

Aus dem Institut für Anatomie, Physiologie und Hygiene der Haustiere
der Universität Bonn

und der

Klinik für kleine Klautiere und forensische Medizin und Ambulatorischen
Klinik der Tierärztlichen Hochschule Hannover

**Bewertung von Haptoglobin als Parameter
zur Einschätzung des Gesundheitsstatus
von Mastschweinen**

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
DOCTOR MEDICINAE VETERINARIAE
durch die Tierärztliche Hochschule Hannover

Vorgelegt von
SUSANNE KNURA-DESZCZKA
Tierärztin aus Bonn

Hannover 2000

Wissenschaftliche Betreuung:

Prof. Dr. Brigitte Petersen

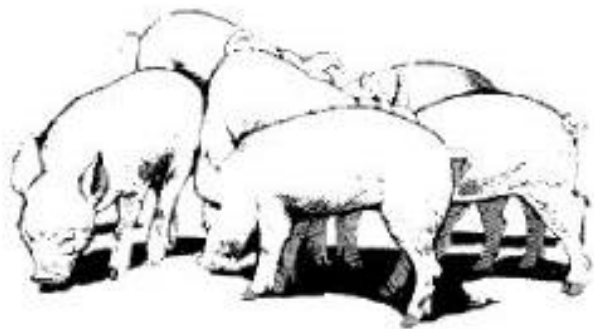
Univ.-Prof. Dr. Michael Wendt

1. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Michael Wendt

2. Gutachter: Priv.-Doz. Dr. Ludwig Haas

Tag der mündlichen Prüfung: 21.November 2000

Meinem Vater gewidmet.



Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Einleitung	9
2	Literaturübersicht	11
2.1	Haptoglobin	11
2.1.1	Haptoglobin als Akute-Phase-Protein	11
2.1.2	Physiologische Einflussfaktoren auf die Haptoglobin- konzentration	14
2.1.3	Pathologische Einflussfaktoren auf die Haptoglobin- konzentration	17
2.2	Abiotische sowie biotische Risikofaktoren bei der Entstehung von Gesundheitsstörungen und Leistungsdepression beim Schwein	20
2.3	Einschätzung der Umfeld- und Produktionsdaten in schweine- haltenden Betrieben	27
2.4	Screening-Tests zur Bewertung des Gesundheitsstatus	32
3	Material und Methoden	35
3.1	Auswahl der Pilotbetriebe und Versuchstiere	35
3.2	Aufnahme der Bestandsdaten	39
3.3	Versuchsablauf und -durchführung	41
3.4	Analytische Methoden	47
3.5	Statistische Auswertung	50

4	Ergebnisse	52
4.1	Zeitlicher Verlauf der Haptoglobinkonzentration	52
4.2	Haptoglobinkonzentration im Plasma von Schweinen in Abhängigkeit vom Betrieb	55
4.3	Klinische Befunde während der Mast	59
4.4	Vergleich der Konzentration klinisch-chemischer Blutparameter	64
4.5	Mastdauer und Mastleistung	67
4.6	Beziehung zwischen Haptoglobin und den Schlachtbefunden	70
4.7	Zusammenhang zwischen Haptoglobinplasmakonzentration und mikrobiologischen sowie histologischen Befunden	73
5	Diskussion	75
6	Zusammenfassung	86
	Summary	88
7	Literaturverzeichnis	90

Abkürzungsverzeichnis

O	arithmetischer Mittelwert
γ-GT	Gamma-Glutamyl-Transferase
A. pp.	Actinobacillus pleuropneumoniae
Abb.	Abbildung
ACTH	Adrenocorticotropin
AK	Aujeszkysche Krankheit
ANOVA	einfaktorielle Varianzanalyse
AP	Alkalische Phosphatase
APP	Akute-Phase-Proteine
APR	Akute-Phase-Reaktion
AS	Aminosäure
ASAT	Aspartat-Aminotransferase
BALT	Broncho-Associated-Lymphatic-Tissue
BHZP	Bundes-Hybrid-Zuchtprogramm
BKZ	Betriebskennziffer
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
Ca	Calcium
CK	Creatin-Kinase
Crea	Creatinin
d. h.	das heißt
EP	Enzootische Pneumonie
etc.	et cetera
F1–F5	Ferkelerzeuger 1–5
Fe	Eisen
ggf.	gegebenenfalls
ggr.	geringgradig
HEALEX	Herdengesundheitspunktesystem
HKZ	Hygienekennziffer
hochgr.	hochgradig
Hp	Haptoglobin
IL-1	Interleukin-1
IL-6	Interleukin-6
K	Kalium
KG	Körpergewicht
LDH	Laktatdehydrogenase
M1–M7	Mäster 1–7
mgr.	mittelgradig
N	Anzahl der Tiere
n. s.	nicht signifikant
Na	Natrium
o. a.	oben angeführt
PRRS	Porzines Reproduktives und Respiratorisches Syndrom
PRRSV	Porzines Reproduktives und Respiratorisches Syndrom-Virus

QM	Qualitätsmanagement
s	Standardabweichung
SEW	Segregated Early Weaning
SPF	Specific Pathogen Free
Tab.	Tabelle
TBKZ	Teilbetriebskennziffer
TGI	Tiergerechtsheitsindex
THKZ	Teilhygienekennziffer
TNF- α	Tumor-Nekrose-Faktor- α
TP	Total Protein (Gesamtprotein)
u. a.	unter anderem
Urea	Harnstoff
v. a.	vor allem
V1–V8	Verkaufsgruppen 1–8
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

Krankheiten bei Schweinen treten allzu oft nicht als Problem des Einzeltieres, sondern vornehmlich als Bestandsproblem auf. Daher ist bei der Diagnostik und Behandlung von bestehenden Erkrankungen immer die gesamte Tiergruppe oder der Bestand zu berücksichtigen. Durch Impfprogramme und den Einsatz von Antiparasitika konnten bereits eine Reihe von Infektionskrankheiten weitestgehend aus den Schweinebeständen getilgt werden.

Dennoch sind infektiöse Faktorenerkrankungen, insbesondere die Atemwegserkrankungen wie Enzootische Pneumonie (EP) und Rhinitis atrophicans oder Allgemeinerkrankungen wie das Porzine Reproduktives und Respiratorisches Syndrom (PRRS), in den Schweinebeständen weit verbreitet und verursachen Leistungsminderungen, die mit geringeren täglichen Zunahmen und mit Verlusten einhergehen. Sehr häufig sind es auch subklinische Infektionen, die, wenn sie überhaupt erkannt werden, zur Erregerpersistenz in den Beständen führen können. Sie stellen aber auch die Hauptansteckungsquelle für bisher freie Bestände dar, insbesondere dann, wenn maternale Infektionen in Ferkelerzeugerbetrieben über die Nachzucht in die Mastbetriebe eingeschleppt werden.

Vor diesem Hintergrund ist das überbetriebliche Gesundheitsvorsorgemanagement innerhalb der Kunden-Lieferanten-Beziehung zwischen Ferkelerzeugern und Mästern einer der entscheidenden Faktoren zur Erzeugung von wirtschaftlichem Schweinefleisch. Die Gesundheitsvorsorge kann dabei als ein Schwerpunkt des präventiven Qualitätsmanagements gesehen werden, denn Krankheiten sind im Sinne des Qualitätsmanagements qualitätsmindernde Faktoren und Fehler oder Störungen im Prozessablauf.

Es gilt Belastungsfaktoren, die ein Risiko für die Tiergesundheit darstellen, frühzeitig zu erkennen und zu beseitigen, sowie mögliche Krankheiten bereits im subklinischen Stadium zu erkennen, um klinische Erkrankungen abzuwenden oder deren Ausbreitung zu verhindern.

Auch der Gesetzgeber hat mit Inkrafttreten der Schweinehaltungshygieneverordnung im Juni 1999 dem gestiegenen Infektionsrisiko durch den Strukturwandel in der arbeitsteiligen Schweineproduktion Rechnung getragen.

Die neue Verordnung legt die bereits in einigen Beständen im Rahmen der Produktionssicherheit getroffenen Hygiene- und Kontrollmaßnahmen für alle Schweinehaltungsbetriebe gesetzlich fest und sieht neue bzw. erweiterte Aufgaben und Pflichten für Landwirt und Tierarzt vor.

Zu nennen sind dabei die in § 6 geforderten „Betriebseigenen Kontrollen“ durch den Tierbesitzer und die in § 7 geforderte „Tierärztliche Bestandsbetreuung“. Beide Seiten – landwirtschaftliche Betriebe und betreuende Tierärzte – bemühen sich derzeit mit der Umsetzung der Verordnung eine Basis für eine Zusammenarbeit zu schaffen, die weit über die Maßnahmen der Seuchenprävention hinausgeht.

Bei den Bemühungen um eine effektive und qualitätsorientierte Schweinefleischerzeugung ist ein besonderes Augenmerk auf eine planmäßige Gesundheitsüberwachung und regelmäßige Bestandsbetreuung zu richten. Bislang fehlen allerdings geeignete Messparameter zur Früherkennung von subklinischen Erkrankungen. Akute-Phase-Proteine, die in der Humanmedizin bereits seit Jahrzehnten in der Vorsorgemedizin ihre Anwendung finden, stehen derzeit in der Diskussion, für diese Zwecke eingesetzt zu werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher zu prüfen, inwiefern eines der Akute-Phase-Proteine, das Haptoglobin, als Parameter zur Einschätzung des Gesundheitsstatus von Schweine geeignet ist.

Es wird vor allem der Einfluss suboptimaler Haltungsbedingungen und eines niedrigen Hygienestatus auf die Konzentration des Parameters im Blut näher untersucht, denn die richtige Gestaltung der Aufzucht- und Mastbedingungen spielt im Rahmen der Prävention eine übergeordnete Rolle. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob ein Zusammenhang zwischen der Haptoglobinplasmakonzentration von Mastschweinen und deren Gewichtsentwicklung, sowie der Häufigkeit klinischer Befunde in bestimmten Wachstumsphasen besteht.

Ferner gilt es zu klären, welche Untersuchungszeitpunkte gewählt werden sollten, um eine ausreichende Prognose über den weiteren Gesundheitsverlauf einer Tiergruppe geben zu können. Letztgenannter Aspekt wird im Zusammenhang mit der Entwicklung von Prüfplänen im Rahmen des überbetrieblichen Gesundheits- und Qualitätsmanagements diskutiert.

2 Literaturübersicht

2.1 Haptoglobin

2.1.1 Haptoglobin als Akute-Phase-Protein

Das Plasmaprotein Haptoglobin, ein Glykoprotein der α -2-Globulinfraktion des Serums, mit einem Molekulargewicht von 100 000 Dalton (ECKERSALL u. CONNOR, 1990), findet man im Blut aller Säugetiere. Es wurde im Jahre 1938 von POLONOVSKI und JAYLE entdeckt (zitiert nach BUNDSCHUH et al., 1988) und gehört neben C-reaktivem-Protein und pig-Map (ein α_2 -Globulin) zu den wesentlichen Akute-Phase-Proteinen beim Schwein (LAMPREAVE et al., 1994; ECKERSALL et al., 1996; ALAVA et al., 1997)

Akute-Phase-Proteine werden im Zuge der Akute-Phase-Reaktion in der Leber gebildet und in die Blutbahn sezerniert.

Die Akute-Phase-Reaktion ist eine physiologische nicht-spezifische Reaktion des Körpers auf Störungen der Homeostase durch verschiedenste Pathogene, deren Ziel die Verhinderung der weiteren Zerstörung des Gewebes, die Isolation der Pathogene und deren Zerstörung und damit die Wiederherstellung der normalen Funktion des Gewebes ist (ECKERSALL, 1991; GRUYS et al., 1994; KRÜGER, 1995). Diese Aufgaben erfüllen die Akute-Phase-Proteine. Akute-Phase-Proteine wie das C-reaktive-Protein binden an Bakterien und begünstigen die Phagozytose sowie die Anlagerung von Komplement und die Aktivierung des Komplementsystems. Haptoglobin dient als Transportprotein für Hämoglobin. Es bildet mit Hämoglobin, das aus zerstörten Erythrozyten frei wird, einen Haptoglobin-Hämoglobin-Komplex, der von den Leberzellen absorbiert (LAURELL, 1985) und vom retikuloendothelialen System abgebaut wird (EATON et al., 1982), und schützt somit den Körper vor Hämoglobinverlusten. Zusätzlich hat diese Komplexbildung eine bakterio-statische Wirkung, da Bakterienenzyme den Haptoglobin-Hämoglobin-Komplex nicht auflösen können (EATON et al., 1982) und dadurch die Verfügbarkeit des Hämoglobins für die Bakterien eingeschränkt wird.

Die Kaskade der Reaktionen, die u. a. zur Synthese der Akute-Phase-Proteine führt, wird in dem von GRUYS et al.(1994) modifizierten Schema (Abbildung 1) erläutert.

Leukozyten (vor allem Blut- und Gewebsmakrophagen) setzen Zytokine im geschädigten Gewebe frei (KRÜGER, 1995).

Hierbei handelt es sich unter anderem um Interleukin-1 (IL-1), Tumor-Nekrose-Faktor- α (TNF- α) und das sehr potente Interleukin-6 (IL-6) (HEINRICH et al., 1990), die Fieber, Lethargie und Leukozytose verursachen. Darüber hinaus induzieren und regulieren die Zytokine über spezifische Rezeptoren in der Leber die Synthese von Akute-Phase-Proteinen (HEINRICH et al., 1990). GONZALES-RAMON et al. (2000) zeigten bei Untersuchungen an porzinen Leberzellkulturen, dass Haptoglobin ein Interleukin-6-abhängiges Protein ist.

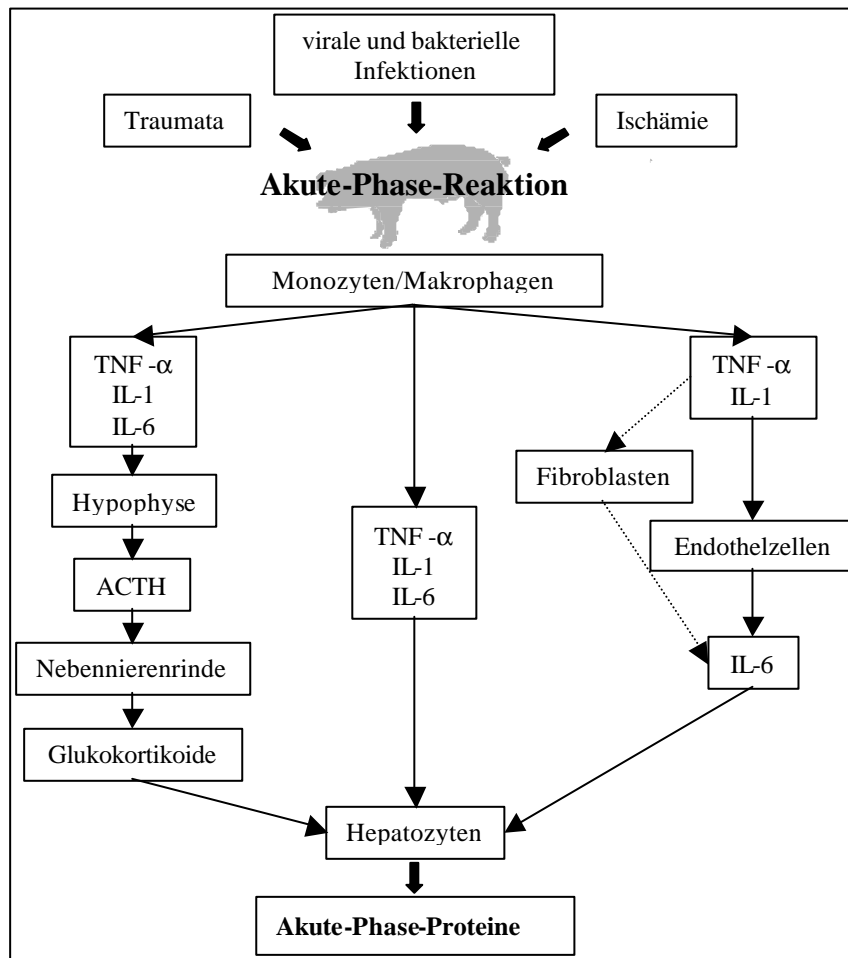


Abb. 1: Schematische Darstellung der Akute-Phase-Reaktion

(modifiziert nach GRUYS et al.,1994)

Die Regulationsmechanismen für die Zytokine sind noch nicht völlig geklärt. IL-1, IL-6 und TNF- α wirken auch auf die Hypophyse, die dann ihrerseits Adrenocorticotropin (ACTH) ausschüttet, welches wiederum die Nebennierenrinde dazu veranlasst Glukokortikoide freizusetzen. HEINRICH et al. (1990) beschrieben, dass Glukokortikoide einerseits steigernd auf die Akute-Phase-Protein-Synthese der Hepatozyten wirken, andererseits eine Reduktion der Zytokinsynthese der Monozyten und Makrophagen hervorrufen. Als weiterer Regulationsmechanismus wird eine Art negatives Feedback der Akute-Phase-Proteine angenommen, d. h. wenn Akute-Phase-Proteine an den Ort der Zytokinsynthese gelangen, bewirken sie die Einstellung der Produktion.

Die Halbwertszeit für Haptoglobin wird bei HALL et al. (1992) mit 2 bis 4 Tage beim Schwein angegeben.

2.1.2 Physiologische Einflussfaktoren auf die Haptoglobinkonzentration

Bei der Betrachtung der physiologischen Einflussfaktoren auf den Parameter Haptoglobin stehen Alter, Geschlecht, Rasse und Fütterung im Vordergrund. Verschiedene Arbeitsgruppen beschäftigten sich mit diesen Faktoren. Die nachfolgende Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die in der Literatur bekannten Beziehungen zwischen physiologischen Parametern und der Haptoglobinplasmakonzentration beim Schwein.

Tab. 1: Beziehungen zwischen physiologischen Parametern und der Haptoglobinplasmakonzentration beim Schwein (modifiziert nach DIEPERS, 1998)

Physiologischer Parameter	Einfluss auf die Haptoglobinplasmakonzentration	Versuchstiere/Alter	Autor (Jahr)
Alter	Verdopplung der Hp-Konzentration innerhalb der ersten 2–3 Lebensstage und nochmalige Verdopplung bis zur 2–3. Lebenswoche, danach kein signifikanter Unterschied zur Hp-Konzentration zur Gruppe der Mastschweine und Zuchtsauen festgestellt	14 Neugeborene 13 Ferkel / 2–3 Tage 17 Ferkel / 6 Tage 64 Ferkel / 2–3 Wochen 37 Ferkel / 3–4 Wochen 29 Ferkel / 4–7 Wochen 31 Schlachttiere 76 Zuchtsauen	RICHTER (1974)
	keine Altersabhängigkeit	30 Reinhybrid x Pietrain/ ab 10. Lebenswoche 40 Schaumannhybrid x Pietrain/ ab 10. Lebenswoche 40 Holländisches Stammbuch x Pietrain/ ab 10. Lebenswoche	DIEPERS (1998)
Geschlecht	kein signifikanter Unterschied zwischen weiblichen und männlichen Masttieren	12 weibliche Mastschweine 16 männliche Mastschweine	LIPPERHEIDE et al. (1997)
	kein signifikanter Unterschied zwischen weiblichen und männlichen Masttieren	27 weibliche Mastschweine 26 männliche Mastschweine	PETERSEN et al. (1999)
Rasse	kein Einfluss der Rasse	13 Tiere F ₁ (DE _x DL) x Pietrain 5 Tiere DL x Pietrain 10 Tiere DL x DL	LIPPERHEIDE et al. (1997)
	kein Einfluss der Rasse	14 Tiere Minischwein x Duroc 25 Tiere DL x Pietrain 14 Tiere F ₁ (DE _x DL) x Pietrain	PETERSEN et al. (1999)
Fütterung	kein Einfluss verschiedener Diäten	270 Frühabsetzer	DRITZ et al. (1996)

In der folgenden Tabelle 2 sind die wichtigsten Ergebnisse von verschiedenen Autoren gemessener Haptoglobinkonzentrationen im Blut von Schweinen zusammengefasst.

Tab. 2: Übersicht über beim Schwein gemessene Haptoglobinwerte

(modifiziert nach DIEPERS, 1998)

Alter/ Herdenstatus	Anzahl der untersuchten Schweine	Haptoglobin ($\bar{0} \pm s$)	Untersuchungsmethode	Autor (Jahr)
Schlachtalter/ konventionell	152 Schweine* ¹	100,7 ± 42,10 MHBC/dl	Methämoglobin-Bindungsmethode (Guajakolmethode)	WAGNER (1968)
Mastschweine/ konventionell	31 Mastschweine* ¹	90,9 ± 28,9 MHBC/dl	Methämoglobin-Bindungsmethode (Guajakolmethode)	RICHTER (1974)
4 Monate/ konventionell	40 Schweine* ¹	24,58 ± 1,38 CHBC/dl	Cyanmethämoglobin-Bindungsmethode (Denaturierungsmethode)	HALL et al. (1992)
Mastschweine/ konventionell	363 Mastschweine* ²	52,76 ± 32,08 mg/dl	Nephelometrie	DIEPERS (1998)
15 Wochen/ SPF-Herde	8 Schweine* ²	0,28 ± 0,24 mg/ml	Nephelometrie	KNURA et al. (2000)
Schlachtalter/ SPF-Herde	210 Schweine* ²	0,58 ± 0,07 mg/ml	Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA)	PETERSEN u. NIELSEN (2000)
Schlachtalter/ konventionell	151 Schweine* ²	1,07 ± 0,06 mg/ml		
Schlachtalter/ konventionell	156* ²	0,68 mg/ml	Tridelta kit	TOUSSAINT et al. (2000)

*¹ = keine Angaben über den Gesundheitsstatus

*² = klinisch gesunde Schweine

Wie aus der Tabelle 2 hervorgeht, differieren die Angaben hinsichtlich der Haptoglobinkonzentration bei den verschiedenen Autoren. Aufgrund verschiedener Bestimmungsmethoden sind darüber hinaus nicht alle Werte direkt miteinander vergleichbar, auch geeignete Umrechnungsfaktoren gibt es nicht.

Bislang liegen in der Literatur nur wenige Angaben über die Haptoglobinplasmakonzentration bei klinisch gesunden Schweinen vor. Einen festgelegten Referenzbereich gibt es bisher noch nicht.

LIPPERHEIDE et al. (2000) wählten, als oberen Grenzwert für die nephelometrisch – nach der Methode von LIPPERHEIDE et al. (1998) – ermittelte physiologische Haptoglobinplasmakonzentration im Blut klinisch gesunder Schweine, 0,5 mg/ml. Sie stellten fest, dass ein 2,7-fach höheres Risiko für eine Erkrankung in der Anfangsmast bei klinisch gesunden Schweine bestand, die am Ende der Aufzuchtperiode eine Haptoglobinplasmakonzentration oberhalb dieses Grenzwertes aufwiesen.

2.1.3 Pathologische Einflussfaktoren auf die Haptoglobinplasmakonzentration

LAMPREAVE et al. (1994) zeigten durch Untersuchungen mit experimentell hervorgerufenen Entzündungen durch subkutane Injektion von Terpentinöl, dass ein 5- bis 7-facher Anstieg der Haptoglobinplasmakonzentration bereits nach 48 Stunden zu verzeichnen ist. Etwa 7 Tage nach der Injektion war die Haptoglobinplasmakonzentration wieder auf ihrem Ausgangsniveau. Diese Beobachtung konnte auch von ECKERSALL et al. (1996) gemacht werden, die ebenfalls 48 Stunden nach der subkutanen Injektion von Terpentinöl den maximalen Anstieg der Haptoglobinplasmakonzentration feststellen konnten. Hier verdoppelte sich die Ausgangskonzentration und der Wert fiel 8 Tage nach der Injektion wieder auf den Ausgangswert zurück.

Auch bei der Infektion mit verschiedenen bakteriellen Erregern wie *Bordetella bronchiseptica* und *Pasteurella multocida* (FRANCISCO et al., 1996) oder *Actinobacillus pleuropneumoniae* Serotyp 1 und 5 (HALL et al., 1992) konnte festgestellt werden, dass Haptoglobin zwar unspezifisch, jedoch signifikant die Infektion vor dem Auftreten klinischer Symptome anzeigt. In eigenen Untersuchungen wurde nach einer experimentellen Infektion von 8 SPF-Schweinen mit *Streptococcus suis* Typ 2 bereits nach 24 Stunden, noch vor dem Auftreten klinischer Symptome, ein signifikanter Anstieg der Haptoglobinkonzentration bis auf das zehnfache des Ausgangswertes ermittelt (Abbildung 2) (KNURA et al., 2000).

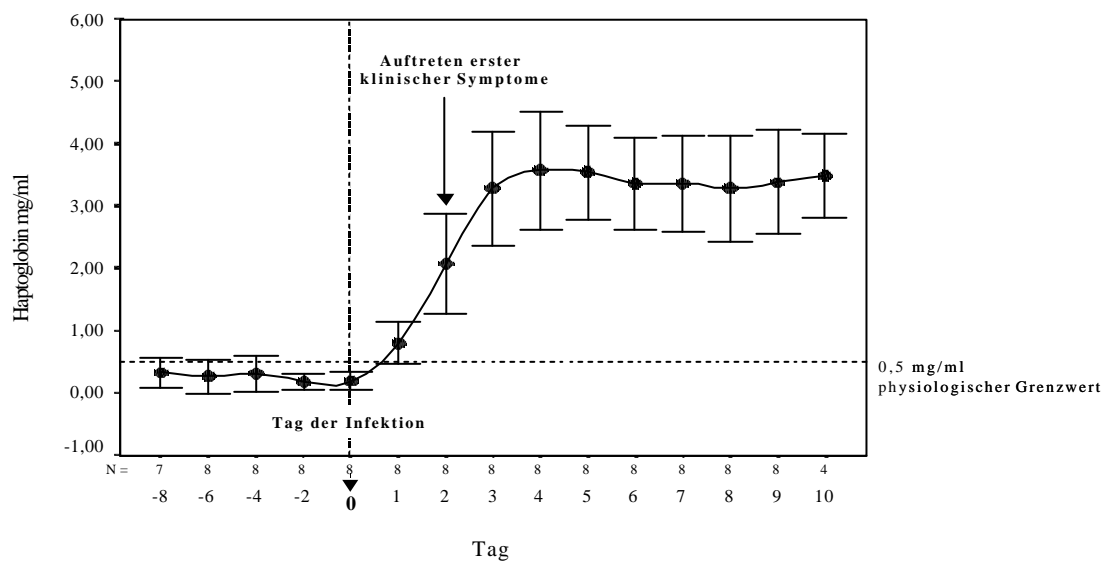


Abb. 2: Zeitlicher Verlauf der Haptoglobinplasmakonzentration ($\bar{O} \pm s$) von 8 SPF-Schweinen vor und nach der Infektion mit *Streptococcus suis* (Tag 0)

Die Frage, inwieweit Akute-Phase-Proteine als Indikatoren für subklinische Erkrankungen einen zusätzlichen Informationsgewinn über den Gesundheitsstatus von Tieren in Beständen der Produktionskette „Fleisch“ geben können, wird von verschiedenen Arbeitsgruppen untersucht. Eine routinemäßige Bestimmung der Akute-Phase-Proteine als zusätzliche ante- oder post-mortem-Untersuchung wird diskutiert, da die Erhöhung dieser Parameter mit vielen Erkrankungen, die zur Veränderung des Schlachtkörpers führen, einhergeht und somit u. a. die Fleischinspektion bei Problemfällen intensiviert werden könnte (SAINI u. WEBERT, 1991).

