

## 9 ANHANG

### Tabellenverzeichnis

	<b>Seite</b>
Tab. 2.1: pH-Wert im arteriellen und venösen Blut beim adulten Pferd.....	4
Tab. 2.2: Chemische Kohlendioxidverbindungen im menschlichen Blut.....	5
Tab. 2.3: Puffersysteme des Blutes beim Säugetier .....	6
Tab. 2.4: Werte des BE beim adulten Pferd.....	11
Tab. 2.5: Werte für die AG beim adulten Pferd .....	14
Tab. 2.6: Aktivitäten starker Kationen und Anionen im Pferdeplasma.....	25
Tab. 2.7: In der Literatur angegebene Werte für die venöse SID beim adulten Pferd .....	27
Tab. 2.8: In der Literatur angegebene Werte für $[A_{\text{tot}}]$ in mmol/l beim adulten Pferd .....	29
Tab. 2.9: Gesamteiweiß im Plasma .....	43
Tab. 2.10: Natrium im Plasma .....	43
Tab. 2.11: Kalium im Plasma.....	44
Tab. 2.12: anorganisches Phosphat im Plasma.....	44
Tab. 2.13: Chlorid im Plasma .....	44
Tab. 2.14: TWBC im Blut.....	45
Tab. 2.15: Albumin im Plasma.....	45
Tab. 2.16: Globuline im Plasma.....	45
Tab. 2.17: $p\text{CO}_2$ arteriell.....	45
Tab. 2.18: $[\text{HCO}_3^-]$ arteriell.....	45
Tab. 2.19: $p\text{CO}_2$ venös .....	46
Tab. 2.20: $[\text{HCO}_3^-]$ venös.....	46
Tab. 2.21: Laktat im Plasma.....	46
Tab. 3.1: Tiere der Studie 2.....	48
Tab. 3.2: Verwendete Entnahmesysteme .....	49
Tab. 3.3: Infusionsschema für Fallbeispiel F.....	54
Tab. 3.4: Verwendete Infusionslösungen.....	56
Tab. 3.5: Angewandte Testverfahren der Probenanalyse .....	58
Tab. 4.1: Zusammenfassung der Ergebnisse für die berechneten unabhängigen Variablen, sowie SIG aus Studie 1 (n=38).....	70
Tab. 4.2: Parameter zu Beginn der Infusionstherapie; Fallbeispiel A und B.....	71
Tab. 4.3: Parameter im Verlauf der Infusionstherapie; Fallbeispiel A.....	73
Tab. 4.4: Parameter im Verlauf der Infusionstherapie; Fallbeispiel B.....	73
Tab. 4.5: Werte zu Beginn der Infusionstherapie; Fallbeispiel C und D .....	74
Tab. 4.6: Werte im Verlauf der Infusionstherapie; Fallbeispiel C.....	76

Tab. 4.7: Werte im Verlauf der Infusionstherapie; Fallbeispiel D.....	77
Tab. 4.8: Werte zu Beginn der Infusionstherapie; Fallbeispiel E .....	78
Tab. 4.9 Werte im Verlauf der Infusionstherapie; Fallbeispiel E.....	80
Tab. 4.10: Ausgangssituation Messzeitpunkt 0, Fallbeispiel F.....	81
Tab. 5.1: $\bar{x} \pm s$ , $\bar{x} \pm 1,96s$ , 95%-Bereich der Ergebnisse aus Studie 1 (gerundet) .....	90
Tab. 9.1: Erhaltene arithmetische Mittelwerte, Standardabweichung, Percentil 25%, Percentil 75% pH, pCO <sub>2</sub> , [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ], BE, [Na <sup>+</sup> ], [K <sup>+</sup> ], [Cl <sup>-</sup> ], [P <sub>i</sub> ] [lactat], [TP], [Albumin], [Globuline] und Gesamtleukozytenzahl aus Studie 1 (n=38) .....	120
Tab. 9.2: erhaltene Werte Fallbeispiel A.....	121
Tab. 9.3: erhaltene Werte Fallbeispiel B.....	123
Tab. 9.4: erhaltene Werte Fallbeispiel C.....	125
Tab. 9.5: erhaltene Werte Fallbeispiel D.....	127
Tab. 9.6: erhaltene Werte Fallbeispiel E .....	129
Tab. 9.7: erhaltene Werte Fallbeispiel F .....	131

**Abbildungsverzeichnis**

Abb. 2.1: Modifiziertes Säuren-Basen-Nomogramm nach Siggaard-Andersen.....10

Abb. 2.2: Grafische Methode zur Diagnostik von Dyshydrien .....12

Abb. 2.3: Der Einfluss der unabhängigen Variablen auf das Säuren-Basen Gleichgewicht ..18

Abb. 2.4: Konzept des freien Wassers.....20

Abb. 2.5: Einteilung und Ätiologie der wichtigsten Schockformen.....40

Abb. 3.1: Rasseverteilung der insgesamt in Studie 1 einbezogenen Pferde (n = 38) .....48

Abb. 3.2: arterielle Blutentnahme beim Pferd aus der A. carotis communis dextra .....51

Abb. 3.3: Whisker-Boxplot .....60

Abb. 3.4: Beispiel Bland-Altman-Plot mit 38 Werten und 76 Messpunkten .....61

Abb. 4.1: Fehlerbalkendiagramm  $SID_3 \bar{x} \pm s$  in mmol/l.....63

Abb. 4.2: Fehlerbalkendiagramm  $SID_4 \bar{x} \pm s$  in mmol/l.....64

Abb. 4.3: Fehlerbalkendiagramm  $A_{tot,1}$  und  $A_{tot,2} \bar{x} \pm s$  .....65

Abb. 4.4: Grafische Darstellung der Verteilung der Differenzen von  $A_{tot,1} - A_{tot,2}$ .....66

Abb. 4.5 Bland-Altman-Plot  $A_{tot,1}$  und  $A_{tot,2}$  in mmol/l.....67

Abb. 4.6: Grafische Darstellung der erhaltenen Werte für SIG (Box-Plot und Fehlerbalkendiagramm  $\bar{x} \pm s$  ) .....68

Abb. 4.7: Grafische Darstellung der Differenzen zwischen gemessenem und errechnetem pH-Wert.....69

Abb. 4.8 Bland-Altman-Plot Vergleich gemessener und errechneter pH-Wert .....70

Abb. 4.9: mittlere Verlaufsgeraden von  $SID_4$  und  $A_{tot,2}$  .....83

Abb. 4.10: mittlere Verlaufsgeraden des venösen pH-Wertes und des venösen BE .....83

Abb. 9.1: mittlere Verlaufsgerade  $SID_4$  während der IT; Fallbeispiel A.....122

Abb. 9.2: mittlere Verlaufsgerade  $A_{tot,2}$  während der IT; Fallbeispiel A .....122

