration en azote de l'air pulmonaire se présente d'une manière presque régulière à chaque mouvement respiratoire. Les chevaux emphysémateux présentent pendant le barbotage une concentration élevée en azote et significative au cours des premiers mouvements respiratoires par rapport aux mouvements respiratoires ultérieurs. Ce phénomène est attribué à une ventilation pulmonaire non homogène (aires pulmonaires sus- et sous-ventilées). Le phénomène cité semble plus prononcé chez les chevaux emphysémateux qui développent une surpression thoracique pendant l'expiration, que chez les patients chez lesquels la pression thoracique est en dessous de la pression atmosphérique. Les fluctuations de la concentration azotée d'un mouvement respiratoire à l'autre sont beaucoup plus grandes chez les chevaux emphysémateux que chez les chevaux sains.

### Riassunto

Nei cavalli con i polmoni sani la concentrazione di  $N_2$  dell'aria nel polmone avviene con il metodo del lavaggio dell'azoto ad ogni respiro in modo quasi uniforme. Nei cavalli con enfisema polmonare la concentrazione dell'azoto all'inizio del lavaggio, specialmente al momento della prima respirazione, è palesemente più grande che nei successivi. Il fatto è da ascrivere ad una ventilazione non omogenea (spazi polmonari ipo- ed iperventilati). Il fenomeno descritto appare nei pazienti enfisematici, i quali durante l'inspirazione sviluppano un aumento di pressione toracale, in forma più spiccata che nei pazienti nei quali durante tutta l'espiazione rimangono con una pressione inferiore alla norma. Le variazioni di pressione dell'azoto da respiro a respiro nei cavalli enfisematici sono maggiori che in quelli sani.

### Summary

In horses with healthy lungs the N<sub>2</sub> concentration of the pulmonary air in the so-called nitrogen-flushing test is almost identical in each breath. In horses suffering from emphysema the N<sub>2</sub> concentration at the beginning of the N<sub>2</sub>-flushing, particularly in the first breath drawn, is significantly greater than in subsequent breaths. This phenomenon is attributed to an inhomogenous lung ventilation (hyperventilated and hypoventilated lung-area). It appears that this phenomenon is more pronounced among emphysema patients that develop a thoracic over-pressure during expiration than among those whose thoracic pressure remains sub-atmospheric during the whole expiration phase. The variations in the N<sub>2</sub> concentration from one breath to another are substantially greater in horses suffering from emphysema than in those with healthy lungs.

### Literaturverzeichnis

[1] Spörri H. und Denac M.: Zur Diagnostik intrapulmonaler Ventilationsstörungen. Schweiz. Arch. Tierheilk. 112, 408–419 (1970). – [2] Spörri H. und Denac M.: Der Stickstoff-Einwaschungstest im Dienste der Lungenfunktionsprüfung. Zbl. Vet.-Med., A, 17, 845–856 (1970).

Adresse der Verfasser: Prof. Dr. H. Spörri und Frau Dr. M. Denac-Sikirić, Institut für Veterinär-Physiologie der Universität Zürich, Winterthurerstraße 260, CH-8057 Zürich.

### **Streptococcus – eine Studie zur Struktur, Biochemie, Kultur und Klassifizierung.**

G. Hahn, W. Heeschen und A. Tolle: Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 22 (4) 333–548.

Es ist eine alte Tradition, daß sich die milchwirtschaftliche Forschungsanstalt in Kiel im speziellen der systematischen Bearbeitung der Streptokokken widmet. Im Jahre 1964 ist deshalb auch am Hygiene-Institut dieser Anstalt die Streptokokken-Zentrale eingerichtet worden, welche Sammlungs-, Auswertungs- und Forschungsarbeiten aus dem Gesamtgebiet aller bei Mensch und Tier und in der Technologie vorkommenden Streptokokken durchführt.

Das Ergebnis dieser Bemühungen liegt in Form einer umfassenden Studie vor, welche auf Grund der in den letzten 5 Jahren untersuchten über 20 000 Streptokokkenstämme von Menschen, Tieren und aus der Milchwirtschaft erarbeitet worden ist.

Sie enthält Kapitel über das Vorkommen, die Bedeutung und über die Nomenklatur, eine eingehende biochemische Beschreibung des Zellaufbaus, insbesondere der Zellwand, der enzymatischen Leistungen der extrazellulären Substanzen, der Streptokokken-Phagen, der Genetik, eine sehr gute Übersicht über die Möglichkeiten der Klassifizierung mit einer Besprechung aller serologischen Gruppen und der serologisch nicht eingruppierten Arten und wird abgeschlossen mit Angaben über Nährbodenrezepte und Labormethoden und einer Gesamtübersicht über die biochemischen Leistungsspektren aller bekannten Streptokokkenarten.

Kleinere Unklarheiten und Widersprüche widerspiegeln die Unsicherheiten und Differenzen, die in der Klassifizierung und Nomenklatur bestehen.

Die Schrift gibt für Mediziner, Tierärzte und Milchwirtschaftler eine sehr wertvolle Übersicht über die Rolle, welche die zahlreichen Streptokokkenarten in all diesen Wissensgebieten spielen, und bietet damit eine unentbehrliche Grundlage für alle, die einschlägige Fragen zu beantworten haben.

H. Baumgartner, Bern