

Aus der ehemaligen
Tierärztlichen Ambulanz Schwarzenbek
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin
Universitätsprofessor a.D. Dr. G. von Mickwitz

Untersuchungen zum Zusammenhang von Lungengesundheit
und postmortalen Fleischreifung beim Schwein
anhand der pH-Werterfassung (pH₁ und pH₂₄)
und der Messung der Schinkenkerntemperatur,
mit besonderer Berücksichtigung der Umgebungsvariablen
Ladedichte, Äquivalenttemperatur, Fahrdauer und Ruhezeit

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Damian Minkus
Tierarzt
aus Chorzow/ Königshütte O/S (Polen)

Berlin
2003

Journal-Nr. 2752

Entzug des Doktorgrades durch
Bescheid des Präsidenten der FU
Berlin, bestandskräftig seit:

25.04.2018

FREIE UNIVERSITÄT BERLIN
Universitätsbibliothek
Hochschulschriftenstelle
Garystraße 39, D - 14195 Berlin
Germany

Datum: 28.09.2018

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Leo Brunnberg

Erster Gutachter: Prof. Dr. D. Beutling

Zweiter Gutachter: Prof. Dr. G. v. Mickwitz

Dritter Prüfer: Univ. Prof. Dr. Roland Rudolph

Deskriptoren: pig, meat quality, dfd, lung alteration, lean meat content

Tag der Promotion: 24. Oktober 2003

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ATP	A denosin t riphosphat
DFD	Fleischqualität ' d ark, f irm, d ry'
FIU	F leisch u ntersuchung
KBE	K olonie b ildende E inheit
KTBL	K uratorium für T echnik und B auwesen in der L andwirtschaft
LW	L arge W hite
LD	Musculus l ongissimus d orsi
Lu +	bis zu 10 % des Lungengewebes ist krankhaft verändert
Lu ++	11-30 % der Lunge ist verändert
Lu +++	über 30 % des Lungengewebes ist betroffen
Min.	Minute
MHS	M aligne H yperthermie S yndrom
Mfa.	M ager f leisch a nteil
N/N	homozygot belastungsunempfindlich
N/n	heterozygot belastungsgefährdet
n/n	homozygot belastungsempfindlich
o.b.B.	o hne b esonderen B efund
pH	negativ dekadischer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration
p.m.	p ost m ortem
PSE	Fleischqualität ' p ale, s oft, e xudative'
PSS	P orcine S tress S yndrome
Sek.	Sekunde
SKM	S chlach k örper m asse
SM	Musculus s emimembranosus
SKT	S chinken k ern t emperatur
WBV	W asser b indung v ermögen

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	SCHRIFTTUM	3
2.1	Mastschweineproduktion unter dem Aspekt des Tierschutzes	3
2.1.1	Gesetzliche Bestimmungen	5
2.1.2	Defizite hinsichtlich des Tierschutzes in der Mastschweineproduktion	5
2.1.2.1	Züchtung	6
2.1.2.2	Haltung	8
2.1.2.3	Transport und Schlachtung	9
2.2	Mastschweineproduktion unter dem Aspekt der Tiergesundheit	10
2.2.1	Erkrankungen des Atmungsapparates	11
2.2.1.1	Viral bedingte Erkrankungen	12
2.2.1.2	Bakteriell bedingte Erkrankungen	13
2.2.2	Erkrankungen der Leber	16
2.2.3	Faktorenkrankheiten	17
2.2.4	Einflussfaktoren auf die Tiergesundheit	17
2.2.4.1	Genetische Disposition	17
2.2.4.2	Ferkelherkunft	18
2.2.4.3	Mastsystem	19
2.2.4.4	Tierkonzentration im Bestand	19
2.2.4.5	Stallbodengestaltung	20
2.2.4.6	Stallklima	21
2.2.4.7	Außenhaltung und Offenfrontsysteme	22
2.3	Auswirkungen der Produktionsbedingungen auf die Fleischqualität	22
2.3.1	Definition von Fleischqualität	23

2.4	Parameter zur Beurteilung der Fleischqualität	24
2.4.1	pH-Wert im Muskel und die Bedeutung für die Fleischqualität	25
2.4.1.1	Postmortale Vorgänge in der Muskulatur	25
2.4.1.2	Erfassung des pH-Wertes	26
2.4.1.3	Fleischqualitätsabweichung im Sinne von PSE und DFD	27
2.4.1.3.1	PSE-Syndrom - latente Form der Belastungsmyopathie beim Schwein	30
2.4.2	Schinkenkerntemperatur	31
2.4.3	Die elektrische Leitfähigkeit und die Bedeutung für die Fleischqualität	31
2.4.4	Physiologische Parameter ante mortem und die Fleischqualität	32
2.4.4.1	Messung des pH-Wertes nach dem Schlachten	33
2.4.4.2	Messung der Schinkenkerntemperatur	35
2.4.5	Einflüsse auf die Fleischqualität	35
2.4.5.1	Endogene Einflussfaktoren	35
2.4.5.2	Haltung und Fleischqualität	38
2.4.5.3	Gesundheit und Fleischqualität	39
2.4.5.4	Transport und Fleischqualität	40
2.4.5.5	Bedingungen auf dem Schlachthof und Fleischqualität	41
2.5	Organbefundung am Schlachthof	43
2.5.1	Untersuchungen zu Häufigkeiten von Organbefunden an Schlachtschweinen	46
2.5.2	Bedeutung der Organbefundung für die Tiergesundheit, den Verbraucherschutz und den Tierschutz	50
3	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	54
3.1	Material und Methoden	54
3.1.1	Vorbemerkung	54
3.1.2	Untersuchungsgut	54
3.1.3	Umgebungsvariablen	54

3.1.4	Verwendete Geräte	55
3.1.5	Methodik	56
3.1.5.1	Vorbereitung	56
3.1.5.2	Durchführung	56
3.1.5.3	Weiterverarbeitung der Daten	58
3.1.5.4	Statistik	59
3.2	Ergebnisse	60
4	DISKUSSION DER ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	74
4.1	Die Ergebnisse der Organbefundung	77
4.1.1	Schlussfolgerung	79
4.2	Die Ergebnisse der Fleischqualitätsmessung	79
4.2.1	Magerfleischanteil, Schlachtkörpermasse und Fleischqualität	81
4.2.1.1	Schlussfolgerung	83
4.2.2	Auswirkungen von Organbefunden auf die Schlachtkörpermasse	83
4.2.2.1	Schlussfolgerung	84
4.3	Abschließende Bewertung	85
5	ZUSAMMENFASSUNG	87
6	SUMMARY	89
7	SCHRIFTTUMSVERZEICHNIS	91

1 EINLEITUNG

Der Vertrauensverlust des Verbrauchers in die Fleischproduktion hat in den letzten Jahren zu einem steten Rückgang des Fleischkonsums in der Bundesrepublik geführt. Es sind dabei nicht nur die jüngsten Skandale um illegalen Arzneimiteleinsatz in der Schweinemast oder in der Geflügelfleischproduktion, sondern auch das allgemein gewachsene Interesse des Verbrauchers an einer auch ethisch vertretbaren Tierproduktion. Das Tier als Mitgeschöpf und nicht als Ware rückt in den Mittelpunkt. Diesem veränderten Verbraucherbewusstsein versucht sich die Landwirtschaft und die weiterverarbeitende Industrie durch gezielte Maßnahmen anzupassen. So werben immer mehr Qualitätssiegel-Programme um die Gunst des Verbrauchers. Diese Qualitätssiegel sollen Garant für eine tierschonende, tiergerechte und möglichst arzneimittelfreie Tierhaltung sein, die z.T. auch den Transport zum und die Behandlung auf dem Schlachthof beinhalten.

Neuere Untersuchungen zeigen jedoch, dass nach wie vor große Diskrepanzen zwischen Anspruch und Wirklichkeit bestehen (SCHÜTTE et al., 1998; BOSTELMANN, 2000). Insbesondere die Untersuchungen an mehr als 500.000 Schweinen aus zwei Vermarktungsorganisationen und aus Betrieben ohne Organisationszugehörigkeit zeigen, dass ein Missverhältnis zwischen landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen und den Anforderungen des Tier- und Verbraucherschutzes besteht (BOSTELMANN, 2000). Anders lassen sich die Zahlen der Organbefunderfassung und der Fleischqualitätsmessung dieser bisher umfassendsten Untersuchung in Deutschland nicht interpretieren. Diese zeigen, dass knapp 70% der untersuchten Schweine mindestens eine krankheitsbedingte Veränderung an Lunge, Leber oder Herzbeutel und rund 20% der Schlachtkörper Fleischqualitätsmängel aufwiesen. Das ist auf der anderen Seite wiederum nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, dass angesichts der Einführung neuer Zucht- und Haltungsmethoden, Entwicklungen in der Technologie und Vergrößerung der Herden die Schweinemast mit einer Vielzahl gesundheitlicher Probleme konfrontiert ist. In den großen Herden ist die klinische Bestandsbetreuung schwieriger geworden, und oft ist die Produktivität auch durch subklinische Erkrankungen eingeschränkt.

So hat die Untersuchung von Schlachttieren als Indikator der Herdengesundheit einerseits an Wichtigkeit gewonnen. Andererseits wird durch die Verkürzung der offiziellen Untersuchungszeiten pro Schlachtkörper das Bestreben nach mehr Information und Transparenz in der Tierproduktion wieder stark eingeschränkt bzw. behindert.

Die mehrfach geforderte Umorientierung in der Vergütung der Schlachtkörper von dem EUROP-System hin zur Berücksichtigung von Tiergesundheit und Qualität ist bislang nicht umgesetzt worden. Mitunter wird in bestimmten Markenfleischprogrammen die Fleischqualität in die Bewertung mit einbezogen,

allerdings nur im Sinne der PSE-Diagnostik. Zum Einfluss der Tiergesundheit auf die Fleischqualität im Sinne von PSE liegen umfangreiche Datenerhebungen vor, in Beziehung zu DFD jedoch nicht. Untersuchungen von SCHÜTTE et al. (1996a) deuten darauf hin, dass Schweine mit hochgradig veränderten Lungen (> 30%) seltener PSE-Fleisch entwickeln, weil die Energiereserven für eine überstürzte Glykogenolyse nicht ausreichen und die Fleischreifung dieser Tiere stattdessen vermindert, d.h. in Richtung DFD abläuft. Die eigenen Untersuchungen sollten deshalb gezielt der Frage nachgehen, ob sich diese Vermutung durch Erfassung des $\text{pH}_{\text{ult}} = \text{pH}_{24}$ bestätigen lässt oder nicht.

2 SCHRIFTTUM

2.1 Mastschweineproduktion unter dem Aspekt des Tierschutzes

In erster Linie erfüllt die Nutztierhaltung wichtige Bedürfnisse des Menschen in Form von Nahrungsmittelerzeugung und Herstellung von Produkten im Nichtnahrungsbereich. In Deutschland lag die Bruttoeigenerzeugung an Schlachtschweinen 1997 bei 37,7 Mio. Stück (WILLERS, 1998). In den letzten Jahren ist der Selbstversorgungsgrad bei Schweinefleisch um 10 % gesunken (BLAHA, 1993). Parallel dazu ist die Einfuhr von Schlachtschweinen aus der EU um ca. 60 % angestiegen (SCHLINDWEIN, 1997)¹. Die deutsche Landwirtschaft steht unter einem großen wirtschaftlichen Druck und kann sich der Konkurrenz nur stellen, wenn sie so kostengünstig wie möglich produziert. In den vergangenen Jahrzehnten waren die Rationalisierung der Produktion durch Anwendung neuer Technologien, durch Mechanisierung der Arbeitsabläufe und durch Bestandsvergrößerung die Grundstrategie zur Erwirtschaftung höherer Einkommen (FIEDLER, 1983). Bei dieser Strategie fanden Kriterien wie die verhaltensgerechte Unterbringung und das artgemäße Bewegungsbedürfnis der Tiere häufig keine Berücksichtigung. Gerade in der Haltung von Mastschweinen, die in großer Anzahl auf engem Raum unter hochtechnisierten Bedingungen gehalten werden, wird diese Entwicklung besonders deutlich. Die Optimierung von Tierhaltungsverfahren wird aber nicht allein durch die Perfektionierung der Technik und Arbeitswirtschaft, sondern vor allem durch die Erfüllung der Anforderungen erreicht, die vom Tier an seine Umwelt gestellt werden (SAMBRAUS, 1997). Erst die Berücksichtigung dieser tierspezifischen Anforderungen ermöglicht es auch der Bestimmung des Tierschutzgesetzes, das "Wohlbefindens des Tieres" zu sichern, näher zu kommen (§ 1 TierSchG). Die Einbeziehung des Tierverhaltens in die Weiterentwicklung von Haltungsverfahren und Umgangsformen muss somit zu einem Hauptkriterium werden.

Im Vergleich zu Wildtieren wurden landwirtschaftliche Nutztiere erst spät in ethologische Untersuchungen einbezogen. Die Erforschung ihres Verhaltens wurde vor allem in den letzten 25 Jahren forciert (LOOFT et al., 1993). Versuche, Befindlichkeiten insbesondere Schmerzen und Leiden des Tieres direkt oder indirekt über den Nachweis von Verhaltensstörungen zu erfassen, haben in der Ethologie zur Entwicklung unterschiedlicher Konzepte geführt:

- Analogie- Konzept² (SAMBRAUS, 1982)

¹ Umgerechnet in Schlachtgewicht lag 1994 die Einfuhr bei 121.191 t, 1996 bei 197.123 t.

² Schmerz, Angst und Leiden sind beim Menschen begleitet von bestimmten Körperschäden, physiologischen Veränderungen und Abweichung vom Normalverhalten. Da diese Reaktionen und im Verbund hiermit ein von der Norm abweichendes Verhalten in bestimmten Situationen auch beim Tier festgestellt werden, darf daraus geschlossen werden, dass höher entwickelte Tiere über Empfindungen gleicher Kategorien wie der Mensch verfügen.

- Soll- und Istwert- Konzept³ (WIEPKEMA, 1981)
- Bedarfsdeckungs- und Schadensbegrenzungskonzept⁴ (TSCHANZ, 1985)

Nach SUNDRUM (1994) sind Haltungsbedingungen dann tiergerecht, wenn sie

- den spezifischen Eigenschaften der in ihnen lebenden Tiere Rechnung tragen,
- die körperlichen Funktionen des Tieres nicht beeinträchtigen und
- essentielle Verhaltensmuster des Tieres nicht in dem Maße einschränken und verändern, dass dadurch Schmerzen, Leiden oder Schäden am Tier selbst oder durch ein so gehaltenes Tier einem anderen entstehen.

Jedes Tier bildet mit seiner Umwelt ein seine Existenz bestimmendes Beziehungsgefüge. Nur eine multifaktorielle Betrachtungsweise trägt dem Nutztier und den komplexen Wechselbeziehungen zwischen Nutztier, Haltungsumwelt und Mensch Rechnung. Um Aussagen über artgemäße und verhaltensgerechte Haltungssysteme treffen oder um Tatbestände im tierschutzrechtlichen Sinne überprüfen zu können, werden Indikatoren benötigt, die SMIDT (1990) in vier Gruppen verwandter Kriterien unterteilt:

- physiologische, biochemische und biophysikalische Indikatoren,
- pathologische Indikatoren, einschließlich Krankheitshäufigkeit und Verlustrate,
- ethologische Indikatoren sowie
- leistungsbezogene Indikatoren

Mit objektiven Messmethoden, die mit Referenzwerten zu vergleichen sind, bzw. mit dem Erkennen von haltungsbedingten Verletzungen (Technopathien), Systemerkrankungen und Verlustraten sind die Kriterien der beiden ersten Gruppen relativ leicht zu ermitteln. Auch die erheblichen Verhaltensabweichungen (Ethopathien) lassen sich tierschutzbezogen einfach interpretieren. Die Bewertung quantitativer Verhaltensunterschiede gilt als schwierig, da ein konkretes Bezugssystem fehlt. Während ein hohes Leistungsniveau, zum Beispiel im Sinne einer hohen Wachstumsrate oder Milchleistung, nicht automatisch einen hohen Grad an Wohlbefinden widerspiegelt, sind Kriterien wie Widerstandsfähigkeit, Anpassungsfähigkeit, Langlebigkeit, Fruchtbarkeit bzw. akute und chronische Depressionen der Produktionsleistungen eher dazu geeignet, Haltungsbedingungen hinsichtlich ihrer Tiergerechtigkeit beurteilen zu können (SMIDT, 1990).

Da in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung zwischen der notwendigen Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit auf der einen und den, den Eigen-

³ Das Wohlbefinden eines Organismus ist gegeben, wenn keine Differenz zwischen den Einzel-Istwerten und den zugehörigen Sollwerten besteht bzw. wenn bei einer Differenz dem Organismus Verhaltenssysteme oder innere Aktionen zur Verfügung stehen, die die wahrgenommene Differenz ausregeln können.

⁴ Ein Haltungssystem gilt als tiergerecht, wenn das Tier erhält, was es zum Selbstaufbau und Selbsterhalt benötigt, und ihm die Bedarfsdeckung und die Vermeidung von Schäden durch die Möglichkeit adäquaten Verhaltens gelingt.

schaften der Nutztiere entsprechenden Haltungsbedingungen auf der anderen Seite ein unauflösbarer Zielkonflikt besteht, werden letztere nur je nach wirtschaftlicher Lage der Betriebe mehr oder weniger partiell realisiert. Zusammen mit dem Landwirt trägt der Tierarzt die Verantwortung für die Tiergesundheit und das Erzielen einer hohen Produktqualität (BOLLWAHN, 1985). Zusätzlich besteht seine Aufgabe als berufener Schützer der Tiere darin, durch Mitgestaltung der Haltungstechnik und Interpretation tierschutzrelevanter Indikatoren dem Verhalten der landwirtschaftlichen Nutztiere Rechnung zu tragen.

2.1.1 Gesetzliche Bestimmungen

Nach § 2 des Tierschutzgesetzes muss jeder, der ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat, das Tier seiner Art entsprechend angemessen ernähren, pflegen und verhaltensgerecht unterbringen. Die Möglichkeit des Tieres zu artgemäßer Bewegung darf nicht derart eingeschränkt werden, dass diesem Schmerzen oder vermeidbare Leiden oder etwa Schäden entstehen. Durch § 2a TierSchG wird der Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ermächtigt, die Anforderungen an die Haltung von Tieren näher zu bestimmen. Bewegungsmöglichkeiten, die Beschaffenheit von Räumen, Käfigen, Anbinde-, Fütterungs- und Tränkevorrichtungen, die Lichtverhältnisse und das Raumklima sowie die Pflege und Überwachung der Tiere können festgelegt werden. Diesbezüglich wurde die Verordnung zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung (SchweinehaltungsVO) am 18.02.1994 erlassen (siehe auch Schrifttumsverzeichnis). Die verfahrenstechnisch besonders wirksamen Bestimmungen betreffen in Hinblick auf das Mastschwein die Regelung über den Platzbedarf, die ständige Bereitstellung von Wasser, die restriktive und maßgenaue Gestaltung der perforierten Fußböden und das Vorhandensein von Beschäftigungsmöglichkeiten. Darüber hinaus regeln die Verordnung zum Schutz von Tieren beim Transport vom 29.10.2001 und die Verordnung zum Schutz von Tieren im Zusammenhang mit der Schlachtung oder Tötung vom 25.11.1999 den Umgang auf Transporten und das fachgerechte Betäuben und Töten der Tiere.

Trotz der zum Teil sehr detaillierten Angaben zu einzelnen Punkten in den Verordnungen darf nicht übersehen werden, dass diese Regelungen nur den jeweils kleinsten gemeinsamen Nenner zwischen den Zugeständnissen landwirtschaftlicher Organisationen und wissenschaftlichen Erkenntnissen über tiergerechte Haltungsbedingungen kennzeichnen. GRAUVOGL (1996) sieht demzufolge noch großen Bedarf an Verbesserungen in der Schweinehaltung.

2.1.2 Defizite hinsichtlich des Tierschutzes in der Mastschweineproduktion

Zu Bereichen der Züchtung, Haltung sowie des Transportes und der Schlachtung werden im folgenden kritische Anmerkungen bezüglich einer tierschutzgerechten Schweineproduktion ausgeführt.

2.1.2.1 Züchtung

Während vor einhundert Jahren ein Schwein nach einjähriger Mast 100 kg wog, braucht ein Schwein heute nur die Hälfte der Zeit zum Erreichen dieses Körpergewichtes (BADER, 1983). Neben der Züchtung auf Schnellwüchsigkeit wird eine Steigerung der Muskelmasse bei einem hohen Magerfleischanteil als weiteres Zuchtziel definiert. Bei dieser einseitigen Zuchtrichtung wurde der Konstitution der Mastschweine zu wenig Beachtung geschenkt. Nach der Theorie von der genetischen Homeostasis (LERNER, 1954) führt andauernde erfolgreiche künstliche Selektion auf einseitige Hochleistungen zu einer Verringerung der allgemeinen Widerstandsfähigkeit (Stressresistenz) und der regelmäßigen Fortpflanzung. Als Folge der dramatischen Zuchtfortschritte dominieren drei Antagonismen in den Populationen deutscher Fleischschweine (GLODEK, 1988).

- **Fleischanteil und Reproduktionsleistungen**
Bei Mutterrassen ist eine negative Entwicklung der Wurfgrößen zu erkennen. Die Anzahl der pro Wurf geborenen Ferkel sank von 11,3 im Jahre 1970 auf 10,2 im Jahre 1986 (GLODEK, 1988). Zuchteber mit Deck- bzw. Fruchtbarkeitsstörungen erzielen in den meisten Merkmalen (wie z.B. Rückenspeckdicke, Bemuskelung) die eindeutig besseren Leistungen (MEIER et al., 1988).
- **Wachstumsintensität und Skelettprobleme**
Der beschleunigte Fleischansatz vom 3.-5. Lebensmonat mit täglichen Zunahmen bis zu einem Kilogramm belastet ein jugendliches unausgereiftes Skelett. Bei 0,3-1,6 % der Zucht- und Mastschweine in Norddeutschland entstehen Osteochondrosen der Gliedmaßen- und Wirbelgelenke (BICKHARDT, 1998). MEIER et al. (1988) führen Beinschwächeprobleme durch Skelettschäden als Ursache von bis zu 10% der Beanstandungen bei Zuchtebern an.
- **Magerfleischanteil und Stressanfälligkeit.**
Stresssituationen führen zu einem erhöhten Bedarf an Energie, zu deren Gewinnung Sauerstoff aus dem Blut benötigt wird. Das heutige Mastschwein weist Besonderheiten des Herz-Kreislauf-Systems auf, die vor allem im Zusammenhang mit einem hohen Magerfleischanteil schon in leichten Stresssituationen zu einem Defizit in der Sauerstoffversorgung führen. Durch ein zuchtbedingt geringes relatives Herzgewicht, Herzminuten- und Blutvolumen ist der Kreislauf des Tieres in solchen Fällen nicht in der Lage, alle Muskelpartien ausreichend mit Sauerstoff zu versorgen. Zudem hat sich beim Hausschwein gegenüber dem Wildschwein der Anteil an sich schnell kontrahierenden weißen Muskelfasern von 40 % auf 70 % gesteigert (BADER, 1983). Im Gegensatz zur roten Muskulatur besitzt die weiße aufgrund ihres geringen Myoglobingehaltes eine reduzierte Sauerstoffspeicherfähigkeit. Bei ohnehin geringer Sauerstofftransportkapazität des Blutes kommt es somit schnell zur Erschöpfung der oxidativen Energiegewinnung. Die anschließende Umstellung auf die anaerobe Glykolyse weist drei wesentliche Nachteile auf. Während hierbei pro Mol Glucose nur 3 Moleküle des

Energieträgers ATP entstehen, fallen beim aeroben Abbau 36 Moleküle ATP an (SILBERNAGEL u. DESPOPOULOS, 1991). Aufgrund der verschlechterten Energiebilanz wird zudem Wärme freigesetzt. Diese kann durch die geringe Kreislaufleistung und die isolierende Fettschicht des Schweines nicht ausreichend abgeführt werden. Zusätzlich reichert sich in der Muskulatur und im Blut das Abbauprodukt Milchsäure an. Die daraus resultierende metabolische Azidose vermindert wiederum die Kontraktilität des Herzens (THIELSCHER, 1984). Eine Überlastung der Schweine kann demzufolge zu einem Hitzekollaps und Ersticken der Tiere führen. Eine ausführliche Literaturübersicht über die Ursachen der Belastungsempfindlichkeit beim Schwein und seinen physiologischen und anatomischen Besonderheiten findet sich bei SACKMANN (1988), HOLLEBEN (1993) und MERGENS (1997).

Neuere Untersuchungen über den Magerfleischanteil und die Belastungsfähigkeit von Schweinen zeigen übereinstimmend, dass als kritische Grenze des Magerfleischanteils der Wert von 59,4 % anzusehen ist (SCHÜTTE et al., 1996a). Schweine mit einem höheren Magerfleischanteil zeigten bei Belastung jeweils eine signifikant höhere Herzfrequenz und wiesen deutlich höhere PSE-Raten auf (SCHÜTTE et al., 1996b). Auf die genauere Entstehung einer verringerten Fleischqualität und deren Ursachen wird in einem gesonderten Kapitel eingegangen (s. S. 22, Kap. 2.3).

Einen weiteren Problemkomplex zur Belastungsfähigkeit stellt die Maligne Hyperthermie (MH) der Mastschweine dar. Als MH-Syndrom (MHS) bezeichnet man eine erblich verankerte erhöhte Stressanfälligkeit. Dabei kommt es zu einer extremen Steigerung des aeroben und anaeroben Muskelstoffwechsels verbunden mit einer starken Wärmeentwicklung. Die dabei hervorgerufene Hyperthermie kann innerhalb von 5 Minuten zu Körpertemperaturen von über 43°C führen (GRONERT, 1980). Als klinische Symptome sind eine Tachykardie aufgrund des stark erhöhten Sauerstoffbedarfes und zyanotische Hautverfärbungen erkennbar. Schon Körpertemperaturen über 42°C können tödlich sein (LITZKE et al., 1988). Die Stoffwechselentgleisung kann durch dampfförmige Inhalationsnarkotika (v.a. Halothan) ausgelöst werden. Daher werden MH-empfindliche Tiere oft als halothanpositiv (Hal+) und unempfindliche als halothannegativ (Hal-) bezeichnet. FUJI et al. (1991) haben den Nachweis erbracht, dass bei stressempfindlichen Schweinen eine Punktmutation im Ryanodin-Rezeptor vorliegt, die autosomal rezessiv vererbt wird. Durch den Gendefekt kommt es infolge einer erleichterten Freisetzung von Kalzium zu vermehrten unkontrollierten Muskelkontraktionen mit den beschriebenen Folgen (MARTENS, 1997). Induzieren physische und psychische Belastungen die MH-Stoffwechselentgleisung, spricht man vom Porcinen Stress Syndrom (LOUIS et al., 1990).

2.1.2.2 Haltung

Die Minimalanforderung an eine tiergerechte Haltung muss das Fehlen körperlicher Schäden sein (TROEGER, 1996). Nach Untersuchungen von MARSCHANG (1986) haben haltungsbedingte Belastungen einen wesentlichen Anteil an den Verlusten in der Mastschweineproduktion. Derartige durch haltungstechnische Fehler verursachte Technopathien beeinträchtigen nicht nur das Wohlbefinden sondern auch die Leistungsfähigkeit der Tiere. Ebenso müssen Haltungssysteme als nicht tiergerecht bezeichnet werden, wenn daraus Verhaltensstörungen bei den Tieren resultieren. Da Hausschweine ein ausgeprägtes soziales Kontaktbedürfnis und einen besonderen Erkundungsdrang besitzen, gilt es, entsprechende Flächenangebote, Gruppengrößen und Beschäftigungsmöglichkeiten zu schaffen (VAN PUTTEN, 1978, ZERBONI u. GRAUVOGL, 1984). Gelingt dies nicht, können Verhaltensanomalien, Schmerzen und Schäden bei den Tieren auftreten.

HORSTMAYER u. VALLBRACHT (1990) sehen in den derzeitigen *Haltungssystemen* eine wesentliche Ursache für das vermehrte Auftreten von Verletzungen bei Mastschweinen und Sauen. Ein im Zusammenhang mit der Intensivhaltung von Schweinen besonders augenfälliges Problem sind Erkrankungen an den Extremitäten. Druckbedingte Bursae auxiliares bilden sich in einstreulosen Haltungssystemen nahezu regelmäßig. Bei Mastschweinen auf Spaltenboden nahm der Anteil der Tiere mit Hilfsschleimbeuteln von der 1. bis zur 13. Mastwoche von 7,4 % auf 96,3 % zu (BERNER et al., 1990). Dieselben Untersuchungen belegen darüber hinaus eine eindeutige Beziehung zwischen dem Auftreten dieser Hilfsschleimbeutel einerseits und chronischen, schmerzhaften Krankheiten (Arthrosen) der Sprunggelenke, Stellungs- und Haltungsfehlern sowie Klauenanomalien und -schäden andererseits.

Durch die *Verfütterung hochwertiger energiekonzentrierter Futtermittel* ist der für die Nahrungsaufnahme notwendige Zeitaufwand von 85 % (beim Wildschwein) auf 3 % der Aktivitätsphase der Tiere reduziert (VAN PUTTEN, 1978). Ihr damit unbefriedigter Erkundungsdrang, verstärkt durch die reizarme Umgebung *einstreuloser Haltungssysteme*, führt nicht selten zu Kannibalismus. Dem spielerischen Ansaugen von Ohren und Schwänzen folgt oftmals aggressives Zubeißen und Caudophagie bis hin zu schweren Verletzungen mit chronischen Entzündungen (SAMBRAUS, 1992; VAN PUTTEN, 1992). Eine Untersuchung ergab, dass in 63,9 % der Betriebe ohne Einstreu, aber "nur" in 18,9 % der Betriebe mit Einstreu Schwanzbeißen auftrat (TROEGER, 1996). Einschränkend muss erwähnt werden, dass diese Art der Ethopathie in der Regel multifaktoriell bedingt ist. Jede Verschlechterung des Wohlbefindens, wie z. B. mangelhafte Lüftung, Hunger oder auch Parasitenbefall, führt zu einer Verschärfung der oben genannten Situation (VAN PUTTEN, 1992).

Eine Steigerung des allgemeinen Wohlbefindens wird durch vermehrte Bewegungsfreiheit und eine Reduzierung des Stressfaktors innerhalb einer Tiergruppe infolge eines erhöhten Platzangebotes erreicht. BÖHMER u. HOY (1994) stel-

len in diesem Zusammenhang eine Abnahme der Frequenz von Leerlaufhandlungen bzw. aggressivem Ohr- und Schwanzbeißen fest.

Schweine sind tagaktive Tiere und benötigen entsprechende Lichtverhältnisse. Sie haben ein ähnliches Farbsehvermögen und eine ähnlich gute Sehfähigkeit wie der Mensch (LAHRMANN, 1986). Die Außenhaltung bietet den Tieren eine vielseitige Umwelt mit entsprechendem Reizangebot (ALGERS, 1994; POTTER, 1998). Im Stall nicht zu realisierende Verhaltensäußerungen können dort ausgeführt werden (GRAUVOGL et al., 1997), zusätzlich gewöhnen sich die Tiere an die "Außenwelt" und lassen sich später leichter treiben und verladen (WARRISS et al., 1983).

In Ställen mit Vollspaltenböden ist wegen fehlender Einstreu eine Überwachung des *Stallklimas* insbesondere auf eine optimale Temperatur und eine zugfreie Lüftung nötig, um eine Entstehung von Pneumonien durch Kältestress zu verhindern (PLONAIT, 1997a). Eine ideale Lüftungs- und Fäkaltechnologie ist außerdem wichtig, um Schadgase, insbesondere Ammoniak, Kohlenmonoxid und Schwefelwasserstoff, zu reduzieren. Erhöhte Ammoniakkonzentrationen in der Stallluft führen zu Reizungen und Verätzungen der Respirationsschleimhaut (DONE, 1991). Erhöhte *Besatzdichten* in Schweineställen wirken sich zusätzlich negativ auf die Qualität der Stallluft aus (DONHAM, 1991). Aus betriebswirtschaftlichen Gründen werden Vollspaltenböden den Teilspaltenböden oder der Strohhaltung vorgezogen. Als zwei Hauptgründe sind die leichtere Entsorgung der Gülle und der verringerte Platzbedarf pro Schwein bei strohloser Haltung zu nennen. In der SchweinehaltungsVO werden als Mindestbodenfläche 0,65 qm pro ausgewachsenem Mastschwein (85-110 kg) vorgeschrieben. Schweine legen nach Möglichkeit getrennte Kot- und Liegeplätze an. Um diesem Ausscheidungsverhalten gerecht zu werden, muss die Stallfläche derart bemessen sein, dass die Tiere einerseits genügend Platz zum Ruhen haben, andererseits die Fläche nicht zum Abkoten benutzt wird (SMIDT, 1990). Diese Verhaltensweise wird in Ställen mit Vollspaltenböden behindert.

2.1.2.3 Transport und Schlachtung

Die Schweinehaltung ist besonders in Deutschland nach wie vor gleichbedeutend mit Viehverkehr und ständiger Fluktuation. Im internationalen Vergleich ist die BRD das Land mit dem höchsten Anteil an auf dem Transport verendeten Schweinen (Deutschland: 0,5 %, Dänemark: 0,03 %, Belgien: 0,3 %) (BICKHARDT, 1998; WENZLAWOWICZ, 1998). Auf dem Weg zur Schlachtstätte und auf dem Schlachthof selbst können sich eine Vielzahl von Situationen ergeben, die einerseits tierschutzrelevant sind und sich andererseits negativ auf die Fleischqualität auswirken. Eine wichtige Ursache für das Auftreten von Todesfällen während der Fahrt zum Schlachthof ist der letzte Fütterungszeitpunkt vor Transportbeginn. Untersuchungen zeigen, dass eine 24stündige Fastenzeit vor der Verladung solche Verluste einzuschränken vermag (MICKWITZ u. WÄHAUS, 1980). Der Einfluss des letzten Fütterungszeitpunktes auf die Herzfrequenz der

Tiere ist hochsignifikant. Schweine mit einer Fastenzeit zeigen im Durchschnitt die geringste Erhöhung der Herzfrequenz und beruhigen sich nach Transportende erheblich schneller (WÄHAUS, 1982). In der zeitlich gesehen kurzen Grauzone zwischen Stall und Schlachtung wird den Schweinen ein enormes Stressbewältigungsvermögen abverlangt. Wesentliche Belastungsfaktoren sind der Treib-, Kennzeichnungs- und Verladevorgang, die Fahrtdauer, die Beschaffenheit des Transportfahrzeuges, die Besatzdichte, die Witterungsverhältnisse und die Fahrweise (MICKWITZ et al., 1971; HOLLEBEN u. WENZLAWOWICZ, 1995; WENZLAWOWICZ u. HOLLEBEN, 1995). Selbst bei optimaler Ausrichtung der Transportumstände können sich diese in übermäßiger Erregung, erhöhten Herz- und Atemfrequenzen, Muskelzittern und Hautverfärbungen bei den Tieren sowie der Ausbildung von PSE-Fleisch äußern (SCHÜTTE et al., 1994). Auf dem Schlachthof beeinflussen die Ruhezeiten, die Ausstattung der Warteställe, der Umgang mit den Tieren und die Betäubungsart den Zustand der Schweine. Die Beziehung zwischen diesen Stressoren und den Belastungsreaktionen der Tiere ist in einer Vielzahl von Untersuchungen eingehend dargestellt worden (HEUKING, 1988; MICKWITZ u. HEUKING, 1990; MICKWITZ et al., 1993; FISCHER, 1995; TROEGER, 1996; WENZLAWOWICZ et al., 1996). Bei den aufgezählten Faktoren darf nicht übersehen werden, dass eine Belastung nie für sich betrachtet werden kann, sondern immer im Zusammenhang mit früheren erfolgten oder parallel einwirkenden Stressoren gesehen werden muss. Einzelne Einflussfaktoren können in ihrer messbaren Quantität noch kompensiert werden, ihre Summierung resultiert aber in den beschriebenen nachhaltig negativen Folgen (SCHÜTTE et al., 1994). Nach BRIESE et al. (1994) stellt die Schlachtkondition das Ergebnis einer Erhebung des klinischen Zustandes im Augenblick der Tötung dar und ist geprägt durch zurückliegende physische und psychische Belastungen. Zur Überprüfung, "ob für die angelieferten Tiere die Gemeinschaftsvorschriften über das Wohlbefinden von Tieren" eingehalten wurden (RL 64/433/EWG Anh. I, Kap. VI), müssen geeignete Parameter zur Untersuchung herangezogen und Grenzwerte festgeschrieben werden, bei deren Überschreitung von einer relevanten Überbelastung ausgegangen werden kann (SCHÜTTE, 1995a). Ein Hinwirken auf eine optimale Schlachtkondition dient damit zum einen der Umsetzung des Tierschutzgedankens und zum anderen schafft sie die Voraussetzungen für die Erzeugung einer guten Schlachtierkörper- und damit auch Fleischqualität (WENZLAWOWICZ, 1998).

2.2 Mastschweineproduktion unter dem Aspekt der Tiergesundheit

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert den Begriff Gesundheit als den Zustand völligen körperlichen, seelischen und sozialen Wohlbefindens. Nach SMIDT (1996) können Tiere als gesund bezeichnet werden, wenn sie morphologisch-funktionell unversehrt sind und ihre Fähigkeit zur physiolo-

gischen Kompensation haltungs- und leistungsbedingter Belastungen unbeeinträchtigt ist. Dazu nennt der Autor vier Grundvoraussetzungen:

- konstitutionsstarke, auf "Gesundheit" selektierte Tiere mit hohem Abwehrpotential gegenüber krankmachenden Faktoren;
- gesundheitsfördernde hygienische Bedingungen in tiergerechten Haltungsverfahren;
- Leistungsanforderungen, die dem funktionellen Potential des Organismus angepasst sind;
- intensive und kompetente tierärztliche vorbeugende Bestandsbetreuung, Seuchenbekämpfung und Behandlung erkrankter Tiere.