Abb. 9.3: mittlere Verlaufsgerade des venösen pH-Wertes während der IT; Fallbeispiel A.122

Abb. 9.4: mittlere Verlaufsgerade  $SID_4$  während der IT; Fallbeispiel B.....124

Abb. 9.5: mittlere Verlaufsgerade  $A_{tot,2}$  während der IT; Fallbeispiel B .....124

Abb. 9.6: mittlere Verlaufsgerade des venösen pH-Wertes während der IT; Fallbeispiel B.124

Abb. 9.7: mittlere Verlaufsgerade  $SID_4$  während der IT; Fallbeispiel C.....126

Abb. 9.8: mittlere Verlaufsgerade  $A_{tot,2}$  während der IT; Fallbeispiel C.....126

Abb. 9.9: mittlere Verlaufsgerade des venösen pH-Wertes während der IT; Fallbeispiel C.126

Abb. 9.10: mittlere Verlaufsgerade  $SID_4$  während der IT; Fallbeispiel D.....128

Abb. 9.11: mittlere Verlaufsgerade  $A_{tot,2}$  während der IT; Fallbeispiel D .....128

Abb. 9.12: mittlere Verlaufsgerade des venösen pH-Wertes während der IT; Fall D.....128

Abb. 9.13: mittlere Verlaufsgerade  $SID_4$  während der IT; Fallbeispiel E .....130

Abb. 9.14: mittlere Verlaufsgerade  $A_{tot,2}$  während der IT; Fallbeispiel E .....130

Studie 1

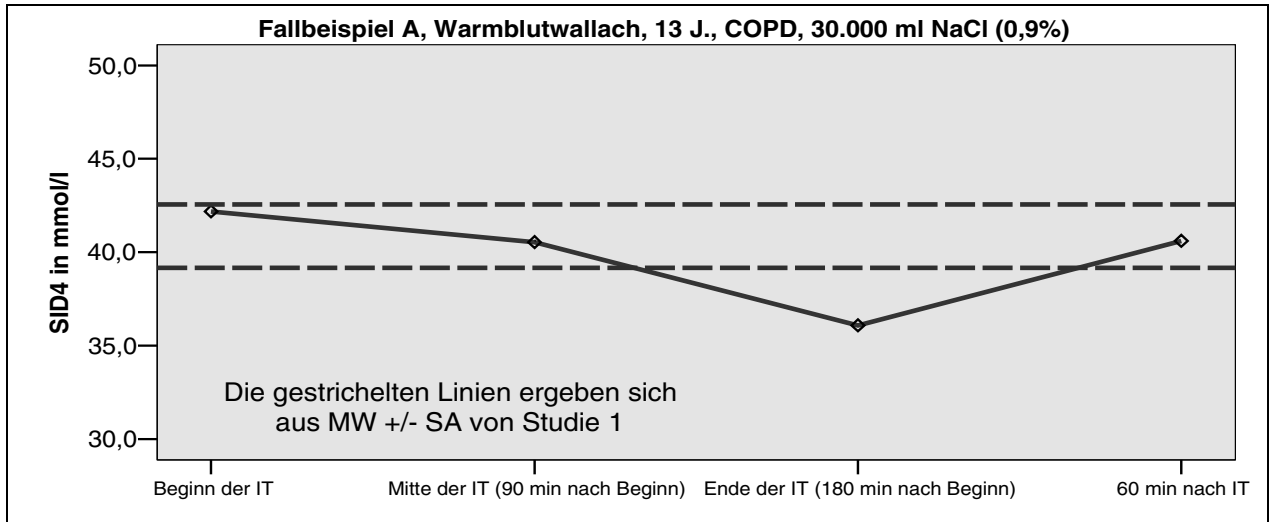
Parameter	$\bar{x} \pm s$	Percentil 25%	Percentil 75%
pH art	7,372 ± 0,039	7,348	7,387
pCO <sub>2</sub> art in kPa	5,64 ± 0,6	5,49	6,04
[HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] art in mmol/l	23,7 ± 1,6	22,7	24,7
BE art in mmol/l	-0,6 ± 1,6	-1,7	0,5
pH ven	7,361 ± 0,033	7,342	7,375
pCO <sub>2</sub> ven in kPa	6,14 ± 0,6	5,96	6,52
[HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ] ven in mmol/l	25,0 ± 1,8	23,9	26,2
BE ven in mmol/l	0,6 ± 1,5	-0,6	2
[Na <sup>+</sup> ] in mmol/l	137 ± 2,4	136	138
[K <sup>+</sup> ] in mmol/l	3,7 ± 0,46	3,2	4,1
[Cl <sup>-</sup> ] in mmol/l	99 ± 2,3	98	100
[P <sub>i</sub> ] in mmol/l	1,01 ± 0,211	0,82	1,14
[lactate <sup>-</sup> ] in mmol/l	0,98 ± 0,56	0,62	1,11
AG in mmol/l	16,89 ± 2,3	15,78	18
TP in g/l	64,7 ± 6,35	60	69,3
Albumin in g/l	30,36 ± 3,32	28,62	32,5
Globuline in g/l	34,38 ± 7,51	28,91	37,71
TWBC 10 <sup>9</sup> /l	7,5 ± 1,89	5,98	8,85

**Tab. 9.1: Erhaltene arithmetische Mittelwerte, Standardabweichung, Percentil 25%, Percentil 75% pH, pCO<sub>2</sub>, [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>], BE, [Na<sup>+</sup>], [K<sup>+</sup>], [Cl<sup>-</sup>], [P<sub>i</sub>] [lactat<sup>-</sup>], [TP], [Albumin], [Globuline] und Gesamtleukozytenzahl aus Studie 1 (n=38)**

