

4 Ergebnisse

4.1 Klinischen Untersuchungen vor, während und nach der experimentellen Infizierung

4.1.1 Morbidität und Mortalität

Die Morbidität der experimentell induzierten Erkrankung lag in beiden Gruppen bei 100 %, was sich klinisch durch Atemnot, Husten, Fieber, Apathie und verminderte Tränkeaufnahme zeigte. Des Weiteren konnte bei allen Tieren *post infectionem* (*p.i.*) *Mannheimia haem.* A1 aus Nasentupferproben isoliert werden.

Die Mortalität betrug in den ersten 24 Stunden 20 % und nach 48 Stunden 30 % aller Tiere. Aus beiden Gruppen waren jeweils 3 Tiere verendet.

4.1.2 Nasenausfluss

Ante infectionem (*a.i.*) schwankte die Intensität des beobachteten und zwischen `0´ und `3´graduierten Nasenausflusses im Mittelwert in der Kontrollgruppe zwischen `0,54´ und `1,27´ und bei den Versuchstieren zwischen `0,67´ und `1,22´. Vor der Infizierung lag das Minimum in beiden Gruppen bei `0´ und das Maximum bei `2´.

Post infectionem verstärkte sich der Nasenausfluss, so dass das Minimum des Mittelwertes in beiden Gruppen bei `1´ und die Maxima in der Kontrollgruppe bei `1,37´ und in der Versuchgruppe bei `1,28´ lag. Einzelwerte wurden bis zu einem Score von `2´ ermittelt.

Die statistische Analyse mittels Kruskal-Wallis-Test ($p \leq 0,05$) zeigte zwischen beiden Gruppen sowohl *a.i.* als auch *p.i.* keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Intensität des Nasenausflusses.

4.1.3 Husten

Die Intensität des Hustens beider Gruppen unterschied sich *a.i.* signifikant nur zu einem Zeitpunkt (d 40 morgens) (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$), wobei die Kontrolltiere vermehrt husteten (Mittelwert Versuchstiere: 0,1; Mittelwert Kontrolltiere: 0,5). Es handelte sich hierbei um einen trockenen Husten. *Post infectionem* konnte kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen gefunden werden. Alle Tiere wiesen am 3., 4. und 5. Tag *p.i.* einen signifikanten Anstieg der Hustenintensität auf (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$), wobei am 4. Tag *p.i.* das stärkste Ausmaß erreicht worden war (Mittelwert Versuchstiere 1; Mittelwert Kontrolltiere: 1,25).

4.1.4 Rektaltemperatur

Den graphischen Verlauf der im gesamten Untersuchungszeitraum gemessenen Rektaltemperaturen widerspiegelt Abbildung 2.

Bei der Beschreibung der Ergebnisse zu den ermittelten Rektaltemperaturen sind jedoch zwei Abschnitte des Versuches differenziert zu betrachten.

1. Abschnitt: *ante infectionem*

Dieser Abschnitt umfasste 40 Tage. Am Tag 1 und am Tag 22 erfolgten die Immunisierungen der Versuchstiere und zeitgleich die Applikation des Placebos an die Kontrolltiere. Jeweils

nach erfolgten Immunisierungen erhöhten sich die Rektaltemperaturen der Versuchstiere signifikant gegenüber denen der Kontrolltiere (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$). An den Tagen 15, 16, 20 und 38 des Untersuchungszeitraumes lagen hingegen die Rektaltemperaturen der Kontrollgruppe signifikant höher als die der immunisierten Tiere (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$). Zu den übrigen Messzeitpunkten konnten in diesem Abschnitt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ermittelt werden.

Beide Gruppen wiesen keine signifikanten Unterschiede zwischen den morgens und nachmittags gemessenen Rektaltemperaturen auf.

2. Abschnitt: *post infectionem*

Der zweite Abschnitt beinhaltet die experimentelle Infizierung sowie den anschließenden Zeitraum bis zum Ende des Versuches. In diesem Abschnitt konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen immunisierten und nicht immunisierten Tieren gesichert werden. Bereits 6 Stunden *post infectionem* war jedoch in beiden Gruppen ein signifikanter Anstieg der mittleren Rektaltemperaturen zu erkennen ($39,9 \text{ }^\circ\text{C}$). Die höchsten Mittelwerte der Rektaltemperaturen wurden in beiden Gruppen 2 d *p.i.* ermittelt (Versuchstiere: $40,15 \pm 1,4 \text{ }^\circ\text{C}$; Kontrolltiere: $40,45 \pm 0,78 \text{ }^\circ\text{C}$). Diese Erhöhung der Rektaltemperatur gegenüber dem Abschnitt vor der Infizierung blieb in beiden Gruppen bis zum Ende des Versuches bestehen (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.1.5 Ruheatmungsfrequenzen

Auch die Ergebnisse der Ruheatmungsfrequenzen beider Gruppen lassen sich in zwei Abschnitte unterteilen. Der erste Abschnitt umfasst den Zeitabschnitt vom Tag 1 bis zum Tag 39 der Untersuchungen. Der zweite Abschnitt spiegelt den Zeitraum vom Tag der experimentellen Infizierung bis zum Ende des Versuches wider. Eine Übersicht über den Verlauf der Atmungsfrequenzen beider Gruppen gibt Abbildung 3.

1. Abschnitt: *ante infectionem*

In diesem Zeitraum konnten an den Tagen 29, 31, 34, 36 und 37 des Versuches signifikant erhöhte Atmungsfrequenzen in der Versuchsgruppe gegenüber den Kontrolltieren festgestellt werden (Kruskal Wallis Test, $p \leq 0,05$). Die anderen Messzeitpunkte in diesem Abschnitt wiesen keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen auf.

2. Abschnitt: *post infectionem*

Der Verlauf der Mittelwerte der Atmungsfrequenzen des zweiten Abschnitts beinhaltet einen Wert morgens vor der Infizierung, sowie Werte 3, 6 und 12 h nach der ersten Infizierung und weiterhin täglich 2 Werte bis zum Ende des Versuches (5 d *p.i.*). Bereits 3 h *p.i.* war eine signifikante Erhöhung der Atmungsfrequenzen beider Gruppen zu erkennen. Die Atmungsfrequenzen beider Gruppen blieben bis zum Ende der Untersuchungen signifikant gegenüber dem Zeitabschnitt *ante infectionem* erhöht (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$). Zwischen den Gruppen konnte statistisch kein signifikanter Unterschied gesichert werden.

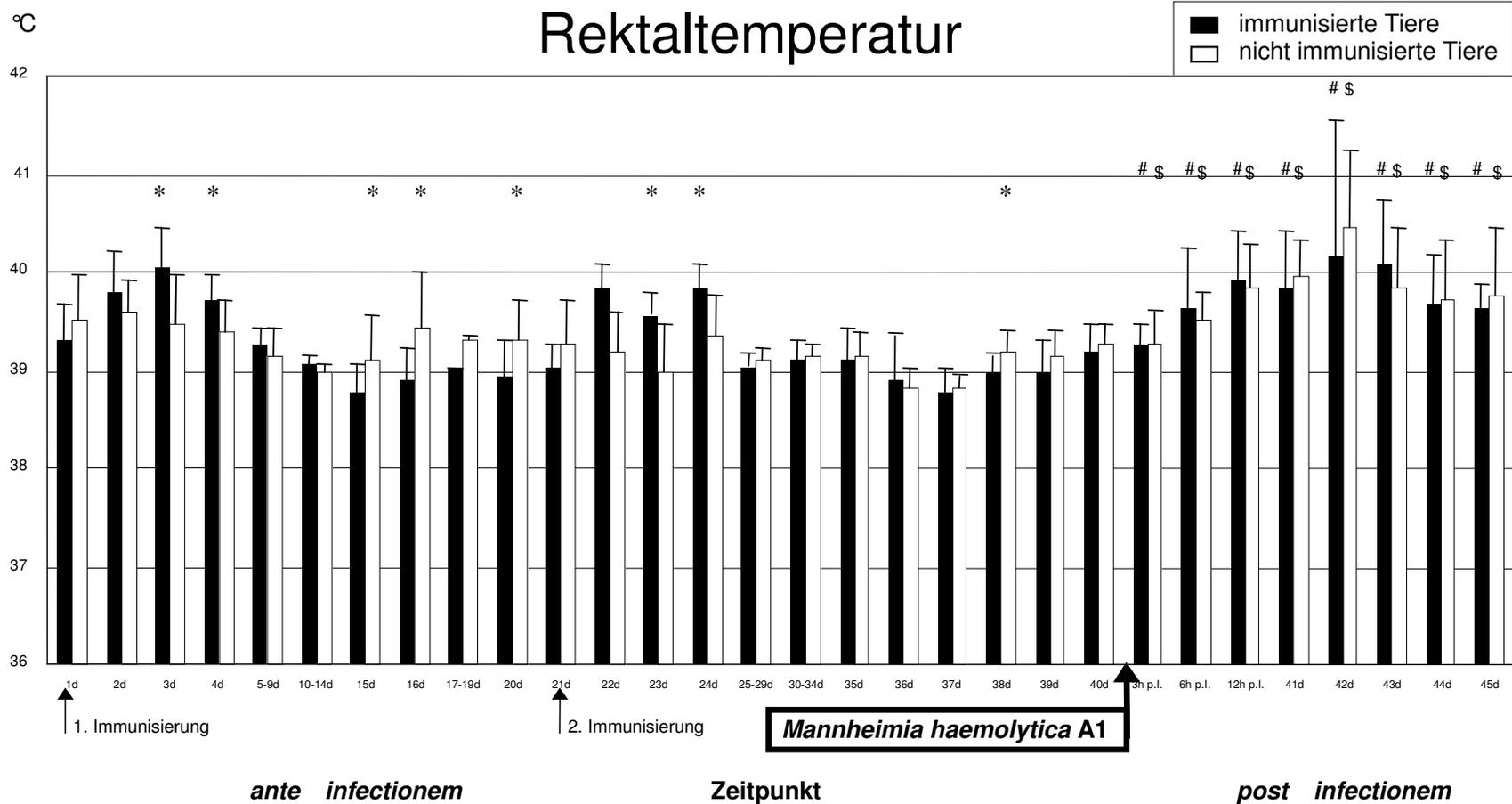


Abbildung 2: Mittelwerte + Standardabweichungen der Rektaltemperaturen von immunisierten und nicht immunisierten Tieren

Erläuterungen zu Abb. 2:

Tiere: n = 20 (bis +12 h p.i.); n = 16 (1 d p.i.); n = 14 (2 d p. i. - 5 d p.i.)

\$ = signifikanter Unterschied innerhalb der nicht immunisierten Gruppe im Vergleich zum Zeitraum a.i. (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

= signifikanter Unterschied innerhalb der immunisierten Gruppe im Vergleich zum Zeitraum a.i. (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

* = signifikanter Unterschied zwischen immunisierter und nicht immunisierter Gruppe zu einem Zeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$)

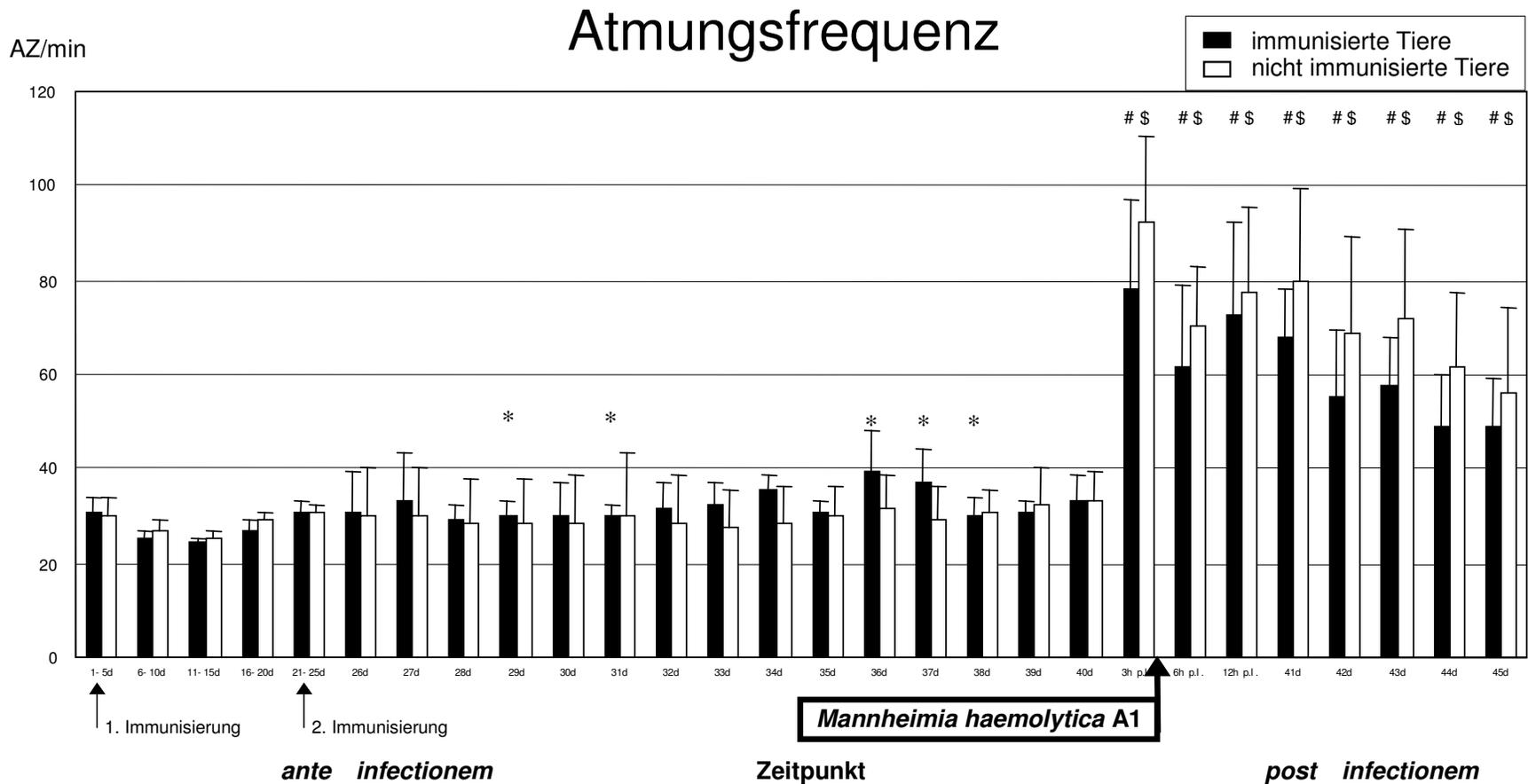


Abbildung 3: Mittelwerte und Standardabweichungen der Atmungsfrequenzen von immunisierten und nicht immunisierten Tieren

Erläuterungen zu Abb. 3:

Tiere: n = 20 (bis +12 h p.i.); n = 16 (1 d p.i.); n = 14 (2 d p.i. - 5 d p.i.)

\$ = signifikanter Unterschied innerhalb der nicht immunisierten Gruppe im Vergleich zum Zeitraum a.i. (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05)

= signifikanter Unterschied innerhalb der immunisierten Gruppe im Vergleich zum Zeitraum a.i. (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05)

* = signifikanter Unterschied zwischen immunisierter und nicht immunisierter Gruppe zu einem Zeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test, p ≤ 0,05)

4.2 Im venösen Blut untersuchte Parameter einer akuten Entzündung

4.2.1 Rotes Blutbild

4.2.1.1 Gesamtzahl der Erythrozyten im venösen Blut

Beide Gruppen zeigten in den Mittelwerten der Gesamterythrozytenzahlen über den gesamten Zeitraum der Untersuchungen einen nahezu parallelen Verlauf, wobei die Mittelwerte der immunisierten Tiere zu jedem Untersuchungszeitpunkt unterhalb von denen der nicht immunisierten Gruppe lagen (Abbildung 4).

