



Philipp Konstantin Sauter (Autor)  
**Einfluss einer induzierten Endotoxämie auf die  
Mikro- und Makrozirkulation und die Integrität der  
endothelialen Glykokalix beim Pferd**

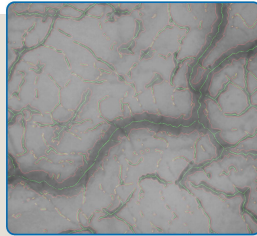
Wissenschaftliche Reihe  
der Klinik für Pferde

Herausgegeben von  
Karsten Feige, Harald Sieme, Florian Geburek,  
Sabine Kästner, Bernhard Ohnesorge



Philipp Konstantin Sauter

**Einfluss einer induzierten Endotoxämie auf die  
Mikro- und Makrozirkulation und die Integrität der  
endothelialen Glykokalix beim Pferd**



STIFTUNG TIERÄRZTLICHE HOCHSCHULE HANNOVER

**57**



Cuvillier Verlag Göttingen  
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8727>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	5
Abkürzungsverzeichnis .....	9
1. Einleitung .....	13
2. Literaturübersicht .....	15
2.1 Endotheliale Glykokalix .....	15
2.1.1 Aufbau .....	15
2.1.2 Funktion .....	18
2.2 Makro- und Mikrozirkulation .....	20
2.2.1 Makrozirkulation .....	20
2.2.2 Messlokalisationen .....	20
2.2.3 Mikrozirkulation .....	22
2.2.4 Zusammenhang von Mikro- und Makrozirkulation .....	24
2.2.5 Katecholamine - Wirkung auf die Makro- und Mikrozirkulation .....	25
2.3 Endotoxämie .....	26
2.4 Sepsis und septischer Schock .....	28
2.5 Pathogenese sepsisinduzierter Mikrozirkulationsstörung .....	30
2.5.1 Allgemeines .....	30
2.5.2 Inflammation .....	32
2.5.3 Permeabilität .....	33
2.5.4 Koagulation .....	34
2.5.5 Ödembildung und Hypoxie .....	35
2.5.6 Auswirkungen auf die Mikro- und Makrozirkulation .....	37
2.6 Shedding .....	37
2.7 Weißlichtspektrometrie und Laser-Doppler-Durchflussmessung .....	38
2.8 Videographische Mikrozirkulationsanalyse .....	41
2.9 Analyse von Mikrozirkulationsparameter .....	45
2.9.1 Grundlagen .....	45
2.9.2 Objektive Mikrozirkulationsparameter .....	46
2.9.3 Subjektive Mikrozirkulationsparameter .....	48

3. Material und Methoden .....	50
3.1 Studiendesign .....	50
3.2 Probanden.....	50
3.3 Anästhesie .....	50
3.3.1 Prämedikation und Induktion.....	50
3.3.2 Narkoseerhaltung und Narkoseverlauf.....	51
3.3.3 Versuchsende .....	52
3.4. Instrumentierung .....	52
3.4.1 Narkosevorbereitung .....	52
3.4.2 Instrumentierung .....	53
3.4.3 Chirurgie.....	54
3.5. Messparameter .....	55
3.5.1 Vital- und hämatologische Parameter .....	55
3.5.2 Herzauswurfmessung.....	55
3.5.3 Messlokalisationen .....	56
3.5.4 Messung der Mikrozirkulation.....	57
3.5.5 Analyse der Sheddingprodukte SYN und HEP .....	61
3.6 Endotoxämie .....	61
3.7 Versuchsablauf .....	61
3.7.1 Gliederung.....	61
3.7.2 Schema Versuchsablauf .....	64
3.8 Blutentnahmen.....	65
3.9 Kalkulierte Variablen und Indices.....	66
3.10 Auswertung und statistische Analyse .....	71
4. Ergebnisse .....	73
4.1 Kardiovaskuläre Parameter.....	73
4.1.1 Herzfrequenz.....	73
4.1.2 Mittlerer arterieller Blutdruck .....	74
4.1.3 Herzindex .....	75
4.1.4 Schlagvolumenindex .....	76
4.1.5 Systemischer vaskulärer Widerstand .....	77
4.2 Respiratorische Parameter .....	78
4.2.1 Atemfrequenz.....	78
4.3 Oxygenierungsparameter .....	79

4.3.1 Arterieller Sauerstoffpartialdruck .....	79
4.3.2 Arterieller Kohlendioxidpartialdruck .....	80
4.3.3 Gemischtvenöser Sauerstoffpartialdruck .....	81
4.3.4 Gemischtvenöser Kohlenstoffdioxidpartialdruck .....	82
4.3.5 Globaler Sauerstoffangebotsindex .....	83
4.3.6 Globaler Sauerstoffverbrauchsindex .....	84
4.3.7 Sauerstoffextraktionsrate .....	85
4.3.8 Endtidaler Kohlenstoffdioxidgehalt .....	86
4.3.9 Arteriell-endtidale Kohlenstoffdioxiddruckdifferenz .....	87
4.3.10 Shuntfraktion nach Berggren .....	88
4.4 Hämatologische Parameter .....	89
4.4.1 Laktatkonzentration .....	89
4.4.2 Leukozytenkonzentration .....	90
4.5 Mikroperfusionsparameter .....	92
4.5.1 Messung Sublingualschleimhaut .....	92
4.5.2 Messung Jejunalserosa .....	96
4.5.3 Messung Genitalschleimhaut .....	101
4.6 Periphere Perfusionsparameter .....	106
4.6.1 Messung Sublingualschleimhaut .....	106
4.6.2 Messung Jejunalserosa .....	108
4.6.3 Messung Genitalschleimhaut .....	110
4.7 Konzentration der endothelialen Glykokalixbestandteile .....	112
4.7.1 Pferde Syndekan-1 .....	112
4.7.2 Pferde Heparansulfat-Proteoglykan .....	113
5. Diskussion .....	115
5.1 Diskussion der Ergebnisse .....	115
5.1.1 Einordnung Endotoxämie/Sepsis .....	115
5.1.2 Kardiovaskuläre Parameter .....	116
5.1.3 Respiratorische und Oxygenierungsparameter .....	120
5.1.4 Hämatologische Parameter .....	124
5.1.5 Mikroperfusionsparameter .....	127
5.1.6 Periphere Perfusionsparameter .....	132
5.1.7 Konzentration der endothelialen Glykokalixbestandteile .....	134
5.2 Diskussion der Methodik .....	136

## Inhaltsverzeichnis

---

5.2.1 Versuchsaufbau und -ablauf .....	136
5.2.2 Endotoxindosierung.....	136
5.2.3 Angewandte Medikamente.....	137
5.2.4 Herzauswurfmessung.....	140
5.2.5 Messung Mikrozirkulationsparameter und SDF-Kamera.....	140
5.2.6 O2C „Oxygen to see“ .....	144
5.3 Fazit und Ausblick .....	145
6. Zusammenfassung .....	147
7. Summary .....	150
8. Literatur.....	153
9. Anhang .....	190
10. Danksagung.....	197