

4. Ergebnisse

4.1. Versuchsabschnitt 1

4.1.1. Klinische Untersuchung des Atmungsapparates zu den Zeitpunkten der Lungenfunktionsuntersuchung

Alle Kälber der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) des ersten Versuchsabschnitts zeigten sich im gesamten Untersuchungszeitraum trotz unterschiedlicher Anamnese klinisch unauffällig. Dennoch ließen sich signifikante Unterschiede zwischen den Medianwerten der im Rahmen der klinischen Untersuchungen erfassten Atemfrequenzen beider Gruppen ermitteln. Im zweiten Lebensmonat zeigten die Kälber der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) eine signifikant höhere Atemfrequenz als die Tiere der Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +). Letztere wiesen allerdings vom fünften bis zum siebenten Lebensmonat signifikant höhere Atemfrequenzen auf im Vergleich zur Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -). Die respiratorischen Scores unterschieden sich zu keinem der Untersuchungszeitpunkte signifikant voneinander zwischen den Gruppen (Tab. A1).

4.1.2. Impulsoszillometrische Lungenfunktionsuntersuchung

Median, Minimum und Maximum aller in den Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat erfassten atemungsmechanischen Parameter sowie das Ergebnis des Gruppenvergleichs sind im Anhang in der Tab. A2 zusammengefasst.

Der Strömungswiderstand in den distalen Atemwegen war im vierten, fünften und siebenten Lebensmonat bei den Kälbern der Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) signifikant größer als bei den Kälbern der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (Abb. 18). Der Strömungswiderstand in den proximalen Atemwegen unterschied sich dagegen zu keinem der Untersuchungszeitpunkte signifikant zwischen den beiden Versuchsgruppen (Abb. 19).

4.1.3. Kapnovolumetrische Lungenfunktionsuntersuchung

4.1.3.1. Morphologie der volumetrischen Kapnogramme

Im Versuchsabschnitt 1 konnten zu allen Untersuchungszeitpunkten und bei allen Kälbern CO₂-Expirationskurven vom Messsystem aufgezeichnet werden. Allerdings zeigten nahezu alle Tiere insbesondere im zweiten Lebensmonat eine irreguläre Ausbildung der Phase I und des Anfangsabschnitts der Phase II des Kapnogramms. Die Kurven wiesen in diesem Bereich ein verfrühtes Ansteigen der CO₂-Konzentration mit sich anschließendem kurzen Plateau auf (Abb. 20a und 20d). Der verbleibende Teil der Mischluftphase sowie die Phase III stiegen daraus regulär an. Diese Unregelmäßigkeiten waren im dritten und vierten Lebensmonat nur noch schwach ausgeprägt (Abb. 20b und 20e) und verloren sich anschließend bei fast allen Kälbern (Abb. 20c und 20f).

Der Verlauf der CO₂-Expirationskurven ließ zunächst im gesamten Untersuchungszeitraum keine ausgeprägten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und

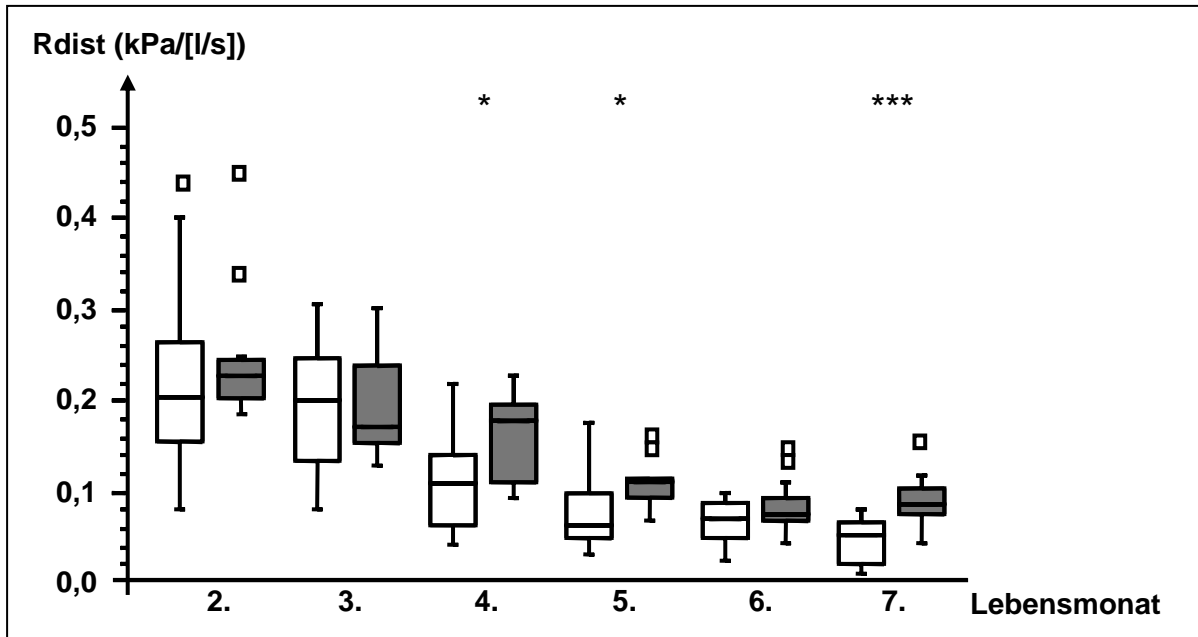


Abb. 18: Vergleichende Darstellung des Strömungswiderstands in den distalen Atemwegen zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 18:

Rdist = Strömungswiderstand in den distalen Atemwegen, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 (n = 12), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 (n = 13), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: * p < 0,05, *** p < 0,001

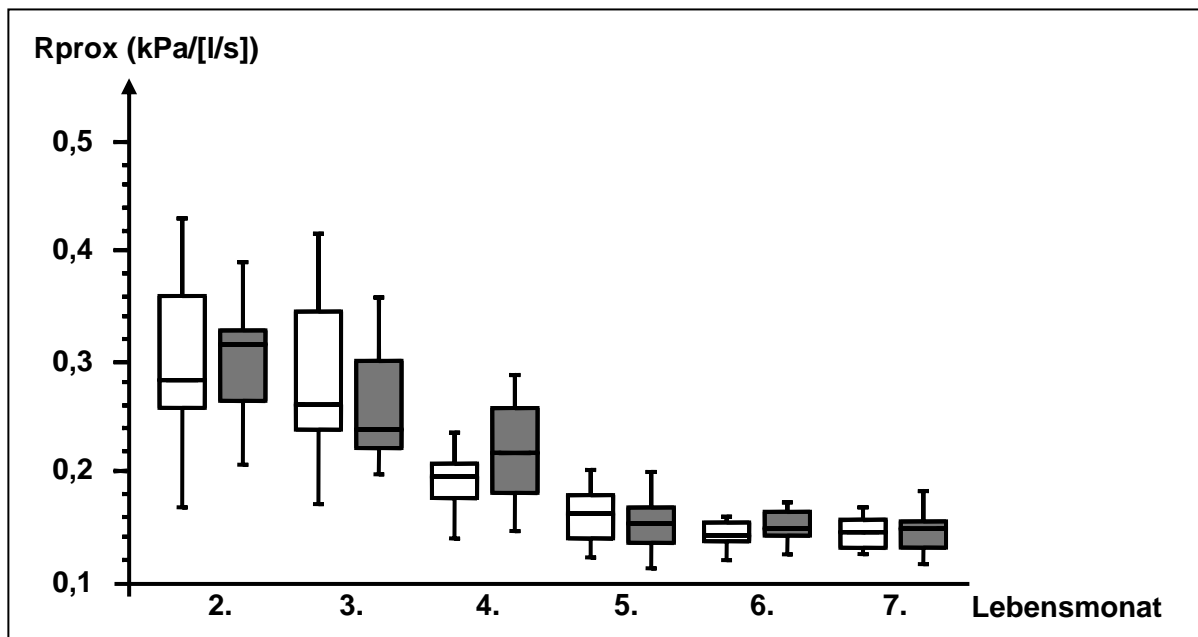


Abb. 19: Vergleichende Darstellung des Strömungswiderstands in den proximalen Atemwegen zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 19:

Rprox = Strömungswiderstand in den proximalen Atemwegen, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 (n = 12), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 (n = 13), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: nicht signifikant