Nur gesunde Tiere können Wohlbefinden erfahren. Wenn Haltungsbedingungen oder andere Umwelteinflüsse regelmäßig zu schweren Erkrankungen der Tiere führen, so ist dies in einem hohen Maße tierschutzrelevant (BLAHA, 1993). Folglich sind Tiergesundheit und Tierschutz synergistische Zielsetzungen in einer verantwortungsbewussten und wirtschaftlichen Nutztierhaltung (SMIDT, 1996). Da aufgrund kurzfristiger wirtschaftlicher Überlegungen häufig von diesen Forderungen abgewichen wird, kommt es regelmäßig zu Erkrankungen der Schweine. Einen Überblick über die vorherrschenden Krankheiten in einzelnen Mastbeständen oder geographischen Regionen können Statistiken über Todesursachen vermitteln (DOBBERSTEIN, 1951). Als häufigste Abgangsursache in Schweinemastbetrieben werden dabei respiratorische Erkrankungen genannt (NEUMANN et al., 1968; BÄCKSTRÖM, 1977; WESEMAIER, 1980; APPEL u. SCHÜTTE, 1990). SCHODER et al. (1993) beziffern diese in ihrer Untersuchung auf 32,2 % der Abgänge. Nach HOY (1987) besitzen Atemwegserkrankungen der Schweine eine weltweite Verbreitung und gehören zu den wirtschaftlich bedeutsamsten Erkrankungen. Dabei treten die Verluste durch akute und chronische Leistungseinbußen immer mehr in den Vordergrund. Ebenso führen Lebererkrankungen zu einer deutlichen Beeinträchtigung der Mast- und Schlachtleistung. Analysen in 27 Schlachtbetrieben an mehr als 10 Mill. Schlachtschweinen ergaben, dass bis zu 11,2 % der Tiere an der Leber erkrankt waren (HOY, 1994a). Weiterhin führen Erkrankungen des Digestionstraktes und des Stütz- und Bewegungsapparates zu hohen Morbiditätsraten und Leistungseinbußen (GROSSE BEILAGE, 1989).

2.2.1 Erkrankungen des Atmungsapparates

Bei den infektiösen Atemwegserkrankungen handelt es sich aufgrund ihrer hohen Kontagiosität stets um ein enzootisches Geschehen. Einzeltierererkrankungen spielen eine untergeordnete Rolle (ZIMMERMANN u. PLONAIT, 1997). In der Regel wird das Krankheitsbild heute von verschiedenen gleichzeitig auftretenden Erregern bestimmt. In welchem Alter die Schweine am häufigsten erkranken, wird unterschiedlich beurteilt. Eine Auswertung von 2.540 Sektionen an Schweinen mit Pneumonien ermittelte, dass Tiere der Vormast mit

43,2 % häufiger von Pneumonien betroffen sind als Schweine der Hauptmast mit 27,8 % (ALTROCK, 1996). Dagegen dominieren nach GROSSE BEILAGE u. BOLLWAHN (1991) die Erkrankungen des Respirationstraktes besonders zum Mastende. Im folgenden werden die einzelnen Infektionserreger und Krankheitsbilder beschrieben.

2.2.1.1 Viral bedingte Erkrankungen

Begünstigend auf die Verbreitung von Viruserkrankungen wirken sich unzulängliche Haltungs- und Managementfaktoren aus. Meist führen Virusinfektionen zu einer massiven Prädisponierung der Atemwege für Sekundärinfektionen. Nach MÖSTL (1992) sind folgende virale Erreger an Atemwegserkrankungen beim Schwein beteiligt.

- Das *porcine Herpesvirus 1* (PHV 1) ruft die Aujeszky'sche Krankheit (AK) hervor, die im Krankheitsbild sehr stark variieren kann. Im allgemeinen kommt die Infektion auf aerogenem Weg zustande. Während bei den Ferkeln die Virusverbreitung danach auf dem nervalen Wege verläuft und zentralnervöse Störungen verursacht, stehen bei Mastschweinen respiratorische Symptome wie Schniefen, Husten, Nasenausfluss, Dyspnoe und Fieber im Vordergrund (MÖSTL, 1992). Mit dem Alter sinkt die Mortalitätsrate, doch sind die starken Gewichtsverluste gegen Ende der Mastperiode für die wirtschaftlichen Schäden verantwortlich. Besonders gefürchtet sind diverse Misch- und Sekundärinfektionen, wobei es zu schweren Pneumonien kommen kann. Die Aujeszky'sche Krankheit ist seit 1980 anzeigepflichtig. Generell wird in schwach verseuchten Ländern ein reines Ausmerzprogramm angestrebt, in stärker betroffenen Regionen ist eine Impfung der Tiere mit einer genetisch markierten Vakzine erlaubt, welche eine Unterscheidung zwischen feldvirusinfizierten und vakzinierten Tieren ermöglicht (JÄGER, 1995). Somit können Infektionsdruck und wirtschaftliche Verluste gesenkt werden, ein Eindringen des Feldvirus in den Bestand kann dadurch allerdings nicht unterbunden werden (METTENLEITER, 1995). EWALD (1995) gelang es in einem großflächigen Feldversuch, die Kreise Nordfriesland und Schleswig-Flensburg innerhalb von fünf Jahren mittels eines deletierten Impfstoffes und eines Ausmerzprogrammes von der Aujeszky'schen Krankheit zu sanieren.
- Die Schweineinfluenza ist eine spezifische und akut infektiöse Atemwegserkrankung der Schweine, die durch ein *Influenzavirus* (Familie Orthomyxovirus) des Typs A mit der Oberflächenantigenformel H1N1 hervorgerufen wird (WITTE, 1986). Auch humane Influenzastämme sind für Schweine infektiös. Das Virus wird ebenfalls aerogen übertragen (DONALDSON, 1978); Vögel werden als Erregerreservoir angesehen (SCHOLTISSEK et al., 1983). Bei der Untersuchung durch HAVENITH (1993) von mehr als 200 Schweinemastbetrieben in Schleswig-Holstein wiesen 38,3% der Bestände Antikörper gegen Influenzaviren auf. Die Symptome sind besonders ausgeprägt bei

Schweinen in der Endmaststufe und bestehen in plötzlicher Apathie, Inappetenz und Fieber mit typischen respiratorischen Symptomen wie Niesen, Husten und Dyspnoe (MÖSTL, 1992). Charakteristisch ist eine hohe Mortalität mit einer raschen Durchseuchung der Bestände. Als Folge der Virusvermehrung kommt es zu ausgedehnten Nekrosen des Bronchialepithels (BACHMANN, 1989). Bei weiterem Verlauf findet man pathologisch-anatomisch einen bevorzugten Befall der Spitzen-, Herz- und Anhangslappen in Form von blauroten, herdförmigen Verdichtungen (WITTE, 1986). Zur Prophylaxe der Schweineinfluenza stehen verschiedene Impfstoffe zur Verfügung (KUIPER, 1985). Die durch die Erkrankung verminderten Gewichtszunahmen und die damit verbundenen verlängerten Mastzeiten und das Kümern einiger Tiere werden auch hier durch eventuell auftretende Sekundärinfektionen und Haltungs- und Stallklimamängel verstärkt (KAY et al., 1994; ZIMMERMANN u. PLONAIT, 1997).

- Bei dem Porcinen Reproductive and Respiratory Syndrome (PRRS) handelt es sich um eine kürzlich erkannte Virusinfektion des Respirationstraktes des Schweines. Das RNA-Virus wird der Gruppe der Arteriviridae zugeordnet und ist hoch kontagiös (MEULENBERG et al., 1993). Experimentell und spontan infizierte Schweine zeigen in der Regel makroskopisch keine als PRRS-spezifisch einzustufenden pathologisch-anatomischen Veränderungen. Nur vereinzelt werden fokale Verfestigungen und Verfärbungen des Lungengewebes beschrieben (DONE u. PATON, 1995). Die derzeitige Bedeutung des PRRS für die Entstehung von Atemwegserkrankungen wird in der Literatur sehr unterschiedlich beurteilt. Während NIENHOFF (1994) in PRRS-Virus-infizierten Herden in der Regel eine bakterielle Sekundärinfektionen mit deutlichen Leistungsminderungen bei Mastschweinen verzeichnen, geht ZIMMERMANN (1995) davon aus, dass die Infektion in den meisten Herden klinisch inapparent verläuft und die Produktion praktisch nicht beeinflusst. Das PRRS hat wie andere Infektionskrankheiten während der Verbreitung in Deutschland seinen Charakter von anfänglich akutem Verlauf zu milderer Formen gewandelt (GEUE, 1995). Die Diagnose der Erkrankung ist schwierig und ein Impfstoff ist in Europa noch nicht verfügbar. Eine ausführliche Literaturübersicht zu Forschungen über dieses Virus findet sich bei GROSSE BEILAGE (1995).
- Das *Porcines respiratorisches Coronavirus* (PRCV) ist eine Mutante des bekannteren enteralen Coronavirus des Schweines, dem Erreger der Transmissiblen Gastroenteritis (TGE). Der Verlauf der Erkrankung ist meistens subklinisch. Eine Wegbereiterfunktion des PRCV für andere Infektionserreger hält MÖSTL (1992) für erwiesen.

2.2.1.2 Bakteriell bedingte Erkrankungen

Beim Schwein sind Bakterien häufig als Sekundärerreger an Lungenerkrankungen beteiligt. Als begünstigend für ihre Ansiedlung im Atmungstrakt gelten

Vorschädigungen durch Viren, Mykoplasmen und Parasiten sowie Stallklimamängel (WEISS u. HEIDT, 1982). Als ein Problem wird die Tendenz zur Chronizität von bakteriellen Lungenerkrankungen angesehen.

- Mykoplasmen unterscheiden sich durch einige wesentliche Merkmale von allen anderen Bakterien. Die gramnegativen Keime besitzen keine Zellwand, sind pleomorph und könne bakteriendichte Filter passieren (SELBITZ, 1992). Als Primärerreger der Enzootischen Pneumonie, einer Erkrankung, die zu den verlustreichsten Schweineseuchen gehört, ist *Mycoplasma (M.) hyopneumoniae* weltweit verbreitet (BINDER, 1990). Die primär ätiologische Bedeutung von *M. hyopneumoniae* berücksichtigend, wird bei respiratorischen Erkrankungen des Schweines zunehmend häufiger von Mycoplasma Induced Respiratory Disease (MIRD) gesprochen (PFÜTZNER u. BLAHA, 1995). Der Anteil seropositiver Mastbestände in Deutschland beträgt nach HORST et al. (1997) 81,2 %. Durch Primärschäden am Zilienepithel wird eine Besiedlung des Respirationstraktes u. a. mit *Pasteurella multocida*, *Bordetella bronchiseptica* und *Actinomyces pyogenes* begünstigt (LITTLE, 1975). Dabei treten schwerwiegendere Pneumonien auf als bei einer Monoinfektion. Im fortgeschrittenen Stadium ist pathologisch-anatomisch eine katarrhalisch-eitrig Bronchopneumonie in den kranialen Lungenabschnitten zu erkennen (BERNER, 1995). Die Schäden sind im wesentlichen auf eine Reduzierung der mittleren Tageszunahmen um 17,4 % und ein Absinken der Futterverwertung um 14 % (STRAW et al., 1989) und weniger auf akute Ausfälle zurückzuführen. Erkrankte Tiere fallen durch einen chronischen Husten auf, in durchseuchten Herden fehlen klinische Erkrankungen häufig (BINDER, 1990). Bei der Bekämpfung steht die Gestaltung optimaler Haltungsbedingungen an erster Stelle (HELLWEG, 2003). Durch Antibiotikabehandlung und Impfung ist bestenfalls eine Reduzierung des Ausmaßes der Lungenläsionen möglich (BERNER, 1995; PFÜTZNER u. BLAHA, 1995). Als mögliche Ursache für einen unzureichenden Impfschutz wird von HELLWEG (2003) die zu starke Strapazierung des Immunsystems durch zu häufige Impfungen diskutiert. Der Autor empfiehlt aufgrund seiner Untersuchungen die einmalige Impfung zwischen der 9. und der 12. Lebenswoche, anstelle der möglichst frühen Impfung der Saugferkel im Abstand von 21 Tagen ab dem 3. Lebenstag.
- *Actinobacillus (Haemophilus) pleuropneumoniae* gehört zu den gramnegativen Stäbchen mit hoher Pathogenität (SCHOLL, 1986). Als Primärerreger führt *Actinobacillus pleuropneumoniae* abhängig von der Immunitätslage und den Umweltfaktoren zu einem perakuten, akuten oder chronischen klinischem Verlauf. Akut sind neben Apathie, Anorexie und Temperaturerhöhungen über 41°C, unproduktiver Husten, giemende Lungengeräusche und Dyspnoe feststellbar (FENWICK u. HENRY, 1994). Charakteristisch für den akuten Verlauf sind die im Sektionsbild zu sehenden haemorrhagisch-nekrotisierenden beetartig hervorragenden Pneumonieherde im Zusammenhang mit sero-fibrinösen Belägen auf der Pleura (SCHOLL, 1986). Beim chro-

nischen Verlauf sind die Herde abgekapselt und die Pleuritis wird adhäsiv (VEARY, 1989). Die wirtschaftlichen Schäden mit mittleren Verlusten bei den Tageszunahmen um 33,6 % und Minderung der Futtermittelverwertung im Mittel um 25,5 % (STRAW et al., 1989; PETZOLD, 1992) treten vor allem in den Mastbetrieben auf. Die Erstbehandlungen sollten immer parenteral erfolgen, Medizinalfutter müssen mindestens 7 Tage verabreicht werden, eine Impfung im Mastbestand kann meist nur eine Besserung der klinischen Symptome und damit eine Senkung der wirtschaftlichen Einbußen bewirken (FEDORKA-CRAY et al., 1993).

- *Pasteurella multocida* wird kleinen, gramnegativen Stäbchen zugeordnet (SCHIMMEL, 1987). Toxinbildende Stämme sind der wichtigste ätiologische Faktor der Rhinitis atrophicans. Im allgemeinen tritt *Pasteurella multocida* als Sekundärerreger auf, der zur Verstärkung der klinischen und pathologischen Manifestationen einer Pneumonie beiträgt (BLAHA, 1992). Nach SCHIMMEL (1992a) fördern *Bordetella bronchiseptica* und *M. hyopneumoniae* ebenso wie Schadgasbelastung und negative thermodynamische Einflüsse eine Pasteurelleninfektion. Daneben können sowohl Chlamydien als auch Influenzaviren eine wegbereitende Funktion auf das Haften von *Pasteurella multocida* ausüben (KIELSTEIN et al., 1986). STRAW (1986) berichtet, dass der Erreger auch als primäres Agens akute fibrinöse und nekrotisierende Pneumonien hervorrufen kann. Bei Auswertungen des Sektionsmaterials der Pathologie der Tierärztlichen Ambulanz Schwarzenbek, FU Berlin, und des Instituts für Tiergesundheit, Milchhygiene und Lebensmittelqualität in Münster über drei Jahre wies ALTROCK (1998) *Pasteurella multocida* als häufigsten ätiologisch bedeutsamen Keim nach.
- *Haemophilus parasuis* gehört zu den gramnegativen Stäbchen mit starker Pleomorphie (NICOLET, 1985). Neben dem typischen Bild der serofibrinösen Polyserositis (Glässersche Krankheit) ist der Erreger in zunehmendem Maße bei akuten oder chronischen katharrhalisch-eitrigen Bronchopneumonien ohne Beteiligung der serösen Häute nachzuweisen (KIELSTEIN u. LEIRER, 1990). Als Faktorenkrankheit treten *Haemophilus parasuis*-Infektionen insbesondere infolge von belastenden Umwelteinflüssen wie Transport, Umstellung und Temperaturschwankungen auf (BOLLWAHN, 1989; KIELSTEIN, 1994).
- Das gramnegative, pleomorphe Stäbchen *Bordetella bronchiseptica* haftet am Flimmerepithel des Respirationsapparates, um sich dort zu vermehren (NICOLET, 1985). Neben einer Beteiligung am Geschehen der Rhinitis atrophicans kann *Bordetella bronchiseptica* auch zu Pneumonien mit septikämischen Verläufen führen (KIELSTEIN, 1983). Gewöhnlich tritt der Keim als Sekundärerreger auf (STRAW, 1986).

Weitergehende Ausführungen und Literaturübersichten zu den viral und bakteriell bedingten Atemwegserkrankungen sind bei ALTROCK (1996) und

KLOMBERG (1994) zu finden. Parasitär bedingte Lungenerkrankungen sind heutzutage selten und werden in der neueren Literatur kaum noch beschrieben. Als wichtigster Lungenwurm aus der Familie der Metastrongyliden wird *Metastrongylus apri* genannt. Die Übertragung erfolgt über den Zwischenwirt Regenwurm und ist daher nur in Auslaufhaltungen möglich (KRUSE u. FERGUSON, 1980; PLONAIT, 1980). Im Zusammenhang mit den zunehmenden alternativen Haltungsformen, insbesondere der Freilandhaltung, kann dieser Parasit in Zukunft wieder an Bedeutung gewinnen. Auf Schädigungen des Atmungsapparat, die auf wandernde Parasitenlarven aus dem Magen-Darmtrakt verursacht werden, wird im folgenden Kapitel hingewiesen.

2.2.2 Erkrankungen der Leber

Neben den beim Schwein selten anzutreffenden entzündlichen und stoffwechselbedingten Leberveränderungen kommen den parasitären Erkrankungen eine große Bedeutung zu.

Der Nematodenbefall mit dem Spulwurm *Ascaris suum* spielt dabei die Hauptrolle. Bis zu 2 Mio. Eier täglich werden von den weiblichen Tieren abgelegt und gelangen dann mit dem Kot an die Außenwelt (HASSLINGER, 1985). Die sich entwickelnden infektiösen Larven schlüpfen erst nach Aufnahme der Eier durch die Schweine. Während der "Wanderphase" durch die Darmschleimhaut verursachen die Larven punktförmige Blutungen und ödematöse Schwellungen der Submukosa (WETZEL, 1967). Im hinteren Dünndarm, Zäkum und Kolon bohren sie sich durch die Darmwand in die Mesenterialvene, um auf dem Blutweg zur Leber zu gelangen. Dort entstehen während des 4-6-tägigen Aufenthaltes charakteristische Leberveränderungen, die sogenannten Milchflecken (milk spots). Abgetötete Larven werden von einer Bindegewebskapsel umgeben, in denen sie zerfallen. Die Parenchymdefekte werden bindegewebig organisiert und innerhalb von 3 bis 6 Wochen bis auf wenige Narbenreste abgebaut (CONNAN, 1985). Über die kaudale Hohlvene gelangen die Larven in die Lunge und durchbohren die Alveolen in Richtung Trachea. Bei hochgradigem Wurmbefall zeigen sich klinische Symptome wie Dyspnoe mit ausgeprägter Bauchatmung, Husten, Fieber, Abgeschlagenheit und Fressunlust (ZIMMERMANN et al., 1985). Nach dem Abschlucken entwickeln sich die Erreger im Dünndarm zu geschlechtsreifen Würmern. Während der "Darmphase" verursacht *Ascaris suum* eine Reduktion der Futteraufnahme, der Futterverwertung und damit der Gewichtszunahme. In einer Untersuchung von HOY (1994a) erreichten Schweine mit einer Hepatitis parasitaria ein durchschnittliches Schlachtkörpergewicht von 83,9 kg im Gegensatz zum Schlachtgewicht von 87,6 kg bei gesunden Tieren.

Unter Hepatosen versteht man nichtentzündliche Veränderungen der Leber, verursacht durch Stoffwechselstörungen. Alimentäre Hepatosen, hervorgerufen durch Nährstoffunterversorgung, lösen zell dystrophische Prozesse aus, die zu

einer Zirrhose führen können. Toxische Leberschäden sind bedingt durch verdorbenes Futter, durch Giftpflanzen oder durch giftige Chemikalien (DAHME u. KÄUFER-WEISS, 1988). Beim Schwein werden unter anderem als Ursache ranzige Fette, Aflatoxine, photosensibilisierende Pflanzen und Kupfersalze genannt. Die Vielfalt der Ursachen lässt keine einheitliche Pathogenese erkennen. Entzündliche Leberveränderungen treten beim Schwein meist in Form von eitrigen Hepatitiden auf. Diese Infektionen mit pyogenen Erregern entstehen durch übergreifende entzündliche Prozesse aus der Umgebung (Perihepatitis) oder durch Bakteriämien (TRAUTWEIN, 1991).

Leberschäden können akut, verbunden mit Apathie und Krämpfen, oder perakut zum Tode führen. Ikterus und Aszites treten nur bei chronischem Krankheitsverlauf auf (PLONAIT, 1980).

2.2.3 Faktorenkrankheiten

Klassische Infektionskrankheiten des Schweines wie beispielsweise Brucellose oder Maul- und Klauenseuche spielen dank erfolgreicher Seuchensanierungsprogramme nur noch eine untergeordnete Rolle (BOLLWAHN, 1989). Eine ungleich größere Bedeutung kommt in der heutigen Intensivhaltung von Mastschweinen den sogenannten infektiösen Faktorenkrankheiten zu. Diese im Zunehmen begriffenen Bestandserkrankungen äußern sich in akuten oder chronischen Minderleistungen von Tierbeständen. Der Begriff "Faktoren" bringt das synergistische Zusammenwirken verschiedener, für sich allein nicht krankmachender Vorgänge zum Ausdruck. An der Ätiologie dieser Krankheiten sind ubiquitäre, opportunistische Problemkeime beteiligt, die erst in eine Infektion übergehen können, wenn gleichzeitig belastende, nichtmikrobielle Faktoren einwirken (MAYR, 1986). Gemeinsam ist allen nichtmikrobiellen Faktoren, dass sie die körpereigene Abwehr herabsetzen und somit zu einer Immunsuppression führen. Die Morbiditätsrate und die Schwere der Erkrankung werden wesentlich von den auf die Tiere einwirkenden Belastungsfaktoren bestimmt (MEHLHORN, 1989; STRAW, 1992). Nach MARSCHANG (1989) verlangen diese Faktoren eine ständige Adaptation des Tieres und stellen somit Stressoren dar. Zur Verbesserung der Tiergesundheit stehen daher prophylaktische Maßnahmen wie die Vermeidung haltungs- und leistungsbedingter Stresssituationen im Vordergrund. Neben den inneren Stressoren wie genetische Disposition ordnet man den äußeren Stressoren Standortwechsel, ungünstige Haltungsbedingungen, Crowding, Klimawechsel, Ernährungsfehler u.a.m. zu.

2.2.4 Einflussfaktoren auf die Tiergesundheit

2.2.4.1 Genetische Disposition

Neben der Anlage zu bestimmten Leistungen gehört zu den angeborenen Fähigkeiten auch das "Stressbewältigungsvermögen" (STEPHAN et al., 1980). Beim

Einwirken von Belastungen antwortet der Organismus mit einem Reaktionsmuster, welches als "Allgemeines Anpassungssyndrom" bezeichnet wird (SELYE, 1936). Dabei stehen ihm mehrere Adaptationsmechanismen zur Verfügung: die Anpassung über den Energiestoffwechsel, die Kreislauf-, die Atmungs-, die Thermo- und die Säure-/Basenregulation sowie über den Elektrolythaushalt im Blut (FISCHER, 1976). Diese Regulationsmechanismen wurden durch die einseitige Ausrichtung der Zucht auf schnelles Wachstum und hohen Magerfleischanteil maßgeblich eingeschränkt (OSTER, 1977; FALKENBERG et al., 1996; s. S. 6, Kap. 2.1.2.1). Stoffwechselentgleisungen und eine verringerte Abwehrkraft mit entsprechenden Krankheitsbildern sind die Folge (BOLLWAHN, 1979). Das Ausmaß der Erkrankungen wird dabei einerseits von der Größe und Einwirkungsdauer der Stressfaktoren und andererseits von der genetischen Veranlagung bestimmt. OTTE (1960) und ISEKE (1961) gewichteten dieses Verhältnis als zu etwa 70 % von der Umwelt beeinflusst und zu 30 % erblich fixiert. Umgangs- und Haltungsfehler verursachen nach Ansicht der Autoren bis zu 2/3 der Schweineverluste. Die heutigen Nutztiere, die auf Hochleistung gezüchtet sind, erfordern daher zu ihrer Gesunderhaltung ein besonders intaktes, sorgfältiges und damit aufwendiges Herdenmanagement (SMIDT, 1996). Im folgenden werden die wichtigsten exogenen Stressoren in der Mastschweinehaltung beschrieben, die den Gesundheitsstatus der Tiere beeinflussen.

2.2.4.2 Ferkelherkunft

Der Haupteinfluss auf das Vorkommen von Atemwegserkrankungen ist nach DONE (1991) und FLESJA u. SOLBERG (1981) die Ferkelherkunft. Mastschweine aus geschlossenen Systemen, d. h. aus Betrieben mit eigener Ferkelproduktion, zeigen bei der Schlachtung weniger veränderte Lungen als Tiere, die aus Zukaufbetrieben stammten. Dabei sinkt die Erkrankungsrate mit der Abnahme der Anzahl an Ferkellieferanten je Lieferungseinheit (WILLEBERG et al., 1978; FLESJA u. SOLBERG, 1981; THÖLKE, 1996). Die Problematik der Mast von Ferkeln unbekannter Herkunft mit unterschiedlichem Gesundheitsstatus und genetischem Potential äußert sich in einem charakteristischen Morbiditätsverlauf. Transportstress, Rangordnungskämpfe und Futterumstellung führen zu einer Immunsuppression und sind im Zusammenhang mit der Einschleppung verschiedenster Erreger für eine hohe Morbidität verantwortlich (KOVACZ, 1984). Die genannten Effekte verstärken sich, wenn beim Zukauf von Mastferkeln die Lieferanten gewechselt werden (GROSSE BEILAGE, 1990). Gegenätzlich verhält sich die Situation bei der Parasitenbelastung. JENSEN (1996) stellte in geschlossenen Betrieben, gemessen an Lebermilkspots, einen massiven Parasitenbefall fest. Die Voraussetzung für einen hohen Hygienestandard ist somit nicht allein durch ein geschlossenes Betriebssystem gewährleistet.

2.2.4.3 Mastsystem

Das Rein-Raus-Verfahren wird allgemein als geeignetes Mittel angesehen, die Leistung eines Tierbestandes zu verbessern. Im Gegensatz zu einer kontinuierlichen Stallbelegung wird die Infektionskette von älteren zu jüngeren Tieren unterbrochen und somit die Erkrankungsrate verringert (STRAW, 1992). Die Möglichkeit einer intensiven Reinigung und Desinfektion des gesamten Stalles wirkt sich indirekt zusätzlich positiv auf die Mastleistung aus (WITT u. MÜLLER, 1988). Bei einer Untersuchung von TIELEN et al. (1978) waren 19,3 % der Lungen und 10 % der Lebern von Schweinen aus einem kontinuierlich belegenden Mastsystem pathologisch verändert. Im Gegensatz dazu zeigten 14,2 % der Lungen und 7,9 % der Lebern von Tieren aus einem Rein-Raus-Verfahren Alterationen auf. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich auch bei einer späteren Untersuchung des Autors (TIELEN, 1990). JENSEN (1996) dagegen konnte bei ihren Untersuchungen keinen signifikanten Einfluss des Mastverfahrens erkennen. Bei der Belegung nach dem Rein-Raus-Verfahren wird eine große Anzahl gleichaltriger Ferkel benötigt, die daher häufig aus einer Vielzahl von Zulieferbetrieben stammen. Die Autorin vermutet, dass dieser Crowding-Effekt die Vorteile des Mastsystems überlagert. Daher liefern nach Ansicht von GROSSE BEILAGE (1989) nur Untersuchungen, welche die Herkunft der Tiere angeben, aussagekräftige Ergebnisse über Aufstallungsformen.

2.2.4.4 Tierkonzentration im Bestand

In Betrieben mit geringer Tierzahl treten weniger häufig Erkrankungen des Atmungs- und Verdauungstraktes auf (HAARING et al., 1978; BENNEWITZ, 1991). TIELEN et al. (1978) untersuchten bei 251 Mastanlagen den Einfluss der Betriebsstruktur auf die Organveränderungen. Lag die Mastkapazität unter 100 Plätzen, so wurden 8,4 % der Lungen beanstandet, bei Betrieben mit mehr als 300 Mastplätzen lag dieser Prozentsatz bei 23,4 %. FLESJA u. SOLBERG (1981) zeigten, dass in Betrieben, die weniger als 200 Schweine im Jahr schlachten, der Anteil an lungenkranken Tieren nur halb so groß ist wie bei Schweinen von Mästern, die über 400 Tiere im Jahr an den Schlachthof liefern. Auch MEHLHORN et al. (1986) beschreiben den negativen Einfluss eines großen Bestandes auf die Tiergesundheit. MUIRHEAD (1979) und GROSSE BEILAGE u. GROSSE BEILAGE (1990) weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass bei gleicher Belegdichte mit zunehmender Tierzahl die Stallkeimflora proportional zunimmt, so dass sich auch die Zahl potentiell pneumotroper Erreger erhöht. Bei großen Stallabteilen ist die Möglichkeit einer Virulenzsteigerung der Erreger durch die größere Anzahl von Tierpassagen zu beachten (MEHLHORN et al., 1986). So wird von STRAW (1986) eine ideale Abteilgröße von höchstens 150 bis 200 Schweinen empfohlen.

JENSEN (1996) untersuchte die Geschlinge von 10.166 Schlachtschweinen und wertete die Befunde nach Herkunftsbetrieben aus. Tiere aus Großbetrieben mit über 800 Mastplätzen wiesen hierbei weniger Organveränderungen auf. Die

Autorin erklärt die hohe Tiergesundheit in dieser Betriebskategorie mit dem erhöhten Kenntnis- und Ausbildungsstand der Betriebsleiter. Ebenso wurde in dieser Studie kein Einfluss der Abteilgröße auf die durchschnittliche Lungenveränderungsrate festgestellt. Allerdings zeigten 27,4 % der Schweine, die in Stalleinheiten mit über 120 Tieren pro Abteil gehalten wurden, Serosen- und Perikardveränderungen, während die Gruppe aus kleineren Stallabteilen "nur" zu 15,3 % Veränderungen an den Serosen aufwies. Somit kommt JENSEN (1996) zu dem Schluss, dass in den untersuchten Schweinemastbeständen neben der Abteilgröße anderen Faktoren eine ebenso bedeutende Rolle zukommt.

Eine Gruppengröße von 20 Tieren gleichen Alters gibt VAN PUTTEN (1978) als Grenze der Übersichtlichkeit an, bei der sich die Schweine noch auf den "ersten Blick" erkennen können. Bei steigender Gruppengröße verschlechtert sich die Tiergesundheit unter anderem durch entstehende Rangordnungskämpfe (STRAW, 1986). Empfehlungen liegen bei weniger als 15 (MEHLHORN et al., 1986) bzw. 12 Schweine (FLESJA et al., 1982; JENSEN u. BLAHA, 1997) pro Bucht.

Auch die Besatzdichte übt einen Einfluss auf die Erkrankungsrate in Schweinemastställen aus. Ein Platzangebot von weniger als 0,7 qm pro Schwein führt zu einem erhöhten Auftreten von Pneumonien (STRAW, 1986; DONE, 1991; ELBERS, 1991; THÖLKE, 1996). Eine geringere Belegdichte verringert die Infektionsmöglichkeiten (BÄCKSTRÖM u. BREMER, 1978). Gleichzeitig sinkt die Schadstoffkonzentration und die mikrobielle Kontamination der Stallluft (DONHAM, 1991).

2.2.4.5 Stallbodengestaltung

Vollspaltenböden weisen einen geringen Verschmutzungsgrad auf, zudem sind sie nicht so arbeitsintensiv wie Teilspaltenböden oder Tiefstreusysteme. Bei einer statistischen Analyse von 141 Betrieben stellten TIELEN et al. (1978) fest, dass die Art des Fußbodens einen deutlichen Einfluss auf den Anteil der Tiere mit veränderten Lungen nimmt, und dass deren Schlachtkörper in der Bonitierung negativer bewertet werden. 23,3 % der Tiere, die in der Endmast auf Vollspaltenböden standen, zeigten Veränderungen an der Lunge, während dieser Anteil bei Tieren aus Ställen mit planbefestigten Böden bei 15,8 % lag. Weitere Studien bestätigen dieses Ergebnis (LINDQVIST, 1974; TIELEN u. TRUIJEN, 1980; MEHLHORN et al., 1986; ELBERS, 1991; JENSEN u. BLAHA, 1997). Bei einer Auswertung von 2.844 Betriebsabschlüssen von LÜTJENS u. KALM (1995a) ist der positive Einfluss der Strohhaltung auf die Tierverluste sowie Tierarzt- und Medikamentenkosten ersichtlich. Geringere Verluste und bessere Zuwachsraten bei Schweinen aus Strohhaltungen konnten LOOFT et al. (1993) bei der Auswertung von Berichten verschiedener Erzeugerringe nachweisen. Auf den perforierten Flächen sind die Tiere den Schadgasen aus dem Güllekanal und dem Luftzug im Stall direkt ausgesetzt. Zudem besteht ein Zusammenhang zwischen einstreulosen Böden mit erhöhter Wärmeableitung und

erniedrigten Hauttemperaturen von Schweinen (ROKICKI, 1973). Um Lungenkrankungen zu reduzieren, sind die Kanäle regelmäßig zu entleeren, gleichzeitig ist auf eine adäquate Lüftung zu achten (DONE, 1991). In Tiefstreusystemen kann die Ammoniakkonzentration um bis zu 26 % vermindert werden (HOY et al., 1997).

Negative Auswirkungen der Strohhaltung zeigen sich bei der pathologisch-anatomischen Untersuchung der Leber von Mastschweinen. Der Anteil parasitär bedingter Leberveränderungen lag bei Schweinen aus dem Tiefstreustall um 45,5 Prozentpunkte signifikant über dem von Masttieren aus der Vollspaltenbodenhaltung (HOY u. STEHMANN, 1994). Bei Stroheinstreu steigen mit Anreicherung der Parasiten die Infektionsmöglichkeiten aufgrund mangelnder Desinfektion, günstigeren Entwicklungsbedingungen und der Aufnahme der infektiösen Spulwurmeier mit dem Fressen der Einstreu an. Auch im Vergleich mit Teilspaltenböden schneiden Tiefstreusysteme schlechter ab (TIELEN et al., 1978; JENSEN, 1996).

2.2.4.6 Stallklima

Die das Stallklima beeinflussenden Faktoren lassen sich nach BUSSE (1990) in drei Gruppen einteilen:

- Physikalische Faktoren: Temperatur, Abkühlungsgröße, Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung, Luftdruck, Staubgehalt, Licht und andere Strahlung sowie Schall;
- Chemische Faktoren: Sauerstoffgehalt, Kohlendioxidgehalt, Spurengase wie Ammoniak- und Schwefelwasserstoffgehalt
- Biologische Faktoren: Luftkeimgehalt und Geruchsstoffe

Das Stallklima ist ein entscheidender Faktor für die Tiergesundheit, da es einerseits vielfältig körpereigene Regulationsprozesse beeinflusst und andererseits direkte Schadwirkungen entfalten kann. Beispielweise können zu hohe Stalltemperaturen (21-26°C) die Zahl der entzündlichen Lungenerkrankungen erhöhen (DONE, 1990; KÖFER et al., 1993), da hierdurch sowohl die Thermoregulation stark belastet wird als auch gleichzeitig andere Faktoren (Schadgase/Keimgehalt) negativ beeinflusst werden. Wichtiger als die absolute Temperatur ist jedoch deren Konstanz, da Schweine auf starke Temperaturschwankungen ($\pm 4-6^\circ\text{C}$ pro Tag) mit einer Erhöhung der Krankheitsanfälligkeit reagieren (SCHÜTTE, 1991). Neben einem Unter- oder Überschreiten der relativen Luftfeuchtigkeit kann auch ein hoher Staubanteil in der Luft als weitere prädisponierende Noxe für die Entstehung von Atemwegserkrankungen angesehen werden (STEIN et al., 1991). DONE (1991) fordert daher, dass jedem Einzeltier ein Luftvolumen von mindestens 3 m^3 zur Verfügung stehen sollte. Die Tiefstreuhaltung von Mastschweinen verfolgt neben dem Ziel, eine artgemäße Haltung der Tiere zu ermöglichen, die Ammoniak- und Geruchsemissionen im Stall zu verringern. SCHÜTTE (1991) konnte anhand seiner Untersuchungen in einer Mastschweineanlage nachweisen, dass mit steigendem Ammoniakgehalt

die Erkrankungsrate der Tiere zunimmt. Der Autor betont jedoch, dass nur durch die Berücksichtigung aller stallklimatischen Parameter Ergebnisse vergleichbar werden. Den Auswirkungen von erhöhten Ammoniakkonzentrationen auf die Mastleistung gingen DIEKMAN et al. (1993) in ihrer Studie nach. Schweine, die höheren Ammoniakgehalten ausgesetzt sind, erreichen niedrigere Schlachtgewichte (86,8 kg vs. 94,5 kg) und weisen vermehrt Veränderungen an den Lungen auf. Schadgase beeinträchtigen die mukoziliare Clearance der Respirationsschleimhaut und begünstigen somit die Haftung lungenpathogener Keime (LIEBMANN et al., 1991). KÖFER et al. (1993) sehen in einem Keimgehalt von über 1.250 KBE je Liter Stallluft eine Hauptursache im Entstehen von Lungenerkrankungen.

2.2.4.7 Außenhaltung und Offenfrontsysteme

Neben der Steigerung des Wohlbefindens und der Möglichkeit des Ausübens von Sozial- und Erkundungsverhalten soll der Aufenthalt im Freien durch die vielfältigen Klimareize den Gesundheitszustand der Schweine stärken (DRAWER, 1998). Über die Gesundheit von Mastschweinen in Haltungen mit Auslauf ist bisher wenig geforscht worden. MORTENSEN et al. (1994) verglichen Fruchtbarkeitsdaten und Gesundheit von Sauen in Hüttenhaltung mit Tieren in konventionellen Abferkelställen. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass Außenhaltung von Vorteil für Betriebe mit einem hohen Infektionsdruck an Atemwegserregern sein kann. STRAW et al. (1985) untersuchten einen möglichen Zusammenhang zwischen klimatischen Faktoren und der Mortalitätsrate sowie der Häufigkeit von Arzneimitteleinsätzen bei Schweinen, die in Offenfrontställen mit Auslauf gehalten wurden. Weder extreme Minustemperaturen noch große Temperatursprünge hatten eine Auswirkung auf die Mortalitätsrate. Lediglich die Schweine, die zwischen Oktober bis Februar eingestallt wurden, zeigten einen signifikant höheren Arzneimittelverbrauch (16,5 ml Antibiotika pro Schwein) im Vergleich zu Schweinen, die in den Monaten April und September aufgenommen wurden (5,4 ml Antibiotika pro Schwein). DONE (1990) konnte in Offenfrontställen keinen negativen Effekt der Klimafaktoren auf die Lungengesundheit von Mastschweinen registrieren. Durch unzureichende Desinfektionsmöglichkeiten steigt in der Außenhaltung jedoch der Parasiten- druck, wobei dieser durch strenge Entwurmungsprogramme auf ein Minimum reduziert werden kann. Eine Beseitigung des Parasitenbefalls ist gegenwärtig nicht möglich (SAFIULLIN u. SAZANOV, 1991).