TOUSSAINT et al. (1995) erörtern die routinemäßige Bestimmung von Akute-Phase-Proteinen als Schlachthofeingangskontrolle. Aufgrund von Untersuchungsergebnissen bei Rindern (ALSEMGEEST, 1994) sehen sie auch für die Schweinefleischproduktion mit der Bestimmung der Entzündungsmarker einen zusätzlichen Beitrag zur Qualitätssicherung.

Einen nennenswerten Einfluss viraler Erkrankungen gibt es laut SAINI und WEBERT (1991) nicht, es sei denn sie haben schwere Gewebeläsionen zur Folge. Dagegen berichtet DIEPERS (1998) von einem sprunghaften Anstieg der Haptoglobinplasmakonzentration bei 40 Mastschweinen einen Tag nach einer Impfung gegen die Aujeszkysche Krankheit (Lebendimpfstoff). Er nimmt an, dass durch eine Infektion mit einem Morbus-Aujeszky-Feldvirus ein noch viel deutlicherer Anstieg der Haptoglobinwerte erwartet werden kann, gibt aber auch zu bedenken, dass der Konzentrationsanstieg nach der Impfung teilweise darauf zurückzuführen sein könnte, dass mit jeder Impfdosis Mineralöl als Adjuvans verabreicht wurde. Der Einfluss des Adjuvans wurde jedoch nicht weiter untersucht.

ASAI et al. (1999) fanden bei Untersuchungen von SPF-Ferkeln nach experimenteller Infektion mit dem PRRS-Virus einen deutlichen signifikanten Anstieg bezüglich der Haptoglobinplasmakonzentration.

PETERSEN et al. (1999) konnten mit Hilfe der Haptoglobinplasmakonzentration einen Crowding-Effekt bei Mastschweinen beobachten. Sie stellten fest, dass nach gemeinsamer Aufstallung zweier Tiergruppen mit signifikant verschiedenen Haptoglobinmittelwerten, die Tiergruppe mit der anfänglich signifikant niedrigeren Haptoglobinplasmakonzentration bereits vier Tage nach der gemeinsamen Aufstallung auf das hohe Niveau der anderen Tiergruppe anstieg. Deutlich sichtbare Krankheitsanzeichen traten nach ihren Angaben in beiden Tiergruppen erst zwei Wochen später auf. Eine serologische Untersuchung ergab zu diesem Zeitpunkt erhöhte Titer für PRRS, A.pp. und Influenza.

In der Humanmedizin wird der Parameter Haptoglobin in seiner Funktion als Transportprotein für Hämoglobin zur Diagnostizierung hämolytischer Anämien eingesetzt. Das verfügbare Haptoglobin bindet das bei verstärktem Erythrozytenzerfall vermehrt intravasal auftretende Hämoglobin. Dieser Haptoglobin-Hämoglobin-Komplex wird von den Leberzellen absorbiert. Daher sinkt bei gleichbleibender Haptoglobinsynthese die Konzentration des im Plasma vorliegenden Haptoglobins (THOMAS, 1992). Auch bei Leberparenchymschäden mit reduzierter Syntheseleistung findet man niedrige Haptoglobinwerte (KLEEBERG, 1975).

2.2 Abiotische sowie biotische Risikofaktoren bei der Entstehung von Gesundheitsstörungen und Leistungsdepression beim Schwein

In der Schweinehaltung sind die am häufigsten vorkommenden Krankheiten Faktorenkrankheiten (PETERSEN et al., 1991; SOMMER et al., 1991; HÖRÜGEL u. SCHIMMEL, 1999). Infektiöse Faktorenkrankheiten, einschließlich Mischinfektionen und „crowding disease“ werden unter dem Begriff multikausale Infektionskrankheiten zusammengefasst (ROLLE u. MAYR, 1993). Als „infektiöse Faktorenkrankheit“ bezeichnet man Gesundheitsstörungen, die durch das synergistische Zusammenwirken von in der Regel unterschiedlichen fakultativ pathogenen Erregern und nicht mikrobiellen Faktoren zustande kommen (MAYR u. ROJHAN, 1968; ROLLE u. MAYR, 1993). Aus dem Zusammenspiel vieler, für sich alleine unbedeutender fakultativer Faktoren, entsteht aus einem ursprünglich geringen Risiko ein Belastungsfaktor. Biotische Vektoren (infektiöse Agenzien) führen schließlich zur Ansteckung mit einer bestimmten Krankheit (SOMMER et al., 1991). Für infektiöse Faktorenkrankheiten ist es charakteristisch, dass ihnen normalerweise keine typischen, speziesspezifischen Krankheitsbilder zugeordnet werden können und dass sie häufig von klinisch inapparenten Infektionen ihren Ausgang nehmen (ROLLE u. MAYR, 1993). Oft sind es subklinische Erkrankungen – bspw. durch A.p.p., PRRSV – die zu Erregerpersistenz führen können und zur Hauptansteckungsquelle für bisher freie Bestände werden (OTTO, 1999).

Eine Reihe solcher Erkrankungen werden unter dem Begriff „Crowding disease“ zusammengefasst. Es handelt sich hierbei um Faktorenkrankheiten, die in einem direkten zeitlichen Zusammenhang mit dem Zusammenbringen größerer Tierzahlen aus unterschiedlichen Aufzuchtbetrieben auf engstem Raum (Crowding) stehen, d. h. kurz danach bis zu einem Zeitraum von 3 Wochen auftreten (MAYR, 1976).

Ein großer Teil der als Faktorenkrankheiten bezeichneten Erkrankungen im Bereich von Ferkelaufzucht und Mast betrifft den Magen-Darm- oder Respirationstrakt. Die Tabelle 3 fasst häufige Magen-Darm- und Atemwegs- Erkrankungen bei Schweinen bezüglich der betroffenen Altersgruppen, Inkubationszeit und klinischen Symptome zusammen.

Tab. 3: Übersicht über häufige, als Faktorenkrankheiten bezeichnete Erkrankungen des Verdauungs- und Atmungsapparates in der Ferkelaufzucht und Mast
(modifiziert nach PLONAIT u. BICKHARDT, 1997)

Erkrankungen des Verdauungsapparates			
Erkrankung	Alterstufe	Inkubationszeit	klinisches Bild
Porziner intestinaler Adenomatosekomplex (Lawsonia intracellularis)	Absatzferkel und Masttiere	keine Angaben	Geringgradige Störung des Allgemeinbefindens, Fressunlust, mehrtägige Durchfallphase, Kümmern
Rotavirusinfektion	Saug- und Absatzferkel	12–30 Stunden nach experimenteller Infektion	wässriger bis pastöser Durchfall, bei Läufer- und Mastschweinen verläuft eine Infektion subklinisch
Salmonelleninfektion	Absatzferkel und Masttiere	24–48 Stunden	Mattigkeit, Fressunlust, Zyanose, wässriger, gelbgrauer Durchfall
Dysenterie (Serpulina hyodysenteriae)	Absatzferkel und Masttiere	4–14 Tage	zementfarben-breiiger – schleimig-blutiger Durchfall
Kolidiarrhoe	Saug- und Absatzferkel	24 Stunden nach experimenteller Infektion	matte Ferkel, wässrig-gelber Kot, rauhes Haarkleid, Abmagerung
Erkrankungen des Atmungsapparates			
Erkrankung	Alterstufe	Inkubationszeit	klinisches Bild
EP akut EP chronisch (Mycoplasma hyopneumoniae)	alle 3 Wo.– 6 Mon.	–3 Wochen enzootisch	gestörtes Allgemeinbefinden, trockener Husten, Dyspnoe, Apathie, Fieber, chronisch vor allem Husten
A.pp. akut A.pp. chronisch	alle Läufer und Masttiere	2–5 Tage	hochgradig gestörtes Allgemeinbefinden, Husten, Dyspnoe, Apathie, meist subklinisch
Pasteurellose (Pasteurella multocida)	Läufer und Masttiere	1–3 Tage	hochgradig gestörtes Allgemeinbefinden, Husten, Dyspnoe, Apathie, häufig Sekundärerreger
Bordetella-bronchiseptica-Pneumonie	alle	wenige Tage	Saugferkel: bellender, trockener Husten, Kümmern, Dyspnoe, Läufer: meist kein Husten mehr, häufig Sekundärerreger, Wegbereiter für Rhinitis atrophicans
Rhinitis atrophicans (toxinbildende Pasteurella multocida)	Jungtiere	keine Angaben	Niesen, Nasenausfluss, typische Deformation des Oberkiefers, Nasenbluten, aber auch subklinisch
PRRS	Mastschweine	– 10 Tage	gestörtes Allgemeinbefinden, Husten, Dyspnoe, Apathie
PRCV	Jungtiere	– 10 Tage	Milde Krankheitssymptome, meist subklinisch

Für eine Reihe von Erkrankungen sind auslösende abiotische Faktoren bekannt. So werden bspw. als entscheidende resistenzmindernde abiotische Faktoren beim Ausbruch von Dysenterie Stallwechsel, Futterwechsel und schlechtes Stallklima angesehen (PLONAIT u. BICKHARDT, 1997).

Zugluft, zu hohe Schadgaskonzentration oder starke Temperaturschwankungen begünstigen das Auftreten von Atemwegs- und Magen-Darm-Erkrankungen (POINTON et al., 1985, MADEC u. TILLON, 1988; TIELEN, 1990; EICH, 1991). Ein erhöhtes Erkrankungsrisiko in Abhängigkeit vom Betriebstyp berechneten BERNS et al. (1997). Die folgende Tabelle 4 fasst ihre Ergebnisse kurz zusammen:

Tab. 4: Erhöhung des relativen Erkrankungsrisikos in Mastbetrieben mit Klimamängeln gegenüber Mastbetrieben mit Stallklimawerten im Toleranzbereich (Datengrundlage: 61 206 Mastschweine aus 49 Betrieben) (BERNS et al., 1997)

Betriebstyp	Belastungsfaktor	Erhöhung des Erkrankungsrisikos für		
		Reizhusten bei den Einzeltieren	Brüllhusten	infektiöse Lungen- entzündung im Gesamtbestand
I	Temperatur ↓ oder ↑ Luftfeuchtigkeit ↓ oder ↑ Luftgeschwindigkeit ↑	1,7	1,8	1,2
II	zusätzlich zu Typ I Ammoniak ↑	1,4	2,0	2,8
III	zusätzlich zu Typ I und II Staubgehalt ↑ Keimgehalt ↑	1,4	2,0	2,8

↓ = zu niedrig bzw. unter den gesetzlichen Richtwerten, ↑ = zu hoch bzw. über den gesetzlichen Richtwerten

HURNIK et al. (1993) untersuchten den Zusammenhang zwischen Betriebsmanagement und Erkrankungen des Atmungsapparates und fanden ein bis zu dreifach erhöhtes Erkrankungsrisiko für Schweine, die in „Familien-geführten Kleinbetrieben mit Bodenfütterung“ (HURNIK et al., 1993) gehalten wurden.

Eine erhöhte Seroprevalenz bezüglich der Erreger der Enzootischen Pneumonie, Influenza, und Morbus Aujeszky wurde in Abhängigkeit von hoher Besatzdichte, der Nähe zu anderen Betrieben und der Jahreszeit (Winter) gefunden (MAES, 2000).

Die Gesunderhaltung eines Bestandes ist grundlegend eine Frage des Gleichgewichts zwischen der Resistenz der Schweine und den vorhandenen Pathogenen. Umfeld- und Managementfaktoren haben einen großen Einfluss auf dieses Gleichgewicht (PEDERSEN u. DAHL, 1995). Unterschiede bezüglich des Umfelds und Managements erklären, warum die Inzidenz klinischer Erkrankungen in manchen Beständen gering und in anderen hoch ist, obwohl die Tiere denselben Mikroorganismen ausgesetzt sind (CHRISTENSEN u. MOUSING, 1992).

Bei der Bekämpfung von Infektionskrankheiten kommt vor allem den unspezifischen und prophylaktischen Hygienemaßnahmen (wie regelmäßige Reinigung und Desinfektion, Entwesung und Ungezieferbekämpfung, Quarantäne) eine bedeutende Rolle zu (ROTH, 2000). Schlecht desinfizierbare Stallungen und Einrichtungen sowie Mängel in der Auswahl der Desinfektionsmittel und in der Durchführung der Desinfektion stellen Risikofaktoren für die Entstehung von Krankheiten dar (THIEL, 1979; EBERHARD, 1980).

Durch gründliche Reinigung und Desinfektion wird das Risiko des Auftretens von Krankheiten gemindert, da durch diese Maßnahmen in den Stallungen der Infektionsdruck verringert wird (ROTH, 2000).

Als sicherste Methode, der Ausbreitung von Infektionen im Stall vorzubeugen, wird bereits seit langem die sogenannte Rein-Raus-Methode angesehen. Dabei wird der gesamte schlachtreife Tierbestand insgesamt zu einem Zeitpunkt abgegeben, der Stall sorgfältig gereinigt und desinfiziert und eine bestimmte Zeit unbelegt belassen (THIEL, 1979, ROTH, 2000). Auf diese Weise wird verhindert, dass alte, durchseuchte und chronisch kranke Tiere junge Neuankömmlinge anstecken (MAYR, 1976; MARSCHANG u. MORSCHNER, 1978).

Neuere Untersuchungen bestätigten, dass der Gesundheitsstatus und die Mastleistung von Schweinen, die im Rein-Raus-Prinzip aufgezogen wurden besser war als bei Tieren aus kontinuierlichem Management (ICE et al., 1999).

TIELEN (1995) stellte eine Liste von Umfeldbedingungen zusammen, die den Gesundheitszustand von Schweinen verbessern können: geschlossene Betriebe, Rein-Raus-System, separierte Stallabteile, mechanische Belüftung, Teilspaltenboden, regelmäßige Reinigung und Desinfektion, Belegdichte (mindestens 0,7 m²/Tier) und eingeschränkter Personenverkehr.

Zur Gewährleistung einer hohen Tiergesundheit hat insbesondere in den USA das Frühabsetzen der Saugferkel mit isolierter Aufzucht und Mast seuchenhygienisch getrennt vom Sauenbestand als sogenannte Multisite-Produktion oder Segregated Early Weaning (SEW) zunehmende Verbreitung gefunden (HÖRÜGEL u. SCHIMMEL, 1999). Der positive Einfluss dieses Produktionssystems auf den Gesundheitsstatus und die Mastleistung wird vor allem darauf zurückgeführt, dass die Tiere unter günstigeren Hygienebedingungen aufgezogen werden, als solche aus konventionellen Betrieben (HARRIS, 1996). Durch das separate Aufstellen von Tieren unterschiedlicher Altersstufen, Rein-Raus-Management und größtmögliche Entfernung zwischen einzelnen Ställen wird der Infektionsdruck verringert (GADD, 1995; HARRIS, 1996; HÖRÜGEL u. SCHIMMEL, 1999).

Im Rahmen der Tierseuchenbekämpfung wurden eine Reihe der o. a. Maßnahmen bereits seit Jahrzehnten in die Fachgesetzgebung aufgenommen (MÜSSEMEIER, 1957).

Für die Schweinehaltung wurde mit dem Inkrafttreten der Schweinehaltungshygieneverordnung im Juni 1999 dem gestiegenen Infektionsrisiko durch den Strukturwandel in der arbeitsteiligen Schweineproduktion Rechnung getragen. Hygiene- und Kontrollmaßnahmen werden hier für alle Schweinehaltungsbetriebe gesetzlich festgelegt.

Die Auswirkung von suboptimalen Umfeld- und Hygienebedingungen auf Schweine wird deutlich, wenn man die physiologischen Zusammenhänge betrachtet.

Im Rahmen der Gesundheitsüberwachung von Schweinebeständen ist die Mastleistung ein häufig eingesetzter Parameter. Die Tatsache, dass kranke Tiere schlechte Zuwachsraten zeigen, ist bereits seit langem bekannt und wird meist darauf zurückgeführt, dass sie eine verminderte Futteraufnahme zeigen. Die Zusammenhänge, die dazu führen, dass diese Tiere anorektisch werden, sind aber erst in jüngster Zeit aufgedeckt worden (KELLEY et al., 1993).

Immunologen und Neurologen stellten fest, dass eine Reihe von proinflammatorischen Zytokinen, die im Rahmen der Akute-Phase-Reaktion (Abbildung 1) vermehrt synthetisiert werden, auch die physiologische Funktion des neuroendokrinen Systems beeinflussen. Nach der Aussage von KENT et al. (1992) sind die Zytokine für die Verhaltensänderungen des kranken Tieres (Bewegungsunlust, Anorexie, herabgesetztes Sozialverhalten) verantwortlich.

Man findet jedoch auch verminderte Gewichtszunahmen bei Schweinen, die nicht mit einem eindeutigen Krankheitsbild in Verbindung gebracht werden konnten.

HOLCK et al. (1998) fanden deutliche Unterschiede zwischen den täglichen Zuwachsraten bei Mastschweinen gleicher Herkunft nach Aufstallung in verschiedenen Mastbetrieben bei gleichzeitig signifikant verschiedenen Plasmakonzentrationen von Akute-Phase-Proteinen.

Frühere Untersuchungen zeigten, dass zwischen der täglichen Gewichtszunahme bei klinisch gesunden Mastschweinen und der Haptoglobinplasmakonzentration eine signifikante negative Korrelation besteht (EURELL et al., 1992), als deren Ursache subklinische Erkrankungen diskutiert wurden.

Im Zusammenhang mit suboptimalen Umfeld- und Hygienebedingungen wird der „**Immunologische Stress**“ diskutiert.

Bei Tieren, die unter mangelhaften hygienischen Bedingungen gehalten werden, ist das Immunsystem ständig in einer erhöhten Abwehrbereitschaft. Dieser als „Immunologischer Stress“ bezeichnete Zustand führt im Organismus zu einer Vielzahl von Stoffwechseleränderungen, die durch Zytokine, insbesondere IL-6, TNF- α und IL-1, reguliert werden (KLASING u. JOHNSTONE, 1991).

Im Zuge einer immunologischen Stresssituation kommt es also zur Aktivierung der Akute-Phase-Reaktion, ohne dass direkt Krankheitserreger dafür verantwortlich gemacht werden können.

Beim Schwein konnte nach Induktion einer immunologischen Stresssituation durch intraperitoneale Injektion von Lipopolysacchariden der Zusammenhang zwischen einer erhöhten Sekretion von IL-6 und TNF- α einerseits und einer reduzierten Futteraufnahme andererseits, sowie einer verminderten Körpergewichtszunahme nachgewiesen werden (WEBEL et al., 1997).

Die Abbildung 3 stellt zusammenfassend die aus der Literatur bekannten physiologischen Abläufe im Zuge einer immunologischen Stresssituation beim Schwein grafisch dar.

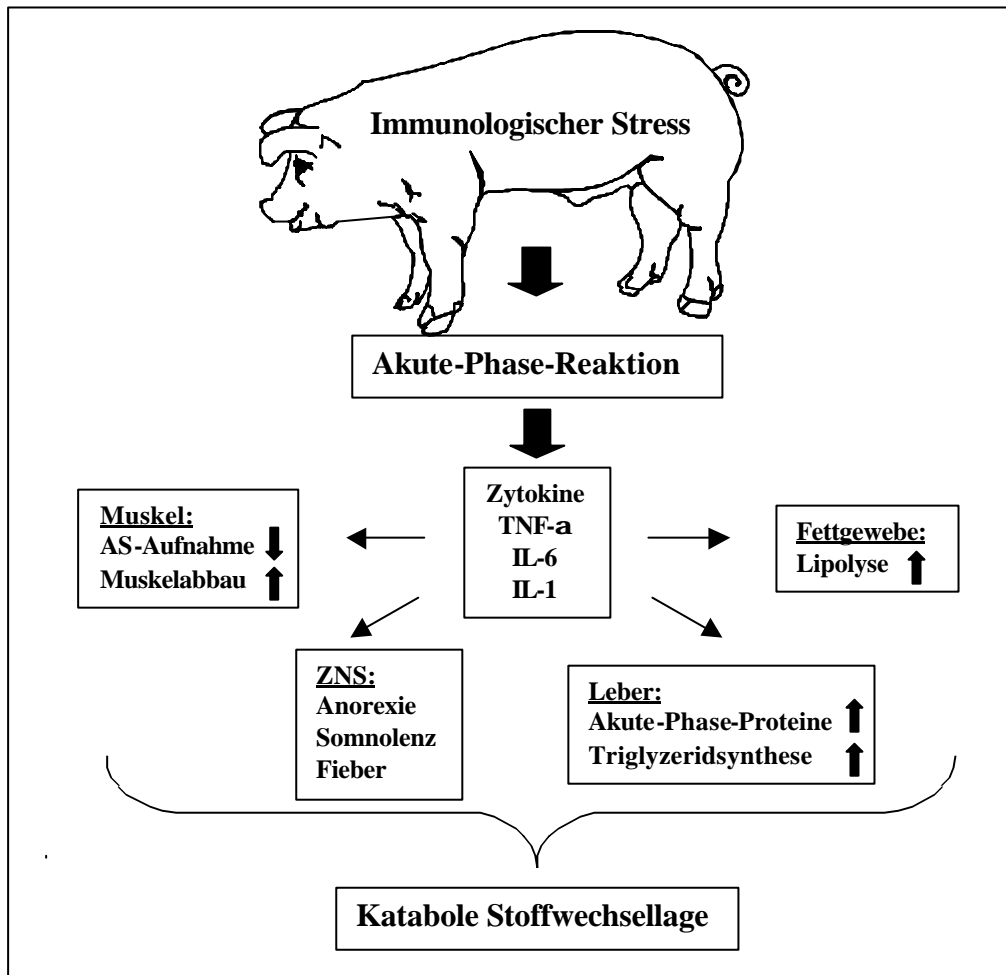


Abb. 3: Schematische Darstellung der physiologischen Abläufe im Zuge einer immunologischen Stresssituation beim Schwein

2.3 Einschätzung von Umfeld- und Produktionsdaten in schweinehaltenden Betrieben

In der Literatur werden unterschiedliche Methoden und Verfahren zur Entdeckung und Bewertung exogener Belastungsfaktoren in tierhaltenden Betrieben beschrieben.

Die einfachste Form einer Erfassung betrieblicher Gegebenheiten stellen Check- oder Fragelisten dar. Diese Listen können sowohl die Erfassung von Risikofaktoren für Erkrankungen berücksichtigen, als auch Merkmale, die auf Gesundheitsstörungen bei Einzeltieren oder in der gesamten Herde deuten (MÜLLER, 1996).

Die verschiedenen Bewertungsmöglichkeiten werden in der folgenden Tabelle 5 zusammenfassend dargestellt.

Eine Bewertung der betrieblichen Gegebenheiten kann aus verschiedenen Gründen erfolgen. Zum einen können die Betriebe bewertet werden, um sie mit anderen unter einem bestimmten Gesichtspunkt vergleichbar zu machen. Mit dieser Absicht wurde der Tiergerechtsheitsindex-200 (TGI) entwickelt (SUNDRUM et al., 1994).

Zum anderen kann mit Hilfe der Bewertung betrieblicher Gegebenheiten eine betriebsindividuelle Schwachstellenanalyse vorgenommen werden, wobei Belastungsfaktoren entsprechend ihrer Gewichtung rangiert werden. Mit diesem Ziel beschreibt MEHLHORN (1990) mit einem Punktesystem die Hygiene der baulichen und technischen Einrichtungen in tierhaltenden Betrieben, wobei Hygiene – bezogen auf seinen Kriterienkatalog – vorrangig im Sinne von Sauberkeit und Desinfektion gesehen wird.

Während sich die bisher genannten Autoren mit der Bewertung von Belastungsfaktoren beschäftigt haben, entwickelten ESSLEMONT und SPINCER (1993) ein einfaches Punktesystem (HEALEX), das einen Vergleich zwischen mehreren Betrieben einer Region und eine Bewertung bezüglich der Krankheitshäufigkeit ermöglicht.

Tab. 5: Kennziffern zur Bewertung von Belastungsfaktoren im Umfeld der Tiere und von Erkrankungen (nach MÜLLER, 1996)

Bezeichnung der Kennziffer	Anwendungsfeld	Art der Bewertung			Autor (Jahr)
		Berechnungsart	Berechnungsgrundlage	berücksichtigte Kriterien	
TGI Tiergerechtheitsindex	Bewertung und Vergleich von Haltungssystemen mehrerer Betriebe unter Tierschutzaspekten	Addition der Punkte aller Einflussbereiche (in Abhängigkeit von der Aufstallung)	Audit vor Ort	7 Einflussbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsverhalten • Nahrungsaufnahme • Sozialverhalten • Ruheverhalten... etc. 	geschulte Personen SUNDRUM et al. (1994)
THKZ und HKZ Teilhygiene- und Hygienekennziffer	Bewertung des Infektionsdruckes unter betriebsindividuellen Gegebenheiten	1. Multiplikation der Bewertungsnoten für die Untersuchungselemente mit ihren jeweiligen Gewichtungsfaktoren 2. Addition der Produkte 3. Division dieser Summe durch die Summe der Wichtungsfaktoren (gleiches Verfahren für THKZ wie HKZ)	Audit vor Ort	13 Untersuchungsgänge: <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Seuchenprophylaxe • Reinigung und Desinfektion • Fütterungs- und Tränkwasserhygiene • Tierkörperbeseitigung • Stallbauhygiene • Stallklima • Transporthygiene • Quarantäne... etc. 	beratender Tierarzt MEHLHORN (1990)
HEALEX Herdengesundheitspunktesystem	Vergleich und Bewertung von Erkrankungshäufigkeiten mehrerer Betriebe	1. Differenz zwischen der individuellen Inzidenz einer Erkrankung und dem Vergleichswert 2. Multiplikation dieser Differenz mit durchschnittlichen Kosten pro Erkrankung	Daten der produktionsbegleitenden Leistungs- und Gesundheitskontrolle (DAISY)	alle Krankheiten und deren Kostenkomponenten	geschulte Personen ESSLEMONT u. SPINCER (1993)
TBKZ und BKZ Teilbetriebs- und Betriebskennziffer	Bewertung betriebsindividueller Management- und Produktionsprozesse unter dem Aspekt des Qualitätsmanagements	<i>Entsprechend dem Verfahren der THKZ und der HKZ</i>	Audit vor Ort und Daten der produktionsbegleitenden Leistungs- und Gesundheitskontrolle sowie diskontinuierlich erfasste Daten	Einflussbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Aufstallung • Gebäude • Produktionsablauf • Keimbelastung • Stallklima • Futter und Wasser • Parasitosen • Krankheiten allgemein 	Produktionstechnisches und tierärztliches Beratungsteam BERNS (1996)

BERNS (1996) entwickelte, orientiert an dem Bewertungssystem von MEHLHORN (1990), umfassende Checklisten und ein Punktbewertungssystem, mit dessen Hilfe eine einheitliche und weitgehend objektive Einschätzung von schweinehaltenden Betrieben hinsichtlich der Umfeld- und Produktionsdaten ermöglicht wird.