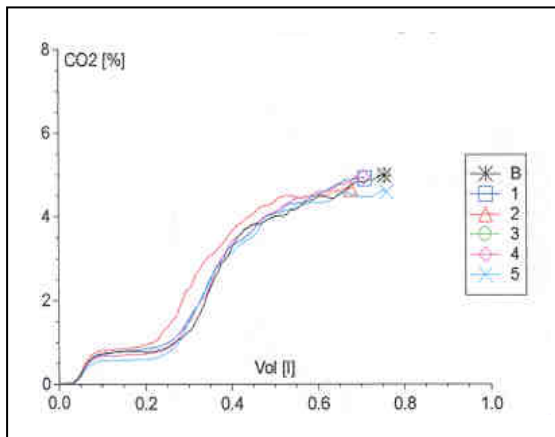


Abb. 20a

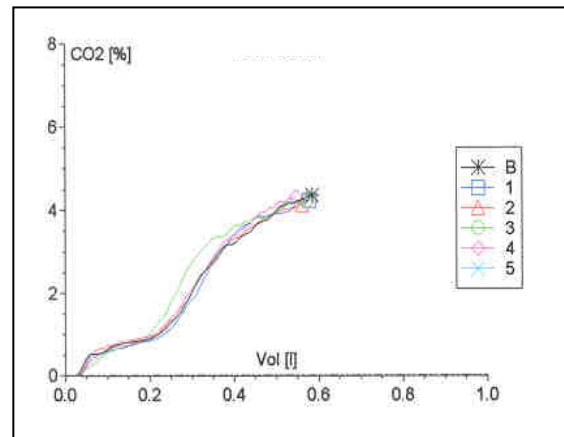


Abb. 20d

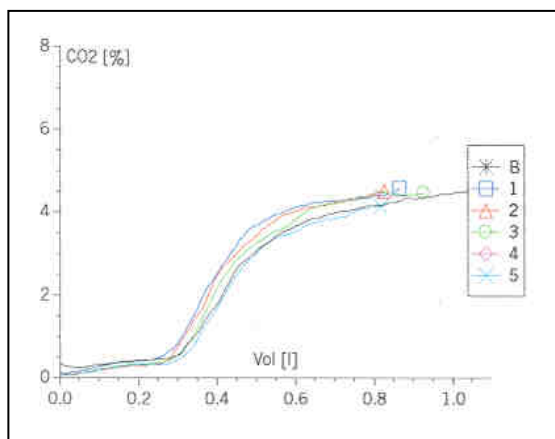


Abb. 20b

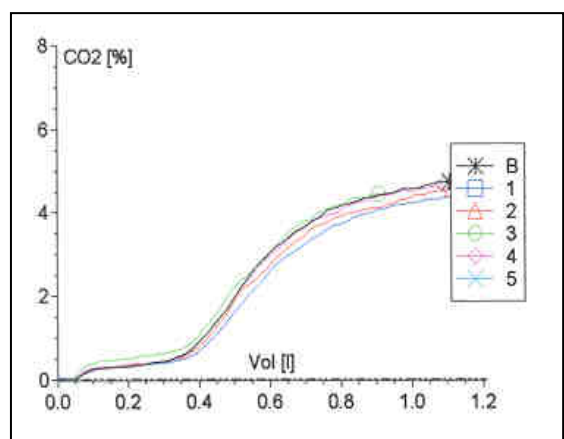


Abb. 20e

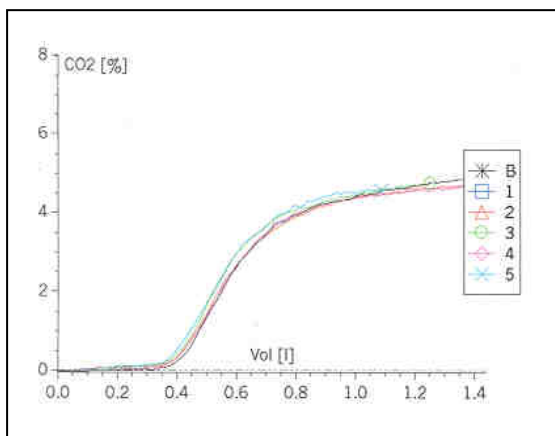


Abb. 20c

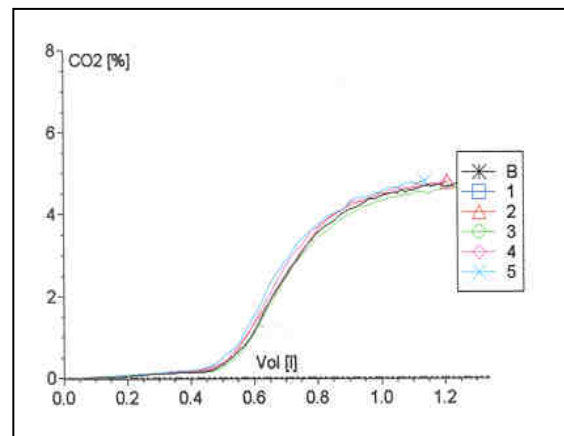


Abb. 20f

Abb. 20a-f: Volumetrische Kapnogramme von jeweils fünf aufeinander folgenden Atemzügen von Kalb Nr. 012 (Versuchsgruppe 1, respir. Anamn. -) aus dem zweiten (a), vierten (b) und siebenten (c) Lebensmonat und von Kalb Nr. 468 (Versuchsgruppe 2, respir. Anamn. +) aus dem zweiten (d), vierten (e) und siebenten (f) Lebensmonat

Legende zu Abb. 20a-f:

Vol = exspiriertes Volumen, 1 bis 5 = fortlaufende Bezeichnung der Kapnogramme,

B = „Best“ = repräsentativstes Kapnogramm

2 (respir. Anamn. +) erkennen. Nur vereinzelt ließen sich geringgradige Kurvenverformungen beobachten, die auf eine eingeschränkte Lungenfunktion hindeuteten. Das in der Abb. 20e beispielhaft dargestellte volumetrische Kapnogramm eines Kalbes der Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) zeigt ein flacheres Ansteigen der Phase II im Vergleich zum Kapnogramm eines Kalbes der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) zum selben Untersuchungszeitpunkt (Abb. 20b).

4.1.3.2. Einfluss von Wachstum und Entwicklung auf ventilatorische und kapnovolumetrische Parameter und Beziehung zwischen ventilatorischen und kapnovolumetrischen Parametern in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -)

Median, Minimum und Maximum aller in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat erfassten ventilatorischen und kapnovolumetrischen Parameter sind im Anhang in den Tab. A3 und A4 aufgelistet.

Das Tidalvolumen und das Atemminutenvolumen korrelierten im Untersuchungszeitraum stärker mit der Körpermasse als mit dem Alter. Es handelte sich dabei stets um positive lineare Abhängigkeiten. Ebenfalls positiv linear korrelierte das Atemminutenvolumen mit der metabolischen Körpermasse. Die während des lungenfunktionsdiagnostischen Messvorgangs erfasste Atemfrequenz und der Atemzeitquotient zeigten keinen signifikanten Bezug zu Körpermasse und Alter (Tab. 13).

Die endtidale CO₂-Konzentration nahm mit dem Älterwerden der Tiere ab und war hierbei mit der Körpermasse, dem Alter, VT und VTin negativ korreliert. Das pro Expiration eliminierte CO₂-Volumen und die Fläche unterhalb der CO₂-Expirationskurve zeigten jeweils eine signifikante positive lineare Abhängigkeit von den untersuchten physiologischen und ventilatorischen Parametern. Beide wiesen dabei die jeweils höchsten Korrelationskoeffizienten in Bezug auf VT und VTin auf. Das pro Expiration eliminierte CO₂-Volumen war weiterhin positiv linear korreliert mit der metabolischen Körpermasse. Der Mischluftvolumenanteil zwischen 25 und 50 % der endtidalen CO₂-Konzentration zeigte keine signifikante Abhängigkeit von der Körpermasse und dem Alter, korrelierte jedoch schwach positiv mit VT und VTin. Der Mischluftvolumenanteil zwischen 50 und 75 % der endtidalen CO₂-Konzentration wies signifikante positive lineare Abhängigkeiten von der Körpermasse, dem Alter, VT und VTin auf, welche sich am stärksten bezüglich der ventilatorischen Parameter darstellten.

Auch das Verhalten der Anstiege der Phasen II und III des Kapnogramms ließ einen signifikanten linearen Zusammenhang zur Körpermasse, zum Alter sowie zu VT und VTin erkennen. Im Fall des Anstiegs der Phase III handelte es sich dabei jeweils um negative Korrelationen, welche zudem am stärksten bezüglich der ventilatorischen Parameter ausgeprägt waren.

Zwischen den fünf berechneten Totraumvolumina und den vier physiologischen und ventilatorischen Parametern ergaben sich ebenfalls jeweils signifikante positive lineare Beziehungen. VD Fowler, VD Wolff und VD Bohr zeigten sich am stärksten abhängig von VT. VD Threshold wies dagegen den höchsten Korrelationskoeffizienten in Bezug auf die Körpermasse auf und VD Langley korrelierte am stärksten mit dem Alter (Tab. 14).

Tab. 13: Regressionsgleichung, Korrelationskoeffizient (r), Bestimmtheitsmaß (r²) und Irrtumswahrscheinlichkeit (p) für die Beziehungen zwischen den ventilatorischen und physiologischen Parametern während des Wachstums der Kälber in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (einfache Regressionsanalyse, lineares Modell)

ventilatorischer Parameter	Regressionsgleichung, r, r ² und p	
	Körpermasse (kg) = x	Alter (d) = x
VT (l) = y	y = 0,253 + 0,007 x r = 0,92 r ² = 84,39 % p < 0,001	y = 0,535 + 0,004 x r = 0,90 r ² = 81,23 % p < 0,001
Vmin (l)^a = y	y = 8,797 + 0,148 x r = 0,82 r ² = 67,15 % p < 0,001	y = 15,334 + 0,092 x r = 0,78 r ² = 61,16 % p < 0,001
Af^{Messvorgang} (min⁻¹) = y	n. s.	n. s.
AZQ = y	n. s.	n. s.

Legende zu Tab. 13:

^a für x = metabolische Körpermasse (kg^{0,75}) gilt: y = 3,884 + 0,63 x; r = 0,82; r² = 67,42 %; p < 0,001; d = Tage; VT = Tidalvolumen; Vmin = Atemminutenvolumen; Af^{Messvorgang} = im Rahmen des lungenfunktionsdiagnostischen Messvorgangs erfasste Atmungsfrequenz; AZQ = Atemzeitquotient; n. s. = nicht signifikant (Je Zeile ist der höchste Korrelationskoeffizient der signifikanten Beziehungen fett hervorgehoben.)

Tab. 14: Regressionsgleichung, Korrelationskoeffizient (r), Bestimmtheitsmaß (r²) und Irrtumswahrscheinlichkeit (p) für die Beziehungen zwischen den kapnovolumetrischen und physiologischen sowie ventilatorischen Parametern während des Wachstums der Kälber in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (einfache Regressionsanalyse, lineares Modell)

kapnovolumetrischer Parameter	Regressionsgleichung, r, r ² und p			
	Körpermasse (kg) = x	Alter (d) = x	VT (l) = x	VTin (l) = x
CO ₂ endtidal (%) = y	y = 5,19 - 0,003 x r = -0,41 r ² = 16,56 % p < 0,001	y = 5,09 - 0,002 x r = -0,41 r ² = 17,07 % p < 0,001	y = 5,191 - 0,281 x r = -0,33 r ² = 11,02 % p < 0,01	y = 5,183 - 0,265 x r = -0,34 r ² = 11,69 % p < 0,01
CO ₂ -Volumen (ml) ^a = y	y = 11,698 + 0,112 x r = 0,72 r ² = 51,54 % p < 0,001	y = 16,331 + 0,072 x r = 0,71 r ² = 50,65 % p < 0,001	y = 5,093 + 19,086 x r = 0,89 r ² = 79,76 % p < 0,001	y = 6,344 + 17,298 x r = 0,88 r ² = 77,96 % p < 0,001
A0 (%CO ₂ *I) = y	y = 1,233 + 0,011 x r = 0,71 r ² = 50,24 % p < 0,001	y = 1,696 + 0,007 x r = 0,70 r ² = 49,2 % p < 0,001	y = 0,561 + 1,916 x r = 0,89 r ² = 78,88 % p < 0,001	y = 0,686 + 1,737 x r = 0,88 r ² = 77,14 % p < 0,001
Vm25-50 (ml) = y	n. s.	n. s.	y = 62,873 + 15,089 x r = 0,28 r ² = 7,93 % p < 0,05	y = 64,456 + 13,099 x r = 0,27 r ² = 7,11 % p < 0,05
Vm50-75 (ml) = y	y = 73,132 + 0,266 x r = 0,46 r ² = 21,4 % p < 0,001	y = 85,28 + 0,161 x r = 0,43 r ² = 18,54 % p < 0,001	y = 50,761 + 52,024 x r = 0,66 r ² = 43,60 % p < 0,001	y = 54,554 + 46,779 x r = 0,65 r ² = 41,95 % p < 0,001
dC/dV2 (%CO ₂ /l) = y	y = 8,019 + 0,041 x r = 0,47 r ² = 22,48 % p < 0,001	y = 9,699 + 0,026 x r = 0,47 r ² = 22,2 % p < 0,001	y = 7,794 + 4,77 x r = 0,41 r ² = 16,38 % p < 0,001	y = 7,84 + 4,58 x r = 0,42 r ² = 17,98 % p < 0,001
dC/dV3 (%CO ₂ /l) = y	y = 6,878 - 0,025 x r = -0,53 r ² = 27,57 % p < 0,001	y = 5,783 - 0,016 x r = -0,51 r ² = 25,5 % p < 0,001	y = 8,716 - 4,648 x r = -0,71 r ² = 49,9 % p < 0,001	y = 8,435 - 4,235 x r = -0,70 r ² = 49,3 % p < 0,001