Zwischen beiden Gruppen konnte ein signifikanter Unterschied zum Messzeitpunkt 3 (1 Wo *a.i.*) ermittelt werden (Abbildung 4). Die Ergebnisse der statistischen Untersuchungen innerhalb der Gruppen sind in Tabelle 11 zusammengefasst. Zu den Untersuchungszeitpunkten 3, 4 und 5 d *p.i.* waren verminderte Erythrozytenzahlen gegenüber den *ante infectionem* ermittelten Werten zu beobachten. Dies konnte jedoch bei Betrachtung der Werte aller Tiere nur zum Zeitpunkt 5 d *p.i.* gegenüber den *a.i.* ermittelten Werten statistisch gesichert werden.

4.2.1.2 Hämoglobinkonzentration im venösen Blut (Hb)

Wie in Abbildung 5 dargestellt wies die nicht immunisierte gegenüber der immunisierten Gruppe zu den Messzeitpunkten 2 und 3 (2 und 1 Wo *a.i.*) signifikant höhere Hämoglobinkonzentrationen auf. Wie weiterhin aus Abbildung 5 ersichtlich, war es in beiden Gruppen zu den Zeitpunkten 3, 4, und 5 d *p.i.* zum Abfall der Hämoglobinkonzentrationen gegenüber *ante infectionem* gemessenen Werten gekommen, was sich jedoch innerhalb jeder Gruppe nicht statistisch sichern ließ. Im Gegensatz hierzu konnte bei der Betrachtung der Hämoglobinkonzentration aller Tiere eine signifikante Verminderung gegenüber *ante infectionem* beobachteten Werten 4 und 5 d *p.i.* nachgewiesen werden (Tabelle 12).

4.2.1.3 Hämatokrit im venösen Blut (Hct)

Die Mittelwerte der nicht immunisierten Tiere lagen – wie bei den zuvor beschriebenen Parametern (RBC, Hb) - stets über denen der immunisierten Kälber. Die zeitlichen Verläufe der Mittelwerte beider Gruppen sind in Abbildung 6 dargestellt. Signifikant höhere Mittelwerte der nicht immunisierten Tiere gegenüber den immunisierten Kälbern wurden zu den Messzeitpunkten 2 und 3 (2 und 1 Wo *a.i.*) gefunden. Ein in beiden Gruppen zu den letzten drei Untersuchungszeitpunkten (3, 4 und 5 d *p.i.*) zu beobachtender Abfall des Hct-Wertes gegenüber den *ante infectionem* ermittelten Werten (Abbildung 6), konnte innerhalb der Gruppen statistisch nicht gesichert werden. Im Gegensatz hierzu war bei der statistischen Beurteilung des Hct aller Tiere 5 Tage *post infectionem* eine signifikante Verminderung im Vergleich zu *ante infectionem* vorliegenden Daten nachweisbar (Tabelle 13).

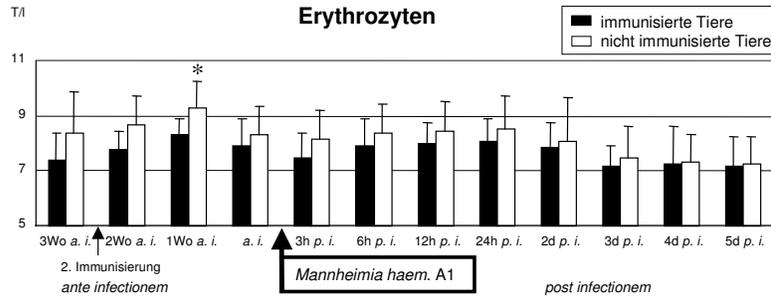


Abbildung 4:
Erythrozytenzahl im venösen Blut (+ s)

Erläuterung zu Abb. 4:

* = signifikanter Unterschied zwischen immunisierter und nicht immunisierter Gruppe zu einem Zeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$)

Tabelle 11: Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen der Verläufe der Mittelwerte der Erythrozytenzahlen innerhalb der Gruppen und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 4)

	ante infectionem				post infectionem							
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)				
immunisierte Tiere	a	ab	b	ab	ab	ab	ab	ab	ab	a	a	a
nicht imm. Tiere	bcde	de	e	abcde	abcd	bcde	cde	cde	abcd	abc	ab	a
alle Tiere	bc	cd	d	c	abc	cd	cd	cd	bc	ab	ab	a

Erläuterungen zu Tab. 11:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

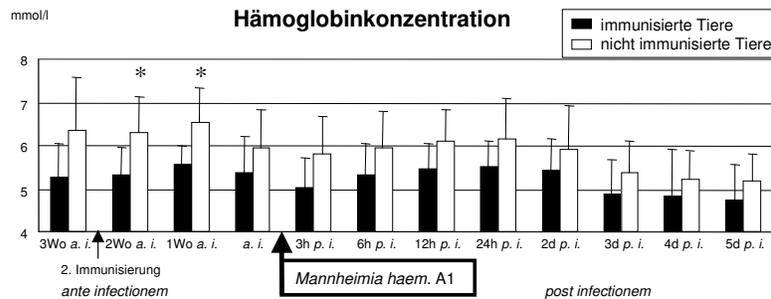


Abbildung 5:
Hämoglobinkonzentration im venösen Blut (+ s)

Erläuterung zu Abb. 5:

* = signifikanter Unterschied zwischen immunisierter und nicht immunisierter Gruppe zu einem Zeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$)

Tabelle 12: Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen der Verläufe der Mittelwerte der Hämoglobinkonzentrationen innerhalb der Gruppen und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 5)

	ante infectionem				post infectionem							
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)				
immunisierte Tiere	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
nicht imm. Tiere	c	c	c	abc	abc	abc	bc	bc	abc	ab	a	a
alle Tiere	cd	cd	d	bcd	abc	bcd	cd	cd	cd	ab	a	a

Erläuterungen zu Tab. 12:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

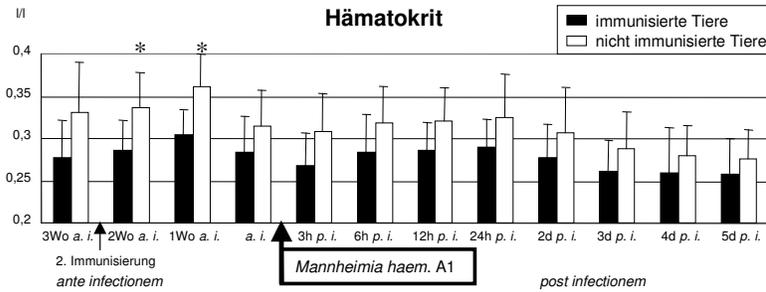


Abbildung 6:
Hämatokrit im venösen Blut
(+ s)

Erläuterung zu Abb. 6:

* = signifikanter Unterschied zwischen immunisierter und nicht immunisierter Gruppe zu einem Zeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$)

Tabelle 13: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte des Hämatokrits innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 6)

	<i>ante infectionem</i>				<i>post infectionem</i>							
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	<i>a.i.</i>	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)
immunisierte Tiere	ab	ab	b	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	ab	a
nicht imm. Tiere	cde	de	e	abcd	abcd	abcd	bcd	cde	abcd	abc	ab	a
alle Tiere	cd	de	e	bcd	abcd	abcd	bcd	cde	abcd	abc	ab	a

Erläuterungen zu Tab. 13:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.2.1.4 Mittleres Erythrozytenvolumen (MCV)

Die nicht immunisierten Tiere wiesen ab dem 2. Messzeitpunkt (2 Wo a.i.) bis zum Abschluss unserer Untersuchungen (5 d p.i.) zu jedem Zeitpunkt einen signifikant höheren Wert des MCV gegenüber den immunisierten Tieren auf (Abbildung 7). Die Ergebnisse der statistischen Auswertung der Mittelwerte des MCV zu den einzelnen Messzeitpunkten innerhalb der Gruppen sowie aller Tiere gemeinsam sind in Tabelle 14 abgebildet. Statistisch signifikante Einflüsse der experimentellen Infizierung auf das MCV konnten zu keinem Zeitpunkt nachgewiesen werden.

4.2.1.5 Mittlerer Hämoglobingehalt des Einzelerythrozyten (MCH)

Die statistische Analyse dieses Parameters ergab zu den Zeitpunkten 1 und 3 bis 12 (3 Wo a.i. und 1 Wo a.i. bis 5 d p.i.) signifikant höhere Werte der nicht immunisierten gegenüber der immunisierten Gruppe (Abbildung 8).

Es konnte kein signifikanter Einfluss der experimentellen Infizierung auf den MCH nachgewiesen werden (Tabelle 15).

4.2.1.6 Mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC)

Signifikante Unterschiede zwischen immunisierten und nicht immunisierten Tieren konnten für diesen Parameter zu keinem Messzeitpunkt nachgewiesen werden. Der zeitliche Verlauf der Mittelwerte des MCHC beider Gruppen ist in Abbildung 9 (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$) dargestellt.

Wie aus Tabelle 16 ersichtlich, war kein signifikanter Einfluss der *Mannheimia haem.*-A1-Infektion auf den MCHC zu beobachten.

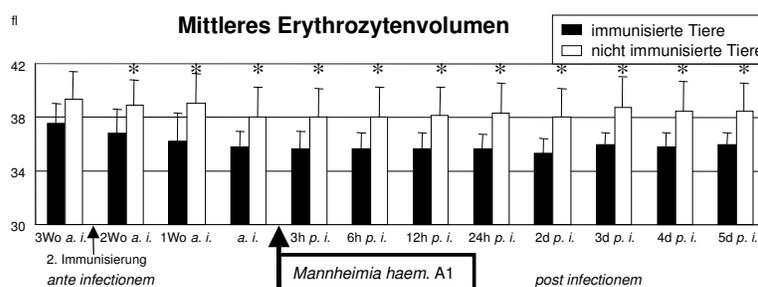


Abbildung 7:
Mittleres Erythrozytenvolumen im venösen Blut (+ s)

Erläuterung zu Abb. 7:

* = signifikanter Unterschied zwischen immunisierter und nicht immunisierter Gruppe zu einem Zeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$)

Tabelle 14: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte des mittleren Erythrozytenvolumens innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 7)

	ante infectionem				post infectionem								
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d	
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)					
immunisierte Tiere	c	bc	ab	a	ab	ab	ab						
nicht imm. Tiere	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
alle Tiere	b	ab	ab	a	a	a	a	a	a	a	ab	ab	ab

Erläuterungen zu Tab. 14:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

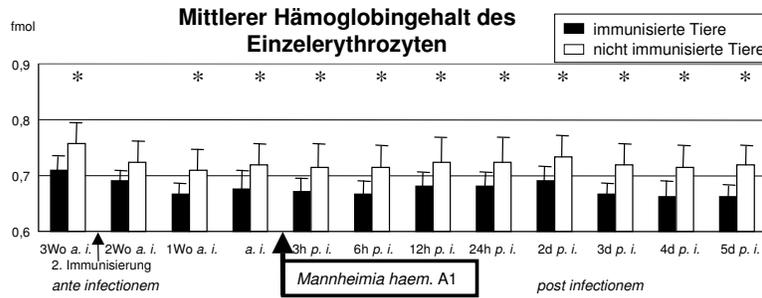


Abbildung 8:
Mittlerer Hämoglobingehalt
des Einzelerythrozyten im
venösen Blut (+ s)

Erläuterung zu Abb. 8:

* = signifikanter Unterschied
zwischen immunisierter und
nicht immunisierter Gruppe zu
einem Zeitpunkt
(Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$)

Tabelle 15: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte des mittleren Hämoglobingehaltes des Einzelerythrozyten innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 8)

	ante infectionem				post infectionem							
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)				
immunisierte Tiere	c	abc	ab	ab	ab	ab	ab	ab	bc	ab	ab	a
nicht imm. Tiere	b	ab	a	a	a	a	ab	ab	ab	ab	a	ab
alle Tiere	c	ab	a	ab	ab	ab	ab	ab	bc	ab	ab	ab

Erläuterungen zu Tab. 15:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

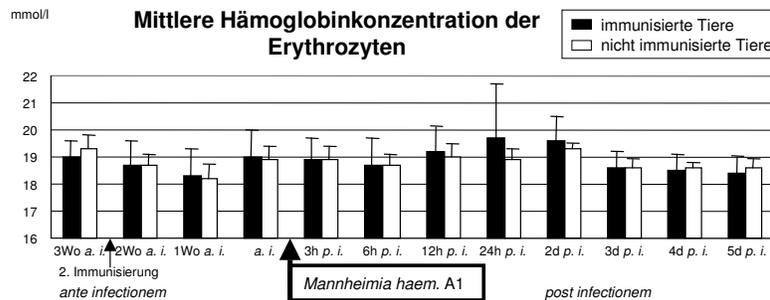


Abbildung 9:
Mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten im venösen Blut (+ s)

Tabelle 16: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte der mittleren Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 9)

	ante infectionem				post infectionem							
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)				
immunisierte Tiere	ab	b	a	ab	ab	ab						
nicht imm. Tiere	c	b	a	bc	bc	b	bc	bc	c	ab	ab	b
alle Tiere	bc	abc	a	abc	abc	abc	abc	c	ab	abc	abc	abc

Erläuterungen zu Tab. 16:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.2.2 Thrombozyten

Zwischen den Gruppen konnte zu keinem Zeitpunkt ein signifikanter Unterschied in den Thrombozytenzahlen gesichert werden (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$). Das Verhalten der Mittelwerte der Thrombozytenanzahl während des Untersuchungszeitraumes gibt Abbildung 10 wieder.

Signifikante Einflüsse der experimentellen Infizierung auf die Thrombozytenanzahl waren zu keinem Zeitpunkt nachweisbar (Tabelle 17).

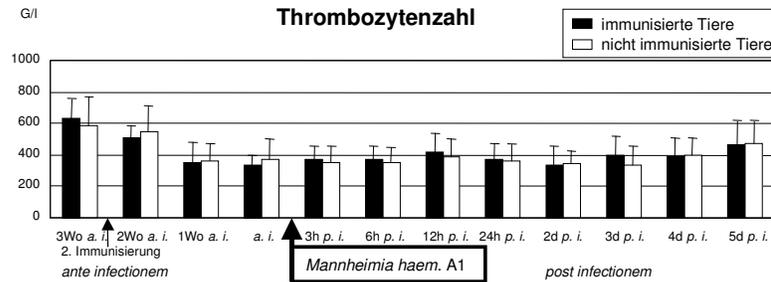


Abbildung 10:
Thrombozytenzahl im venösen Blut (+ s)

Tabelle 17: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte der Thrombozytenzahl innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 10)

	<i>ante infectionem</i>				<i>post infectionem</i>							
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	a. i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)
immunisierte Tiere	d	c	ab	a	ab	ab	abc	ab	ab	abc	abc	bc
nicht imm. Tiere	c	c	ab	ab	a	a	ab	ab	ab	a	ab	bc
alle Tiere	d	c	ab	a	ab	ab	abc	ab	ab	abc	abc	bc

Erläuterungen zu Tab. 17:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.2.3 Leukozyten

4.2.3.1 Gesamtanzahl der Leukozyten

Die statistische Analyse der ermittelten Leukozytenzahlen ergab zu keinem Zeitpunkt einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen. Die Leukozytenzahlen beider Gruppen zu den Messzeitpunkten widerspiegelt Abbildung 11. Signifikante Änderungen der Leukozytenzahlen im Verlauf der Untersuchungen innerhalb der Gruppen sowie aller Tiere zusammengefasst sind in Tabelle 18 dargestellt. Signifikante Anstiege der Leukozyten innerhalb der Gruppe der immunisierten Kälber und aller Tiere gemeinsam konnte für die Messzeitpunkte 12 und 24 Stunden *post infectionem* statistisch gesichert werden. In der nicht immunisierten Gruppe konnte eine signifikante Erhöhung der Leukozytenzahl nur zum Zeitpunkt 7 (12 h *p.i.*) im Vergleich zu *ante infectionem* ermittelten Werten nachgewiesen werden.