Das Prinzip des Punktbewertungssystems ist grundsätzlich sowohl zur Untersuchung von Betriebsteilbereichen (Ermittlung einer Teilbetriebskennziffer) als auch für den Gesamtbetrieb (Ermittlung einer Betriebskennziffer) geeignet und ermöglicht so eine Wichtung der Betriebsteilbereiche entsprechend ihrer Bedeutung für die Tiergesundheit und Tierleistung in Abhängigkeit von dem Alter der Tiere und der Nutzungsrichtung. Darüber hinaus ist mit Hilfe der Teilbetriebskennziffern (TBKZ) und Betriebskennziffern (BKZ) der Status von Betrieben oder Betriebsteilen vergleichbar.

Anhand der Checklisten können systematisch die aufgeführten Untersuchungspunkte erarbeitet und geprüft werden. Die folgende Tabelle 6 gibt eine Aufstellung der Checklistenparameter und deren Kriterien für die Teilbereiche wieder.

Tab. 6: Übersicht über die Checklistenparameter und deren Kriterien für Teilbereiche (modifiziert nach BERNIS, 1996)

Checklistenparameter	Kriterien für Teilbereiche
Aufstallung	Abteil- und Buchtengröße Haltungsform Anzahl der Fressplätze / Tränken
Gebäude	Spaltenweite / Auftrittsbreite Tierschutzrelevante Anforderungen Heizung / Lüftung
Produktionsablauf	Stallbelegung Fütterung Geburts-, Absetz- und Deckmanagement Parasitenbekämpfung
Keimbelastung	Belegdichte Luftkeime Futterhygiene vorbeugende Hygienemaßnahmen
Stallklima	Schadgase Temperatur Luftfeuchte Windgeschwindigkeit Lichthelligkeit
Futter / Wasser	Vorratsschädlinge Futterbeschaffenheit Mykotoxine Wasserqualität
Parasitosen	Ektoparasiten Endoparasiten
Tiergesundheit	Klinische Untersuchung Bakteriologische Untersuchung Blutuntersuchung

Für die Bewertung der Abweichung des Ist-Wertes eines Untersuchungskriteriums vom Soll-Wert wird der in Tabelle 7 dargelegte Schlüssel verwandt, der von BERNIS (1996) erarbeitet, definiert und detailliert beschrieben worden ist.

Die Note „10“ bewertet das zu prüfende Umfedelement als besonders geeignet für das Tier und seine Gesundheit. Wirkt sich ein Umfedelement dagegen leistungsdepressiv und stark gesundheitsschädigend aus, so wird dieses Element mit dem Wert „0“ beurteilt.

Tab. 7: Bewertung des Grades der Abweichung eines IST-Zustandes vom SOLL-Zustand eines Untersuchungselementes (Berns 1996)

Bewertungsnote	Beurteilung im SOLL-IST-Vergleich
10–9	gut geeignet: - tier- und verhaltensgerecht - Wirkung: gesundheits- und leistungsstimulierend - Einhaltung der Hygienenormen gewährleistet - Einhaltung von SOLL-Werten
8–7	geeignet: - weitgehend tier- und verhaltensgerecht - Wirkung: leistungsmindernd - Einhaltung der Hygienenormen weitgehend gewährleistet - geringfügige Überschreitung von SOLL-Werten
6–4	bedingt geeignet: - wenig tier- und verhaltensgerecht - Wirkung: gesundheitsgefährdend - Einhaltung der Hygienenormen eingeschränkt - häufige Überschreitung von SOLL-Werten
3–2	wenig geeignet: - nur bedingt tier- und verhaltensgerecht - Wirkung: gesundheitsschädigend - Einhaltung der Hygienenormen nur ansatzweise gewährleistet - nahezu kontinuierliche, starke Überschreitung von SOLL-Werten
1–0	nicht geeignet: - nicht tier- und verhaltensgerecht - Wirkung: stark gesundheitsschädigend - Einhaltung der Hygienenormen nicht gewährleistet - kontinuierliche, schwerwiegende Überschreitung von SOLL-Werten

2.4 Screening-Tests zur Bewertung des Gesundheitsstatus

Ziel einer umfassenden Gesundheitsvorsorge muss es sein, Krankheiten frühzeitig zu erkennen und zu verhindern, dass erkrankte Einzeltiere den gesamten Bestand anstecken können.

Ergänzend zur subjektiven Einschätzung von Risikofaktoren in einem Betrieb oder des Gesundheitsstatus des Bestandes liefern Analysen von Blutproben Hinweise auf spezifische Krankheiten oder erleichtern das Einstufen von Tieren in Risikogruppen.

Die serologisch-mikrobiologische Untersuchung von Blutproben spielt dabei eine große Rolle (PLONAIT u. BICKHARDT, 1997). Mit der Serologie steht ein Instrument zur Verfügung, durch hochspezifische Laboruntersuchungen den Gesundheitsstatus in einem Bestand zu überwachen (CHRISTENSEN u. MOUSING, 1992). Verschiedene virale und bakterielle Infektionen können mit Hilfe der serologischen Blutuntersuchung diagnostiziert und somit zum Aufbau von SPF-Beständen oder zur Dokumentation des Freiseins von speziellen Erkrankungen (z.B. AK-frei) genutzt werden. Vor allem bei der Diagnostik von Atemwegserkrankungen (bspw. durch *Pasteurella multocida*, *Mycoplasma hyopneumoniae*, *Actinobacillus pleuropneumoniae*, PRRS, z.T. Influenzaviren und *Hämophilus parasuis*) stellen sie ergänzend zur klinischen Untersuchung ein wichtiges Hilfsmittel dar (OTTO, 1999).

In diesem Zusammenhang ist jedoch zu bedenken, dass hier der Nachweis einer Infektion durch die Bestimmung von Antikörpern erfolgt. Somit sind Aussagen zur aktuellen Anwesenheit des Erregers nicht möglich. Lediglich Veränderungen im Titer der Antikörper innerhalb eines angemessenen Zeitraums können als Hinweis auf eine akute Infektion angesehen werden.

Neben den äußerst wichtigen serologisch-mikrobiologischen Untersuchungen von Blutproben, haben hämatologische und klinisch-chemische Blutanalysen vor allem in speziellen Anwendungsgebieten eine diagnostische Bedeutung. Im Gegensatz zu den meist krankheitsspezifischen serologischen Untersuchungsergebnissen sind klinisch-chemische und hämatologische Befunde quantitative Informationen.

Die Messwerte der verschiedenen im Blut bestimmten Messgrößen unterliegen bei gesunden Schweinen einer erheblichen biologischen Variation (Genetik, Alter und Gewicht, Geschlecht, Futterzusammensetzung, Produktionsstadium, etc.) (PLONAIT u. BICKHARDT, 1997).

Klinisch-chemische und hämatologische Blutuntersuchungen werden in der Veterinärmedizin heute nicht nur unterstützend zur Diagnose von Erkrankungen beim Einzeltier eingesetzt. Auch im Gesundheitsmonitoring landwirtschaftlicher Nutztiere wird ihre Anwendung diskutiert (ODINK et al., 1990; ELBERS et al., 1991; SOMMER et al., 1991). Dabei wurden Messparameter aus dem spezifischen Stoffwechsel einzelner Organe in einem Blutprofil kombiniert, um Erkrankungen in allen Bereichen des Organismus erfassen zu können. Zur Erkennung von akut entzündlichen Erkrankungen sind insbesondere hämatologische Untersuchungen geeignet.

JOBERT et al. (2000) bestimmten die Konzentration 15 hämatologischer und 5 biochemischer Blutparameter im Blut von Schlachtschweinen, um diese mit dem Gesundheitsstatus der Tiere in Bezug zu setzen. Dabei fanden sie verschiedene, teils von der Norm abweichende Konzentrationen für die hämatologischen Parameter: Fibrinogen, Erythrozytensedimentation, Erythrozyten, Hämoglobin, Hämatokrit, Monozyten und polymorphkernige Neutrophile und den klinisch-chemischen Parameter Albumin in Abhängigkeit vom Schweregrad der Organbefunde bei der Schlachtung.

PÖNSGEN-SCHMIDT et al. (1997) stellten fest, dass mittels geeigneter Blutprofile bereits vor der Schlachtung Organveränderungen bei Lunge (AP, CK, ASAT, UREA und Hämatokrit) oder Pleura (CK, γ -GT, ASAT, Urea, TP, Fe und Hämatokrit) vorausbestimmt werden konnten.

Signifikante Unterschiede zwischen Tiergruppen mit verschiedenen Schlachtbefunden wurden für die Parameter Erythrozytensedimentation, Gesamtprotein, Albumin, Immunglobuline und Plasmaviskosität gefunden (VISSER et al., 1992).

Über die zur Erstellung eines Blutprofils geeigneten Parameter besteht bei den Forschungsgruppen bislang noch keine vollständige Übereinstimmung (EU- Konzertierte Aktion „Use of bloodanalyses in the integrated pig production chain“, AIR-CT-94-2255, unveröffentlichte Daten).

Vor diesem Hintergrund gewinnen in den letzten Jahren Forschungsarbeiten über den Einsatz von Akute-Phase-Proteinen beim Gesundheitsmonitoring in Tierbeständen immer mehr an Bedeutung. Bereits 1991 wiesen VISSER et al. darauf hin, dass Akute-Phase-Proteine hier eine sinnvolle Ergänzung darstellen könnten. Insgesamt zeigen alle Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet, dass Haptoglobin als Akute-Phase-Protein ein sensitiver und unspezifischer Indikator entzündlicher Erkrankungen beim Schwein ist. Besonders durch seine Eigenschaft, auch Erkrankungen, die subklinisch verlaufen, und Gesundheitsstörungen bedingt durch mangelndes Hygieneumfeld anzeigen zu können, wird er als geeigneter Screeningparameter im Gesundheitsmanagement der Produktionskette „Schwein“ diskutiert (PETERSEN et al., 1999).

3 Material und Methoden

Die Untersuchungen umfassten einen Zeitraum von 12 Monaten und gliederten sich in einen Vor- und einen Hauptversuch. Ein Teil der Studien des Vorversuchs wurden in einer gemeinsamen Arbeitsgruppe (PETERSEN et al., 1999) durchgeführt, von der Daten für die vorliegende Arbeit zur Verfügung gestellt wurden. Die eigenen Untersuchungen im Vorversuch beschränkten sich auf Mastende und Schlachtung der Schweine. Aufbauend auf den Vorversuchsergebnissen (PETERSEN et al., 1999) wurden die Untersuchungszeiträume und die Durchführung für die Hauptversuchsphase geplant. Darüber hinaus sollte im Vorversuch die Eignung des Parameters Haptoglobin bei der Schlachthofeingangskontrolle bewertet werden. Die Untersuchung des Einflussfaktors „Betrieb“, die Beziehungen zwischen dem Gesundheitsstatus der Tiere und der Haptoglobinkonzentration sowie die Auswirkungen der Haptoglobulinplasmakonzentration auf die Mastleistung standen im Hauptversuch im Vordergrund.

3.1 Auswahl der Pilotbetriebe und Versuchstiere

Vorversuch (PETERSEN et al. 1999)

Es standen 8 verschiedene Verkaufsgruppen (V1–V8) mit jeweils 15 Mastferkel der Rassenkreuzung Deutsche Landrasse x Pietrain (DL x Pi) bzw. Reinhybrid x Pietrain (Reinhybrid x Pi) aus 5 Ferkelerzeugerbetrieben (F1–F5) sowie die 7 damit belieferten Mastbetriebe (M1–M7) für die Untersuchungen zur Verfügung. Die Auswahl der Betriebe erfolgte über die Erzeugergemeinschaft, der die Betriebe angehörten. Die Ferkelerzeuger F4 und F5, sowie die Mastbetriebe M5, M6 und M7 waren darüber hinaus in ein Qualitätsfleischprogramm mit besonderen Auflagen bezüglich Haltungs- und Fütterungsbedingungen (bspw. Strohhaltung, Verzicht auf Leistungsförderer) integriert.

Zu Beginn des Versuchs waren alle Ferkel klinisch gesund. Zwischen den Ferkelerzeugern und den Mastbetrieben bestanden bereits seit längerem feste Kunden-Lieferanten-Beziehungen.

Die Abbildung 4 erläutert die Beziehung zwischen Ferkelerzeuger und Mäster genauer.

Mäster 1 (M1) erhielt jeweils 15 Ferkel von den Ferkelerzeugern 1 und 2 (F1 und F2). Die Ferkelerzeuger 1, 2 und 4 (F1, F2 und F4) lieferten Verkaufsgruppen an je zwei Mäster. Der Ferkelerzeuger 3 (F3) beliefert nur den Mastbetrieb 3 (M3), der seinerseits auch nur Ferkel von diesem einen Ferkelerzeuger bezog.

Die Kunden-Lieferanten-Beziehung der Verkaufskette 8 (V8) stellt ein geschlossenes System dar, d.h. F5 stellt die eigene Ferkelerzeugung des Mästers M6 dar.

Im Rahmen des Versuchs belieferten alle Mäster denselben Schlachthof.

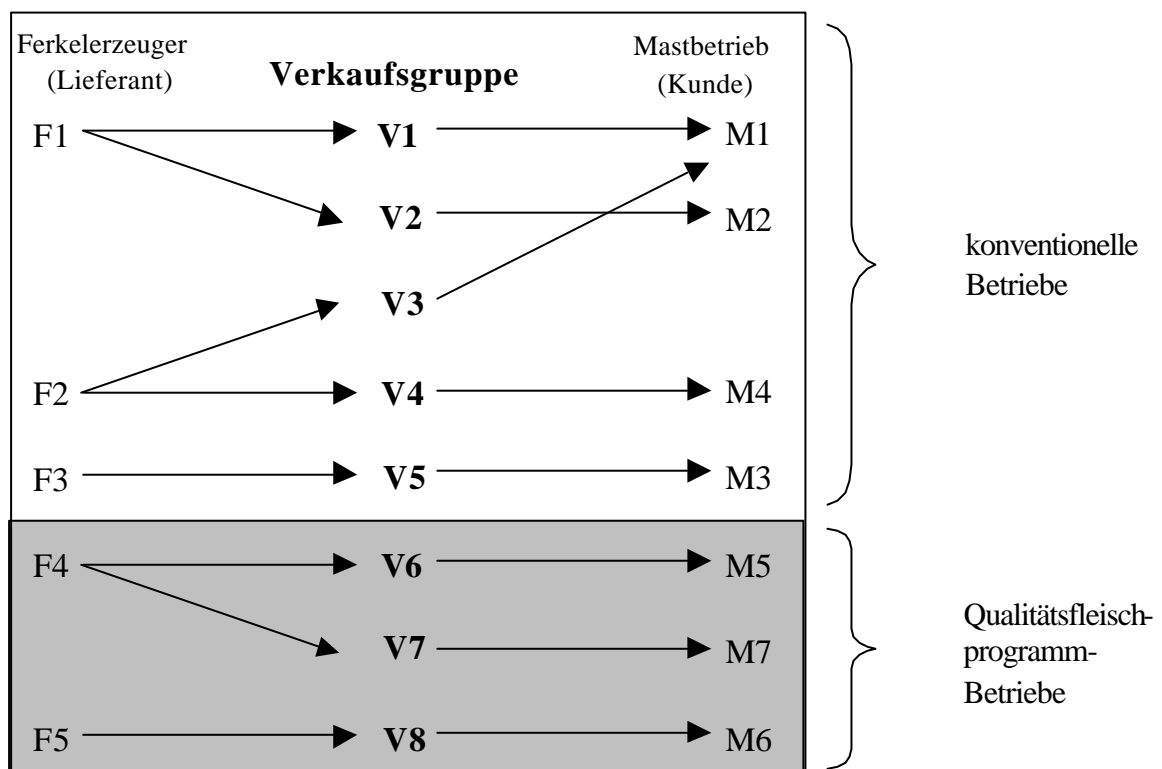


Abb. 4: Kunden-Lieferanten-Beziehung im Rahmen des Vorversuchs

Hauptversuch

Zur Untersuchung wurden zwei geschlossene Betriebe A und B mit jeweils eigener Ferkelerzeugung und Mast ausgewählt, die sich vor allem bezüglich ihres Hygieneumfelds deutlich unterschieden. Die Mastschweine des Betriebs A wurden in einem konventionellen Großschlachthof geschlachtet, während Betrieb B einen Metzger belieferte.

Beide Betriebe A und B stellten je eine zufällig ausgewählte Mastgruppe mit 16 Läufern für die Untersuchungen zur Verfügung. Bei den Schweinen des Betriebs A handelte es sich um Kreuzungstiere der Rassen DL x Pi, während Betrieb B Hybridkreuzungen gemäß des Bundeshybridzuchtprogramms (BHZP) zur Mast einsetzte.

Die Probanden beider Betriebe A und B wurden gegen Aujeszky'sche Krankheit (AK) geimpft. Die Schweine des Betriebs A erhielten zweimal im Abstand von 20 Tagen einen Aujeszkyvirus-Lebendimpfstoff (Ingelvac[®] Aujeszky MLV, Boehringer, Ingelheim).

Eine einmalige Impfung mit einem Aujeszkyvirus-Lebendimpfstoff (Porcilis[®] Begonia Diluvac, Intervet Deutschland GmbH, Unterschleißheim) wurde bei den Schweinen des Betriebs B durchgeführt. Zwischen den Impfzeitpunkten und Blutentnahmen lagen mindestens 9 Tage.

Darüber hinaus wurden alle Tiere des Betriebs A vor der Umstallung in die Mast mit Levamisolhydrochlorid (Citarin[®]-L, Bayer AG, Leverkusen) entwurmt und erhielten am 3. Lebenstag eine prophylaktische Eiseninjektion. Am Tag der Umstallung zur Mast wurden alle Tiere des Betriebs B und des Betriebs A mit Acepromazinmaleat (Sedastress[®], Medistar, Holzwickede) behandelt. Außerdem erhielten die Mastferkel des Betriebs B während der ersten 10 Masttage Tiamulinhydrogenfumarat (Tiamutin[®] Pulver 10 %, Lohmann Animal Health GmbH & Co. KG, Cuxhaven) über das Futter als Einstallprophylaxe.

Während bei den 16 Versuchstieren in Betrieb A nur einmal die Notwendigkeit bestand, eine Antibiotische Behandlung mit einem Kombinationspräparat aus Benzathin-Benzylpenicillin, Procain-Benzylpenicillin und Dihydrostreptomycinsulfat (Tardomyocel-Compositum III[®], Bayer AG, Leverkusen) durchzuführen, mussten die Tiere des Betriebs B häufiger antibiotisch behandelt werden.

In Betrieb B kamen Tiamulin-Base (Tiamutin[®] 100 Pro injectionem, Lohmann Animal Health GmbH & Co.KG, Cuxhaven) und ein Kombinationspräparat aus Trimethoprim und Sulfadimidin-Natrium (Trimeto Tad[®] N, Lohmann Animal Health GmbH & Co.KG, Cuxhaven) zum Einsatz.

Die folgende Tabelle 8 fasst die Anzahl der notwendigen Behandlungsmaßnahmen und die dabei verwandten Medikamente zusammen. Es handelt sich dabei um Angaben der Mäster.

Tab. 8: Übersicht über notwendige Behandlungsmaßnahmen bei den Versuchstieren während der Mastperiode in den Betrieben A und B

Symptome	notwendige Einzeltierbehandlung (Anzahl x Medikament)	
	Betrieb A	Betrieb B
Fundamentprobleme	1 x s.c. Tardomyocel [®]	
Durchfallerkrankungen	-	2 x Tiamutin [®] s.c.
Atemwegsinfektionen	-	7 x Trimeto Tad [®] s.c.

In beiden Versuchen wurden die Ferkel vor dem Absetzen mit Ohrmarken gekennzeichnet.

3.2 Aufnahme der Bestandsdaten

Vor dem eigentlichen Beginn der Versuche erfolgte eine systematische und einheitliche Beurteilung der Umfeld- und Produktionsparameter in allen beteiligten Betrieben mit Hilfe der von BERNIS (1996) entwickelten Checklisten. Die Datenerhebung sowie die Ermittlung von Betriebskennziffern und Teilbetriebskennziffern wurde nach der von BERNIS (1996) beschriebenen Methode und Vorgehensweise durchgeführt. Die Tabelle 5 stellt den Grundaufbau der Checklisten exemplarisch dar.

Die Untersuchung der einzelnen Elemente in Aufzucht und Mast innerhalb der in Tabelle 3 genannten Checklisten-Parameter erfolgte durch:

- Befragung, anamnestiche Erhebung,
- Visuelle Beurteilung sowie organisatorische Bewertung und
- Messung

Nach der Untersuchung und Bewertung (gemäß Tabelle 9) der einzelnen Elemente wird entsprechend der von BERNIS (1996) festgelegten Wichtungsfaktoren von 1–5 gewichtet. Teilbetriebskennziffern (TBKZ) und Betriebskennziffern (BKZ) ergeben sich schließlich mit Hilfe von folgenden festgelegten Wichtungsfaktoren und Rechengängen:

$$TBKZ = \frac{B_1 \times W_{E1} + B_2 \times W_{E2} + \dots + B_n \times W_{En}}{W_{E1} + W_{E2} + \dots + W_{En}}$$

B = Bewertungsnote für das Untersuchungselement

W_E = Wichtungsfaktor für das Untersuchungselement

n = 1, 2, ..., n

$$BKZ = \frac{TBKZ_1 \times W_{G1} + TBKZ_2 \times W_{G2} + \dots + TBKZ_n \times W_{Gn}}{W_{G1} + W_{G2} + \dots + W_{Gn}}$$

W_G = Wichtungsfaktor des Untersuchungsgangs

n = 1, 2, ..., n

Somit liegt das Ergebnis sowohl der TBKZ als auch der BKZ mit einem Zahlenwert zwischen 0 und 10. Diese Zahlenwerte werden ebenfalls gemäß der in Tabelle 9 aufgeführten Bewertungsnoten interpretiert.

Tab. 9: Beispiel für den Aufbau einer Seite des Checklisten-Systems von Berns (1996)

Checkliste Bereich Keimbelastung – Mast						
Betr. Code		Stall-Code		Datum		
Komplex	Prüfparameter (Bemessungs- grundlage)	Messwerte/Bewertungs- Kriterium	Bewer- tungs- noten	Wich- tungs- faktor	Berechnungs- wert	Kommentar
Stall- hygiene	*Hygiene- status	gut geeignet geeignet bedingt geeignet weniger geeignet nicht geeignet	10 8 6 3 0	4	.....
	*Schadnager- besatz	nicht feststellbar geringer Besatz starker Besatz	10 5 0	1	.....
Vor- beugende Hygiene- maß- nahmen	*Reinigung Häufigkeit/ Durchgang	1xGrundrein./Durchg.+Zw.rein. 1xGrundreinigung/Durchgang 1xGrundreinigung/Jahr besenrein/sporadisch keine Reinigung	10 8 6 3 0	4	.....
	*Desinfektion Desinfektions- mittel, -wirkung	1x / Durchgang, gut 1-2x / Jahr, ausreichend sporadisch, nicht gut keine Desinfektion	10 7 4 0	3	.....
	Hygieneschleuse	vorhanden, gut geeignet vorhanden, bedingt geeignet nicht vorhanden	10 5 0	2	.....
	*Stalleigene Kleidung für Besucher	vollständig vorhanden teilweise vorhanden nicht vorhanden	10 6 0	3	.....
	*Schadnager- bekämpfung	kontinuierlich häufig sporadisch keine	10 6 3 0	2	.....
	*Kadaver- entsorgung/ -platz	vorhanden, gut geeignet vorhanden, bedingt geeignet nicht vorhanden	10 6 0	4	.....
	Summe Blatt 1	Summe der Wichtungsfaktoren = = Summe der Be- rechnungswerte	
etc. * = wenn Bewertungsnote ≤ 5 oder TBKZ < 5; Sofortmaßnahmen ergreifen						

3.3 Versuchsablauf und -durchführung

Zeitlicher Verlauf

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen den zeitlichen Ablauf der Versuche. Der grau hinterlegte Anteil der Abbildung 5 kennzeichnet den von der Arbeitsgruppe untersuchten Abschnitt des Vorversuchs. Es wurde bei allen Mastgruppen eine Verlaufsuntersuchung der Umfeld- und Produktionsdaten und des Gesundheitsstatus der Tiere durchgeführt.

Zu jedem Untersuchungszeitpunkt erfolgte zusätzlich eine Blutentnahme bei allen 120 Tieren des Vorversuchs und den 32 Probanden des Hauptversuchs zur Ermittlung der Haptoglobinkonzentration.

Zusätzlich wurden im Hauptversuch an den Probenentnahmezeitpunkten 1 und 3 Blutproben zur Ermittlung der Konzentration klinisch-chemischer Blutparameter entnommen und die Einzeltiergewichte aller Probanden an jedem Untersuchungszeitpunkt ermittelt.

	Ferkelaufzucht				Mast		Schlachthof	
	Umstallen						Transport	
Probe:	1	2	3	4	5	6		
Tag:	-3. bis -1.	4. bis 6.	17. bis 21.	29. bis 32.	-3. bis -1.			
Blutentnahme für Haptoglobin	×	×	×	×	×			×
Klinische Untersuchung	×	×	×	×	×			
Organbefundung								×
Gewicht								×

Abb. 5: Versuchsablauf des Vorversuchs

Ferkelaufzucht	Mast				Schlachthof	
Probe:	1	Umstallen 2	3	4	Transport 5	6
Tag:	-3. bis -1.	4. bis 6.	17. bis 21.	29. bis 32.	-3. bis -1.	
Blutentnahme:						
- für Haptoglobin		×	×	×	×	×
- für klinisch-chemische Parameter	×		×			
Klinische Untersuchung	×	×	×	×	×	
Organbefundung						×
Gewicht	×	×	×	×	×	×

Abb. 6: Versuchsablauf des Hauptversuchs

Klinische Untersuchung

Im Vorversuch wurden die Schweine zum Zeitpunkt der Blutentnahmen adspektorisch untersucht, wobei vor allem auf äußerlich erkennbare Krankheiten geachtet wurde (PETERSEN et al., 1999), während im Hauptversuch ausführliche klinische Untersuchungen bei jedem Einzeltier erfolgten. Die Untersuchung des einzelnen Probanden im Hauptversuch erfolgte sowohl adspektorisch als auch auskultatorisch und palpatorisch in Anlehnung an den allgemeinen klinischen Untersuchungsgang beim Schwein (PLONAIT, 1997). Die Abbildung 7 zeigt das dabei genutzte Formblatt. Dieses Schema gilt nur als Richtlinie für die Untersuchung, alle nicht aufgeführten Auffälligkeiten wurden gesondert dokumentiert.