Fortsetzung Tab. 14

kapnovolumetrischer Parameter	Regressionsgleichung, r, r ² und p			
	Körpermasse (kg) = x	Alter (d) = x	VT (l) = x	VTin (l) = x
VD Threshold (ml) = y	y = -161,824 + 3,763 x r = 0,96 r ² = 91,93 % p < 0,001	y = -4,549 + 2,423 x r = 0,95 r ² = 89,44 % p < 0,001	y = -240,74 + 499,042 x r = 0,93 r ² = 85,83 % p < 0,001	y = -214,074 + 458,154 x r = 0,93 r ² = 86,08 % p < 0,001
VD Langlely (ml) = y	y = -165,852 + 3,729 x r = 0,95 r ² = 90 % p < 0,001	y = -16,277 + 2,458 x r = 0,96 r ² = 91,84 % p < 0,001	y = -247,145 + 497,608 x r = 0,92 r ² = 85,09 % p < 0,001	y = -219,405 + 455,723 x r = 0,92 r ² = 84,92 % p < 0,001
VD Fowler (ml) = y	y = 20,793 + 3,235 x r = 0,94 r ² = 88,28 % p < 0,001	y = 155,695 + 2,086 x r = 0,93 r ² = 86,12 % p < 0,001	y = -74,21 + 456,199 x r = 0,96 r ² = 93,19 % p < 0,001	y = -47,302 + 416,366 x r = 0,96 r ² = 92,37 % p < 0,001
VD Wolff (ml) = y	y = 67,74 + 3,5 x r = 0,93 r ² = 87,25 % p < 0,001	y = 215,952 + 2,235 x r = 0,91 r ² = 83,54 % p < 0,001	y = -22,424 + 480,903 x r = 0,94 r ² = 87,45 % p < 0,001	y = -5,943 + 438,912 x r = 0,93 r ² = 86,68 % p < 0,001
VD Bohr (ml) = y	y = 75,899 + 3,522 x r = 0,94 r ² = 87,73 % p < 0,001	y = 223,949 + 2,26 x r = 0,92 r ² = 84,79 % p < 0,001	y = -22,57 + 491,778 x r = 0,95 r ² = 90,77 % p < 0,001	y = -6,911 + 448,378 x r = 0,95 r ² = 89,78 % p < 0,001

Legende zu Tab. 14:

^a für x = metabolische Körpermasse (kg^{0,75}) gilt: y = 8,073 + 0,473 x; r = 0,72; r² = 51,26 %; p < 0,001;

d = Tage; VT = Tidalvolumen; VTin = Inspirationsvolumen; CO₂ endtidal = endtidale CO₂-Konzentration; CO₂-Volumen = pro Expiration eliminiertes CO₂-Volumen; A0 = Fläche unterhalb der CO₂-Expirationskurve; Vm25-50 = Mischluftvolumenanteil zwischen 25 und 50 % der endtidalen CO₂-Konzentration; Vm50-75 = Mischluftvolumenanteil zwischen 50 und 75 % der endtidalen CO₂-Konzentration; dC/dV2 = Anstieg der Phase II des Kapnogramms; dC/dV3 = Anstieg der Phase III des Kapnogramms; VD Threshold = Totraumvolumen berechnet nach der Threshold-Methode; VD Langlely = Totraumvolumen berechnet nach Langlely; VD Fowler = Totraumvolumen berechnet nach Fowler; VD Wolff = Totraumvolumen berechnet nach Wolff und Brunner; VD Bohr = Totraumvolumen berechnet nach Bohr; n. s. = nicht signifikant (Je Zeile ist der höchste Korrelationskoeffizient der signifikanten Beziehungen fett hervorgehoben.)

4.1.3.3. Vergleich der ventilatorischen und kapnovolumetrischen Parameter zwischen den Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +)

Median, Minimum und Maximum aller in den Versuchsgruppen 1 und 2 vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat erfassten ventilatorischen und kapnovolumetrischen Parameter sowie das Ergebnis des Gruppenvergleichs sind im Anhang in den Tab. A3 und A4 zusammengefasst.

Die Kälber der Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) hatten vom zweiten bis zum fünften und im siebenten Lebensmonat ein signifikant niedrigeres Tidalvolumen als die Kälber der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -). Bei Betrachtung dieses Parameters in Abhängigkeit von der Körpermasse ergaben sich allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Versuchsgruppen zu den sechs Untersuchungszeitpunkten. Der Vergleich des Atemminutenvolumens ergab ausschließlich im sechsten Lebensmonat einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen mit größerem Wert in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +). Die Betrachtung des Atemminutenvolumens in Abhängigkeit von der Körpermasse lieferte vom dritten bis zum siebenten Lebensmonat signifikant größere Werte in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) (Abb. 21). Ebenfalls vom dritten bis zum siebenten Lebensmonat konnte in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) eine signifikant höhere Atemfrequenz während des lungenfunktionsdiagnostischen Messvorgangs erfasst werden (Abb. 22). Der Atemzeitquotient unterschied mit Ausnahme des dritten Lebensmonats (signifikant größerer Wert in Versuchsgruppe 1 [respir. Anamn. -]) beide Gruppen nicht voneinander.

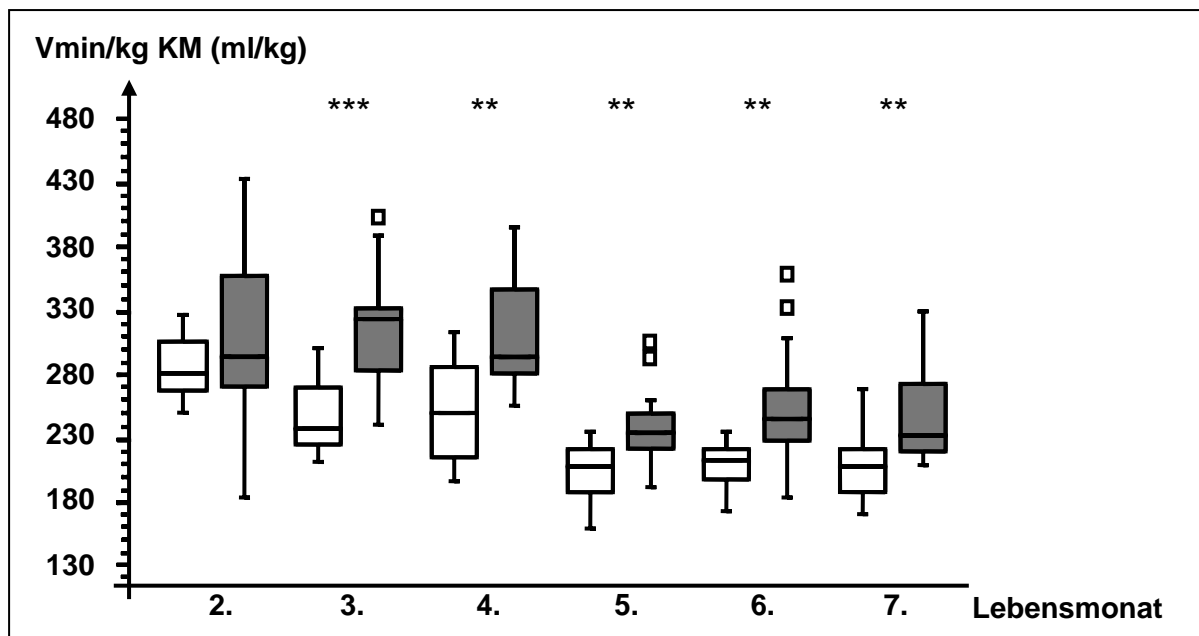


Abb. 21: Vergleichende Darstellung des Atemminutenvolumens pro kg Körpermasse zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 21:

Vmin/kg KM = Atemminutenvolumen pro kg Körpermasse, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 (n = 12), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 (n = 13), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: ** p < 0,01, *** p < 0,001

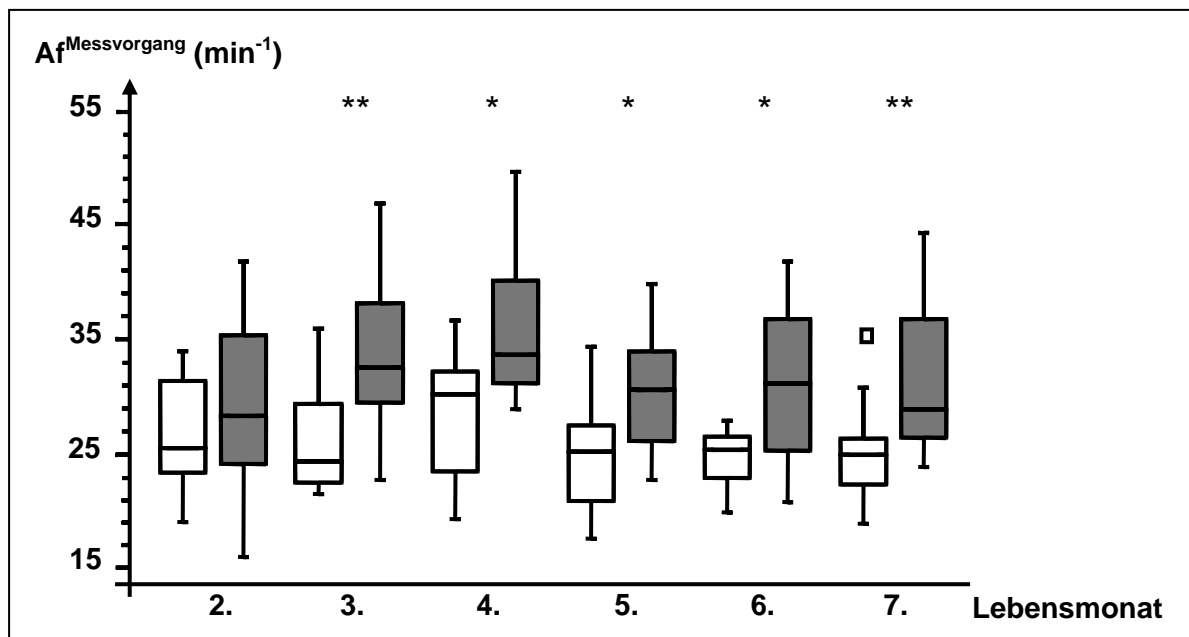


Abb. 22: Vergleichende Darstellung der im Rahmen des lungenfunktionsdiagnostischen Messvorgangs erfassten Atmungsfrequenzen zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 22:

Af^{Messvorgang} = im Rahmen des lungenfunktionsdiagnostischen Messvorgangs erfasste

Atmungsfrequenz, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 (n = 12), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 (n = 13), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: * p < 0,05, ** p < 0,01

Die endtidal gemessene CO₂-Konzentration war mit Ausnahme des sechsten Lebensmonats bei den Kälbern der Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) stets signifikant kleiner als bei den Kälbern der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (Abb. 23). Für das pro Expiration eliminierte CO₂-Volumen sowie den Quotienten aus dem pro Expiration eliminierten CO₂-Volumen und dem Tidalvolumen wurden in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) zu jedem der sechs Untersuchungszeitpunkte signifikant geringere Werte gemessen als in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (Abb. 24). Das pro Minute eliminierte CO₂-Volumen unterschied sich im zweiten, dritten und siebenten Lebensmonat signifikant zwischen beiden Versuchsgruppen mit jeweils geringeren Werten in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +). Die Tiere dieser Gruppe zeigten weiterhin in jedem Lebensmonat ein signifikant geringeres pro Expiration und Kilogramm Körpermasse bzw. Kilogramm metabolischer Körpermasse eliminiertes CO₂-Volumen im Vergleich zur Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -). Betrachtet über den Zeitraum von einer Minute unterschieden diese beiden Parameter die Versuchsgruppen nicht voneinander. Die Fläche unterhalb der CO₂-Expirationskurve war bei den Kälbern der Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) zu allen Untersuchungszeitpunkten signifikant kleiner als bei den Kälbern der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (Abb. 25).