2.3 Auswirkungen der Produktionsbedingungen auf die Fleischqualität

Nachlassender Absatz und steigende Produktion führen zu einem Überhang an Schweinefleisch. Nach Angaben von SCHLINDWEIN (1997) ist auch 1996 der Schweinefleischverzehr pro Kopf mit 39,4 kg leicht rückläufig gewesen. Ange-

sichts der Überproduktion in der Landwirtschaft gewinnt die Qualität des Fleisches in hochentwickelten Ländern eine immer größere Bedeutung. Die Fleischbeschaffenheit setzt sich aus einer Vielzahl von Faktoren zusammen und ist somit in ihrer Gesamtheit nur schwer zu erfassen. Zudem definiert die Gesellschaft den Qualitätsbegriff immer wieder neu und legt neben der **Produktqualität** zunehmend Wert auf die Produktionsverfahren, definiert als **Prozessqualität**. Ursächlich beeinflussen vor allem genetische Parameter sowie die Umstände während der Mast, des Transportes und der Schlachtung die Fleischqualität maßgeblich. Darüber hinaus spielen postmortale Prozesse bei der Kühlung und Reifung der Schlachtkörper eine Rolle.

2.3.1 Definition von Fleischqualität

Der Begriff Qualität leitet sich von dem lateinischen Begriff 'qualitas' ab und bedeutet Eigenschaft. In diesem Sinne haben sich in der Vergangenheit die Anforderungen der Verbraucher hinsichtlich der erwünschten Eigenschaften beim Schweinefleisch deutlich verändert. Von der früheren Bedeutung des Fettgehaltes im Fleisch über den Wunsch möglichst magerer Fleischstücke nimmt heute der Genusswert eine zentrale Stellung ein. HOFMANN (1992) und SCHARNER (1997) unterscheiden zwei Qualitätsdefinitionen. Bei der *Qualität im Sinne von Güte* wird der Ausdruck subjektiv verwendet und im Sinne von "Erstklassigkeit" positiv besetzt. Er unterliegt der Wertschätzung des Menschen und ist somit ideell verschieden. Die Wertschätzung ist von der Qualität sekundär abgeleitet und vom Wandel der Zeit bestimmt (HOFMANN, 1987a). Bei der *Qualität im Sinne von Beschaffenheit* stellt sich die Frage nach den Merkmalen und Eigenschaften des Produktes. Diese können objektiv festgestellt, beschrieben, charakterisiert, analysiert und gemessen werden (HOFMANN, 1992). Sie sind primär vorhanden, vorgegeben und feststehend, unabhängig vom Urteil des Menschen. Eine wissenschaftliche wertneutrale Verwendung ist möglich (SCHARNER, 1997). Da Fleisch ein biologisch hochwertiges, stoffinhaltlich und strukturell kompliziert zusammengesetztes Produkt darstellt, reicht ein Qualitätsmerkmal für die Beschreibung der Qualität nicht aus. So definierte HOFMANN (1973, 1974) die Fleischqualität als die Summe seiner Eigenschaften, die da sind:

- sensorisch (Aussehen, Aroma, Textur),
- ernährungsphysiologisch (Nährwert, Vitamine),
- hygienisch-toxikologisch (u.a. Mikroorganismen, Rückstände) und
- verarbeitungstechnologisch (u.a. Wasserbindungsvermögen, pH-Wert)

Von den Qualitätsmerkmalen des Fleisches sind die Einflussfaktoren auf die Qualität zu unterscheiden. Hierzu zählen in erster Linie die Bedingungen der Produktion, die unter dem Namen Produktions- oder Prozessqualität zusammengefasst werden. THIEMIG et al. (1997) ordnet diese Faktoren drei nicht scharf getrennten Gruppen zu:

- Prämortale Faktoren
 - physiologischer Zustand des Tieres, gegeben durch Rasse, Alter, Geschlecht, Gesundheit und genetische Prädisposition,
 - Futterqualität,
 - Haltungsbedingungen,
 - Transportbedingungen (Art, Dauer, Klima)
- Faktoren im Schlachtbetrieb
 - Situation im Wartestall,
 - Treiben und Treibhilfen,
 - Betäubungsverfahren und Blutentzug
- Postmortale Faktoren
 - Schlachtkörpertemperatur,
 - Dauer bis zum Kühlbeginn,
 - Effektivität der Kühlung,
 - hygienische Voraussetzungen

Durch die entsprechende Gestaltung der Einfluss- bzw. Produktionsfaktoren wird versucht, die Qualität des Fleisches zu optimieren. Dabei wurde der Verbraucher nicht immer über die Produktionsverhältnisse aufgeklärt. Es entwickelt sich aber in letzter Zeit ein neues Qualitätsverständnis, wonach zunehmend nach der Herkunft der Lebensmittel, der Art und Weise ihrer Erzeugung, Gewinnung und Weiterverarbeitung gefragt wird (KALLWEIT, 1996). Nach einer Studie von BECKER et al. (1996) werden die Kriterien der Prozessqualität wie artgerechte Tierhaltung, Fütterung, Transport und Schlachtung sogar wichtiger beurteilt als Kriterien der Produktqualität wie z. B. Brateigenschaft und Geschmack. Fragen des Tierschutzes, der Umweltbelastung und der Fütterung im Hinblick auf Gesundheitsgefährdungen durch Rückstände im Fleisch fließen in die heutige Verbraucherdefinition der Fleischqualität ein. FEHRENBURG und WENZLAWOWICZ (1994) fordern daher eine Erweiterung des Gesamtbegriffes Fleischqualität um ideelle und ethische Aspekte.

2.4 Parameter zur Beurteilung der Fleischqualität

Nach SCHARNER und SCHIEFER (1975) wird die Qualität des Fleisches durch die Eigenschaften definiert, die seinen Nahrungs- und Genusswert für die menschliche Ernährung festlegen. Normalerweise wird direkt nach der Schlachtung die Fleischbeschaffenheit nur untersucht, wenn bei der tierärztlichen Fleischuntersuchung Auffälligkeiten der Muskulatur in Farbe und Wässrigkeit oder frühzeitige Muskelstarre bemerkt werden (FIHV, 2001). Reguläre Messungen auch ohne Verdacht auf Fleischqualitätsmängel erfolgen nur im Rahmen von Markenfleischprogrammen (BEUTLING U. SEIFERT, 2002). Zur Charakterisierung der Fleischqualität werden insbesondere die Parameter **Wasserbindungsvermögen**, **Farbe** und **pH-Wert** empfohlen (SCHARNER u. SCHIEFER, 1975;

BEUTLING U. SEIFERT, 2002). Zur endgültigen Qualitätseinstufung genügen jedoch laut BEUTLING und SEIFERT (2002) nicht allein die unmittelbar nach der Schlachtung erhobenen Befunde, sondern sie halten eine Überprüfung der Messwerte 24 post mortem unbedingt für erforderlich. Eine ausführliche Übersicht über die aktuelle Literatur zu den genannten Parametern findet sich bei SEIFERT (1999), an dieser Stelle wird nur auf die in der eigenen Untersuchung verwendeten Messgrößen Bezug genommen. Neueste Untersuchungen aus Holland zeigen, dass die Nah-Infrarot-Reflektions-Spektroskopie (NIRS-Technik) möglicherweise eine der vielversprechendsten Methoden für die Bestimmung der Fleischqualität ist (GEESINK et al., 2003). Diese Methode sei nicht nur schnell, sondern auch non-destruktiv, sie eigne sich also für die Routineuntersuchung am Schlachtband, zumal sie bereits 30 Min. post mortem zum Einsatz kommen kann. Das Ergebnis zu diesem Zeitpunkt wies laut der Autoren eine starke Korrelation zum Wasserhaltevermögen auf ($R = 0.84$).

2.4.1 pH-Wert im Muskel und die Bedeutung für die Fleischqualität

Der pH-Wert ist ein Maß für die Azidität und liegt im Muskelgewebe lebender Tiere physiologischer Weise bei Werten um 7 (HONIKEL u. HAMM, 1974; SCHEPER, 1974; FISCHER, 1981).

Die Bedeutung des pH-Wertes für die Fleischqualität begründet sich weniger in der sensorisch kaum wahrnehmbaren Differenzierung des Säuregrades, sondern in der engen Kopplung zwischen postmortalem pH-Wert-Abfall und verschiedenen, die Qualität bestimmenden Eigenschaften des Muskelfleisches (SCHEPER, 1974).

2.4.1.1 Postmortale Vorgänge in der Muskulatur

In der Muskulatur laufen prae- und postmortal die gleichen biochemischen Vorgänge ab, das dynamische Gleichgewicht zwischen auf- und abbauenden Prozessen im lebenden Muskel verschiebt sich bei Eintritt des Todes durch die Unterbrechung der Nähr- und Sauerstoffzufuhr sowie des Abtransportes von Stoffwechselprodukten jedoch mehr und mehr zugunsten abbauender Vorgänge (FISCHER, 1981).

FISCHER (1981) gibt einen Überblick über die Abläufe im Muskel. Postmortal wird im Laufe der anaeroben Glykogenolyse und Glykolyse Glykogen solange zu Laktat abgebaut (mit Freisetzung von Protonen), bis das gesamte Muskelglykogen verbraucht ist oder der abfallende pH-Wert unterhalb des Wirkungsbereiches der Enzyme liegt, was nach Beobachtungen von SCHEPER (1979) im Schweinefleisch nach sechs bis zehn Stunden eintritt. Bei normaler Fleischbeschaffenheit kommt es zum Absinken auf einen End-pH-Wert um 5,5 (5,3-5,8 [HOFMANN, 1987b]). Nach SCHARNER u. SCHIEFER (1975) ist die anaerobe Glykolyse im wesentlichen von Glykogen-, Myoglobin- und Bindegewebsgehalt, Temperatur, Ausblutungs- und Dehnungsgrad der Muskeln abhängig.

Solange ATP aus ADP und anorganischem Phosphat resynthetisiert wird (Glykolyse; Abbau von Kreatinphosphat), kann dieses als „Weichmacher“ der Muskulatur fungieren⁵, bleibt die Aktin-Myosinfilament-Verknüpfung irreversibel und der Rigor mortis tritt ein. Je nach Tierart ein bis drei Tage postmortal verursachen Autolyseprozesse die Lösung des Rigor mortis durch Brechen der Myofibrillen an oder in der Nähe der Z-Linie der Sarkomere (nicht: Lösung der Aktin-Myosin-Verknüpfung) (FISCHER, 1981).

Findet keine ATP-Resynthese mehr statt, wird ADP über AMP und IMP zu Inosin und Hypoxanthin abgebaut, wobei letztere für das Aroma des „gereiften Fleisches“ mitverantwortlich sind (FISCHER, 1981; FÜRST u. BERSCHAUER, 1981).

Das Absinken des pH-Wertes bedingt eine Verschlechterung des Safthalte- und Quellungsvermögens der Muskulatur, da die Verschiebung des pH-Wertes in Richtung des isoelektrischen Punktes des Myosins (pH_{ISO} ca. 5,0; hier dann minimales Wasserbindungsvermögen) eine Verminderung negativ geladener, hydrophiler Gruppen verursacht (FISCHER, 1981).

2.4.1.2 Erfassung des pH-Wertes

Der Muskel-pH-Wert im Schlachtkörper variiert in Abhängigkeit von Messstelle und -zeitpunkt zwischen den Werten 5,0 und 7,5 (SCHEPER, 1974; FÜRST u. BERSCHAUER, 1981). Da die Entwicklung des pH-Wertes in den einzelnen Muskeln also nicht gleichzeitig und einheitlich verläuft, werden zur objektiven pH-Wert-Messung die besonders anfälligen Mm. longissimus dorsi (Kotelett) und semimembranosus (Schinken) herangezogen, möglich auch Mm. longissimus cervicalis und gluteus medius (SCHEPER, 1978; FÜRST u. BERSCHAUER, 1981). Die Auswahl der für die pH-Bestimmung geeigneten Messstellen erfolgt dabei nach mehreren Gesichtspunkten. Zum einen soll der Muskel die Bestimmung eines für den gesamten Tierkörper repräsentativen pH-Wertes ermöglichen, andererseits soll der Muskel durch den Schlacht-/ Verarbeitungsvorgang nicht beschädigt sein und die Messung selbst soll keine qualitätsmindernden Schäden am Fleisch verursachen bzw. dieses nicht mikrobiell kontaminieren (BEUTLING u. SEIFERT, 2002). Laut SCHEPER (1978) findet man bei Auftreten von PSE-Qualität im Schinken zu 95% dieses auch im Kotelett, Rückschlüsse von Kotelett zu Schinken sind aber nur zu einem Drittel möglich, so dass auf die Messung im Kotelett nicht verzichtet werden sollte. Die genannten Muskeln sind auch für die Erkennung von Fleisch mit DFD-

⁵ Gleitfilamenttheorie: Myosinköpfchen werden durch ATP-Bindung und -Spaltung (Myosin-ATPase) in energiereichen Zustand versetzt und binden nach Ca^{2+} -Einstrom an Aktinhaftstellen. Konformationsänderung des Aktin-Myosin-Komplexes führt zum Abknicken der Myosinköpfchen und Hineinziehen der Aktinfilamente zur Sarkomermite, wobei die Myosinköpfchen in energiearmen Zustand zurückfallen, ADP und Phosphat freigeben und sich bei erneuter Bindung/ Spaltung von ATP vom Aktinfilament lösen.

Charakter geeignet, da in diesen nicht nur die schnellste sondern auch die größte pH-Senkung erfolgt.

Das elektrometrische Verfahren zur Bestimmung des pH-Wertes beruht auf der Messung einer Potentialdifferenz zwischen Bezugs- und Messelektrode. Die Messgenauigkeit dieses Messverfahrens ist der früher ebenfalls angewendeten kolorimetrischen Messung weit überlegen. Diese beruht auf der Farbänderung von Indikatoren bei Säureeinwirkung.

2.4.1.3 Fleischqualitätsabweichung im Sinne von PSE und DFD

Generell und stark vereinfachend kann gesagt werden, dass akuter Stress zum Zeitpunkt des Schlachtens mit PSE-Qualität, chronischer Stress und Erschöpfung hingegen mit DFD-Qualität einhergeht, wobei die Reaktion des Individuums auf die Belastungen von verschiedenen Faktoren wie. z.B. dem Genotyp beeinflusst wird (WINSTANLEY, 1986; WARRISS, 1987; SCHÜTTE et al., 1994). Neben der genetischen Disposition zur Ausbildung von Fleisch mit PSE-Qualität kann dies auch bei wenig belastungsempfindlichen Schweinen z.B. durch eine rohe Behandlung auf dem Wege vom Erzeugerbetrieb zur Betäubung am Schlachthof ausgelöst werden (AUGUSTINI, 1983; WENZLAWOWICZ et al., 1996); bei belastungsempfindlichen Tieren genügt dazu bereits ein geringer Belastungsreiz. Im Gegensatz zum unempfindlichen Schwein gelingt es dem Organismus empfindlicher Tiere nicht, nach Beendigung der Belastung (erhöhte Muskelaktivität mit anaerober Glykogenolyse) die Energie für den Muskelstoffwechsel wieder durch aerobe Glykogenolyse zu gewinnen (AUGUSTINI, 1983). Da Fleischqualitätsabweichungen erst auftreten, wenn die physiologischen Kontrollmechanismen der Schweine überfordert sind, steht dies in direkter Beziehung zum Wohlbefinden der Tiere vor der Schlachtung (BROOM, 1995).

Die Ursachen für die Entstehung von Fleisch mit PSE- oder DFD-Qualität liegen in einem abweichenden Verlauf der Glykogenolyse/ Glykolyse und somit des Muskel-pH-Wertes, die genaue Abfolge der Ereignisse im Muskel, die zum PSE-Fleisch führen, ist jedoch nicht bekannt (HONIKEL u. SCHWÄGELE, 1989).

Bei Tieren, deren Schlachtkörper Fleisch mit PSE- oder auch DFD-Qualität lieferte, konnte in Untersuchungen von POTTHAST und HAMM (1976) bereits *ante mortem* ein rascher ATP- und Glykogenabbau nachgewiesen werden, deren Ursache nach HONIKEL und KIM (1985) noch ungeklärt ist (möglicherweise Muskelkontraktionen, aktive Ionentransporte durch Membransysteme, Syntheseleistungen). AUGUSTINI (1983) gibt eine ungenügende Sauerstoffnachlieferung, unzureichende Ausstattung mit Mitochondrien und den entsprechenden Enzymen, Entkopplung der oxidativen Phosphorylierung sowie Störungen im Calciumfluss zwischen Myofibrillen und Sarkoplasmatischem Retikulum bzw. Mitochondrien als mögliche Gründe für einen *ante mortem* gesteigerten *anaeroben* Stoffwechsel an. Eine durch physischen oder psychischen Stress ausgelöste Adrenalinausschüttung verursacht *ante mortem* eine Beschleunigung

des Glykogenabbaus (FISCHER, 1981); nach Angaben von POTTHAST und HAMM (1976) lässt sich mit Adrenalininjektionen bei Versuchstieren experimentell dunkles Fleisch mit hohem End-pH-Wert erzwingen, so dass eine Beteiligung des Adrenalins angenommen werden kann.

Kommt es zu einer (z.T. extrem) beschleunigten Glykogenolyse, bei der sich bereits eine Stunde post mortem (pH_1) der End-pH-Wert eingestellt hat, so zeigt sich das Fleisch blass, weich und wässrig (*pale, soft, exudative* - PSE). PSE-Fleisch besitzt ein sehr schlechtes Wasserbindungsvermögen, da der bereits kurz nach dem Schlachten niedrige pH-Wert bei noch hohen Fleischtemperaturen (über 38°C) auftritt, was zu einer partiellen Denaturierung von Muskelproteinen und zu Membranveränderungen führt. Die Veränderungen der Muskelproteine (Verminderung der Löslichkeit der Sarkoplasma-Proteine, die sich auf den Myofibrillen niederschlagen) sind auch für die blasser Farbe des Fleisches verantwortlich (SCHARNER u. SCHIEFER, 1975; SCHEPER, 1979; FISCHER, 1981; HONIKEL u. KIM, 1985; HONIKEL u. SCHWÄGELE, 1989).

Die Hypothesen, die als verantwortlich für den *postmortal* raschen ATP-Verbrauch im PSE-Fleisch diskutiert werden, geben HONIKEL und KIM (1985) sowie HONIKEL und SCHWÄGELE (1989) an:

- 1) durch Calciumionen ausgelöste Muskelkontraktionen, die Ionen werden andererseits unter Energieverbrauch auch wieder ins Sarkoplasmatische Retikulum rückgespeichert,
- 2) Beschleunigung der Glykolyse durch Ca^{2+} -Ionen (Umwandlung der inaktiveren b-Phosphorylase in aktive a-Form),
- 3) erhöhter Ca^{2+} -Ausstrom aus Mitochondrien halothansensitiver Schweine ins Sarkoplasma - durch Membranschäden und/ oder unmittelbar praemortale hormonale Steuerung,
- 4) abweichender Anteil einzelner Pyruvat-Isoenzyme mit unterschiedlicher pH-abhängiger Umsetzungsgeschwindigkeit,
- 5) früheres Einsetzen einer anaeroben Stoffwechsellage,
- 6) verstärkter aktiver Stofftransport durch Zellmembransysteme,
- 7) enzymatische Fehlsteuerungen.

HONIKEL und KIM (1985) konnten in ihren Untersuchungen nachweisen, dass es im PSE-Muskel nicht zu vermehrten Muskelkontraktionen kommt, da keine Verkürzung der Sarkomere feststellbar war. Sie vermuten hierfür einen Verlust der Kontraktilität durch frühzeitige Inaktivierung der kontraktilen Proteine (ad 1.). Für einen früheren anaeroben Stoffwechsel im PSE-Muskel konnten HONIKEL und SCHWÄGELE (1989) in der Literatur keine Hinweise finden (ad 5.); in ihren Untersuchungen wiesen die Autoren in Muskeln mit einem pH_1

zwischen 5,6 und 6,0 eine sechsmal höhere Aktivität der Phosphorylase⁶ nach als in Muskeln mit einem pH-Wert über 6,5 (ad 2.); des weiteren stellten sie in Abhängigkeit der pH_1 -Werte unterschiedliche Isoenzymmuster der Pyruvatkinase⁷ mit verschiedenen pH-abhängigen Aktivitätsmaxima fest (ad 4.). Rechnerisch ermittelten die Autoren aufgrund der unterschiedlichen Enzymaktivitäten eine ca. achtmal größere Gesamtumsatzrate der Glykogenolyse in Muskeln mit pH_1 von 5,5 verglichen mit pH_1 -Werten von 6,5. LÖWE et al. (1977) schlussfolgern hingegen aus ihren Untersuchungen über den Einfluss aufeinanderfolgender, physisch erschöpfender motorischer Belastungen auf Hauschweine und der sich daraufhin entwickelnden Fleischqualität, dass durch die Summierung der Belastung es zu starken Abweichungen von der Norm kommt, die lange bestehen bleiben. Bereits intra vitam kommt es zu strukturellen und funktionellen Änderungen wie Flüssigkeitsanreicherungen und Koagulationsnekrosen, sowie zu Störungen im aeroben Stoffwechsel, die ihr größtes Ausmaß mitunter erst nach mehreren Stunden erreichen. Besonders die aerobe Stoffwechselkapazität des M. longissimus dorsi werde sehr schnell überschritten, und es könnten damit bereits bei scheinbar geringen motorischen Belastungen im Zusammenhang mit der Schlachtung die Voraussetzungen für die Entwicklung von PSE-Fleisch entstehen. Die Glykogenvorräte des Muskels würden hierdurch jedoch nicht wesentlich verringert werden, so dass ausreichend Energie für eine postmortale (überstürzte) Fleischreifung zur Verfügung stünde. WENZLAWOWICZ (1994) gibt eine Zusammenstellung der in der Literatur angegebenen pH-Grenzwerte, die der PSE-Klassifizierung zugrunde gelegt werden. Laut der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift über die Durchführung der amtlichen Untersuchungen nach dem Fleischhygienegesetz und dem Geflügelfleischhygienegesetz (AVVFIH) vom 19. Februar 2002 wird von einer abnormen Fleischsäuerung beim Schwein im Sinne einer beschleunigten Glykolyse ab einem Grenzwerte des pH_{45} -LD unter 5,6 und des pH_{45} -SM unter 5,8 ausgegangen. Eine verzögerte oder unvollständige Glykolyse liegt vor, wenn der pH_{ult} -Wert 6,2 oder höher ist (normale Muskulatur: 5,6-6,0), die pH_1 -Werte liegen jedoch im Bereich normalen Fleisches (SCHEPER, 1976). Diese Fleischqualitätsabweichung geht mit dunklem, festem, trockenem Fleisch von leimartiger Konsistenz einher (DFD = *dark, firm, dry*), was auf der Wirkung eines hohen pH-Wertes auf die Oxidation und die räumliche Anordnung des Myoglobins beruht; geschmacklich dominiert durch das Fehlen der sich in Fleisch normaler Qualität bildenden Aromastoffe Inosin und Hypoxanthin die leimige Nuance der Bindegewebskomponenten (HILDEBRANDT, 1974). DFD-Fleisch zeichnet sich aus durch hohe Farbstabilität und gutes Saffhaltevermögen, bietet aber aufgrund des hohen pH-Wertes den unerwünschten Mikroorganismen

⁶ Phosphorylase: Enzyme des ersten Schrittes der Glykolyse zur Bildung von Glukose-1-Phosphat

⁷Pyruvatkinase: Enzyme zur Bildung von Pyruvat aus Phosphoenolpyruvat mit ATP-Synthese

optimale Wachstumsbedingungen, wodurch die Haltbarkeit stark herabsetzt ist (POTTHAST u. HAMM, 1976; SCHEPER, 1979; FÜRST u. BERSCHAUER, 1981).

Die Ursache für die fehlende Glykolyse ist in einem Verbrauch der Energie-reserven vor dem Schlachten und somit in einer Entleerung der Glykogenspeicher zum Zeitpunkt des Todes zu sehen, ausgelöst z.B. durch lange Nüch-terung oder extreme Aufregung und Anstrengung mit Erschöpfungszuständen (AUGUSTINI u. FISCHER, 1981; WARRISS, 1987).

Obwohl endogene und exogene Faktoren für das Auftreten von PSE- und DFD-Fleisch verantwortlich gemacht werden können, sieht SCHEPER (1979) in der erblichen Veranlagung die entscheidende Komponente. Einen möglichen Erklärungsansatz für die Vererbbarkeit der Stressempfindlichkeit mit postmor-taler Ausprägung von PSE-Fleisch sehen HONIKEL und SCHWÄGELE (1989) in den Unterschieden der Isoenzymzusammensetzung der Pyruvatkinase (s.o.). Wären diese auch im lebenden, stressempfindlichen Schweinemuskel nach-weisbar und entstünden nicht postmortal unter Stresshormoneinfluss, so könnte dies neben hormonellen aber auch genetische Ursachen haben. Der erhöhte Anteil weißer Muskelfasern vom Typ IIB in der Muskulatur stressempfindlicher Schweine mit resultierender Sauerstoffunterversorgung ist nach BICKHARDT (1988) mitverantwortlich für die Stressempfindlichkeit mit Ausprägung der Belastungsmiopathien (s.u.).

2.4.1.3.1 PSE-Syndrom - latente Form der Belastungsmiopathie beim Schwein

Unter Belastungsmiopathie versteht man die genetisch bedingte Empfindlichkeit gegenüber physischen und psychischen Belastungen. Das Auftreten von PSE wird als „latente Form der Belastungsmiopathie“ bezeich-net, da sich das Krankheitsbild erst postmortal manifestiert und die betroffenen Tiere somit intra vitam gesund erscheinen können. Zwischen Fleischfülle und Fleischqualität besteht eine negative genetische Korrelation (BERGMANN, 1979; BICKHARDT, 1988). Die Reaktion auf Belastung ist abhängig vom Genotyp: stressresistente Schweine entwickeln trotz starker Belastung selten Belastungs-miopathien, stressempfindliche Tiere hingegen schon bei geringer Belastung (WARRISS, 1987).

Mitverantwortlich auch für die übrigen Ausprägungen der Belastungsmiopathie (akute Form, Rückenmuskelnekrose) ist ein - im Vergleich zum Wildschwein - durch züchterische Selektion auf Fleischfülle bedingt erhöhter Anteil weißer Muskelfasern (IIB-Fasern).

IIB-Muskelfasern zeichnen sich durch ihren großen Durchmesser, Glykogen- und Myofibrillenreichtum sowie Mitochondrienarmut aus. Die Energiebereit-stellung bei Belastung läuft somit überwiegend anaerob ab (ungenügende O₂-Bereitstellung durch lange Diffusionsstrecke zum Faserinneren, Mitochondrien-armut) (BADER, 1982; BICKHARDT, 1988). BADER (1981, 1982, 1983) wies in seinen Untersuchungen beim Vergleich mit anderen Muskelgruppen im M.

longissimus dorsi einen mit 70% sehr hohen Anteil an weißen Muskelfasern nach, der mit steigender Muskelquerschnittsfläche noch zunimmt. Weiterhin ist in diesem Muskel im Gegensatz zu den anderen Muskelgruppen die Faserquerschnittsfläche der weißen Muskelfasern größer als die der roten Fasern. Zwischen Fleischrasse-Schweinen, die sich in der Halothanreaktion entweder als positiv oder als negativ erwiesen hatten, fand ERNST (1989) jedoch weder Unterschiede in der Muskelzusammensetzung hinsichtlich Fasertypenhäufigkeit und -kaliber noch in der Qualität und Quantität von Belastungsmypathien.

2.4.2 Schinkenkerntemperatur

Bei Stoffwechselprozessen - so auch der Glykolyse als exothermer Reaktionsablauf (BENDALL, 1988) - wird im Muskel Wärme freigesetzt, die aufgrund der nach der Schlachtung unterbrochenen Blutzirkulation nicht mehr aus der Muskulatur abtransportiert werden kann und somit zu einem postmortalem Anstieg der Temperatur in der Muskulatur führt. Da auch die unmittelbar vor der Schlachtung produzierte Wärmeenergie nicht mehr vollständig an die Umgebung abgegeben werden kann, wird die Fleischtemperatur durch motorische Aktivität vor der Betäubung beeinflusst. WARRISS et al. (1995) simulierten den körperlichen Stress, dem Schweine beim Umtreiben aus der Wartebucht zur Betäubungsanlage in Schlachthöfen oftmals ausgesetzt sind, und fanden 20 und 45 Minuten nach der Betäubung um 1°C höhere Temperaturen im M. longissimus dorsi als bei der Vergleichsgruppe.

Aufgrund der Temperaturabhängigkeit chemischer Reaktionen verursacht eine bereits zum Zeitpunkt der Schlachtung überhöhte Körpertemperatur eine Beschleunigung postmortaler Stoffwechselprozesse, so dass die Häufigkeit von PSE-Fleisch mit steigender Körpertemperatur zunimmt (HILDEBRANDT, 1974). Auf die Bedeutung der Fleischtemperatur im Zusammenhang mit einem niedrigen pH-Wert (PSE-Fleisch) wurde bereits hingewiesen.

Als Grenzwert zur Beurteilung der Fleischqualität wird von VAN PUTTEN et al. (1983) für die Schinkenkerntemperatur ein Wert von 40,5°C angegeben: eine Fleischtemperatur oberhalb dieser Grenze spricht für das Vorliegen von Fleisch mit Qualitätsabweichung im Sinne von PSE oder DFD.

RUNGE (1972) fand bei Schlachtkörpern mit PSE-Qualität signifikant höhere Fleischtemperaturen (Mm. longissimus dorsi und semimembranosus 30 und 45 Minuten post mortem) verglichen mit Schlachtkörpern von normaler oder DFD-Qualität.

2.4.3 Die elektrische Leitfähigkeit und die Bedeutung für die Fleischqualität

Ein weiteres Messverfahren zur Beurteilung der Fleischqualität ist die Messung der elektrischen Leitfähigkeit (REUTER, 1982; FELDHUSEN et al., 1987; SCHWÄGELE, 1993; WENZLAWOWICZ, 1994; BEUTLING u. SEIFERT, 2002). Die

Leitfähigkeit, die abhängig ist von den Grundgrößen Widerstand, Leitwert, Länge und Querschnitt des Leiters, wird in Milli Siemens pro cm (mS/cm) angegeben (FELDHUSEN, 1987). Aussagekraft für die Fleischqualität im Sinne von PSE besitzt die Leitfähigkeit im Gegensatz zur pH-Werterfassung erst 24 Stunden post mortem (WENZLAWOWICZ, 1994; BEUTLING u. SEIFERT, 2002). Leitfähigkeits- und pH-Messwerte sind nur schwach miteinander korreliert, wobei die Angaben in der Literatur differieren. Wenzlawowicz (1994) fand einen Zusammenhang mit $r = 0,49$ und eine Übereinstimmung zwischen pH_1 - und Lf_1 -Werten in der Klasse PSE von 43 %, hingegen konnten BEUTLING u. SEIFERT (2002) in dieser Klasse nur eine 18 %ige Übereinstimmung feststellen. Sie schlussfolgern daraus, dass eine sichere, frühpostmortale Aussortierung zu maßregelnder Schlachtkörper hinsichtlich der Fleischbeschaffenheit über die pH_1 - und Lf_1 -Werte nicht ohne Feststellung weiterer Merkmale gelingen kann. Laut BEUTLING u. SEIFERT (2002) bedarf es einer Überprüfung nach 24 Stunden, wenn eine Einstufung der Schlachtkörper in die Qualitätsklassen PSE oder PSE-Verdacht durch die frühe pH- und/oder Lf-Messung erfolgt. Sie fordern, dass dabei zusätzlich zu dem pH-Wert auch andere Merkmale, wie locker gebundenes Wasser und Remission (Farbhelligkeit) geprüft werden sollten, da sie die Verarbeitungseigenschaften des Fleisches besser charakterisieren als die Leitfähigkeit.

2.4.4 Physiologische Parameter ante mortem und die Fleischqualität

Da letztendlich Abweichungen im Muskelzellstoffwechsel für die Ausprägung von Fleischqualitätsabweichungen verantwortlich sind und dieser wiederum mit physiologischen Regelkreisen in enger Verbindung steht, kann nach AUGUSTINI et al. (1977) angenommen werden, dass bereits von ante mortem erfassten physiologischen Parametern Schlüsse auf die nach der Schlachtung zu erwartende Fleischqualität gezogen werden können. Hierzu zählen unter anderem die Herzfrequenz, die Körpertemperatur, die Atemfrequenz sowie verschiedene Blutparameter.

FORREST et al. (1965) ermittelten unmittelbar vor der Betäubung mittels EKG die Herzfrequenz von 55 Schweinen verschiedener Rassen und fanden höhere Werte bei den Tieren, deren Schlachtkörper Fleisch mit PSE-Qualität entwickelten.

HERTRAMPF (1972) erfasste von 76 Mastschweinen zwei Tage vor sowie nach dem Transport zum Schlachthof physiologische Parameter und als Fleischqualitätsparameter den Farbhelligkeitswert (Göfo-Wert) und stellte fest, dass Schlachtkörper mit einem niedrigen Farbhelligkeitswert (mindere Fleischqualität) von Tieren stammten, die bereits im Stall höhere Rektaltemperaturen, Atem- und Herzfrequenzen (Pulsperiodendauer) aufwiesen und auf die Transportbelastung mit dem größten Körpertemperaturanstieg reagierten.

Für die Untersuchung von RUNGE (1972) wurden die Rektaltemperatur vor dem Schlachten (drei Einzelmessungen pro Tier) sowie Fleischqualitätsparameter (u.a. pH-Wert, Fleischtemperatur) von 410 Schlachtschweinen ermittelt. Die Körpertemperatur der Tiere, deren Schlachtkörper PSE-Qualität hatten, lag vor der Schlachtung signifikant höher im Vergleich zu den Tieren mit normaler oder DFD-Qualität, gleiches gilt für die ermittelten Fleischtemperaturwerte.

AUGUSTINI et al. (1977) erfassten von 180 Mastschweinen rektal einen Temperatureingangswert im Stall sowie weitere Werte nach dem Verladen und nach dem Transport zum Schlachthof, die Herzfrequenz wurde kontinuierlich aufgezeichnet, als Fleischqualitätsparameter wurde u.a. der pH_{45} -Wert gemessen. Schweine, deren Schlachtkörper im M. semimembranosus einen pH-Wert unter 5,7 aufwiesen, hatten zu Transportende signifikant niedrigere Rektaltemperaturen und während des Transportes höhere Herzfrequenzen als Tiere mit einem pH-Wert über 5,7 sowie höhere Herzfrequenzwerte bei Transportende als Tiere mit einem pH-Wert über 6,1. Analog resultierten eine niedrige Herzfrequenz (unter 85 Schläge/ min.) sowie eine tiefe Rektaltemperatur (unter 38,8 °C) bei Transportende in höheren pH-Werten verglichen mit höheren Herzfrequenz- oder Temperaturbereichen (Unterschiede z.T. signifikant). Eine Vorhersage der Fleischqualität ist nach Ansicht der Autoren aufgrund einer großen Streuung der Parameter nur in Extremfällen möglich.

SACKMANN (1988) fand in seinen Untersuchungen einen Zusammenhang zwischen den erfassten klinischen Parametern und dem pH_{45} -Wert und der Fleischtemperatur im M. longissimus dorsi. Seiner Ansicht nach besteht ein vermehrtes Risiko für die Entstehung von Fleisch mit PSE-Eigenschaften (pH_1 -Wert $\leq 5,60$), wenn unmittelbar vor der Schlachtung die Atemfrequenz über 40 Züge pro Minute, die Herzfrequenz über 100 Schläge pro Minute und die Rektaltemperatur über 39°C liegen. Ein Anstieg der Rektaltemperatur unmittelbar ante mortem führte zu einer erhöhten Fleischtemperatur des M. longissimus dorsi. Für pH-Werte und Fleischtemperatur im M. semimembranosus ergaben sich keine Zusammenhänge zu den klinischen Parametern. Eine Möglichkeit zur genauen Vorhersage der Fleischqualität anhand der durchgeführten klinischen Untersuchungen sieht SACKMANN nicht, hält jedoch die Atemfrequenz für den am besten geeigneten Parameter zur Abschätzung der aktuellen Belastungssituation des Schweines und der resultierenden Fleischqualität.

2.4.4.1 Messung des pH-Wertes nach dem Schlachten

Der pH-Wert ist als der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration definiert. Im lebenden Muskel liegt er bei 7,2 und befindet sich somit etwas oberhalb des Neutralpunktes (HOFMANN, 1987b). Um Fleischqualitätsmängel im Sinne von PSE zu erkennen, ist der pH-Verlauf innerhalb einer Stunde post mortem zu messen (KALLWEIT u. PIRCHNER, 1989). Später (etwa 3-6 h p.m.) gemessene pH-Werte bringen keine weitere Differenzierung. Der gebräuchlichste Messzeitpunkt ist 45 Min. nach der Schlachtung (pH_1 ; $\text{pH}_{45\text{min}}$).

Da sich die Schlachtkörper unter heutigen Praxisbedingungen zu diesem Zeitpunkt meist schon im Kühlhaus befinden und daher die Messungen vorgezogen werden, sollte zur Vergleichbarkeit durchgeführter Fleischqualitätsmessungen ein sogenannter zeitbezogener pH-Wert angegeben werden (SCHÜTTE et al., 1994). Zur Feststellung von Fleischqualitätsmängeln im Sinne von DFD-Fleisch ist die pH-Messung 24h post mortem (pH_{ult} ; pH_{24}) am aussagekräftigsten (KALLWEIT u. PIRCHNER, 1989).