Folgende Organsysteme wurden intensiv untersucht:

Adspektion	Haut, Haare
	Ohren, Augen, Rüsselscheibe
	Muskulatur
	Atmung
	Brust, Bauch
	Geschlechtsorgane, After, Schwanz
	Gliedmaßen
	Kot- und Harnabsatz
	Futter- und Wasseraufnahme

Körpertemperatur
 Auskultation Herz
 Lunge einschließlich Kehlkopf und Trachea

Palpation Puls
 Körperoberflächentemperatur
 Nabel
 Klauen und Gelenke

Ohrmarke:	Bucht:	Datum:
Haut:	Rötung O Ja	O Nein
	Effloreszenzen O Ja	O Nein
	Juckreiz O Ja	O Nein
	Ektoparasiten O Ja	O Nein
Muskulatur:	Veränderungen O Ja	O Nein
Gliedmaßen:	Fehlstellung O Ja	O Nein
	Klauen O o.b.B..	.....
	Gelenke, Entz. O Ja	O Nein
	Verletzungen O Ja	O Nein
Vulva / Penis:	Entzündung Ausfluß O Ja	O Nein
	Verletzungen O Ja	O Nein
After:	Prolaps Verletzungen O Ja	O Nein
	O Ja	O Nein
Durchfall:	O Ja	O Nein
Schwanz:	Verletzungen Entzündung Nekrose O Ja	O Nein
	O Ja	O Nein
	O Ja	O Nein
Rüsselscheibe:	Ausfluß Verkrümmt Verletzungen O Ja	O Nein
	O Ja	O Nein
	O Ja	O Nein
Augen:	Entzündung Ausfluss Verletzungen O Ja	O Nein
	O Ja	O Nein
	O Ja	O Nein
Ohren:	Entzündung Verletzungen Milben O Ja	O Nein
	O Ja	O Nein
	O Ja	O Nein
Auskultation:	Herz O o.b.B.	.....
	Lunge O o.b.B.	.....

Abb. 7: Formblatt für die klinische Untersuchung der Probanden

Aus den Einzeldaten wurden die Untersuchungsergebnisse des Hauptversuchs zu einer Gesamtdiagnose zusammengefasst (Tabelle 10).

Tab. 10: Einstufung der Schweine des Hauptversuchs nach der Gesamtdiagnose in 3 Gruppen für die statistische Auswertung

ohne Befund Gruppe 1	Schweine ohne klinisch auffällige Befunde: <ul style="list-style-type: none"> • alle Schweine ohne pathologischen Befund
mit Befund Gruppe 2 Gruppe 3	Schweine mit geringgradigen klinisch auffälligen Befunden: <ul style="list-style-type: none"> • Schweine, die durch klinische Befunde wie Verletzungen und Entzündungen der äußeren Haut, Konjunktivitis, Ohr- und Schwanzwurzelentzündungen oder Hämatome auffielen. Schweine mit hochgradigen klinisch auffälligen Befunden: <ul style="list-style-type: none"> • Schweine, die durch klinische Befunde wie Pneumonie, Kardiopathien, Diarrhoe oder Gelenkentzündungen auffielen

Blutprobenentnahme und -aufbereitung

Die Blutentnahme erfolgte im Vor- und Hauptversuch aus der Vena jugularis externa oder aus der Vena cava cranialis. Die Blutentnahme wurde von der rechten oder der linken Halsseite aus vorgenommen, in der Regel wurde jedoch die rechte Halsseite des Schweins bevorzugt.

Zur Probengewinnung wurden die Mastferkel bis zu einem Gewicht von ca. 45 kg in Rückenlage auf einem Blutentnahmebock fixiert. Die Probenentnahme bei Mastschweinen über 45 kg erfolgte am stehenden Tier, während dieses mit Hilfe einer Oberkieferschlinge aus Draht fixiert wurde.

Zur Blutentnahme dienten bei Mastferkeln bis ca. 40 kg Körpergewicht 50 mm lange Kanülen mit einem Durchmesser von 1,2 mm (Firma B. Braun, Melsungen), und bei Mastschweinen über 40 kg 80 mm lange Kanülen mit einem Durchmesser von 1,5 mm (Firma B. Braun, Melsungen), sowie 10 ml fassende Lithium-Heparin-beschichtete Monovetten (Firma Sarstedt, Nümbrecht) und 5 ml fassende EDTA-beschichtete Monovetten (Firma Sarstedt, Nümbrecht).

Das Schlachtblut wurde in 10 ml fassende Lithium-Heparin-Monovetten (Firma Sarstedt, Nümbrecht) direkt bei der Schlachtung der Tiere aufgefangen.

Das so gewonnene Blut wurde 15 Minuten bei 2500 U/min zentrifugiert. Das Plasma wurde in Eppendorfgefäße pipettiert und bis zur weiteren Untersuchung bei - 20 °C eingefroren.

Die Probennahmen erfolgten direkt in den Mastbetrieben bzw. auf dem Schlachthof, das Zentrifugieren und Abpipettieren, sowie das Einfrieren geschah in einem Universitätslaboratorium.

Erhebung der Schlachtdaten

Neben der Blutentnahme bei der Schlachtung wurde auch jedes Einzeltier des Vor- und Hauptversuchs hinsichtlich Organveränderungen untersucht. Die Untersuchung erfolgte adspektorisch, palpatorisch und gegebenenfalls durch Inzision in Anlehnung an BLAHA (1993). Die Ergebnisse wurden schriftlich nach folgendem Formblatt (Abbildung 8) aufgenommen.

Datum		Ohrmarke:		
Betrieb:		Schlachtnummer:		
Lunge:		O o.b.B.	O verändert < 1/3	O verändert > 1/3
Leber:	Hepatitis:		O ja	O nein
	Parasiten:		O ja	O nein
Herz:	Kardiopathien:		O ja	O nein
Pleura:	Pleuritis:	O o.b.B.	O < handflächengroß	O > handflächengroß
Niere:	Nephropathien:		O ja	O nein
			O ja	O nein
Gelenkentzündung:			O ja	O nein
Myopathien:			O ja	O nein
Auffälligkeiten:	.....		
			

Abb. 8: Formblatt für die Organbefundung in Vor- und Hauptversuch

Für die statistische Auswertung war es sinnvoll, die Schlachttiere in 5 Gruppen einzuteilen (Tabelle 11).

Tab. 11: Einteilung der Schlachtschweine in Gruppen nach ihrem Organbefund in Vor- und Hauptversuch

Gruppe A: <u>ohne Befund</u>	Tiere, die bei der Organbefundung keine pathologischen Veränderungen zeigten.
Gruppe B: <u>Lungenbefund</u>	Tiere, die bei der Organbefundung eine pathologische Veränderung der Lunge zeigten, unabhängig von Ausmaß und Qualität.
Gruppe C: <u>Leberbefund</u>	Tiere, die bei der Organbefundung eine pathologische Veränderung der Leber (Hepatitis oder Milkspots) zeigten, unabhängig von Ausmaß und Qualität.
Gruppe D: <u>sonstige Befunde</u>	Tiere, die bei der Organbefundung <u>eine</u> pathologische Veränderung entweder der Niere oder der Lymphknoten oder des Herzens oder der Gelenke oder der Muskulatur zeigten.
Gruppe E: <u>Mehrfach-Befunde</u>	Tiere, die bei der Organbefundung zwei oder mehr der unter B bis D angeführten pathologischen Veränderungen zeigten, unabhängig von Ausmaß und Qualität.

3.4 Analytische Methoden

Haptoglobinbestimmung

Die Messung der Haptoglobinkonzentration im Blut erfolgte mit Hilfe des Nephelometers BN 100 der Firma Behring Diagnostika, Frankfurt am Main. Mit diesem Gerät ist eine schnelle, vollautomatische und quantitative Präzipitationsreaktion in der Proteindiagnostik möglich.

Die immunologischen Kreuzreaktion zwischen porzinem Haptoglobin und gegen humanes Haptoglobin gerichteten Antikörpern von Kaninchen verursacht eine Trübung im Reaktionsgemisch, die im Nephelometer durch eine veränderte Lichtstreuung nachgewiesen werden kann (LIPPERHEIDE et al., 1998). Die Kalibration des Nephelometers BN 100 erfolgte mit einem porzinen sekundären Standard (LIPPERHEIDE et al., 1998).

Ein Pool aus Schweineserum diente als interner Standard zur Laborkontrolle. Er wurde an jedem Messtag zur Überprüfung der Präzision des Gerätes eingesetzt.

Für die Haptoglobinbestimmung ist ein Probenvolumen von 10 µl Serum oder Plasma notwendig. Als Antiserum diente ein Antihuman-Serum vom Kaninchen der Firma Behring. Die Standardverdünnung betrug 1:20.

Zur Bewertung des Haptoglobinwertes wurde in Anlehnung an die Ergebnisse des Vorversuchs (PETERSEN et al., 1999) als physiologischer Grenzwert 0,5 mg/ml angenommen.

Klinisch-chemische Parameter

Im Rahmen des Hauptversuchs wurden klinisch-chemische Parameter im Blut der Probanden zum Zeitpunkt der Probenentnahme 1 und 3 gemessen. Diese Messungen erfolgten mit dem vollautomatisierten Analysegerät OLYMPUS AU 600 in der Laborgemeinschaft BIOFOCUS in Recklinghausen. Tabelle 12 gibt eine Übersicht über die ausgesuchten Parameter und deren Referenzwerte, sowie die Testprinzipien mit deren Hilfe die Konzentration der Blutparameter ermittelt wurden.

Tab. 12: Übersicht über angewandte Test- und Reaktionsprinzipien

Parameter	Testprinzip	Reaktionsprinzip	Referenzwert (Literaturangabe)
Na	Flammenphotometrie		133-171 mmol/l ⁽⁴⁾
K	Flammenphotometrie		4,5-6,5 mmol/l ⁽⁴⁾
Ca	Photometrischer Farbttest: o-CPC-Method	Farbkomplexbildung der Ca ²⁺ -Ionen mit o-Kresolphthalein in alkalischer Lösung	2,4-3,0 mmol/l ⁽³⁾
Fe	Photometrischer Farbttest	Reduktion von Fe ³⁺ zu Fe ²⁺ und Komplexbildung mit 2,4,6-Tri (2-pyridyl) 5 -triazin	18-35 µmol/l ⁽¹⁾
ASAT	Kinetischer UV-Test basierend auf den Empfehlungen der International Federation of Clinical Chemistry und der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie.	$\alpha\text{-Ketoglutarat} + \text{L-Aspartat} \xrightarrow{\text{GOT}} \text{L-Glutamat} + \text{Oxalacetat}$ $\text{Oxalacetat} + \text{NADH} + \text{H}^+ \xrightarrow{\text{MDH}} \text{L-Malat} + \text{NAD}^+$	bis 35 IU/l ⁽³⁾
g-GT	Kinetischer Farbttest:	$\text{L-(-Glutamyl-3-carboxy-4-nitroanilid+Glycylglycin)} \xrightarrow{\gamma\text{-GT}} \text{L-(-Glutamylglycylglycin} + \text{5-Amino-2-nitrobenzoat}$	bis 26 IU/l ⁽³⁾
Crea	Kinetischer Farbttest: Komplexbildung mit Pikrinsäure in alkalischer Lösung.	Creatinin + Pikrinsäure \longrightarrow Creatininpikrat-Komplex	40-133 µmol/l ⁽³⁾
Urea	Kinetische UV-Test: GLDH-Methode	$\text{Harnstoff} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Urease}} 2\text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-}$ $2 \alpha\text{-Ketoglutarat} + 2\text{NH}_4^+ + 2\text{NADH} \xrightarrow{\text{GLDH}} 2 \text{L-Glutamat} + 2\text{NAD}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$	3,3-8,3 mmol/l ⁽³⁾
CK	Kinetischer UV-Test Die Methode basiert auf den Empfehlungen der International Federation of Clinical Chemistry.	$\text{Kreatinphosphat} + \text{ADP} \xrightarrow{\text{CK}} \text{Kreatin} + \text{ATP}$ $\text{ATP} + \text{Glucose} \xrightarrow{\text{HK}} \text{ADP} + \text{Glucose-6-Phosphat}$ $\text{Glucose-6-Phosphat} + \text{NAD} \xrightarrow{\text{G-6-PD}} \text{6-Phosphogluconat} + \text{NADH} + \text{H}^+$	bis 2000 IU/l ⁽³⁾
AP	Kinetischer Farbttest: "Optimierte Standardmethode" der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie.	$\text{p-Nitrophenylphosphat} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{AP}} \text{Phosphat} + \text{p-Nitrophenol}$	bis 170 IU/l ⁽³⁾
LDH	Kinetischer UV-Test: Photometrische UV-Methode nach den Empfehlungen des "Skandinavischen Komitees für Enzyme".	$\text{Pyruvat} + \text{NADH} + \text{H}^+ \xrightarrow{\text{LDH}} \text{Lactat} + \text{NAD}^+$	570-3300 U/l ⁽²⁾
TP	Photometrischer Farbttest: Biuret-Methode	Farbkomplexbildung mit Kupferionen	bis 86 g/l ⁽³⁾

(1) KNÖRL, 1982; (2) SCHMIDL u. FORSTNER, 1985, (3) KRAFT u. DÜRR, 1995 (4) HEINRITZI u. PLONAIT, 1997

Im Rahmen der routinemäßigen Organbefundung der Schweine des Vorversuchs und des Betriebs A, die in einem kommerziellen Großschlachthof geschlachtet wurden, war eine Entnahme von Organproben ohne Störung des Schlachtablaufes nicht möglich. Daher konnte eine mikrobiologische und histologische Untersuchung von Organproben nur bei den Tieren des Betriebs B, die bei einem Metzger geschlachtet wurden, durchgeführt werden

Mikrobiologie

Für die mikrobiologische Untersuchung wurden routinemäßig sofort nach der Schlachtung bei den 16 Tieren des Betriebs B des Hauptversuchs Organproben von Lunge, Leber und Lymphknoten entnommen und in sterile, mit steriler Kochsalzlösung gefüllte Plastikbeutel verbracht. Darüber hinaus erfolgte auch die Entnahme anderer veränderter Organe. Die Proben wurden eine Stunde später unter der Sterilbank abgeflammt, mit einer sterilen Schere angeschnitten und Organmaterial mit Hilfe einer Platin-Öse entnommen und jeweils fraktioniert auf Blutagar und einer Endoagarplatte ausgestrichen. Nach 24-stündiger Bebrütung der Agarplatten bei 37 °C wurden die gewachsenen Bakterienkolonien in einem mikrobiologischen Universitätslaboratorium identifiziert.

Histologie

Nach der Schlachtung wurden bei den Schlachttieren aus Betrieb B zusätzlich zur Blutentnahme und Organbefundung auch Organproben von Leber, Lunge und gegebenenfalls anderer veränderter Organe entnommen. Die Größe der entnommenen Organproben betrug ca. 1,5 x 1,5 cm. Sie wurden sofort nach der Entnahme in Glasbehälter mit Drehverschluss, die die Fixierlösung nach BOUIN (1897) enthielten, verbracht. Nach Fixierung wurden die Organproben in einem histologischen Universitätslaboratorium in Paraffin eingebettet, auf dem Paraffinmikrotom geschnitten und schließlich mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt.

Die mikroskopische Untersuchung und Auswertung der gefärbten Schnitte erfolgte mit Unterstützung der Außenstelle für Epidemiologie der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

3.5 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm SPSS/PC+ Version 9.0.

Das Signifikanzniveau wurde wie folgt festgelegt und gekennzeichnet:

- > 5 % = nicht signifikant (n. s.)
- 5 % = schwach signifikant (*)
- 1 % = signifikant (**)
- 0,1 % = hoch signifikant (***)

Für die grafische Darstellung der Haptoglobinkonzentration in Abhängigkeit von den Organbefunden wurde das Boxplott gewählt.

So ist es möglich, die Verteilung der Werte darzustellen. Das Boxplott stellt die 25 %-, 50 %- und 75 %-Perzentile, extreme Werte und Ausreißer sowie den größten und den kleinsten nicht extremen Wert dar. Perzentilwerte sind Werte, unterhalb derer ein bestimmter Anteil (25 %, 50 % und 75 %) aller Werte liegen. Das 50 %-Perzentil wird auch als Median bezeichnet. Die folgende Abbildung 9 skizziert die Bedeutung der Symbole.

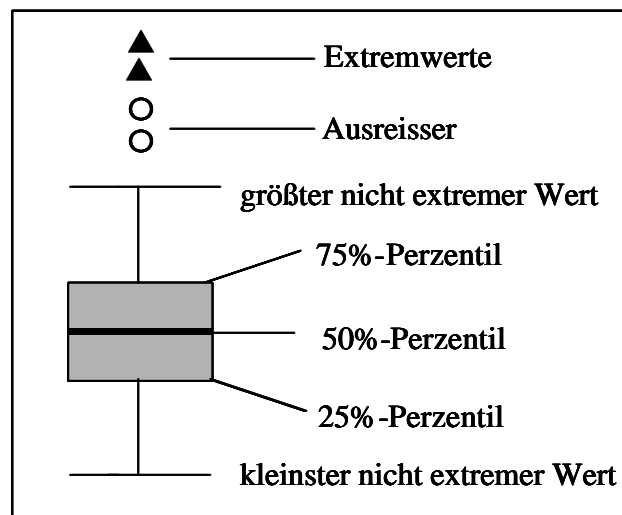


Abb. 9: Bedeutung der Symbole im Boxplott (BROSIUS u. BROSIUS, 1995)

Tab. 13: Übersicht über angewandte statistische Methoden für Vor- und Hauptversuch

Fragestellung	Statistisches Verfahren
Bestehen signifikante Unterschiede im zeitlichen Verlauf der Haptoglobinkonzentration?	SPSS Repeated Measure Design
Bestehen signifikante Unterschiede bezüglich der Haptoglobinkonzentration in Abhängigkeit von der Betriebszugehörigkeit?	SPSS Repeated Measure Design
Bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Haptoglobinkonzentrationen von Mastschweinen ohne klinisch abweichenden Befund aus verschiedenen Betrieben?	SPSS t-Test für unabhängige Stichproben
Bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Haptoglobinkonzentrationen von Schweinen mit und ohne klinisch abweichendem Befund?	SPSS t-Test für unabhängige Stichproben
Bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Haptoglobinkonzentrationen von Schweinen mit unterschiedlichen Tageszunahmen?	SPSS t-Test für unabhängige Stichproben
Bestehen signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den klinisch-chemischen Blutparametern der Betriebe A und B?	SPSS t-Test für unabhängige Stichproben
Gibt es Korrelationen zwischen klinisch-chemischen Blutparametern und der Haptoglobinkonzentration?	SPSS Korrelation nach Pearson
Bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Haptoglobinkonzentrationen der Probe am Mastende und der Schlachtblutprobe?	SPSS t-Test für gepaarte Stichproben
Bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Haptoglobinkonzentrationen von Schweinen mit unterschiedlichen Schlachtbefunden?	SPSS Einfaktorielle ANOVA

4 Ergebnisse

4.1 Zeitlicher Verlauf der Haptoglobinkonzentration

Der zeitliche Verlauf der Haptoglobinmittelwerte der Masttiere des Vorversuchs und der Tiere des Hauptversuchs wird zusammenfassend dargestellt. Die Abbildung 10a stellt den zeitlichen Verlauf von Schweinen aus konventioneller Haltung dar, während die Abbildung 10b die Betriebe zusammenfasst, die dem Qualitätsfleischprogramm angehörten. In Abbildung 11a und 11b ist der zeitliche Verlauf der Haptoglobinkonzentration der Tiere aus Betrieb A bzw. Betrieb B des Hauptversuchs dargestellt. Die gestrichelte Horizontallinie bezeichnet den angenommenen physiologischen Grenzwert von 0,5 mg/ml.

In der Tiergruppe aus den konventionellen Betrieben im Vorversuch und bei den Schweinen des Hauptversuchs ergibt sich eine erhöhte mittlere Haptoglobinplasmakonzentration zum Zeitpunkt der 3. Probenentnahme, etwa 3 Wochen nach Mastbeginn, die in allen Fällen signifikant zur 2. Probe erhöht ist. Die Tiergruppe des Qualitätsfleischprogramms zeigt während der gesamten Mast mittlere Haptoglobinkonzentrationen unterhalb bzw. geringfügig über dem Grenzwert von 0,5 mg/ml.

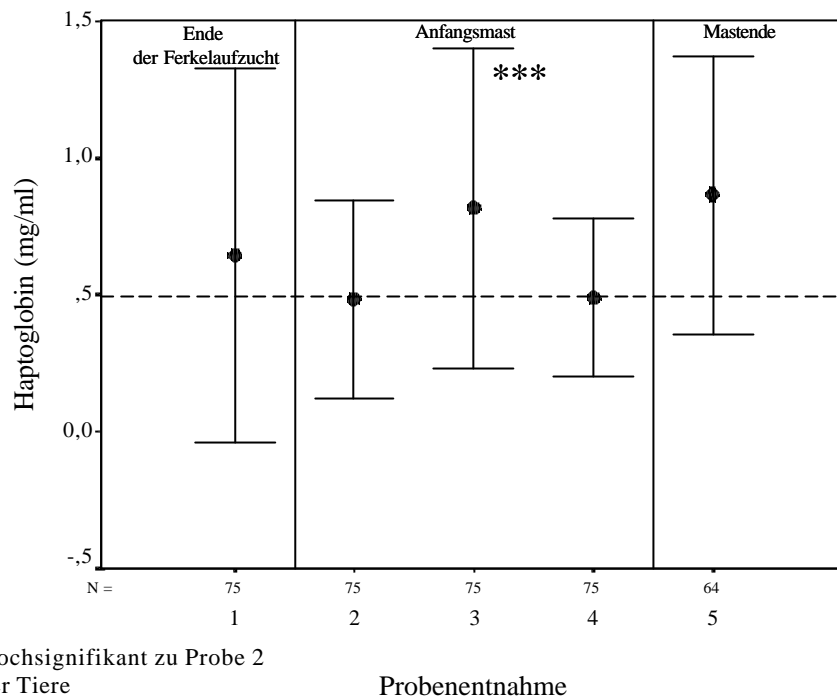


Abb. 10a: Zeitlicher Verlauf der mittleren Haptoglobinplasmakonzentration ($0 \pm s$) der Schweine aus konventioneller Haltung im Vorversuch (V1–V5)

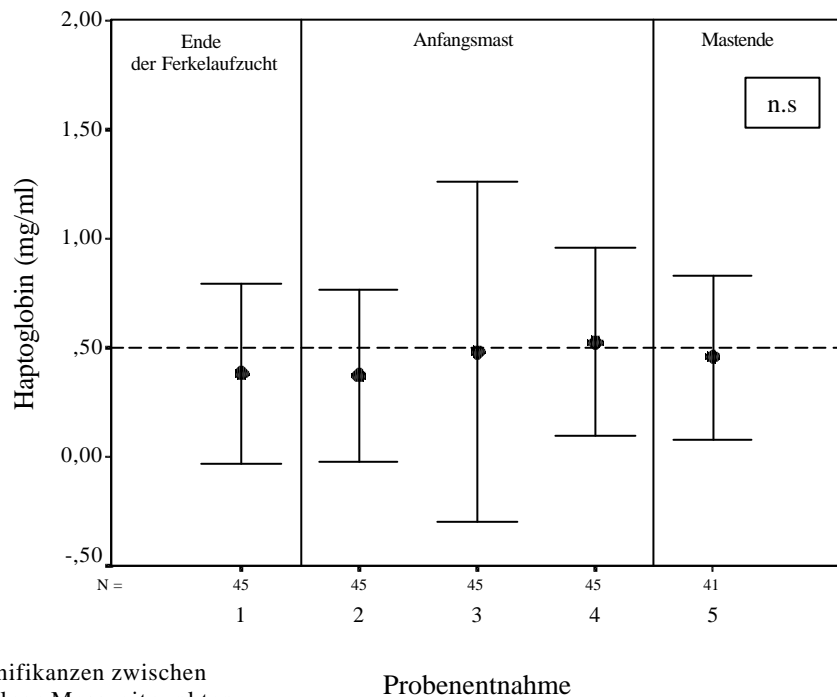


Abb. 10b: Zeitlicher Verlauf der mittleren Haptoglobinplasmakonzentration ($0 \pm s$) der Schweine aus Qualitätsfleischprogramm-Betrieben im Vorversuch (V6–V8)

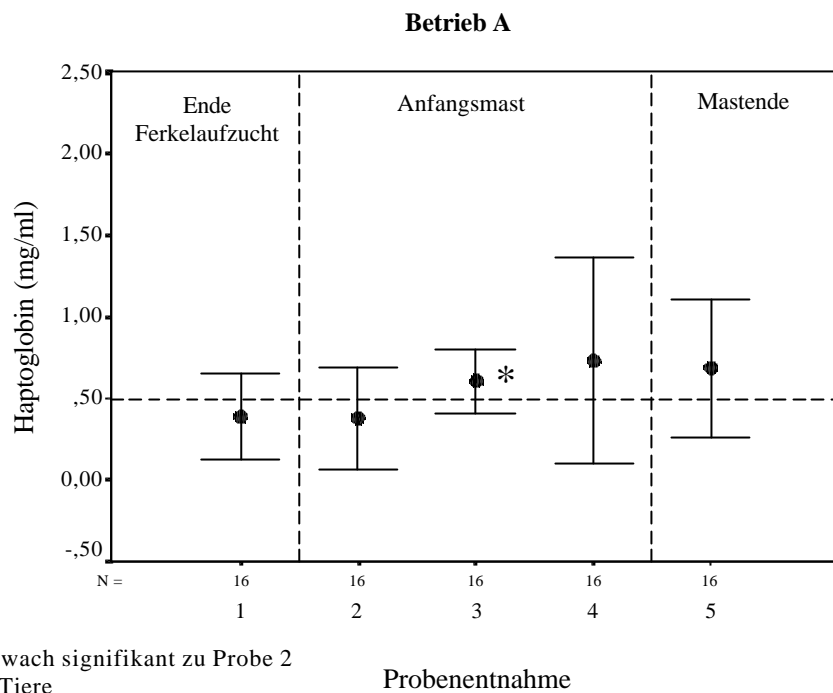


Abb. 11a: Zeitlicher Verlauf der mittleren Haptoglobinplasmakonzentration ($\bar{0} \pm s$) der Tiere des Betriebs A des Hauptversuchs

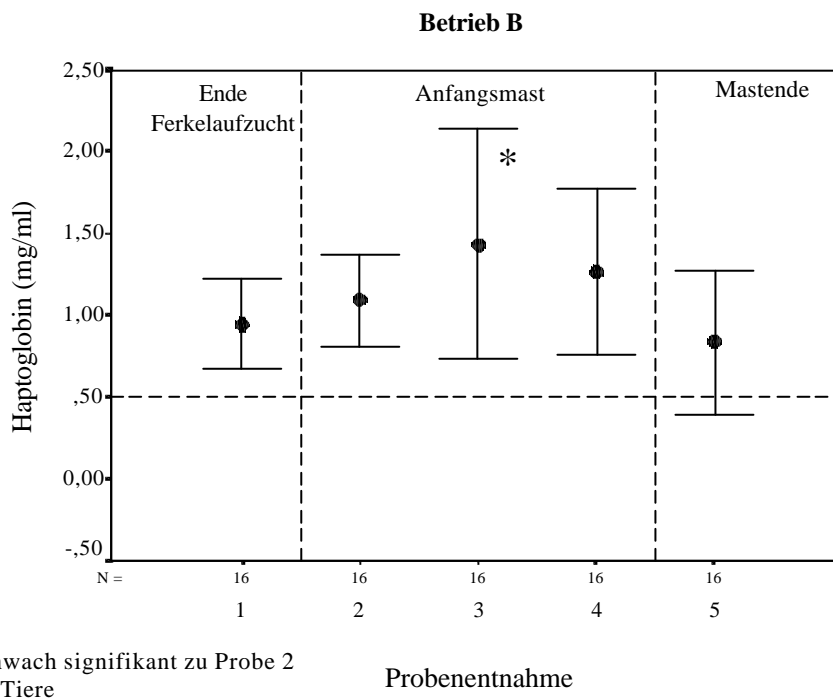


Abb. 11b: Zeitlicher Verlauf der mittleren Haptoglobinplasmakonzentration ($\bar{0} \pm s$) der Tiere des Betriebs B des Hauptversuchs

4.2 Haptoglobinkonzentration im Plasma von Schweinen in Abhängigkeit vom Betrieb

Um einen Einfluss der Betriebskomponente genauer untersuchen zu können, wurden im Hauptversuch zwei Betriebe A und B ausgewählt, die sich hinsichtlich der Betriebskennziffern Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast deutlich voneinander unterschieden. Das folgende Balkendiagramm (Abbildung 12) stellt diesen Unterschied grafisch dar.