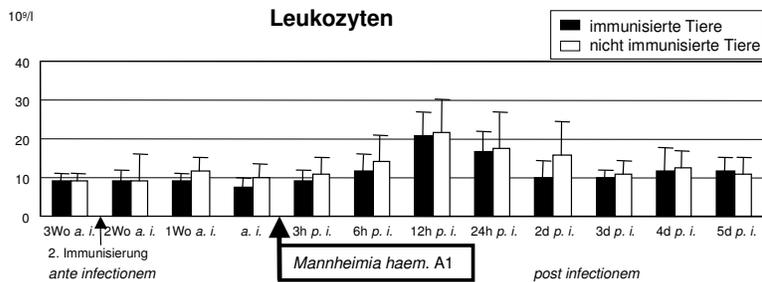


Abbildung 11:
Leukozytenzahl im venösen
Blut (+ s)

Tabelle 18: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte der Leukozytenzahl innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 11)

	<i>ante infectionem</i>				<i>post infectionem</i>							
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	<i>a.i.</i>	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)
immunisierte Tiere	a	a	a	a	a	a	c	bc	a	a	ab	ab
nicht imm. Tiere	a	a	ab	a	a	ab	c	bc	abc	ab	ab	ab
alle Tiere	a	a	a	a	a	a	c	bc	ab	a	a	a

Erläuterungen zu Tab. 18:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.2.3.2 Segmentkernige neutrophile Granulozyten

Die statistische Auswertung der ermittelten Anzahlen an segmentkernigen neutrophilen Granulozyten ergab zum Messzeitpunkt 4 (*a.i.*) für die nicht immunisierten Tiere signifikant höhere Werte gegenüber den immunisierten Kälbern (Abbildung 12). Die Ergebnisse der statistischen Auswertung innerhalb der Gruppen sind in Tabelle 19 dargestellt. Im Vergleich zu *ante infectionem* ermittelten Werten wiesen die immunisierten Tiere zu den Zeitpunkten 12 und 24 Stunden *post infectionem* statistisch signifikante Erhöhungen der Zahl der segmentkernigen neutrophilen Granulozyten auf. Das gleiche Ergebnis wurde auch bei der Zusammenfassung beider Gruppen gefunden. In der Gruppe der nicht immunisierten Kälber konnte lediglich zum Zeitpunkt 12 Stunden *post infectionem* ein signifikanter Anstieg dieses Parameters gegenüber *ante infectionem* vorliegenden Daten nachgewiesen werden.

4.2.3.3 Stabkernige neutrophile Granulozyten

Die Analyse der Mittelwerte der stabkernigen neutrophilen Granulozyten erbrachte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (Abbildung 13; Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$). Die statistische Auswertung der Mittelwerte innerhalb der Gruppen sind in der Tabelle 20 abgebildet. Für die immunisierten Tiere konnten signifikante Erhöhungen der neutrophilen Granulozyten für die Zeitpunkte 12 und 24 Stunden *post infectionem* und in der Gruppe der nicht immunisierten Kälber für die Zeitpunkte 6 und 12 Stunden *post infectionem* gegenüber den Werten *ante infectionem* beobachtet werden. Die statistische Auswertung der Gesamtheit der untersuchten Kälber bezüglich dieses Parameters ergab signifikant erhöhte Werte für die Untersuchungszeitpunkte 6, 12 und 24 Stunden *post infectionem*.

4.2.3.4 Eosinophile Granulozyten

Zum Messzeitpunkt 11 (4 d *p.i.*) war die Anzahl an eosinophilen Granulozyten in der nicht immunisierten Gruppe signifikant höher als in der immunisierten Gruppe (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$). Einen Überblick über das Verhalten der Mittelwerte dieses Untersuchungsparameters gibt Abbildung 14.

In Tabelle 21 ist die statistische Auswertung zwischen den Messzeitpunkten innerhalb der Gruppen dargestellt. Ein signifikanter Einfluss der experimentellen Infizierung auf die Anzahl an eosinophilen Granulozyten konnte nicht gefunden werden.

4.2.3.5 Basophile Granulozyten

Basophile Granulozyten konnten in der immunisierten Gruppe nur zu 2 und in der nicht immunisierten Gruppe nur zu 5 Messzeitpunkten nachgewiesen werden.

Zwischen immunisierter und nicht immunisierter Gruppe konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Abbildung 15; Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$). Das Ergebnis der statistischen Analyse der Anzahlen basophiler Granulozyten zu den Messzeitpunkten innerhalb der Gruppen ist in Tabelle 22 dargestellt. Ein signifikanter Einfluss der experimentellen Infizierung war nicht nachweisbar.

109/1

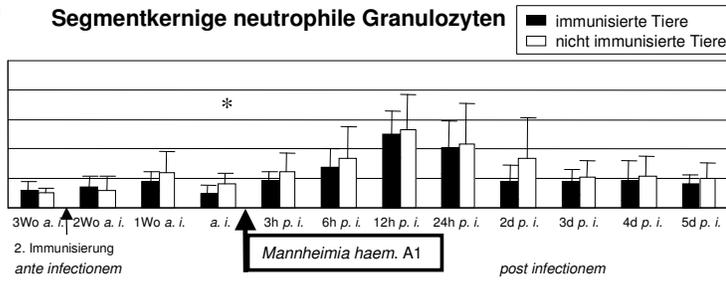


Abbildung 12:
Anzahl segmentkerniger neutrophiler Granulozyten im venösen Blut (+ s)

Erläuterung zu Abb. 12:

* = signifikanter Unterschied zwischen immunisierter und nicht immunisierter Gruppe zu einem Zeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$)

Tabelle 19: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte der Anzahl der segmentkernigen neutrophilen Granulozyten innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 12)

	ante infectionem				post infectionem							
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)
immunisierte Tiere	a	ab	ab	a	ab	bc	d	cd	ab	ab	ab	ab
nicht imm. Tiere	a	ab	abcd	abc	abcd	cde	e	de	bcde	abc	abcd	abc
alle Tiere	a	ab	abc	ab	abc	cd	e	de	bc	abc	abc	abc

Erläuterungen zu Tab. 19:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

109/1

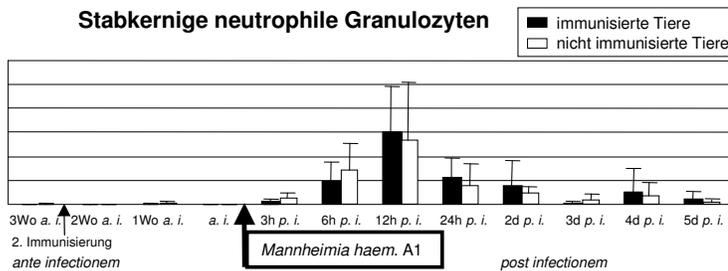


Abbildung 13:
Anzahl stabkerniger neutrophiler Granulozyten im venösen Blut (+ s)

Tabelle 20: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte der Anzahl der stabkernigen neutrophilen Granulozyten innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 13)

	ante infectionem				post infectionem							
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)
immunisierte Tiere	a	a	a	a	ab	ab	c	b	ab	ab	ab	ab
nicht imm. Tiere	a	a	a	a	a	b	c	ab	ab	a	ab	a
alle Tiere	a	a	a	a	a	c	d	bc	abc	a	ab	a

Erläuterungen zu Tab. 20:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

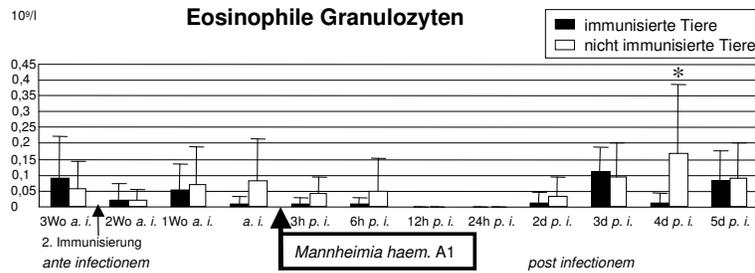


Abbildung 14:
Anzahl eosinophiler Granulozyten im venösen Blut (+ s)

Erläuterung zu Abb. 14:

* = signifikanter Unterschied zwischen immunisierter und nicht immunisierter Gruppe zu einem Zeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$)

Tabelle 21: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte der Anzahl der eosinophilen Granulozyten innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 14)

	ante infectionem				post infectionem							
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)				
immunisierte Tiere	c	ab	abc	a	a	a	a	a	a	c	ab	bc
nicht imm. Tiere	a	a	ab	ab	a	a	a	a	a	ab	b	ab
alle Tiere	bcd	ab	bcd	abcd	abc	abc	a	a	abc	d	d	cd

Erläuterungen zu Tab. 21:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

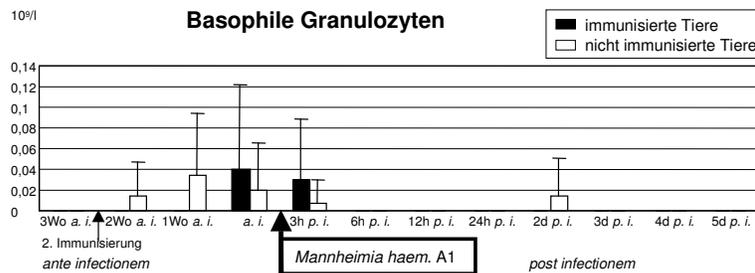


Abbildung 15:
Anzahl basophiler Granulozyten im venösen Blut (+ s)

Tabelle 22: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte der Anzahl der basophilen Granulozyten innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 15)

	ante infectionem				post infectionem							
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)				
immunisierte Tiere	a	a	a	b	ab	a	a	a	a	a	a	a
nicht imm. Tiere	a	ab	b	ab	a	a	a	a	ab	a	a	a
alle Tiere	a	ab	bc	c	abc	a	a	a	ab	ab	ab	ab

Erläuterungen zu Tab. 22:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.2.3.6 Monozyten

Signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen konnten zu keinem Zeitpunkt der Untersuchungen gesichert werden (Abbildung 16; Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$).

Innerhalb der Gruppen kam es 12 Stunden *post infectionem* zur signifikanten Erhöhung der Monozytenzahlen im peripheren Blut (Tabelle 23). Weiterhin konnten bei der gemeinsamen Betrachtung beider Gruppen signifikant erhöhte Werte gegenüber *ante infectionem* gewonnenen Daten für die Zeitpunkte 12 und 24 Stunden *post infectionem* beobachtet werden.

4.2.3.7 Lymphozyten

Zwischen immunisierter und nicht immunisierter Gruppe waren zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede nachweisbar. Die Mittelwerte der Lymphozyten beider Gruppen zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten sind in Abbildung 17 dargestellt. Wie Tabelle 24 widerspiegelt, zeigen die immunisierten Tiere zum Zeitpunkt 6 h *p.i.* und die nicht immunisierten Kälber zu den Zeitpunkten 3 und 6 h *p.i.* verminderte Lymphozytenzahlen, was sich jedoch statistisch nicht sichern ließ. Auch in der zusammenfassenden Betrachtung aller Tiere konnten zu zwei Zeitpunkten (6 und 12 h *p.i.*) verminderte Lymphozytenzahlen beobachtet werden, welche sich jedoch auch nicht statistisch absichern ließen.

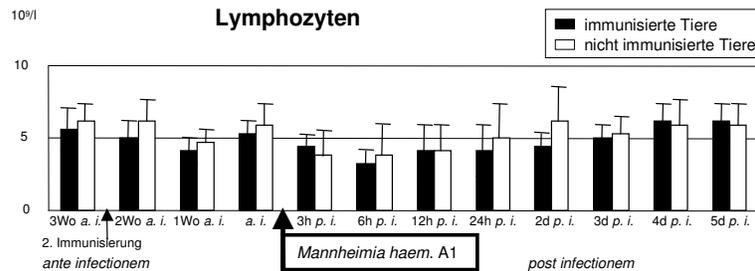


Abbildung 16:
Anzahl der Monozyten im venösen Blut (+ s)

Tabelle 23: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte der Anzahl der Monozyten innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 16)

	<i>ante infectionem</i>				<i>post infectionem</i>							
	3 Wo n = 20 (9/11)	2 Wo n = 19 (8/11)	1 Wo n = 19 (8/11)	a.i. n = 20 (9/11)	3 h n = 20 (9/11)	6 h n = 20 (9/11)	12 h n = 20 (9/11)	24 h n = 20 (9/11)	2 d n = 16 (8/8)	3 d n = 14 (6/8)	4 d n = 14 (6/8)	5 d n = 14 (6/8)
immunisierte Tiere	a	ab	ab	a	a	a	c	bc	ab	a	a	a
nicht imm. Tiere	a	a	bc	a	ab	ab	d	cd	ab	a	a	a
alle Tiere	a	ab	b	a	ab	ab	c	c	ab	a	a	a

Erläuterungen zu Tab. 23:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

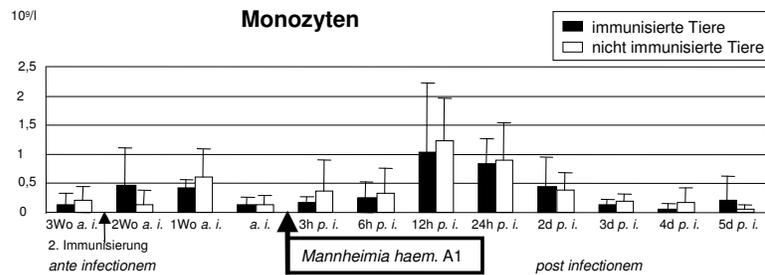


Abbildung 17:
Anzahl der Lymphozyten im venösen Blut (+ s)

Tabelle 24: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte der Anzahl der Lymphozyten innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 17)

	<i>ante infectionem</i>				<i>post infectionem</i>							
	3 Wo	2 Wo	1 Wo	<i>a.i.</i>	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
	n = 20 (9/11)	n = 19 (8/11)	n = 19 (8/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 20 (9/11)	n = 16 (8/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)	n = 14 (6/8)
immunisierte Tiere	de	bcde	abc	cde	bcd	a	abc	bcd	bcd	bcde	e	e
nicht imm. Tiere	b	b	ab	b	a	a	a	ab	b	ab	b	b
alle Tiere	f	f	abcd	ef	abc	a	ab	bcde	def	cdef	f	f

Erläuterungen zu Tab. 24:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.2.4 Akute-Phase-Proteine

4.2.4.1 Haptoglobinkonzentration im peripheren Blut

Signifikante Unterschiede der Haptoglobinkonzentrationen zwischen beiden Gruppen konnten nicht ermittelt werden (Abbildung 18; Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$).

Während des Untersuchungszeitraumes konnten in beiden Gruppen (einzeln betrachtet und zusammengefasst) zu den Messzeitpunkten 8 - 11 (24 h – 4 d *p.i.*) signifikant erhöhte Haptoglobinkonzentrationen als Folge der experimentellen Infizierung gemessen werden (Tabelle 25). Da die Messwerte innerhalb der Gruppen nicht normalverteilt waren, sind die Untersuchungsergebnisse als Medianwerte und Spannweite (Differenz zwischen Minimum und Maximum) dargestellt.