Der Mischluftvolumenanteil zwischen 25 und 50 % der endtidalen CO₂-Konzentration war im sechsten Lebensmonat signifikant größer bei den Tieren von Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +). Zu den verbleibenden Untersuchungszeitpunkten bestand kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Versuchsgruppen. In Abhängigkeit vom vorausgegangenen Inspirationsvolumen wies dieser Mischluftvolumenanteil jedoch ab dem

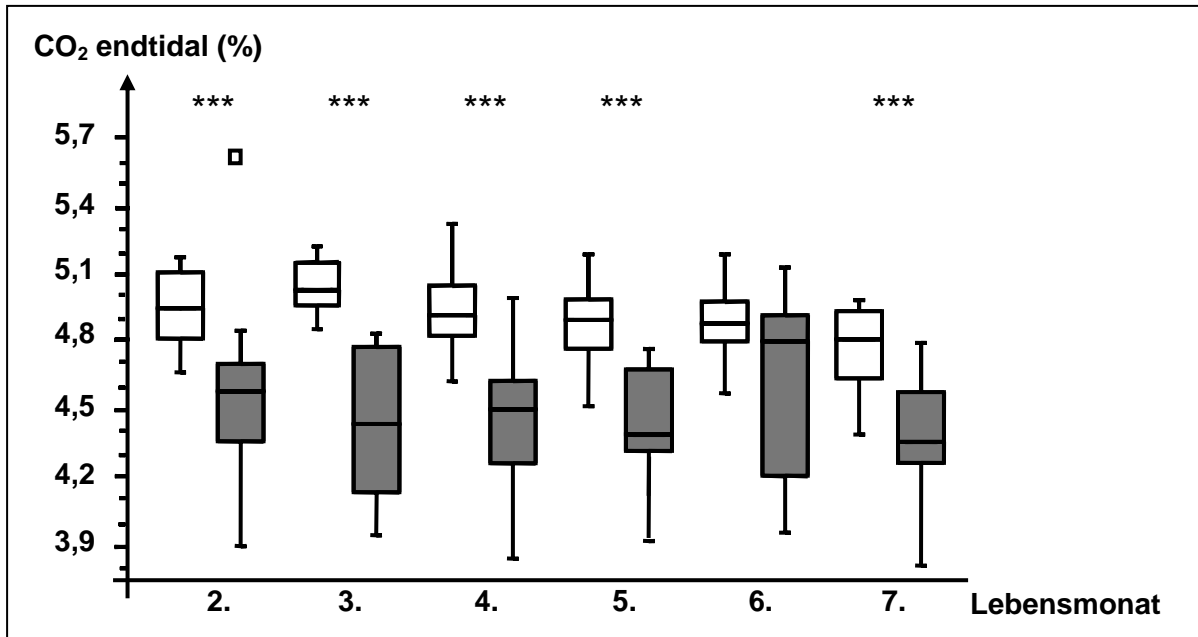


Abb. 23: Vergleichende Darstellung der endtidalen CO₂-Konzentration zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 23:

CO₂ endtidal = endtidale CO₂-Konzentration, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 (n = 12), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 (n = 13), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: *** p < 0,001

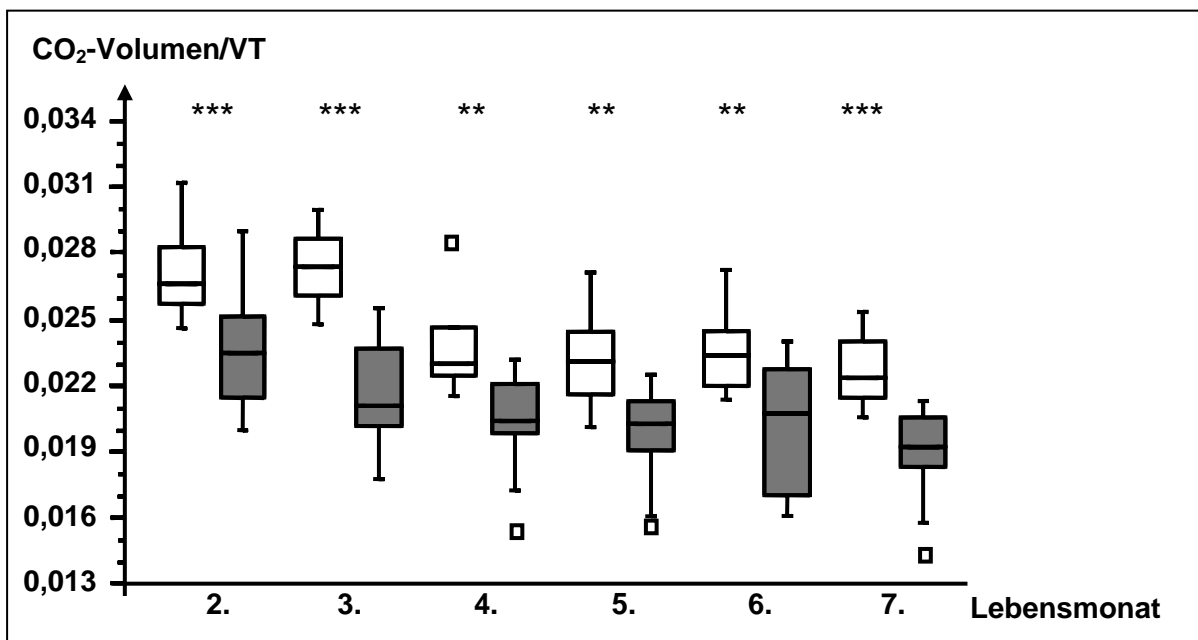


Abb. 24: Vergleichende Darstellung des Quotienten aus dem pro Expiration eliminierten CO₂-Volumen und dem Tidalvolumen zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 24:

CO₂-Volumen/VT = Quotient aus dem pro Expiration eliminierten CO₂-Volumen und dem Tidalvolumen, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 (n = 12), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 (n = 13), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: ** p < 0,01, *** p < 0,001

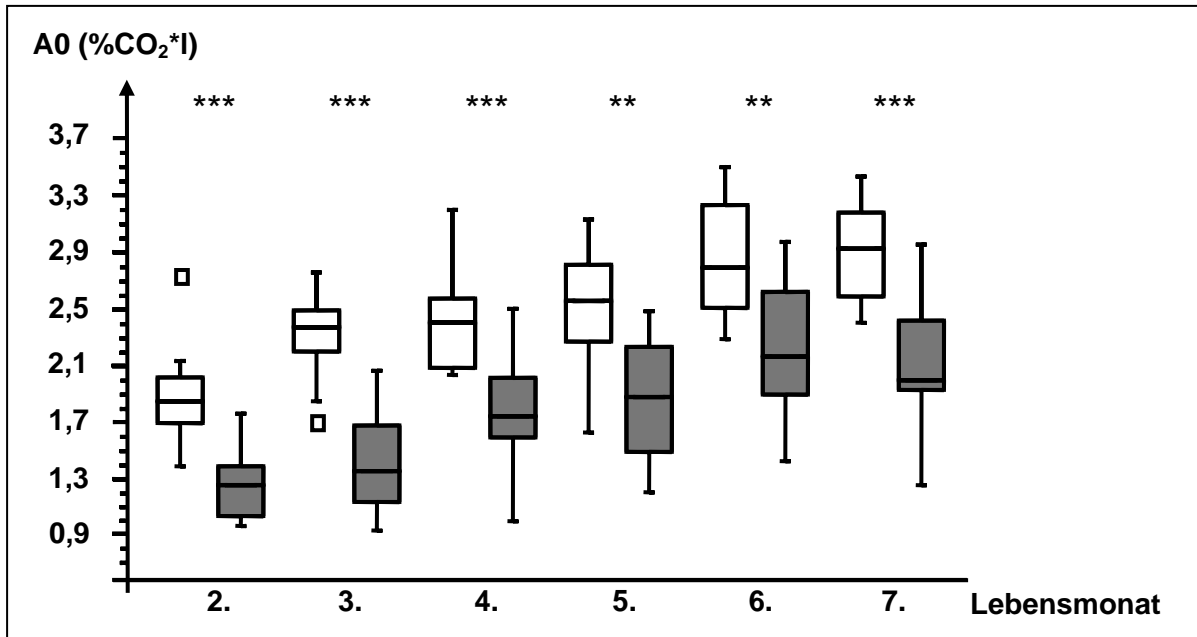


Abb. 25: Vergleichende Darstellung der Fläche unterhalb der CO₂-Expirationskurve zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 25:

A0 = Fläche unterhalb der CO₂-Expirationskurve, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 (n = 12), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 (n = 13), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: ** p < 0,01, *** p < 0,001

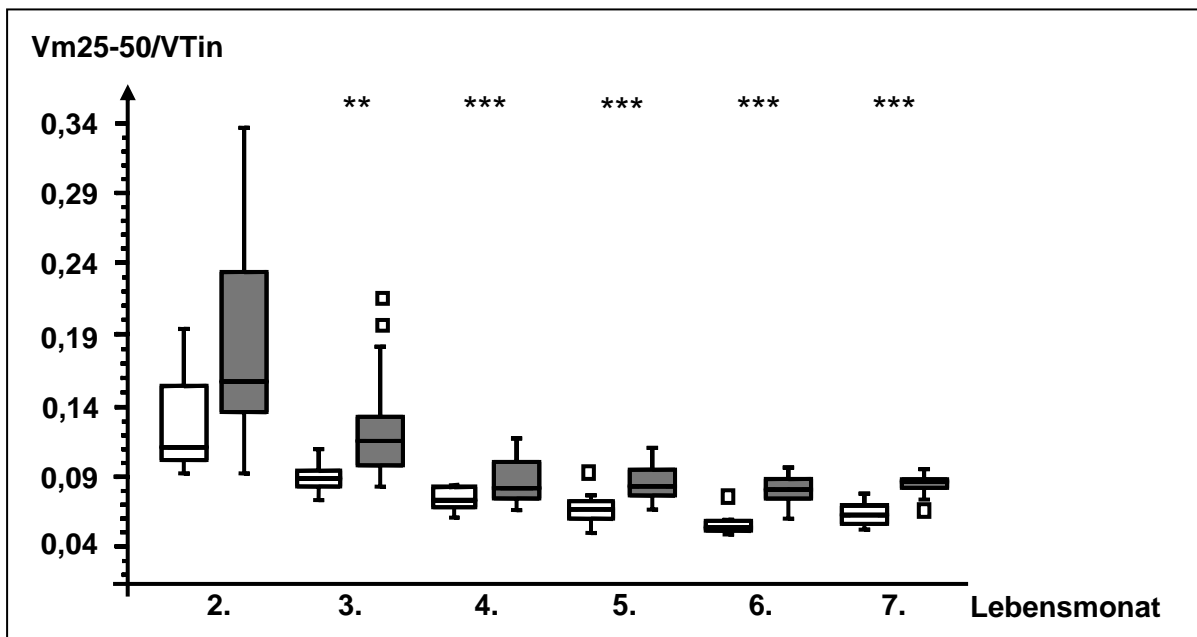


Abb. 26: Vergleichende Darstellung des Quotienten aus dem Mischluftvolumenanteil zwischen 25 und 50 % der endtidalen CO₂-Konzentration und dem vorausgegangenen Inspirationsvolumen zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 26:

Vm25-50/VTin = Quotient aus dem Mischluftvolumenanteil zwischen 25 und 50 % der endtidalen CO₂-Konzentration und dem vorausgegangenen Inspirationsvolumen, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 (n = 12), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 (n = 13), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: ** p < 0,01, *** p < 0,001

dritten Lebensmonat signifikante Differenzen zwischen beiden Gruppen auf. Bei den Tieren von Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) war V_{m25-50}/V_{Tin} dabei stets größer als bei denen der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (Abb. 26). Der Mischluftvolumenanteil zwischen 50 und 75 % der endtidalen CO_2 -Konzentration unterschied sich nicht signifikant zwischen beiden Versuchsgruppen zu den sechs Untersuchungszeitpunkten. Der Quotient V_{m50-75}/V_{Tin} wies jedoch zu allen Zeitpunkten signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen auf, welche im Lauf des Untersuchungszeitraums in ihrer Ausprägung zunahm. V_{m50-75}/V_{Tin} war bei den Kälbern der Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) stets größer als in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (Abb. 27).