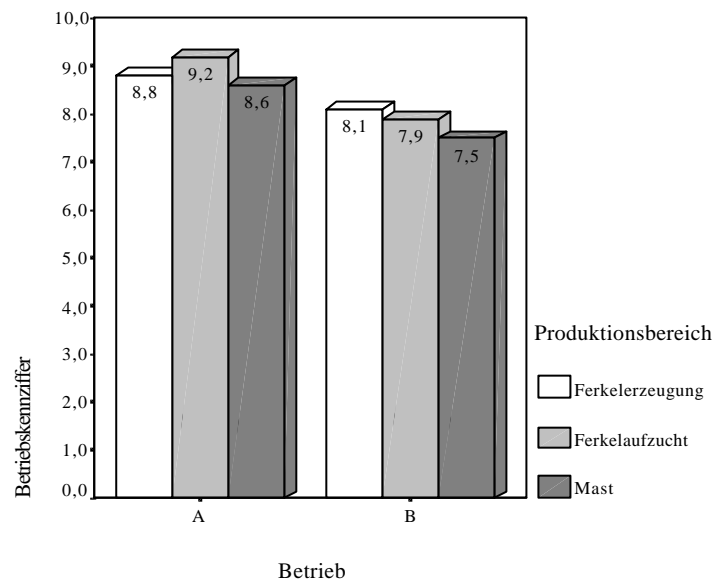


Abb. 12: Gegenüberstellung der Betriebskennziffern (BKZ) für Ferkelerzeugung, Ferkelaufzucht und Mast der Betriebe A und B

Beide Betriebe konnten in allen drei Produktionsbereichen als gut bis sehr gut geeignet bewertet werden. Betrieb A ist jedoch in allen Produktionsbereichen von der Ferkelerzeugung bis zur Mast besser zu beurteilen als Betrieb B, der in einer Reihe von einzelnen Parametern deutliche Mängel aufzuweisen hat. Bei der speziellen Betrachtung der für die Hygiene relevanten Faktoren, vor allem in Aufzucht und Mast, wird dieser Unterschied besonders deutlich (Tabelle 14). Sowohl in der Ferkelaufzucht als auch im Mastbereich konnten in Betrieb A wesentlich mehr Parameter mit 10 Punkten bewertet werden als in Betrieb B. Somit ergab sich eine mehr als doppelt so hohe Gesamtpunktzahl in Betrieb A (Betrieb A: 96 Punkte, Betrieb B: 46 Punkte), die außerdem fast der Maximalpunktzahl von 110 Punkten entsprach.

Vor allem bezüglich der Belegdichte und der Abteilbelegung unterscheiden sich die beiden Betriebe grundlegend, wie man der Tabelle 14 entnehmen kann.

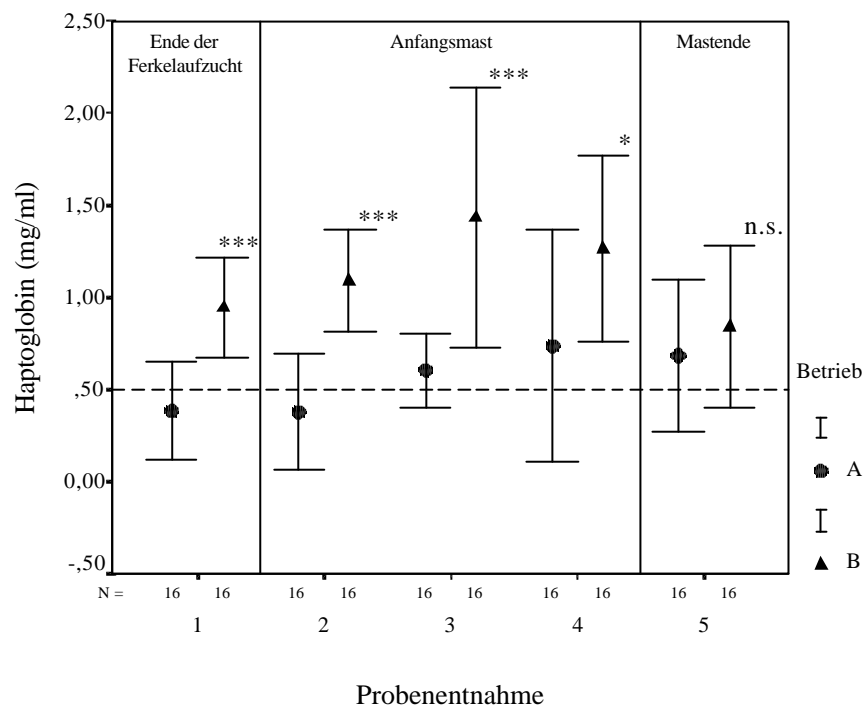
Tab. 14: Gegenüberstellung von Bewertungskriterien aus der Ferkelaufzucht und Mast zur Erfassung des Hygienestatus in den Betrieben A und B und Bewertung nach Berns (1996).

Für jeden Parameter wurden maximal 10 Punkte vergeben.

KG = Körpergewicht

Komplex	Betrieb A Messdaten	Punkte	Betrieb B Messdaten	Punkte
Ferkelaufzucht				
Belegdichte	< 20 kg KG: # 4 Tiere / m ² 20-24 kg KG: # 3 Tiere / m ² > 24 kg KG: # 2 Tiere / m ²	10 10 10	< 20 kg KG: # 5 Tiere/m ² 20-24 kg KG: # 4 Tiere/m ² > 24 kg KG: > 3 Tiere / m ²	6 6 0
Abteil- und Buchtenbelegung	40-80 Tiere/Abteil < 12 Tiere/Bucht	9 10	81-160 Tiere/Abteil < 12 Tiere/Bucht	7 10
Stallbelegung	Rein-Raus	10	Kontinuierlich	0
Schadnagerbesatz	geringer Besatz	5	starker Besatz	0
Reinigung	1 Grundreinigung / Durchgang und regelmäßige Zwischenreinigung	10	1 Grundreinigung / Durchgang	7
Desinfektion	1x / Durchgang	10	1x / Durchgang	10
Hygieneschleuse	vorhanden, bedingt geeignet	5	nicht vorhanden	0
Parasitenbekämpfung	beim Einstellen	10	Keine Entwurmung	0
Gesamtpunktzahl (max. 110)		99		46
Vor- und Endmast				
Belegdichte	Vormast: 1 Tier/m ² Endmast: >1 m ² /Tier	7 10	Vormast: 1 Tier/m ² Endmast: 0,64-0,55 m ² /Tier	7 3
Abteil- und Buchtenbelegung	< 40 Tiere/Abteil Vormast: <12 Tiere/Bucht Endmast: 8-10 Tiere/Bucht	10 10 9	81-160 Tiere/Abteil Vormast: >30 Tiere/Bucht Endmast: 11-13 Tiere/Bucht	7 0 6
Stallbelegung	Rein-Raus	10	wenn möglich Rein-Raus andernfalls Kontinuierlich	5
Schadnagerbesatz	geringer Besatz	5	starker Besatz	0
Reinigung	1 Grundreinigung / Durchgang und regelmäßige Zwischenreinigung	10	1 Grundreinigung / Durchgang	8
Desinfektion	1x / Durchgang	10	1x / Durchgang	10
Hygieneschleuse	vorhanden, bedingt geeignet	5	nicht vorhanden	0
Parasitenbekämpfung	Entwurmung beim Einstellen und bei einem KG von 60 kg	10	Keine Entwurmung	0
Gesamtpunktzahl (max. 110)		96		46

Betrachtet man den zeitlichen Verlauf der mittleren Haptoglobinkonzentration im Blut der Mastgruppen aus Betrieb A und B in Abbildung 13, so fällt auf den ersten Blick auf, dass sich die Betriebe deutlich voneinander unterscheiden, die statistische Berechnung ergab signifikante Unterschiede der Betriebe A und B bei den Untersuchungszeitpunkten 1 bis 4. In Betrieb B lag die mittlere Konzentration des Haptoglobins zu keinem Zeitpunkt unter dem physiologischen Grenzwert von 0,5 mg/ml, der niedrigste Durchschnittswert betrug hier zum Zeitpunkt der 5. Blutentnahme (1–3 Tage vor der Schlachtung) 0,84 mg/ml. Dagegen begann für die Schweine des Betriebs A die Mast bei einer mittleren Haptoglobinkonzentration von 0,38 mg/ml (Betrieb B: 0,95 mg/ml) und es wurde in der Mastperiode kein mittlerer Wert von über 0,8 mg/ml erreicht.



- n. s. = Betrieb B nicht signifikant zu Betrieb A
- * = Betrieb B schwach signifikant zu Betrieb A
- *** = Betrieb B hoch signifikant zu Betrieb A
- N = Anzahl der Tiere

Abb. 13: Gegenüberstellung des zeitlichen Verlaufs der mittleren Haptoglobinplasmakonzentration ($\bar{O} \pm s$) der Tiere des Betriebs A und B

Die statistische Analyse des Einflusses der Betriebszugehörigkeit ergab einen signifikanten Einfluss des Faktors Betrieb auf die Haptoglobinkonzentration im Blut der Tiere.

Betrachtet man nur die Haptoglobinmittelwerte der Tiere ohne klinisch auffälligen Befund, so findet man in Betrieb B am Ende der Ferkelaufzucht und in der Anfangsmast (bis Tag 32) signifikant höhere Konzentrationen als in Betrieb A (Tabelle 14).

Tab. 14: Vergleich der mittleren Haptoglobinkonzentration der Tiere ohne klinisch auffälligen Befund in Mastbetrieb A und B zum Zeitpunkt der 1. bis 5. Probenentnahme

Zeitpunkt der Probenentnahme	Haptoglobin (mg/ml) $\bar{x} \pm s$		Signifikanz
	Mastbetrieb A	Mastbetrieb B	
1. Probe Ende Ferkelaufzucht	(N = 13) 0,31 ± 0,21	(N = 12) 0,87 ± 0,28	*** (p = 0,000)
2. Probe 4.–6. Masttag	(N = 14) 0,37 ± 0,30	(N = 11) 0,98 ± 0,26	*** (p = 0,000)
3. Probe 17.–21. Masttag	(N = 12) 0,56 ± 0,19	(N = 10) 1,47 ± 0,87	** (p = 0,009)
4. Probe 29.–32. Masttag	(N = 11) 0,57 ± 0,36	(N = 9) 1,03 ± 0,48	* (p = 0,026)
5. Probe Mastende	(N = 11) 0,63 ± 0,35	(N = 9) 0,83 ± 0,40	n.s. (p = 0,215)

(n.s. = nicht signifikant, * = schwach signifikant, ** = signifikant, *** = hoch signifikant, N = Anzahl der Tiere)

4.3 Klinisch auffällige Befunde während der Mast

Ein Tier des Betriebs A fiel bei der auskultatorischen Herzuntersuchung durch einen auffallend starken Herzstoß und ein systolisch-diastolisches Maschinengeräusch auf. Bei der Schlachtung konnte eine deutliche Vergrößerung des Herzens sowie ein Septumdefekt festgestellt werden. Da es sich um eine nicht entzündliche Veränderung handelte, wurde das Tier bei der statistischen Auswertung bezüglich klinisch auffälliger Befunde nicht berücksichtigt.

Die folgende Abbildung 14 zeigt quantitative Unterschiede bezüglich klinisch auffälliger Befunde zwischen den Mastgruppen der Betriebe A und B des Hauptversuchs auf.

Die Anzahl der Probanden mit klinischem Befund differierte; so zeigten im Höchstfall 7 von den 16 untersuchten Tieren des Betriebs B zum Zeitpunkt der 4. Probenentnahme (29.–32. Tag nach dem Aufstallen) klinische Veränderungen, wohingegen 4 von 16 Probanden des Betriebs A zu diesem Zeitpunkt erkrankt waren.

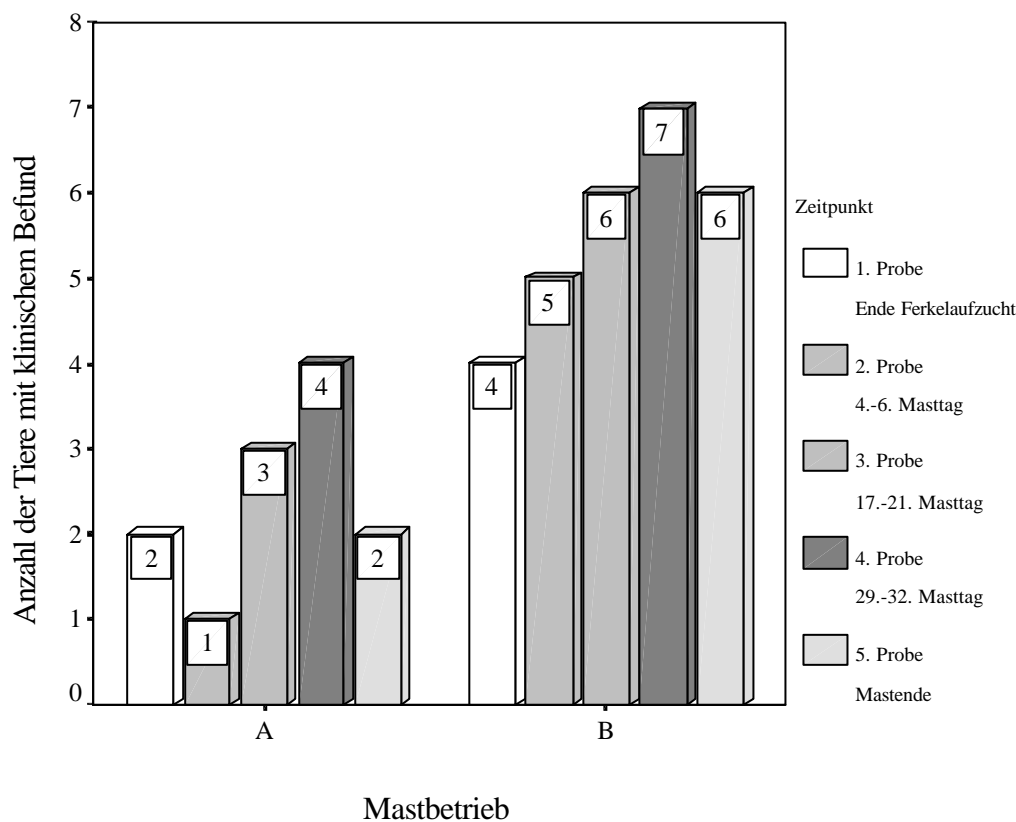


Abb. 14: Anzahl der Tiere mit klinisch auffälligem Befund zum Zeitpunkt der Probenentnahme in den Betrieben A und B des Hauptversuchs

Auch bezüglich der Qualität der klinischen Befunde bestanden Unterschiede. Die Tiere in Betrieb A wiesen vornehmlich entzündliche Veränderungen der äußeren Haut (v.a. Kratzwunden) und Fundamenterkrankungen (Gelenkentzündungen) auf, wobei in Betrieb B sowohl Durchfallerkrankungen als auch Erkrankungen der Atemwege hinzukamen (Tabelle 15).

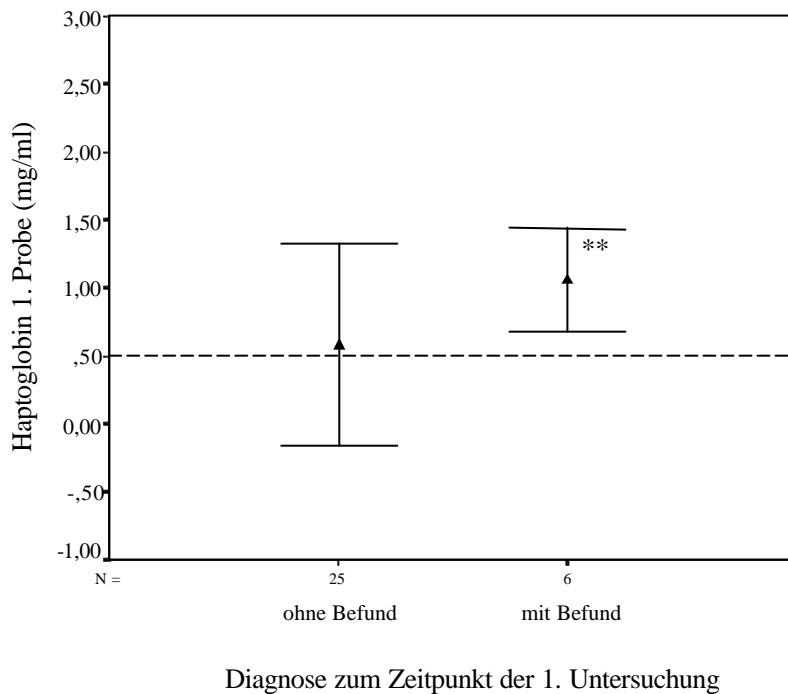
Darüber hinaus waren die pathologischen Veränderungen der Mastschweine in Betrieb B zumeist als hochgradig einzustufen, während die Befunde der Tiere in Betrieb A eher geringgradig ausgeprägt waren.

Tab. 15: Übersicht über die klinisch auffälligen Befunde in Betrieb A und B zum Zeitpunkt der Probenentnahme

Klinisch auffälliger Befund	Anzahl der Tiere									
	Betrieb A					Betrieb B				
	Untersuchungszeitpunkt									
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Konjunktivitis	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rektumprolaps	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Herzgeräusch	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-
Durchfall	-	1	-	-	-	-	2	4	1	1
Gelenkentzündung	-	-	2	1	1	1	-	2	-	1
Hautentzündungen	1	-	1	3	1	1	1	-	-	1
Husten, Dyspnoe	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3
Gesamt	2	1	3	4	2	3	4	7	3	6

In den folgenden Abbildungen 15a bis 15e ist jeweils der Haptoglobinmittelwert der Schweine mit und ohne klinisch auffälligen Befund zum Zeitpunkt der entsprechenden Probenentnahme als Fehlerbalken dargestellt (Betrieb A und B). Die Bezugslinie bei 0,50 mg/ml Haptoglobin bezeichnet den angenommenen physiologischen Grenzwert.

Es konnten zu den Probenentnahmezeitpunkten 1,2 und 4 signifikante Mittelwertsunterschiede festgestellt werden. Zum Zeitpunkt der 3. (17.-21. Masttag) und 5. (1 Tag vor der Schlachtung) Probe war der Haptoglobinmittelwert der Tiere mit klinischem Befund nicht signifikant zu dem der Tiere ohne Befund erhöht.



** = signifikant

N = Anzahl der Tiere

Abb. 15a: Gegenüberstellung der Haptoglobinmittelwerte ($\bar{x} \pm s$) von Tieren aus dem Hauptversuch (Betrieb A und B) mit und ohne klinisch auffälligen Befund (Probe 1)

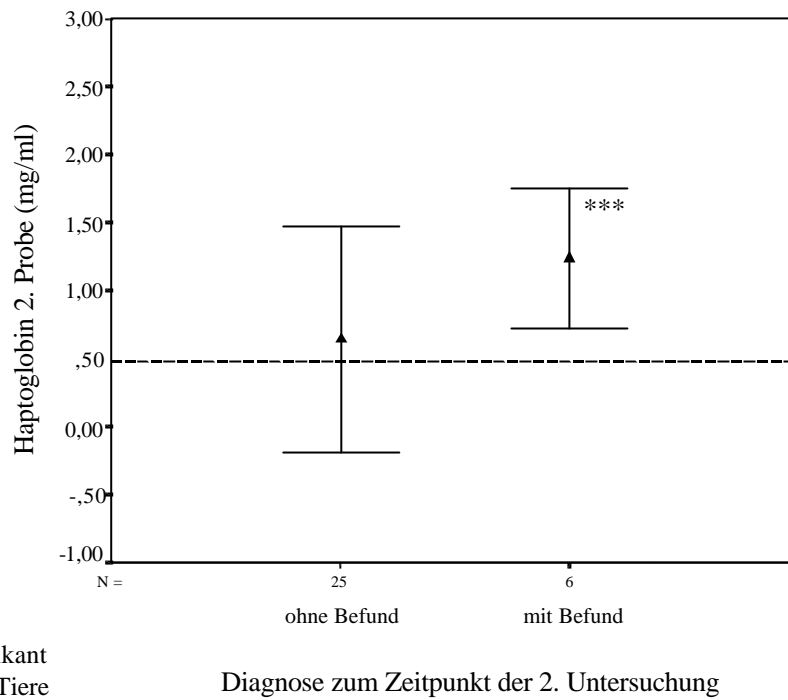


Abb. 15b: Gegenüberstellung der Haptoglobinmittelwerte ($\bar{x} \pm s$) von Tieren aus dem Hauptversuch (Betrieb A und B) mit und ohne klinisch auffälligen Befund (Probe 2)

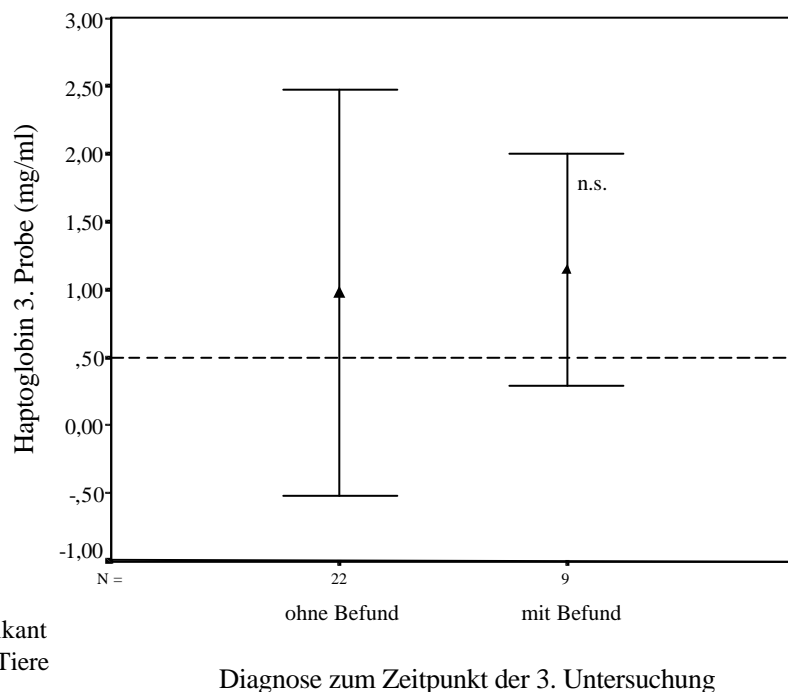
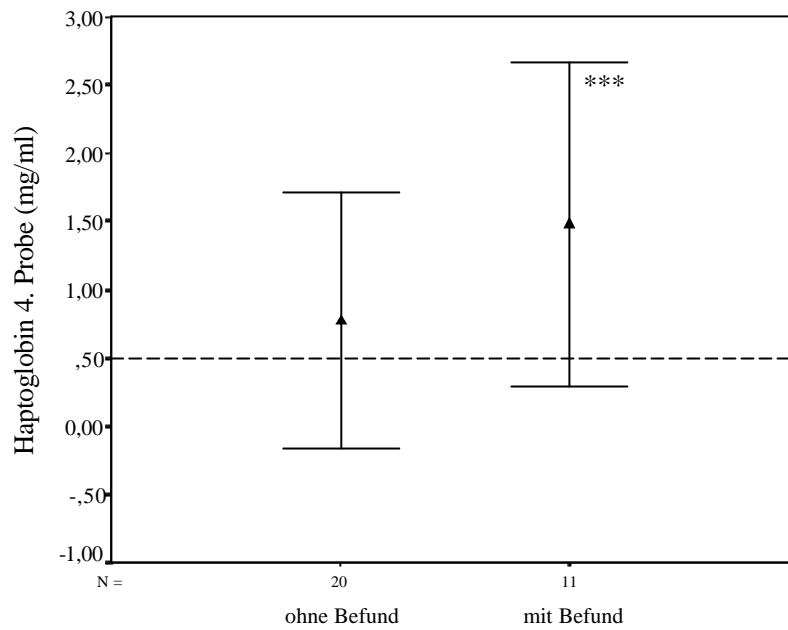


Abb. 15c: Gegenüberstellung der Haptoglobinmittelwerte ($\bar{x} \pm s$) von Tieren aus dem Hauptversuch (Betrieb A und B) mit und ohne klinisch auffälligen Befund (Probe 3)

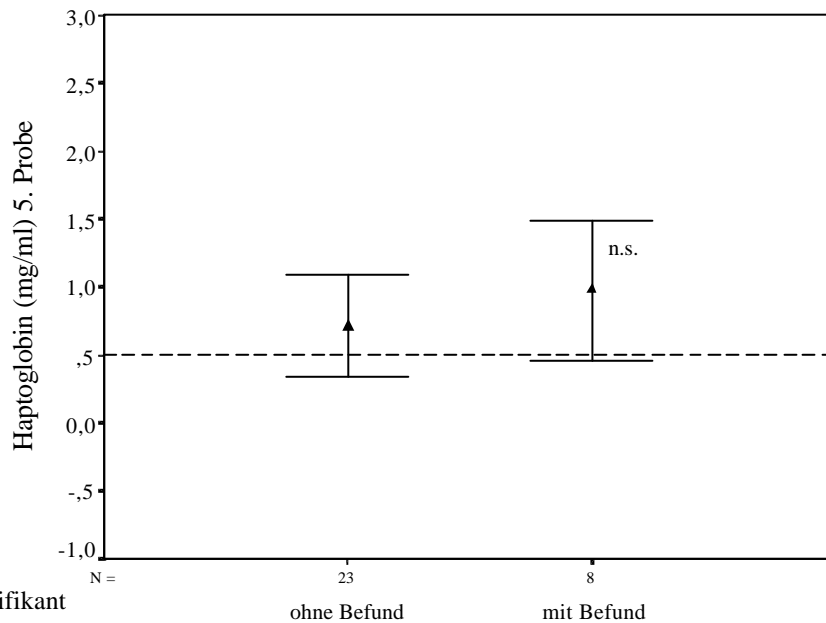


*** = hoch signifikant

N = Anzahl der Tiere

Diagnose zum Zeitpunkt der 4. Untersuchung

Abb. 15d: Gegenüberstellung der Haptoglobinmittelwerte ($\bar{x} \pm s$) von Tieren aus dem Hauptversuch (Betrieb A und B) mit und ohne klinisch auffälligen Befund (Probe 4)



n.s. = nicht signifikant

N = Anzahl der Tiere

Diagnose zum Zeitpunkt der 5. Untersuchung

Abb. 15e: Gegenüberstellung der Haptoglobinmittelwerte ($\bar{x} \pm s$) von Tieren aus dem Hauptversuch (Betrieb A und B) mit und ohne klinisch auffälligen Befund (Probe 5)

4.4 Vergleich der Konzentration klinisch-chemischer Blutparameter

Die von den je 16 Tieren der Betriebe A und B des Hauptversuchs ermittelten Konzentrationen verschiedener Blutparameter zu den Probenentnahmezeitpunkten 1 und 3 sind in Tabelle 16 zusammengefasst. Die unterschiedlichen Angaben bezüglich der Anzahl der Tiere ergeben sich daraus, dass das Labor aus technischen Gründen nicht alle Parameter in jeder Blutprobe messen konnte.