4.2.4.2 Fibrinogenkonzentration im peripheren Blut

Die immunisierten Tiere wiesen zum Messzeitpunkt 2 (2 Wo *a.i.*) eine signifikant höhere Fibrinogenkonzentration gegenüber den nicht immunisierten Tieren auf (Abbildung 19). Die Messwerte innerhalb der Gruppen unterlagen nicht einer Normalverteilung und sind deshalb als Medianwerte und Spannweite dargestellt.

Das statistische Verhalten der Werte der Fibrinogenkonzentration während des Untersuchungszeitraumes widerspiegelt Tabelle 26. Hier war auffällig, dass die immunisierten Tiere 2 Wochen *ante infectionem* einen signifikanten Anstieg der Fibrinogenkonzentration aufwiesen. Da dies als ein Effekt der Immunisierung zu werten ist, wurden zur Beurteilung des Einflusses der experimentellen Infizierung auf die Fibrinogenkonzentration für beide Gruppen nur die letzten beiden Ergebnisse vor der Infizierung (1 Wo *a.i.* und *a.i.*) als Basiswerte herangezogen. Die statistische Analyse ergab signifikante Erhöhungen der Fibrinogenkonzentration bei den immunisierten Tieren zu den Zeitpunkten 3, 4 und 5 Tage *post infectionem* und bei den nicht immunisierten Kälbern zum Zeitpunkt 10 (3 d *p.i.*) im Vergleich zu den Ausgangswerten. Die zusammengefassten Werte beider Gruppen wiesen zu den Zeitpunkten 2 – 5 Tage *post infectionem* signifikante Anstiege auf.

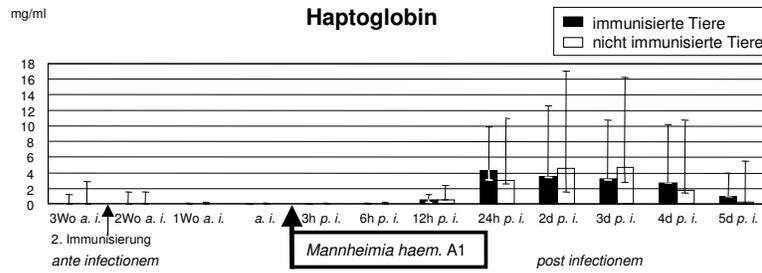


Abbildung 18:
Haptoglobinkonzentration im venösen Blut (Medianwert und Spannweite)

Tabelle 25: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte der Haptoglobinkonzentrationen innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 18)

	<i>ante infectionem</i>				<i>post infectionem</i>							
	3 Wo n = 20 (9/11)	2 Wo n = 19 (8/11)	1 Wo n = 19 (8/11)	a.i. n = 20 (9/11)	3 h n = 20 (9/11)	6 h n = 20 (9/11)	12 h n = 20 (9/11)	24 h n = 20 (9/11)	2 d n = 16 (8/8)	3 d n = 14 (6/8)	4 d n = 14 (6/8)	5 d n = 14 (6/8)
immunisierte Tiere	a	a	a	a	a	a	a	c	c	bc	bc	ab
nicht imm. Tiere	a	a	a	a	a	a	ab	cd	e	de	bc	ab
alle Tiere	a	a	a	a	a	a	a	b	c	bc	b	a

Erläuterungen zu Tab. 25:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

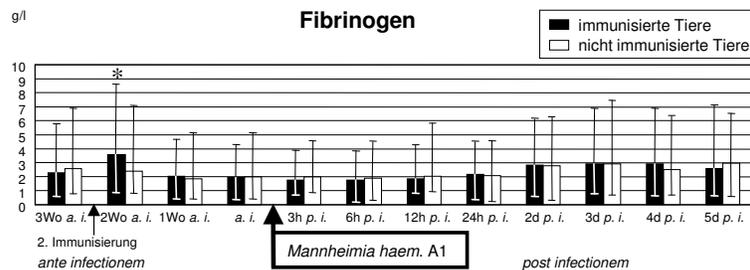


Abbildung 19:
Fibrinogenkonzentration im venösen Blut (Medianwert und Spannweite)

Erläuterung zu Abb. 19:

* = signifikanter Unterschied zwischen immunisierter und nicht immunisierter Gruppe zu einem Zeitpunkt (Kruskal-Wallis-Test, $p \leq 0,05$)

Tabelle 26: Ergebnisse der statistischen Auswertung der im Versuchszeitraum gewonnenen Mittelwerte Fibrinogenkonzentrationen innerhalb jeder Gruppe und beider Gruppen zusammengefasst (Ergänzung zu Abb. 19)

	<i>ante infectionem</i>				<i>post infectionem</i>							
	3 Wo n = 20 (9/11)	2 Wo n = 19 (8/11)	1 Wo n = 19 (8/11)	a.i. n = 20 (9/11)	3 h n = 20 (9/11)	6 h n = 20 (9/11)	12 h n = 20 (9/11)	24 h n = 20 (9/11)	2 d n = 16 (8/8)	3 d n = 14 (6/8)	4 d n = 14 (6/8)	5 d n = 14 (6/8)
immunisierte Tiere	bcd	e	abc	ab	a	a	a	ab	cd	d	d	d
nicht imm. Tiere	bcd	abcd	ab	abc	a	a	abc	ab	bcd	d	abcd	cd
alle Tiere	bc	d	ab	a	a	a	a	a	cd	cd	cd	cd

Erläuterungen zu Tab. 26:

n = Anzahl der Tiere (immunisiert / nicht immunisiert)

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.3 Ventilation und Atmungsmechanik

In die Auswertung wurden zwei Messzeitpunkte vor (14 d und 7 d *a.i.*) und zwei nach (3 d und 4 d *p.i.*) der experimentellen Infizierung mit *Mannheimia haem.* A1 einbezogen. Da keine relevanten Unterschiede zwischen immunisierten und nicht immunisierten Tieren bestanden, wurden die Daten von beiden Gruppen zusammengefasst, um den Einfluss der experimentellen Infizierung mit *Mannheimia haem.* A1 auf Ventilation und Atmungsmechanik zu dokumentieren.

4.3.1 Kenngrößen der Ventilation

Parallel zur Impulsoszillogresistometrie wurden mittels Pneumotachograph die Atemfrequenz (AF-IO) und das Atemzugvolumen (V_T) gemessen. Das Atemminutenvolumen (V_{min}), das Atemzugvolumen je kg Körpermasse (V_T/kg) und das Atemminutenvolumen je kg Körpermasse (V_{min}/kg) wurden errechnet. Die numerischen Daten für diese Parameter sind in Tabelle 27 dargestellt.

Tabelle 27: Kenngrößen der Ventilation

	2 Wo <i>a.i.</i>		1 Wo <i>a.i.</i>		3 d <i>p.i.</i>		4 d <i>p.i.</i>	
	n = 20		n = 20		n = 13		n = 13	
	MI	SD	MI	SD	MI	SD	MI	SD
AF-IO (AZ/min)	33,4 ^a	7,9	33,1 ^a	6,3	55,7 ^b	14,7	51,5 ^b	15,8
V_T (l)	0,415 ^b	0,115	0,427 ^b	0,098	0,230 ^a	0,127	0,257 ^a	0,145
V_T/kg (ml/kg)	7,58 ^b	2,11	7,14 ^b	1,75	3,56 ^a	1,93	3,96 ^a	2,17
V_{min} (l)	13,023 ^b	1,610	13,556 ^b	1,647	11,190 ^a	2,405	11,394 ^a	2,460
V_{min}/kg (l/kg)	0,239 ^b	0,029	0,227 ^b	0,028	0,174 ^a	0,036	0,176 ^a	0,033

Erläuterungen zu Tab. 27:

n = Anzahl der Tiere, MI = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Reihe kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

Für alle Parameter konnten zu beiden Messzeitpunkten *post infectionem* signifikante Veränderungen gegenüber den *ante infectionem* erhobenen Daten ermittelt werden. Das Atemmuster war *post infectionem* durch flache (vermindertes Atemzugvolumen) und schnelle (erhöhte Atemfrequenz) Atemzüge gekennzeichnet. Interessanterweise gelang es den Tieren nicht, trotz einer im Mittelwert auf fast das Doppelte gesteigerten Atemfrequenz, das vor der experimentellen Infizierung vorliegende Atemminutenvolumen zu erreichen.

4.3.2 Kenngrößen der Atmungsmechanik

4.3.2.1 Parameter der spektralen Impedanz

Hierzu wurden Resistance (R) und Reactance (X) jeweils bei 3, 5, 10, 15 und 20 Hz gemessen und die Kohärenz zu den selben Frequenzen ermittelt. Die Werte der einzelnen Parameter sind den Tabellen A 1 bis A 3 dargestellt. Da nicht alle Werte einer Normalverteilung unterlagen, erfolgt die Darstellung nicht als Mittelwert und Standardabweichung, sondern in Form von Medianwerten, Maxima und Minima.

Während die Resistance bei 3 Hz am 3. Tag *p.i.* gegenüber dem 2 Wochen *a.i.* gemessenen Wert signifikant vermindert war (Tabelle A 1) konnten *post infectionem* mit dem Mann-Whitney (Wilcoxon) W Test ($p \leq 0,05$) bezüglich der Reactance für keinen Frequenzbereich signifikante Veränderungen im Vergleich zu *ante infectionem* ermittelten Werten nachgewiesen werden (Tabelle A 2).

Die Veränderungen von R und X zwischen dem letzten Zeitpunkt vor der Infizierung (1 Wo *a.i.*) und den Zeitpunkten 3 und 4 Tage *post infectionem* wurden separat betrachtet. Hierzu wurden die Zeitpunkte 3 und 4 (3 und 4 d *p.i.*) zusammengefasst und den Messwerten zum letzten Zeitpunkt vor der Infizierung (1 Wo *a.i.*) gegenübergestellt (Abbildung 20). In der graphischen Darstellung konnte ein Absinken der Mittelwerte von R und X in allen gemessenen Frequenzbereichen *post infectionem* beobachtet werden, jedoch waren weder mit dem Kruskal-Wallis-Test noch mit dem Mann-Whitney (Wilcoxon) W Test signifikante Unterschiede zwischen den Werten nachzuweisen.

Respiratorische Impedanz 1 Woche *a. i.* und 3 + 4 Tage *p.i.*

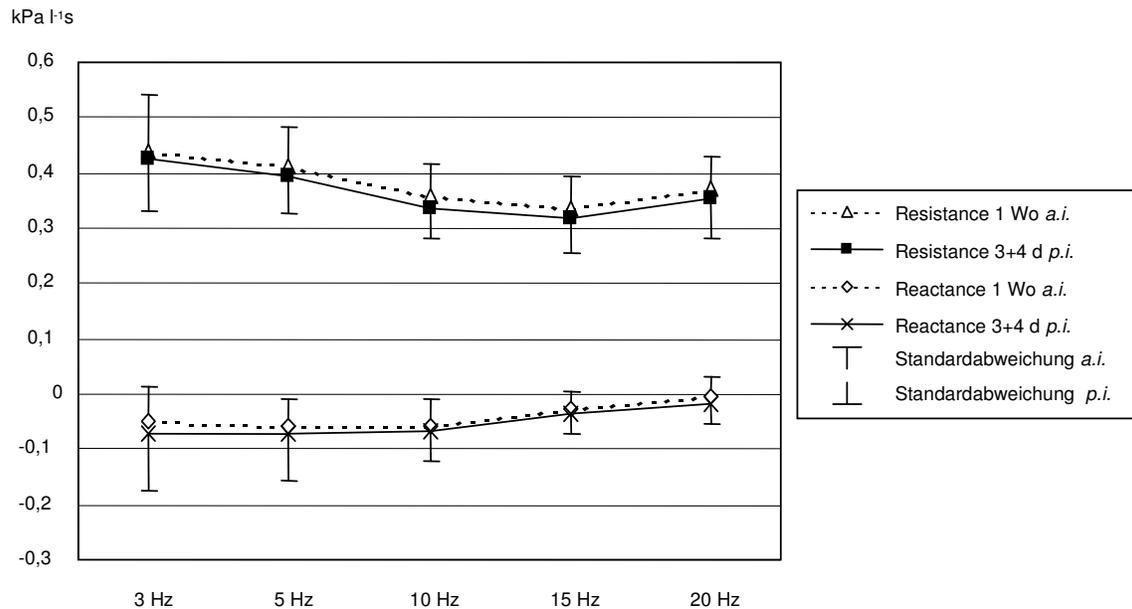


Abbildung 20: Resistance und Reactance 1 Woche *a.i.* und 3 + 4 Tage *p.i.* ($\pm s$) (Normalverteilung geprüft)

Die Kohärenzen für 3 und 5 Hz waren *post infectionem* zu beiden Messzeitpunkten signifikant gegenüber den *ante infectionem* gemessenen Werten vermindert (Tabelle A 3).

4.3.2.2 Parameter zur Beschreibung der Frequenzabhängigkeit der Resistance

Zusätzlich zu den absoluten Werten von R wurde die Frequenzabhängigkeit der spektralen Resistance durch die in Tabelle 28 abgebildeten Differenzen von R untersucht. Es konnten *post infectionem* keine signifikanten Änderungen der gebildeten Differenzen gegenüber den Werten *ante infectionem* (2 und 1 Wo *a.i.*) beobachtet werden (Tabelle 28).

Tabelle 28: Mittelwerte und Standardabweichungen von Parametern zur Beschreibung der Frequenzabhängigkeit der Resistance

	2 Wo <i>a.i.</i>		1 Wo <i>a.i.</i>		3 d <i>p.i.</i>		4 d <i>p.i.</i>	
	n = 20		n = 20		n = 13		n = 13	
	MI	SD	MI	SD	MI	SD	MI	SD
$R_{3\text{ Hz}} - R_{5\text{ Hz}}$ (kPa l ⁻¹ s)	0,048 ^b	0,033	0,030 ^a	0,038	0,025 ^{ab}	0,022	0,045 ^{ab}	0,059
$R_{3\text{ Hz}} - R_{10\text{ Hz}}$ (kPa l ⁻¹ s)	0,129 ^b	0,073	0,081 ^a	0,08	0,077 ^{ab}	0,05	0,105 ^{ab}	0,121
$R_{3\text{ Hz}} - R_{15\text{ Hz}}$ (kPa l ⁻¹ s)	0,149 ^b	0,085	0,104 ^a	0,092	0,100 ^{ab}	0,065	0,123 ^{ab}	0,125
$R_{5\text{ Hz}} - R_{10\text{ Hz}}$ (kPa l ⁻¹ s)	0,08 ^b	0,045	0,052 ^a	0,046	0,052 ^{ab}	0,034	0,059 ^{ab}	0,064
$R_{5\text{ Hz}} - R_{15\text{ Hz}}$ (kPa l ⁻¹ s)	0,102 ^b	0,057	0,075 ^a	0,059	0,075 ^{ab}	0,051	0,077 ^{ab}	0,068

Erläuterung zu Tab. 28:

n = Anzahl der Tiere, MI = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.3.2.3 Parameter zur Beschreibung der intra-individuellen Variabilität von Resistance (R) und Reactance (X)

Mittelwerte und Standardabweichungen der maximalen intra-individuellen Differenzen sind für die Resistance in Tabelle 29 und für die Reactance in Tabelle 30 dargestellt.

Die experimentelle Infizierung der Kälber mit *Mannheimia haem.* A1 hatte in keinem Frequenzbereich Einfluss auf die intra-individuelle Variabilität der Resistance.