PSE-Eigenschaften finden sich nur selten im gesamten Schlachtkörper. Häufig sind nur einzelne Teilstücke oder einzelne Muskeln im Teilstück betroffen. Selbst innerhalb eines geschlossenen Muskels kann normale Fleischbeschaffenheit neben PSE-Eigenschaften angetroffen werden. Um pH-Wert-Messungen objektiv vergleichen zu können, werden die Mm. longissimus dorsi (Kotelett) und semimembranosus (Schinken) herangezogen, da dort die unerwünschten Eigenschaften am häufigsten auftreten (MATZKE u. HOLZER, 1989).

Bei pH-Messungen im Schinken ist zu beachten, dass die Aufhängung der Schweine zum Entbluten im angeschlungenen Bein zu einer stärkeren Belastung und so über eine beschleunigte Glykolyse zu einem schnelleren pH-Abfall führt. Auf die Kotelettmuskulatur hat das sog. Shackling keinen Einfluss (SACKMANN, 1988).

Die Messstellen liegen für den M. longissimus dorsi zwischen den Dornfortsätzen der 13. und 14. Rippe und für den M. semimembranosus ca. 5 cm vom kaudalen Ende der Beckensymphyse im Winkel von 120 Grad zur Körperlängsachse oberhalb der Symphyse (REUTER, 1982; AVVFIHG Kap.III Ziff. 4.1).

Für die Feststellung einer PSE- oder DFD-Beschaffenheit des Fleisches werden folgende Werte angegeben:

	M. semimembranosus	M.longissimus dorsi
PSE Fleischqualität (AVVFIHG Kp.III, 4.1.)	$\leq 5,8$ (pH_{45min})	$\leq 5,6$ (pH_{45min})
DFD Fleischqualität (AVVFIHG Kp.III, 4.1.)	$\geq 6,2$ (pH_{24h})	

Eine ausführliche Zusammenstellung der in der Literatur verwendeten pH-Grenzwerte findet sich bei WENZLAWOWICZ (1994). Es besteht eine weitgehende Übereinstimmung hinsichtlich der Festlegung von Grenzwerten für die Einstufung von Fleisch nach den pH-Werten in der Muskulatur. Nach Angaben von SCHÜTTE (1995b) sollte der PSE-Grenzwert von 5,8 auf 6,0 korrigiert werden, wenn die Messung 35 Min. p.m. erfolgt. Liegt der pH-Wert 35 Minuten nach der Schlachtung unter 6,0, ist der Schlachtkörper im Sinne von PSE einzustufen.

Die Messung des pH-Wertes wird in der Praxis meist mit einer Glaselektrode in

Form einer Einstabmesskette durchgeführt. Um keine verfälschten Daten zu erhalten, ist eine regelmäßige Eichung und Reinigung der Elektrode sowie eine Temperaturkompensation notwendig (SCHWÄGELE, 1993; HONIKEL, 1993).

2.4.4.2 Messung der Schinkenkerntemperatur

Die physiologische Körpertemperatur des Mastschweines liegt bei 38,8°C (PLONAIT, 1997b). Nach der Schlachtung eines Tieres kann dieser Wert bis auf 40,5°C ansteigen (VAN PUTTEN et al., 1983), da post mortem noch exotherme Reaktionen mit einhergehender Wärmebildung ablaufen, diese aber nicht mehr abtransportiert bzw. abgeatmet werden kann. Werden Schweine vor der Betäubung übermäßig belastet, führt dies zu einer zusätzlichen Erhöhung der Fleischtemperatur (WARRISS et al., 1995). Aufgrund der Temperaturabhängigkeit chemischer Reaktionen verursacht eine erhöhte Körpertemperatur eine Beschleunigung postmortaler Stoffwechselprozesse, so dass die Häufigkeit von PSE-Fleisch zunimmt (HILDEBRANDT, 1974). So kann sich die Fleischtemperatur zum Zeitpunkt der Schlachtung bis auf Werte über 41,1°C erhöhen. Dies führt neben den erniedrigten pH-Werten auch zu einer Zerstörung der Zellmembranen und damit zu einem verminderten Wasserbindungsvermögen (SCHWÄGELE, 1993). Daher wird die Bestimmung der Fleischtemperatur im Zusammenhang mit dem pH-Wert als Kriterium für die Identifizierung von PSE-Fleisch herangezogen. Oberhalb eines Grenzwertes von 41,1°C im Schinken (*M. semimembranosus*) sieht WENZLAWOWICZ (1995) den Hinweis für das Auftreten von PSE-Fleisch gegeben.

2.4.5 Einflüsse auf die Fleischqualität

Neben der Schlachtmethode und der Behandlung der Schlachtkörper bestimmen hauptsächlich genetische Faktoren und Umwelteinflüsse die Ausprägung von Fleischqualitätsmängeln im Sinne von PSE (HONKAVAARA, 1989; THIEMIG et al., 1997). Nach Löwe et al. (1977) ist die Herausbildung von PSE-Fleisch die Folgeerscheinung einer prämortalen Belastung, die die aerobe Stoffwechselkapazität der Muskulatur übersteigt, ohne dass es zu einer wesentlichen Verringerung der Glykogenreserven der Muskulatur kommt. Nach BEUTLING et al. (1977) ist dies häufig dann der Fall, wenn starke körperliche Belastungen rasch aufeinander folgen, so wie es durch den Transport zum Schlachthof und auf dem Schlachthof selbst zwangsläufig geschieht. Funktionelle und strukturelle Veränderungen können dann ein solches Ausmaß annehmen, dass sie nicht mehr kurzfristig oder auch gar nicht mehr rückgängig zu machen sind (BEUTLING et al., 1977).

2.4.5.1 Endogene Einflussfaktoren

Bei der Klassifizierung am Schlachtbetrieb werden die Tierkörper gewogen und anhand des Magerfleischanteiles in die 5 Handelsklassen E, U, R, O und P eingestuft. Schlachtkörper mit einem Gewicht zwischen 82 und 104 kg werden mit den höchsten Kilopreisen vergütet. In der Handelsklasse E, bei Magerfleisch-

werten ab 55 %, werden die höchsten preislichen Zuschläge bezahlt. Der Marktpreis für den Erzeuger basiert damit ausschließlich auf Schlachtkörpermasse und Muskelfleischanteil. Neben der Fütterung und der Mastdauer beeinflusst insbesondere die Genetik den Magerfleischanteil (Mfa) eines Schweines erheblich (FEWSON, 1974; KRIETER u. KALM, 1989).

In der Wachstumsphase der Tiere bis ca. 100 kg Lebendgewicht wird vornehmlich Muskelmasse aufgebaut und ein relativ geringer Fettaufbau erzielt (SUTTON et al., 1997; CANDEK-POTOKAR et al., 1998a). Mit steigendem Gewicht reduziert sich der Magerfleischanteil (HOY, 1998). Die Magerfleischanteile einiger Rassen (Large White, Duroc oder Hampshire) sind zuchtbedingt niedriger als die der reinen "Fleischrassen", da die Fleischqualität beim Schwein genetisch in negativer Beziehung zur Fleischmenge steht (SIMON, 1988; LENGERKEN et al., 1989).

Als Folge eines genetischen Antagonismus weisen fleischreiche Tierkörper vermehrt eine schlechtere Fleischqualität im Sinne von PSE auf (SIMON, 1988; SCHÜTTE et al., 1996b; VENTHIEN, 1998). In einer Untersuchung von WENZLAWOWICZ (1994) mussten 17,1 % aller Schlachtkörper, deren Mfa über 55 % lag, als PSE-Fleisch eingestuft werden. Dieser Prozentsatz betrug bei Tieren mit Magerfleischwerten zwischen 50 und 55 % noch 9,2 %. Nach Aufklärung der für das maligne Hyperthermiesyndrom (MHS) verantwortlichen Erbanlage (FUJI et al., 1991) lässt sich mit neuen Testverfahren die Stressanfälligkeit potentieller Zuchttiere eindeutig erkennen. Es scheint, dass eine konsequente Züchtung auf stressstabile Schweine mit einer akzeptablen Fleischmenge erfolgreich umgesetzt werden kann. Allerdings muss herausgestellt werden, dass auch stressunempfindliche Tiere ab einem gewissen Magerfleischanteil schon geringe körperliche Belastungen nicht mehr kompensieren können. Somit bleibt der Umgang mit den Tieren auf dem Transport und vor der Schlachtung ein wichtiger Einflussfaktor für die Entwicklung der Fleischqualität (MICKWITZ et al., 1971; MICKWITZ et al., 1993, SCHÜTTE et al., 1994). Um eine übermäßige Kreislaufbelastung und damit die Gefahr von Transportverlusten und Fleischqualitätsmängeln zu verringern, empfehlen MICKWITZ u. WÄHAUS (1980) eine Nüchternungszeit vor Transportbeginn von 24 Stunden. Nach D'SOUZA et al. (1998) führt der Einsatz von elektrischen Treibgeräten bei Schweinen zu einem Anstieg des Laktats im Blut und damit postmortal zu einer erhöhten PSE-Rate.

Da die unmittelbar vor der Schlachtung produzierte Wärmeenergie nicht mehr vollständig abgegeben werden kann, wird die Fleischtemperatur durch motorische Aktivitäten vor der Betäubung beeinflusst (WARRISS et al., 1995). Dies bedeutet, dass ein schonender Umgang direkt vor der Schlachtung einen begünstigenden Einfluss auf die Schinkenkerntemperatur hat. Ähnliche Zusammenhänge beschreiben BROWN et al. (1998) in ihren Untersuchungen. Sie verglichen unter anderem die Temperaturen im Kotelett zweier Tiergruppen, von

der die eine unter üblichen Bedingungen und die zweite nach mehrtägigem Aufstallen auf dem Schlachthof und weitgehender Vermeidung von Stress geschlachtet wurden. Die konventionelle Behandlung der Schlachttiere führte 45 min. p.m. zu signifikant höheren Temperaturen im Muskel gegenüber der zweiten Gruppe. Durch hohe Temperaturen werden Eiweiße denaturiert und Lipidmembranen zerstört. Dies führt zu einem geringeren Wasserbindungsvermögen und somit zu einer schlechteren Fleischqualität.

Mit steigendem Gewicht der Tiere vergrößern sich auch die Muskelfasern der weißen (glykolytischen) Muskulatur (CANDEK-POTOKAR et al., 1998b). Durch die Verlängerung der Transitstrecke für den Sauerstoff kommt es zu einer latenten Hypoxie in den Muskelfasern. Die sogenannte kritische Schichtdicke der Muskulatur ist erreicht (DÄMMRICH, 1978). In Stresssituationen wird in den minder versorgten Bereichen vorzeitig auf die anaerobe Glykolyse zur Energiebereitstellung umgestellt. Die Anreicherung des Stoffwechselproduktes Laktat führt zur Ausbildung von PSE-Fleisch. Nach CISNEROS et al. (1996) ist der negative Einfluss eines hohen Gewichtes auf die Fleischqualität bei den heutigen Rassentypen nicht mehr stark ausgeprägt. In einer Untersuchung von WENZLAWOWICZ (1994) lagen die Schlachtgewichte der Tierkörper in der PSE-Qualitätsklasse im Median um 0,7 bis 2,5 kg höher als in der Qualitätsklasse mit normaler Fleischbeschaffenheit.

Der Antagonismus zwischen Muskelfleischanteil und Fleischbeschaffenheit drückt sich hier deutlich in den Fleischqualitätsparametern aus. Schon in geringen Stresssituationen führt die unzureichende Leistungsfähigkeit des Kreislaufes fleischreicher Schweine zu einem Sauerstoffmangel in der Muskulatur. Hinzu kommt, dass der Sauerstoff aufgrund der Schichtdicke nicht in alle Muskelbereiche diffundieren kann. Die in Folge ablaufende anaerobe Glykolyse führt zu einem Anstieg an Laktat und einem Abfall des pH-Wertes (HILDEBRANDT, 1974). Die Störung der intrazellulären Kalziumregulation in der Muskulatur durch eine Mutation des Ryanodin-Rezeptors kann diese Pathogenese verstärken (MARTENS, 1997).

Die Züchtung von Schweinen auf hohen Magerfleischanteil und schnelles Wachstum führt demzufolge zu einer verringerten Belastbarkeit der Tiere. In Stresssituationen reichen die Kapazitäten der Regulationssysteme und die Stoffwechsellleistungen nicht mehr aus, die höheren Anforderungen an den Organismus auszugleichen (HILDEBRANDT, 1968). Bei einer Untersuchung zum Zusammenhang von Magerfleischwert und Fleischqualität von SCHÜTTE et al. (1996a) wiesen 11 % der Schweine (n = 1.120) einen Magerfleischanteil von 59,5 % und darüber auf. Bei 41 % dieser Tiere konnte anhand der pH_{35min}-Messung der Fleischqualitätsmangel PSE (pH ≤ 6,0) festgestellt werden. Schweine mit einem Magerfleischanteil von unter 55,5 % zeigten hingegen "nur" zu 23,9 % PSE-Eigenschaften auf. Rassespezifische Einflüsse verstärken die Belastungsempfindlichkeit und damit eine Fleischqualitätsminderung

(LENGERKEN et al., 1989). Tiere der Rassen Pietrain und Belgische Landrasse weisen eine schlechtere Fleischbeschaffenheit auf als solche der Rassen Deutsche Landrasse, Deutsches Weißes Edelschwein oder Kreuzungen (AUGUSTINI u. FISCHER, 1981). Die einseitige Züchtung führte zu einem Anstieg homozygot positiver Merkmalsträger (nn) des veränderten Ryanodin-Rezeptors (s. 2.1.2.1, S. 6). Nach einer Studie von VENTHIEN (1998) lag die PSE-Inzidenz von Schweinen des nn-Genotyps bei 78,6 %. Die Wahrscheinlichkeit, dass bei diesen Tieren eine überstürzte Fleischreifung festgestellt werden kann, liegt im Mittel um den Faktor 18 höher als bei den Vergleichstieren (NN und Nn)⁸. Die heutige Zuchtichtung bemüht sich um die Erzeugung gemischterbiger Mastschweine auf der Basis reinerbiger Elterntiere. Insbesondere die Sterblichkeitsrate und der Anteil an PSE-Fleisch fällt bei gemischterbigen und homozygot negativen Merkmalsträgern deutlich niedriger aus (HONKAVAARA, 1989; BECKMANN, 1991). An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass die reinerbigen Vatertiere (nn) infolge ihrer überproportionalen Fleischfülle und der damit einhergehenden Anfälligkeit des Herz-Kreislaufsystems und des Bewegungsapparates als Qualzucht zu bezeichnen sind (SCHÜTTE et al., 1998).

2.4.5.2 Haltung und Fleischqualität

Einrichtung und Größe des Stalles nehmen Einfluss auf die Bewegung der aufgestellten Tiere. In der Literatur wird ein Zusammenhang zwischen Haltungsbedingungen und Fleischqualität kontrovers diskutiert.

AUGUSTINI et al. (1982) überprüften die Fleischqualität von Schweinen, die in einem Tiefstall mit großem Platzangebot (1,8 qm/Tier) gehalten wurden, mit der von Tieren, die auf Vollspaltenböden jeweils nur 0,6 qm zur Verfügung hatten. Ein begünstigender Einfluss des bewegungsfördernden, erhöhten Raumangebotes auf die chemisch-physikalischen Merkmale der Fleischbeschaffenheit ließ sich jedoch nicht nachweisen.

Holländische Untersuchungen über Schweine, die auf Stroh und mit Außenauslauf gehalten wurden (sog. Scharrelschweine), kamen ebenso zu dem Schluss, dass sich das so erzeugte Schweinefleisch von dem aus konventionellen Produktionsverfahren anhand definierter Fleischmerkmale nicht unterscheidet (GASSNER, 1987).

Auch JATURASITHA (1996) verglich Schweine aus einer konventionellen Mastanlage mit Tieren aus einem auf Tiergerechtheit achtenden Haltungssystem mit Stroheinstreu und Außenauslauf. Anhand der pH_{75min}-Werte im Kotelett wurden von der Gruppe aus der herkömmlichen Mast 25 % als PSE klassifiziert. Bei den Schweinen aus der artgerechten Haltung lag der Anteil an PSE-Fleisch bei „nur“ 10 %. Im Magerfleischanteil lagen diese Tiere tendenziell ebenfalls niedriger. Dies war auf einen geringeren Fleischansatz, nicht jedoch auf einen höheren Verfettungsgrad zurückzuführen. Zudem ergaben sich in der

⁸ NN/Nn: homozygot negativer/ heterozygot negativer Genotyp

sensorischen Bewertung nach DIN-Norm höhere Zartheits- und Akzeptanzwerte als in der Vergleichsgruppe. Der Autor führt die Unterschiede allerdings weniger auf die Haltung als auf die genetische Herkunft der Tiere zurück. KREUZER et al. (1994) interpretieren den niedrigeren PSE-Anteil auch als Folge einer behutsameren Transport- und Schlachtprozedur bei den tiergerecht gehaltenen Schweinen.

Den Einfluss von Haltungsbedingungen auf die Fleischqualität stressresistenter (Large White, LW) und stressanfälliger (Pietrain) Schweine untersuchten WARRISS et al. (1983). Jeweils eine Gruppe jeder Rasse wurden in Strohhöhlen mit weitem Auslauf und regem Menschenkontakt gehalten, während die zwei Vergleichsgruppen in halb abgedunkelten Ställen auf Teilspaltenböden ohne Einstreu standen. Beide Rassegruppen aus der Intensivmast wiesen einen dickeren Rückenspeck und eine blassere Muskelfarbe auf. Dabei waren die Unterschiede zwischen den zwei Gruppen der Large White-Schweinen ausgeprägter. Auswirkungen der Haltungsbedingungen auf den $\text{pH}_{45\text{min}}$ wurden nicht festgestellt. Der Einfluss der Haltung auf den Tropfsaftverlust konnte nur bei der Rasse LW beobachtet werden. Fleisch von Tieren aus der Intensivmast zeigte ein geringeres Wasserbindungsvermögen. Die Annahme der Autoren, dass durch eine extensive abwechslungsreiche Haltung Mast Schweine in Stresssituationen besser zurechtkommen, und dass sich dies in der Fleischqualität widerspiegelt, konnte somit nur bedingt bestätigt werden.

Bei einem Vergleich von Intensivmast und Außenhaltung mit stressanfälligen Schweinen der Rasse *Lacombe* (homozygot positive MHS-Genetik) setzten die Tiere in dem herkömmlichen Mastverfahren mehr Fett an. Unterschiedliche pH-Werte konnten hierbei ebenfalls nicht gemessen werden (JONES et al., 1994).

FIEDLER (1985) kommt nach einer Auswertung von derartigen Untersuchungen zum Schluss, dass nur bei nicht extrem fleischreichen Schweinen ein Zusammenhang zwischen Bewegungstraining und Merkmalen der Fleischbeschaffenheit besteht. Bei Tieren mit hohem Magerfleischanteil konnten diese Befunde nicht bestätigt werden. Hier übt nach Ansicht des Autors die genetisch bedingte Belastungsempfindlichkeit einen dominierenden Einfluss aus.

2.4.5.3 Gesundheit und Fleischqualität

Inwieweit die Veränderungen an den Organen von Mast Schweinen eine Rolle auf die Fleischqualität ausübt, ist bisher noch unzureichend untersucht worden. WITTMANN et al. (1995) beurteilten am Schlachthof bei über 8.000 Tieren Lungen, Brustfell und Herz nach dem Befundschlüssel von BLAHA (1993) und ermittelten den pH-Wert im Kotelett. Atemwegerkrankungen ergaben signifikante Unterschiede im Schlachtgewicht. Zusammenhänge zwischen der PSE-Häufigkeit und Lungenerkrankungen konnten jedoch nicht festgestellt werden. Lediglich der Befund "hochgradige Pneumonie" trat bei den Tieren mit PSE bzw. mit PSE-Verdacht signifikant seltener auf. Sowohl die erfassten Befunde "Perikarditis" als auch "Pleuritis" ließen keinen Einfluss auf den $\text{pH}_{45\text{min}}$ erkennen.

Dagegen konnten HAMMEL u. BLAHA (1993) eine Beziehung zwischen dem Schweregrad von Lungenveränderungen und der Fleischreifung post mortem anhand der pH-Wertmessung nachweisen. An 1.197 Schweine wurde ebenfalls die Organbefundung nach dem von BLAHA (1993) angegebenen Schlüssel vorgenommen. 54,9 % der Tiere ohne Lungenbefund wiesen eine gute Fleischqualität auf ($\text{pH}_{45\text{min}}$ im LD $\geq 5,8$). Bei den Schlachtkörpern mit mittel- bis hochgradigen Lungenveränderungen lag dieser Anteil nur bei 45,7 %. Die Autoren vermuten, dass die prämortalen Belastungen sich bei kranken Tieren stärker auf die Konstitution und damit auf die Fleischqualität auswirken.

Bei der Untersuchung der Lungen von 957 geschlachteten Schweinen diagnostizierten HOY et al. (1987a) zu 78,3 % entzündliche Lungenveränderungen in unterschiedlichem Ausmaß. Ein negativer Einfluss des Erkrankungsgrades auf die Masse der Fleischteilstücke, den täglichen Fleischansatz und die Kotelettfläche konnte statistisch abgesichert werden. Als eine Ursache nennen die Autoren, dass mit zunehmendem Anteil an verändertem Lungengewebe der Gasaustausch und somit die Stoffwechsellistung eingeschränkt werden. Zusätzlich stellt die Auseinandersetzung des erkrankten Schweines mit dem Erreger eine energieverbrauchende Anpassungsleistung dar.

SCHÜTTE et al. (1996a) ermittelten den $\text{pH}_{35\text{min}}$ im Schinken von ca. 10.000 Schweinen und verglichen die Werte mit den Lungenbefunden der entsprechenden Tierkörper. Schlachtkörper mit gering- bis mittelgradigen Lungenveränderungen wiesen einen um 0,08-0,12 Einheiten höheren mittleren pH-Wert auf als Schweine ohne auffällige Lungenbefunde. Ebenso verhielt es sich mit den pH-Werten der Tiere mit hochgradigen Lungenveränderungen im Vergleich zu den Schweinen mit gering- bis mittelgradigen Lungenbefunden. Nur bei Schweinen mit hochgradigen Lungenveränderungen und Magerfleischwerten = 59,5 % lag der pH-Wert mit durchschnittlich 6,7 um 0,7 Einheiten über den vergleichbaren Werten der Tiere ohne und mit gering- bis mittelgradigen Lungenbefunden. Messungen des pH_{ULT} zeigten, dass die DFD-Häufigkeit bei diesen Schlachtkörpern zunahm. Die Autoren vermuten, dass ein hoher Teil dieser Tiere aufgrund eines Energiemangels infolge einer Überbeanspruchung vor der Schlachtung das Fleischbeschaffenheitsmerkmal DFD entwickeln und fordern daher, dass eine Beurteilung der pH-Werte nur mit Beachtung des Magerfleischanteiles und der pathologisch-anatomischen Lungenbefunde zulässig sein sollte.

2.4.5.4 Transport und Fleischqualität

Der Transport einschließlich des Ver- und Abladens bringt für die Tiere erhebliche Belastungen mit sich. Sie beginnen mit der Herausnahme aus der gewohnten Umgebung, dem Kennzeichnen, dem Treiben zum Transportfahrzeug und der Verladung. Erhöhte Körperinnentemperaturen und Herzfrequenzen belegen die Einwirkungen dieser Stressoren (AUGUSTINI, 1983; BROOM, 1995; POTT, 1997). Die Untersuchungen von PRANGE et al. (1976) über die Belastung des Kreislaufes und der Energiegewinnung anhand der Parameter Hämatokrit bzw.

Laktat zeigen, dass die Hauptbelastungsphasen in der Ausstallung und dem Beladen des Transportfahrzeuges, dem Entladen und Treiben in die sowie aus der Wartebucht und in die Betäubungsanlage liegen. Zur Vermeidung von Transportverlusten und Fleischqualitätseinbußen empfehlen die Autoren deshalb eine Reihe an Maßnahmen, wie sie auch von anderen Autoren in jüngerer Zeit angemahnt werden (HOLLEBEN u. WENZLAWOWICZ, 1995; MICKWITZ et al., 1993; SCHÜTTE et al., 1994; WENZLAWOWICZ u. HOLLEBEN, 1995).

WENZLAWOWICZ (1994) untersuchte die Auswirkungen der Fahrtlänge auf die Fleischqualität von Schweinefleisch. So wurden 72 % der Schweine mit einer guten Fleischqualität unter zwei Stunden transportiert. Während nur 58 % der Tiere mit PSE-Fleischcharakter innerhalb dieser Zeitspanne befördert worden waren. Neben der Länge der Fahrzeit spielen die Fahrweise und die Häufigkeit von Unterbrechungen eine wichtige Rolle.

Der Transportstress nimmt bei den Schlachtschweinen mit Erhöhung der Ladedichte deutlich zu (MICKWITZ u. HEUKING, 1990). Bei einer Beladung von 300 kg pro qm entwickelten 54,8 % der Schlachtschweine PSE-Fleisch, während Tiere, die bei einer Ladedichte von 235 kg pro qm transportiert worden waren, "nur" zu 37,7 % PSE aufwiesen (GERBER, 1984). Ähnliche Ergebnisse erhielt GROTH (1987) in seinen Studien. Bei einer Ladedichte von 220 kg pro qm war der Anteil von Schweinen mit PSE-Fleisch um 16,7 % höher als bei einer Ladedichte von 200 kg/qm.

Bei steigenden Temperaturen ($> 18^{\circ}\text{C}$) und erhöhter Luftfeuchtigkeit wird es für die Schweine immer schwieriger, überschüssige Wärme abzugeben. Höhere Körpertemperaturen mit einhergehender Verschlechterung der Fleischqualität sind die Folge (WÄHAUS, 1982). Bei einem Vergleich der $\text{pH}_{45\text{min}}$ -Werte im Kotelett, lag der Prozentsatz von Schweinen mit schlechter Fleischqualität bei "kühler" Witterung um 18,1 % niedriger als bei "sehr schwül-warmer" Witterung (HOLZER et al., 1992).

SCHEPER (1972) fand bei längeren Transporten (100 km) mehr Qualitätsabweichungen im Sinne von PSE-Fleisch als bei Transportentfernungen von 5 bzw. 50 km. SCHIEFER u. SCHARNER (1975) stellten fest, dass nicht die Länge des Transportes sondern die Art und Weise, wie er ausgeführt ist, von entscheidender Bedeutung ist. SCHÜTTE et al. (1994) sehen die Standzeiten während eines Transportes, wie z.B. bei Zuladung von Schweinen auf dem landwirtschaftlichen Betrieb, als eine zusätzliche Belastung an, die die Fleischqualität negativ beeinflusst.

2.4.5.5 Bedingungen auf dem Schlachthof und Fleischqualität

Für die Erzeugung einer qualitativ hochwertigen Fleischbeschaffenheit müssen die Schlachtbedingungen ebenfalls optimal gestaltet sein. Weniger als 0,2 % der gesamten Lebensdauer eines Schweines nimmt der Schlachtprozess in Anspruch. Ungünstige Voraussetzungen auf dem Schlachthof können die Produktion einer optimalen Fleischqualität aber zunichte machen.

Der Wartebereich am Schlachthof dient in erster Linie dazu, eine konstante Schlachtgeschwindigkeit unabhängig von der Anlieferung der Tiere zu gewährleisten. Vom tierschützerischen Aspekt gesehen ermöglicht die Ausruhezeit dem Tier vor allem, sich von den Strapazen des Verladens und des Transportes zu erholen. Dass die Ausruhezeit durch Normalisierung des Kreislaufs und des Muskelstoffwechsels auch einen positiven Effekt auf die Fleischbeschaffenheit hat, stellten AUGUSTINI u. FISCHER (1981) fest. Bei Variation der Standzeit von null bis sechs Stunden nahm der Anteil an Schlachthälften mit beschleunigter Glykogenolyse deutlich ab. Verbleiben die Schweine allerdings über Nacht am Schlachthof, so steigt die PSE-Rate wieder an und auch der Anteil an DFD-Fleisch nimmt zu. Auch nach Studien von SACKMANN (1988) ist der Anteil von Tieren mit einem $\text{pH}_{45\text{min}}$ unter 5,6 nach einer Ausruhezeit von zwei Stunden deutlich niedriger als bei den Schweinen, die nach kürzerer Zeit geschlachtet werden. Nach einer Ausruhezeit von mehr als vier Stunden nimmt dieser Anteil jedoch wieder zu. Ebenso beobachteten WENZLAWOWICZ (1994) sowie MICKWITZ u. HEUKING (1990), dass zu lange Wartezeiten nicht immer eine echte Ruhezeit bedeuten. Störende Einflussfaktoren wie z.B. eine zu hohe Belegdichte oder Rangkämpfe führen wiederum zu einer erhöhten PSE-Rate. Bei zu starker Erschöpfung der Energiereserven und zu langem Fasten während der Wartezeit wird zudem die Entwicklung von DFD-Fleisch gefördert (LENGERKEN et al., 1977).

Damit sich die am Schlachthof ankommenden Schweine schnellstmöglich von ihrem Transportstress beruhigen, ist es üblich, die Tiere in unterschiedlichen Zeitintervallen zu duschen (VAN PUTTEN et al., 1983). Die erhitzten Tiere sollen dabei schneller abkühlen und von Rangkämpfen abgelenkt werden. Nach MERGENS (1997) reicht ein einmaliges zehnminütiges Duschen mit normalem Wasser aus, um die Körpertemperatur signifikant zu senken. Die Abkühlung der Tiere führt damit auch zu tendenziell höheren $\text{pH}_{35\text{min}}$ -Werten im Muskel.

Besteht keine Möglichkeit zur Abkühlung mittels Wasser, so sollten nach BEUTLING (1969) die Schlachtschweine in Räume mit niedriger Temperatur und geringem Wasserdampfdruck verbracht werden, um die Reaktionslage des Organismus so zu beeinflussen, dass bei dem Schlachtkörper die Qualität erhalten bleibt. Ihre Untersuchungen konnten einen deutlichen Zusammenhang zwischen Temperatur und Wasserdampfdruck sowie der Wasserlässigkeit bzw. der Wasserbindefähigkeit des Fleisches aufzeigen: Steigende Werte beider Witterungskomponenten führten zu einem Anstieg der Wasserlässigkeit bzw. einer Absenkung der Wasserbindefähigkeit.

Untersuchungen von LÖWE et al. (1977) an Hausschweinen zum Einfluss von aufeinanderfolgenden physisch erschöpfenden motorischen Belastungen zeigen, dass diese mit einer hohen intrazellulären und kumulativ ansteigenden extrazellulären Laktatanreicherung verbunden sind. Hypoxie, maximaler Phosphagenabfall, niedriger pH-Wert und eine hohe Körpertemperatur haben intra-

muskuläre Schädigungen zur Folge, die sich bei anschließender Schlachtung negativ auf die Fleischqualität auswirken (LÖWE et al., 1977).

2.5 Organbefundung am Schlachthof

Die vorrangige Aufgabe der amtlichen Schlachttier- und Fleischuntersuchung ist die Gewährleistung des Gesundheits- und Verbraucherschutzes. Die Ergebnisse der Fleischschau werden nach der Fleischhygiene-Statistik-Verordnung vom 20.12.1976 zusammengestellt und ermöglichen somit einen Überblick über vorkommende Tierseuchen und -krankheiten (BRÜHANN, 1983). In den letzten Jahrzehnten trat mit dem Rückgang und Verschwinden der epidemisch vorkommenden Zoonosen und der Zunahme der endemisch verlaufenden Durchfall- und Atemwegserkrankungen der Tiere eine Veränderung der epidemiologischen Situation in den Nutztierbeständen ein. Da in der Fleischuntersuchungsstatistik unspezifische pathologische Veränderungen, wie sie für Enteritiden und Pneumonien typisch sind, nicht differenziert aufgeführt werden, verringert sich mit dem Ansteigen dieser Erkrankungen der Aussagewert der Statistik zur Information über den Gesundheitsstatus der Tierbestände (FRIES, 1994). Hinzu kommt, dass herkunftsbezogene Auswertungen zur Ursachenanalyse fehlen.

Seit einigen Jahren gibt es innerhalb der EU Bestrebungen, die Schlachttier- und Fleischuntersuchung an die fortgeschrittene Erzeugungs- und Vermarktungsstruktur von Fleisch anzupassen (DAVID, 1994). Artikel 17 der EU-Richtlinie "Frisches Fleisch" (RL 64/433/EWG zuletzt geändert mit der Entscheidung 91/497/EWG) legt fest, dass bis zum 1. Juli 1994 alternative Untersuchungsmethoden bei der Schlachttier- und Fleischuntersuchung vorgelegt werden sollten. Das Modell der 'alternativen, tierärztlich überwachten Fleischuntersuchung' (FIU) sieht vor, durch die Verbesserung der Tiergesundheit in den Schweinebeständen die traditionelle FIU durch eine visuelle FIU ersetzen zu können, wobei die Untersuchungszeit pro Schwein durch Verzicht auf Palpation und Inzision von 90 Sek. auf 30 Sek. reduziert wird (DAVID, 1995). Dennoch soll eine Verbesserung des Verbraucherschutzes und der Qualität des Produktes Fleisch erreicht werden (BLAHA, 1994), da Mast- und Schlachtbetriebe nur an einer vereinfachten Fleischuntersuchung teilnehmen dürfen, wenn sie qualifizierende Vorbedingungen erfüllen können (BOLLWAHN, 1994).

- Es werden tierärztliche Bestandsbesuche pro Mastdurchgang vorgeschrieben.
- Im Stall muss genau Buch geführt werden über Arzneimittelgebrauch, Todesfälle, Ergebnisse der Bestandsbegutachtung und die Vorsortierung.
- Es findet eine Vorsortierung der Tiere im Bestand statt. Schweine mit Anomalien werden selektiert und müssen separat geschlachtet und der traditionellen FIU unterzogen werden.
- Auch während Schlachttieruntersuchung aussortierte Tiere müssen getrennt untersucht werden.

- Bei der alternativen FIU festgestellte Schlachtkörpermängel sollen an einem getrennten Band nachuntersucht werden.
- Es ist zu gewährleisten, dass die Daten über Erkrankungen und Abnormitäten (pathologisch-anatomische Veränderungen an Schlachtkörpern und /oder Geschlinge) aller Tiere erfasst und den Lieferbetrieben gemeldet werden.

Anhand von festgelegten Grenzwerten für die Mortalitätsrate, Anzahl und Art der aussortierten Tiere im Bestand sowie bei der Lebend- und Fleischbeschau überwacht eine eingerichtete Kontrollinstanz die Bedingungen für die Teilnahme an der alternativen FIU. BLAHA (1994) und BOLLWAHN (1994) sind der Ansicht, dass durch die straffe und lückenlose Reglementierung der Gesundheitskontrollen, die weit über das Maß der jetzigen Lebenduntersuchung hinausgehen, der Tierarzt in der gesamten Produktionskette mehr Verantwortung erhält.

REUTER (1995) dagegen kritisiert an der Alternative, dass es noch keine Erfahrungen über die Wertigkeit der visuellen FIU im Vergleich zu der klassischen an Tierpopulationen in der Bundesrepublik Deutschland (BRD) gibt. Der Autor ist der Ansicht, dass die im Vergleich zu anderen Staaten relativ kleinen Mäster (\varnothing 106 Tiere/Bestand) und die heterogene regional stark ausgeprägte Vermarktungsstruktur eine konsequente Kontrolle der Erzeugung und Schlachtung nicht zulassen. In Anbetracht der Tatsache, dass während einer Beobachtungszeit von sechs Wochen an 11.000 Schweinen durchschnittlich bei 55,2 % der Tiere pathologisch-anatomische Veränderungen der Organe vorlagen, muss nach wie vor der wesentliche Untersuchungsaufwand von der herkömmlichen FIU erbracht werden. Auch MALLA (1995) lehnt eine Verkürzung der Untersuchungszeit der Fleischinspektion ab, da seiner Ansicht kleine Nekrosen, Petechien und Infarkte bei der Geschwindigkeit nicht mehr zu erkennen sind. Die einzelnen Kontrollelemente dagegen befürwortet der Autor. Schon seit geraumer Zeit werden bestehende Konzepte der Bestandsuntersuchung (SCHRÖDER und BLAHA, 1992) durch Tierärzte praktiziert. Auch die Rückmeldung der am Schlachtband erhobenen pathologischen Befunde an die Produzenten setzt sich immer mehr durch.

Denn gerade die Schlachtbefunderfassung im Bereich pathologisch-anatomischer Organveränderungen hat zum Ziel, durch die Gewinnung von Informationen zum Krankheitsgeschehen im Herkunftsbetrieb der Schlachttiere die Tiergesundheit zu verbessern (TIELEN, 1990). Insbesondere chronische Erkrankungen der Schweine, die sich klinisch nicht deutlich äußern, aber trotzdem zu beträchtlichen Leistungseinbußen führen, können nur am Schlachtband mit vertretbarem Aufwand erfasst werden. Dabei geht die Organbefundung über den Rahmen der amtlichen Fleischuntersuchung hinaus, indem die Organkomplexe einer differenzierteren Beurteilung unterworfen werden (BLAHA u. BLAHA, 1995). Die Auswahl der zu registrierenden Organbefunde richtet sich zum einen nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens und zum anderen nach der Bedeutung dieses Merkmals hinsichtlich möglicher Rückschlüsse für die Mastphase,

den Transport zum Schlachthof und den Fleischgewinnungsprozess (FRIES, 1994). Die Organbefundungen können und müssen dabei nicht die gesamte Bandbreite der Schweinekrankheiten abdecken. Nach WILLEBERG et al. (1984) betreffen zwei Drittel aller Diagnosen am Schlachthof Lunge und Pleura. Zusätzlich zu Pneumonien und Pleuritiden werden folgende Befunde als bedeutungsvoll erachtet: Abszesse, Arthritiden, Milkspots, Perikarditiden, Dermatitis, Rhinitis atrophicans, Schwanzabszesse, Füllungszustand des Magens, Schlagstriemen, PSE (BÄCKSTRÖM u. BREMER, 1978; GRONDALEN, 1989; TIELEN, 1991; HARBERS et al., 1992). Die Organe können nach dem Ausmaß und der Art ihrer Veränderungen erfasst werden. Viele Autoren beschränken sich auf die Auswertung der quantitativen Beurteilung, da der Aufwand einer qualitativen Charakterisierung (z.B. katarrhalisch, fibrinös, eitrig usw.) den Erkenntniswert meist überschreitet (BENNEWITZ, 1982; JÖRGENSEN, 1992; BLAHA et al., 1994). MORRISON et al. (1985) schlagen vier Methoden einer quantitativen Lungenbefundung vor:

- 1) Es wird nur die Lunge beurteilt, die am stärksten verändert ist (nur bei kleinen Auswertungsgruppen möglich),
- 2) es werden nur die Lungen gezählt, die einen vorher festgelegten Grad einer Pneumonie überschreiten,
- 3) es wird bei jeder Lunge der Prozentsatz des am Krankheitsgeschehen beteiligten Abschnittes bestimmt und ein Mittelwert gebildet oder
- 4) die Lungen werden anhand der Ausprägung (Grad) der entzündlichen Veränderungen in vorher definierte Klassen eingeteilt (Befundklassen), z.B. Klasse 1 = bis zu 10 % verändert = geringgradig.