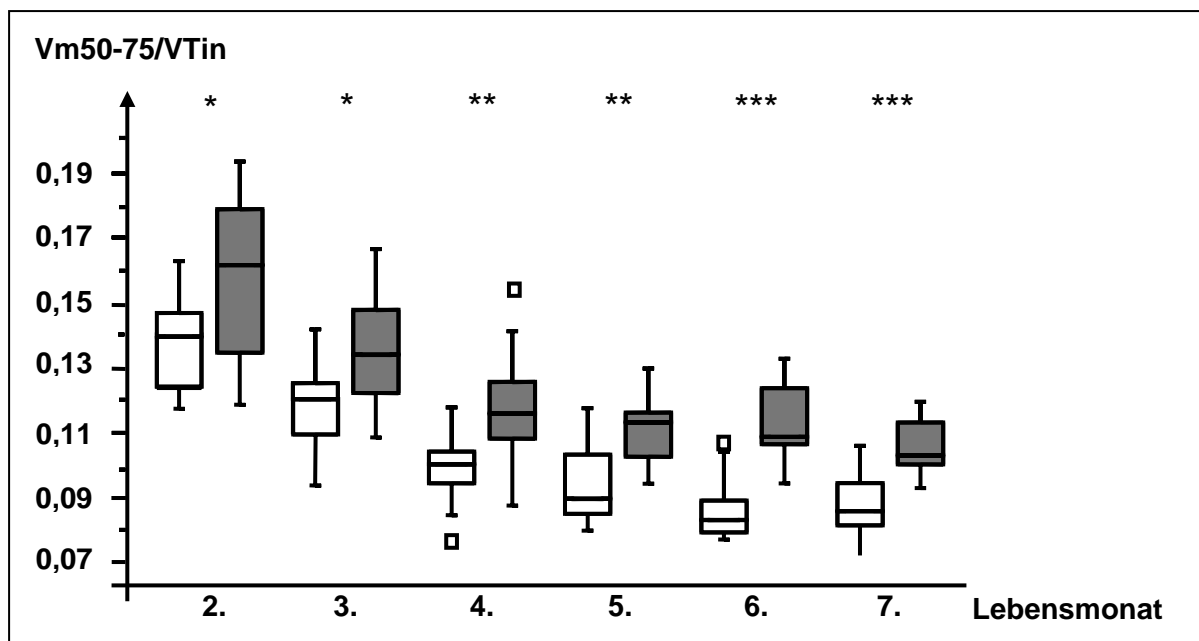


Abb. 27: Vergleichende Darstellung des Quotienten aus dem Mischluftvolumenanteil zwischen 50 und 75 % der endtidalen CO_2 -Konzentration und dem vorausgegangenem Inspirationsvolumen zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 27:

V_{m50-75}/V_{Tin} = Quotient aus dem Mischluftvolumenanteil zwischen 50 und 75 % der endtidalen CO_2 -Konzentration und dem vorausgegangenem Inspirationsvolumen, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 (n = 12), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 (n = 13), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

Die Phase II des Kapnogramms stieg vom dritten bis zum siebenten Lebensmonat in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) signifikant flacher an als in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (Abb. 28). Mit Ausnahme des fünften Lebensmonats stieg die Phase III in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) stets signifikant steiler an als in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (Abb. 29).

Das Totraumvolumen berechnet nach der Threshold-Methode war im dritten Lebensmonat signifikant größer in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) als in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +). Bei Betrachtung des Parameters in Abhängigkeit vom Tidalvolumen ($VD_{Threshold}/V_T$) ergab sich im siebenten Lebensmonat in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) ein signifikant größerer Wert als in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -).

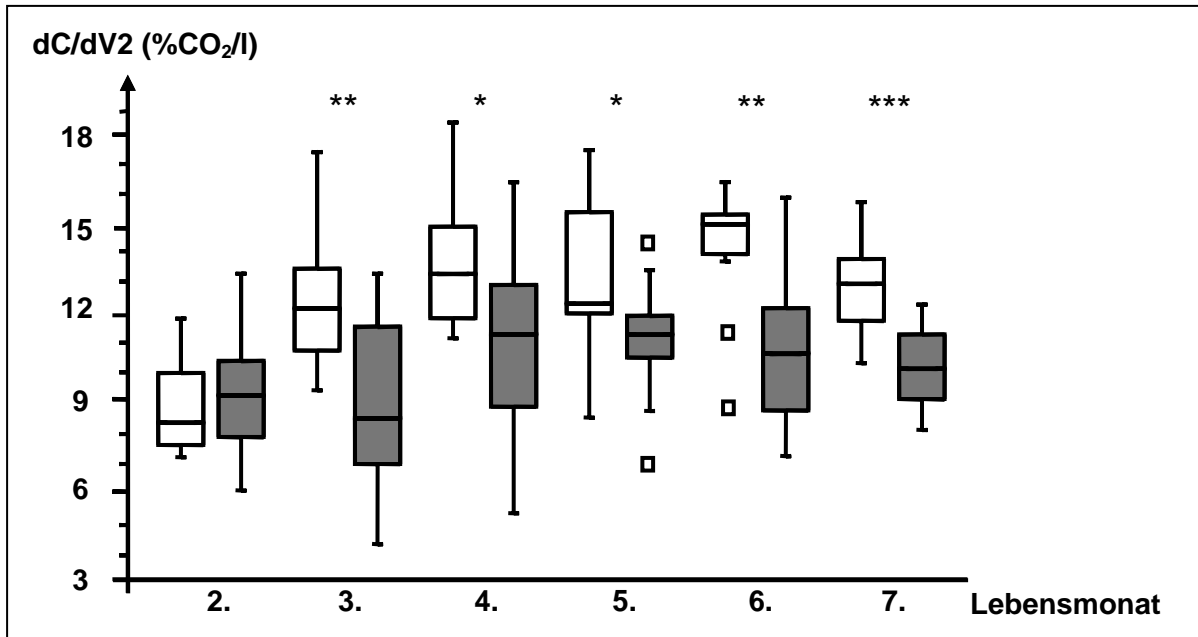


Abb. 28: Vergleichende Darstellung des Anstiegs der Phase II des Kapnogramms zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 28:

dC/dV2 = Anstieg der Phase II des Kapnogramms, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 (n = 12), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 (n = 13), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: * p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001

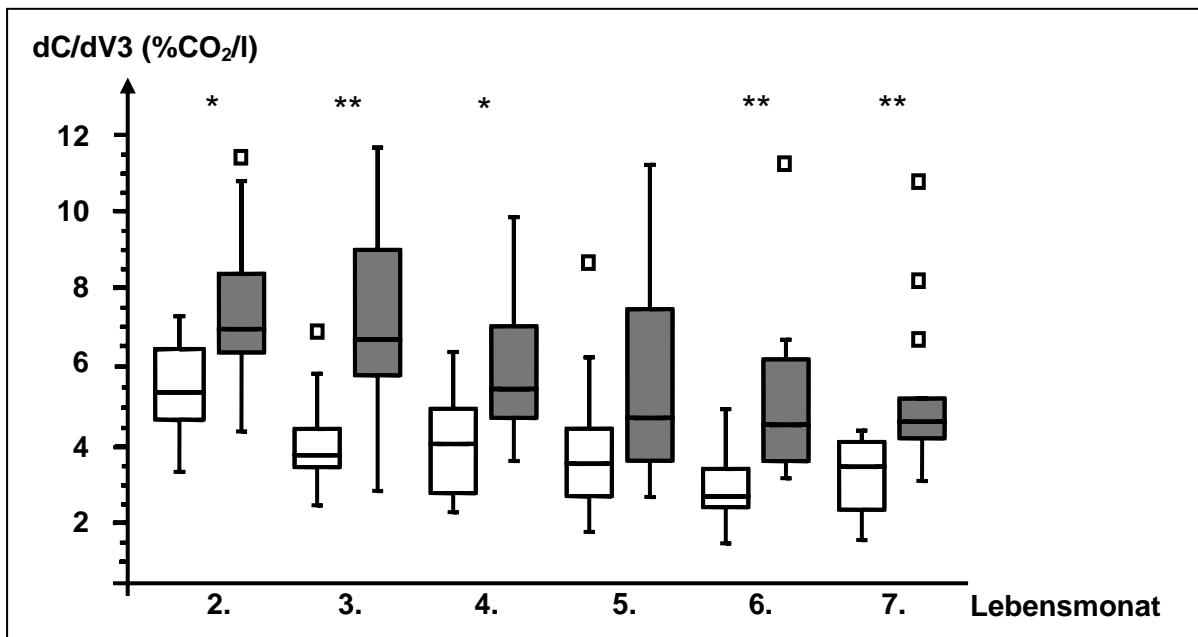


Abb. 29: Vergleichende Darstellung des Anstiegs der Phase III des Kapnogramms zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 29:

dC/dV3 = Anstieg der Phase III des Kapnogramms, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 (n = 12), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 (n = 13), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: * p < 0,05, ** p < 0,01

Bei Vergleich des Totraumvolumens berechnet nach Langley ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Versuchsgruppen. Der Quotient VD_{Langley}/VT war jedoch in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) im zweiten sowie vom fünften bis zum siebenten Lebensmonat signifikant größer als in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -). Das Totraumvolumen berechnet nach Fowler war im zweiten und dritten Lebensmonat in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) signifikant größer als in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +). Bei Betrachtung dieses Totraumvolumens in Abhängigkeit vom Tidalvolumen (VD_{Fowler}/VT) ergab sich im dritten Lebensmonat in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) ein signifikant größerer Wert als in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +). Bei Betrachtung des Totraumvolumens berechnet nach Wolff und Brunner fiel im zweiten und dritten Lebensmonat in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) ein signifikant größerer Wert auf als in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +). Der Quotient VD_{Wolff}/VT grenzte die Kälber beider Gruppen ab dem dritten Lebensmonat signifikant voneinander ab. Dabei ergaben sich in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) stets größere relative Volumina als in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (Abb. 30). Das Totraumvolumen berechnet nach Bohr war im zweiten und dritten Lebensmonat signifikant größer in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -). Der Quotient VD_{Bohr}/VT war ab dem dritten Lebensmonat in Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) stets signifikant größer als in Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (Abb. 31).