Tabelle 29: Mittelwerte und Standardabweichungen der maximalen Differenzen der Resistance bei 3, 5, 10, 15 und 20 Hz

	2 Wo <i>a.i.</i>		1 Wo <i>a.i.</i>		3 d <i>p.i.</i>		4 d <i>p.i.</i>	
	n = 20		n = 20		n = 13		n = 13	
	MI	SD	MI	SD	MI	SD	MI	SD
Diff _{max} $R_{3\text{ Hz}}$ (kPa l ⁻¹ s)	0,06 ^a	0,037	0,074 ^a	0,045	0,069 ^a	0,026	0,066 ^a	0,036
Diff _{max} $R_{5\text{ Hz}}$ (kPa l ⁻¹ s)	0,05 ^a	0,035	0,057 ^a	0,027	0,044 ^a	0,023	0,054 ^a	0,034
Diff _{max} $R_{10\text{ Hz}}$ (kPa l ⁻¹ s)	0,032 ^a	0,026	0,049 ^b	0,023	0,036 ^{ab}	0,022	0,035 ^{ab}	0,015
Diff _{max} $R_{15\text{ Hz}}$ (kPa l ⁻¹ s)	0,036 ^a	0,025	0,057 ^a	0,032	0,033 ^a	0,02	0,096 ^a	0,218
Diff _{max} $R_{20\text{ Hz}}$ (kPa l ⁻¹ s)	0,041 ^a	0,021	0,055 ^a	0,029	0,044 ^a	0,028	0,039 ^a	0,019

Erläuterung zu Tab. 29:

n = Anzahl der Tiere, MI = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

Die intra-individuelle Variabilität von X ($\text{Diff}_{\max} X$) wies *p.i.* im Mittel sowohl bei 3 Hz als auch bei 5 Hz höhere Werte auf als *ante infectionem* beobachtet. Bei der statistischen Absicherung konnte für $\text{Diff}_{\max} X_{5\text{ Hz}}$ zu beiden Messzeitpunkten *p.i.* eine signifikante Erhöhung gegenüber dem 1 Woche *a.i.* berechneten Mittelwert nachgewiesen werden. Eine signifikante Verminderung der maximalen Differenz der Reactance bei 20 Hz lag 3 Tage *p.i.* gegenüber dem 1 Woche *a.i.* errechneten Mittelwert vor (Tabelle 30). Bezieht man jedoch beide Messzeitpunkte *a. i.* in die Betrachtung ein, so waren die Änderungen statistisch nicht zu sichern.

Tabelle 30: Mittelwerte und Standardabweichungen der maximalen Differenzen der Reactance bei 3, 5, 10, 15 und 20 Hz

	2 Wo <i>a.i.</i>		1 Wo <i>a.i.</i>		3 d <i>p.i.</i>		4 d <i>p.i.</i>	
	n = 20		n = 20		n = 13		n = 13	
	MI	SD	MI	SD	MI	SD	MI	SD
$\text{Diff}_{\max} X_{3\text{ Hz}}$ ($\text{kPa l}^{-1}\text{ s}$)	0,045 ^a	0,036	0,050 ^a	0,092	0,074 ^a	0,042	0,065 ^a	0,073
$\text{Diff}_{\max} X_{5\text{ Hz}}$ ($\text{kPa l}^{-1}\text{ s}$)	0,038 ^{ab}	0,026	0,026 ^a	0,016	0,047 ^b	0,019	0,042 ^b	0,027
$\text{Diff}_{\max} X_{10\text{ Hz}}$ ($\text{kPa l}^{-1}\text{ s}$)	0,035 ^a	0,023	0,027 ^a	0,016	0,030 ^a	0,013	0,033 ^a	0,017
$\text{Diff}_{\max} X_{15\text{ Hz}}$ ($\text{kPa l}^{-1}\text{ s}$)	0,031 ^a	0,022	0,025 ^a	0,013	0,020 ^a	0,008	0,023 ^a	0,014
$\text{Diff}_{\max} X_{20\text{ Hz}}$ ($\text{kPa l}^{-1}\text{ s}$)	0,036 ^{ab}	0,027	0,040 ^b	0,015	0,023 ^a	0,013	0,033 ^{ab}	0,019

Erläuterung zu Tab. 30:

n = Anzahl der Tiere, MI = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.3.2.4 Modellparameter der Atmungsmechanik

Die numerischen Daten zu den Modellparametern R_z (zentrale bzw. proximale Resistance), R_p (periphere bzw. distale Resistance) und C_L (Compliance der Lunge) sind in Tabelle 31 zusammenfassend dargestellt.

Während kein signifikanter Einfluss der experimentellen Infizierung auf R_z und R_p gefunden werden konnte, war die Compliance der Lunge 3 Tage *p.i.* signifikant gegenüber den *ante infectionem* gemessenen Werten vermindert.

Tabelle 31: Mittelwerte und Standardabweichungen der untersuchten Modellparameter (R_z , R_p , C_L)

	2 Wo <i>a.i.</i>		1 Wo <i>a.i.</i>		3 d <i>p.i.</i>		4 d <i>p.i.</i>	
	n = 20		n = 20		n = 13		n = 13	
	MI	SD	MI	SD	MI	SD	MI	SD
R_z ($\text{kPa l}^{-1}\text{ s}$)	0,240 ^a	0,041	0,227 ^a	0,043	0,206 ^a	0,051	0,238 ^a	0,056
R_p ($\text{kPa l}^{-1}\text{ s}$)	0,192 ^a	0,098	0,153 ^a	0,088	0,156 ^a	0,066	0,178 ^a	0,221
C_L (l kPa^{-1})	1,965 ^b	0,153	1,967 ^b	0,100	1,689^a	0,451	1,862 ^{ab}	0,242

Erläuterung zu Tab. 31:

n = Anzahl der Tiere, MI = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.4 Blutgasanalysen und Hämoxymetrie

In die Auswertung der Daten zur Blutgasanalyse und Hämoxymetrie bezogen wir die Messzeitpunkte einen Tag *ante infectionem* und unmittelbar vor der experimentellen Infizierung sowie 8 Messzeitpunkte nach der experimentellen Infizierung ein (3, 6, 12 und 24 h *p.i.* sowie 2, 3, 4 und 5 d *p.i.*). Zusätzlich wurden am 5. d *p.i.* Proben von Kälbern ohne Katheter in der Auswertung mit erfasst. Die Blutentnahme erfolgte wie unter Punkt 3.2.3.6 beschrieben. Relevante Unterschiede zwischen den immunisierten und nicht immunisierten konnten nicht ermittelt werden (Kruskal-Wallis-Test, $p > 0,05$), sodass die Ergebnisse der Untersuchungen beider Gruppen zusammengefasst werden konnten. Die numerischen Daten von Mittelwerten und Standardabweichungen der erfassten Parameter sind im Anhang in den Tabellen A 4 bis A 7 dargestellt. Einen Überblick über die Anzahl der Tiere, von denen Blutproben zu den einzelnen Messzeitpunkten entnommen werden konnten, gibt Tabelle 32.

Tabelle 32: Tieranzahl zu den Blutentnahmezeitpunkten für Blutgasanalyse und Hämoxymetrie

	<i>ante infectionem</i>		<i>post infectionem</i>							
	1 d	<i>a.i.</i>	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
Anzahl der Tiere	n = 12	n = 12	n = 12	n = 12	n = 12	n = 12	n = 9	n = 8	n = 8	n = 13*

Erläuterung zu Tabelle 32:

* = 7 Proben von Kälbern mit Katheter + 6 Proben durch Punktion der *Aorta abdominalis*

4.4.1 Sauerstoffpartialdrücke des arteriellen und venösen Blutes (P_aO_2 , P_vO_2)

Der Verlauf der Mittelwerte der Sauerstoffpartialdrücke (PO_2) ist in der Abbildung 21 dargestellt. Die zugehörige statistische Absicherung widerspiegelt Tabelle 33.

In Folge der experimentellen Infizierung war bereits 3 Stunden *post infectionem* ein signifikanter Abfall des P_aO_2 zu konstatieren, welcher bis zum Abschluss unserer Untersuchungen andauerte.

Aus Abbildung 21 und Tabelle 33 wird weiterhin ersichtlich, dass es 3, 6, 12 und 24 Stunden sowie 5 Tage *post infectionem* auch zum signifikanten Abfall der Mittelwerte des P_vO_2 gegenüber den *ante infectionem* ermittelten Werten gekommen war.

4.4.2 Kohlendioxidpartialdrücke des arteriellen und venösen Blutes (P_aCO_2 , P_vCO_2)

Die von uns im Untersuchungszeitraum errechneten Mittelwerte der arteriellen und venösen Kohlendioxidpartialdrücke (P_aCO_2 , P_vCO_2) sind in Abbildung 22 dargestellt. Die zugehörige statistische Auswertung zeigt Tabelle 34.

Signifikante Verminderungen des arteriellen Kohlendioxidpartialdruckes gegenüber den *ante infectionem* gemessenen Werten lagen 24 h und 2 d *p.i.* vor.

Der venöse PCO_2 wies gegenüber den Werten *ante infectionem* signifikant höhere Werte zu den Zeitpunkten 3 und 6 Stunden *post infectionem* auf. Signifikant verminderte Werte waren hingegen 24 Stunden und 2 Tage *post infectionem* zu beobachten.

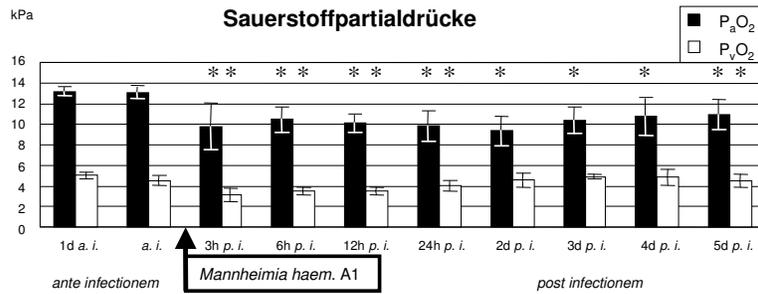


Abbildung 21:
Sauerstoffpartialdrücke (± s)

Erläuterung zu Abb. 21:

* = signifikante Verminderung gegenüber a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

Tabelle 33 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen der Verläufe der Mittelwerte von arteriellen und venösen Sauerstoffpartialdrücken (Ergänzung zu Abb. 21)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
arteriell	c	c	ab	b	b	ab	a	ab	b	b
venös	e	d	a	ab	b	c	d	de	de	c

Erläuterung zu Tab. 33:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

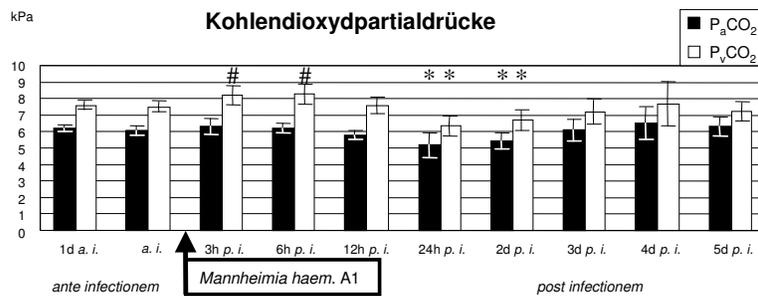


Abbildung 22:
Kohlendioxidpartialdrücke (± s)

Erläuterung zu Abb. 22:

* = signifikante Verminderung gegenüber a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)
= signifikante Erhöhung gegenüber den a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

Tabelle 34 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen der Verläufe der Mittelwerte von arteriellen und venösen Kohlendioxidpartialdrücken (Ergänzung zu Abb. 22)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
arteriell	de	cd	de	de	bc	a	ab	cd	e	de
venös	cd	cd	ef	f	cd	a	ab	bc	de	c

Erläuterung zu Tab. 34:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.4.3 Sauerstoffsättigung des arteriellen und venösen Blutes (S_aO_2 , S_vO_2)

Die zeitlichen Verläufe der Sauerstoffsättigung im arteriellen (S_aO_2) und venösen (S_vO_2) Blut sind in Abbildung 23 dargestellt. Zu den Zeitpunkten 3 und 24 Stunden sowie 2 und 4 Tage *post infectionem* konnten signifikant verminderte S_aO_2 -Werte gegenüber den *ante infectionem* gewonnenen beobachtet werden (Tabelle 35).

Wie aus Abbildung 23 und Tabelle 35 ersichtlich lagen für die im venösen Blut ermittelten S_vO_2 -Werte zu den Zeitpunkten 3, 6, 12 und 24 Stunden *post infectionem* signifikant verminderte Werte im Vergleich zu *ante infectionem* gewonnenen Daten für diesen Untersuchungsparameter vor.

4.4.4 Sauerstoffpartialdruck bei Halbsättigung (P_{50})

In der Abbildung 24 sind die im arteriellen Blut ermittelten Mittelwerte des Sauerstoffpartialdrucks bei 50%iger Sättigung des Hämoglobins (P_{50}) zu den einzelnen Messzeitpunkten dargestellt. Statistisch signifikant erhöhte Werte lagen ab dem 2. Tag *post infectionem* bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes (5 d *p.i.*) vor (Tabelle 36). Dieser Befund widerspiegelt eine Rechtsverschiebung der Sauerstoffbindungskurve im arteriellen Blut ab dem 2. Tag *post infectionem*.

4.4.5 Alveolo-arterielle Sauerstoffpartialdruckdifferenz ($A-aDO_2$)

Die Mittelwerte dieses Untersuchungsparameters zu den einzelnen Messzeitpunkten sind in Abbildung 25 dargestellt und die Ergebnisse der statistischen Untersuchung widerspiegelt Tabelle 37. Wie aus Tabelle 37 ersichtlich konnten zu allen Messzeitpunkten *post infectionem* signifikant erhöhte $A-aDO_2$ -Werte ermittelt werden.

4.4.6 Arterio-venöse Sauerstoffdifferenz ($a-vDO_2$)

Die zu den einzelnen Messzeitpunkten gehörenden Mittelwerte der $a-vDO_2$ sind in der Abbildung 26 dargestellt.

Die statistischen Auswertungen der im Untersuchungszeitraum gewonnenen Daten ergaben 3, 6, 12 und 24 Stunden *post infectionem* signifikant erhöhte Mittelwerte der $a-vDO_2$ (Tabelle 38).

4.4.7 Shunt-Blut-Anteil (Shunt)

Die Mittelwerte des Shunt-Blut-Anteils zu den einzelnen Messzeitpunkten sind in Abbildung 27 dargestellt. Alle *post infectionem* ermittelten Werte waren gegenüber den Werten *ante infectionem* signifikant erhöht (Tabelle 39).

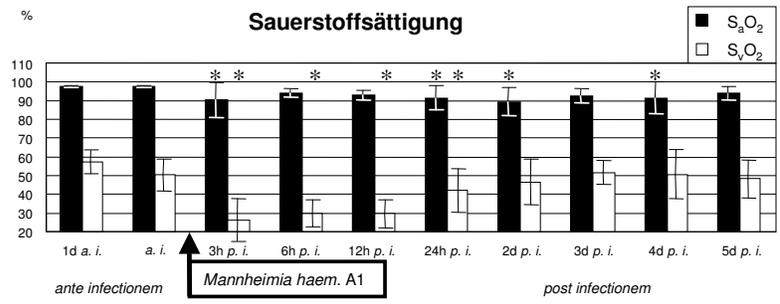


Abbildung 23:
Sauerstoffsättigung (± s)
 Erläuterung zu Abb. 23:
 * = signifikante Verminderung gegenüber a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05)

Tabelle 35 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen der Verläufe der Mittelwerte von arterieller und venöser Sauerstoffsättigung (Ergänzung zu Abb. 23)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
arteriell	c	bc	a	abc	ab	a	a	abc	a	abc
venös	d	cd	a	a	a	b	bc	cd	cd	bc

Erläuterung zu Tab. 35:
 Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05).