BLAHA (1993) beschränkt sich bei seinen Untersuchungen auf die Veränderungen an der Lunge, den serösen Häuten (Pleura und Perikard) und der Leber. In Übereinstimmung mit MORRISON et al. (1985) verzichtet der Autor auf eine Erhebung der qualitativen Veränderungen und nimmt nur eine Unterteilung der Befunde in unterschiedliche Schweregrade vor.

Auch beim Befund Hepatitis parasitaria wird der Befall der Leber in Kategorien eingeteilt. Häufig wird unterschieden, ob das Organ aufgrund der zahlreichen Milkspots verworfen werden muss, oder ob gesäuberte Teile noch verwendet werden können (FLESJA u. ULVESAETER, 1979; BLAHA, 1993). STRAW et al. (1994) führen sogar drei Abstufungen der Leberveränderung an. Werden nur ein bis zwei Milkspots entdeckt, sprechen die Autoren von einer leichten Hepatitis parasitaria, eine schwere Organveränderung liegt bei Auffinden von mehr als 15 Wurmknötchen vor. Dabei ist zu beachten, dass von einem hohen Wurmbefall der Leber nicht zwangsläufig auf einen hohen Parasitenbefall des einzelnen Schweines geschlossen werden kann (BERNARDO et al., 1990a).

Zur Einschätzung der Bestandsgesundheit können anhand eines Beurteilungsschlüssels den einzelnen Befundkategorien Punkte zugeordnet und zu einer Gesamtnote verrechnet werden. Diese Bewertung ermöglicht einen Überblick

über den Gesundheitsstatus einer Herde und erleichtert den Vergleich zwischen den einzelnen Herkunftsbetrieben (BENNEWITZ, 1982; HOY et al., 1987a). Die in **Tabelle 1** und **Tabelle 2** aufgeführten, von BLAHA u. NEUBRAND (1994) konzipierten Befund- und Bewertungsschlüssel lassen eine unmissverständliche Einteilung der Veränderungen in Schweregrade zu und wurden bereits an über 50.000 Schweinen erprobt.

Tabelle 1: Befundschlüssel nach BLAHA u. NEUBRAND (1994)		
Veränderungen	Symbol	Ausdehnung
Pneumonien		
- geringgradig	Pn 1	< 10 % (lobuläre Veränderungen)
- mittelgradig	Pn 2	11-30 % (lobuläre bis lobäre Veränd.)
- hochgradig	Pn 3	> 30 % (konfluierende lobäre Veränd.)
Pleuritis		
- geringgradig	Pl 1	< 5-Markstück
- mittelgradig	Pl 2	5-Markstück bis handflächengroß
- hochgradig	Pl 3	> handflächengroß
Perikarditis	Pc	Ja
Milkspots		
- geringgradig	L 1	Leber "ausputzen"
- hochgradig	L 2	Leber verwerfen

Tabelle 2: Bewertungsschlüssel nach BLAHA u. NEUBRAND (1994)					
Pn 2 + Pn 3	Punkte	Pl 2 + Pl 3	Punkte	Pc	Punkte
< 1 %	0	< 1 %	0	< 1 %	0
1-20 %	2	1-10 %	1	1-5 %	1
21-40 %	4	11-30 %	2	6-10 %	2
41-70 %	6	31-50 %	3	11-15 %	3
> 70 %	8	> 50 %	4	> 15 %	4

% = prozentualer Anteil von Tieren mit den entsprechenden Organveränderungen in einem untersuchten Schlachtposten

2.5.1 Untersuchungen zu Häufigkeiten von Organbefunden an Schlachtschweinen

In der Literatur finden sich in den letzten Jahren vermehrt Ergebnisse aus Untersuchungen über das Auftreten von Organveränderungen bei Schlachtschweinen. Die Verwendung eines Beurteilungsschlüssels mit genauer Definition der Befundkategorien ist elementarer Bestandteil eines Organbefundungssystems (FRIES, 1994). Ein Vergleich der einzelnen Schlachthofdaten wird schwierig, da die Untersuchungen anhand unterschiedlicher Kriterien vorgenommen wurden und viele Autoren keine Angaben zu den angesetzten Maßstäben machen. Eine Zusammenstellung der Ergebnisse verschiedener Autoren

zeigen die **Tabelle 3** und die **Tabelle 4** auf den Seiten 49 und 50.

In einer Untersuchung von FLESJA u. ULVESAETER (1979) wurden innerhalb von drei Jahren 256.000 Schweine auf das Vorkommen von Krankheiten untersucht. Insgesamt standen 57 Befundkriterien zur Auswahl. Bis zu vier Befunde konnten einem Schlachtkörper zugeordnet werden. Diese wurden zusammen mit dem Schlachtgewicht und den Klassifizierungsdaten gespeichert. 16 Befunde traten mit einer Häufigkeit von über 0,3 % auf und deckten ca. 97 % aller aufgenommenen Schäden ab. 39 % der untersuchten Schweinehälften wurde mindestens ein Krankheitsbefund zugeordnet. Mit 13,2 % traten Entzündungen des Atmungsstraktes an den Schlachtkörpern am häufigsten auf. Räude wurde bei durchschnittlich 12 % der Mastschweine nachgewiesen. An dritter Stelle stand mit 11 % die Diagnose Hepatitis parasitaria. Dabei wurde beim Befund Pneumonie zwischen hochgradiger und moderater Entzündung unterschieden. Erst wenn mehr als die Hälfte aller Lungenlappen betroffen waren, Nekrosen und Abszesse zusammen mit einer Pleuritis auftraten, wurde der Befund "schwere Pneumonie" festgehalten. Eine mittelgradige Pneumonie wurde ab einer Entzündung von mindestens 5 cm in einem Lungenlappen notiert. Auch bei parasitär bedingten Leberveränderungen wurde zwischen hochgradigen und geringgradigen Läsionen unterschieden. Als Grenzwert wurden 10 Milkspots bzw. zwei betroffene Leberlappen festgelegt.

UHLEMANN u. JAHN (1970) untersuchten ca. 5.000 Schweine aus neun landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPG) und 3 volkseigenen Betrieben (VEB) der ehemaligen DDR. Bei 21,6 % der Tiere wurden die Lungen (Erkrankungsgrad in drei Stufen unterteilt) beanstandet. 42,8 % wiesen eine Hepatitis parasitaria auf.

EDWARDS u. PENNY (1971) fanden in Australien bei ca. 20 % von 1.130 Schlachtschweinen Lungenveränderungen sowie bei 4 % der Tiere Pleuritiden vor. Der Schweregrad der Lungenerkrankungen wurde anhand der Ausbreitung ermittelt. Bei mehr als der Hälfte der veränderten Organe waren mehr als drei Lungenlappen beteiligt.

OSBORNE et al. (1981) sahen in Kanada 37 % der Lungen und 2 % der Pleuren von 15.409 Schlachtschweinen erkrankungsbedingt verändert. Dabei wurde für jeden Lungenlappen die Veränderung als gering-, mittel- oder hochgradig eingestuft. Am häufigsten manifestierten sich die Pneumonien in den Mittel- und Spitzenlappen.

BENNEWITZ (1982) fand bei einer Untersuchung von ca. 8.000 Schweinen aus größeren Beständen der ehemaligen DDR an 77 % der Schlachtschweine pneumonische Veränderungen. Die Lungen wurden anhand eines Benotungsschlüssels von 0 (= keine Veränderungen) bis 5 (≥ 50 % verändert) bewertet. Lungen, bei denen über 40 % des Gewebes ausgefallen waren (Noten 4 und 5), wurden hierbei nicht beobachtet.

SHESTAKOV u. ORKIN (1987) führten eine Organbefundung an 1.138 Schlachtschweinen aus einem Betrieb in der ehemaligen UdSSR durch, der im Jahr

54.000 Schweine produzierte. Dabei wurde nur nach Art der Entzündung (katarhalisch bis eitrig) unterschieden. Von pneumonischen Lungenveränderungen waren 28 % der untersuchten Schweine betroffen.

BERNARDO et al. (1990b) wiesen bei einer kleineren Tiergruppe von 450 Schweinen in 82 % der Lebern Schäden durch Parasiten (Milkspots) nach.

In einem von LIENEMANN et al. (1991) durchgeführten Feldversuch wurde ohne Berücksichtigung des Schweregrades bzw. der Art der Veränderung jede Entzündung der Lunge und jedes Zeichen von Spulwurmbefall an der Leber bei 17.433 Schweinen registriert. Bei durchschnittlich 46 % der geschlachteten Tiere wurden Lungenveränderungen diagnostiziert. Die Variationsbreite zwischen den untersuchten "besten" und "schlechtesten" Betrieben beträgt bis zu 81,5 % (von 5,5 % bis 87 % Veränderungen). Die Häufigkeit der mit Askariden befallenen Lebern reicht hier vom niedrigsten betriebsbezogenen Wert mit 11 % veränderter Lebern bis hin zum Spitzenwert von 65 %.

HARBERS et al. (1992) werteten die Ergebnisse von ca. 1,8 Millionen untersuchten Mastschweinen im Rahmen eines Fleischuntersuchungsdienstes aus. Dabei wurden Entzündungsvorgänge an der Lungenoberfläche, die mehr als 5 qcm ausmachten, als Pneumonie definiert. Bis zu 18,1 % der Schlachttiere wiesen derartige Lungenveränderungen auf.

Von KÖFER et al. (1993) untersuchte Schlachtschweine aus 21 österreichischen Beständen zeigten im Durchschnitt zu 77 % mittel- bis hochgradige pneumonische Veränderungen. Es wurden Pleuritiden, Pleuropneumonien, fibrinöse Pneumonien, adhäsive Pleuritiden und Pneumonien der Spitzenlappen unterschieden, jedoch die Lokalisation und Ausdehnung nicht genauer beschrieben.

WUNDERLI u. LEUZINGER (1993) berichten über eine Inzidenz von pneumonischen Veränderungen an den Lungen bei einem Drittel (34,2 %) von 6.739 in der Schweiz geschlachteten Tieren. Die pathologischen Veränderungen wurden in Bronchopneumonie, Pleuropneumonien und Pleuritiden unterteilt. Dabei waren Bronchopneumonien mit 23,6 % am häufigsten anzutreffen.

HARMS (1995) beurteilte die Organe von 23.146 Schlachtschweinen nach dem Schlüssel von BLAHA u. NEUBRAND (1994). Bei 32,3% wurden Pneumonien, bei 11 % Pleuritiden und bei 12,8 % der Tiere Leberveränderungen vorgefunden.

Nach dem gleichen Befundungsschlüssel beurteilten WITTMANN et al. (1995) die Organe des Geschlinges von 8.740 Schlachtschweinen. Es wiesen 26,6 % der Tiere eine Pneumonie, 4,6 % eine Pleuritis und 11,1 % Veränderungen an der Leber auf.

JENSEN (1996) untersuchte in ihrer Studie nach dem Lungenbeurteilungsschlüssel von BLAHA u. NEUBRAND (1994) 11.382 Schweine. 48,8 % wiesen hierbei Pneumonien auf. 19,3 % der Lebern wurden wegen Wurmbefalls entweder beanstandet oder verworfen.

Anhand gleicher Kriterien beurteilte VOGT (1996) an vier Schlachthöfen durchschnittlich 49 % der 19.417 untersuchten Schweinelungen als pneumonisch verändert. Der Anteil verwurmter Lebern lag im Schnitt bei 23,2 %.

MÄHLMANN (1996) ermittelte den Anteil lungenkranker Schweine bei Beurteilung von 62.728 Geschlingen nach dem BLAHA-Schlüssel mit 61,6 %. Hepatitis parasitaria trat hier bei 26,5 % der Schlachtschweine auf.

SCHÜTTE et al. (1996a) untersuchten die Lungen von 10.856 Schlachtschweinen auf das Vorkommen von gering- bis mittelgradigen und hochgradigen pathologisch-anatomischen Veränderungen. 27,2 % der Tiere zeigten Alterationen auf.

KUTSCHERA (1999) beurteilte die Organe von 8.934 in Österreich geschlachteten Schweinen nach einem modifizierten BLAHA-Schlüssel. Dabei wiesen 45,1 % der Tiere eine Pneumonie, 17,7 % eine Pleuritis und 82,2 % parasitäre Leberveränderungen auf.

Tabelle 3: Literaturübersicht für Untersuchungen zu den Häufigkeiten von pathologisch-anatomischen Organveränderungen bei Schlachtschweinen					
Autor	Staat	Anzahl Tiere	Lunge (%)	Leber (%)	Pleura (%)
UHLEMANN u. JAHN (1970)	DDR	1.000	21,6	42,8	
EDWARDS u. PENNY (1971)	GB	1.130	20,0		4,0
FLESJA u. ULVESAETER (1979)	N	256.000	13,2	11,0	
OSBORNE et al. (1981)	CAN	15.409	37,0		2,0
BENNEWITZ (1982)	DDR	8.000	77,0		
SCHESTAKOV u. ORKIN (1987)	UdSSR	1.138	28,0		
BERNARDO et al. (1990b)	CAN	450	55,0	82,0	
LIENEMANN et al. (1991)	D	17.433	46,1	10,9	
HARBERS et al. (1992)	NL	1,8 Mio	18,1		
KÖFER et al. (1993)	A	1.158	77,9		
WUNDERLI u. LEUNZINGER (1993)	CH	6.739	34,2		
HARMS (1995)	D	23.146	32,3	12,8	11,0
WITTMANN et al. (1995)	D	8.740	26,6	11,1	4,6
JENSEN (1996)	D	11.382	48,8	19,3	29,9
MÄHLMANN (1996)	D	62.728	61,6	26,5	16,1
SCHÜTTE et al. (1996a)	D	10.856	27,2		
VOGT (1996)	D	19.417	49,0	23,2	14,2
KUTSCHERA (1999)	A	8.934	45,1	82,4	17,7

Tabelle 4: Literaturübersicht zu Untersuchungen über den betriebsbezogenen Anteil an pathologisch-anatomischen Organbefunden bei Schlachtschweinen

Autor	Staat	Anzahl Betriebe	Lunge (%)	Leber (%)	Pleura (%)
BERNARDO et al. (1990c)	CAN	15	17-96	0-100	
LIENEMANN et al. (1991)*	D	86	5,5 - 87	0-65,1	
KÖFER et al. (1993)	A	21	55 - 96		
HARMS (1995)	D	6	26,3 - 43,3	4,8 - 29,9	7,2 - 20,0
JENSEN (1996)	D	19	5,9 - 25,2	0,9-72,3	6,3 - 42,3
SKORACKI (1996)	D	11	22,6 - 88,8	2,8 - 49,8	3,7 - 39,7

* = bei dieser Untersuchung handelt es sich um Ergebnisse aus 27 Schlachtbetrieben

Wie aus den hier aufgelisteten Untersuchungen ersichtlich, stehen die pathologisch-anatomischen Veränderungen des Geschlinges und hier besonders des Atmungsorgans im Vordergrund des Interesses. Dies liegt zum einen darin begründet, dass diese zusätzlich zur amtlichen Fleischuntersuchung zu erfassenden Befunde ohne personellen Mehraufwand relativ einfach zu erheben sind (BLAHA u. BLAHA, 1995). Zum anderen gelten Lungenerkrankungen als wichtigster Indikator für den Gesundheits- und Hygienestatus eines Betriebes (ETZEL, 1982). HARRENDORF (1980) sieht in der regelmäßigen Erfassung und Auswertung dieser Schlachtbefunde die Möglichkeit, die Situation der Tiere und die Umweltverhältnisse zu verbessern.

2.5.2 Bedeutung der Organbefundung für die Tiergesundheit, den Verbraucherschutz und den Tierschutz

Unbestritten sind die negativen Auswirkungen der Organveränderungen auf die Mastleistung der Schweine, wobei im Vergleich verschiedener Studien diese unterschiedlich stark beurteilt werden (siehe Tabelle 5, S. 52). Wirtschaftliche Einbußen bei Bestandserkrankungen in der Schweinemast entstehen durch geringere tägliche Zunahmen und eine verschlechterte Futterverwertung. Die Abwehrprozesse verlangen erhöhte Energieaufwendungen und der Funktionsausfall von Lungengewebe bedeutet eine Verschlechterung der Sauerstoffversorgung des Organismus (HOY, 1994b). In der Folge sondern sich Tiere mit gestörtem Allgemeinbefinden ab und vermindern bzw. stellen die Nahrungsaufnahme ein.

Bereits TIELEN et al. (1978) zeigten, dass Schweine mit krankhaft veränderten Lungen und/oder Lebern sowie Pleuren ein verringertes Schlachtgewicht und verminderte tägliche Zunahmen aufweisen.

Aus einer Erhebung von FLESJA u. ULVESAETER (1980) geht hervor, dass mäßige oder schwere Lungenentzündungen gehäuft bei Schweinen mit einem Schlachtgewicht von unter 50 kg diagnostiziert wurden.

Untersuchungen von HOY et al. (1987b) zeigten bei 33,1 % von 957 Schweinen

aus einer Prüfstation bei der Schlachtung mittel- bis hochgradige und bei 45,2 % geringgradige Lungenveränderungen. In Abhängigkeit vom Ausmaß des Lungenschadens verringerte sich die tägliche Gewichtszunahme (bis zu 29 g) und damit das absolute Schlachtkörpergewicht der Tiere (bis zu 5,7 kg).

Bei einer Studie von BENNEWITZ (1982) betrug die verringerte Tageszunahme lungenkranker Schweine während der Mast durchschnittlich 55 g, das Lebendgewicht zum Zeitpunkt der Schlachtung verminderte sich um durchschnittlich 8 kg im Vergleich zu gesunden Tieren.

KLAWITTER et al. (1988) ermittelten eine Leistungsdepression bei lungenkranken Tieren zwischen 32 g und 50 g pro Tag. Ferner stieg mit zunehmendem Alter der Anteil von Schweinen mit pathologisch manifesten Lungenerkrankungen an.

Deutlichere Unterschiede konnten LIESCHKE et al. (1989) bei der Untersuchung von 2.643 gleichaltrigen Schlachtschweinen feststellen, die zu 90% entzündliche Veränderungen an der Lunge aufwiesen: Tiere, die an einer Pneumonie und an einer Pleuritis erkrankt waren, erreichten ein um 13 kg geringeres Schlachtkörpergewicht im Vergleich zu lungengesunden Probanden.

BERNARDO et al. (1990c) konnten bei Schweinen mit Rhinitis atrophicans und einer Pneumonie eine um durchschnittlich 17,6 % reduzierte tägliche Zunahmen nachweisen.

Bei der Beurteilung von 1.197 Schweinelungen durch HAMMEL u. BLAHA (1993) ergab sich, dass die Tiere, deren Lungen keine krankheitsbedingten Veränderungen aufwiesen, ein im Durchschnitt 10 kg höheres Schlachtgewicht besaßen.

Eine ähnlich hohe Differenz zwischen den Schlachtgewichten leber- und lungengeschädigter Mastschweine und ihrer gesunden Stallgenossen stellte auch HOY (1994a) in seinen Untersuchungen fest.

Anhand der bislang vorliegenden Untersuchungen wird die ökonomische Bedeutung der Organerkrankungen in der Schweinemast belegt (**Tabelle 3**, S. 49). Dabei ist der Verlust durch Atemwegserkrankungen höher anzusehen als der durch einen Parasitenbefall der Schweine (BERNARDO et al., 1990c). Eine Zuordnung der Diagnosen zu den Herkunftsbetrieben ermöglicht es dem Tierarzt, durch Einschätzung der Herdengesundheit Bestandserkrankungen zu verhindern oder zu minimieren (HOY et al., 1991; DELBECK, 1998). Dieses Frühwarnsystem zur Erkennung subklinischer Erkrankungen (BLAHA, 1995) steigert somit die Rentabilität der Mastschweinehaltung. Da Organveränderungen auf Erkrankungen während der Lebenszeit der Tiere hinweisen, stellt eine Befund-Rückmeldung für den Erzeuger einen Anstoß zur Qualitätsverbesserung oder eine Bewertung seiner Produkt- bzw. Produktionsqualität dar (WINDHAUS, 1995).

Tabelle 5: Literaturübersicht zu Untersuchungen zu den Auswirkungen pathologisch-anatomischer Organbefunde auf die Mastleistung von Schweinen (nach JENSEN, 1996)

Autor	Organbefund	Schlachtkörpermasse	tägliche Zunahmen
PICHLER (1980)	Pneumonie	-5 bis -10 kg	
HOY et al. (1987a)		-5,7 kg	-29 g
BENNEWITZ (1982)		-8 kg	-55 g
HAMMEL u. BLAHA (1993)		-10 kg	
LIESCHKE et al. (1989)		- 13 kg	
RICHTER et al. (1984)			-9 g
KLAWITTER et al. (1988)			-32 bis -50 g
ADAM (1993)			-38 g
LIENEMANN et al. (1991)			-40 g
ELBERS (1991)			-42 g
SCHIMMEL (1992b)			-50 bis -100 g
STRAW et al. (1986)	10 %		-5 %
STRAW et al. (1989)	Pneumonie		-37,4 g
ELBERS (1991)	Pleuritis		-44 g
HOY (1994b)		-1,2 kg	
HOY (1994b)	Pleuritis + Pneumonie	-4,1 kg	
BERNARDO et al. (1990c)	Pneumonie + Rhinitis atr.		-17,6 %
LIENEMANN et al. (1991)	Milkspots		-20 g
ADAM (1993)			-21 g
HOY (1994b)		-11 kg	-60 g
ADAM (1993)	Milkspots + Pneumonie		-60 g

Gleichzeitig kann anhand der Organbefunde eine Kontrolle der Effizienz durchgeführter Maßnahmen stattfinden, was durch das Sichtbarwerden erzielter Erfolge zu einer Motivationssteigerung des Landwirtes beitragen kann (SCHRÖDER, 1994). Die regelmäßige Information über den Gesundheitsstatus der Tiere eines jeden Betriebes ermöglicht darüber hinaus gezielte Studien zu Risikofaktoren, die das Auftreten bestimmter Krankheiten begünstigen. Somit wird sich die Tätigkeit der Tierärzte auf ein kontinuierliches Tiergesundheitsmanagement anstatt auf die alleinige Behandlung von Krankheiten konzentrieren (BLAHA, 1995).

Ein weiterer sehr wichtiger Aspekt ergibt sich aus den Untersuchungen von FEHLHABER et al. (1992), die zeigen, dass mit zunehmendem Schweregrad der

Lungenveränderungen in steigendem Umfang Bakterien in den Organen und im Fleisch nachgewiesen werden. Ein Zusammenhang zwischen den in der Lunge vorkommenden Erregern und denen im Fleisch besteht allerdings nicht zwangsläufig (MADERBACHER, 1992). Eher gelten das geschwächte Immunsystem und die erhöhte Stressbelastung erkrankter Tiere als Ursache für eine erhöhte Passage von Enterobakterien durch die Darmschranke (FEHLHABER et al., 1989). SCHESTAKOV u. ORKIN (1987) konnten darüber hinaus nachweisen, dass das Fleisch lungenkranker Schweine mit erhöhtem Keimgehalt auch in der Haltbarkeit herabgesetzt ist. Die Forderung nach gesunden Tierbeständen ist demzufolge nicht allein eine Bedingung für eine effiziente Tierhaltung, sondern sie stellt auch eine Notwendigkeit aus der Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes und einer wirtschaftlichen Vermarktung dar.

Wie bereits in Kapitel 2.3, S. 22 ff., dargelegt, sind Schlachtschweine auf dem Transport zum und während des Aufenthaltes auf dem Schlachthof extremen Stresssituationen ausgesetzt. Bei einer Studie von FEHLHABER et al. (1992) konnte anhand der Harneiweißbestimmung ein erhöhter Belastungszustand auch bei den Schweinen ermittelt werden, die zwar klinisch unauffällig schienen, am Schlachtband jedoch entzündlich veränderte Lungen aufwiesen. Neben diesen "unsichtbaren" Hinweisen auf die Belastung der Schlachtschweine vor der Tötung, können während des Schlachtprozesses erhebliche Schäden qualitativer Art, die von einem unsachgemäßen Umgang mit dem lebenden Tier herrühren, festgestellt werden. Die im Rahmen von Befundsystemen erfassten Kriterien, die auf tierschutzrelevante Mängel hinweisen (z.B. Schlagstriemen), können bis zu den Urhebern zurückverfolgt werden, wodurch die Möglichkeit entsteht, die Ursachen abzustellen (PREDOIU u. BLAHA, 1993). Die Haltung von Schweinen unter Bedingungen, die regelmäßig zu schweren Erkrankungen mit bleibenden pathologisch-anatomischen Veränderungen führen, sind in hohem Maße tierschutzrelevant (BLAHA, 1993). Anhand der Rückmeldung der Befunde ist eine Kontrolle der Betriebe möglich, und eine Beseitigung der Ursachen für hohe Morbiditätsraten stellt eine aktive Tierschutzmaßnahme dar (BLAHA, 1993).

3 EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material und Methoden

3.1.1 Vorbemerkung

Die vorliegende Untersuchung über den Einfluss hochgradig pathologisch-anatomisch veränderter Lungen auf die Fleischqualität im Sinne von DFD wurde durchgeführt, um eine Lücke zu schließen, die von bislang vorliegenden Untersuchungen offen gelassen wurde. Diese Untersuchungen befassten sich ausschließlich mit dem Einfluss von Organveränderungen auf die Fleischqualität im Sinne von PSE.

3.1.2 Untersuchungsgut

Die Untersuchungen wurden an einem EG-Schlachthof im Regierungsbezirk Detmold, Kreis Gütersloh im Zeitraum Mai bis Oktober 1995 durchgeführt.

An 20 Schlachttagen wurden insgesamt 11.950 Schweine aus 68 Lieferungen bekannter Herkunft und Transportdaten (Fahrtdauer, Ladedichte) sowie bekannter Ruhezeit hinsichtlich ihrer Lungengesundheit untersucht. Anhand der Voranmeldungen wurden die Lieferungen ausgewählt, die erstens in der Vergangenheit aufgrund eines hohen Anteils hochgradig veränderter Lungen aufgefallen waren und zweitens hohe Tierzahlen aufwiesen. Im Durchschnitt umfasste eine Lieferung 176 Schweine (Min. 145, Max. 212).

Von dem Gesamtuntersuchungsgut wurden während der amtlichen Schlachtkörperuntersuchung zum einen die Tiere mit hochgradig pathologisch-anatomischen Lungenveränderungen ($n = 717 = 6\%$) für die nachfolgende Untersuchung der Fleischqualität ausgesondert. Als Vergleichsgruppe wurde zum anderen aus der Gruppe ohne pathologisch-anatomische Lungenveränderungen ($n = 6.453 = 54\%$) jeweils jedes vierte Schwein ebenfalls für die nachfolgende Erfassung der Fleischqualität selektiert ($n = 1.669 = 25,9\%$ von Lunge o.b.B. bzw. 14% aller Schweine). Die Schweine mit gering- und mittelgradigen Lungenveränderungen wurden nicht berücksichtigt ($n = 4.780 = 40\%$). Freundlicherweise wurde vom Schlachthofbetreiber für die selektierten Schlachtkörper eine Rohrbahn im Kühlraum zur Verfügung gestellt, auf der die Tiere bis zur pH-Bestimmung (pH_1 und pH_{24}) bis zum folgenden Tag verbleiben konnten.

3.1.3 Umgebungsvariablen

Bei der Ankunft der Tiere wurde die Ladefläche (**F**) und die Anzahl der Tiere (**N**) erfasst. Die **Ladedichte (Ld)** wurde nach der Schlachtung anhand der

durchschnittlichen Schlachtkörpermasse (**dSkMas**) nach folgender Formel berechnet⁹:

$$Ld = (F \times 0,8) / (N \times dSkMas)$$

Im Mittel betrug die Ladedichte 0,48 m²/ 100 kg (Min: 0,41, Max 0,54). Zur besseren Charakterisierung der Transportbedingungen wurde die Ladedichte wie folgt gruppiert: Ld-1 = 0,4 bis 0,5 m²/ 100 kg und Ld-2 = > 0,5 m²/ 100 kg.

Daneben wurden die **Außentemperatur (AT)** und die **Luftfeuchtigkeit (LF)** erfasst und daraus die **Äquivalenttemperatur¹⁰ (ÄT)** berechnet [Umgebungstemperatur (C°) + zweifacher Dampfdruck¹¹ (mbar)]:

$$\text{ÄT} = \text{AT} + 2 \cdot \left[6,107 \cdot e^{\frac{17,269 \cdot \text{AT}}{237,3 + \text{AT}}} \cdot \text{LF} \right]$$

Die **Äquivalenttemperatur** hat den Vorteil, dass sie die Umgebungsvariablen Temperatur und Luftfeuchte zu einem Wert zusammenfasst, der das Empfinden und die Reaktion auf thermische Belastung charakterisiert und anhand bisher vorliegender Untersuchungen gruppiert werden kann (MERGENS, 1997; POTT, 1997). Die Außentemperatur betrug durchschnittlich 13,4°C (Min: 6,5, Max: 24,0°C), die relative Luftfeuchtigkeit 78,4% (Min: 45,0, Max: 95,0%). Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Äquivalenttemperatur von 37,8 (Min: 19,7, Max: 59,2). Die Äquivalenttemperatur wurde in ÄT-1 = 15-30 und ÄT-2 = > 30-60 eingeteilt.

Die **Fahrtdauer** vom Betrieb bis zum Schlachthof lag für alle Lieferungen zwischen 40 und 60 Minuten, so dass keine Gruppierung der Fahrtdauer vorgenommen wurde.

Hingegen konnte keine einheitliche **Ruhezeit** gewährt werden, so dass 55% der Schweine bereits nach 30 - 60 Minuten (**Rz-1**) und 45% nach 61 bis 110 Minuten (**Rz-2**) der Schlachtung zugeführt wurden.

3.1.4 Verwendete Geräte

Außentemperatur und relative Feuchte

Die Messung der Außentemperatur und der relativen Luftfeuchte erfolgte mittels einer handelsüblichen Wetterstation, deren Feuchtesensor vor jedem Untersuchungstag mit Hilfe eines wassergesättigten Wattebausches neu auf 100% kalibriert wurde. Die Messwerte wurden bei Ankunft der Transportfahrzeuge abgelesen und ins Untersuchungsprotokoll übertragen.

⁹ Es wird hierbei davon ausgegangen, dass die Schlachtkörpermasse im Durchschnitt 80% des Lebendgewichtes ausmacht.

¹⁰ Die Äquivalenttemperatur ist die Temperatur, die ein Luftteilchen annehmen würde, wenn der in ihm enthaltene Wasserdampf als Wasser ausgeschieden würde und die dabei wieder freiwerdende Verdampfungswärme dem Luftteilchen zur weiteren Erwärmung zugute käme.

¹¹ Der Dampfdruck ist der Partialdruck des in der Luft suspendierten gasförmigen Wassers und wird in Millimeter Quecksilbersäule gemessen.

pH-Meter

Die Messung der pH-Werte im Kotelett und Schinken wurde mit dem pH-Meter EB 4000 der Firma *ebro Electronic GmbH*, Ingolstadt, durchgeführt, das vor jedem Untersuchungstag mit Hilfe von Eichlösungen auf die Werte pH 4,0 und pH 7,0 geeicht wurde. Das Gerät verfügt über eine interne Temperaturkompensation, die eine Messgenauigkeit von $\pm 0,1^\circ\text{C}/\pm 1$ Digit in einem Temperaturbereich von -10 bis $+50^\circ\text{C}$ gewährleistet.

Schinkenkerntemperatur

Die Schinkenkerntemperatur (SKT) wurde mit dem eichfähigen Miniaturthermometer TTM 200 der Firma *ebro Electronic GmbH*, Ingolstadt, erfasst. Ein werksseitig programmierter Gerätetest zur Kontrolle der Richtigkeit der Messwerte wurde vor jedem Untersuchungstag durchgeführt. Während der Untersuchungsperiode war eine Neueichung des Gerätes nicht notwendig. Die Messgenauigkeit des Gerätes beträgt $\pm 0,1^\circ\text{C}$ in einem Temperaturbereich von -10 bis $+50^\circ\text{C}$.

3.1.5 Methodik

3.1.5.1 Vorbereitung

Am Untersuchungsvortag wurde anhand der Anmeldeliste die in Frage kommenden Betriebe ausgewählt und die Messgeräte überprüft bzw. neu kalibriert.

3.1.5.2 Durchführung

Am Tag der Untersuchung wurden nach Ankunft der Transportfahrzeuge die Anzahl der angelieferten Tiere, die Außentemperatur und relative Luftfeuchte erfasst. Nach dem Abladen wurde der LKW vermessen und somit die Ladefläche bestimmt. Der Zeitpunkt der Anlieferung wurde protokolliert und der Beginn der Zuführung zur Schlachtung. Die Betäubung erfolgte mittels CO_2 in einer Kombi 44-Anlage der Firma Butina und bei einer Schlachtgeschwindigkeit von 150 Schweinen pro Stunde. 25 - 30 Minuten nach der Betäubung und Entblutung wurden die Lungen adspektorisch und palpatorisch auf pathologisch-anatomische Veränderungen untersucht. Von der Gesamtlieferung wurden die Schlachtkörper mit hochgradig pathologisch-anatomischen Lungenveränderungen für die nachfolgende Untersuchung der Fleischqualität mit einem „+“ am linken Bein markiert. Als Vergleichsgruppe wurde zum anderen von den Schlachtkörpern ohne pathologisch-anatomische Lungenveränderungen jeweils jeder vierte Schlachtkörper ebenfalls für die nachfolgende Erfassung der Fleischqualität selektiert und mit einer „0“ am linken Bein markiert. Die Schweine mit gering- und mittelgradigen Lungenveränderungen wurden nicht berücksichtigt.

Das Bewertungsschema, nach dem die Organe befundet wurden, richtete sich nach dem Bewertungsschlüssel für postmortale Organveränderungen beim Schwein nach BLAHA u. NEUBRAND (1994).

Tabelle 6: Modifizierter Befundschlüssel zur Erfassung der Organveränderungen		
Geschlinge	Symbol	Ausdehnung
Lunge		
geringgradig	= Lu+	bis zu 10 % des Lungengewebes ist krankhaft verändert, d.h. es sind im wesentlichen nur die Spitzenlappen verändert
mittelgradig	= Lu++	11-30 % der Lunge ist verändert, d.h. die Veränderungen reichen bis an Herz bzw. Mittellappen
hochgradig	= Lu+++	über 30 % des Lungengewebes ist betroffen, d.h. auch die Hauptlappen weisen Veränderungen auf

Die markierten Schlachtkörper wurden nach der Wiegung und Klassifizierung auf eine separate Rohrbahn geschoben. 60-70 Minuten nach der Schlachtung, d.h. ca. 35-45 Minuten nach der Befunderfassung wurden die pH-Werte und die Schinkenkerntemperatur erfasst. Es wurde jeweils in der nach der Betäubung nicht angeschlungenen Körperhälfte gemessen. Der pH-Wert wurde zum einen im M. semimembranosus ca. 5 cm oberhalb der Beckensymphyse im Winkel von 120° zur Körperachse bei einer Einstichtiefe von 5,5 cm einmalig erfasst. Im jeweils gleichen Abstand von 3 cm wurde kranial der pH-Sonde gleichzeitig die Schinkenkerntemperatur in einer Tiefe von ca. 12 cm ermittelt. Bis zum Abspeichern der angezeigten Werte wurde ca. 6 Sek. gewartet. Die Messung des pH-Wertes im M. longissimus dorsi erfolgte jeweils zwischen dem ersten und zweiten Lendenwirbel, ebenfalls in der nach der Betäubung nicht angeschlungenen Körperhälfte. Die Messung der pH-Werte und der Schinkenkerntemperatur erfolgte immer durch den Untersucher selbst, die Beurteilung der Lungengesundheit wurde im Bedarfsfall (zu viele Schweine, um rechtzeitig zum angegebenen Zeitpunkt die pH-Messung durchzuführen) von einem Kollegen durchgeführt. Nach der pH-Messung gelangten die Schlachtkörper in den Kühlraum, in dem sie bis zum nächsten Tag bzw. zur nachfolgenden Untersuchung verblieben.

Am Ende des Schlachttagess wurden aus den Wiegeprotokollen anhand der Schlachtnummern der untersuchten Schweine die Schlachtkörpermassen und Magerfleischanteile aus den Tagesschlachtlisten des Schlachthofes ins Protokoll übertragen. Am folgenden Tag bzw. 23-25 Stunden nach der Schlachtung der selektierten Tiere wurde die pH₂₄-Messung durchgeführt, ebenfalls im M. semimembranosus und im M. longissimus dorsi.

3.1.5.3 Weiterverarbeitung der Daten

Die Messwerte eines Untersuchungstages wurden zur Weiterverarbeitung in eine Excel-Tabelle eingegeben. Aus den Daten der Ladefläche und der Schlachtkörpermassen wurde die Ladedichte wie oben beschrieben errechnet und jedem Datensatz zugefügt. Ebenso wurde aus den Daten der Außentemperatur- und relativen Luftfeuchtemessung die Äquivalenttemperatur ergänzt (siehe 3.1.3, S. 54).

In der folgenden Tabelle sind die Eckdaten eines jeden Untersuchungstages aufgeführt (Datum, Anzahl der Herkünfte und der Tiere, Außentemperatur, rel. Luftfeuchte, Äquivalenttemperatur, Ladedichte, Ruhezeit auf dem Schlachthof, letztere jeweils nur mit Gruppenzugehörigkeit).