Obwohl bei einigen der ausgesuchten klinisch-chemischen Parametern signifikante Mittelwertsunterschiede zwischen den einzelnen untersuchten Tiergruppen berechnet werden konnten, lagen die Durchschnittswerte in den meisten Fällen in dem in der Literatur zu findenden physiologischen Referenzbereich.

Für den Parameter Eisen ergab sich ein signifikant niedriger Mittelwert für Betrieb B ($p < 0,001$). Die Eisenkonzentration in Betrieb B lag außerdem an beiden Untersuchungszeitpunkten unterhalb des physiologischen Grenzwertes. Eine erniedrigte und zu Betrieb B signifikante ($< 0,001$) durchschnittliche Aktivität konnte für ASAT in Betrieb A zum Zeitpunkt der 3. Probenentnahme ermittelt werden.

Beim Vergleich der gemessenen Blutparameter konnte nur für Haptoglobin ein hoch signifikanter Mittelwertsunterschied zwischen den beiden Betrieben berechnet werden, wobei die Haptoglobinkonzentration der Tiere des Betriebs A unter (1. Probe) bzw. geringfügig über (3. Probe) dem physiologischen Grenzwert lag und die Schweine in Betrieb B zu beiden Zeitpunkten deutlich erhöhte Konzentrationen aufwiesen.

Tab. 16: Übersicht über die Ergebnisse der Blutanalysen

Parameter	1. Blutprobe (Ende der Ferkelaufzucht)			3. Blutprobe (17. bis 21. Masttag)		
	Betrieb A O (N)	Betrieb B O (N)	Signi- fikanz	Betrieb A O (N)	Betrieb B O (N)	Signi- fikanz
Haptoglobin (mg/ml)	0,387 (16)	0,945 (16) ↑	***	0,604 (16) ↑	1,432 (16) ↑	***
AP (IU/l)	398,31 (16) ↑	375,67 (15) ↑	n.s.	336,38 (16) ↑	208,94 (16) ↑	***
ASAT (IU/l)	23,06 (16)	17,73 (15)	n.s.	12,31 (16) ↓	43,44 (16)	***
g-GT (IU/l)	20,38 (16)	14,53 (15)	**	22,50 (16)	14,06 (16)	**
LDH (IU/l)	828,56 (16)	723,73 (15)	n.s.	601,44 (16)	1032,19 (16)	**
CK (IU/l)	540,25 (12)	1012,67 (15)	n.s.	330,88 (16)	665,22 (9)	n.s.
Gesamt- protein (g/l)	59,6 (16)	65,4 (15)	***	65,1 (16)	75,8 (16)	***
Urea (mmol/l)	3,12 (16) ↓	3,37 (15)	n.s.	3,95 (16)	4,29 (16)	n.s.
Crea (µmol/l)	91,94 (16)	99,01 (15)	**	97,24 (16)	108,73 (16)	**
Eisen (µmol/l)	28,91 (15)	6,89 (15) ↓	***	26,35 (16)	11,56 (16) ↓	***
Calcium (mmol/l)	2,87 (16)	2,93 (15)	n.s.	2,82 (16)	2,75 (16)	n.s.
Natrium (mmol/l)	148,93 (16)	149,80 (15)	n.s.	148,31 (16)	147,38 (16)	n.s.
Kalium (mmol/l)	5,87 (16)	6,35 (11)	n.s.	5,76 (15)	5,22 (14)	**

n.s. = nicht signifikant, * = schwach signifikant, ** = signifikant, *** = hoch signifikant,

↑ = oberhalb des Referenzbereiches; ↓ = unterhalb des Referenzbereiches; N = Anzahl der Tiere

Des weiteren konnten eine negative Korrelation für den Parameter Eisen ($p < 0,01$) und eine positive Korrelation für Gesamtprotein ($p < 0,01$ bzw. $p < 0,05$) zum Haptoglobin errechnet werden (Tabelle 17). Für die übrigen Parameter bestand keine statistisch abzusichernde Korrelation zum Haptoglobin.

Tab. 17: Darstellung der Korrelationen zwischen klinisch-chemischen Blutparametern und Haptoglobin

Parameter (Probe)	Hp Probe 1		Hp Probe 3	
	Korrelationskoeffizient nach Pearson	N	Korrelationskoeffizient nach Pearson	N
Eisen (1)	-0,769**	30	-0,651**	30
Eisen (3)	-0,621**	32	-0,634**	32
TP (1)	0,509**	31	0,453*	31
TP (3)	0,567**	32	0,531**	32

** = Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* = Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

N = Anzahl der Probanden

4.5 Mastdauer und Mastleistung

Durch die Ermittlung des Einzeltiergewichts im Hauptversuch konnten die durchschnittlichen täglichen Zunahmen in den Zeitintervallen zwischen zwei Blutentnahmetermenin errechnet werden. Die Abbildung 16 veranschaulicht den Verlauf der durchschnittlichen Zunahmen pro Tag in den Zeiträumen zwischen den Probenahmen im Vergleich mit einer allgemeinen physiologischen Wachstumskurve. Es fiel auf, dass ungeachtet rasse- oder fütterungsbedingter Unterschiede bezüglich des zu erreichenden Gewichtszuwachses, in Betrieb B keine kontinuierliche Erhöhung der Tageszunahmen im Sinne der für Mastschweine üblichen Wachstumskurve erkennbar war.

Darüber hinaus erreichten im Mastzeitraum zwischen der 4. Blutentnahme (4,5 Wochen nach dem Aufställen) und 5. Blutentnahme (Mastende) nur 6 von 16 beobachteten Tieren des Betriebs B durchschnittlich eine tägliche Zunahme von mehr als 0,8 kg/Tag, wogegen von den 16 Mastschweinen des Betriebs A 11 eine höhere tägliche Zunahme als 0,8 kg/Tag zeigten, bei 3 Tieren lag dieser Wert sogar über 1 kg/Tag.

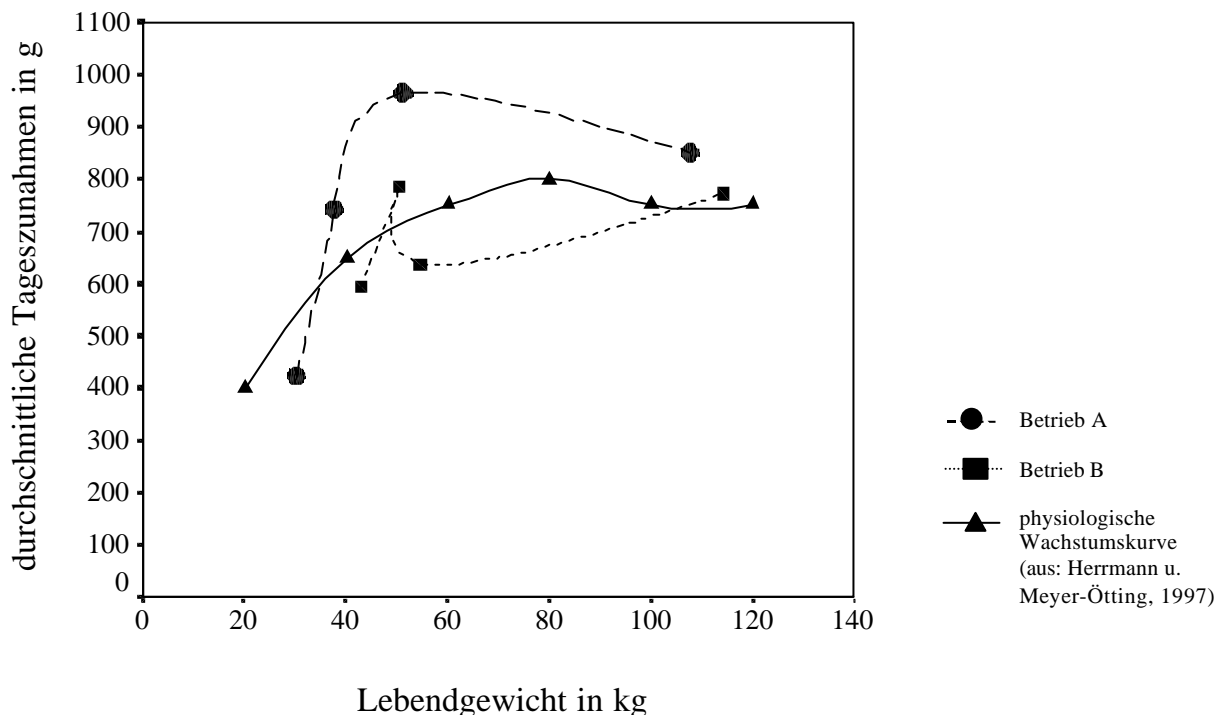


Abb. 16: Zeitlicher Verlauf der durchschnittlichen Tageszunahmen (●) in den Betrieben A und B im Vergleich mit einer physiologischen Wachstumskurve

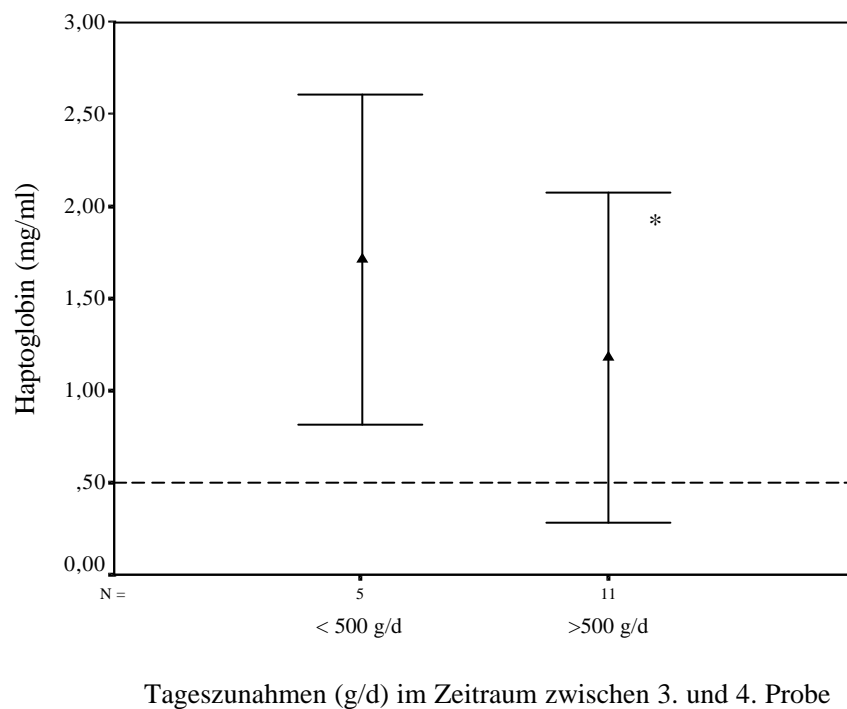
Vor allem in der Mastanfangsphase (bis zur 3. Probenentnahme) zeigen sich ganz deutliche Unterschiede bezüglich der durchschnittlichen Tageszunahme.

Die folgende Tabelle 18 stellt Mastleistungsdaten der Betriebe A und B gegenüber. Beide Mastbetrieben erfüllen hinsichtlich Mastdauer und Mastendgewicht die Sollwerte einer wirtschaftlichen Mast.

Tab. 18: Gegenüberstellung der Mastleistung der Betriebe A und B

	Betrieb A	Betrieb B
Einstallgewicht ($\mathbf{0} \pm \mathbf{s}$)	26,95 kg \pm 2,41	35,66 kg \pm 2,84
Mastendgewicht ($\mathbf{0} \pm \mathbf{s}$)	107,75 kg \pm 5,05	114,06 kg \pm 5,46
Tageszunahmen ($\mathbf{0} \pm \mathbf{s}$)	830 g \pm 127	737 g \pm 72
Mastdauer ($\mathbf{0} \pm \mathbf{s}$)	100 d \pm 14	107 d \pm 8

Eine Gegenüberstellung der mittleren Haptoglobinplasmakonzentration der Masttiere des Betriebs B bei der 3. und 4. Probenentnahme bezogen auf durchschnittlichen Tageszunahmen im Bereich $<$ und $>$ 500 g/d in einem Zeitintervall von ca. 14 Tagen (zwischen 3. und 4. Probenentnahme) ergab bei der statistischen Auswertung signifikante Unterschiede. Schweine mit einer Tageszunahme von $>$ 500 g/d wiesen signifikant niedrigere Haptoglobinmittelwerte auf als solche mit einer Zunahme von $<$ 500 g/d (Abbildung 17, $p < 0,05$). Dieser Zusammenhang konnte nur in Betrieb B ermittelt werden, da die Tiere des Betriebs A im vergleichbaren Zeitraum keine Tageszunahme unter 500g/d hatten.



* = schwach signifikant

Betrieb B

N = Anzahl der Tiere

Abb. 17: Gegenüberstellung der Haptoglobinmittelwerte ($\bar{x} \pm s$) der 3. und 4. Probe bezogen auf die Tageszunahmen in einem Intervall von ca. 14 Tagen (zwischen der 3. und 4. Probe) in Betrieb B des Hauptversuchs

4.6 Beziehung zwischen Haptoglobin und den Schlachtbefunden

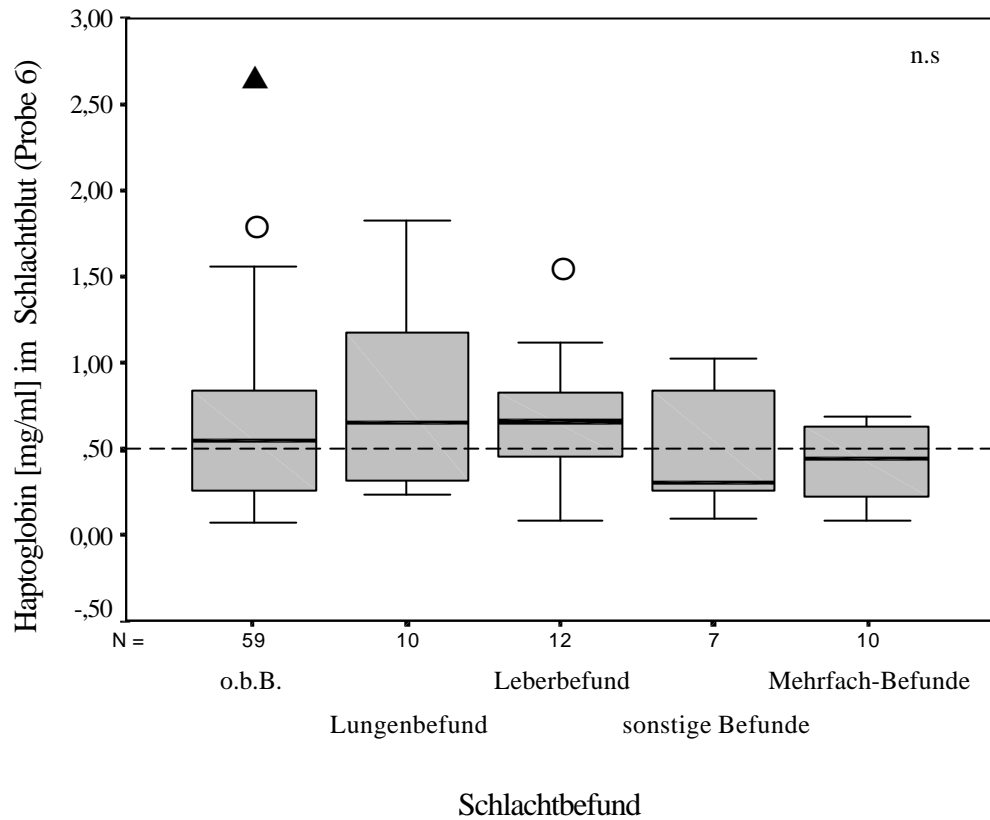
Zunächst wurde festgestellt, ob sich die mittlere Haptoglobinkonzentration der Probe am Mastende und der der Schlachtblutprobe der Tiere sowohl des Vor- als auch des Hauptversuchs voneinander unterscheiden. In der Tabelle 19 sind die 5. und 6. Probe und die berechneten Signifikanzen gegenübergestellt. Die unterschiedlichen Tierzahlen ergeben sich daraus, dass nicht alle Tiere im Vorversuch bei der Schlachtung aufgrund des Verlusts der Ohrmarke identifiziert werden konnten.

Tab. 19: Gegenüberstellung der mittleren Haptoglobinkonzentration von Probe 5 und 6 der Tiere des Vor- und Hauptversuchs in Abhängigkeit vom Betrieb

Betrieb (N)	Mastende (Probe 5) Haptoglobin ($\bar{O} \pm s$) (mg/ml)	Schlachtblut (Probe 6) Haptoglobin ($\bar{O} \pm s$) (mg/ml)	Signifikanz
Vorversuch			
M1 (N=24)	0,91 \pm 0,64	0,77 \pm 0,50	*
M2 (N=11)	0,72 \pm 0,34	0,66 \pm 0,42	n.s.
M3 (N=14)	0,68 \pm 0,26	0,44 \pm 0,22	***
M4 (N=14)	1,11 \pm 0,50	0,97 \pm 0,60	n.s.
M5 (N= 8)	0,51 \pm 0,19	0,48 \pm 0,16	n.s.
M6 (N=15)	0,55 \pm 0,44	0,55 \pm 0,48	n.s.
M7 (N=14)	0,25 \pm 0,19	0,34 \pm 0,24	n.s.
Hauptversuch			
A (N=16)	0,68 " 0,42	0,69 " 0,44	n.s.
B (N=16)	0,84 " 0,44	0,70 " 0,36	n.s.

n.s. = nicht signifikant, * = schwach signifikant, *** = hoch signifikant, N = Anzahl der Tiere

Abbildung 18 (Bedeutung der Symbole der hier gewählten Darstellung der Ergebnisse siehe Abbildung 9) gibt die Haptoglobinwerte im Schlachtblut (Probe 6) der Mastschweinen aus dem Vorversuch mit unterschiedlichen Schlachtbefunden wieder. Insgesamt 98 der 120 zu Beginn des Vorversuchs eingestellten Tiere konnten bei der Organbefundung am Schlachtband identifiziert werden.

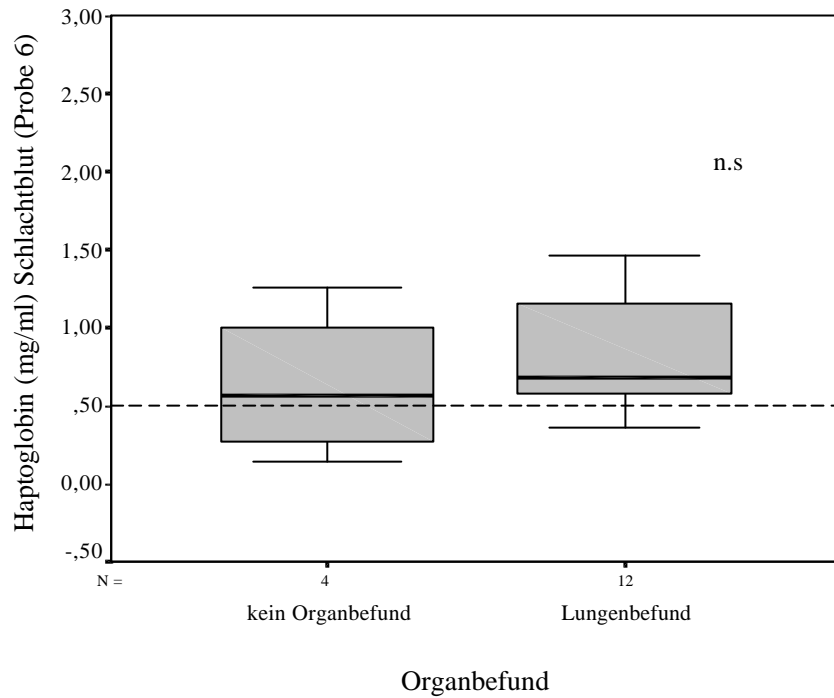


n.s. = nicht signifikant

N = Anzahl der Tiere

Abb. 18: Haptoglobinplasmakonzentration von Mastschweinen (Vorversuch) mit unterschiedlichen Schlachtbefunden

Betrachtet man die Masttiere des Hauptversuchs, die keine anderen Schlachtbefunde außer Lungenbefunden aufwiesen und vergleicht die Tiere ohne besonderen Schlachtbefund mit denen mit Lungenbefund, so findet man zwar Unterschiede in der Haptoglobinplasmakonzentration im Schlachtblut, die jedoch nicht signifikant sind (Abbildung 19, Bedeutung der Symbole der hier gewählten Darstellung der Ergebnisse siehe Abbildung 9).



n.s. = nicht signifikant

N = Anzahl der Tiere

Abb. 19: Haptoglobinplasmakonzentrationen von Tieren ohne Befund und Tieren mit Lungenbefund des Hauptversuchs

4.7 Zusammenhang zwischen Haptoglobinplasmakonzentration und mikrobiologischen sowie histologischen Befunden

Bei der mikrobiologischen Diagnostik konnten lediglich bei einem Schwein Staphylokokken (nicht näher differenziert) aus dem Lymphknoten isoliert werden. Es handelte sich um ein während der Mast klinisch auffälliges Tier mit großflächigen Verklebungen von Pleura und Lunge bei der Organbefundung. Die Haptoglobinplasmakonzentration lag bei diesem Schwein zu jedem Zeitpunkt über dem physiologischen Grenzwert und war bereits zu Beginn der Mast deutlich erhöht.

In den Organproben der übrigen 15 Schlachttiere des Betriebs B wurden Moraxella und Flavobakterien gefunden.

Von den 16 Schweinen des Betriebs B konnte bei 13 Tieren histologische Untersuchungen durchgeführt werden. Nur 3 Mastschweine hatten weder einen Befund der Lunge, noch einen Leberbefund, bei einem Tier wurde zusätzlich die Herzmuskulatur histologisch untersucht. Die folgende Tabelle 20 gibt eine Übersicht über die histologischen Befunde.

Tab. 20: Übersicht über die histologische Befunderhebung an Organproben der Mast Schweine des Betriebs B

Tier	Lunge	Leber	Sonstiges
1	o.b.B.	o.b.B.	
2	hochgr. eitrig-katarrhalische Bronchopneumonie, mgr. alveoläres und interstitielles Oedem, ggr. Proliferation des BALT	o.b.B.	
3	mgr. eitrig-katarrhalische Bronchopneumonie, mgr. Proliferation des BALT	o.b.B.	
4	o.b.B.	o.b.B.	
5	o.b.B.	multifokal ggr. Herdnekrosen und lymphozytäre Infiltrate	
6	o.b.B.	multifokal ggr. Herdnekrosen	
7	fokal mgr. chronische fibröse Pleuritis	o.b.B.	ggr. Myocarditis mgr. chronische fibröse Pericarditis
8	o.b.B, Brühwasserlunge	o.b.B.	
9	mgr. fokal hochgr. chronische fibrinöse Pleuritis	multifokal ggr. Herdnekrosen	
10	mgr. Proliferation des BALT, fokal ggr. Alveolarhistiozytose	o.b.B.	
11	multifokal ggr. eitrig-katarrhalische Bronchopneumonie	o.b.B.	
12	o.b.B.	o.b.B.	
13	hochgr. Proliferation des BALT, mgr. eitrig Bronchitis/Bronchiolitis, ggr. Alveolarhystiozytose	o.b.B.	

BALT, broncho-associated-lymphatic-tissue

5 Diskussion

Das Risiko einer Erkrankung in der Anfangsmast für Schweine mit einem erhöhten Haptoglobinmittelwert am Ende der Ferkelaufzucht konnte von Lipperheide et al. (2000) auf der Grundlage eines umfangreichen Datenmaterials (Ergebnisse von den im Vorversuch beschriebenen Tieren) als Odds Ratio berechnet werden. Danach hatten klinisch gesunde Ferkel mit einer Haptoglobinplasmakonzentration über 0,5 mg/ml zwei bis drei Tage vor dem Umställen bzw. Verkauf ein 2,7-fach höheres Risiko in der Anfangsmast zu erkranken als Ferkel mit einer Konzentration unterhalb dieses Grenzwertes. Auch eine retrospektive Betrachtung dieser Tiere ergab diesen eindeutigen Zusammenhang. Lipperheide et al. (2000) stellten fest, dass nach zusammenfassender Betrachtung der in der Mastanfangsphase erkrankten Tiere, diese bereits signifikant höhere Haptoglobinmittelwerte am Ende der Aufzuchtphase hatten (ohne jedoch durch deutliche Krankheitssymptome im Ferkelerzeugerbetrieb aufzufallen) als die Tiergruppe, die in der Mastanfangsphase nicht erkrankt war.

Für die Probanden des eigenen Hauptversuchs ließ sich eine entsprechende Odds Ratio weder in Abhängigkeit von dem von LIPPERHEIDE et al. (2000) gewählten Grenzwert noch für einen höheren Schwellenwert, berechnen, da aufgrund der Probenanzahl sowie des gehäuften Auftretens qualitativ sehr unterschiedlicher klinisch auffälliger Befunde die Gruppengrößen zu gering waren. Eine Gefährdung der klinisch gesunden Tiere aus Betrieb B war jedoch aufgrund der im Vergleich zu Betrieb A deutlich erhöhten Haptoglobinwerte am Ende der Aufzucht nach LIPPERHEIDE et al. (2000) zu erwarten (siehe Abbildung 13).

Haptoglobin und klinische Erkrankungen

Fasst man die bislang in der Literatur veröffentlichten Angaben zum Auftreten erhöhter Haptoglobinkonzentrationen zusammen, so lässt sich sagen, dass der Haptoglobinmittelwert von klinisch gesunden Tieren zumeist signifikant unter dem der Tiere mit pathologischen Veränderungen liegt (DIEPERS, 1998; LIPPERHEIDE et al., 1999). Bei der Betrachtung der eigenen Messergebnisse von Mastschweinen mit und ohne klinisch auffälligem Befund aus den Betrieben A und B des Hauptversuchs findet man am Ende der Ferkelaufzucht und an zwei Untersuchungsterminen in der Anfangsmast ebenfalls signifikant höhere Haptoglobinmittelwerte für Tiere mit einem klinisch auffälligen Befund.