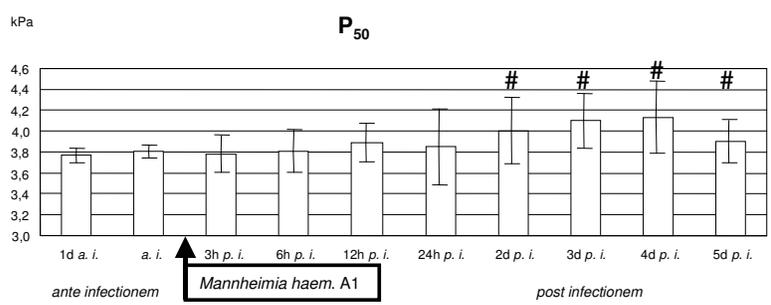


Abbildung 24:
Sauerstoffpartialdruck bei Halbsättigung (± s)
 Erläuterung zu Abb. 24:
 # = signifikante Erhöhung gegenüber den a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05)

Tabelle 36 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen des Verlaufes der Mittelwerte des Sauerstoffpartialdruckes bei Halbsättigung (Ergänzung zu Abb. 24)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
P ₅₀	a	a	a	a	ab	a	bd	cd	d	bc

Erläuterung zu Tab. 36:
 Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05).

kPa

A-aDO₂

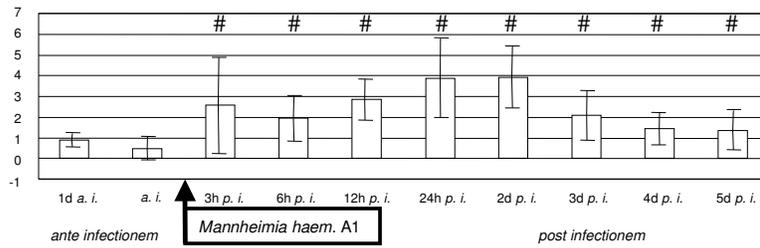


Abbildung 25:
Alveolo-arterielle Sauerstoffpartialdruckdifferenz (± s)

Erläuterung zu Abb. 25:

= signifikante Erhöhung gegenüber den a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05)

Tabelle 37 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen des Verlaufes der Mittelwerte der Alveolo-arteriellen Sauerstoffpartialdruckdifferenz (Ergänzung zu Abb. 25)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
A-aDO ₂	a	a	bc	bc	c	d	d	bc	b	bc

Erläuterung zu Tab. 37:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05).

kPa

a-vDO₂

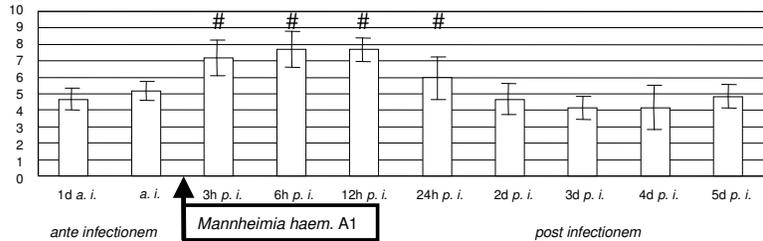


Abbildung 26:
Arterio-venöse Sauerstoffdifferenz (± s)

Erläuterung zu Abb. 26:

= signifikante Erhöhung gegenüber den a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05)

Tabelle 38 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen des Verlaufes der Mittelwerte der arterio-venösen Sauerstoffdifferenz (Ergänzung zu Abb. 26)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
a-vDO ₂	ab	b	d	d	d	c	ab	a	a	b

Erläuterung zu Tab. 38:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05).

%

Shunt

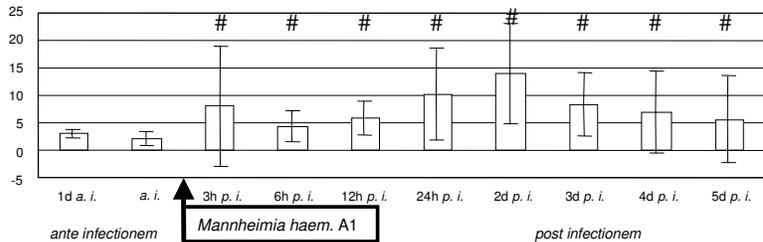


Abbildung 27:
Shunt-Blut-Anteil (± s)

Erläuterung zu Abb. 27:

= signifikante Erhöhung gegenüber den a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05)

Tabelle 39 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen des Verlaufes der Mittelwerte der Shunt-Blut-Anteils (Ergänzung zu Abb. 27)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
a-vDO ₂	a	a	bc	b	bc	c	d	cd	bc	bc

Erläuterung zu Tab. 39:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05).

4.4.8 pH-Werte im arteriellen und venösen Blut (pH_a , pH_v)

In Abbildung 28 ist das Verhalten der Mittelwerte der pH-Werte im arteriellen und venösen Blut (pH_a , pH_v) während des Untersuchungszeitraumes dargestellt. Verminderte pH-Werte im arteriellen Blut lagen 24 Stunden, 3, 4 und 5 Tage *post infectionem* gegenüber den *ante infectionem* erfassten Werten vor, jedoch konnte diese Verminderung lediglich für den Zeitpunkt 4 d *p.i.* statistisch gesichert werden (Tabelle 40). Aus Abbildung 28 und Tabelle 40 geht weiterhin hervor, dass *post infectionem* keine signifikante Änderung des pH-Wertes im venösen Blut nachweisbar war.

4.4.9 Standardbasenüberschuss im arteriellen und venösen Blut (SBE_a , SBE_v)

In der Abbildung 29 sind die Mittelwerte des Standardbasenüberschusses im arteriellen und venösen Blut zu den jeweiligen Messzeitpunkten dargestellt. Die statistischen Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 41 abgebildet. Aus ihnen geht hervor, dass sowohl im arteriellen als auch im venösen Blut 24 Stunden sowie 2 und 3 Tage *post infectionem* signifikant verminderte Werte gegenüber den *ante infectionem* gewonnenen Daten vorlagen.

4.4.10 Aktueller Basenüberschuss im arteriellen und venösen Blut (ABE_a , ABE_v)

In Abbildung 30 sind die Mittelwerte des ABE zu den jeweiligen Messzeitpunkten dargestellt. Die Ergebnisse der statistischen Untersuchungen dieses Parameters sind in der Tabelle 42 zusammengefasst. Aus ihnen wird deutlich, dass 24 h und 2 d *p. i.* signifikant verminderte Werte gegenüber den *ante infectionem* ermittelten Daten im venösen Blut vorlagen. Im arteriellen Blut waren 24 Stunden sowie 2 und 3 Tage *post infectionem* signifikant verminderte Werte im Vergleich zu den *ante infectionem* ermittelten Messwerten nachweisbar.

4.4.11 Bikarbonationenkonzentration bei Standardbedingungen im arteriellen und venösen Blut (SBC_a , SBC_v)

Die zu den jeweiligen Messzeitpunkten berechneten Mittelwerte des SBC im arteriellen und venösen Blut zeigt Abbildung 31. In Tabelle 43 sind die Ergebnisse der statistischen Untersuchungen bezüglich dieses Parameters dargestellt. Sowohl im arteriellen als auch im venösen Blut waren die Werte 24 Stunden und 2 Tage *post infectionem* signifikant gegenüber den *ante infectionem* gemessenen Daten vermindert.

4.4.12 Aktuelle Bikarbonationenkonzentration bei aktuellem pH und PCO_2 im arteriellen und venösen Blut (HCO_{3a}^- , HCO_{3v}^-)

Die graphische Darstellung des Verlaufs der Mittelwerte der aktuellen Bikarbonatkonzentration im arteriellen und venösen Blut widerspiegelt Abbildung 32. Die Ergebnisse der statistischen Analyse der Messwerte dieser Parameter gibt Tabelle 44 wieder. Statistisch signifikant verminderte aktuelle Bikarbonatkonzentrationen des arteriellen und venösen Blutes gegenüber *ante infectionem* gemessenen Werten konnten 24 Stunden und 2 Tage *post infectionem* ermittelt werden.

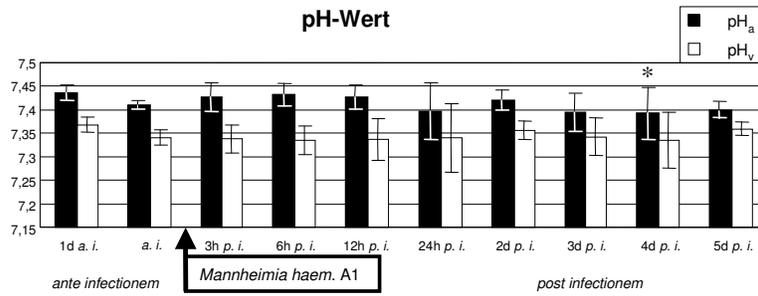


Abbildung 28:
pH-Werte des arteriellen und venösen Blutes (± s)

Erläuterung zu Abb. 28:

* = signifikante Verminderung gegenüber a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05)

Tabelle 40 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen der Verläufe der Mittelwerte des pH-Wertes im arteriellen und venösen Blut (Ergänzung zu Abb. 28)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
arteriell	d	bc	cd	cd	cd	ab	bd	ab	a	ab
venös	b	ab	a	a	a	ab	ab	a	a	ab

Erläuterung zu Tab. 40:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05).

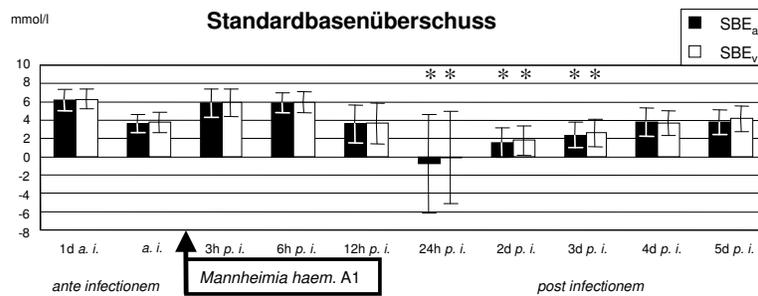


Abbildung 29:
Standardbasenüberschuss im arteriellen und venösen Blut (± s)

Erläuterung zu Abb. 29:

* = signifikante Verminderung gegenüber a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05)

Tabelle 41 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen der Verläufe der Mittelwerte des Standardbasenüberschusses im arteriellen und venösen Blut (Ergänzung zu Abb. 29)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
arteriell	e	d	e	e	cd	a	ab	bc	cd	bd
venös	e	d	e	e	cd	a	ab	abc	bd	cd

Erläuterung zu Tab. 41:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05).

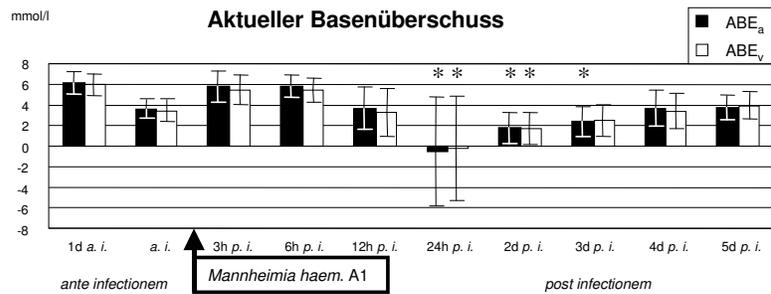


Abbildung 30:
Aktueller Basenüberschuss
im arteriellen und venösen
Blut (± s)

Erläuterung zu Abb. 30:

* = signifikante Verminderung
gegenüber a. i. ermittelten
Werten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

Tabelle 42 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen der Verläufe der Mittelwerte des aktuellen Basenüberschusses im arteriellen und venösen Blut (Ergänzung zu Abb. 30)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
arteriell	d	c	d	d	c	a	ab	b	bc	bc
venös	d	c	d	d	c	a	ab	abc	bc	c

Erläuterung zu Tab. 42:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

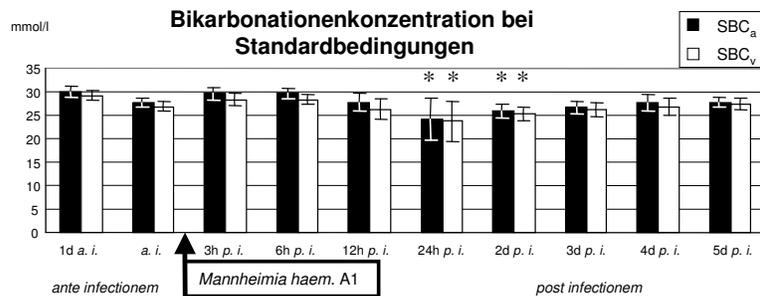


Abbildung 31:
Bikarbonationenkonzentration
bei Standardbedingungen
im arteriellen und venösen
Blut (± s)

Erläuterung zu Abb. 31:

* = signifikante Verminderung
gegenüber a. i. ermittelten
Werten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

Tabelle 43 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen der Verläufe der Mittelwerte der Bikarbonationenkonzentration bei Standardbedingungen im arteriellen und venösen Blut (Ergänzung zu Abb. 31)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
arteriell	d	c	d	d	c	a	b	bc	bc	c
venös	e	bcd	de	de	bc	a	ab	bc	bcd	cd

Erläuterung zu Tab. 43:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

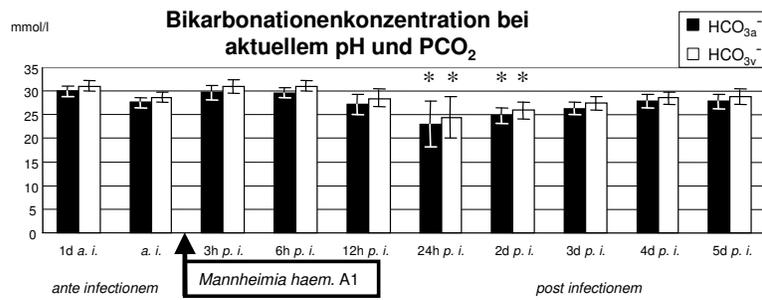


Abbildung 32:
Bicarbonationenkonzentration bei arteriellem pH und PCO₂ im arteriellen und venösen Blut (± s)

Erläuterung zu Abb. 32:

* = signifikante Verminderung gegenüber a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05)

Tabelle 44 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen der Verläufe der Mittelwerte der Bicarbonationenkonzentration bei aktuellem pH und PCO₂ im arteriellen und venösen Blut (Ergänzung zu Abb. 32)

	<i>ante infectionem</i>		<i>post infectionem</i>							
	1 d	<i>a.i.</i>	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
arteriell	e	c	de	de	c	a	ab	bc	cd	c
venös	de	bcde	cde	e	bcd	a	ab	abc	bcde	cde

Erläuterung zu Tab. 44:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, p ≤ 0,05).

4.4.13 Untersuchungen zur Hämoxymetrie

4.4.13.1 Gesamthämoglobinkonzentration im arteriellen Blut (tHb_a)

Abbildung 33 widerspiegelt den Verlauf der Mittelwerte der tHb_a. Vom 3. Tag *post infectionem* bis Versuchsende wurden signifikant verminderte Werte der tHb_a gegenüber den *ante infectionem* ermittelten Werten nachgewiesen (Tabelle 45).

4.4.13.2 Fraktion des oxygenierten Hämoglobins im arteriellen Blut (O₂Hb_a)

Einen Überblick über die Mittelwerte der O₂Hb_a zu den einzelnen Messzeitpunkten gibt Abbildung 34. Die statistische Analyse der gewonnenen Daten ergab, dass bis auf den 6 h *p.i.* ermittelten Wert alle *post infectionem* erhaltenen Mittelwerte signifikant gegenüber den Werten *ante infectionem* vermindert waren (Tabelle 46).