Tabelle 7: Eckdaten der Untersuchungstage								
Datum 1995	Anzahl Herkünfte	Anzahl Tiere	Temperatur °C	rel. Feuchte	Äquivalenttemperatur	ÄT-Gruppe	Ladedichte-Gruppe	Wartezeit-Gruppe
5. Mai	8	95	8,2	87,5	27,2	2	1	1
12. Mai	2	128	10,0	85,0	30,9	3	1	2
19. Mai	5	118	15,0	85,0	44,0	3	1	1
26. Mai	3	113	15,0	85,0	44,0	3	1	1
2. Jun.	2	71	12,0	87,6	36,6	3	1	1
9. Jun.	6	114	8,2	87,5	27,2	2	1	1
16. Jun.	2	77	15,5	85,0	45,4	3	2	2
23. Jun.	2	124	12,0	87,5	36,5	3	2	2
30. Jun.	6	128	11,0	86,5	33,7	3	1	1
7. Jul.	4	129	12,0	87,6	36,6	3	2	1
28. Jul.	2	93	12,5	83,0	36,6	3	1	1
4. Aug.	3	113	16,0	84,0	46,5	3	1	1
11. Aug.	2	156	24,0	59,0	59,2	3	2	2
18. Aug.	1	122	24,0	45,0	50,9	3	2	2
25. Aug.	4	78	13,0	68,0	33,4	3	2	2
1. Sep.	1	164	15,0	95,0	47,4	3	2	2
6. Okt.	1	138	13,0	68,0	33,4	3	1	1
13. Okt.	2	150	15,0	75,0	40,6	3	2	2
20. Okt.	9	147	7,0	69,0	20,8	2	2	2
27. Okt.	3	128	6,5	68,0	19,7	2	1	1

Legende:
Datum: Datum der Untersuchung, am folgenden Tag wurde zusätzlich der pH₂₄ ermittelt
ÄT-Gruppe: Gruppenzugehörigkeit anhand der Äquivalenttemperatur (siehe 3.1.3, S. 55)
Ladedichte-Gruppe: Gruppenzugehörigkeit anhand der Ladedichte (siehe 3.1.3, S. 55)
Ruhezeit-Gruppe: Gruppenzugehörigkeit anhand der Ruhezeit (siehe 3.1.3, S. 55)

Die pH-Messwerte für die Fleischqualitätscharakterisierung wurden wie folgt verwendet:

pH₁: Der jeweils niedrigste Wert wurde verwendet, als Grenzwert für PSE-Fleisch galt 6,0 (pH₁ ≤ 6,0 = PSE); ein Schlachtkörper mit einem pH₁ ≥ 6,8 wurde mit „DFD-Verdacht“ charakterisiert;

pH₂₄: Der jeweils höchste Wert wurde verwendet, als Grenzwert für DFD-Fleisch galt 6,2 (pH₂₄ ≥ 6,2 = DFD).

Der Magerfleischanteil der Schlachtkörper wurde zusätzlich zur Charakterisierung der Tiere als „belastungsunempfindlich“, „belastungsgefährdet“ und „belastungsempfindlich“ verwendet (SCHÜTTE et al., 1996, VENTHIEN, 1998):

Magerfleischanteil ≤ 55,5% = „belastungsunempfindlich“

Magerfleischanteil 55,5-59,4% = „belastungsgefährdet“

Magerfleischanteil ≥ 59,5% = „belastungsempfindlich“

3.1.5.4 Statistik

Die Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe des statistischen Programms SPSS für Windows Version 9.0.

Folgende statistische Analyseverfahren wurde angewandt:

- a) Mittelwertevergleich (einfaktorielle Varianzanalyse)
- b) Multiple Klassifikationsanalyse (mehrfaktorielle Varianzanalyse)

Begriffe:

Das geringste Skalenniveau hat die Nominalskala, die durch willkürliche Verschlüsselung eines qualitativen Merkmals entsteht (PSE/ DFD: 0 = nein, 1 = ja).

Eine Rang- oder Ordinalskala liegt vor, wenn zwar Reihenfolge, nicht aber die Differenz zwischen den Merkmalsausprägungen definiert ist, z.B. entzündliche Veränderungen an der Lunge Grad 0/ +, wobei 0 für unverändert und + für hochgradig verändert steht.

Eine Verhältnisskala liegt bei definierten Differenzen und absolutem Nullpunkt vor, z.B. Gewicht, Magerfleischanteil¹².

Die Prüfung metrisch skaliert Variablen auf signifikante Unterschiede erfolgte mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse.

Festgestellte Unterschiede wurden innerhalb einer Tabelle mit Hilfe hochgestellter Buchstaben dargestellt. So bedeuten unterschiedliche Buchstaben Unterschiede und der gleiche Buchstabe bei zwei Werten, dass kein Unterschied zwischen den Werten besteht. Inwiefern diese signifikanten Unterschiede jedoch klinisch relevant sind, wird im Zusammenhang mit den jeweiligen Parametern diskutiert.

Der Einfluss der Faktoren „Ladedichte“, „Ruhezeit auf dem Schlachthof“ und der „Äquivalenttemperatur“ z.B. auf die pH-Wertentwicklung lässt sich nicht getrennt voneinander erfassen, sondern kann nur mit Hilfe einer multivariaten Varianzanalyse beschrieben werden, wobei die Wechselbeziehungen zwischen den Faktoren berücksichtigt werden.

¹² Definitionen entnommen aus dem Buch „Biomathematik, Statistik, und Dokumentation“ von Volker Harms, Harms Verlag Kiel, 6. Auflage 1992

3.2 Ergebnisse

Im Zeitraum Mai bis Oktober 1995 wurden an einem Schlachthof im Kreis Gütersloh 2.386 Schweine für die Untersuchung der Beziehung Lungengesundheit-Fleischqualität aus der Tagesschlachtung selektiert (siehe Material und Methoden). Neben den 717 Schweinen mit hochgradigen Lungenveränderungen (30 %) wurden insgesamt 1.669 Tiere ohne Lungenveränderungen ausgewählt (70 %), die jeweils aus den gleichen Lieferungen stammten.

In der folgenden Tabelle sind Schlachtdaten (Gewicht, Magerfleischanteil) und die Daten der Fleischqualitätsuntersuchung (pH₁, Schinkenkerntemperatur (SKT) und pH₂₄) für alle Tiere zusammen und getrennt nach dem Selektionskriterium „Lungenbefund“ aufgeführt.

Tabelle 8: Schlachtdaten (Schlachtkörpermasse, Magerfleischanteil) sowie Daten der Fleischqualitätsuntersuchung (pH₁, Schinkenkerntemperatur und pH₂₄) aller Tiere und getrennt nach Lungenbefund (Mittelwert ± Standardabweichung, Minimum und Maximum)									
Merkmal	Gesamt (N = 2.386)			Lunge o.b.B. (n = 1.669)			Lunge +++ (n = 717)		
	$\bar{x} \pm \text{Std.}$	Min.	Max.	$\bar{x} \pm \text{Std.}$	Min.	Max.	$\bar{x} \pm \text{Std.}$	Min.	Max.
Masse	91,4 ± 8,9	50,8	124,6	93,6 ± 8,6	50,8	124,6	86,3 ± 7,4	53,4	114,8
Mfa. %	55,6 ± 3,7	40,6	64,9	55,6 ± 3,7	40,6	64,9	55,6 ± 3,5	40,8	63,4
pH₁	6,47 ± ,23	5,29	6,95	6,41 ± ,22	6,29	6,95	6,60 ± ,26	5,49	6,82
SKT	40,4 ± ,37	38,9	42,1	40,4 ± ,41	38,9	42,1	40,4 ± ,26	39,9	41,8
pH₂₄	5,95 ± ,40	5,00	6,82	5,72 ± ,15	5,00	6,75	6,47 ± ,30	5,22	6,82

Legende: Masse = Schlachtkörpermasse (kg);
Mfa. % = Magerfleischanteil (%)
pH₁ = pH-Wert ca. 60 Minuten nach der Betäubung im M. semimembranosus
SKT = Schinkenkerntemperatur ca. 60 Min. nach der Betäubung
pH₂₄ = pH-Wert ca. 24 Stunden nach der Betäubung im M. semimembranosus
Die **fett dargestellten Mittelwerte** markieren signifikante Unterschiede zwischen den Werten der Schweine ohne Lungenbefund bzw. mit hochgradigen Lungenveränderungen.

Die **Schlachtkörpermasse** aller untersuchten Schweine betrug im Durchschnitt 91,4 kg. Die Schweine, bei denen keine Lungenveränderungen vorlagen, hatten im Mittel eine Schlachtkörpermasse von 93,6 kg und die Tiere mit hochgradigen Lungenveränderungen wogen im Durchschnitt 86,3 kg, d.h. durchschnittlich 7,3 kg signifikant weniger (siehe **Abbildung 1**, S. 61).

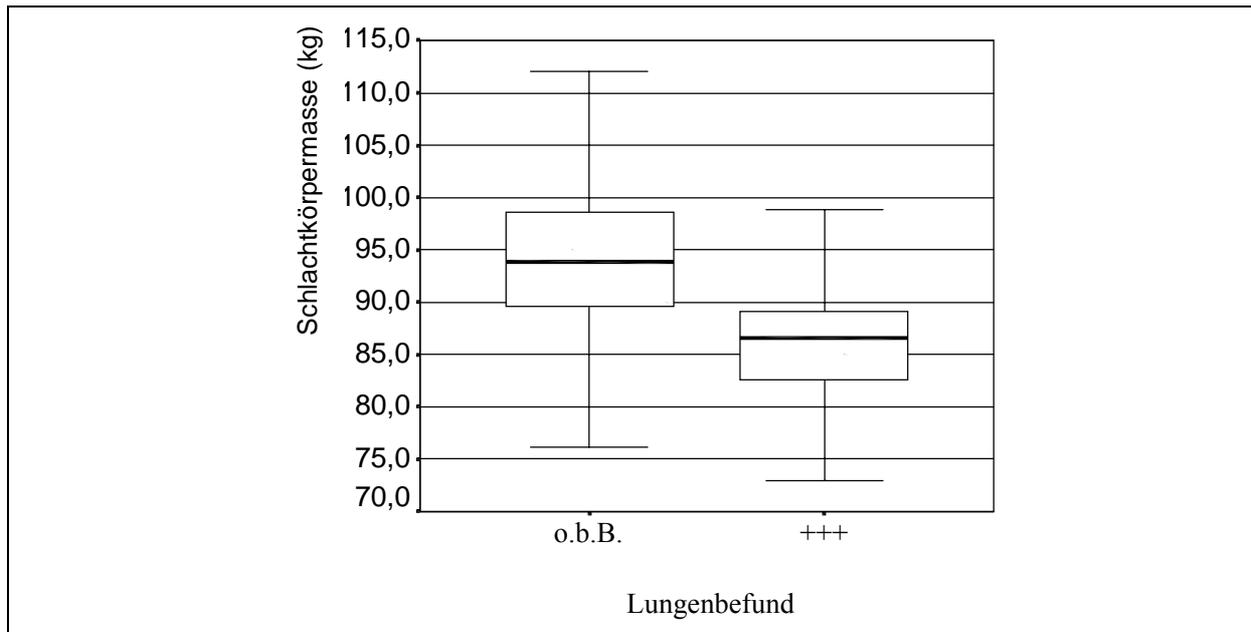


Abbildung 1: Vergleich der Schlachtkörpermasse von Tieren ohne pathologisch-anatomischen Befund bzw. mit hochgradigem Befund an der Lunge

Der **Magerfleischanteil** betrug bei allen Tieren durchschnittlich 55,6 %. Sowohl bei den Schweine ohne Lungenbefund als auch denen mit hochgradigen Lungenveränderungen war der mittlere Magerfleischanteil gleich wie der Mittelwert aller Tiere (**Abbildung 2**).

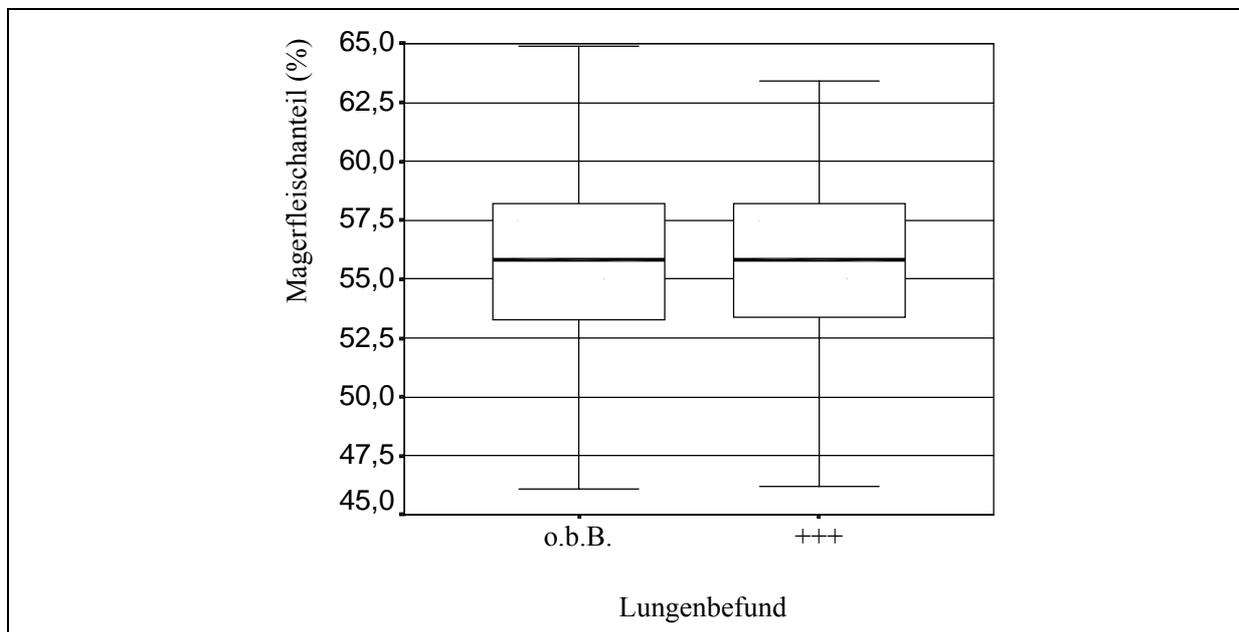


Abbildung 2: Magerfleischanteile der Schlachtkörper von Tieren ohne pathologisch-anatomischen Befund bzw. mit hochgradigem Befund an der Lunge im Vergleich

Eine Stunde nach der Betäubung/ Tötung lag der **pH₁-Wert** im M. semimembranosus aller Tiere durchschnittlich bei 6,47. Die Schweine ohne Lungenbefund wiesen mit 6,41 zu diesem Zeitpunkt einen signifikant niedrigeren pH₁-

Wert auf als die Tiere mit hochgradigen Lungenveränderungen, deren pH_1 -Wert im Mittel 6,60 betrug (siehe **Abbildung 3**).

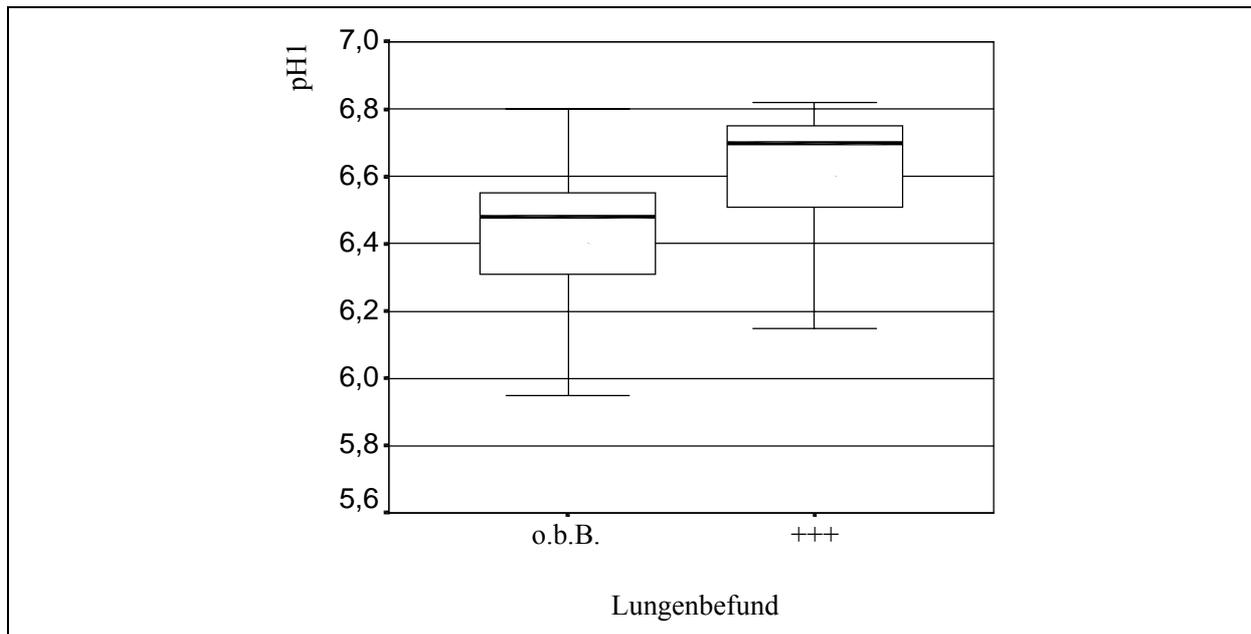


Abbildung 3: Vergleich der pH_1 -Werte der Schlachtkörper von Tieren ohne bzw. mit hochgradigem pathologisch-anatomischen Befund an der Lunge

Die **Schinkenkerntemperatur**, die ebenfalls eine Stunde nach der Betäubung gemessen wurde, betrug im Durchschnitt bei allen Tieren $40,4^\circ\text{C}$. Sowohl bei den Schweine ohne Lungenbefund als auch denen mit hochgradigen Lungenveränderungen war die mittlere Schinkenkerntemperatur gleich wie der Mittelwert aller Tiere (siehe **Abbildung 4**).

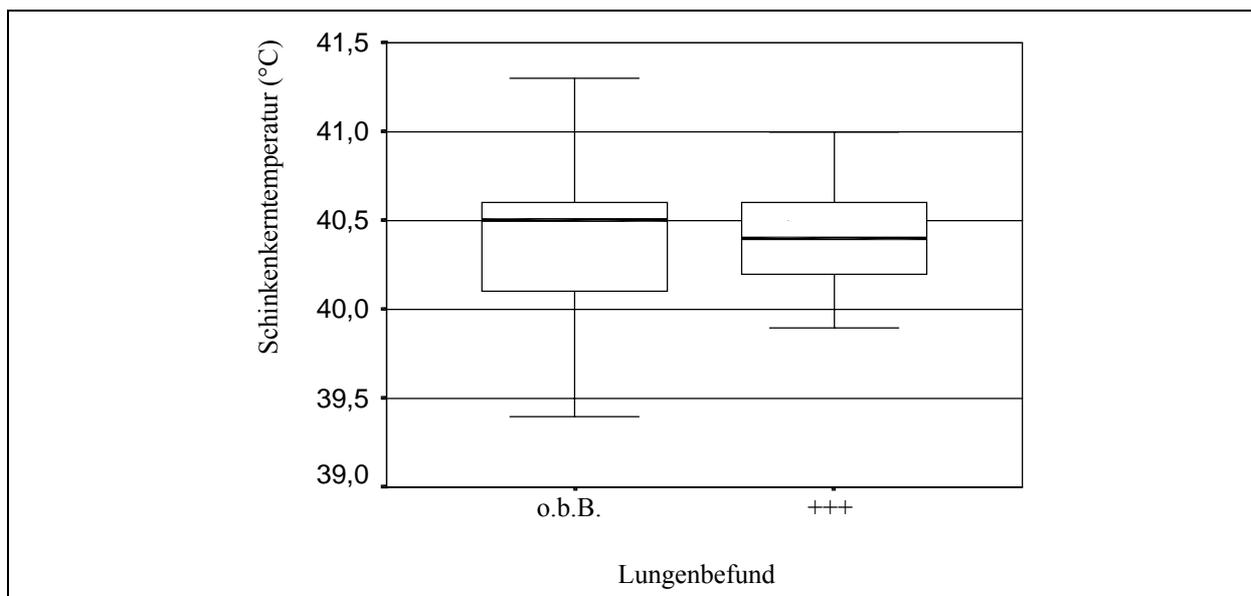


Abbildung 4: Vergleich der Schinkenkerntemperatur der Schlachtkörper von Tieren ohne bzw. mit hochgradigem pathol.-anat. Befund an der Lunge

Vierundzwanzig Stunden nach der Betäubung/ Tötung lag **der pH_{24} -Wert** im M. semimembranosus aller Tiere durchschnittlich bei 5,95. Die Schweine ohne

Lungenbefund wiesen mit 5,72 zu diesem Zeitpunkt einen signifikant niedrigeren pH-Wert auf als die Tiere mit hochgradigen Lungenveränderungen, deren pH-Wert im Mittel 6,47 betrug (siehe **Abbildung 5**).

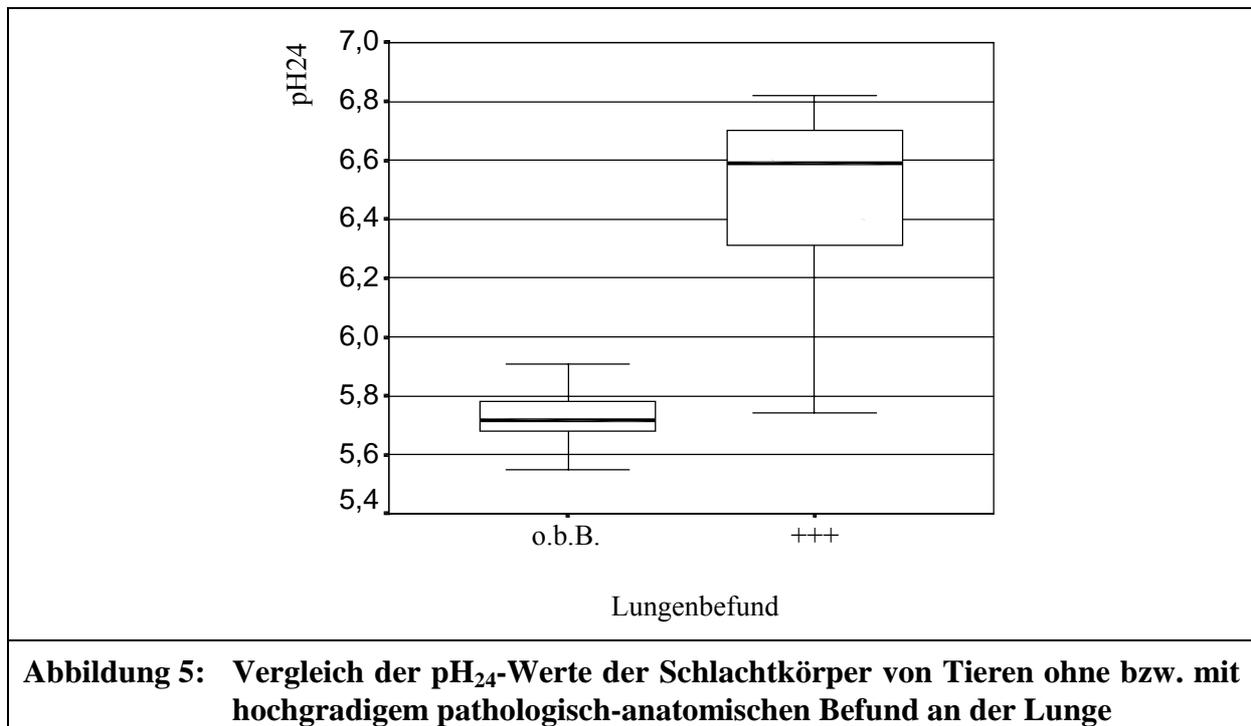


Abbildung 5: Vergleich der pH₂₄-Werte der Schlachtkörper von Tieren ohne bzw. mit hochgradigem pathologisch-anatomischen Befund an der Lunge

Anhand der pH-Werte (pH₁ und pH₂₄) wurden die Fleischqualitätsmerkmale „Normal“, „PSE“ und „DFD“ den Schlachtkörpern zugeordnet. Der erste Messwert wurde neben der Identifizierung von PSE-Fleisch (pH₁ ≤ 6,0) auch als Hinweis auf eine mangelhafte Fleischreifung im Sinne von DFD benutzt (DFD-Verdacht, pH₁ ≥ 6,8). Der zweite Messwert diente zur Identifizierung von DFD-Fleisch (pH₂₄ ≥ 6,2).

Insgesamt wurden anhand des pH₁-Wertes 2.237 Schlachtkörper, d.h. 93,8 % als „Normal“ eingestuft, 123 Schlachtkörper wurden mit „PSE“ klassifiziert (5,2 %) und bei 26 Tieren lag der pH₁-Wert bei bzw. über 6,8 (1,1 %), d.h. es wurde „DFD-Verdacht“ geäußert. Die pH-Messung nach 24 Stunden reduzierte den Anteil an Schlachtkörpern mit „normaler“ Fleischqualität auf 67,4 %, d.h. bei 654 Tieren wurde das Fleisch als „DFD“ identifiziert (27,4 % aller Tiere). Von den 26 Schlachtkörpern, die anhand des pH₁-Wertes mit DFD-Verdacht charakterisiert wurden, wurden 23 auch anhand des pH₂₄-Wertes als „DFD“ identifiziert (88,5 %). Keiner der als „PSE“ erkannten Schlachtkörper zeigt nach 24 Stunden DFD-Eigenschaften. Hingegen zeigten 631 der als „normal“ eingestuften Schlachtkörper (28,2 %) nach 24 Stunden DFD-Charakter.

Betrachtet man die Fleischqualitätsverhältnisse mit Berücksichtigung des Selektionskriteriums „Lungenstatus“, so zeigte sich, dass von den 1.669 Tieren ohne Lungenveränderungen 1.524 keine Abweichungen der Fleischqualität aufwiesen (91,3 %), die 717 Schlachtkörper der Schweine mit hochgradigen Lungenveränderungen jedoch nur zu 11,9 % ohne Fleischqualitätsmängel waren

(n = 85). Während bei den Tieren ohne Lungenbefund der Fleischqualitätsmangel „PSE“ mit 6,8 % dominierte und „DFD“ bei 1,8 % erkannt wurde, so überwog bei den Schlachtkörpern der Tiere mit hochgradigen Lungenveränderungen der DFD-Anteil mit 87 % und nur zu 1,1 % wurde PSE festgestellt (siehe **Abbildung 6**).

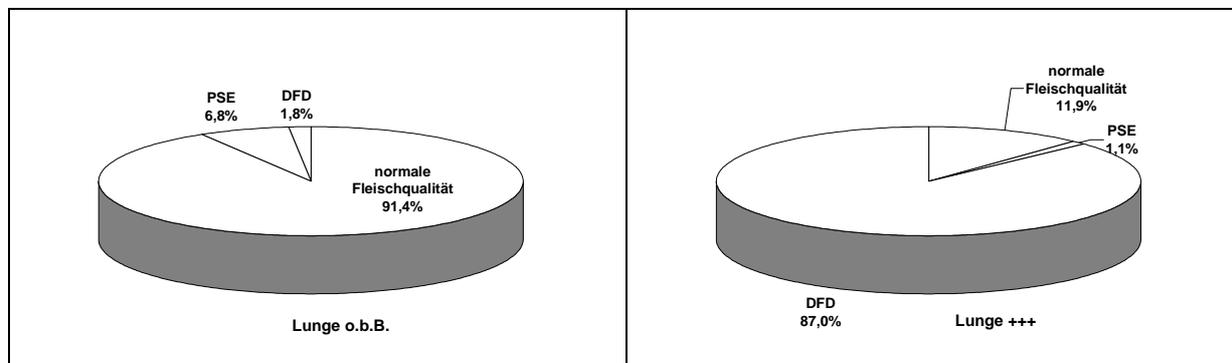


Abbildung 6: Vergleich der Fleischqualitäts-Klassifizierung der Schlachtkörper von Tieren ohne pathologisch-anatomischen Befund bzw. mit hochgradigem Befund an der Lunge („normal“, „PSE“ und „DFD“)

Aufgrund der Ergebnisse aus Untersuchungen anderer Autoren (SCHÜTTE et al., 1994; MERGENS, 1997, POTT, 1997, VENTHIEN, 1998) bei denen der Magerfleischanteil der untersuchten bzw. in die Untersuchung einbezogenen Tieren jeweils den größten Einfluss auf die Fleischqualität innerhalb der ersten Stunde (pH_1 -Wert) ausübte, wurden auch die Daten der eigenen Untersuchung (pH_1 , SKT, pH_{24}) in gleicher Weise analysiert. Die untersuchten Tiere wurden anhand ihres Magerfleischanteils in drei Klassen eingeteilt:

- 1 : Mfa% < 55,5 % = belastungsunempfindlich
- 2 : Mfa% zwischen 55,5 und 59,4 % = belastungsgefährdet
- 3 : Mfa% > 59,4 % = belastungsempfindlich

In **Tabelle 9** sind die Fleischqualitätsparameter pH_1 , Schinkenkerntemperatur und pH_{24} für die drei Magerfleischgruppen aufgeführt, wiederum für alle Tiere und getrennt anhand der Lungenbefunde. Betrachtet man *alle Tiere zusammen*, so zeigt sich für den pH_1 , dass mit zunehmendem Magerfleischanteil die Werte niedriger sind, wobei die Tiere mit einem Magerfleischanteil über 59,4 % mit 6,42 einen signifikant niedrigeren pH_1 -Wert aufwiesen als die Tiere in den beiden anderen Gruppen (6,49 und 6,46). Dieses konnte bei den Tieren *ohne Lungenbefund* beobachtet werden, jedoch nicht bei denen *hochgradige Lungenveränderungen* vorlagen (siehe auch **Abbildung 7**, S. 65).

Die **Schinkenkerntemperatur** lag im Mittel bei fast *allen Tieren* bei 40,4°C. Abweichend davon lag die durchschnittliche Schinkenkerntemperatur aller Tiere mit einem Magerfleischanteil über 59,4 % um 0,1°C signifikant höher als die der übrigen Tiere. Bei den Schweinen *ohne Lungenveränderungen* betrug diese Differenz + 0,2°C. Kein Unterschied war bei den Tieren *mit hochgradigen Lungenveränderungen* festzustellen (siehe **Tabelle 9**, S. 65).

Tabelle 9: Vergleich der Mittelwerte (\pm Standardabweichung) der Fleischqualitätsparameter pH_1 , pH_{24} und Schinkenkerntemperatur der untersuchten Tiere, gruppiert anhand des Magerfleischanteils; gesamt und getrennt nach Lungenbefund

Mfa% Merkmal	Gesamt (N = 2.386)			Lunge o.b.B. (n = 1.669)			Lunge +++ (n = 717)		
	< 55,5 %	55,5-59,4 %	> 59,4 %	< 55,5 %	55,5-59,4 %	> 59,4 %	< 55,5 %	55,5-59,4 %	> 59,4 %
Anzahl	1.064	991	331	740	697	232	324	294	99
pH_1	6,49 ^a \pm ,21	6,46 ^a \pm ,23	6,42 ^b \pm ,29	6,43 ^a \pm ,20	6,40 ^a \pm ,22	6,33 ^b \pm ,27	6,61 \pm ,17	6,59 \pm ,21	6,64 \pm ,22
SKT	40,4 ^a \pm ,3	40,4 ^a \pm ,4	40,5 ^b \pm ,4	40,4 \pm ,2	40,4 \pm ,3	40,6 \pm ,3	40,4 \pm ,2	40,4 \pm ,3	40,4 \pm ,3
pH_{24}	5,96 \pm ,40	5,93 \pm ,40	5,94 \pm ,44	5,74 ^a \pm ,15	5,72 ^a \pm ,15	5,69 ^b \pm ,14	6,48 ^{a,b} \pm ,27	6,44 ^a \pm ,31	6,52 ^b \pm ,32

Legende: pH_1 = pH-Wert ca. 60 Minuten nach der Betäubung im M. semimembranosus
 SKT = Schinkenkerntemperatur ca. 60 Min. nach der Betäubung
 pH_{24} = pH-Wert ca. 24 Stunden nach der Betäubung im M. semimembranosus
^{a,b} Die Hochzahlen markieren signifikante Unterschiede zwischen den Werten der Schweine in den unterschiedlichen Magerfleischanteil-Gruppen; gesamt und in den Gruppen „ohne Lungenbefund“ bzw. „mit hochgradigen Lungenveränderungen“.

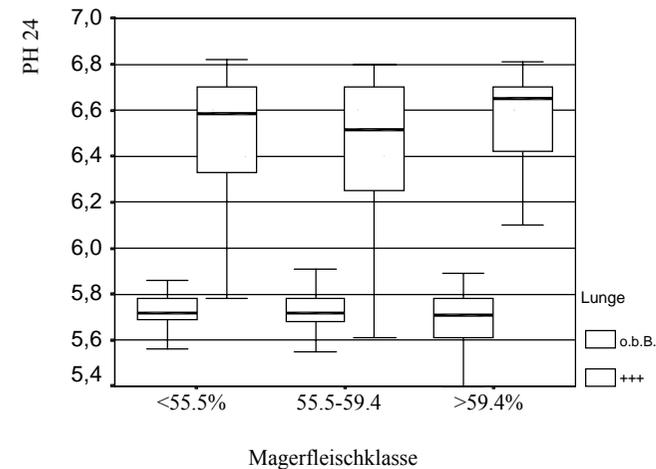
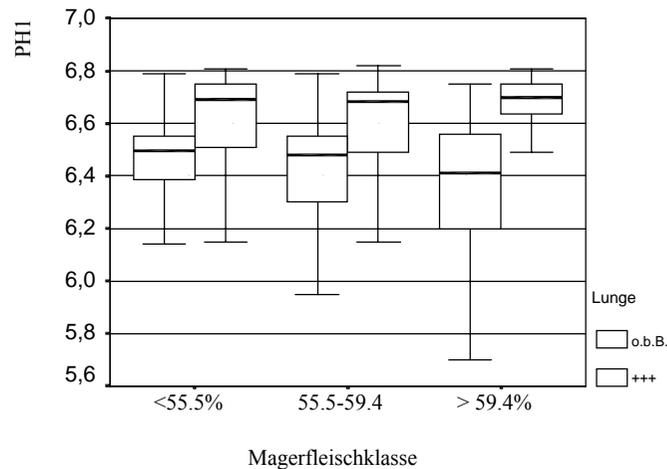
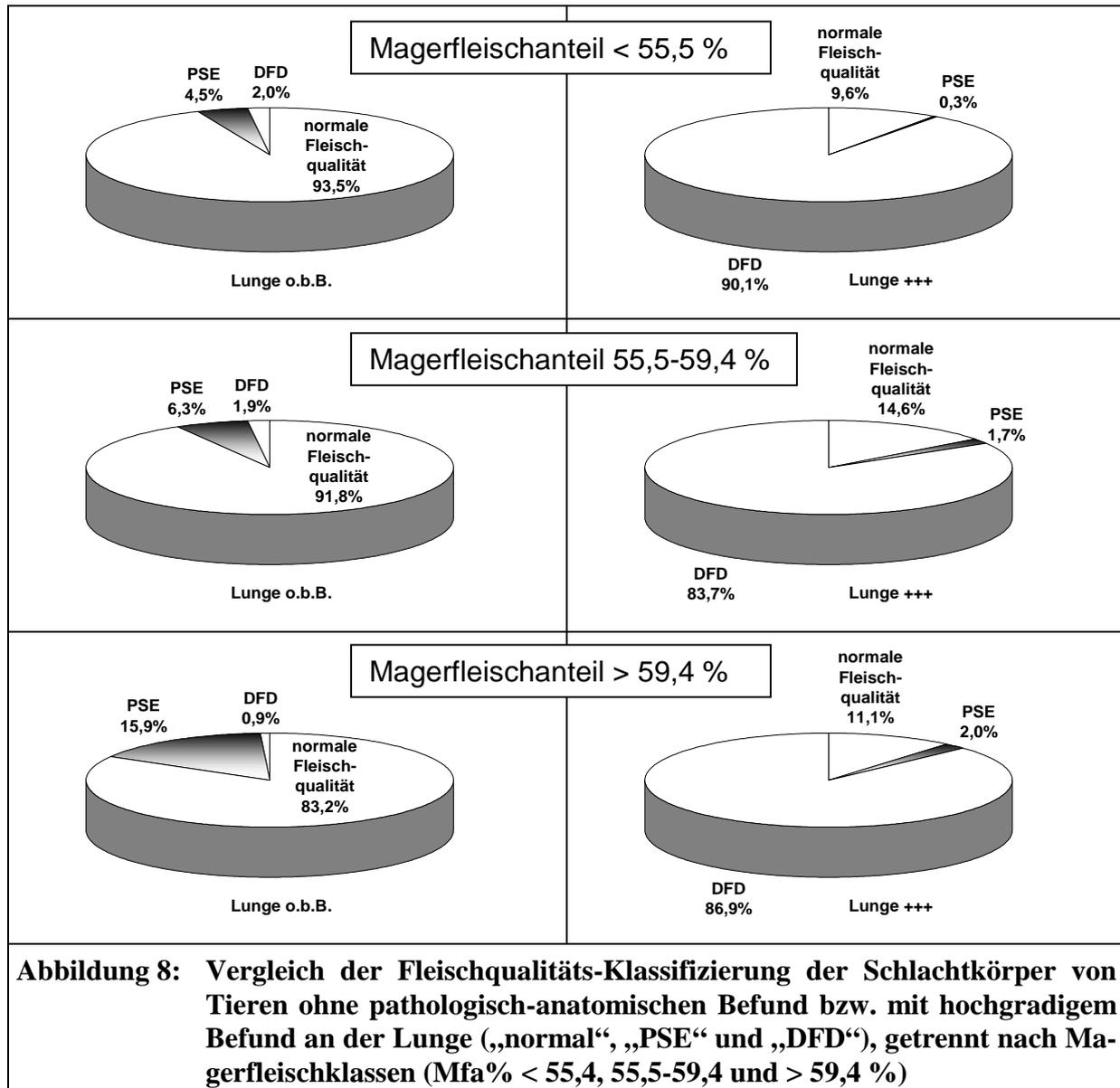


Abbildung 7: Vergleich der Fleischqualitäts-Klassifizierung der Schlachtkörper von Tieren ohne pathologisch-anatomischen Befund bzw. mit hochgradigem Befund an der Lunge („normal“, „PSE“ und „DFD“), gruppiert anhand des Magerfleischanteils (Mfa% < 55,4, 55,5-59,4 und > 59,4 %)

Die Werte der pH_{24} -Messung zeigten bei *allen Tieren* zusammen keine Unterschiede in den Magerfleischgruppen. Bei den Tieren ohne *Lungenbefund* lagen die pH_{24} -Werte der Tiere mit einem Magerfleischanteil über 59,4 % ebenfalls signifikant niedriger als die Werte der Tiere in den beiden anderen Gruppen. Schweine mit *hochgradigen Lungenveränderungen* und einem Magerfleischanteil über 59,4 % hatten hingegen einen höheren pH_{24} -Wert als die Schweine mit niedrigerem Magerfleischanteil. Ein signifikanter Unterschied bestand jedoch nur zu den Tieren, deren Magerfleischanteil zwischen 55,5 und 59,4 % lag (siehe Tabelle 9 und Abbildung 7, S. 65).