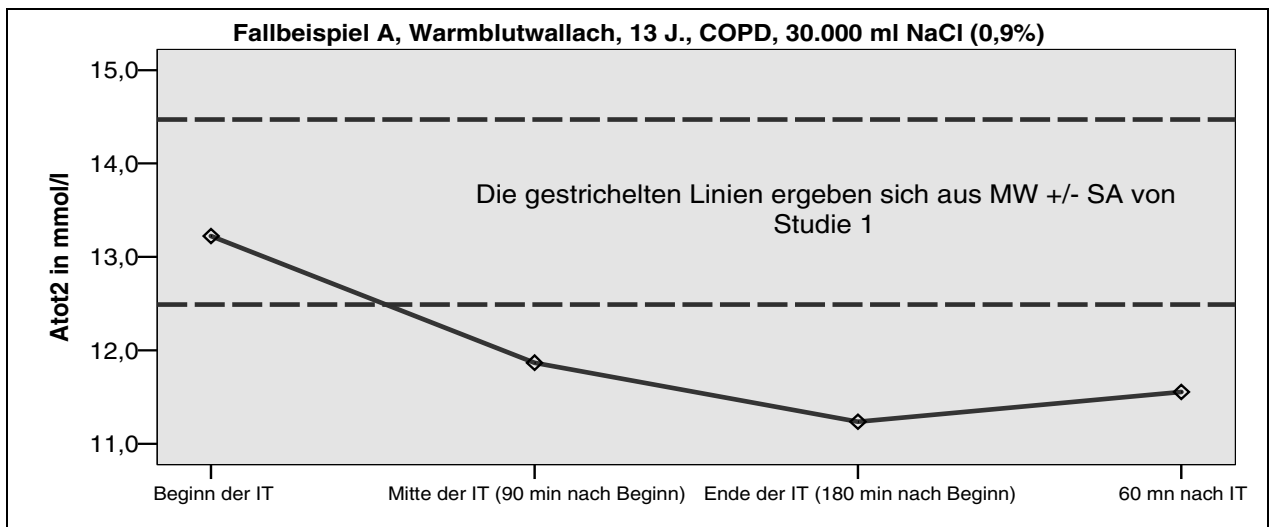
## Fallbeispiel A

	Messung zu Beginn der IT	Messung nach 90 min	Messung nach 180 min (Ende IT)	Messung 60 min nach Ende der IT
pH-Wert art	7,398	n.g.	n.g.	n.g.
pH-Wert ven	7,347	7,332	7,329	7,35
BE art in mmol/l	-0,2	n.g.	n.g.	n.g.
BE ven in mmol/l	0	- 1,1	-3,1	-2,8
pCO <sub>2</sub> art in kPa	5,23	n.g.	n.g.	n.g.
pCO <sub>2</sub> ven in kPa	6,12	6,07	5,53	5,25
AG in mmol/l	19,4	18,6	16,8	21,1
[Na <sup>+</sup> ] in mmol/l	133	137	137	136
[K <sup>+</sup> ] in mmol/l	3,6	2,8	3,7	4
[Cl <sup>-</sup> ] in mmol/l	93	98	103	98
[lactate <sup>-</sup> ] in mmol/l	1,42	1,26	1,61	1,39
[P <sub>i</sub> ] in mmol/l	0,87	0,7	,6	,78
Albumin in g/l	26,53	25,25	23,12	23,14
Globulin in g/l	40,47	35,45	35,28	35,16
TP in g/l	67	60,7	58,4	58,3
SID3 in mmol/l	43,6	41,8	37,7	42,0
SID4 in mmol/l	42,18	40,54	36,09	40,16
A <sub>tot,1</sub> in mmol/l	15	13,6	13,1	13,1
A <sub>tot,2</sub> in mmol/l	13,22	11,87	11,24	11,55
SIG in mmol/l	-8,4	-8,8	-7,5	-11,5

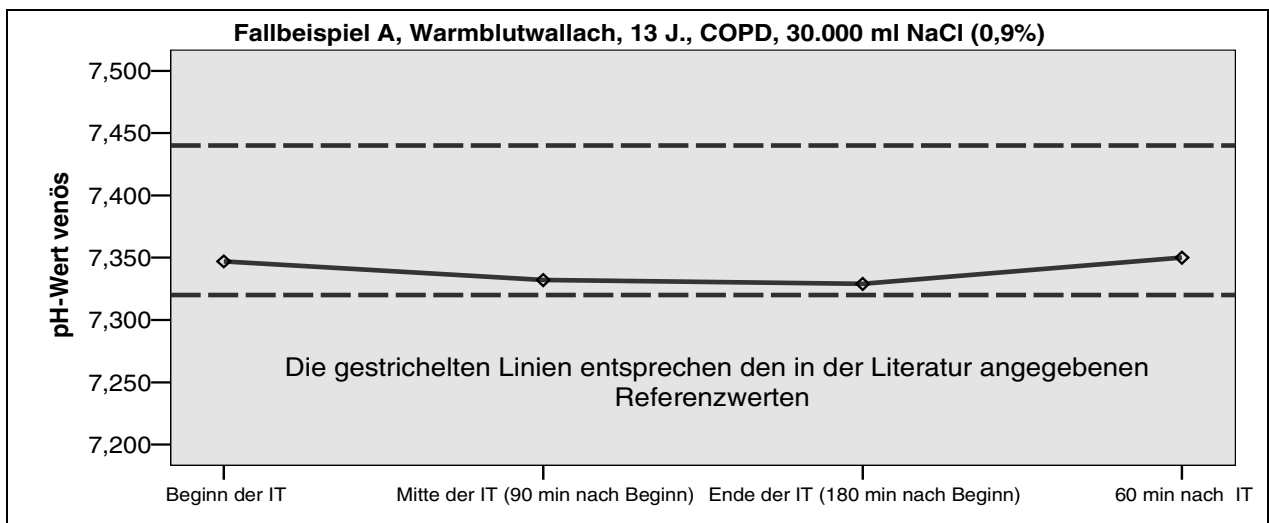
Tab. 9.2: erhaltene Werte Fallbeispiel A



**Abb. 9.1: mittlere Verlaufsgerade SID4 während der IT; Fallbeispiel A**



**Abb. 9.2: mittlere Verlaufsgerade  $A_{\text{tot},2}$  während der IT; Fallbeispiel A**



**Abb. 9.3: mittlere Verlaufsgerade des venösen pH-Wertes während der IT; Fallbeispiel A**

## Fallbeispiel B

	Messung zu Beginn der IT	Messung nach 90 min	Messung nach 180 min (Ende IT)	Messung 60 min nach Ende der IT
pH-Wert ven	7,371	7,321	7,297	7,29
pH-Wert art	7,386	n.g.	7,339	n.g.
BE ven	0,5	-2,4	-3,7	-3,7
BE art	-0,2	n.g.	-3,7	n.g.
pCO <sub>2</sub> ven in kPa	5,88	5,88	5,36	6,21
pCO <sub>2</sub> art in kPa	5,49	n.g.	5,36	n.g.
AG in mmol/l	17,9	12,9	15,8	15,5
[Na <sup>+</sup> ] in mmol/l	139	139	141	141
[K <sup>+</sup> ] in mmol/l	4,4	4,4	4,0	3,0
[Cl <sup>-</sup> ] in mmol/l	101	106	108	107
[lactate] in mmol/l	0,75	0,66	0,7	0,77
[P <sub>i</sub> ] in mmol/l	1,23	1,04	1,1	1,02
Albumin in g/l	32,8	30,06	29,28	29,03
Globulin in g/l	36,7	31,54	29,52	34,77
TP in g/l	69,5	61,6	58,8	63,8
SID3 in mmol/l	42,4	37,4	37	37
SID4 in mmol/l	41,7	36,7	36,3	36,2
A <sub>tot,1</sub> in mmol/l	15,6	13,8	13,2	14,3
A <sub>tot,2</sub> in mmol/l	14,8	13,1	12,7	13,3
SIG in mmol/l	-5,5	-2,1	-5,5	-4,7