Dies lässt sich mit dem Vorhandensein aktueller pathologischer Veränderungen, besonders in Betrieb B, erklären, die eine Aktivierung der Akute-Phase-Reaktion zur Folge haben. Die Schweine des Betriebs B (Hauptversuch) fielen bei den klinischen Untersuchungen im Gegensatz zu Betrieb A dadurch auf, dass sie vermehrt Symptome von Diarrhoe zeigten. Eine genaue Diagnosestellung wurde im Rahmen der Studie nicht durchgeführt, da aber auch im Gesamtbestand die Tiere gleichen Alters diese Symptomatik zeigten, kann das Vorliegen einer klinisch apparenten Infektionserkrankung angenommen werden. Hier käme insbesondere die Dysenterie (*Serpulina hyodysenteriae*), die Infektion mit Salmonellen oder die porcine intestinale Adenomatose (*Lawsonia intracellularis*) als Ursache in Frage (PLONAIT u. BICKHARDT, 1997). Die erhöhte Haptoglobinkonzentration der Schweine des Betriebs B am Ende der Ferkelaufzucht könnte bereits Ausdruck der Auseinandersetzung des Organismus mit darmpathogenen Erregern sein, da erste Anzeichen einer Diarrhoe eine Woche nach dem Einstellen in die Mast auftraten. Diese Annahme wird durch den aus der Literatur bekannten Anstieg der Haptoglobinkonzentration nach einer experimentell hervorgerufenen Infektion mit verschiedenen Erregern (*Bordetella bronchiseptica*, *A. pp.*, *Streptococcus suis*) bereits vor dem Auftreten klinischer Symptome bestätigt (HALL et al., 1992, FRANCISCO et al., 1996, KNURA et al., 2000). Die Stresssituation beim Umstallen, sowie das mangelhafte Hygieneumfeld und der hohe Schadnagerbesatz (Reservoir für den Erreger) könnten hier als resistenzmindernde Faktoren zum Ausbruch der Durchfallerkrankung geführt haben.

Darüber hinaus zeigten Einzeltiere des Betriebs B zum Zeitpunkt der 4. und 5. Probenentnahme die Symptomatik einer Atemwegserkrankung. Die Organbefundung auf dem Schlachthof und die Histologie brachten Aufschluss darüber, dass die Mehrzahl der Probanden Veränderungen der Lunge insbesondere im Sinne einer katarrhalisch-eitrigen Bronchopneumonie aufwiesen. Vom klinischen Verlauf und von den Organbefunden bei Tieren aus Betrieb B her muss man ätiologisch besonders solche Erkrankungen in Betracht ziehen, die mit eher milden Symptomen oder latent verlaufen (chronische Verlaufsform der Enzootischen Pneumonie oder der *A. pp.*-Infektion, ggf. bakterielle Sekundärinfektionen mit *Pasteurella multocida* oder *Bordetella bronchiseptica*) (PLONAIT u. BICKHARDT, 1997).

Haptoglobin und Schlachtkörperveränderungen

Bei dem Vergleich der Mittelwerte aus der Schlachtblutprobe im Hauptversuch bezogen auf Tiere ohne Organbefund und solche mit einem Lungenbefund, zeigten letztere deutlich höhere Haptoglobinnittelwerte. Allerdings ließen sich die Unterschiede aufgrund der geringen Tierzahl ohne Organbefunde (4 Schweine) statistisch nicht absichern.

Die Schlachtung der Tiere des Betriebs B bei einem Metzger ermöglichte eine ausführlichere Untersuchung und die Entnahme von Organproben für mikrobiologische und histologische Untersuchungen. Die Histologie brachte Aufschluss darüber, dass die bei der Schlachttieruntersuchung gefundenen Organveränderungen vornehmlich chronischen Charakter hatten. Dies erklärt, dass auch Tiere mit niedrigen Haptoglobinwerten kurz vor der Schlachtung dennoch Organbefunde aufwiesen. Die mikrobiologischen Zusatzuntersuchungen brachten hinsichtlich der Ätiologie nicht den gewünschten Informationsgewinn. Eine mikrobiologische Untersuchung zum Zeitpunkt einer akuten Erkrankung wäre in Folgestudien sinnvoller, da am Ende der Mast viele Erkrankungen bereits abgeklungen oder durch antibiotische Behandlung keine Erreger mehr nachweisbar sind.

Nach Einteilung der Tiere des Vorversuchs in Schlachtbefundgruppen konnten auch hier keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Haptoglobinkonzentration im Schlachtblut gefunden werden. Bei der Darstellung der Medianwerte fällt auf, dass Tiere mit Organveränderungen teilweise sogar niedrigere Haptoglobinwerte aufwiesen als solche ohne Organbefund. Dies kann zum einen darauf zurückzuführen sein, dass die Erkrankung, mit der die Organveränderung einherging, bereits überstanden war und bei der Organbefundung lediglich der ausgeheilte Zustand aufgenommen wurde. Zum anderen handelte es sich vorwiegend um chronische Organveränderungen, so dass zum Zeitpunkt der Schlachtung die akute Phase, im Sinne der Akute-Phase-Reaktion, ähnlich wie in Betrieb B bereits abgeschlossen und somit ein erhöhter Haptoglobinspiegel nicht zu erwarten war.

Aber auch der umgekehrte Fall, also eine hohe Haptoglobinkonzentration, aber keine abweichenden Organbefunde, trat auf. Hier könnte es sich ursächlich um tiefliegende Organveränderungen (bspw. Abszesse), die bei der routinemäßigen Fleischschau nicht erfasst wurden (SAINI et al., 1992; DIEPERS, 1998) oder aber um eine akute Infektion ohne Organmanifestation zum Zeitpunkt der Untersuchung gehandelt haben.

Eine Vielzahl von Autoren beschäftigen sich auch mit der Untersuchung sowohl hämatologischer als auch klinisch-chemischer Blutparameter, die ergänzend zur Schlachttieruntersuchung bei der Schlachthofeingangskontrolle eingesetzt werden können (ODINK et al., 1990; ELBERS et al., 1991; VISSER et al., 1992; PÖNSGEN-SCHMIDT et al., 1997; JOBERT et al., 2000). In der Literatur wird eine routinemäßige Bestimmung der Akute-Phase-Proteine als zusätzliche ante- oder post-mortem-Untersuchung diskutiert, da die Erhöhung dieser Parameter mit vielen Erkrankungen, die zur Veränderung des Schlachtkörpers führen, einhergeht und somit u. a. die Fleischinspektion bei Problemfällen intensiviert werden könnte (SAINI u. WEBERT, 1991). Aufbauend auf Untersuchungsergebnisse bei Rindern (ALSEMGEEST, 1994) sehen TOUSSAINT et al. (1995) auch für die Schweinefleischproduktion mit der Bestimmung der Entzündungsmarker einen zusätzlichen Beitrag zur Qualitätssicherung und untersuchten die routinemäßige Bestimmung von Akute-Phase-Proteinen als Schlachthofeingangskontrolle. Aufgrund der eigenen Ergebnisse bleibt jedoch fraglich, ob die Bestimmung des Haptoglobins kurz vor der Schlachtung eine sinnvolle Ergänzung zur Fleischschau darstellt, da Tiere mit pathologischen Organbefunden dadurch nicht sicher identifiziert werden konnten.

Haptoglobin bei klinisch unauffälligen Schweinen und Betriebseinfluss

Im Vorversuch fand die eigene Arbeitsgruppe (PETERSEN et al., 1999) einen hoch signifikanten Einfluss des Faktors „Betrieb“ auf die mittlere Haptoglobinplasmakonzentration. Bei der speziellen Betrachtung der Tiere aus Betrieben des Vorversuchs, die einem Qualitätsfleischprogramm mit entsprechenden freiwilligen Produktionsauflagen angeschlossenen waren, fällt auf, dass die Haptoglobinmittelwerte im Gegensatz zu Schweinen aus konventionellen Betrieben an den Probeentnahmezeitpunkten während des gesamten Untersuchungszeitraumes unter bzw. geringgradig über dem angenommenen physiologischen Grenzbereich lagen. Klinisch auffällige Schweine traten nur vereinzelt in diesen Mastbetrieben auf (PETERSEN et al., 1999).

Dieser Zusammenhang zwischen der Konzentration Akuter-Phase-Proteine im Blut von klinisch unauffälligen Mastgruppen und der Betriebszugehörigkeit wurde auch von anderen Autoren gefunden. HOLCK et al. (1998) ermittelten signifikant verschiedene Plasmakonzentrationen von Akute-Phase-Proteinen (α -1-Glykoprotein) bei Mastschweinen gleicher Herkunft nach Aufstallung in verschiedenen Mastbetrieben.

Ebenso konnten LIPPERHEIDE et al. (1998) bereits eine Abhängigkeit der durchschnittlichen Haptoglobinkonzentration klinisch unauffälliger Tiere verschiedener Herden von den Umfeldbedingungen erkennen.

Um der Frage nachzugehen, in welchem Umfang die Haltungsbedingungen einen Einfluss auf die Haptoglobinkonzentration haben, wurden die beiden Betriebe im Hauptversuch hinsichtlich ihrer Umfeld- und Produktionsdaten untersucht. Bezogen auf die Gesamtbetriebskennziffer, d.h. die Bewertung aller Einstufungskriterien erhielt Betrieb A die Rangierung „gut geeignet“ und Betrieb B „geeignet“ für das Tier und die Tiergesundheit (Tabelle 7). Bei der genauen Betrachtung der Teilbetriebskennziffern bei der Schwachstellenanalyse mit Hilfe der Checklisten von BERNIS (1996) wurden jedoch deutliche Unterschiede hinsichtlich der hygienerlevanten Faktoren festgestellt. Vor allem bezüglich des Stallbelegungsmanagements (kontinuierliche Stallbelegung und zu hohe Belegdichte) wurde Betrieb B als nicht geeignet für das Tier und gesundheitsschädigend bewertet. Insgesamt wurde Betrieb B mit nicht einmal der Hälfte der maximal erreichbaren Punktzahl, bei der zusammenfassenden Betrachtung der hygienerlevanten Faktoren, im Gegensatz zu Betrieb A, als mangelhaft eingestuft.

Betrachtet man in diesem Zusammenhang ausschließlich die Haptoglobinkonzentration der klinisch unauffälligen Tiere des Hauptversuchs, so überschritt die mittlere Plasmakonzentration zu jedem Zeitpunkt den angenommenen physiologischen Grenzwert von 0,5 mg/ml. Bei der gesonderten Betrachtung der Tiergruppen ohne klinisch auffällige Befunde bezogen auf die Betriebe A und B wird deutlich, dass nur in Betrieb B zu jedem Probeentnahmezeitpunkt der Grenzwert deutlich überschritten wurde ($>0,8$ mg/ml).

Aus der Literatur ist bereits bekannt, dass mit Alter, Geschlecht oder Rasse diese auffälligen Unterschiede nicht erklärbar sind (RICHTER, 1974; DIEPERS, 1998; LIPPERHEIDE et al., 1997; PETERSEN et al., 1999). Da zwischen Impfung und Probenentnahme mindestens 9 Tage lagen, konnte auch ein Einfluss der in beiden Betrieben durchgeführte AK-Impfung auf die Haptoglobinkonzentration ausgeschlossen werden (DIEPERS, 1998).

Bei der Betrachtung physiologischer Abläufe bei Tieren, die unter anhaltenden mangelhaften hygienischen Bedingungen gehalten wurden, stellten KLASING und JOHNSTONE (1991) fest, dass ihr Immunsystem ständig in einer erhöhten Abwehrbereitschaft steht. Die Autoren bezeichneten diesen Zustand als „Immunologischen Stress“.

Sie konnten in ihren Untersuchungen zeigen, dass es im Zuge einer immunologischen Stresssituation zu einer erhöhten Zytokinausschüttung durch die Aktivierung der Akute-Phase-Reaktion kommt, ohne dass direkt Krankheitserreger dafür verantwortlich gemacht werden können.

Da neben der Regulation von Stoffwechselveränderungen im Organismus Zytokine auch für die Synthese von Akute-Phase-Proteine in der Leber verantwortlich sind, wird ein Anstieg der Haptoglobinkonzentration unter immunologischen Stressbedingungen vermutet. Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen unterstützen diese Vermutung. Es konnte nämlich gezeigt werden, dass klinisch gesunde Schweine des Betriebs B, die sich aufgrund der mangelhaften Hygienebedingungen während der gesamten Mast nach KLASING und JOHNSTONE (1991) in einer immunologischen Stresssituation befunden haben dürften, zu allen Untersuchungszeitpunkten deutlich erhöhte Haptoglobinmittelwerte aufwiesen.

Es kann im Rahmen der eigenen Untersuchung darüber hinaus nicht geklärt werden, ob die über der angenommenen physiologischen Grenze (0,5 mg/ml) liegenden Haptoglobinwerte klinisch unauffälliger Tiere auch auf eine in der Inkubationszeit befindliche akute Infektion oder auf eine latent verlaufende Infektion zurückgeführt werden können. Da die mittlere Haptoglobinkonzentration dieser Tiere jedoch über den gesamten Untersuchungszeitraum erhöht war, erscheint das Vorliegen einer akuten Infektion als Ursache eher unwahrscheinlich. Aus der Literatur ist bekannt, dass nach experimenteller Infektion von Schweinen mit nachfolgender klinischer Erkrankung die Haptoglobinplasmakonzentration nach 7-10 Tagen wieder auf den Ausgangswertes abfällt (LAMPREAVE et al., 1994; ECKERSALL et al., 1996).

Abschliessend muss jedoch auch diskutiert werden ob der physiologische Grenzwert mit 0,5 mg/ml nicht zu niedrig angesetzt ist. Eine geringe Korrektur auf 0,6 mg/ml erscheint anhand der vorliegenden Ergebnisse, vor allem unter Berücksichtigung der Haptoglobinmittelwerte der unter optimalen Hygiene- und Umfeldbedingungen gehaltenen klinisch unauffälligen Tiere in Betrieb A (Hauptversuch) sinnvoll.

Haptoglobin und Mastleistung

Betrachtet man die erst in jüngster Zeit aufgedeckten Zusammenhänge zwischen reduziertem Wachstum und den physiologischen Abläufen im Zuge der Akute-Phase-Reaktion und deren Auswirkungen auf das Stoffwechselfgeschehen, so wird deutlich, dass eine erhöhte Zytokinausschüttung zu einer katabolen Stoffwechsellage führt (KELLEY et al., 1993).

Beim Schwein konnte nach Induktion einer immunologischen Stresssituation durch intraperitoneale Injektion von Lipopolysacchariden der Zusammenhang zwischen einer erhöhten Sekretion von IL-6 und TNF- α einerseits und einer reduzierten Futteraufnahme und damit einer verminderten Körpergewichtszunahme andererseits nachgewiesen werden (WEBEL et al., 1997).

HOLCK et al. (1998) fanden deutliche Unterschiede zwischen den täglichen Zuwachsraten bei Mastschweinen gleicher Herkunft nach Aufstallung in verschiedenen Mastbetrieben bei gleichzeitig signifikant verschiedenen Plasmakonzentrationen von Akute-Phase-Proteinen und einer erhöhten Anzahl von Lungenbefunden auf dem Schlachthof in der Mastgruppe mit den erhöhten Haptoglobinwerten. Die Autoren fanden in der letztgenannten Mastgruppe auch Antikörpertiter als Hinweis auf PRRSV-, Influenza-, A. pp.- und Mykoplasmen-Infektionen.

Dies bestätigte frühere Untersuchungen, die zeigten, dass zwischen der täglichen Gewichtszunahme bei Mastschweinen und der Haptoglobinplasmakonzentration eine signifikante Korrelation besteht (EURELL et al., 1992), als deren Ursache die Autoren subklinische Erkrankungen diskutierten.

Auch die eigenen Untersuchungen weisen auf diese Zusammenhänge hin. Zwar lag die durchschnittliche Mastleistung der beiden Tiergruppen aus den am eigenen Hauptversuch beteiligten Betriebe in der Regel in den vom Mäster und Schlachthof geforderten Grenzen, dennoch ließen sich zwischen den Gruppen deutliche Unterschiede im Wachstumsverlauf erkennen. Ein direkter Vergleich der Tageszunahmen der beiden Tiergruppen war aufgrund unterschiedlicher genetischer Herkunft und Fütterungsbedingungen nicht möglich, daher wurde ein Vergleich zum Verlauf einer für Mastschweine üblichen Wachstumskurve vorgenommen. Die Tiere des Betriebs A zeigten einen physiologischen Verlauf der Gewichtszunahmen über die gesamte Mast, während in Betrieb B Mastleistungseinbußen, insbesondere im Zeitraum zwischen der 3 und 4. Probenentnahme, festgestellt werden konnten.

Diese Einbussen dürften eng mit den festgestellten klinischen Erkrankungen (Durchfall- und Atemwegserkrankungen) zusammenhängen. In diesem Zeitabschnitt wurde bei Tieren des Betriebs B (Hauptversuch), die Tageszunahme unter 500g zeigten, ein signifikant höherer Haptoglobinmittelwert ermittelt als bei solchen, die Tageszunahmen über 500g hatten. Der Blutparameter Haptoglobin lässt sich somit im Rahmen von Verlaufsuntersuchungen auch als Hinweis für Leistungsdepressionen verwenden.

Haptoglobin und weitere klinisch-chemische Parameter

Klinisch-chemische und hämatologische Blutuntersuchungen werden in der Veterinärmedizin heute nicht nur unterstützend zur Diagnose von Erkrankungen beim Einzeltier eingesetzt. Auch im Gesundheitsmonitoring landwirtschaftlicher Nutztiere wird ihre Anwendung diskutiert (ODINK et al., 1990; ELBERS et al., 1991; SOMMER et al., 1991).

Die dabei eingesetzten Blutprofile stellen bislang eine Kombination von Parametern dar, die auf Störungen spezifischer Organsysteme ausgerichtet sind. Vor diesem Hintergrund kann das Akute-Phase-Protein Haptoglobin als unspezifischer Parameter Blutprofile sinnvoll ergänzen. Durch seine Eigenschaft, auch Erkrankungen, die subklinisch verlaufen, und Gesundheitsstörungen bedingt durch mangelndes Hygieneumfeld anzeigen zu können, wird er als geeigneter Screeningparameter im Gesundheitsmanagement der Produktionskette „Schwein“ diskutiert (PETERSEN et al., 1999).

Betrachtet man demgegenüber die Ergebnisse der in der eigenen Untersuchung überprüften klassischen klinisch-chemischen Blutparameter, sind Unterschiede im Blutprofil der Tiere aus Betrieb A mit optimalen Umfeldbedingungen und wenig klinischen Erkrankungen im Vergleich zu Betrieb B nicht deutlich erkennbar. Lediglich fiel eine Unterschreitung des Referenzbereichs für die Eisenplasmakonzentration auf. Dabei kann der unzureichende Plasmaspiegel an Eisen auf die fehlende prophylaktische Eiseninjektion bei den Tieren des Betriebs B zurückgeführt werden.

Weiterführende Untersuchungen hinsichtlich einer Eisenmangelanämie (Hämoglobin, Hämatokrit, MCHC) wurden jedoch nicht durchgeführt. Die klinische Untersuchung zum jeweiligen Probeentnahmezeitpunkt ließ keine Anzeichen für eine manifeste Anämie erkennen.

Die berechnete hohe negative Korrelation zwischen der Haptoglobin- und Eisenplasmakonzentration könnte dahingehend interpretiert werden, dass die im Blutprofil erkannte Unterversorgung der Tiere des Betriebs B einen zusätzlichen abiotischen Faktor für die Infektionsanfälligkeit der Mastschweine darstellt, die sich auch in der erhöhten Haptoglobinkonzentration widerspiegelt.

Eine geringe Korrelation zur Haptoglobinkonzentration konnte auch für den Parameter Gesamtprotein gefunden werden. Dabei lag die mittlere Gesamtproteinkonzentration aber innerhalb der physiologischen Grenzen. Das Gesamtprotein erscheint daher als Parameter für ein Gesundheitsmonitoring nicht geeignet.

Da im Vergleich zu den untersuchten klassischen klinisch-chemischen Blutparametern nur das Haptoglobin eindeutig und signifikant Konzentrationsunterschiede (Betrieb A unter und Betrieb B über dem angenommenen physiologischen Grenzwert) zwischen den Betrieben anzeigte, kann nur dieser Parameter als sinnvolle Ergänzung bei bereits bestehenden Konzepten zur Schwachstellenanalyse empfohlen werden.

In den eigenen Untersuchungen fiel als Besonderheit noch auf, dass der Haptoglobinmittelwert bei fast allen Tiergruppen im Schlachtblut in der Tendenz niedriger war als in der Blutprobe einen Tag vor dem Transport zum Schlachthof. Dieser Unterschied war bei zwei der neun untersuchten Tiergruppen signifikant (siehe Tabelle 19). Ob sich hier bspw. der Transportstress auf die Haptoglobinkonzentration im Blut der Schweine auswirkte, kann aufgrund der vorliegenden Daten nicht geklärt werden. Da die Regulationsmechanismen im Rahmen der Akute-Phase-Reaktion aber noch nicht völlig geklärt sind und auch Glukokortikoide, zu denen ebenfalls der Stressindikator Cortisol gehört, hier eine Rolle spielen (HEINRICH et al., 1990), wäre es in weiteren Studien sinnvoll, diese Zusammenhänge genauer zu untersuchen.

Schlussbetrachtung

Hauptziel der eigenen Studie war es zu prüfen, in welchen Produktionsabschnitten das Akute-Phase-Protein Haptoglobin als Parameter zur Einschätzung des Gesundheitsstatus von Schweinen Zusatzinformationen in der tierärztlichen Bestandsbetreuung liefern könnte.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen eine abschließende Einschätzung der Nutzung der Haptoglobinkonzentration als Hilfsmittel bei der Schlachthofeingangskontrolle bislang noch nicht zu. Der Parameter könnte jedoch zur Erkennung akuter Veränderungen während der Mast und insbesondere vor der Schlachtung durchaus eine sinnvolle Ergänzung darstellen, insbesondere da sich dem Untersucher bei der routinemäßigen Organbefundung tiefliegende Veränderungen ohne zusätzliche Hinweise entziehen und erst bei der Zerlegung gefunden werden. Bei chronischen Veränderungen scheint das Haptoglobin allerdings weniger als Indikator geeignet.

Da es sich bei dem Akute-Phase-Protein Haptoglobin um einen sehr sensitiven Indikator von Gesundheitsstörungen handelt, muss jedoch nicht jede Konzentrationserhöhung mit klinisch sichtbaren Krankheitsanzeichen einhergehen. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ließ sich nicht endgültig klären, ob der erhöhte Plasmaspiegel an Haptoglobin klinisch unauffälliger Schweine als Indikator einer immunologischen Stresssituation im Sinne von KLASING und JOHNSTONE (1991) zu deuten ist, auf das Vorhandensein einer latenten Infektionserkrankung oder auf eine Kombination aus beidem zurückzuführen ist.

In diesem Zusammenhang erscheint der Probenentnahmezeitpunkt im Ferkelerzeugerbetrieb kurz vor dem Verkauf oder Umställen zur Mast besonders geeignet, um ergänzend bei der Beurteilung des Gesundheitsstatus der Ferkel, im Rahmen der Lieferantenbewertung und bei der durch die Schweinehaltungshygieneverordnung gesetzlich geforderten Kontrolle jeder Ein- und Ausstallung eingesetzt zu werden. Ferkelerzeuger und Mäster werden so auf mögliche Erkrankungen im subklinischen Stadium (Inkubationszeit) oder generell subklinisch verlaufende Infektionen mit Hilfe der Haptoglobinbestimmung aufmerksam gemacht.

Möglicherweise daraus resultierende Mastleistungseinbußen könnten mit Hilfe des Parameters bereits frühzeitig durch Präventivmassnahmen – wie bspw. die getrennte Aufstallung krankheitsgefährdeter Tiergruppen oder das Abschalten von mangelhaft Umfeld- und Hygienebedingungen – minimiert oder sogar verhindert werden.

Weitere Probenentnahme in der Anfangsmast wären sinnvoll, um eine umfassende Beurteilung des Gesundheitsstatus der eingestellten Tiere geben zu können und ein mögliches Einschleppen von Infektionen abzuschätzen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Parameter Haptoglobin als Screening-Parameter eine durchaus sinnvoller Ergänzung zur Schwachstellenanalyse mit Hilfe von Checklisten im Rahmen der tierärztlichen Bestandsbetreuung und beim Aufbau überbetrieblicher Gesundheitsmanagement-Systeme in der Schweinefleischproduktion darstellt.

6 Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin zu prüfen, inwiefern das Akute-Phase-Protein Haptoglobin (Hp) als Parameter zur Einschätzung des Gesundheitsstatus von Mastschweinen geeignet ist. Die Untersuchungen gliederten sich in einen Vor- und einen Hauptversuch.

Im Vorversuch wurde der zeitliche Verlauf der Haptoglobinkonzentration von 5 Mastgruppen mit je 15 Tieren aus 4 konventionellen Mastbetrieben und 3 Mastgruppen mit je 15 Tieren aus 3 Mastbetrieben, die einem Qualitätsfleischprogramm mit entsprechenden freiwilligen Produktionsauflagen angehörten, untersucht. Alle Tiere waren zu Beginn der Studie klinisch gesund. Es wurden an 4 Untersuchungszeitpunkten in der Anfangsmast (vom Ende der Ferke-laufzucht bis ca. 4 Wochen nach dem Umstallen in die Mast) sowie 1–3 Tage vor dem Schlachtttransport und direkt bei der Schlachtung Blutproben zur Hp-Bestimmung entnommen. Im Hauptversuch standen zwei Tiergruppen mit je 16 Schweinen aus zwei geschlossenen Betrieben A und B zur Verfügung. Unter Beibehaltung der Blutentnahmezeitpunkte des Vorversuchs wurde im Hauptversuch der Gesundheitszustand der Versuchstiere über regelmäßige klinische Untersuchungen erfasst und zu den Blutanalysen der entsprechenden Untersuchungszeitpunkte in Beziehung gesetzt. Dabei erfolgten neben der Hp-Messung die Bestimmung weiterer klinisch-chemischer Parameter sowie die Ermittlung der Einzeltiergewichte zu jedem Untersuchungszeitpunkt.

Von allen Versuchstieren (Vor- und Hauptversuch) wurden die Organbefunde bei der Schlachtung erfasst. Von den Tieren des Betriebs B (Hauptversuch), die bei einem Metzger geschlachtet wurden, konnten ergänzend dazu Organproben histologisch und mikrobiologisch untersucht werden.

Die Untersuchungsergebnisse zeigten, dass die Haptoglobinplasmakonzentration klinisch gesunder Schweine gegenüber solchen mit einem klinisch auffälligem Befund im Mittel signifikant niedriger lag.

Die Hp-Mittelwerte der Tiere des Betriebs B überschritten zu jedem der Untersuchungszeitpunkte deutlich den angenommenen oberen physiologischen Grenzwert von 0,5 mg/ml und lagen im gesamten Untersuchungszeitraum deutlich über denen der Schweine aus Betrieb A. Im Betrieb B lagen auch häufiger als in Betrieb A klinische Erkrankungen vor (Durchfall, Atemwegserkrankungen).

Dies spiegelt sich ebenfalls bei der Gegenüberstellung der Wachstumskurven der beiden Mastgruppen wider. Die Tiere des Betriebs A wiesen einen physiologischen Verlauf der Gewichtszunahmen über die gesamte Mast auf, während in Betrieb B Mastleistungseinbußen, insbesondere in der Mastanfangsphase, feststellbar waren.