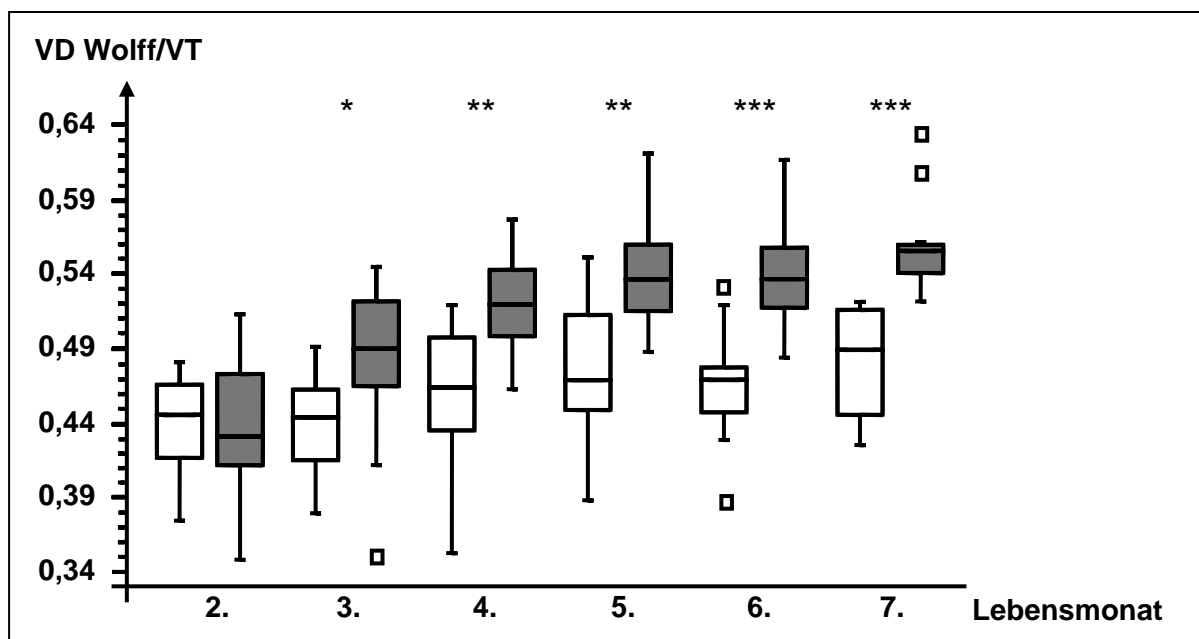


Abb. 30: Vergleichende Darstellung des Quotienten aus dem Totraumvolumen berechnet nach Wolff und Brunner und dem Tidalvolumen zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 30:

VD_{Wolff}/VT = Quotient aus dem Totraumvolumen berechnet nach Wolff und Brunner und dem Tidalvolumen, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 ($n = 12$), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 ($n = 13$), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

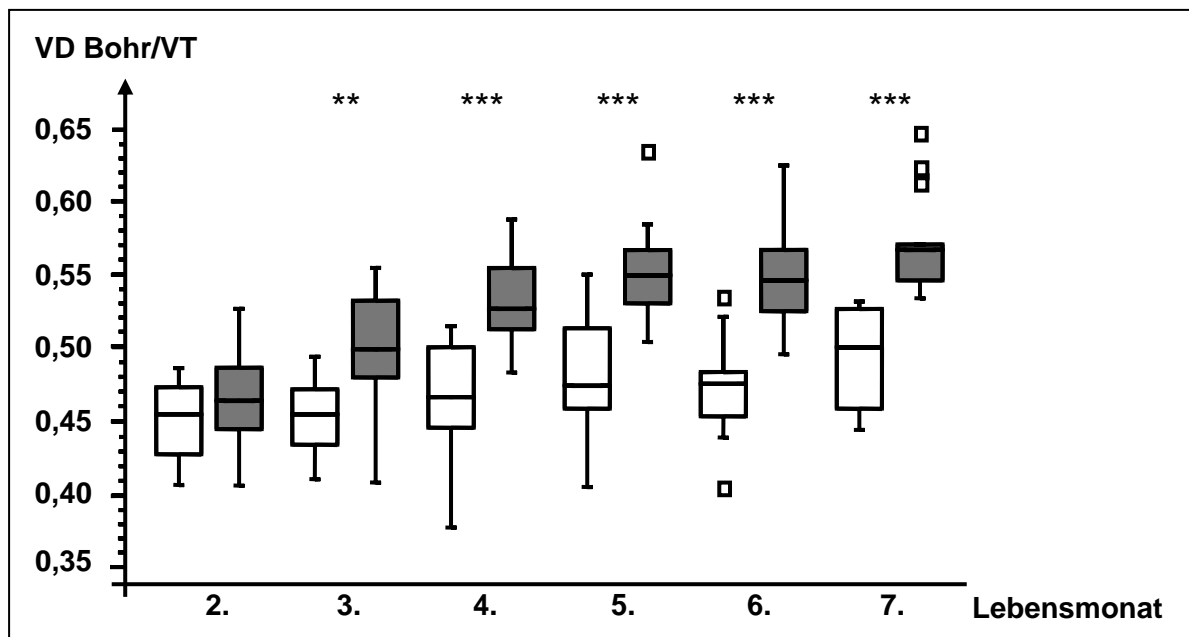


Abb. 31: Vergleichende Darstellung des Quotienten aus dem Totraumvolumen berechnet nach Bohr und dem Tidalvolumen zwischen den Kälbern der Versuchsgruppen 1 (respir. Anamn. -) und 2 (respir. Anamn. +) vom zweiten bis zum siebenten Lebensmonat

Legende zu Abb. 31:

VD Bohr/VT = Quotient aus dem Totraumvolumen berechnet nach Bohr und dem Tidalvolumen, weiße Boxplots = Versuchsgruppe 1 (n = 12), graue Boxplots = Versuchsgruppe 2 (n = 13), Mann-Whitney-Wilcoxon-Test: ** p < 0,01, *** p < 0,001

4.1.4. Direkter und indirekter Erregernachweis

Direkter Erregernachweis zum Zeitpunkt der Einstellung

Bei allen Kälbern der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) konnten pathogene und/oder apathogene Mykoplasmenspezies im Nasensekret nachgewiesen werden. In den Nasensekretproben der Tiere von Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) wurden vereinzelt apathogene Mykoplasmenspezies, Pasteurellen und/oder Chlamydien erfasst. Bei einem Tier der Versuchsgruppe 2 ließen sich Chlamydien im Kot nachweisen. In beiden Versuchsgruppen zeigte sich weiterhin ein Befall des Darmes mit Kryptosporidien, welcher in der Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) jedoch weniger Tiere betraf als in der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) (Tab. A5).

Direkter Erregernachweis zu den Zeitpunkten der Sektionen

Bei den Kälbern der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) konnte ein gehäuftes Vorkommen von zumeist apathogenen Mykoplasmenspezies im Lungengewebe, auf der Trachealschleimhaut und/oder in den Tonsillen nachgewiesen werden. Pasteurellen ließen sich in den genannten Geweben ebenfalls mehrfach feststellen.

In Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) ließ sich mehrfach der apathogene Erreger *Mycoplasma bovirhinis* in den untersuchten Geweben kultivieren. Neben dem vereinzelt Vorkommen von Chlamydien fiel weiterhin ein häufiges Auftreten von *Pasteurella multocida* auf (Tab. A6).

Indirekter Erregernachweis

Vier Kälber der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) wiesen im Untersuchungszeitraum einen Anstieg des Serum-Antikörpertiters gegen Coronaviren auf. Ein weiterer Proband serokonvertierte gegen Adenoviren Typ 3.

In Versuchsgruppe 2 wurde im Untersuchungszeitraum bei acht Kälbern ein Anstieg des Antikörpertiters gegen Chlamydien festgestellt. Weiterhin wurde bei zwei Kälbern im Alter von ein bis zwei Monaten eine Serokonversion gegen Bovine Virusdiarrhoe-Viren beobachtet. Acht Tiere serokonvertierten gegen Adenoviren Typ 3 im Alter von zwei bis drei Monaten. Die Antikörpertiter fielen jedoch im weiteren Untersuchungszeitraum wieder ab (Tab. A7).

4.1.5. Pathologisch-anatomische und histologische Untersuchung der postmortal entnommenen Gewebeproben

Pathologisch-anatomische Untersuchung

Makroskopisch konnten am Atmungsapparat aller Kälber nur geringgradige pathologische Befunde erhoben werden.

Fünf Tiere aus Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) wiesen umschriebene chronisch-adhäsive Pleuritiden auf. Ein Kalb zeigte eine chronisch-indurative Bronchopneumonie und bei zwei weiteren Tieren wurden atelektatische Lungenbereiche erfasst.

In Versuchsgruppe 2 (respir. Anamn. +) konnte bei einem Kalb eine chronisch-adhäsive Pleuritis festgestellt werden. Eine purulente Bronchopneumonie ließ sich bei zwei Tieren erfassen und atelektatische Lungenbereiche zeigten sich bei neun Kälbern (Daten nicht dargestellt).

Histologische Untersuchung

Die histologische Untersuchung bestätigte die pathologisch-anatomischen Diagnosen.

Drei Kälber der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) zeigten zusätzlich eine chronisch-proliferative Pleuritis. Bei allen Kälbern konnte eine zumeist geringgradige chronisch-aktive Tonsillitis sowie eine Aktivierung der Lungenlymphknoten erfasst werden

Bei fünf Tieren der Versuchsgruppe 1 (respir. Anamn. -) wurde ebenfalls eine chronisch-proliferative Pleuritis festgestellt. Bei zehn Kälbern dieser Gruppe zeigte sich weiterhin eine folliculäre Bronchiolitis. Alle Tiere wiesen eine zumeist mittelgradige chronisch-aktive Tonsillitis und eine Aktivierung der Lungenlymphknoten auf (Daten nicht dargestellt).

4.2. Versuchsabschnitt 2

4.2.1. Klinische Untersuchung des Atmungsapparates an den Tagen der Lungenfunktionsuntersuchung

Im Versuchsabschnitt 2 konnten an den Tagen der Lungenfunktionsuntersuchung kaum klinische Unterschiede zwischen den Kälbern der Versuchsgruppe 3 (Kontrolltiere) und denen der Versuchsgruppe 4 (experimentell mit *Mycoplasma bovis* infizierten Versuchstiere) ermittelt werden (Tab. A8). Lediglich am Tag + 8 *post infectionem* wurde bei den infizierten Versuchstieren eine signifikant höhere Atmungsfrequenz erfasst als bei den Kontrolltieren. Am Tag + 10 *post infectionem* wiesen die infizierten Versuchstiere einen signifikant höheren

respiratorischen Score (vorhandener Nasenausfluss und Husten, Atmungstyp und Auskultationsbefunde der Lunge) auf als die Kontrolltiere.

4.2.2. Impulsozillometrische Lungenfunktionsuntersuchung

Median, Minimum und Maximum aller bei den Kontroll- (Versuchsgruppe 3) und bei den experimentell mit *Mycoplasma bovis* infizierten Versuchstieren (Versuchsgruppe 4) an den sechs Tagen der Lungenfunktionsuntersuchung erfassten atmungsmechanischen Parameter sowie das Ergebnis des Gruppenvergleichs sind im Anhang in der Tab. A9 zusammengefasst.

Der Strömungswiderstand in den distalen Atemwegen unterschied sich an keinem der Untersuchungstage signifikant zwischen den Kontroll- und den experimentell infizierten Versuchstieren (Abb. 32). Der Strömungswiderstand in den proximalen Atemwegen war am Tag + 10 bei den infizierten Versuchstieren signifikant größer als bei den Kontrolltieren (Abb. 33).