Tab. 9.3: erhaltene Werte Fallbeispiel B

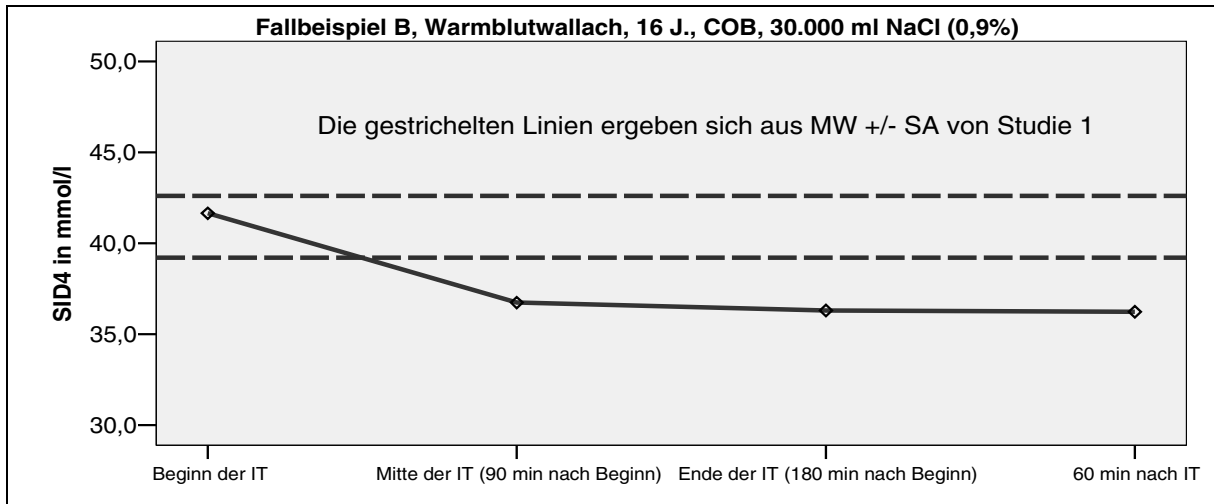


Abb. 9.4: mittlere Verlaufsgerade SID4 während der IT; Fallbeispiel B

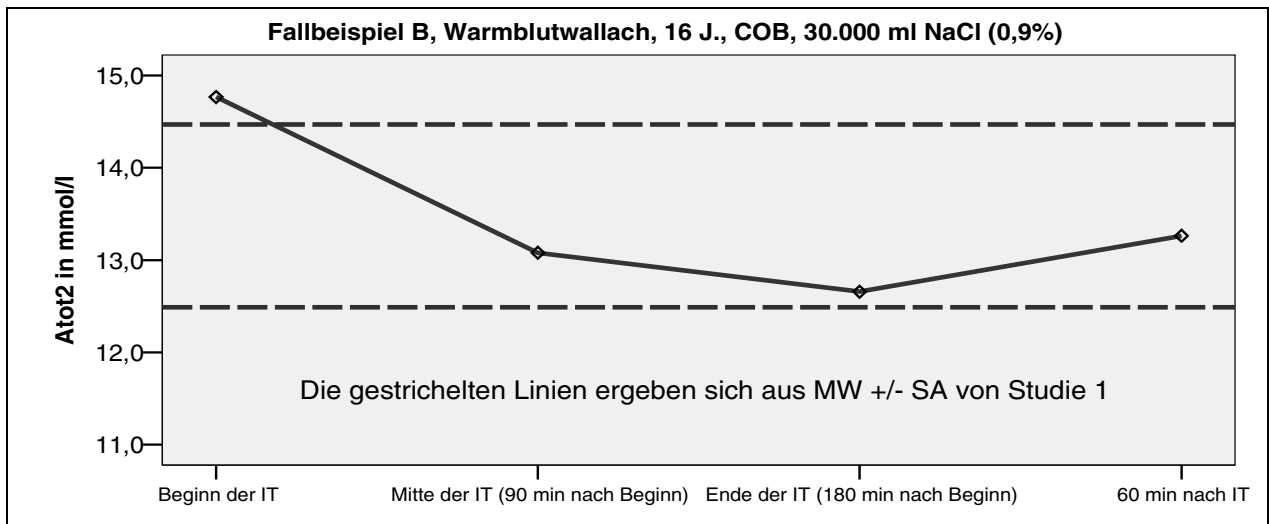


Abb. 9.5: mittlere Verlaufsgerade A<sub>tot,2</sub> während der IT; Fallbeispiel B

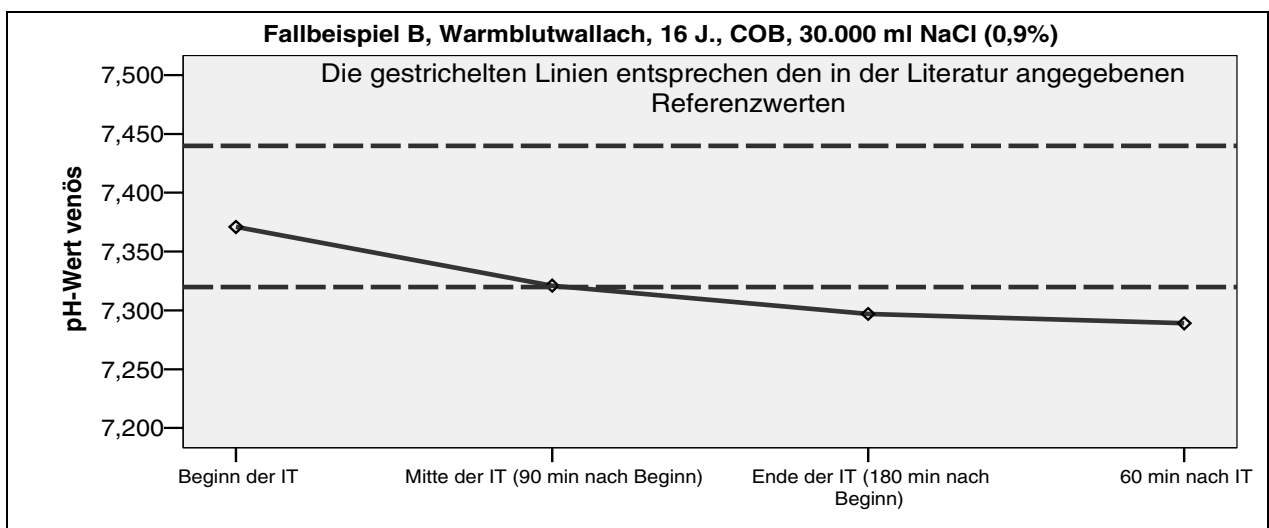


Abb. 9.6: mittlere Verlaufsgerade des venösen pH-Wertes während der IT; Fallbeispiel B