Auffällig war, dass auch zwischen klinisch unauffälligen Tieren der beiden Betriebe statistisch gesicherte Unterschiede bei der Hp-Konzentration vorlagen. Als ein möglicher Grund dafür konnten mit Hilfe von Checklisten deutliche Unterschiede bezüglich des Hygieneumfelds und -managements zwischen Betrieb A und B ermittelt werden. Insgesamt wurde Betrieb B mit nicht einmal der Hälfte der maximal erreichbaren Punktzahl, bei der zusammenfassenden Betrachtung der hygienerlevanten Faktoren, im Gegensatz zu Betrieb A als mangelhaft eingestuft.

Auch bei der speziellen Betrachtung der Messwerte von Tieren aus dem Vorversuch fiel der Betriebseinfluss auf, da die Hp-Mittelwerte bei gesunden Tieren aus konventioneller Haltung schon am Ende der Aufzucht und zu späteren Zeitpunkten im Gegensatz zu Tieren aus dem Qualitätsfleischprogramm deutlich über dem angenommenen physiologischen Grenzbereich lagen. Als Ursache für die erhöhten Hp-Werte bei klinisch unauffälligen Tieren werden latente Infektionen und ein „immunologischer Stress“ als mögliche Folge schlechter Hygienebedingungen diskutiert

Bei der Auswertung der klinisch-chemischen Parameter ergaben sich signifikante Beziehungen zum Haptoglobin nur für die Eisenkonzentration im Blut ($r > 0,621$). Ein Zusammenhang war zu der fehlenden Eisenversorgung der Ferkel in Betrieb B zu sehen.

Ein eindeutiger Bezug zwischen Hp-Konzentration im Blut und den Schlachtopganbefunden von Tieren aus Vor- und Hauptversuch konnte nicht hergestellt werden. Die vorliegenden Ergebnisse ließen eine abschließende Einschätzung der Nutzung der Haptoglobinplasmakonzentration als Hilfsmittel bei der Schlachthofeingangskontrolle nicht zu.

Als Resümee der Arbeit wird herausgestellt, dass das Akute-Phase-Protein Haptoglobin als sehr sensibler Parameter zur Einschätzung des allgemeinen Gesundheitsstatus von Mastschweinen im Rahmen der tierärztlichen Bestandsbetreuung und von überbetrieblichen Gesundheitsvorsorgeprogrammen hilfreich sein kann.

Summary

Evaluation of haptoglobin as a parameter of assessment of health status of fattening pigs

(Susanne Knura-Deszczka)

The aim of the present work was to examine how far the acute-phase-protein haptoglobin (Hp) is suitable for the assessment of the health status of fattening pigs. The investigations were divided into a preliminary and a main study.

During the preliminary study the time course of the haptoglobin plasma concentration was studied. The research protocol in this phase consisted of 5 fattening groups of 15 pigs each from 4 conventional fattening farms, and 3 fattening groups of 15 pigs each from 3 fattening farms that belonged to a quality-meat-program with commensurate voluntary production controls. At the beginning of the study all animals were clinically healthy. Haptoglobin determination was performed 4 times by blood sampling from the end of the rearing period up to 4 weeks after the change of housing, 1 to 3 days before and during slaughter.

In the main study two breeder-fattener farms - A and B - were examined by monitoring two groups of 16 pigs from each farm. The schedule of blood sampling used in the preliminary study was maintained in the main study and the health status was also monitored by regular clinical examinations and was compared to the appropriate blood analysis. In addition to the haptoglobin measurement, analyses of other clinical-chemical parameters as well as the determination of the pig's weight gain were performed.

Pathological organic findings were recorded for all probands (preliminary and main study) during meat inspection. Pigs from farm B were slaughtered by a butcher, allowing detailed histological and microbiological sampling of the organs.

The results showed that the average haptoglobin plasma concentration of clinically healthy pigs was significantly lower than that of pigs with pathological findings. The average haptoglobin concentration of animals from farm B was never lower than the 0.5 mg/ml cut off point and exceeded that of the animals of farm A during the entire study.

The pigs of farm B showed more often clinical diseases than those of farm A (diarrhoea, respiratory disease). This was reflected by comparing the courses of growth of the two fattening groups.

The performance of pigs in farm A followed the normally observed physiological course of growth while the growth of pigs in farm B was depressed - especially at the beginning of the fattening period.

It was conspicuous that there were also statistically significant differences in Hp-concentration between animals showing no observable clinical deficits from farm B in comparison to pigs from farm A. A probable cause for that could be striking differences between the hygienic environment and management of the two farms which were recorded with the help of specific checklists. In contrast to farm A, farm B only acquired half of the maximally available points concerning relevant hygiene factors and was therefore rated "insufficient".

On closer examination it was also noted that the factor "farm" had an impact on the Hp-values of the preliminary study. The average Hp-concentration of clinically healthy pigs from the conventional fattening farms at the end of the rearing period as well as at later times was clearly above the assumed physiological cut off in opposition to the animals from the quality meat program. Clinically inapparent infections and "immunological stress" because of less hygienic environment were discussed as possible causes of the increased Hp-concentration of clinically healthy pigs

During the analysis of the clinical-chemical parameters a significant correlation was only found between haptoglobin and iron plasma concentration ($r > -0.621$). This could be related to the lack of iron supply of the piglets from farm B.

A clear relation comparing the haptoglobin plasma concentration in slaughter blood with routinely recorded pathological findings of pig organs results could not be observed. The results did not allow a final evaluation of haptoglobin as a tool in the slaughterhouse control process.

This study shows that the acute-phase-protein haptoglobin is a very sensitive parameter that can support the evaluation of the general health status of fattening pigs within the scope of veterinary herd-health-analysis or all encompassing preventative medicine programs.

7 Literaturverzeichnis

ALAVA, M.A., N. GONZALEZ-RAMON, P. HEEGAARD, S. GUZYLACK, M.J.M. TOUSSAINT, C. LIPPERHEIDE, F. MADEC, E. GRUYS, P.D. ECKERSALL, F. LAMPREAVE u. A. PINEIRO (1997):
Pig-MAP, porcine acute phase proteins and standardisation of assays in Europe.
Comp. Haem. Int. 7, 208-213

ALSEMGEEST, S.P.M. (1994):
Blood concentrations of acute-phase-proteins in cattle as markers for disease.
Utrecht, Niederlande, Univ. Utrecht, Fachgeb. Vet.med., Diss.

ASAI, T., M. MORI, M. OKADA, K. URUNO, S. YAZAWA u. I. SHIBATA (1999):
Elevated serum haptoglobin in pigs infected with porcine reproductive and respiratory syndrome virus.
Vet. Immunology and Immunopathology 70, 143-148

BERNS, G. (1996):
Einbindung von Check-Listen und mobilem Analyselabor in Beratungskonzepte zur Erweiterung von Gesundheitsvorsorge- und Qualitätsmanagementsystemen in der Schweinefleischerzeugung.
Bonn, Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Univ., Fachgeb. Agrarwiss., Diss

BERNS, G., B. PETERSEN u. P. JÜRGENS (1997):
Herdengesundheitsprogramme in der Schweinefleischerzeugung.
Fleischwirtsch. 77, 120-126

BLAHA, T. (1993):
Erfassung pathologisch-anatomischer Organbefunde am Schlachthof. 1. Ansatz zu neuen Wegen bei der Wahrnehmung der Verantwortung für Verbraucherschutz und Tiergesundheit.
Fleischwirtsch. 8, 877-881

BOUIN, P. (1897):
Études sur l'évolution normale et l'envolution du Tube sémenifère.
A. Anat. Micr. 1, 225-339

BROSIUS, G., u. F. BROSIUS (1995):
SPSS – Base System und Professional Statistics,
International Thomson Publishing GmbH, Bonn, 1995

BUNDSCHUH, G., B. SCHNEEWEISS und H. BRÄUER (1988):
Lexikon der Immunologie.
Akademie Verlag, Berlin, S. 86

CHRISTENSEN, G., u. J. MOUSING (1992):

Monitoring respiratory disease.

In: A.D. LEMAN, B.E. STRAW, W.L. MENGELING, S.D'ALLAIRE u. D.J. TAYLOR (eds.): Diseases of Swine.

Wolfe Publishing Ltd., London, England, S. 150-155

DIEPERS, N. (1998):

Einflußfaktoren auf die Konzentration von Entzündungsmarkern beim wachsenden Schwein.

Gießen, Justus-Liebig-Univ., Fachgeb. Vet. med., Diss.

DRITZ, S.S., K.Q. OWEN, R.D. GOODBAND, J.L. NELSEN, M.D. TOKACH, M.M. CHENGAPPA u. F. BLECHA (1996):

Influence of lipopolysaccharide-induced immune challenge and diet complexity on growth performance and acute-phase protein production in segregated early-weaned pigs.

J. Anim. Sci. 74, 1620-1628

EATON, J.W., P. BRANDT u. J.R. MAHONEY (1982):

Haptoglobin: A natural bacteristat.

Science 215, 691-693

EBERHARD, W. (1980):

Die Bedeutung von Stallklima und Stallhygiene in der Schweinemast.

Kraftfutter 63, 374-380

ECKERSALL, P.D.(1991):

Acute phase reactants.

J. Am. Vet. Med. Assoc. 199, 675-676

ECKERSALL, P.D., P.K. SAINI u. C. MCCOMB (1996):

The acute phase response of acid soluble glycoprotein, α -I-acid glycoprotein, ceruloplasmin, haptoglobin and C-reactive protein, in the pig.

Vet. Immunology and Immunopathology 51, 377-385

ECKERSALL, P.D., u. J.G. CONNOR (1990):

Plasma haptoglobin in cattle (*Bos Taurus*) exists as polymers in association with albumin.

Comp. Biochem. Physiol. 96B, 309-314

EICH, K.-O. (1991):

Handbuch Schweinekrankheiten.

Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup

ELBERS, A.R.W., I.J.R. VISSER, J. ODINK u. J.F. SMEETS (1991):

Changes in haematological and clinicochemical profiles in blood of apparently healthy slaughter pigs, collected at farm and at slaughter, in relation to the severity of pathological-anatomical levels.

Vet. Quart. 13, 1-9

ESSLEMONT, R., u. J. SPINCER (1993) :

The incidence and cost of diseases in dairy herds.

Univ. of Reading, Dept. of Agriculture and Horticulture, Reading, S. 58-65

EURELL, T.E., D.P. BANE, W.F. HALL u. D.J. SCHAEFFER (1992):

Serum haptoglobin concentration as an indicator of weight gain in pigs.

Can. J. Vet. Res. 56, 6-9

FRANCISCO, C. J., T.R. SHRYOCK, D.P. BANE u. L. UNVERZAGT (1996):

Serum haptoglobin concentration in growing swine after intranasal challenge with *Bordetella bronchiseptica* and toxigenic *Pasteurella multocida* Type D.

Can. J. Vet. Res. 60, 222-227

FRANCISCO, C., D. BANE, R. WEIGEL u. L. UNVERZAGT (1996):

The influence of pen density, weaning age, and feeder space on serum haptoglobin concentration in young growing swine.

Swine Health and Prod. 4, 67-71

GADD, J. (1995):

S.E.W.; the second „american revolution“.

PIGS-Misset 11, 8-11

GONZALES-RAMON, N., K. HOEBE, M.A. ALAVA, L. VAN LEENGOED, M. PINEIRO, S. CARMONA, M. ITURRALDE, F. LAMPREAVE u. A. PINEIRO (2000):

Pig MAP/ITIH4 and haptoglobin are interleukin-6-dependent acute-phase plasma proteins in porcine primary cultured hepatocytes.

Eur. J. Biochem. 267 6, 1878-1885

GRUYS, E., M.J. OBWOLO u. M. TOUSSAINT (1994):

Diagnostic significance of the major acute phase proteins in veterinary clinical chemistry: a review.

Vet. Bull. 64, 1009-1018

HALL, W.F., T.E. EURELL, R.D. HANSEN u. L.G. HERR (1992):

Serum haptoglobin concentration in swine naturally or experimentally infected with *Actinobacillus pleuropneumoniae*.

J. Am. Vet. Med. Assoc. 201, 1730-1733

HARRIS, H. (1996):

Enteric disease and multiple-site production: immunity, nutrition and lean/gain.

In: A. EVANS (ed.): Enteric diseases.

Misset International, Doetinchem, Niederlande, S.22-23

HEINRICH, P.C., J.V. CASTELL u. T. ANDUS (1990):

Interleukin-6 and acute phase response.

Biochem. J. 265, 621-636

HEINRITZI, K., u. H. PLONAIT (1997):

Blutkrankheiten.

In: H. PLONAIT u. K. BICKHARDT (Hrsg.): Lehrbuch der Schweinekrankheiten.

Parey Buchverlag, Berlin, S. 169-176

HERRMANN, H., u. U. MEYER-ÖTTING (1997):

Agrarwirtschaft, Fachstufe Landwirt.

BLV, München

HOLCK, J.T., A.P. SCHINKEL, J.L. COLEMAN, V.M. WILT, M.K. SENN, B.J. THACKER, E.L. THACKER u. A.L. GRANT (1998):

The influence of environment on the growth of commercial finisher pigs.

Swine Health and Prod. 6, 141-149

HÖRÜGEL, K., u. D. SCHIMMEL (1999):

Multisite-Produktion – eine Verfahrensgestaltung zur Bekämpfung respiratorischer Erkrankungen

In: P. OTTO (Hrsg.) (1999):

Bekämpfung bakterieller Infektionen - eine ständige Aufgabe des gesundheitlichen Verbraucherschutzes.

Bundesgesundheitsbl.-Gesundheitsforsch.-Gesundheitsschutz, 42, 927-942

HURNIK, D., I.R. DOHOO u. L.A. BATE (1993):

Types of farm management as risk factors for swine respiratory disease.

Prev. Vet. Med. 20, 147-157

ICE, A.D., A.L. GRANT, L.K. CLARK, T.R. CLINE, M.E. EINSTEIN, T.G. MARTIN u. M.A. DIEKMAN (1999):

Health and growth performance of barrows reared in all-in/all-out or continuous flow facilities with or without a chlortetracycline feed additive.

Am. J. Vet. Res. 60, 603-608

JAIN, N.C. (1986):

Schalm's Veterinary Hematology.

Verlag Lea and Fibringer, Philadelphia, USA

JOBERT, J.L., P. GÈRAULT u. F. MADEC (2000):

An attempt to define haemato-biochemical profiles predicting health status in slaughter pigs.

In: Int. Congr. Anim. Hyg., Maastricht 2000, Proc., S. 133-138

KELLEY, K. W., S. KENT u. R. DANTZER (1993):

Why sick animals don't grow: an immunological explanation.

In: G.R. HOLLIS (Hrsg.): Growth of the pig.

CAB International, Wallingford, UK, 1993, S. 119-132

KENT, S., R.M. BLUTHÉ, K.W. KELLEY u. R. DANTZER (1992):

Sickness behaviour as a new target for drug development.

Trends in Pharm. Sci., 13, 24-28

- KLASING, K. C., u. B.J. JOHNSTONE (1991):
Monokines in growth and development.
Poult. Sci. 70, 1781-1789
- KLEEBERG, U.R. (1975):
Pathophysiologie und Diagnostik hämolytischer Anämien.
Dtsch. Med. Wochenschr. 100, 1400
- KNÖRL, H. (1982):
Beitrag zur Differenzierung von Eisenmangelzuständen beim Saugferkel und deren Diagnosesmöglichkeit mit Hilfe von Kleingeräten.
München, Ludwig-Maximilian-Univ., Tierärztl. Fak., Diss
- KNURA, S., J.L. JOBERT, F. BERTHÉLOT-HERAULT u. F. MADEC (2000):
The parameter haptoglobin as an indicator of a Streptococcus suis infection in pigs
In: Int. Congr. Anim. Hyg., Maastricht 2000, Posterpräsentation
- KRAFT, W., u. U.M. DUERR (1995):
Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin.
Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart
- KRÜGER, M., W. SCHRÖDL, A. LINDNER u. R. KUNZE (1995):
C-reaktives Protein (CRP)-ein Akute-Phase-Protein mit labormedizinischer Bedeutung in der Veterinärmedizin.
Tierärztl. Praxis 23, 236-240
- LAMPREAVE, F., N. GONZALES-RAMON, S. MARTINEZ-AYENSA, M.A. HERNANDEZ, H.K. LORENZO, A. GARCIA-GIL u. A. PINEIRO (1994):
Characerization of the acute phase serum protein response in pigs.
Electrophoresis 15, 672-676
- LAURELL, C.B. (1985):
Acute phase proteins - a group of protective proteins
In: K.G.M.M. ALBERTI u. C.P. PRICE (eds.): Recent Advances in Clinical Biochemistry 3.
Churchill Livingstone, Edinburgh, S. 103-124
- LIPPERHEIDE, C., N. DIEPERS, K. WIMMERS u. B. PETERSEN (1997):
Einflussfaktoren auf den Haptoglobingehalt bei Mastschweinen.
In: Vortragstagung der DGfZ und GfT, Bonn, 1997, Proc., C 21
- LIPPERHEIDE, C., D. DICKHÖFER u. B. PETERSEN (2000):
Haptoglobin as a potential screeningparameter in the pig production chain.
In: Int. Congr. Anim. Hyg., Maastricht 2000, Proc., S. 127-131
- LIPPERHEIDE, C., N. DIEPERS, F. LAMPREAVE, M. ALAVA u. B. PETERSEN (1998):
Nephelometric determination of haptoglobin plasma concentration in fattening pigs.
J. Vet. Med. A 45, 543-550

MADEC, F., u. J.P. TILLON (1988):

Ecopathologie et facteurs de risque en médecine vétérinaire. Analyse rétrospective (1977-1978) de l'expérience acquise en élevage porcin intensif.

Rec. Méd. Vét. 164, 607-616

MAES, D., H. DELUYKER, M. VERDONCK, F. CASTRYK, C. MIRY, B. VEIJENS u. A. DE KRUIF (2000):

Herd factors associated with the seroprevalence of four major respiratory pathogens in slaughter pigs from farrow-to-finish pig herds.

Vet. Res. 31, 313-327

MARSCHANG, F., u. H. MORSCHNER (1978):

Zu Fragen der Quarantäne in der Massentierhaltung.

Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 85, 153-157

MAYR, A. (1976):

Bekämpfung der Crowding disease bei der Kälber- und Bullenmast.

Tierärztl. Umsch. 31, 479-488

MAYR, A., u. A. ROJHAN (1968):

Infektionsfördernde und infektionshemmende Faktoren bei der Massentierhaltung.

Tierärztl. Umsch. 23, 555-565

MEHLHORN, G. (1990):

Erfahrungen mit der Berechnung von Hygienekennziffern als quantifizierter Ausdruck eines Umweltstatus im landwirtschaftlichen Betrieb.

In: B. PETERSEN u. M. WELZ (Hrsg.): Agrarinformatik.

Bd. 20, Ulmer Verlag, Stuttgart

MERK, B. (1992):

Einflüsse von Alter, Rasse, Haltung, Fütterung und Fortpflanzungsstadium auf Serumenzymwerte beim Schwein.

München, Ludwig-Maximilian-Univ., Fachgeb. Tierärztl. Fak., Diss.

MÜLLER, U. (1996):

Weiterentwicklung von Prüfplänen für Gesundheitsvorsorge- und Qualitätsmanagementsysteme in der Milchwirtschaft.

Bonn, Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Univ., Fachgeb. Agrarwiss., Diss.

MÜSSEMEIER, F. (1957):

Grundsätzliches zur Tierseuchenbekämpfung.

Verlag Paul Parey, Berlin

ODINK, J., J.F.M. SMEETS, I.J.R. VISSER, H. SANDMANN u. J.M.A. SNIJDERS (1990):

Hematological and clinicochemical profiles of healthy and swine with inflammatory processes.

J. Anim. Sci. 68, 163-170

OTTO, P. (1999):

Bekämpfung bakterieller Infektionen - eine ständige Aufgabe des gesundheitlichen Verbraucherschutzes.

Bundesgesundheitsbl.-Gesundheitsforsch.-Gesundheitsschutz 42, 927-942

PEDERSEN, B.K., u. J. DAHL (1995):

Improve management...improve health.

PIGS-Misset 11, 48-49

PETERSEN, B. (1991):

Bedarf an Faktendatenbanken aus der Sicht der analytischen und prospektiven Epidemiologie in der Nutztierhaltung.

In: C. MAINKA u. A. MANGSTL (Hrsg.): Beiträge – Workshop Faktendatenbanken im Agrarbereich.

Ulmer Verlag, Stuttgart

PETERSEN, B., C. LIPPERHEIDE u. S. KNURA (1999):

Sicherung der regionalen Vermarktung von Ferkeln für nordrhein-westfälische Qualitätsfleischprogramme durch die Einführung überbetrieblicher Gesundheitsmanagement- und Frühwarnsysteme.

In: Forschungsberichte, Heft Nr. 72, ISSN 0943-9684

PETERSEN, H.H., u. J.P. NIELSEN (2000):

Serum haptoglobin concentration in slaughter pigs of different health status.

Vortrag, Arbeitstreffen "Concerted Action", Glasgow (Veröffentlichung in Vorbereitung)

PLONAIT, H. (1997):

Klinische Untersuchung und Probenentnahme.

In: H. PLONAIT u. K. BICKHARDT (Hrsg.): Lehrbuch der Schweinekrankheiten.

Parey Buchverlag, Berlin

PLONAIT, H., u. K. BICKHARDT (1997)

Lehrbuch der Schweinekrankheiten.

Parey Buchverlag, Berlin

POINTON, A.M., P. MCCLOUD u. P. HEAP (1985):

Enzootic pneumonia of pigs in south australia – factors relating to incidence of disease.

Austr. Vet. J. 62, 98-101

PÖNSGEN-SCHMIDT, E., G. BERNS, F. HÜMMELCHEN u. B. PETERSEN (1997):

Unterstützung des kettenbezogenen Gesundheitsmanagements mit Hilfe von Umfeld- und Blutuntersuchungen in Schweinebeständen.

Tierärztl. Umsch. 52, 393-400

- RICHTER, H. (1974):
Haptoglobin bei Haussäugetieren. III. Mitteilung, Der Haptoglobingehalt im Blutplasma und -serum von Wiederkäuern und Schweinen unter verschiedenen physiologischen Bedingungen.
Arch. exp. Vet. med. 28, 505-519
- ROLLE, M., u. A. MAYR (1993):
Medizinische Mikrobiologie, Infektions- und Seuchenlehre.
Ferdinant Enke Verlag, Stuttgart
- ROTH, E. (2000):
Erfolgreiche Hygienemaßnahmen im Schweinestall.
Großtiervet 1, 19-23
- SAINI, P.K., u. D.W. WEBERT (1991):
Application of acute phase reactants during antemortem and postmortem meat inspection.
J. Amer. Vet. Med. Assoc. 198, 1889-1901
- SOMMER, H., E. GREUEL u. W. MÜLLER (1991):
Hygiene der Rinder- und Schweineproduktion.
Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 128-130
- SUNDRUM, A., R. ANDERSSON u. G. POSTLER (1994):
Der Tiergerechtheitsindex-200/1994.
Ein Leitfaden zur Beurteilung von Haltungsbedingungen.
Verlag Köllen, Bonn
- THIEL, N. (1979).
Die Bedeutung des Milieus bei der Stalldesinfektion. 2. Mitteilung.
Prakt. Tierarzt 60, 50-60
- THOMAS, L. (1992):
Labor und Diagnose.
Medizinische Verlagsgesellschaft, Marburg
- TIELEN, M. (1995):
Prevention of respiratory diseases through optimal environmental control.
In: W. VAN DER SLUIS (ed.): Respiratory diseases.
Misset International, Doetinchem, Niederlande, S. 30-31
- TIELEN, M.J.M. (1990):
Gesundheitsvorsorge zur Qualitätskontrolle.
DGS 20, 597-601
- TOUSSAINT, M.J.M., A.M. VAN EDERED u. E. GRUYS (1995):
Implication of clinical pathology in assessment of animal health and in animal production and meat inspection.
Comp. Haematol. Int. 5, 149-157

- TOUSSAINT, M.J.M., C. LIPPERHEIDE, P.D. ECKERSALL, M. ALAVA, F. MADEC, P.M.H. HEEGARD u. R.H. MELOEN (2000):
Assessment of health in pigs by acute phase protein assays.
In: Int. Congr. Anim. Hyg., Maastricht 2000, Proc., S. 139-143
- VISSER, I.J.R., J. ODINK, J.F.M. SMEETS, P.A.M.M. AARTS, A.R.W. ELBERS, S.P.M. ALSEEMGEEST u. E. GRUYS (1992):
Relationship between pathological findings and values of haematological and blood-chemistry variables in apparently healthy finishing pigs at slaughter.
J. Vet. Med. B39, 123-131
- WAGNER, D. (1968):
Quantitative Bestimmung der Haptoglobine (Hp) im Schweineserum.
Leipzig, Univ., Fachgebiet Vet. Med., Diss.
- WEBEL, D.M., B.N. FINCK, D.H. BAKER u. R.W. JOHNSON (1997):
Time course of plasma cytokines, cortisol and urea nitrogen in pigs following intraperitoneal injektion of lipopolysaccharide.
J. Anim. Sci. 75, 1514-1520

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle herzlich bei allen bedanken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Frau Prof. Dr. Brigitte Petersen und Herrn Prof. Dr. Michael Wendt gilt mein besonderer Dank für die Überlassung des Themas und für die intensive und hilfreiche Unterstützung in jeder Phase meiner Promotion.

Ein besonderer Dank gilt auch Frau Dr. Cornelia Lipperheide, die mir stets mit Rat und Tat zur Seite stand. Herrn Priv.-Doz. Dr. Ludwig Haas danke ich für die Übernahme des zweiten Gutachtens.

Allen Mitarbeitern des Institutes für Anatomie, Physiologie und Hygiene der Haustiere der Universität Bonn, insbesondere des Forschungsbereichs Präventive Gesundheitskontrolle, danke ich für ihre bereitwillige Unterstützung. Besonderer Dank gilt hierbei Hannelore Brüssel und Christel Nemri für die Hilfe bei den Laborarbeiten sowie Wolfgang Küster für die Unterstützung in allen Computerfragen.

Den beteiligten Betrieben danke ich für die Bereitstellung der Tiere und für die tatkräftige Hilfe bei der Probenentnahme. Einen herzlichen Dank auch an die Schlachtbetriebe, die die regelmäßigen Untersuchungen bereitwillig unterstützten.

Ein weiterer Dank gilt Herrn Dr. Thomas Selhorst für die Hilfestellung bei der statistischen Auswertung und Frau Dr. Hinrichs für die Hilfe bei der Auswertung der histologischen Proben.

Herzlich bedanke ich mich auch bei Werner Goronschewski und Axel Tietz für die Unterstützung beim Layout und Druck.

Ein Spezialdank gilt meinem väterlichen Freund Wolfgang für die unermüdliche moralische Unterstützung und das Korrekturlesen meiner Arbeit. Meiner Mama danke ich, dass Sie mir meine beruflichen Werdegang ermöglicht hat und mir immer zur Seite stand.

Abschließend danke ich meiner Familie – besonders meinem Mann Steffen – für das aufgebraachte Verständnis und für ihre Geduld in der vergangenen Zeit.