4.4.13.3 Karboxyhämoglobinfraktion des arteriellen Blutes (COHb_a)

Die Mittelwerte der COHb_a der einzelnen Untersuchungszeitpunkte gibt die Abbildung 35 wieder. Die Ergebnisse der statistischen Untersuchung der gewonnenen Werte der Karboxyhämoglobinfraktion sind in Tabelle 47 zusammengefasst. Es konnte zu keinem Untersuchungszeitpunkt ein statistischer Unterschied zwischen *ante* und *post infectionem* ermittelten Werten gefunden werden.

4.4.13.4 Methämoglobinfraktion des arteriellen Blutes (MetHb_a)

Abbildung 36 beschreibt den Verlauf der Mittelwerte der MetHb_a während des Untersuchungszeitraumes. Der maximale Mittelwert dieses Parameters wurde 5 d *p.i.* gefunden und betrug $1,5 \pm 0,16$ %. Zu diesem Zeitpunkt war der ermittelte MetHb-Wert signifikant gegenüber den *ante infectionem* beobachteten Werten erhöht (Tabelle 48).

4.4.13.5 Fraktion des reduzierten (desoxygenierten) Hämoglobins des arteriellen Blutes (RHb_a)

Die Mittelwerte der RHb_a der jeweiligen Untersuchungszeitpunkte gibt Abbildung 37 wieder. Statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den Mittelwerten sind in Tabelle 49 dargestellt. Signifikant erhöhte Mittelwerte gegenüber den *ante infectionem* erhaltenen Daten lagen bis auf den Probenentnahmezeitpunkt 12 h *p.i.* zu jedem Messzeitpunkt *post infectionem* vor.

mmol/l

Gesamthämoglobinkonzentration

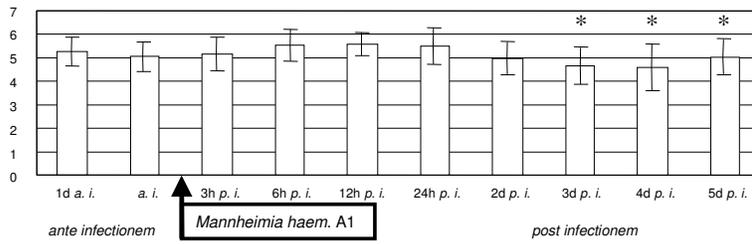


Abbildung 33:
Gesamthämoglobinkonzentration im arteriellen Blut (± s)

Erläuterung zu Abb. 33:

* = signifikante Verminderung gegenüber a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

Tabelle 45 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen des Verlaufes der Mittelwerte der Gesamthämoglobinkonzentration im arteriellen Blut (Ergänzung zu Abb. 33)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
tHb _a	de	cd	cd	e	e	e	bc	ab	a	a

Erläuterung zu Tab. 45:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

Anteil des oxygenierten Hämoglobins

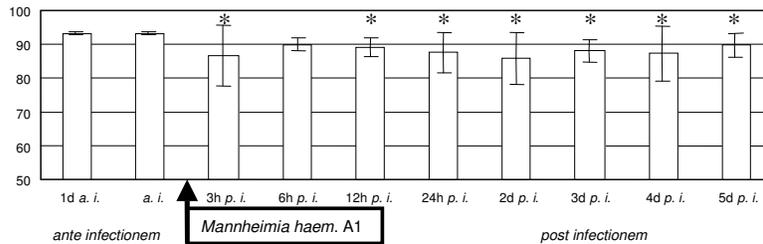


Abbildung 34:
Anteil des oxygenierten Hämoglobins im arteriellen Blut (± s)

Erläuterung zu Abb. 34:

* = signifikante Verminderung gegenüber a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

Tabelle 46 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen des Verlaufes der Mittelwerte des Anteils des oxygenierten Hämoglobins im arteriellen Blut (Ergänzung zu Abb. 34)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
O ₂ Hb _a	c	c	ab	bc	ab	ab	a	ab	ab	ab

Erläuterung zu Tab. 46:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

Anteil des Karboxyhämoglobins

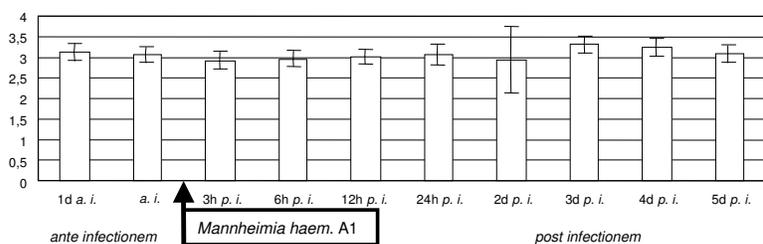


Abbildung 35:
Anteil des Karboxyhämoglobins im arteriellen Blut (± s)

Tabelle 47 : Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen des Verlaufes der Mittelwerte des Anteils des Karboxyhämoglobins im arteriellen Blut (Ergänzung zu Abb. 35)

	ante infectionem		post infectionem							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
COHb _a	abc	abc	a	a	ab	abc	a	c	bc	bc

Erläuterung zu Tab. 47:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

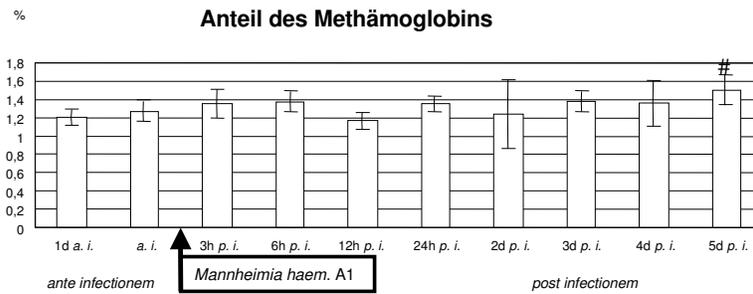


Abbildung 36:
Anteil des Methämoglobins im arteriellen Blut (± s)

Erläuterung zu Abb. 36:
 # = signifikante Erhöhung gegenüber den a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

Tabelle 48 : **Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen des Verlaufes der Mittelwerte des Anteils des Methämoglobins im arteriellen Blut (Ergänzung zu Abb. 36)**

	<i>ante infectionem</i>		<i>post infectionem</i>							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
MetHb _a	a	ab	b	b	a	b	ab	b	b	c

Erläuterung zu Tab. 48:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

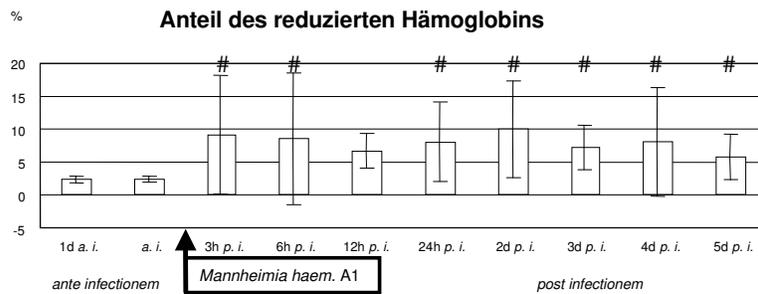


Abbildung 37:
Anteil des reduzierten (desoxygenierten) Hämoglobins im arteriellen Blut (± s)

Erläuterung zu Abb. 37:
 # = signifikante Erhöhung gegenüber den a. i. ermittelten Werten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

Tabelle 49 : **Ergebnisse zu statistischen Untersuchungen des Verlaufes der Mittelwerte des Anteils des reduzierten Hämoglobins im arteriellen Blut (Ergänzung zu Abb. 37)**

	<i>ante infectionem</i>		<i>post infectionem</i>							
	1 d	a.i.	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
RHb _a	a	a	b	b	ab	b	b	b	b	b

Erläuterung zu Tab. 49:

Unterschiedliche Buchstaben innerhalb einer Zeile kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$).

4.5 Pathologisch-anatomische sowie bakteriologische Untersuchungen

4.5.1 Beurteilung von Qualität und Quantität der Lungenveränderungen

Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse zu Qualität und Quantität der Lungenveränderungen durch die *Mannheimia-haem.*-A1-Infektion ergab keine relevanten Unterschiede zwischen immunisierter und nicht immunisierter Gruppe, weswegen die Ergebnisse beider Gruppen gemeinsam dargestellt werden.

4.5.1.1 Qualität der Lungenveränderungen

Die pathomorphologischen Veränderungen der Lungen wiesen ein breit gefächertes Spektrum auf. Beginnend mit geringgradigen katarrhalischen Herdpneumonien (Abbildung 38) erstreckt sich die Spannweite der Veränderungen über massive seropurulente bis zu fibrinopurulente Bronchiopneumonien (Abbildung 39), welche mit und ohne serofibrinösen bis purulenten Pleuritiden einhergingen.

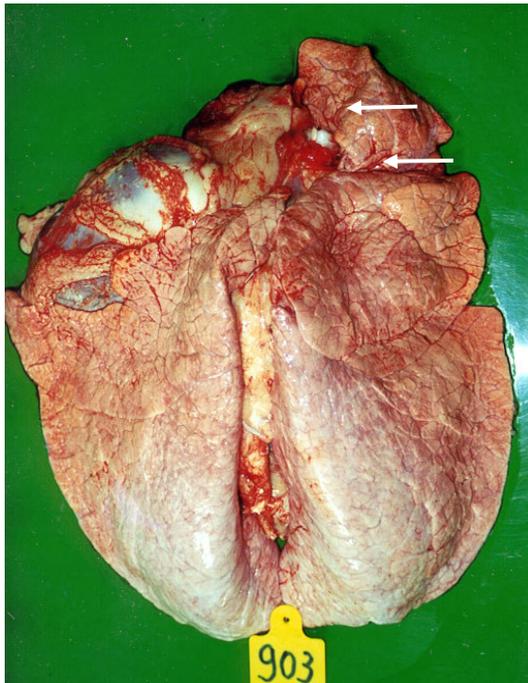


Abbildung 38: geringgradige katarrhalische Herdpneumonie

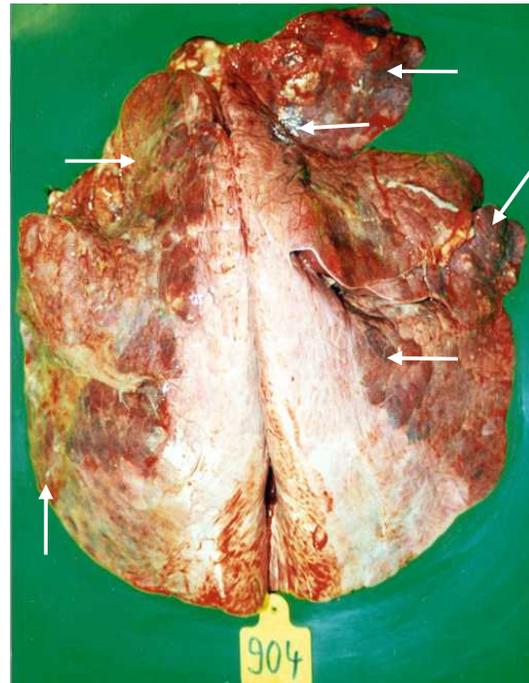


Abbildung 39: massive fibrinopurulente Bronchiopneumonie

Erläuterung zu Abb. 38 und 39:

Pfeile kennzeichnen veränderte Bezirke der Lungenoberflächen

4.5.1.2 Quantität der Lungenveränderungen

Die Ausdehnung der Lungenveränderungen variierte zwischen 0,5 (Abbildungen 40 und 41) und 55,4 % (Abbildungen 42 und 43) der gesamten Lungenoberfläche. Sowohl lobär isolierte als auch diffus verteilte Veränderungen des Lungengewebes konnten beobachtet werden.

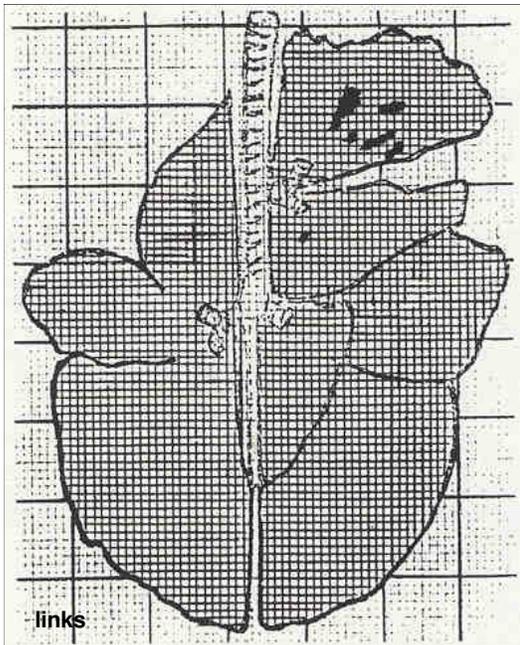


Abbildung 40:
Schematische Darstellung von Veränderungen der Lungenoberfläche (Dorsalansicht, Ergänzung zu Abb. 38)

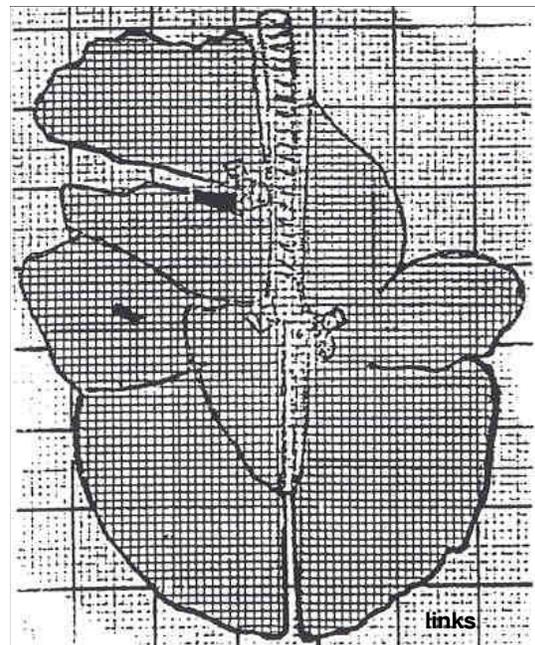


Abbildung 41:
Schematische Darstellung von Veränderungen der Lungenoberfläche (Ventrolansicht, Ergänzung zu Abb. 38)

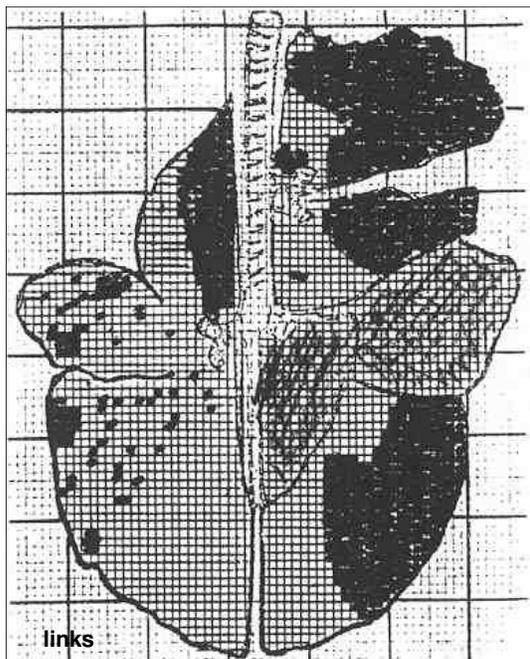


Abbildung 42:
Schematische Darstellung von Veränderungen der Lungenoberfläche (Dorsalansicht, Ergänzung zu Abb. 39)

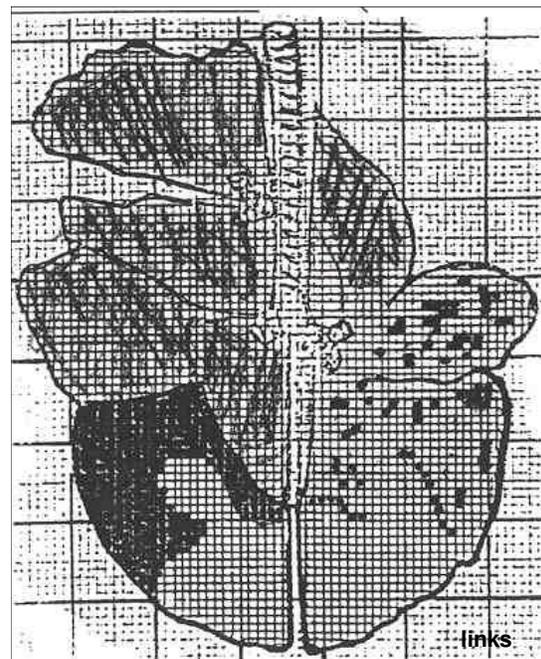


Abbildung 43:
Schematische Darstellung von Veränderungen der Lungenoberfläche (Ventrolansicht, Ergänzung zu Abb. 39)

Tabelle 50 gibt die prozentualen Anteile pathologisch veränderter Bereiche der gesamten Lungenoberfläche der einzelnen Tiere wieder. Da die prozentualen Veränderungen keiner Normalverteilung unterlagen, sind die Zusammenfassungen der Veränderungen der Lungenoberflächen der Kälber als Medianwert und Spannweite (Differenz zwischen Minimum und Maximum) beschrieben.