## Fallbeispiel C

	Messung zu Beginn der IT	Messung nach 60 min	Messung nach 120 min (Ende IT)	Messung 60 min nach Ende der IT
pH-Wert ven	7,322	7,237	7,266	7,27
pH-Wert art	n.g.	n.g.	n.g.	7,299
BE ven	-2,4	-6,6	-6,2	-5,5
BE art	n.g.	n.g.	n.g.	-6,9
pCO <sub>2</sub> ven in kPa	6,04	6,626	6,0	6,24
pCO <sub>2</sub> art in kPa	n.g.	n.g.	n.g.	5,15
AG in mmol/l	19,4	18,6	16,8	21,1
[Na <sup>+</sup> ] in mmol/l	133	137	137	136
[K <sup>+</sup> ] in mmol/l	3,6	2,8	3,7	4
[Cl <sup>-</sup> ] in mmol/l	93	98	103	98
[lactate] in mmol/l	1,42	1,26	1,61	1,39
[P <sub>i</sub> ] in mmol/l	0,87	0,7	,6	,78
Albumin in g/l	26,53	25,25	23,12	23,14
Globulin in g/l	40,47	35,45	35,28	35,16
TP in g/l	67	60,7	58,4	58,3
SID3 in mmol/l	41,4	41,9	42,7	40,5
SID4 in mmol/l	40,5	41	41,9	39,7
A <sub>tot,1</sub> in mmol/l	14,4	13,3	12,7	13,4
A <sub>tot,2</sub> in mmol/l	13,7	12,9	12,3	13,1
SIG in mmol/l	-7,6	-11,3	-13,2	-12

Tab. 9.4: erhaltene Werte Fallbeispiel C

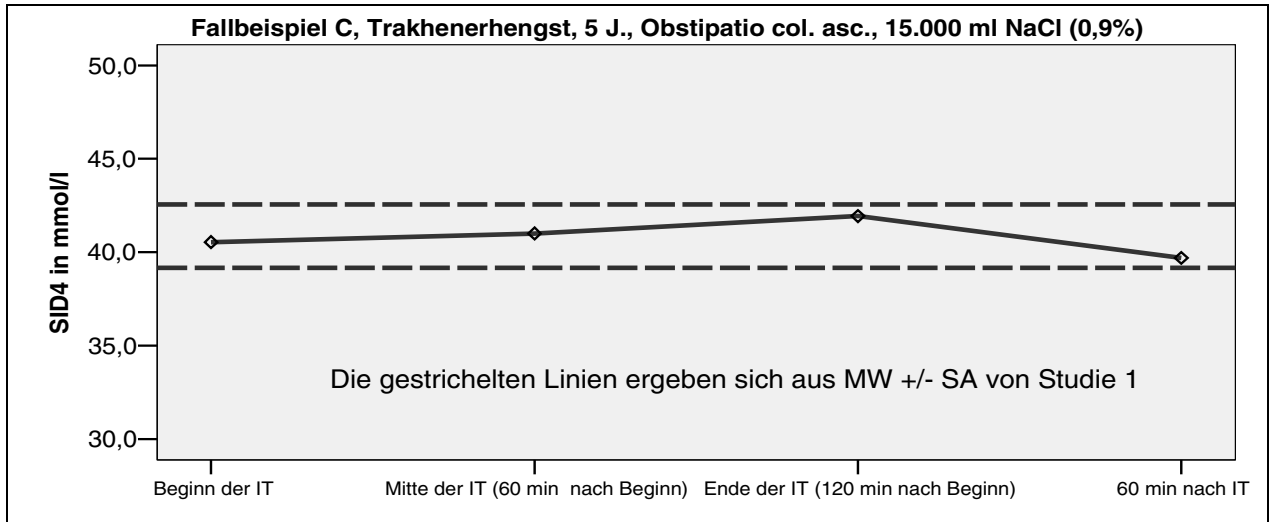


Abb. 9.7: mittlere Verlaufsgerade SID4 während der IT; Fallbeispiel C

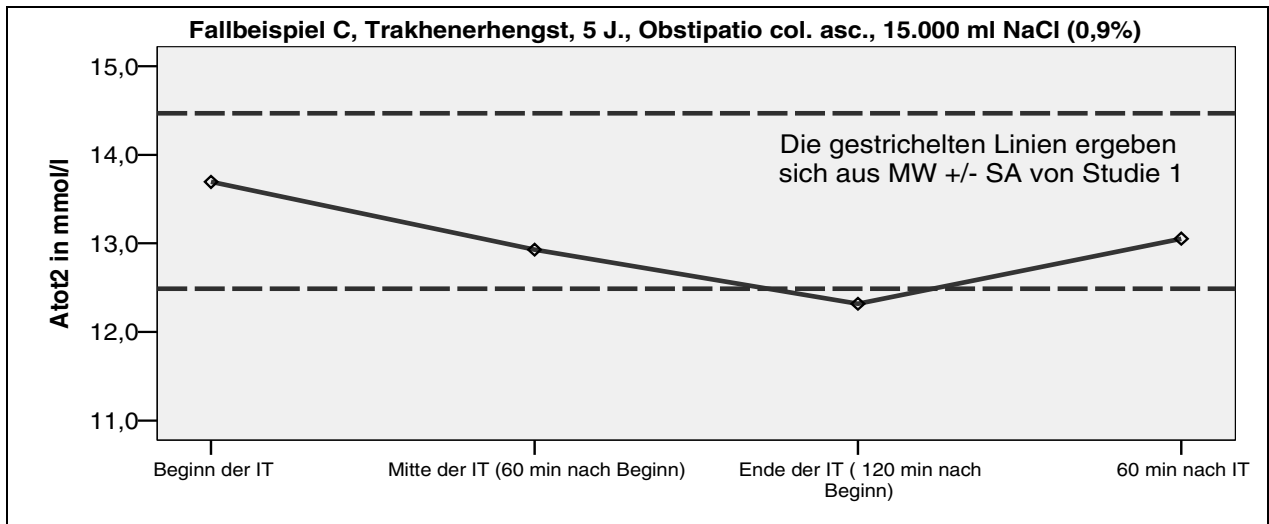


Abb. 9.8: mittlere Verlaufsgerade A<sub>tot,2</sub> während der IT; Fallbeispiel C