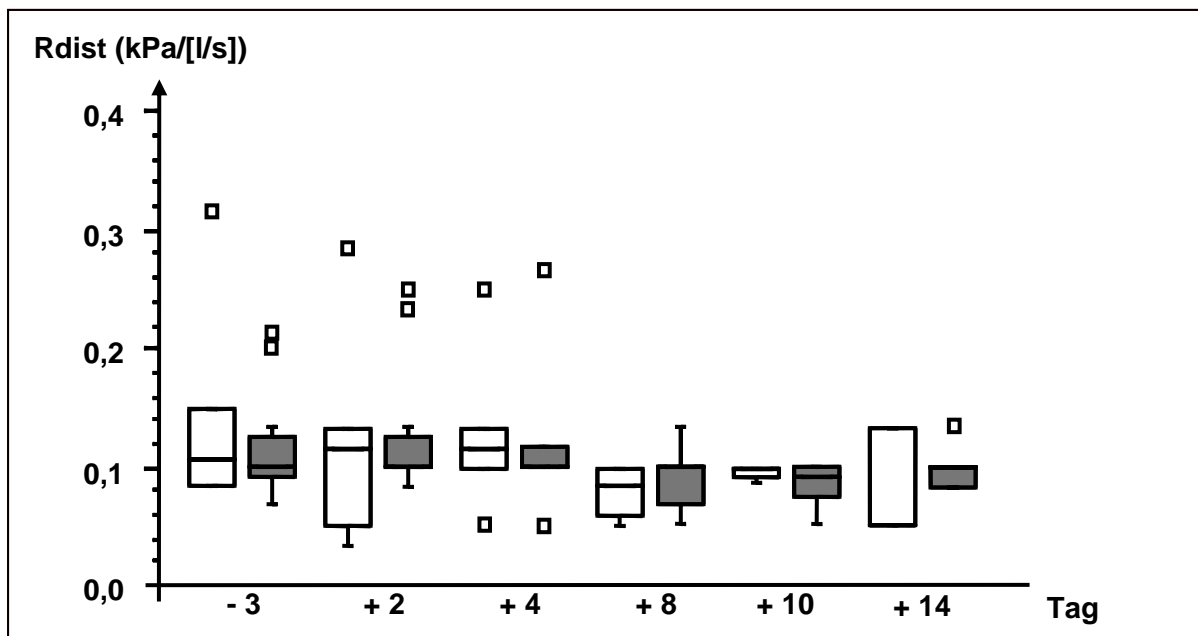


Abb. 32: Vergleichende Darstellung des Strömungswiderstands in den distalen Atemwegen zwischen den Kontrolltieren (Versuchsgruppe 3) und den experimentell mit *M. bovis* infizierten Versuchstieren (Versuchsgruppe 4) bis zum Tag + 14

Legende zu Abb. 32:

Rdist = Strömungswiderstand in den distalen Atemwegen, weiße Boxplots = Kontrolltiere (Tag - 3, + 2: n = 6; Tag + 4: n = 5; Tag + 8, + 10: n = 4; Tag + 14: n = 3), graue Boxplots = experimentell mit *M. bovis* infizierte Versuchstiere (Tag - 3, + 2: n = 12; Tag + 4: n = 10; Tag + 8, + 10: n = 8; Tag + 14: n = 6), ALM: nicht signifikant

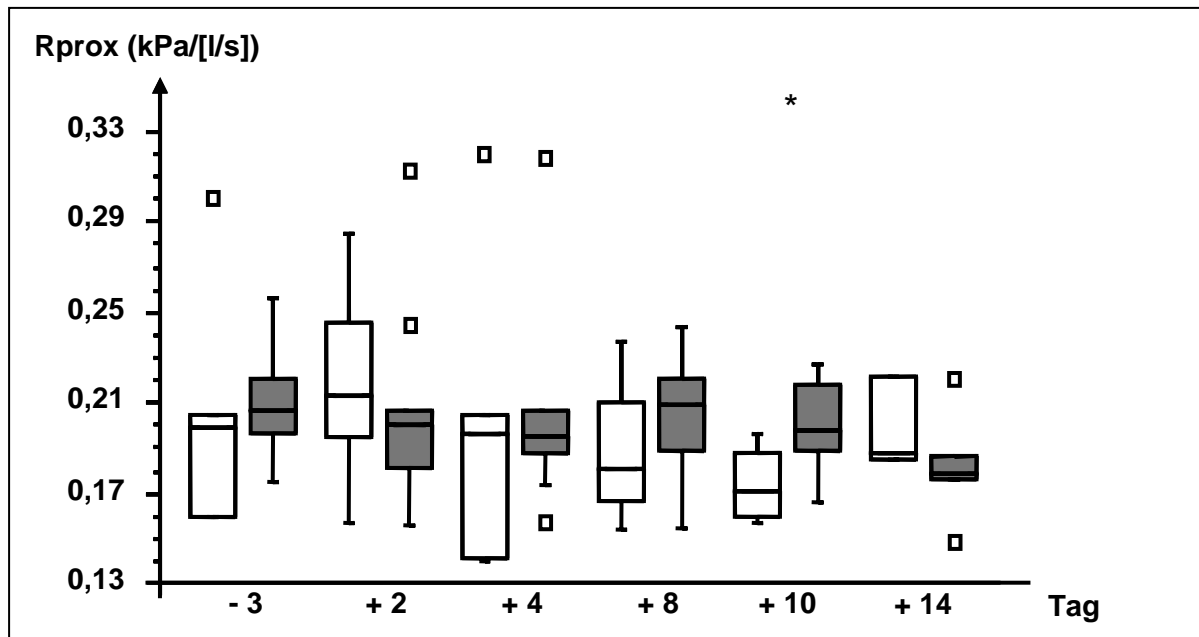


Abb. 33: Vergleichende Darstellung des Strömungswiderstands in den proximalen Atemwegen zwischen den Kontrolltieren (Versuchsgruppe 3) und den experimentell mit *M. bovis* infizierten Versuchstieren (Versuchsgruppe 4) bis zum Tag + 14

Legende zu Abb. 33:

Rprox = Strömungswiderstand in den proximalen Atemwegen, weiße Boxplots = Kontrolltiere (Tag - 3, + 2: n = 6; Tag + 4: n = 5; Tag + 8, + 10: n = 4; Tag + 14: n = 3), graue Boxplots = experimentell mit *M. bovis* infizierte Versuchstiere (Tag - 3, + 2: n = 12; Tag + 4: n = 10; Tag + 8, + 10: n = 8; Tag + 14: n = 6), ALM: * p < 0,05

4.2.3. Kapnovolumetrische Lungenfunktionsuntersuchung

4.2.3.1. Morphologie der volumetrischen Kapnogramme

Es trat insbesondere an den Tagen - 3 und + 2 bei nahezu allen Kälbern die bereits für Versuchsabschnitt 1 beschriebene irreguläre Aufzeichnung der Phasen I und II auf. Bei den meisten Tieren schwächten sich diese Unregelmäßigkeiten im Kapnogramm bis zum Tag + 10 ab oder verloren sich ganz. Bestehen blieb jedoch bei allen Kälbern eine leicht ansteigende Phase I und eine relativ kurze Phase III.

Bei keiner der *post infectionem* durchgeführten Lungenfunktionsuntersuchungen wurden offensichtliche morphologische Unterschiede der CO₂-Expirationskurven zwischen den Kontroll- (Versuchsgruppe 3) und den experimentell mit *Mycoplasma bovis* infizierten Versuchstieren (Versuchsgruppe 4) beobachtet.

4.2.3.2. Vergleich der ventilatorischen und kapnovolumetrischen Parameter zwischen den Versuchsgruppen 3 (Kontrolltiere) und 4 (experimentell mit *Mycoplasma bovis* infizierte Versuchstiere)

Median, Minimum und Maximum aller bei den Kontroll- und bei den experimentell infizierten Versuchstieren an den sechs Tagen der Lungenfunktionsuntersuchung erfassten ventilatorischen und kapnovolumetrischen Parameter sowie das Ergebnis des Gruppenvergleichs sind im Anhang in den Tab. A10 und A11 zusammengefasst.

Mit wenigen Ausnahmen unterschieden sich die ventilatorischen Parameter an keinem der sechs Untersuchungstage signifikant voneinander zwischen den Kontrolltieren und den infizierten Versuchstieren. Das Tidalvolumen war am Tag + 10 bei den experimentell infizierten Versuchstieren signifikant kleiner als bei den Kontrolltieren (Abb. 34). Am Tag + 14 wurden in der infizierten Versuchsgruppe signifikant höhere Atemfrequenzen während des lungenfunktionsdiagnostischen Messvorgangs ermittelt als in der Kontrollgruppe (Abb. 35). Auch der Atemzeitquotient war am Tag + 14 bei den infizierten Versuchstieren signifikant größer als bei den Kontrolltieren (Abb. 36).

Keiner der kapnovolumetrischen Parameter unterschied die Kontrolltiere und die infizierten Versuchstiere signifikant voneinander bis zum Tag + 14 *post infectionem*.

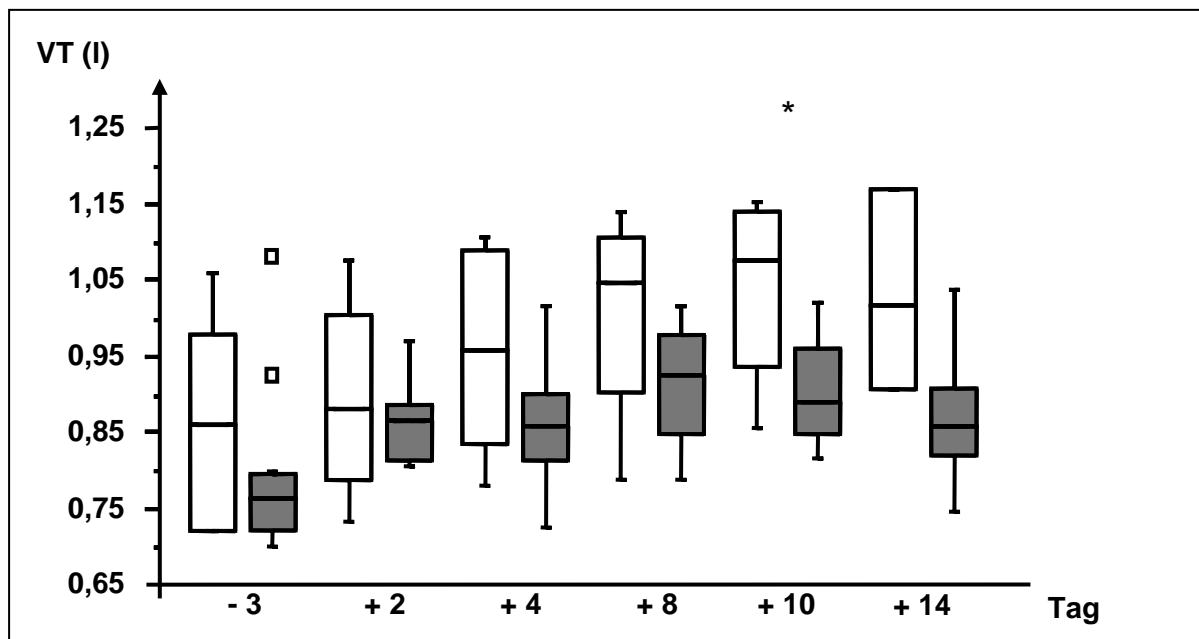


Abb. 34: Vergleichende Darstellung des Tidalvolumens zwischen den Kontrolltieren (Versuchsgruppe 3) und den experimentell mit *M. bovis* infizierten Versuchstieren (Versuchsgruppe 4) bis zum Tag + 14