Betrachtet man die sich aus den pH -Werten ergebenden Fleischqualitäten der untersuchten Tiere, so zeigt sich entsprechend den beschriebenen Verhältnissen der pH -Werte in den drei anhand des Magerfleischanteils gebildeten Gruppen, dass bei den Tieren *ohne Lungenveränderungen* der Anteil an PSE- Fleisch von 4,5 % bei den belastungsunempfindlichen Tieren über 6,3 % bei den belastungsgefährdeten Tieren bis 15,9 % bei den belastungsempfindlichen Tieren

zunimmt. Tiere mit einem Magerfleischanteil über 59,4 % und *ohne Lungenveränderungen* entwickeln somit signifikant häufiger Fleisch mit PSE-Eigenschaften als lungengesunde Tiere mit einem niedrigerem Magerfleischanteil (siehe **Abbildung 8**, S. 66).

Bei den Schweinen mit hochgradigen Lungenveränderungen waren die Verhältnisse ähnlich, wobei die PSE-Rate insgesamt deutlich niedriger lag als bei den lungengesunden Tieren. Aber auch hier lag bei den *belastungsunempfindlichen* Tieren der PSE-Anteil mit 0,3 % unter dem der anderen Gruppen (1,7 %/ 2 %).

Aus **Tabelle 8** auf Seite 60 und **Abbildung 1** auf Seite 61 wird erkenntlich, dass Tiere mit hochgradigen Lungenveränderungen eine um 7,3 kg signifikant niedrigere Schlachtkörpermasse aufwiesen als Tiere ohne Lungenbefund. Betrachtet man die Schlachtkörpermasse der Tiere mit „normaler“ Fleischqualität im Vergleich zu denen mit „PSE-“ oder „DFD-“Eigenschaften und mit Berücksichtigung der Lungenbefunde, so lässt sich feststellen, dass unabhängig von der Fleischqualität die Schlachtkörpermasse der Tiere mit hochgradigen Lungenveränderungen signifikant niedriger lag als das lungengesunder Tiere (siehe **Tabelle 10** und **Abbildung 9**, S. 67).

Tabelle 10: Schlachtkörpermasse (Mittelwert ± Standardabw.) von Tieren ohne bzw. mit Fleischqualitätsabweichungen („PSE“, „DFD“), getrennt nach Lungenbefund

Merkmal	Lunge o.b.B. (n = 1.669)			Lunge +++ (n = 717)		
	„normale“ FQ	„PSE“	„DFD“	„normale“ FQ	„PSE“	„DFD“
Masse	93,6 ± 8,6	93,9 ± 8,4	91,8 ± 9,9	86,7 ± 9,6	85,4 ± 7,8	86,2 ± 7,0

Legende: Masse= Schlachtkörpermasse (kg) [$\bar{x} \pm s$]; FQ = Fleischqualität

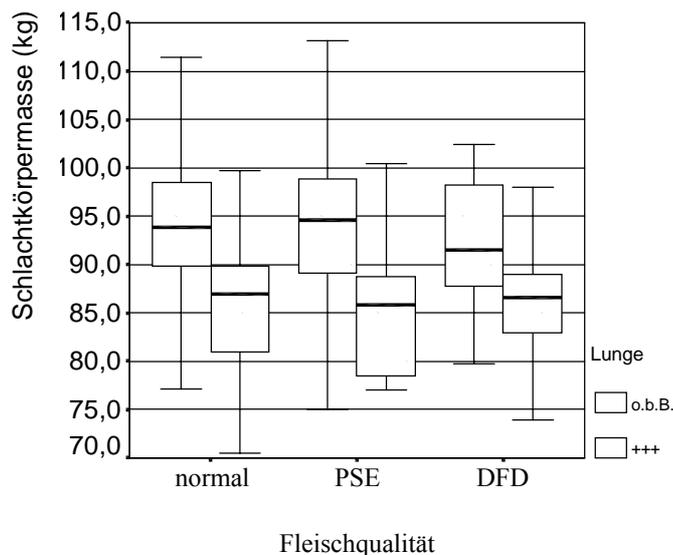


Abbildung 9: Schlachtkörpermasse von Tieren ohne bzw. mit Fleisch („PSE“, „DFD“), getrennt nach Lungenbefund

Neben den Faktoren „Magerfleischanteil“ und „Lungenbefund“, die zum einen aus der Literatur als Haupteinflussgrößen für die postmortale Fleischreifung bekannt sind (Magerfleischanteil) bzw. deren Einfluss auf die Fleischqualität im vorangegangenen Kapitel analysiert wurde, wurden auch die Umgebungsvariablen „Ladedichte“, „Ausruhezeit auf dem Schlachthof“ sowie die „Äquivalenttemperatur“ bei der Erfassung der Lieferungen protokolliert.

Damit der Einfluss der oben genannten Faktoren „Magerfleischanteil“ und „Lungenbefund“ die Wechselbeziehungen zwischen den Umgebungsvariablen und der Fleischqualität nicht überlagern, wurden zum einen nur die Tiere mit einem Magerfleischanteil unter 59,5 % in die Analyse einbezogen und zum anderen die Auswertung getrennt nach Lungenbefund (o.b.B., +++ = hochgradige Lungenveränderungen) durchgeführt.

In der **Tabelle 11** (S. 69) sind die Mittelwerte [$\bar{x} \pm s$] der Fleischqualitätsparameter „pH₁“, „Schinkenkerntemperatur“ und „pH₂₄“ der Tiere aufgeführt, die entsprechend den anhand der Umgebungsvariablen gebildeten Untergruppen transportiert wurden bzw. eine Ruhezeit auf dem Schlachthof erhalten haben. Hierbei sind die Werte der Schweine ohne und die der Tiere mit hochgradigem Lungenbefund getrennt aufgelistet.

Wie im Abschnitt „Statistik“ des Kapitels „Material und Methode“ beschrieben, ist eine Analyse der Beziehungen zwischen den möglichen Einflussfaktoren „Ladedichte“, „Ausruhezeit auf dem Schlachthof“ und „Äquivalenttemperatur“ nur durch die multivariate Varianzanalyse möglich. Dabei werden die Wechselbeziehungen zwischen den Faktoren berücksichtigt. In der **Tabelle 12** (S. 70) sind für die genannten Faktoren die Werte der Fleischqualitätsparameter „pH₁“, „Schinkenkerntemperatur“ und „pH₂₄“ zum einen nicht angepasst als auch korrigiert um den Einfluss der Faktoren wiedergegeben. Hierbei wurden nur die Tiere mit einem Magerfleischanteil < 59,5 % berücksichtigt und die Daten getrennt nach Lungenbefund dargestellt.

Aus der multiplen Klassifikationsanalyse der mehrfaktoriellen Varianzanalyse ergeben sich für die Umgebungsvariablen „Ladedichte“, „Ruhezeit auf dem Schlachthof“ und „Äquivalenttemperatur“ die Abweichungen der Fleischqualitätsparameter vom korrigierten Mittelwert der in die Analyse einbezogenen Tiere, in dem der Einfluss der jeweils anderen Variablen einberechnet wurde.

In der **Abbildung 10** (S. 71) sind die Mittelwertabweichungen in Abhängigkeit von den Umgebungsvariablen für die Fleischqualitätsparameter „pH₁“, „Schinkenkerntemperatur“ und „pH₂₄“ graphisch dargestellt, jeweils getrennt für die Tiere ohne Lungenbefund bzw. mit hochgradigen Lungenveränderungen.

Tabelle 11: Vergleich der Mittelwerte (\pm Standardabweichung) der Fleischqualitätsparameter pH₁, pH₂₄ und Schinkenkerntemperatur der untersuchten Tiere ohne bzw. mit hochgradigem Lungenbefund und mit einem Magerfleischanteil kleiner 59,5 %, gruppiert anhand der Äquivalenttemperatur (15-30 und > 30), der Ruhezeit auf dem Schlachthof (30-60 und > 60 Minuten) sowie der Ladedichte (0,4-0,5 und > 0,5 m²/ 100 kg)

Lunge ohne besonderen Befund und Magerfleischanteil < 59,5 % (N = 1.437)								
	Äquivalenttemperatur 15-30 (n = 288)				Äquivalenttemperatur > 30 (n = 1.149)			
	Ruhezeit 30-60 Min. (n = 93)		Ruhezeit > 60 Min. (n = 195)		Ruhezeit 30-60 Min. (n = 562)		Ruhezeit > 60 Min. (n = 587)	
Ladedichte	0,4-0,5qm/100kg	> 0,5qm/100kg	0,4-0,5qm/100kg	> 0,5qm/100kg	0,4-0,5qm/100kg	> 0,5qm/100kg	0,4-0,5qm/100kg	> 0,5qm/100kg
Anzahl	93	0	0	195	489	73	98	489
pH₁	6,43 \pm ,16			6,27 \pm ,22	6,50 \pm ,15	6,17 \pm ,25	6,52 \pm ,15	6,42 \pm ,20
SKT	40,2 \pm ,4			40,4 \pm ,4	40,3 \pm ,4	40,4 \pm ,6	40,6 \pm ,2	40,5 \pm ,3
pH₂₄	5,70 \pm ,12			5,69 \pm ,15	5,72 \pm ,10	5,73 \pm ,12	5,75 \pm ,11	5,75 \pm ,19
Lunge mit hochgradigen Veränderungen und Magerfleischanteil < 59,5 % (N = 618)								
	Äquivalenttemperatur 15-30 (n = 145)				Äquivalenttemperatur > 30 (n = 473)			
	Ruhezeit 30-60 Min. (n = 43)		Ruhezeit > 60 Min. (n = 102)		Ruhezeit 30-60 Min. (n = 280)		Ruhezeit > 60 Min. (n = 193)	
Ladedichte	0,4-0,5qm/100kg	> 0,5qm/100kg	0,4-0,5qm/100kg	> 0,5qm/100kg	0,4-0,5qm/100kg	> 0,5qm/100kg	0,4-0,5qm/100kg	> 0,5qm/100kg
Anzahl	43	0	0	102	247	33	16	177
pH₁	6,70 \pm ,07			6,49 \pm ,23	6,66 \pm ,14	6,34 \pm ,20	6,73 \pm ,05	6,58 \pm ,18
SKT	40,2 \pm ,1			40,4 \pm ,3	40,3 \pm ,2	40,7 \pm ,3	40,6 \pm ,1	40,5 \pm ,22
pH₂₄	6,59 \pm ,15			6,44 \pm ,26	6,50 \pm ,31	6,08 \pm ,22	6,63 \pm ,19	6,45 \pm ,28
Legende: pH ₁ = pH-Wert ca. 60 Minuten nach der Betäubung im M. semimembranosus SKT = Schinkenkerntemperatur ca. 60 Min. nach der Betäubung pH ₂₄ = pH-Wert ca. 24 Stunden nach der Betäubung im M. semimembranosus								

Tabelle 12: Vergleich der nicht angepassten und der nach Faktoren korrigierten Mittelwerte der Fleischqualitätsparameter pH_1 , pH_{24} und Schinkenkerntemperatur der untersuchten Tiere ohne bzw. mit hochgradigem Lungenbefund und mit einem Magerfleischanteil kleiner 59,5 %, gruppiert anhand der Äquivalenttemperatur (15-30 und > 30), der Ruhezeit auf dem Schlachthof (30-60 und > 60 Minuten) sowie der Ladedichte (0,4-0,5 und > 0,5 m²/ 100 kg)

			N	Lunge o.b.B.		Lunge +++	
				Nicht angepaßt	Korrigiert nach Faktoren	Nicht angepaßt	Korrigiert nach Faktoren
PH1	Ladedichte	> 0,5	757	6,36	6,32	6,52	6,46
		0,4 - 0,5	680	6,49	6,53	6,67	6,74
	Äquivalenttemperatur	15 - 30	288	6,32	6,34	6,55	6,57
		31 - 60	1.149	6,44	6,44	6,61	6,61
	Ruhezeit	> 60	782	6,39	6,47	6,56	6,69
30 - 60		655	6,45	6,36	6,63	6,52	
PH24	Ladedichte	> 0,5	757	5,73	5,73	6,41	6,29
		0,4 - 0,5	680	5,72	5,73	6,52	6,64
	Äquivalenttemperatur	15 - 30	288	5,69	5,69	6,48	6,49
		31 - 60	1.149	5,74	5,74	6,46	6,45
	Ruhezeit	> 60	782	5,73	5,74	6,46	6,60
30 - 60		655	5,72	5,72	6,47	6,33	
SKT	Ladedichte	> 0,5	757	40,45	40,38	40,48	40,51
		0,4 - 0,5	680	40,33	40,41	40,33	40,30
	Äquivalenttemperatur	15 - 30	288	40,34	40,31	40,35	40,32
		31 - 60	1.149	40,41	40,42	40,42	40,43
	Ruhezeit	> 60	782	40,48	40,49	40,46	40,38
30 - 60		655	40,30	40,28	40,35	40,42	

Für den Fleischqualitätsparameter „ pH_1 “ ist sowohl bei den Schweinen *ohne Lungenbefund* als auch mit hochgradigem Lungenbefund ein signifikanter Einfluss aller erfassten Umgebungsvariablen festzustellen. Bei Tieren *ohne Lungenveränderungen* führte eine **Ladedichte** über 0,5 qm/ 100kg zu einer Abweichung des pH-Wertes um -0,1, während bei Tieren, die bei einer Ladedichte von 0,4-0,5 qm/ 100kg transportiert wurden, die Abweichung +0,11 betrug. Bei Tieren mit *hochgradigen Lungenveränderungen* führte eine Ladedichte über 0,5 qm/ 100kg zu einer Abweichung des pH-Wertes um -0,14, während bei Tieren, die bei einer Ladedichte von 0,4-0,5 qm/ 100kg transportiert worden waren, die Abweichung +0,14 betrug.

Betrachtet man die **Äquivalenttemperatur**, so zeigte sich bei Tieren *ohne Lungenveränderungen* eine Abweichung des pH_1 -Wertes von -0,08, wenn diese bei einer Äquivalenttemperatur zwischen 15 und 30 transportiert wurden (Außentemperatur: 6,6-8,2°C; Luftfeuchtigkeit: 68-88%). Die Abweichung des pH_1 -Wertes für die Tiere *ohne Lungenveränderung*, die bei einer Äquivalenttemperatur über 30 transportiert wurden (Außentemperatur: 10-24°C; Luftfeuchtigkeit: 45-95%) betrug hingegen +0,02 Einheiten. Weniger deutlich waren die Mittelwertabweichungen vom pH_1 der Schlachtkörper von Schweinen mit *hochgradigen Lungenveränderungen* in diesem Vergleich: -0,03 zu +0,01 (siehe **Abbildung 10**, S. 71, oberes Drittel).

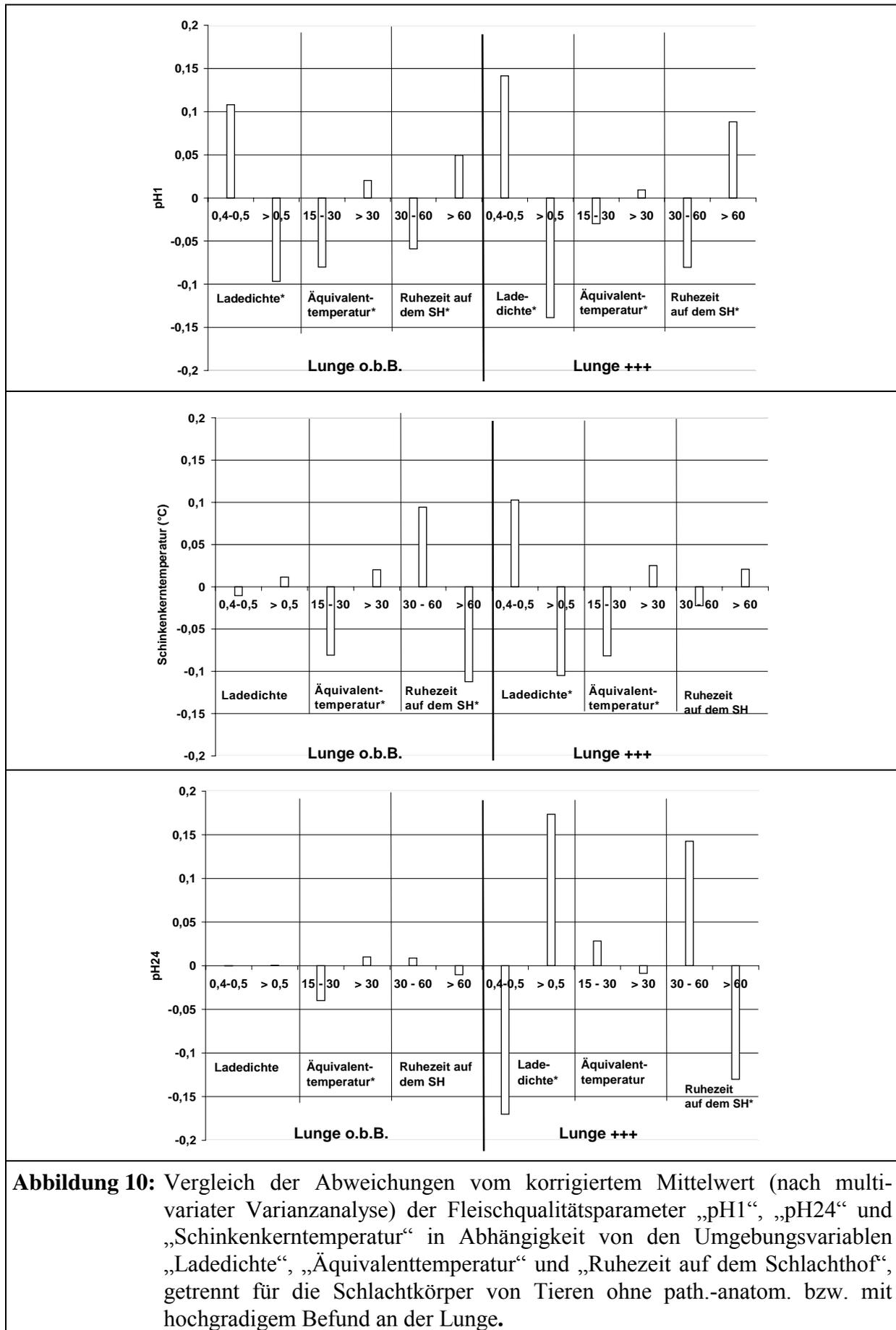


Abbildung 10: Vergleich der Abweichungen vom korrigiertem Mittelwert (nach multivariater Varianzanalyse) der Fleischqualitätsparameter „pH1“, „pH24“ und „Schinkenkerntemperatur“ in Abhängigkeit von den Umgebungsvariablen „Ladedichte“, „Äquivalenttemperatur“ und „Ruhezeit auf dem Schlachthof“, getrennt für die Schlachtkörper von Tieren ohne path.-anatom. bzw. mit hochgradigem Befund an der Lunge.

Die **Ruhezeit auf dem Schlachthof** variierte zwischen 30-60 Minuten und über 60 Minuten (Maximum 120 Minuten). Die multiple Klassifikationsanalyse ergab für den **pH₁**-Wert der Schlachtkörper von Tieren *ohne Lungenveränderungen* eine Mittelwertabweichung von -0,06, solange die Ruhezeit zwischen 30 und 60 Minuten betrug. Bei einer Ruhezeit von über 60 Minuten betrug die Mittelwertabweichung der Schlachtkörper dieser Tiere +0,05 Einheiten. Ähnlich verhalten sich die Mittelwertabweichungen vom pH₁ der Schlachtkörper von Schweinen mit *hochgradigen Lungenveränderungen* in diesem Vergleich: -0,08 zu +0,09.

Zusammenfassend lässt sich demnach feststellen, dass sowohl bei den Tieren ohne Lungenveränderungen als auch mit hochgradigen Lungenveränderungen eine Ladedichte über 0,5 qm/ 100kg und/ oder eine Äquivalenttemperatur zwischen 15 und 30 (=> 6,6-8,2°C Außentemperatur) und/ oder eine Ruhezeit von weniger als einer Stunde einen signifikant niedrigeren **pH₁**-Wert zur Folge haben als ein Transport mit einer Ladedichte von 0,4-0,5 qm/ 100kg und/ oder eine Äquivalenttemperatur von über 30 (=> 10-24°C Außentemperatur) und/ oder eine Ruhezeit von 60-120 Minuten.

Für den Fleischqualitätsparameter „**Schinkenkerntemperatur**“ ist bei den Schweinen ohne Lungenveränderungen ein signifikanter Einfluss der Umgebungsvariablen „Äquivalenttemperatur“ und „Ruhezeit auf dem Schlachthof“ festzustellen. Im Gegensatz dazu hatte bei den Tieren mit hochgradigen Lungenveränderungen die „Ladedichte“ und die „Äquivalenttemperatur“ einen signifikanten Einfluss auf die Schinkenkerntemperatur.

Bei Tieren mit *hochgradigen Lungenveränderungen* führte eine **Ladedichte** über 0,5 qm/ 100kg zu einer Abweichung der **Schinkenkerntemperatur** um -0,1°C, während bei Tieren, die bei einer Ladedichte von 0,4-0,5 qm/ 100kg transportiert wurden, die Abweichung +0,1°C betrug.

Betrachtet man die **Äquivalenttemperatur**, so zeigte sich bei Tieren *ohne Lungenveränderungen* eine Abweichung der **Schinkenkerntemperatur** von -0,08, wenn diese bei einer Äquivalenttemperatur zwischen 15 und 30 transportiert wurden (Außentemperatur: 6,6-8,2°C; Luftfeuchtigkeit: 68-88%). Die Abweichung der Schinkenkerntemperatur für die Tiere *ohne Lungenveränderung*, die bei einer Äquivalenttemperatur über 30 transportiert wurden (Außentemperatur: 10-24°C; Luftfeuchtigkeit: 45-95%) betrug hingegen +0,02 Einheiten. Ähnlich ausgeprägt waren die Mittelwertabweichungen der Schinkenkerntemperatur der Schlachtkörper von Schweinen mit *hochgradigen Lungenveränderungen* in diesem Vergleich: -0,08 zu +0,03 (siehe **Abbildung 10**, S. 71, Mitte).

Die **Ruhezeit auf dem Schlachthof** variierte zwischen 30-60 Minuten und über 60 Minuten (Maximum 120 Minuten). Die multiple Klassifikationsanalyse ergab für die Schinkenkerntemperatur der Schlachtkörper von Tieren *ohne Lungenveränderungen* eine Mittelwertabweichung von +0,09°C, solange die Ruhezeit zwischen 30 und 60 Minuten betrug. Bei einer Ruhezeit von über 60 Minuten betrug die Mittelwertabweichung der Schlachtkörper dieser Tiere

-0,11°C. Keinen Einfluss hatte die Ruhezeitdauer auf die Schinkenkerntemperatur der Schlachtkörper von Schweinen mit *hochgradigen Lungenveränderungen*: -0,02 zu +0,02.

Zusammenfassend lässt sich demnach feststellen, dass unabhängig von den Lungenveränderungen eine Äquivalenttemperatur zwischen 15 und 30 (=> 6,6-8,2°C Außentemperatur) eine signifikant niedrigere **Schinkenkerntemperatur** zur Folge hat als ein Transport bei einer Äquivalenttemperatur von über 30 (=> 10-24°C Außentemperatur). Ein deutlicher Einfluss der Ladedichte auf die Schinkenkerntemperatur konnte nur bei den Schlachtkörpern von Tieren mit hochgradigen Lungenveränderungen festgestellt werden: Tiere, die mit einer Ladedichte über 0,5 qm/100kg transportiert worden waren, zeigten eine um durchschnittlich 0,2°C niedrigere Schinkenkerntemperatur als Tiere, deren Ladedichte zwischen 0,4 und 0,5 qm/ 100kg betrug. Umgekehrt war ein Einfluss der Ruhezeit auf dem Schlachthof auf die Schinkenkerntemperatur nur bei den Tieren ohne Lungenveränderungen festzustellen: Die Schlachtkörper der Tiere, deren Ruhezeit weniger als eine Stunde betrug, hatten eine um 0,2°C höhere Schinkenkerntemperatur als die der Tiere, denen eine Wartezeit von 30 bis 60 Minuten zugebilligt worden war.

Bei der Betrachtung der Ergebnisse der **pH₂₄**-Messungen zeigen sich deutliche Einflüsse der Umgebungsvariablen „Ladedichte“ und „Ruhezeit“ nur bei den Schlachtkörpern der Tiere mit *hochgradigen Lungenveränderungen*. Die Äquivalenttemperatur beeinflusste den pH₂₄-Wert der Schlachtkörper beider Gruppen nicht (siehe **Abbildung 10**, S. 71, unteres Drittel).

Den stärksten Einfluss hatte die **Ladedichte**: Bei diesen Tieren führte eine Ladedichte über 0,5 qm/ 100kg zu einer Abweichung des pH₂₄-Wertes um +0,17, während bei Tieren, die bei einer Ladedichte von 0,4-0,5 qm/ 100kg transportiert worden waren, die Abweichung -0,17 betrug.

Ähnlich deutlich war der Einfluss der **Ruhezeit auf dem Schlachthof** auf den pH₂₄-Wert der Schlachtkörper von Tieren mit hochgradigen Lungenveränderungen: Bei einer Ruhezeit zwischen 30 und 60 Minuten betrug die Mittelwertabweichung +0,14. Bei einer Ruhezeit von über 60 Minuten betrug die Mittelwertabweichung der Schlachtkörper dieser Tiere -0,13 Einheiten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der Fleischqualitätsparameter pH₂₄ als Identifikationshilfe von Fleisch mit DFD-Charakter sowohl von der Ladedichte als auch von der Ruhezeit, die den Tieren zur Verfügung gestellt werden, beeinflusst wird: Sowohl eine Erhöhung der Ladefläche über 0,5 qm/ 100kg als auch eine Ruhezeit von unter einer Stunde zeitigen deutlich höhere End-pH-Werte als eine Ladedichte von ≤0,5 qm/ 100kg und/ oder eine Ruhezeit über 60 Minuten. Die absolute Differenz der korrigierten Mittelwerte beträgt im Vergleich der Ladedichten 0,34 und im Vergleich der Ruhezeiten 0,27 Einheiten.

4 DISKUSSION DER ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die rein ökonomische Ausrichtung der Tierproduktion führte in den letzten 20 Jahren zu einer Konzentration der Tierhaltung mit fortgeschrittener Technisierung der Arbeitsabläufe. Die parallel verlaufenden und ebenso wirtschaftlich ausgerichteten Zuchtungsmaßnahmen zur Entwicklung schnellwüchsiger und fleischreicher Schweine hatten Konstitutionseinbußen bei den Tieren zur Folge (BOLLWAHN, 1979; BICKHARDT, 1998). Der Wandel in der Tierhaltung verursachte neue Probleme im Bereich der Tierproduktion und der Verarbeitung von Produkten tierischer Herkunft. So wurden beispielsweise 1995 allein in der Region Weser-Ems zur Einstallungsmetaphylaxe bzw. Behandlung von Mastschweinebeständen ca. 50.000 Tonnen Fütterungsarzneimittel eingesetzt (RASSOW u. SCHAPER, 1996). Dennoch beläuft sich die Verlustrate in den Mastställen auf 4 % im Jahr und bei der Schlachtung weisen bis zu 50 % der Tiere pathologisch-anatomische Veränderungen an der Lunge auf (LIENEMANN et al., 1991; WUNDERLI u. LENZINGER, 1993; KUTSCHERA, 1999). Ferner besteht die Gefahr der Zunahme von Resistenzen bei animalen und humanen Krankheitserregern durch den Einsatz der antibakteriellen Futtermittelzusatzstoffe. Des weiteren führt die mangelhafte Konstitution der Tiere dazu, dass beim Transport zum Schlachthof jährlich ca. 200.000 Schweine in der BRD verenden (WENZLAWOWICZ, 1998). Ebenfalls bedeutsam sind postmortale Qualitätsabweichungen hinsichtlich der Fleischbeschaffenheit (PSE, DFD), hervorgerufen durch unmittelbar vor dem Schlachten erfolgte physische und psychische Belastungen, die insbesondere streßanfällige Fleischrassen nicht mehr kompensieren können.

In jüngster Zeit hat die Diskussion um die Qualität und gesundheitliche Unbedenklichkeit der Lebensmittel tierischer Herkunft an Schärfe zugenommen. Die Bedingungen der Massentierhaltung und des Transportes geraten immer mehr in die öffentliche Kritik. Neben gesundheitlichen Bedenken haben Fragen der Ethik heute ebenso viel Gewicht und damit Einfluss auf den Fleischkonsum gewonnen (HAMBÜCHEN, 1998). Der stetige Rückgang des Fleischkonsums spiegelt das Misstrauen des Verbrauchers gegenüber dem Lebensmittel Fleisch wider.

Eines der Instrumente, diesem negativen Trend zu begegnen, ist die Einrichtung einer transparenten und alle Stufen der Lebensmittelproduktion berücksichtigenden Qualitätssicherung. Bei Lebensmitteln tierischer Herkunft ist der lebende Tierbestand mit einzubeziehen; Zucht, Aufzucht und Mast bilden ebenso Produktionsstufen bei der Fleischerzeugung wie der Tiertransport, der Umgang mit den Tieren am Schlachthof und die Schlachtung selbst sowie die Zerlegung der Tiere und die Verarbeitung des Fleisches. Im Rahmen dieser integrierten Qualitätssicherungssysteme kommt der Organbefundung am Schlachthof eine große Bedeutung zu, um eine präventive Bestandsbetreuung und eine

ständige Verbesserung der Tierhaltungsbedingungen sowie der Tiergesundheit zu ermöglichen. Die am Schlachthof an den Organen der geschlachteten Schweine ermittelten pathologisch-anatomischen Veränderungen sind ein objektives Maß für die während des Lebens der Tiere durchgemachten Krankheiten (BLAHA u. NEUBRAND, 1994). Eine Rückmeldung dieser Befunde ermöglicht dem Erzeuger wertvolle Rückschlüsse auf die Tiergesundheit seines Bestandes, da viele chronische oder subklinische Infektionen im Stall oft unerkant bleiben. Dadurch werden gezieltere Maßnahmen zur Steigerung der Bestandsgesundheit ermöglicht, die den Antibiotikaeinsatz in der Fütterung reduzieren und in der Folge den Verbraucherschutz sowie die Akzeptanz des Lebensmittels Fleisch verbessern können.

Bisher wird der Tierhalter vielfach nur über Schlachtkörpermasse und Magerfleischanteil als Grundlage der Vergütung unterrichtet. Eine wirtschaftlich ausgerichtete Fleischerzeugung produziert folglich hohe Gewichte in kurzer Zeit bei einem hohen Magerfleischanteil. Dabei wird eine verminderte Fleischqualität in Kauf genommen (WENZLAWOWICZ, 1994; SCHÜTTE et al., 1996a,b). Weitere Informationen über Organveränderungen oder die Fleischbeschaffenheit werden zwischen den Erzeuger- und den Fleischgewinnungsbetrieben nicht ausgetauscht. Lediglich das Verwerfen von Teilen oder des gesamten Schlachtkörpers werden begründet. Die regelmäßig durchgeführten Fleischbeschaustatistiken haben keinen Informationswert für die Primärproduktion in den landwirtschaftlichen Betrieben, da die Beanstandungen sich nicht auf die Lieferbestände zurückverfolgen lassen (SCHARNER et al., 1998). Tier- und Fleischproduktionsbereiche existieren somit isoliert voneinander.

Als Reaktion auf die beschriebenen Mißstände bildeten sich in jüngster Zeit Erzeugergemeinschaften mit Markenfleischprogrammen, welche versuchen, über ein umfassendes Qualitätsmanagement auf allen Produktionsstufen das Vertrauen des Verbrauchers zurückzugewinnen. Eine Verbesserung der Tiergesundheit in den Betrieben und eine Steigerung der Fleischqualität bei gleichzeitiger Berücksichtigung ethischer Belange in der Fleischerzeugung sind dabei die vorrangigen Ziele. Zuchtplanung, Aufstellung von Haltungskriterien, regelmäßige Gesundheitskontrollen einschließlich der Überprüfung des Hygiene- und Fütterungsmanagements, ein reglementierter Arzneimitteleinsatz, Definition von Transport- und Schlachtbedingungen sowie Rückmeldung der Ergebnisse aus der Organbefundung und der Fleischqualitätsbeurteilung sind die wesentlichen Werkzeuge, derer sich die Erzeugergemeinschaften bedienen. Nach KALLWEIT (1996) gibt es jedoch gegenwärtig eine Vielzahl von Qualitäts- und Markenfleischprogrammen, die nicht alle einer kritischen Prüfung standhalten.

Neuere Untersuchungen im Rahmen eines Entwicklungsvorhaben der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (FuE-Vorhaben 96UM007), in denen die Tiergesundheit anhand von Organbefunden und die Fleischqualität anhand von pH-Werterfassung 35 Minuten post mortem untersucht wurden, konnten

zeigen, dass nur geringfügige Unterschiede zwischen Markenfleischprogrammen und „freiem Markt“ bestehen (BOSTELMANN, 2000).

Ähnlich wie in der vorliegenden Untersuchung, wurden Lungenveränderungen bei 50 % der Tiere festgestellt. Dabei wurden 5,3 % der Lungen als hochgradig entzündet eingestuft, was ebenfalls vergleichbar ist mit den 6 % des eigenen Untersuchungsgutes. Diese Werte, die auch mit Ergebnissen vergleichbarer Studien übereinstimmen, zeigen deutlich, dass in Bezug auf Gesundheit und Haltung in der Schweinemast nach wie vor ein dringender Handlungsbedarf besteht. BOSTELMANN (2000) kommt aufgrund ihrer Ergebnisse zu dem Schluss, dass bei der Betrachtung der Organbefundhäufigkeiten in den Vermarkterorganisationen diese ihre Zielsetzung einer nachhaltigen Verbesserung der Bestandsgesundheit und damit einer Steigerung der Produktgüte im Vergleich zu Betrieben ohne Organisationszugehörigkeit nicht erreichen konnten. Einzelne Maßnahmen, wie z.B. Außenauslauf, konnten die Bestandsgesundheit nur geringfügig verbessern. So lag der Anteil an beanstandeten Geschlingen (75,3 %) in der Gruppe ohne Erzeugergemeinschaft zwar höher als in den Vermarkterorganisationen (66,6 - 69,4 %), dies beruhe jedoch lediglich auf geringeren Leberbefunden oder auf einer besseren Lungengesundheit.

Hingegen zeigten Tierkörper aus den Vermarkterorganisationen eine deutlich bessere Fleischbeschaffenheit als die Schlachtkörper aus nicht organisierten Betrieben. Die PSE-Rate der Tiere aus nicht organisierten Betrieben lag mehr als doppelt so hoch im Vergleich zu den beiden Organisationen (17,4 % > 8,3 % > 7,6 %). BOSTELMANN (2000) führt dies auf die Bestimmungen der Organisationen bezüglich der Zuchtrassen, der Transportbedingungen, des Umgangs mit den Tieren vor der Schlachtung sowie der verlängerten Ruhephase auf dem Schlachtbetrieb zurück.

Weiterhin wurde von BOSTELMANN (2000) geprüft, welche Faktoren organisationsübergreifend die Bestandsgesundheit und die Fleischqualität beeinflussen können, unabhängig von den speziellen Anforderungen der Vermarkterorganisationen. Als maßgeblich die Bestandsgesundheit positiv beeinflussende Faktoren identifizierte BOSTELMANN (2000) die geschlossene Betriebsform und regelmäßig durchgeführte Hygienemaßnahmen (Reinigung **und** Desinfektion). Als die Fleischqualität (im Sinne von PSE) negativ beeinflussende Faktoren benennt sie eine schlechte Tiergesundheit, eine hohe Schlachtkörpermasse sowie einen hohen Magerfleischanteil. Die Fleischqualität im Sinne von DFD wurde von ihr nicht untersucht. Auch andere Untersuchungen befassten sich ausschließlich mit der Frage, welchen Einfluss Transportbedingungen oder die Tiergesundheit auf die Fleischreifung innerhalb der ersten Stunde haben. Lediglich SCHÜTTE et al. (1996a) verwiesen auf einen möglichen Zusammenhang von Lungenbefunden und Fleischqualität im Sinne von DFD. Deren Untersuchungen an Schlachtschweinen zeigten bei Tieren mit hohem Magerfleischanteil **und** hochgradigen Lungenbefunden einen signifikant höheren pH₁ als die vergleichbaren Schlachtkörper von Schweinen ohne Lungenveränderungen.

SCHÜTTE et al. (1996a) äußerten deshalb den Verdacht, dass die hochgradigen Lungenveränderungen sich negativ auf die Fleischreifung auswirken, da das zur Reifung notwendige Glykogen bis zur Schlachtung aufgrund der höheren Belastung dieser Tiere nahezu verbraucht sei.

4.1 Die Ergebnisse der Organbefundung

Von den insgesamt 11.950 untersuchten Schweinen zeigten post mortem bei der Untersuchung des Geschlinges 54% keine auffälligen Befunde an der Lunge, 40% gering- bis mittelgradige und 6% hochgradige Lungenveränderungen.