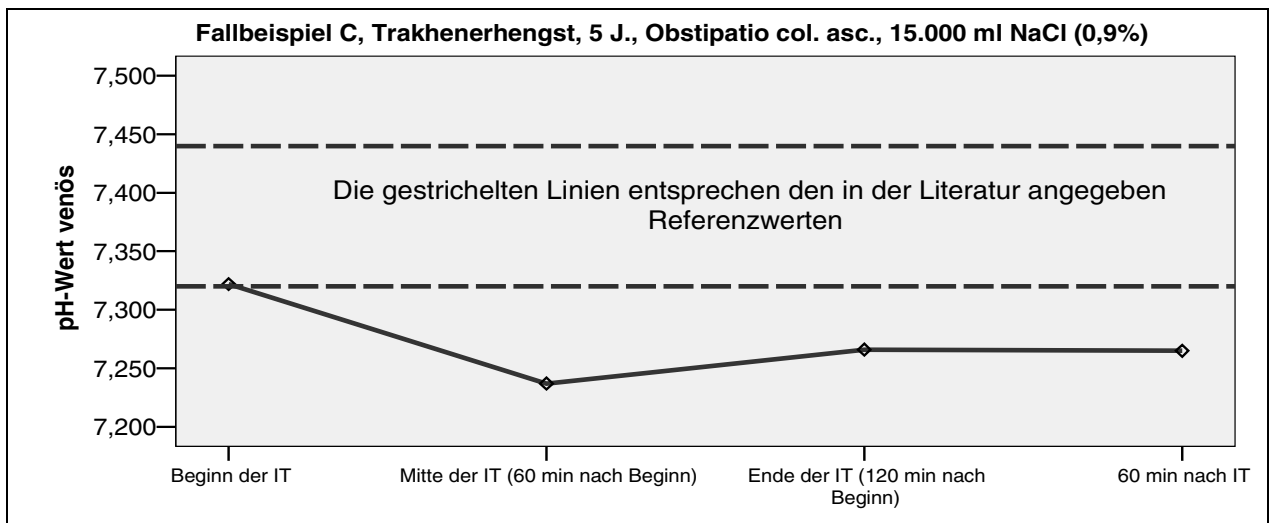
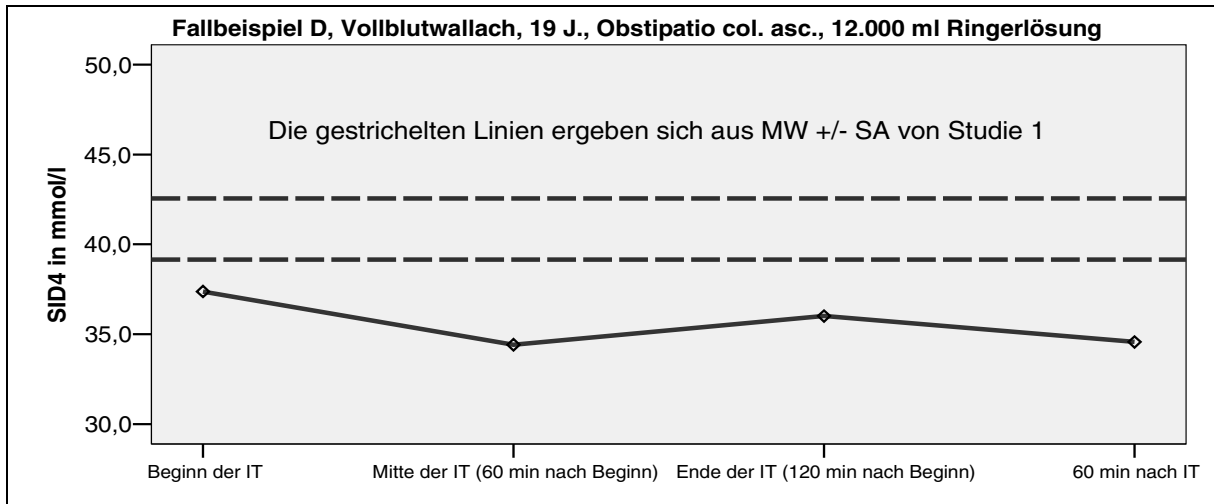


Abb. 9.9: mittlere Verlaufsgerade des venösen pH-Wertes während der IT; Fallbeispiel C