Tabelle 50: Prozentualer Anteil pathologisch veränderter Lungengebiete

Tier Nr.	Prozentsatz der veränderten Lungenoberfläche
1	34,3
2	24,5
3	15,1
4	16,5
5	25,3
6	0,5
7	52,3
8	45,7
9	40,5
10	45,7
11	1,85
12	11,7
13	3,6
14	28,6
15	24,0
16	22,2
17	40,2
18	39,1
19	11,8
20	55,4
Medianwert [Spannweite]	24,9 [54,9]

4.5.2 Bakteriologische Untersuchungen des gewonnenen Probenmaterials

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen des von uns gewonnenen Probenmaterials hinsichtlich *Pasteurella* ssp. und *Mycoplasma* ssp. sind in der Tabelle 58 zusammengefasst.

Aus Tabelle A 8 wird ersichtlich, dass bis auf ein Kalb jedes Tier mindestens in einer entnommenen Probe ein positives Nachweisergebnis bezüglich *Mannheimia haem.* A1 zeigte. Außerdem konnten bei 4 Kälbern *P. mult.* und bei einem Tier *M. bovis* nachgewiesen werden.

4.6 Aus differenzialdiagnostischer Sicht durchgeführte Untersuchungen

4.6.1 Untersuchungen zum indirekten Erregernachweis im peripheren Blut (Serologie)

Serologisch wurden die von uns gewonnenen Blutproben hinsichtlich des Vorhandenseins von Antikörpern gegen das Kapselpolysaccharid (CPS), das Leukotoxin (Lkt) und von freiem LPS von *Mannheimia haem.* A1, sowie auf Antikörper gegen Salmonellen und *M. bovis* untersucht. Virologisch erfolgten Untersuchungen der Blutproben auf ihre Reaktivität gegenüber BVDV, BHV-1, BRSV, PIV-3, Adenovirus-3 und Coronaviren.

Die Ergebnisse des Nachweises von Antikörpern gegen das *Mannheimia-haem.*-A1-Kapselpolysaccharid sind in der Tabelle A 9 dargestellt. *Post infectionem* konnte bei 5 Kälbern (Tier Nr.: 4, 7, 13, 16, 18) ein Anstieg von Antikörpern gegen das CPS nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der *Mannheimia-haem.*-A1-Leukotoxin-Serumneutralisation sind in Tabelle A 10 zusammengefasst. Die Untersuchungen ergaben lediglich bei einem Tier *post infectionem* einen Anstieg des Untersuchungsparameters gegenüber den Befunden *ante infectionem*.

Tabelle A 11 zeigt die Ergebnisse der Untersuchung des Blutserums auf Antikörper gegen *Salmonella* ssp.. Es war kein Hinweis auf eine Infektion mit Salmonellen vor oder nach der experimentellen Infizierung bei den Tieren zu finden.

In der Tabelle A 12 sind die Ergebnisse der Untersuchung des Blutserums auf Antikörper gegen *Mycoplasma bovis* dargestellt. Wie aus dieser Tabelle ersichtlich, wiesen 5 Kälber 6 Wochen *ante infectionem*, ein Tier 1 Woche *ante infectionem* sowie 3 Tiere 5 Tage *post infectionem* als positiv einzuschätzende Antikörpertiter gegen *M. bovis* auf. Jedoch war auffällig, dass kein Tier zwei mal im Untersuchungszeitraum betroffen war.

Die Untersuchungsergebnisse der Serumproben auf freies LPS von *Mannheimia haem.* A1 sind in der Tabelle A 13 dargestellt. Es konnte zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten *post infectionem* freies LPS im Blut nachgewiesen werden. Bei den Kälbern handelte es sich je positivem Nachweis immer um ein anderes Tier.

4.6.2 Virologische Untersuchungen

Die Ergebnisse der virologischen Untersuchungen ergaben, dass die Kälber während des Untersuchungszeitraumes keinen Anstieg der Reaktivität im Serum gegenüber BVDV, BRSV, BHV-1 und PIV-3 zeigten.

Bei 11 der 20 untersuchten Kälber konnte *ante infectionem* zwischen den Serumprobenentnahmen 6 Wo *a.i.* und 1 Wo *a.i.* ein Anstieg der Reaktivität gegenüber Adenovirus-3 festgestellt werden.

Außerdem zeigten 11 der 20 untersuchten Tiere einen geringen Anstieg der Coronavirus-Antikörpertiter im Untersuchungszeitraum.

4.6.3 Direkte Erregernachweise zur differenzialdiagnostischen Untersuchung

Im Rahmen des Einstellungsmonitorings wurden Untersuchungen zum direkten Nachweis von Salmonellen und Kryptosporidien durchgeführt. Deren Ergebnisse sind unter Punkt 3.1.1 dargestellt.

Die Ergebnisse der direkten Erregernachweise von *Pasteurella* ssp. einschließlich *Mannheimia haem. A1* sowie von *Mycoplasma* ssp. sind in den Tabellen A 14 und A 15 dargestellt.

Tabelle A 14 widerspiegelt die Untersuchungsergebnisse der Nasentupferproben des gesamten Untersuchungszeitraumes. Es wurde ersichtlich, dass jedes Kalb *ante infectionem* Kontakt mit *P. multocida* hatte (positive Nachweise aus Nasentupfern). Auszuschließen war *ante infectionem* eine Infektion der Tiere mit *Mannheimia haem. A1*, da die Untersuchungsergebnisse bei allen Kälbern negativ waren. *Post infectionem* konnte bei jedem Tier zu mindestens einem Zeitpunkt ein positiver Nachweis auf *Mannheimia haem. A1* geführt werden. Bei 5 Kälbern wurde zusätzlich *post infectionem* *P. multocida* nachgewiesen.

In Tabelle A 15 sind die Ergebnisse der Untersuchungen von Nasentupferproben während des Untersuchungszeitraumes hinsichtlich *Mycoplasma* ssp. dargestellt. Es konnte bei zwei Kälbern 1 Woche *ante infectionem* ein positiver Nachweis auf *Acholeplasma laidlawii* geführt werden. *Post infectionem* waren bei keinem Kalb Mykoplasmen nachweisbar.

4.7 Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse zur Beurteilung des Einflusses der experimentellen Infizierung von Kälbern mit *Mannheimia haemolytica* A1

Tabelle 51: Auswirkung der *Mannheimia-haemolytica*-A1-Infektion auf klinische Parameter, Blutbild und Akute-Phase-Proteine

	<i>post infectionem</i>							
	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
Klinik								
Rektaltemperatur	∅	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Atmungsfrequenz	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
rotes BB								
RBC	∅	∅	∅	∅	∅	(↓)	(↓)	↓
Hb	∅	∅	∅	∅	∅	(↓)	↓	↓
Hct	∅	∅	∅	∅	∅	(↓)	(↓)	↓
MCV	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
MCH	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
MCHC	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
PLT	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
Leukogramm								
WBC	∅	∅	↑	↑	∅	∅	∅	∅
SEG	∅	∅	↑	↑	∅	∅	∅	∅
STAB	∅	↑	↑	↑	∅	∅	∅	∅
EOS	∅	∅	(↓)	(↓)	∅	∅	∅	∅
BASO	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
MONO	∅	∅	↑	↑	∅	∅	∅	∅
LYM	∅	(↓)	(↓)	∅	∅	∅	∅	∅
Akute-Phase-Proteine								
Haptoglobin	∅	∅	∅	↑	↑	↑	↑	∅
Fibrinogen	∅	∅	∅	∅	↑	↑	↑	↑

Erläuterungen zu Tabelle 51:

↑ = signifikante Erhöhung im Vergleich zu den Werten *ante infectionem* (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

(↓) = Verminderung im Vergleich zu den Werten *ante infectionem*, jedoch nicht signifikant (ANOVA, LSD, $p > 0,05$)

∅ = keine wesentliche Änderung

Tabelle 52: Auswirkungen der *Mannheimia-haemolytica*-A1-Infektion auf Kenngrößen der Ventilation

	3 d p.i.	4 d p.i.
AF	↑	↑
V _T	↓	↓
V _T /kg	↓	↓
V _{min}	↓	↓
V _{min} /kg	↓	↓

Erläuterungen zu Tabelle 52:

↑ = signifikante Erhöhung im Vergleich zu den Werten *ante infectionem* (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

↓ = signifikante Verminderung im Vergleich zu den Werten *ante infectionem* (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)

Tabelle 53: Auswirkungen der *Mannheimia-haemolytica*-A1-Infektion auf Kenngrößen der Atmungsmechanik

	3 d p.i.	4 d p.i.
spektrale Resistance		
R _{3 Hz}	↓	∅
R _{5 Hz}	∅	∅
R _{10 Hz}	∅	∅
R _{15 Hz}	∅	∅
R _{20 Hz}	∅	∅
spektrale Reactance		
X _{3 Hz}	∅	∅
X _{5 Hz}	∅	∅
X _{10 Hz}	∅	∅
X _{15 Hz}	∅	∅
X _{20 Hz}	∅	∅
spektrale Kohärenz		
Ko _{3 Hz}	↓	↓
Ko _{5 Hz}	↓	↓
Ko _{10 Hz}	∅	∅
Ko _{15 Hz}	∅	∅
Ko _{20 Hz}	∅	∅

Erläuterungen zu Tabelle 53:

↓ = signifikante Verminderung im Vergleich zu den Werten *ante infectionem* [Mann-Whitney (Wilcoxon) W Test, $p \leq 0,05$]

∅ = keine wesentliche Änderung

Tabelle 54: Auswirkungen der *Mannheimia haemolytica* A1-Infektion auf Kenngrößen der Atmungsmechanik (Fortführung von Tab. 53)

	3 d p.i.	4 d p.i.
Frequenzabhängigkeit von R		
R ₃ – R ₅	∅	∅
R ₃ – R ₁₀	∅	∅
R ₃ – R ₁₅	∅	∅
R ₅ – R ₁₀	∅	∅
R ₅ – R ₁₅	∅	∅
maximale Differenz von R		
Diff _{max} R ₃	∅	∅
Diff _{max} R ₅	∅	∅
Diff _{max} R ₁₀	∅	∅
Diff _{max} R ₁₅	∅	∅
Diff _{max} R ₂₀	∅	∅
maximale Differenz von X		
Diff _{max} X ₃	(↑)	(↑)
Diff _{max} X ₅	(↑)	(↑)
Diff _{max} X ₁₀	∅	∅
Diff _{max} X ₁₅	∅	∅
Diff _{max} X ₂₀	(↓)	∅
Modellparameter		
Rz	∅	∅
Rp	∅	∅
C _L	↓	(↓)

Erläuterungen zu Tabelle 54:

- ↓ = signifikante Verminderung im Vergleich zu den Werten *ante infectionem* (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)
 (↑) = Erhöhung im Vergleich zu den Werten *ante infectionem*, jedoch nicht signifikant (ANOVA, LSD, $p > 0,05$)
 (↓) = Verminderung im Vergleich zu den Werten *ante infectionem*, jedoch nicht signifikant (ANOVA, LSD, $p > 0,05$)
 ∅ = keine wesentliche Änderung

Tabelle 55: Auswirkungen der *Mannheimia-haemolytica*-A1-Infektion auf Kenngrößen der Blutgasanalyse, des Säure-Basen-Haushalts und der Hämoxymetrie

	<i>post infectionem</i>							
	3 h	6 h	12 h	24 h	2 d	3 d	4 d	5 d
Blutgasanalyse und Säure-Basen-Haushalt								
<u>arterielles Blut</u>								
P _a O ₂	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
P _a CO ₂	∅	∅	∅	↓	↓	∅	∅	∅
S _a O ₂	↓	∅	∅	↓	↓	∅	↓	∅
pH _a	∅	∅	∅	∅	∅	∅	↓	∅
SBE _a	∅	∅	∅	↓	↓	↓	∅	∅
ABE _a	∅	∅	∅	↓	↓	↓	∅	∅
SBC _a	∅	∅	∅	↓	↓	∅	∅	∅
HCO _{3a} ⁻	∅	∅	∅	↓	↓	∅	∅	∅
<u>venöses Blut</u>								
P _v O ₂	↓	↓	↓	↓	∅	∅	∅	↓
P _v CO ₂	↑	↑	∅	↓	↓	∅	∅	∅
S _v O ₂	↓	↓	↓	↓	∅	∅	∅	∅
pH _v	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
SBE _v	∅	∅	∅	↓	↓	↓	∅	∅
ABE _v	∅	∅	∅	↓	↓	∅	∅	∅
SBC _v	∅	∅	∅	↓	↓	∅	∅	∅
HCO _{3v} ⁻	∅	∅	∅	↓	↓	∅	∅	∅
A-aD _{O₂}	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
a-vD _{O₂}	↑	↑	↑	↑	∅	∅	∅	∅
Shunt	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
P ₅₀	∅	∅	∅	∅	↑	↑	↑	↑
Hämoxymetrie								
Hb _a	∅	∅	∅	∅	∅	↓	↓	↓
O ₂ Hb _a	↓	(↓)	↓	↓	↓	↓	↓	↓
COHb _a	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅
MetHb _a	∅	∅	∅	∅	∅	∅	∅	↑
RHb _a	↑	↑	(↑)	↑	↑	↑	↑	↑

Erläuterungen zu Tabelle 55:

- ↑ = signifikante Erhöhung im Vergleich zu den Werten *ante infectionem* (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)
- ↓ = signifikante Verminderung im Vergleich zu den Werten *ante infectionem* (ANOVA, LSD, $p \leq 0,05$)
- (↑) = Erhöhung im Vergleich zu den Werten *ante infectionem*, jedoch nicht signifikant (ANOVA, LSD, $p > 0,05$)
- (↓) = Verminderung im Vergleich zu den Werten *ante infectionem*, jedoch nicht signifikant (ANOVA, LSD, $p > 0,05$)
- ∅ = keine wesentliche Änderung