Legende zu Abb. 34:

VT = Tidalvolumen, weiße Boxplots = Kontrolltiere (Tag - 3, + 2: n = 6; Tag + 4: n = 5; Tag + 8, + 10: n = 4; Tag + 14: n = 3), graue Boxplots = experimentell mit *M. bovis* infizierte Versuchstiere (Tag - 3, + 2: n = 12; Tag + 4: n = 10; Tag + 8, + 10: n = 8; Tag + 14: n = 6), ALM: * p < 0,05

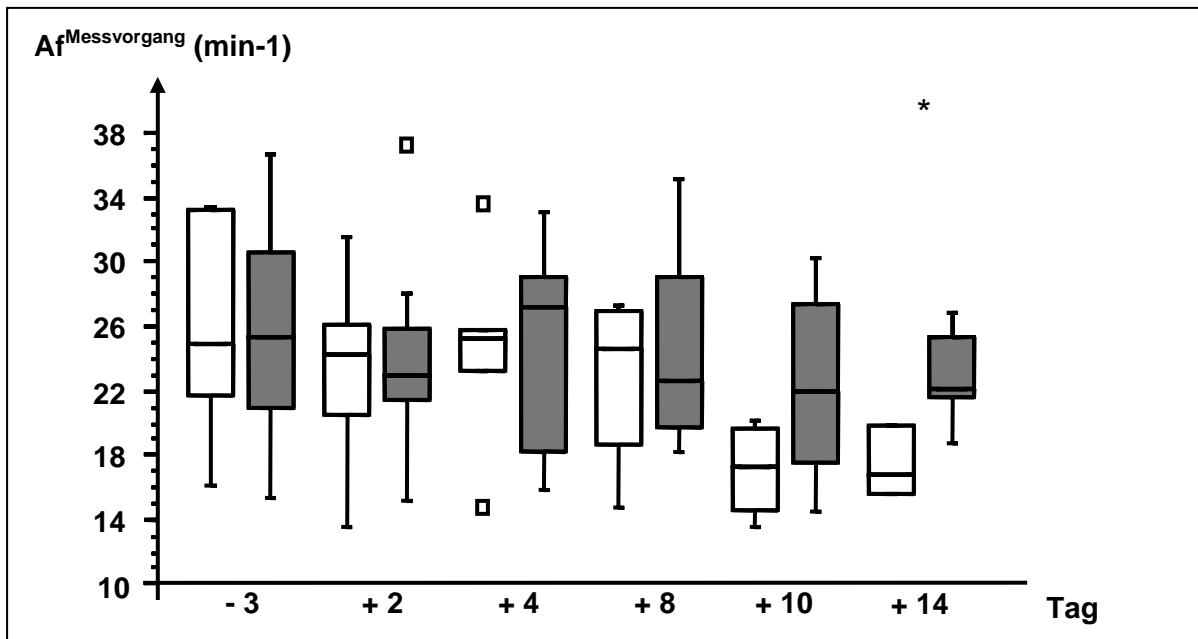


Abb. 35: Vergleichende Darstellung der im Rahmen des lungenfunktionsdiagnostischen Messvorgangs erfassten Atmungsfrequenzen zwischen den Kontrolltieren (Versuchsgruppe 3) und den experimentell mit *M. bovis* infizierten Versuchstieren (Versuchsgruppe 4) bis zum Tag + 14

Legende zu Abb. 35:

Af^{Messvorgang} = im Rahmen des lungenfunktionsdiagnostischen Messvorgangs erfasste Atmungsfrequenz, weiße Boxplots = Kontrolltiere (Tag - 3, + 2: n = 6; Tag + 4: n = 5; Tag + 8, + 10: n = 4; Tag + 14: n = 3), graue Boxplots = experimentell mit *M. bovis* infizierte Versuchstiere (Tag - 3, + 2: n = 12; Tag + 4: n = 10; Tag + 8, + 10: n = 8; Tag + 14: n = 6), ALM: * p < 0,05

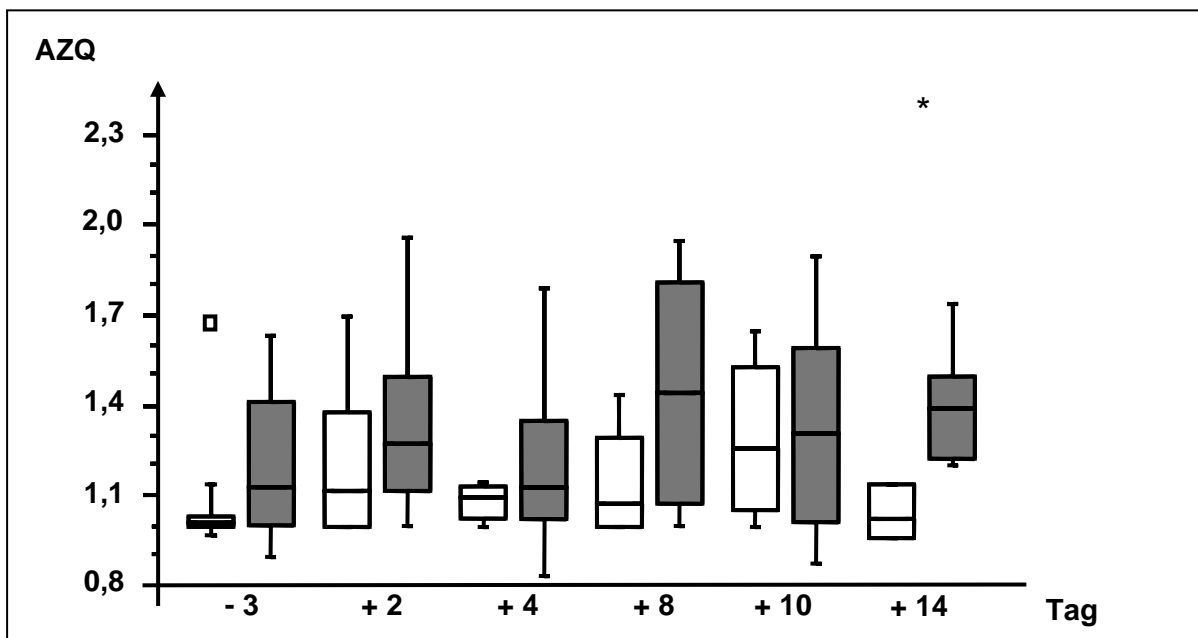


Abb. 36: Vergleichende Darstellung des Atemzeitquotienten zwischen den Kontrolltieren (Versuchsgruppe 3) und den experimentell mit *M. bovis* infizierten Versuchstieren (Versuchsgruppe 4) bis zum Tag + 14

Legende zu Abb. 36:

AZQ = Atemzeitquotient, weiße Boxplots = Kontrolltiere (Tag - 3, + 2: n = 6; Tag + 4: n = 5; Tag + 8, + 10: n = 4; Tag + 14: n = 3), graue Boxplots = experimentell mit *M. bovis* infizierte Versuchstiere (Tag - 3, + 2: n = 12; Tag + 4: n = 10; Tag + 8, + 10: n = 8; Tag + 14: n = 6), ALM: * p < 0,05

4.2.4. Direkter und indirekter Erregernachweis

Direkter Erregernachweis zum Zeitpunkt der Einstellung

Die Kälber des Versuchsabschnitts 2 stellten sich zum Zeitpunkt der Einstellung als mikrobiologisch sehr homogenes Probandengut dar. In den Nasensekretproben konnten jeweils dreimal bei den später in die Versuchsgruppen 3 (Kontrolltiere) und 4 (experimentell mit *Mycoplasma bovis* infizierte Versuchstiere) eingeteilten Tieren Chlamydien nachgewiesen werden. Mittels Kotprobe wurden ein Tier der späteren Kontrollgruppe als Träger von Chlamydien und zwei Tiere (je eins aus beiden Versuchsgruppen) als Träger von Kryptosporidien im Darm identifiziert (Tab. A12).

Direkter Nachweis von Mykoplasmen bis zum Tag + 14

Ante infectionem konnte bei drei Kontrolltieren *Mycoplasma bovirhinis* aus Nasentupfern kultiviert werden. In diesem Zeitraum ließen sich bei zwei der zur experimentellen Infizierung vorgesehenen Versuchstiere *Mycoplasma bovirhinis* sowie bei einem dieser Kälber *Acholeplasma laidlawii* im Nasensekret nachweisen.

Bei einem Tier der Kontrollgruppe wurde am Tag + 7 *post infectionem* *Mycoplasma arginini* im Nasensekret erfasst. Im Nasensekret aller Kälber der experimentell infizierten Versuchsgruppe wurde an den Tagen + 1, + 3, + 7 und/oder + 10 der Erreger *Mycoplasma bovis* nachgewiesen.

Postmortal konnte bei zwei der vier Kontrollkälber *Mycoplasma bovirhinis* in den Tonsillen nachgewiesen werden. In der Gruppe der experimentell infizierten Versuchstiere konnte das Vorkommen von *Mycoplasma bovis* bei allen acht Kälbern im Lungengewebe, im Sediment der bronchoalveoläre Lavageflüssigkeit, in den Tonsillen, auf der Trachealschleimhaut und/oder in den Lungenlymphknoten festgestellt werden. Bei einem Tier ließ sich zusätzlich *Mycoplasma bovirhinis* im Gewebe der Tonsillen kultivieren (Tab. A13).

Indirekter Nachweis von Mycoplasma bovis

Bei keinem der Kälber des Versuchsabschnitts 2 wurden zum Zeitpunkt der Einstellung Antikörper gegen *Mycoplasma bovis* im Serum nachgewiesen. Ab dem Tag + 10 konnte in der experimentell infizierten Versuchsgruppe eine Serokonversion gegen *Mycoplasma bovis* beobachtet werden (Daten nicht dargestellt).

Direkter differentialdiagnostischer Erregernachweis zu den Zeitpunkten der Sektionen bis zum Tag + 14

Bei einem der Kontrollkälber ließ sich *Pasteurella multocida* im Lungengewebe kultivieren. In der Gruppe der experimentell infizierten Versuchstiere ließ sich zweimal *Pasteurella multocida* im Gewebe der Tonsillen kultivieren (Tab. A14).

Indirekter differentialdiagnostischer Erregernachweis

Jeweils ein Tier beider Versuchsgruppen zeigte eine Serokonversion gegen Adenoviren Typ 3 vom Zeitpunkt der Einstellung bis zum individuellen Sektionstermin (Tab. A14).

4.2.5. Pathologisch-anatomische und histologische Untersuchung der postmortal entnommenen Gewebeproben bis zum Tag + 14

Pathologisch-anatomische Untersuchung

Bei keinem der vier Kontroll- (Versuchsgruppen 3) sowie der acht mit *Mycoplasma bovis* experimentell infizierten Versuchstiere (Versuchsgruppen 4) konnten pathologisch-anatomische Veränderungen des Respirationstraktes festgestellt werden (Daten nicht dargestellt).

Histologische Untersuchung

Histologisch unterschieden sich die Kälber der beiden Gruppen kaum voneinander. Lediglich die zwei am Tag +7 sowie eins der am Tag +14 seziierten experimentell infizierten Versuchstiere wiesen eine geringgradige bronchointerstitielle Pneumonie auf (Daten nicht dargestellt).