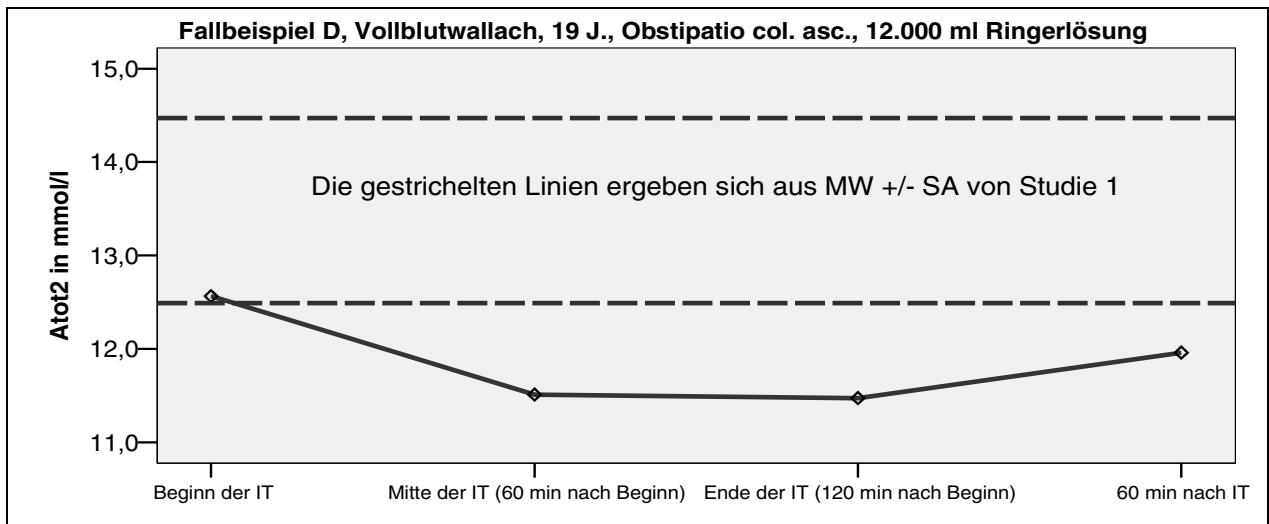
## Fallbeispiel D

	Messung zu Beginn der IT	Messung nach 60 min	Messung nach 120 min (Ende IT)	Messung 60 min nach Ende der IT
pH-Wert ven	7,363	7,299	7,308	7,311
pH-Wert art	n.g.	n.g.	n.g.	7,237
BE ven	-4,2	-3,5	-3,5	-7,5
BE art	n.g.	n.g.	n.g.	-11,1
pCO <sub>2</sub> ven in kPa	4,59	6,0	5,92	5,91
pCO <sub>2</sub> art in kPa	n.g.	n.g.	n.g.	4,82
AG in mmol/l	21,8	15,4	16,4	16,9
[Na <sup>+</sup> ] in mmol/l	137	136	137	136
[K <sup>+</sup> ] in mmol/l	3,6	3,7	3,7	3,4
[Cl <sup>-</sup> ] in mmol/l	100	103	103	103
[lactate] in mmol/l	3,22	2,29	1,69	1,84
[P <sub>i</sub> ] in mmol/l	0,74	0,98	1,07	1,05
Albumin in g/l	30,29	24,11	24,36	26,56
Globulin in g/l	31,41	30,69	28,84	29,04
TP in g/l	61,7	54,8	53,2	55,6
SID3 in mmol/l	40,6	36,7	37,7	36,4
SID4 in mmol/l	37,4	34,4	36,0	34,6
A <sub>tot,1</sub> in mmol/l	13,8	12,3	11,9	12,5
A <sub>tot,2</sub> in mmol/l	12,6	11,5	11,5	12,0
SIG in mmol/l	-11,3	-6	-6,99	-7,1

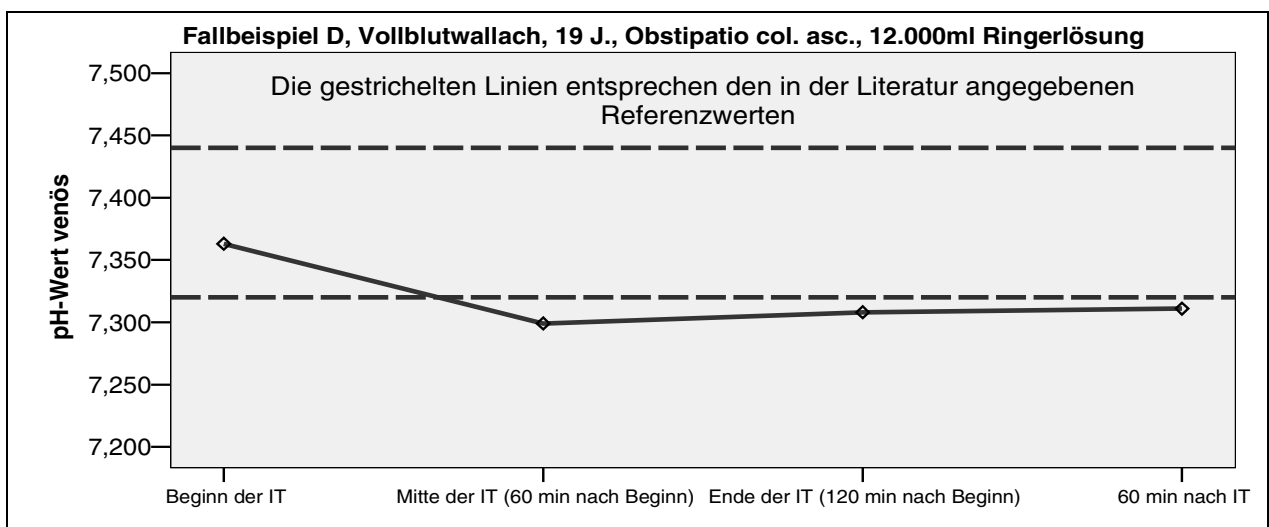
Tab. 9.5: erhaltene Werte Fallbeispiel D



**Abb. 9.10: mittlere Verlaufsgerade SID4 während der IT; Fallbeispiel D**



**Abb. 9.11: mittlere Verlaufsgerade  $A_{tot,2}$  während der IT; Fallbeispiel D**



**Abb. 9.12: mittlere Verlaufsgerade des venösen pH-Wertes während der IT; Fall D**

## Fallbeispiel E

	Messung zu Beginn der IT	Messung nach 20 min (Ende der Infusion mit hypertoner Kochsalzlösung)	Messung nach 50 min (Ende der Infusion mit isotoner Kochsalzlösung)
pH-Wert ven	7,288	7,252	7,273
BE ven	-1,4	-5,3	-6,4
pCO <sub>2</sub> ven	6,87	6,49	5,67
AG in mmol/l	39,7	35,2	33,9
[Na <sup>+</sup> ] in mmol/l	141	159	156
[K <sup>+</sup> ] in mmol/l	3,3	2,8	2,7
[Cl <sup>-</sup> ] in mmol/l	81	106	106
[lactate <sup>-</sup> ] in mmol/l	6,07	5,4	5,01
[P <sub>i</sub> ] in mmol/l	1,05	0,9	0,75
Albumin in g/l	33,97	25,43	24,97
Globulin in g/l	49,53	34,72	35,39
TP in g/l	80,5	59,7	60,9
Hämatokrit	0,62	0,45	0,42
pCO <sub>2</sub> ven in kPa	6,87	6,49	5,67
SID3 in mmol/l	63,3	55,8	52,7
SID4 in mmol/l	57,2	50,4	47,69
A <sub>tot,1</sub> in mmol/l	18	13,4	13,6
A <sub>tot,2</sub> in mmol/l	16,1	12,2	12
SIG in mmol/l	-26,6	-25,44	-24,9

Tab. 9.6: erhaltene Werte Fallbeispiel E

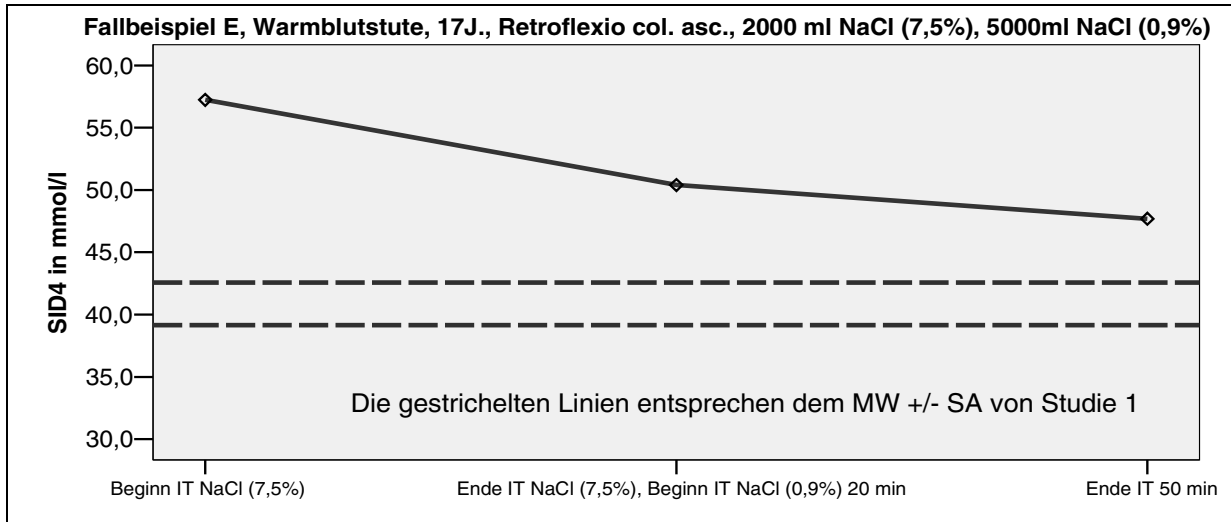


Abb. 9.13: mittlere Verlaufsgerade SID4 während der IT; Fallbeispiel E

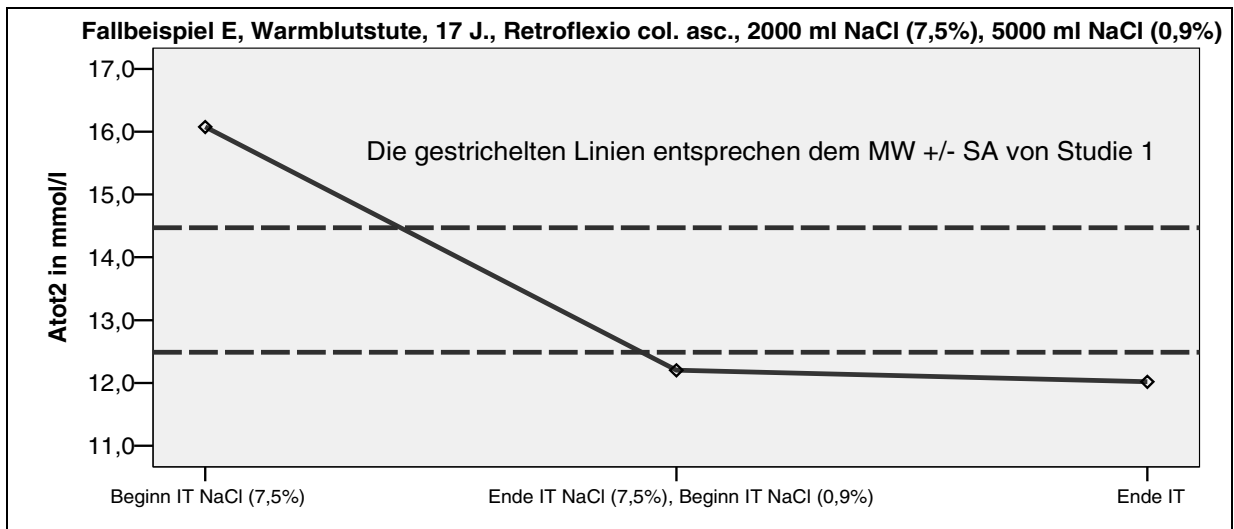


Abb. 9.14: mittlere Verlaufsgerade  $A_{tot,2}$  während der IT; Fallbeispiel E

## Anhang

### Fallbeispiel F

	Beginn IT (3.000 ml Ringerlsg)	30 min	60 min (Stop IT)	120 min Fortsetzung IT (NaBiC 250 ml + 1.000 ml Ringerlsg)	150 min Ende NaBiC, (Beginn HES 200 ml + 1.000 ml Ringerlsg)	180 min Ende IT	240 min (60 min nach Ende IT)
pH-Wert ven	7,204	7,184	7,186	7,288	7,33	7,36	7,275
BE ven in mmol/l	-11,3	-12,6	-12,8	-10,2	-4,4	-2,5	-7,4
pCO <sub>2</sub> ven in kPa	5,19	4,99	4,96	5,08	5,11	5,11	5,19
AG in mmol/l	22,1	18,9	16,4	13,4	13,3	11	15,5
[Na <sup>+</sup> ] in mmol/l	125	125	126	123	128	128	129
[K <sup>+</sup> ] in mmol/l	4,8	4,4	3,9	4,6	4,1	3,8	3,8
[Cl <sup>-</sup> ] in mmol/l	93	97	100	99	98	100	100
[lactate <sup>-</sup> ] in mmol/l	4,91	4,84	3,35	2,02	1,57	1,54	1,49
[P <sub>i</sub> ] in mmol/l	2,79	2,29	2,08	2,12	1,98	1,98	2,04
Albumin in g/l	19,28	14,43	14,6	14,53	13,3	12,63	13,85
Globulin in g/l	26,62	21,1	18,5	21,07	18,9	17	18,05
TP in g/l	45,9	35,5	33,1	35,6	32,2	29,6	31,3
SID3 in mmol/l	36,8	32,4	29,9	28,6	34,1	31,8	32,8
SID4 in mmol/l	31,89	27,56	26,55	26,58	32,53	30,26	31,31
A <sub>tot,1</sub> in mmol/l	10,28	7,95	7,41	7,97	7,21	6,63	7,15
A <sub>tot,2</sub> in mmol/l	13,6	10,38	9,67	10,09	9,26	8,84	9,37
SIG in mmol/l	-11,81	-10,87	-8,91	-5,2	-5,64	-3,61	-7,93

**Tab. 9.7: erhaltene Werte Fallbeispiel F**

## **Danksagung**

Herrn Prof. Dr. A. Grabner danke ich für die Überlassung des Themas, die wissenschaftliche Anleitung und die stets gewährte freundliche Unterstützung.

Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. H. Hartmann, der nicht nur die Idee für das Thema lieferte, auch stand er mir immer mit bestem Rat zur Seite.

Frau Dr. Christiane Siegling-Vlitakis gilt mein Dank für die gute Zusammenarbeit während dieser Arbeit.

Ich danke dem Institut für Veterinärmedizinische Diagnostik, Berlin Steglitz für die Probenauswertung einiger Parameter.

Frau Dr. Gisela Arndt danke ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Speziellen Dank an Susi und Hannah, Dir Susi nicht nur für die Hilfe bei der Probenentnahme auch bei widrigsten Witterungsbedingungen.

Ich danke all den MitarbeiterInnen und ehemaligen MitarbeiterInnen der Klinik für Pferde für die Unterstützung bei der Arbeit und die jahrelange lustige Zeit.

Danke an Mike für die Hilfe beim Summary, wir treffen uns im Netz zum Schach.

An dieser Stelle einen Dank an die Leute mit denen ich gemeinsam dieses Studium ohne allzu große Nebenwirkungen überstanden habe, besonders an diejenigen, die mich als Mitbewohner ertragen haben. Beste Grüße.

Last but not least gebührt der größte Dank meinen Eltern für soviel Unterstützung, Geduld, Zeit, Nerven und Finanzierung in den letzten 29 Jahren. Danke Euch beiden für alles.

*Do not take life too seriously; you never get out of it alive – Ellbert Hubbart.*



**Selbständigkeitserklärung**

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe.

Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 21. Januar 2007

Michael Schmohl