Wie aus der **Tabelle 13**¹³ erkennbar, variiert die Lungenbefundrate in den dort zitierten Untersuchungen von 10,1 % bis 77,9 %. Es ergeben sich also bezüglich des Gesundheitsstatus der Lungen erhebliche Abweichungen zwischen den Ergebnissen der aufgeführten Untersuchungen. Neben tatsächlich unterschiedlichen krankheitsbedingten Prävalenzen können die Abweichungen aber auch durch die beiden folgenden Ursachen beeinflusst werden: Zum einen werden oftmals Tiere ohne pathologisch-anatomische Veränderungen nicht separat registriert, so dass eine Unterscheidung von Tierkörpern *ohne Befund* und *nichtbefundeten* Schweinen unmöglich ist. Damit dürften einige der ermittelten Lungenbefundraten eine Unterschätzung der tatsächlichen Erkrankungssituation darstellen (HARBERS et al., 1992). Zum anderen können den Untersuchungen unterschiedliche Befundschlüssel zugrunde liegen, wodurch es zu abweichenden Prävalenzen kommen kann.

¹³ entspricht der Tabelle 3 im Schrifttumsteil auf S. 49

Tabelle 13: Vergleiche von Literaturangaben zu Untersuchungen zu den Häufigkeiten von pathologisch-anatomischen Organveränderungen bei Schlachtschweinen mit den eigenen Ergebnissen

Autor	Staat	Anzahl Tiere	Lunge (%)	Pn 2 (%)	Pn 3 (%)
UHLEMANN u. JAHN (1970)	DDR	1.000	21,6		
EDWARDS u. PENNY (1971)	GB	1.130	20,0		
FLESJA u. ULVESAETER (1979)	N	256.000	13,2		
OSBORNE et al. (1981)	CAN	15.409	37,0		
BENNEWITZ (1982)	DDR	8.000	77,0		
SCHESTAKOV u. ORKIN (1987)	UdSSR	1.138	28,0		
BERNARDO et al. (1990b)	CAN	450	55,0		
LIENEMANN et al. (1991)	D	17.433	46,1		
HARBERS et al. (1992)	NL	1,8 Mio	18,1		
KÖFER et al. (1993)	A	1.158	77,9		
WUNDERLI u. LENZINGER (1993)	CH	6.739	34,2		
HARMS (1995)	D	23.146	32,3		
WITTMANN et al. (1995)	D	8.740	26,6		
JENSEN (1996)*	D	11.382	48,8	7,8	4,7
MÄHLMANN (1996)	D	62.728	61,6		
SCHÜTTE et al. (1996a)*	D	10.858	27,3	24,5 ^{Pn1-2}	2,8
VOGT (1996)* [#]	D	19.417	49,0		
KUTSCHERA (1999)*	A	8.934	45,1	24,4	6,4
BOSTELMANN (2000)*	D	584.778	51,2	10,6	5,3
Eigene Untersuchungen*	D	11.950	46,0	40 ^{Pn1-2}	6

* Untersuchungsschema nach BLAHA u. NEUBRAND (1994) verwendet

[#] die Befunde wurden direkt über einen Bewertungsschlüssel in Punkte umgewandelt, absolute Zahlen und Prozentanteile liegen nicht vor.

Pn 2 = 11-30 % lobuläre bis lobäre/ Pn 3 = > 30% konfluierende lobäre Veränderungen

Wie in der vorliegenden Arbeit beurteilten sowohl JENSEN (1996) als auch VOGT (1996) die Schweinelungen anhand des Befundschlüssels nach BLAHA u. NEUBRAND (1994) und wiesen mit einer Häufigkeit von 48,8 % bzw. 49,0 % pathologisch-anatomisch veränderten Organen einen ähnlich hohen Anteil auf. In einer Untersuchung von KUTSCHERA et al. (1999) zeigten 45,1 % der Schweine Pneumonien unterschiedlichen Grades auf. Ebenfalls vergleichbar sind die eigenen Ergebnisse mit den Befunden aus der Untersuchung von BOSTELMANN (2000). Deren Untersuchung an insgesamt 584.778 Schweinen kann sicherlich als repräsentativ angesehen werden. Darin zeigten ebenfalls nur knapp 50% aller Lungen keine pathologisch-anatomischen Veränderungen, 45% waren gering- bis mittelgradig verändert und 5,3% hochgradig. Das Ergebnis der eigenen Untersuchung unterscheidet sich unwesentlich von diesen vergleichbaren Studien.

4.1.1 **Schlussfolgerung**

Die kontinuierliche flächendeckende Erhebung von pathologisch-anatomischen Veränderungen von Organen bei Schlachtschweinen ist ein taugliches Instrumentarium zur Erfassung des Tiergesundheitsstatus einer Region. Die hohen Prävalenzen erfordern einen dringenden Handlungsbedarf. Dass unter heutigen Mastbedingungen über 50 % aller Schlachtschweine entzündliche Veränderungen an den Lungen zeigen, sollte als ein deutliches Signal zum sofortigen Handeln verstanden werden. Die Rückmeldung der Befunde zum Erzeuger und eine wirksame Kooperation auf allen Produktionsebenen sind dabei Voraussetzung für eine Verbesserung der Missstände.

Des weiteren zeigen die Ergebnisse, dass sie im wesentlichen vergleichbar sind mit denen ähnlicher Untersuchungen der letzten Jahre, und dass somit davon ausgegangen werden kann, dass sie repräsentativ für die derzeitige Situation der Tiergesundheit von Schweinen aus dem norddeutschen Raum sind.

4.2 **Die Ergebnisse der Fleischqualitätsmessung**

Zur Beurteilung der Qualität eines Schlachtkörpers oder Fleischstückes sind Messtechniken erforderlich, die so früh wie möglich nach der Schlachtung Qualitätsmerkmale erfassen können. Zu den praxiskonformen Schnellmethoden gehören die Messung der Farbhelligkeit, der Leitfähigkeit und des pH-Wertes (HÄUSSERMANN, 1985; WENZLAWOWICZ, 1994; LÜTJENS u. KALM, 1995b; VAN OECKEL et al., 1997). Nach Einschätzung von LÜTJENS u. KALM (1995b) sind durch instrumentelle Meßmethoden die sensorischen Eigenschaften nur zu einem Teil erfassbar, wobei die pH-Messwerte die höchsten Korrelationen mit sensorischen Merkmalen aufwiesen. Nach HOFMANN (1987b) hat der pH-Wert einen direkten oder indirekten Einfluss auf Farbe, Zartheit, Geschmack, Wasserbindungsvermögen (WBV) und Haltbarkeit des Fleisches. Eine enge Beziehung zwischen dem pH-Wert bis zu einer Stunde nach der Schlachtung und dem WBV wurde von AUGUSTINI et al. (1977) sowie SCHEPER (1982) festgestellt. Zur Ermittlung von einem Fleischqualitätsmangel im Sinne von PSE, ist der pH-Verlauf innerhalb einer Stunde post mortem zu messen (KALLWEIT u. PIRCHNER, 1989). Später (etwa 3-6 h p.m.) gemessene pH-Werte bringen keine weitere Differenzierung. Der gebräuchlichste Meßzeitpunkt ist 45 Min. nach der Schlachtung (pH_1 ; $pH_{45\text{min}}$). Da sich die Schlachtkörper unter heutigen Praxisbedingungen zu diesem Zeitpunkt meist schon im Kühlhaus befinden und daher die Messungen vorgezogen werden, sollte zur Vergleichbarkeit durchgeführter Fleischqualitätsmessungen ein sogenannter zeitbezogener pH-Wert angegeben werden (SCHÜTTE et al., 1994). Zur Feststellung von Fleischqualitätsmängeln im Sinne von DFD-Fleisch ist die pH-Messung 24 h post mortem (pH_{24} ; pH_u) am aussagekräftigsten (KALLWEIT u. PIRCHNER, 1989).

Im Rahmen der eigenen Untersuchungen konnte der pH_1 zum Zeitpunkt 60-70 Minuten und der pH_{24} 24 Stunden p.m. erfasst werden. Der Mittelwert des pH_1 lag hierbei mit $6,47 \pm 0,23$ deutlich höher als der Durchschnitt in anderen Untersuchungen. So ermittelte WENZLAWOWICZ (1994) über einen Zeitraum von 6 Monaten an 4.806 Schweinen einen durchschnittlichen pH_1 von 6,27 im Schinken und 6,19 im Kotelett. In den Untersuchungen von SCHEPER (1978) an acht Schlachtbetrieben wurden noch niedrigere pH_1 -Mittelwerte gemessen: im Schinken betrug dieser 6,18 und im Kotelett 5,89, wobei der Messzeitpunkt mit 30-35 Minuten p.m. wesentlich früher lag als bei den eigenen Untersuchungen und auch bei WENZLAWOWICZ (1994). Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch, dass in der eigenen Untersuchung kein homogenes Untersuchungsmaterial vorgelegen hat, sondern vor der pH-Wertmessung bereits eine Selektion stattgefunden hatte. In die Messungen einbezogen wurden nur Tiere, die entweder keine oder hochgradige Lungenveränderungen aufwiesen. Schweine mit gering- bis mittelgradigen Lungenveränderungen wurden nicht berücksichtigt. Demzufolge müssen die vorliegenden Fleischqualitätsbefunde mit ähnlich unterscheidbarem Datenmaterial verglichen werden. Vergleichbare Untersuchungen liegen von HAMMEL u. BLAHA (1993), WITTMANN et al. (1995), SCHÜTTE et al. (1996a) und BOSTELMANN (2000) vor.

WITTMANN et al. (1995) diagnostisierten nur einen geringen Zusammenhang zwischen der PSE-Häufigkeit und Lungenerkrankungen, da lediglich der Befund "hochgradige Pneumonie" bei den Tieren mit PSE bzw. mit PSE-Verdacht signifikant seltener auftrat. Dagegen konnten HAMMEL u. BLAHA (1993) eine Beziehung zwischen dem Schweregrad von Lungenveränderungen und dem pH-Wert im Muskel nachweisen. In ihren Untersuchungen wiesen 54,9 % der Tiere ohne Lungenbefund eine gute Fleischqualität auf ($\text{pH}_{45\text{min}}$ im LD $\geq 5,8$). Bei den Schlachtkörpern mit mittel- bis hochgradigen Lungenveränderungen lag dieser Anteil nur bei 45,7 %. Die Autoren vermuten, dass die prämortalen Belastungen sich bei kranken Tieren stärker auf die Konstitution und damit auf die Fleischqualität auswirken.

Bei der Untersuchung der Lungen von 957 geschlachteten Schweinen diagnostizierten HOY et al. (1987a) zu 78,3 % entzündliche Lungenveränderungen in unterschiedlichem Ausmaß. Ein negativer Einfluss des Erkrankungsgrades auf die Masse der Fleischteilstücke, den täglichen Fleischansatz und die Kotelettfäche konnte statistisch abgesichert werden. Als eine Ursache nennen die Autoren, dass mit zunehmendem Anteil an verändertem Lungengewebe der Gasaustausch und somit die Stoffwechsellistung eingeschränkt werden. Zusätzlich stellt die Auseinandersetzung des erkrankten Schweines mit dem Erreger eine energieverbrauchende Anpassungsleistung dar.

SCHÜTTE et al. (1996a) ermittelten den $\text{pH}_{35\text{min}}$ im Schinken von ca. 10.000 Schweinen und verglichen die Werte mit den Lungenbefunden der entsprechenden Tierkörper. Schlachtkörper mit gering- bis mittelgradigen Lungenveränderungen wiesen einen um 0,08-0,12 Einheiten höheren mittleren pH-Wert auf als

Schweine ohne auffälligen Lungenbefund. Ebenso verhielt es sich mit den pH₁-Werten der Tiere mit hochgradigen Lungenveränderungen im Vergleich zu den Schweinen mit gering- bis mittelgradigen Lungenbefunden. Nur bei Schweinen mit hochgradigen Lungenveränderungen und Magerfleischwerten = 59,5 % lag der pH₁-Wert mit durchschnittlich 6,7 um 0,7 Einheiten über den vergleichbaren Werten der Tiere ohne und mit gering- bis mittelgradigen Lungenbefunden. Messungen des pH₂₄ zeigten, dass die DFD-Häufigkeit bei diesen Schlachtkörpern zunahm. Die Autoren vermuten, dass ein hoher Teil dieser Tiere aufgrund eines Energiemangels infolge einer Überbeanspruchung vor der Schlachtung das Fleischbeschaffenheitsmerkmal DFD entwickeln und fordern daher, dass eine Beurteilung der pH-Werte nur mit Beachtung des Magerfleischanteiles und der pathologisch-anatomischen Lungenbefunde zulässig sein sollte.

Die Fleischqualität, beurteilt anhand der pH-Wertmessung 60-70 Minuten und 24 Stunden p.m., wurde entsprechend der dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung getrennt nach Lungenbefund ausgewertet. Die Schlachtkörper von Schweinen ohne auffällige pathologisch-anatomische Lungenveränderungen waren zu 91,4% frei von Fleischqualitätsmängeln (PSE/ DFD). PSE-Eigenschaft zeigten 6,8% und Anzeichen von DFD 1,8% der untersuchten Schlachtkörper. Hingegen zeigten die Schlachtkörper von Schweinen mit hochgradig pathologisch-anatomischen Lungenveränderungen (über 30% des Lungengewebes verändert) zu 1,1% PSE- und zu 87% DFD-Qualität. Die Unterschiede zwischen den Tieren ohne und denen mit hochgradigen Veränderungen an der Lunge sind signifikant und weisen auf einen starken Einfluss der Lungengesundheit auf die postmortalen Fleischreifungsprozesse hin.

4.2.1 Magerfleischanteil, Schlachtkörpermasse und Fleischqualität

Der Magerfleischanteil lag bei den untersuchten Tieren im Durchschnitt bei 55,6 %, die Schlachtkörpermasse betrug durchschnittlich 91,4 kg. Dies entspricht den Durchschnittswerten aus anderen Untersuchungen in den letzten Jahren (v. HAMMEL u. BLAHA, 1993; Wenzlawowicz, 1994; WITTMANN et al., 1995; SCHÜTTE et al., 1996a; BOSTELMANN, 2000).

In der eigenen Untersuchung konnte ein Einfluss des Magerfleischanteils auf die PSE-Rate ähnlich wie bei den Untersuchungen von SCHÜTTE et al. (1996a) festgestellt werden: Eine Zunahme der PSE-Inzidenz bei Tieren ohne Lungenbefund von 4,5% über 6,3% auf 15,9% in den Magerfleischgruppen <55,5% über 55,5-59,4% zu über 59,4%. Parallel nahm die DFD-Inzidenz von 2,0% über 1,9% auf 0,9% ab. Bei den Tieren mit hochgradigen Lungenveränderungen war die PSE-Inzidenz aufgrund des dominanten Einflusses der Lungengesundheit auf die postmortale Fleischreifung insgesamt wesentlich niedriger (0,3%, 1,7% und 2,0% in den drei Magerfleischgruppen, siehe oben).

Die Messung des pH-Wertes 24 Stunden nach der Schlachtung kann Aufschluss darüber geben, ob ein Tierkörper Qualitätsmängel im Sinne von DFD aufzeigt. Der pH-Wert muss in einem solchen Fall über 6,2 liegen (VwVFIHG Kp.III, 4.1). Liegt der pH-Wert 35 min. nach der Schlachtung über 6,8 kann lediglich ein Verdacht auf DFD-Fleisch ausgesprochen werden.

In der vorliegenden Untersuchung wurde 24 Stunden p.m. der End-pH bestimmt und zur Identifizierung von DFD-Fleischqualität herangezogen. Bei insgesamt 27,4% der Schlachtkörper lag der End-pH nach 24 Stunden über 6,2 und wurden somit als DFD-Fleisch identifiziert. Dieser Anteil liegt deutlich über dem der Untersuchungen von MATZKE u. HOLZER (1989), die bei 5-7% der Schlachtkörper DFD-Fleischqualität feststellen konnten. Dieser Unterschied ist mit hoher Wahrscheinlichkeit durch das vorliegende (selektierte) Untersuchungsgut bedingt, da nur Tiere ohne Lungenbefund und mit hochgradig pathologisch-anatomischen Veränderungen in die Untersuchung einbezogen wurden. Wie bereits auf Seite 81 beschrieben, unterscheidet sich die DFD-Inzidenz zwischen diesen zwei Gruppen erheblich. Ein zusätzlicher Einfluss des Magerfleischanteils auf die postmortale Fleischreifung im Sinne von DFD kann jedoch nicht festgestellt werden. Dies entspricht den Schlussfolgerungen, die SCHÜTTE et al. (1996a) aus den pH-Wertmessungen mit Berücksichtigung der Lungenbefunde an mehr als 10.000 Tieren gezogen haben. Auch wenn in deren Untersuchungen nur der pH₁-Wert ermittelt wurde und somit nur der Befund „DFD-Verdacht“ geäußert werden konnte, so geben die erhobenen Daten ausreichend Grund zu der Annahme, dass hochgradig pathologisch-anatomische Befunde an der Lunge die postmortale Fleischreifung beeinflussen. SCHÜTTE et al. (1996a) vermuten, dass die ansonsten bei fleischreichen Rassen gehäuft zu beobachtende überstürzte Fleischreifung durch Energiemangel verhindert wird. Der Energiemangel würde durch den energiezehrenden Prozess der Krankheitsbewältigung – insbesondere bei körperlicher Belastung – entstehen, somit würden Tiere mit einem schlechteren Gesundheitsstatus die prä mortal auftretenden Belastungen weitaus schlechter kompensieren. FEHLHABER et al. (1989) fanden zudem bei klinisch unauffälligen Tieren mit post mortal feststellbaren Lungenveränderungen anhand des Harnweißgehaltes erhöhte prä mortale Belastungen aufgrund der gesundheitlichen Defizite. Höhere PSE-Raten unter diesen Tieren sind die Folge. Ebenso benötigen Immunabwehrreaktionen oder Regenerationsvorgänge in pathologisch-anatomisch veränderter Lunge oder Leber eine erhöhte Energiebereitstellung, der den Sauerstoffbedarf ansteigen lässt. Auch diese Vorgänge können über eine verstärkte anaerobe Glykolyse zu einem Anstieg der PSE-Rate führen. Hier wird besonders deutlich, dass Fehler bei der Haltung, wie z.B. falsches Klima, zu hohe Belegung, zu Erkrankungen führen, die zu Schmerzen und Leiden im Sinne des Tierschutzes führen und in der Folge Qualitätseinbußen bedingen.

4.2.1.1 Schlussfolgerung

Der Muskel-pH-Wert und damit die Fleischqualität werden nicht nur durch transport- und schlachthofabhängige Einflussfaktoren sondern auch maßgeblich durch die tierspezifischen Faktoren 'Magerfleischanteil', 'Körpergewicht' und insbesondere die Tiergesundheit (hier Lungenerkrankungen) bestimmt. Bisher vorliegende Untersuchungen berücksichtigen nur in Ausnahmefällen diese Zusammenhänge bei der Auswertung bzw. Bewertung von Untersuchungsdaten.

Bei Betrachtung der Magerfleischwerte und Fleischqualitätsparameter wird deutlich, dass die alleinige Klassifizierung und Bezahlung nach dem Magerfleischanteil das Auftreten von minderwertigem Fleisch im Sinne von PSE begünstigt. Hier wird der Forderung einiger Autoren (SCHÜTTE, 1995b; WENZLAWOWICZ, 1998; BOSTELMANN 2000) nochmals Nachdruck verliehen, die Qualität des Fleisches bei der Vergütung zu berücksichtigen.

4.2.2 Auswirkungen von Organbefunden auf die Schlachtkörpermasse

Die Mastleistung hängt außer von den Einflussgrößen Erbanlage, Fütterung und Haltung im wesentlichen von dem Gesundheitszustand der Tiere ab. In der vorliegenden Untersuchung wurden alle untersuchten Schweine anhand ihrer Befunde an der Lunge und dem Schweregrad der Veränderungen in drei Gruppen unterteilt (o.b.B, gering- bis mittelgradig und hochgradig). In die Auswertung und weitere Befundung (Fleischqualitätsmessung) gelangten jedoch nur die Schlachtkörper von Schweinen o.b.B. und mit hochgradigen Lungenveränderungen. Tiere, die keine krankhaft veränderten Befunde am Geschlinge aufwiesen, hatten im Durchschnitt eine um 7 kg höhere Schlachtkörpermasse als Schweine mit hochgradig pathologisch-anatomischen Veränderungen. Damit wird bestätigt, dass der Gewichtszuwachs von Schweinen um so geringer ist, je stärker krankheitsbedingte Veränderungen an den Organen auftreten und folglich die Schlachtkörpermassen nachhaltig beeinflusst werden. In der vorliegenden Untersuchung lagen keine Informationen zu den Mastbedingungen und der Mastdauer aller Schweine vor. Geht man jedoch davon aus, dass insbesondere kranke Schweine in der Regel länger gemästet werden, um das gewünschte Gewicht zu erzielen, wird so besonders deutlich, dass Erkrankungen die Mastleistung gravierend verringern. Eine Vielzahl von Autoren, die den Zusammenhang zwischen Gesundheitsstatus und Mastleistung untersuchten, weisen darauf hin, dass nur gesunde Tiere eine hohe Leistung erbringen können (ANDERSEN, 1976; BERNARDO et al., 1990b; COWART et al., 1990). Nach einer Untersuchung von HOY et al. (1987b) bewirkten Pneumonien bei Schlachtschweinen eine Verminderung der Schlachtmasse um 4,9 kg gegenüber den gleichaltrigen gesunden Stallgefährten. Ebenso besaßen Tiere ohne Lebererkrankungen eine um durchschnittlich 3,7 kg signifikant höhere Schlachtkörpermasse als Schweine mit Parasitenbefall und Teilbeanstandungen der

Leber. In der Untersuchung von WITTMANN et al. (1995) konnte kein Unterschied in der Schlachtkörpermasse von lungenkranken Schweinen und denen ohne Lungenbefund ermittelt werden. Die Autoren erklären die fehlende Beeinträchtigung der Schlachtkörpermasses der erkrankten Schweine damit, dass Tiere mit geringeren Zuwachsleistungen länger gemästet wurden. NOYES et al. (1990) führen in ihrer Studie an, dass Erkrankungen an der Lunge, die erst kurz vor der Schlachtung aufgetreten sind (insbesondere durch *A. pleuropneumoniae*), noch keine Auswirkungen auf die tägliche Zunahme haben können. Der Großteil der durchgeführten Studien befasst sich entweder mit den Auswirkungen von Lungen- oder Lebererkrankungen auf die Mastleistung, wobei jeweils die Veränderungen am anderen Organ nicht mit berücksichtigt wurden.

4.2.2.1 Schlussfolgerung

Das vorrangige Ziel der vorliegenden Untersuchung lag darin, den Einfluss der pathologisch-anatomischen Lungenveränderungen auf die Fleischqualität zu identifizieren. Die Daten sollten jedoch auch dazu genutzt werden, aufzuzeigen, welche Zusammenhänge zwischen den weiteren untersuchten Parametern und der Fleischqualität bestehen. Die univariate multifaktorielle Varianzanalyse der Daten lässt einen deutlichen Einfluss des Faktors Magerfleischanteil und einen tendenziellen Einfluss der Faktoren Ladedichte und Ruhezeit auf dem Schlachthof auf die Entwicklung des Muskel-pH-Wertes zu erkennen, was in Einklang steht mit den Ergebnissen anderer Autoren (HAMMEL und BLAHA, 1993; WENZLAWOWICZ, 1994; SCHÜTTE et al., 1996b, MERGENS, 1997; VENTHIEN, 1998). Mit der Sanierung von Bestandskrankheiten in Schweinemastanlagen ist daher auch eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit durch Anhebung der Fleischqualität zu erreichen.

Es ist zu fordern, dass insbesondere innerhalb integrierter Qualitätssicherungssysteme die Zusammenhänge zwischen Haltung, Tiergesundheit und Fleischqualität aufgezeigt werden und bei der Rückverfolgung der Ursachen geeignete Maßnahmen ergriffen werden zur Steigerung des Tierschutzes und damit auch der Produktgüte.

4.3 Abschließende Bewertung

Die ermittelten hohen Veränderungsdaten an Organen des Geschlinges zeigen einen dringenden Handlungsbedarf zur Verbesserung der Tiergesundheit auf. BLAHA (1993) hält aus drei Gründen eine Steigerung der Tiergesundheit durch Verbesserung des Managements in den Schweinebeständen für notwendig:

- Nur gesunde Tiere erbringen hohe Mastleistungen sowie eine optimale Futterverwertung und verbessern somit die Rentabilität der Erzeugerbetriebe.
- Der Antibiotikaeinsatz in den Mastbeständen kann in der Folge reduziert werden, womit ein vermindertes Risiko an Resistenzbildungen und an Antibiotika-Rückständen in Lebensmitteln einem verbesserten Verbraucherschutz zugute kommen.
- Durch Vermeidung von Krankheiten statt deren Therapie wird der Tierschutz in der Schweineproduktion verbessert.

Die Informationen aus der kontinuierlichen Schlachtbefunderhebung müssen daher Eingang in die tierärztliche Bestandsbetreuung finden. Nur so kann vom Tierarzt auf Bestandsebene eine fundierte Aussage zur Gesundheitslage im Betrieb gemacht werden. Erkrankungen werden frühzeitig erkannt und quantitativ erfasst. Eine ergänzende Analyse der Risikofaktoren im Betrieb muss sich anschließen, um eine wirksame Bekämpfung der Krankheitsursachen einzuleiten. Symptomtherapien können so reduziert werden. Das Auftreten von Atemwegserkrankungen und Spulwurmbefall kann über eine Verbesserung des Stallklimas und über Hygieneregime entscheidend beeinflusst werden.

Voraussetzung für eine betriebsspezifische Beratung ist eine eindeutige Zuordnung der Organbefunde zu den Schlachtkörpern und Erzeugerkennnummern sowie eine zuverlässige Rückmeldung an die Herkunftsbetriebe. Ferner ist zur genauen Erfassung der Bestandsgesundheit eine Registrierung von Organen ohne pathologisch-anatomischen Befunde unerlässlich. Nur so kann vermieden werden, dass nicht befundete veränderte Organe zu der Gruppe der nicht veränderten gezählt werden. Das Bild der Gesundheitslage im Tierbestand wird ansonsten verzerrt, was zu falschen Rückschlüssen führen kann.

Die durch die Erzeugergemeinschaften aufgestellten Richtlinien zur Zucht, Haltung, Betriebsberatung und zum Transport erweisen sich zum Teil als wirkungsvolle Maßnahmen zur Verbesserung der Fleischqualität aber nur bedingt zur Steigerung der Bestandsgesundheit. Die erheblichen Differenzen in der Bestandsgesundheit innerhalb der Organisationen weisen wahrscheinlich darauf hin, dass die bestehenden Richtlinien nicht von allen Betrieben konsequent umgesetzt werden. Durch geschlossene Bestände, regelmäßige Hygienemaßnahmen, konstante Beratungen und tierärztliche Betreuung und Impfprogramme ist eine Steigerung des Gesundheitsstatus von Tierbeständen möglich.

Durch die bei einer durchgängigen Befunderhebung am Schlachthof erhobenen Organveränderungen kann die Bestandsgesundheit anhand des Befundschlüssels eingestuft werden. Derart ermittelte Bestandsnoten haben eine Indikatorfunktion. Sie geben einen schnellen Überblick über die Gesundheitslage in einzelnen Tierherden und die Bestandsgesundheit verschiedener Betriebe wird vergleichbar. Ferner kann der Verlauf der Bestandsgesundheit in unterschiedlichen Zeiträumen aufgezeigt werden und damit die tierärztliche Arbeit unterstützen.

Der Einfluss der Tiergesundheit und des Magerfleischanteiles auf die Fleischqualitätsparameter wurde verdeutlicht. Schwere Tiere mit hohen Magerfleischwerten und pathologisch-anatomischen Veränderungen am Geschlinge sind höheren Belastungen ausgesetzt und weisen daher häufiger PSE-Fleisch auf. Neben der Qualitätseinschätzung der Schlachtkörper gibt die Messung des pH-Wertes Hinweise über das Ausmaß vorangegangener Belastungen. Durch eine konsequente pH-Wert-Erfassung können somit Rückschlüsse auf belastende und qualitätsmindernde Einflussfaktoren gezogen werden.

Ungenügende Fleischsäuerung ist ein fleischhygienischer Mangel, der den Geschmack, die Haltbarkeit und damit die Verkehrsfähigkeit sowie die Verarbeitungseignung des Fleisches gefährdet. Zur klassischen DFD-Kondition zählen neben dem hohen pH-Wert infolge mangelhafter Glykolyse ebenfalls Leimigkeit durch zu starke Wasserbindung, schlechte Pökelfähigkeit, feste Konsistenz und dunkle Farbe des Fleisches. Von diesen Merkmalen ist jedoch am Schlachtband nur letzteres erkennbar, so dass bei schwer lungengeschädigten Schweinen der pH_{24} möglichst neben anderen Qualitätsfaktoren kontrolliert werden sollte. In den eigenen Untersuchungen konnte nur der pH-Wert überprüft werden, als einfach zu bestimmendes weiteres Qualitätsmerkmal bieten sich die Farbmessungen des Fleisches (Minolta-Geräte mit LAB-System) direkt am Tierkörper (Anschnitt des M. semimembranosus) an.

Lebensmittel tierischer Herkunft können schwerwiegende Qualitätseinbußen erfahren, wenn in der Tierhaltung aus betriebs- oder arbeitswirtschaftlichen Gründen die Grenzen einer zumutbaren Belastung der Nutztiere überschritten werden. Der von Markenfleischprogrammen erhobene Anspruch auf eine einheitliche hohe Tiergesundheit und damit Produktqualität ist noch nicht erfüllt. Trotz einiger Verbesserungen in Form von Zuchtprogrammen und Regelungen zum Transport sowie zum Umgang mit den Tieren kommt es unter den heutigen Haltungsbedingungen immer noch zu Häufungen von Erkrankungen, die mit Schmerzen und Leiden bei den Tieren einhergehen und auch die Qualität des Fleisches negativ beeinflussen. Vermarkterorganisationen haben sicherlich den richtigen Weg eingeschlagen, um das Vertrauen der Verbraucher in das Lebensmittel Fleisch wieder zu gewinnen. Die vorliegende Arbeit zeigt jedoch, dass noch viel Anlass zu Kritik besteht und die Tiergesundheit konsequenter als Bewertungsmaßstab einbezogen werden muss, damit Markenfleischprogramme auch für den Verbraucher als ein Garant für eine hohe Produktgüte bestehen.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war, festzustellen, ob hochgradig pathologisch-anatomisch veränderte Lungen die Fleischreifung in Richtung DFD lenken. Hierzu wurden im Zeitraum Mai bis Oktober 1995 an einem EG-Schlachthof im Regierungsbezirk Detmold, Kreis Gütersloh, an 20 Schlachttagen und an insgesamt 11.950 Schweinen aus 68 Lieferungen Untersuchungen durchgeführt. Neben den Transportdaten „Fahrtdauer“, „Ladedichte“, „Temperatur“ und „Luftfeuchtigkeit“ sowie „Ausruhezeit auf dem Schlachthof“ wurde die Lungengesundheit anhand pathologisch-anatomischer Veränderungen erfasst. Von den 11.950 Schweinen wiesen 717 Geschlinge (6%) hochgradig pathologisch-anatomische Veränderungen an der Lunge auf, bei 6.453 Schweinen (54%) konnten keine Lungenveränderungen festgestellt werden. Sowohl bei den Schlachtkörpern mit hochgradig pathologisch-anatomischen Veränderungen an der Lunge als auch bei 25% der Schlachtkörper, bei denen keine Lungenveränderungen festgestellt worden waren, wurde die Fleischqualität anhand der pH-Messung im Kotelett und im Schinken eine Stunde und 24 Stunden nach der Schlachtung erfasst. Im Schinken wurde außerdem die Fleischkerntemperatur gemessen. Des Weiteren wurden der Magerfleischanteil und die Schlachtkörpermasse aus dem Wiegeprotokoll des Schlachthofes übernommen. Für die Einstufung der Fleischqualität in normal, PSE (pH_1) oder DFD (pH_{24}) wurden zum einen der niedrigste pH_1 - und zum anderen der höchste pH_{24} -Wert verwendet. Aufgrund der Ergebnisse aus Untersuchungen anderer Autoren (SCHÜTTE et al., 1994; MERGENS, 1997, POTT, 1997, VENTHIEN, 1998) bei denen der Magerfleischanteil (Mfa) jeweils den größten Einfluss auf die Fleischqualität innerhalb der ersten Stunde (pH_1 -Wert) ausübte, wurden auch die Daten der eigenen Untersuchung (pH_1 , SKT, pH_{24}) in gleicher Weise analysiert und die untersuchten Tiere anhand ihres Magerfleischanteils in drei Klassen eingeteilt (Mfa < 55,5 % = *belastungsunempfindlich*, 55,5 bis 59,4 % = *belastungsgefährdet und* Mfa% > 59,4 % = *belastungsempfindlich*). Der Einfluss der oben genannten Umgebungsvariablen wurde mit Hilfe der multivariaten Varianzanalyse vorgenommen.

Die Ergebnisse im Einzelnen:

- 1.) Die Schlachtkörper der Schweine ohne Lungenbefund wiesen zu 91,4% keine Abweichungen der Fleischqualität auf, zu 6,8% waren pH-Veränderungen im Sinne von PSE und zu 1,8% im Sinne von DFD festzustellen. Bei den Tieren mit hochgradig pathologisch-anatomischen Lungenveränderungen zeigten 11,9% keine Abweichungen der Fleischqualität, 1,1% pH-Veränderungen im Sinne von PSE und 87% im Sinne von DFD. Die Unterschiede sind jeweils signifikant.
- 2.) Die Schlachtkörper mit einem Magerfleischanteil unter 55,5% zeigten zu 4,5% eine Fleischqualitätsveränderung im Sinne von PSE. Lag der

Magerfleischanteil zwischen 55,5 und 59,4% so betrug die PSE-Rate 6,3% und bei einem Magerfleischanteil über 59,4% betrug diese 15,9%. Die Unterschiede sind ebenfalls signifikant.

- 3.) Die Tiere mit hochgradigen Lungenveränderungen wiesen ein um 7,3 kg signifikant niedrigeres Schlachtgewicht als Tiere ohne Lungenbefund auf.
- 4.) Sowohl bei den Tieren ohne Lungenveränderungen als auch bei denen mit hochgradigen Lungenveränderungen haben eine Ladedichte über 0,5 qm/ 100kg und/ oder eine Äquivalenttemperatur zwischen 15 und 30 (=> 6,6-8,2°C Außentemperatur) und/ oder eine Ruhezeit von weniger als einer Stunde einen signifikant niedrigeren pH_1 -Wert zur Folge als ein Transport mit einer Ladedichte von 0,4-0,5 qm/ 100kg und/ oder eine Äquivalenttemperatur von über 30 (=> 10-24°C Außentemperatur) und/ oder eine Ruhezeit von 60-120 Minuten.
- 5.) Ebenfalls unabhängig von dem Lungenbefund zeitigten sowohl eine Erhöhung der Ladefläche über 0,5 qm/ 100kg als auch eine Ruhezeit von unter einer Stunde einen signifikant höheren End-pH-Wert als eine Ladedichte von $\leq 0,5$ qm/ 100kg und/ oder eine Ruhezeit über 60 Minuten.

Abschließend lässt sich anhand der vorliegenden Ergebnisse feststellen, dass die Fleischreifung von Schweinen durch hochgradige Lungenveränderungen deutlich in Richtung DFD verschoben wird. Somit kann die zentrale Fragestellung der Untersuchung eindeutig positiv beantwortet werden, so dass die Zielsetzung der Arbeit erreicht wurde.

Außerdem konnte die Aussage anderer Autoren bestätigt werden, dass mit zunehmenden Magerfleischanteil der Anteil an Fleischqualitätsveränderungen im Sinne von PSE zunimmt. Des weiteren wirken sich eine Ladedichte über 0,5 qm/ 100kg und eine Ruhezeit unter 60 Minuten negativ auf die Fleischqualität aus: Abhängig von der Ausgangslage kommt es bei einem Teil der Tiere zu einer überstürzten pH-Absenkung und bei einem anderen Teil vermehrt zu einer Verlangsamung der pH-Veränderung. Wodurch die Ausgangslage charakterisiert ist, konnte jedoch aus den erfassten Daten nicht ermittelt werden.

Die Ergebnisse machen demzufolge deutlich, dass der Organbefunderfassung auf dem Schlachthof eine zentrale Bedeutung für die Qualitätsüberwachung in der Schweinefleischerzeugung zukommt. Die derzeitig gängige Praxis, die zur Erkennung von Fleischqualitätsabweichungen in der Regel nur den pH_1 -Wert verwendet, sollte zumindest für die Tiere mit hochgradigen Lungenveränderungen durch die Erfassung des pH_{24} erweitert werden.

6 SUMMARY

Title: Investigations about the correlations between health status of lungs and maturation of meat of pigs post mortem, by measuring the pH (pH_1 and pH_{24}) and the temperature of ham, with consideration of the loading density, temperature, air humidity, duration of transport and resting time

The aim of this study is to find out if pathologically profoundly modified lungs influence the maturation of meat in direction of DFD. In order to achieve this, examinations were submitted on twenty days between May to October 1995 at an EU-slaughterhouse in the Gütersloh area in the district of Detmold. 11.950 pigs from 68 deliveries were examined. Concerning transport the following data was collected: duration of transport, loading density, temperature, air humidity, resting time at the slaughterhouse, and health-status of the lungs on the basis of anatomical alteration. Among the 11.950 pigs 717 plucks (6%) showed a high degree of anatomical alteration. 6.453 pigs (54%) showed no alteration of the lung.

Examination of 25% of those carcasses with no lung alteration as well as those with profoundly altered lungs was submitted concerning meat quality (pH measurement in chop/cutlet and ham) one hour and 24 hours after slaughtering. Moreover the temperature of the ham was measured. The 'proportion of lean meat' (= Mfa) and the weight of the carcasses were taken from the weighing records of the slaughterhouse. For a classification of meat quality according to the classes 'normal', 'PSE (pH_1)' and 'DFD (pH_{24})' the lowest pH_1 and highest pH_{24} values were applied.

Other examinations (SCHÜTTE et al., 1994; MERGENS, 1997, POTT, 1997, VENTHIEN, 1998) showed that the Mfa had the biggest influence on meat quality within the first hour (pH_1 measurement).

The own data (pH_1 , SKT, pH_{24}) was therefore analysed in the same way. According to the Mfa the animals were then divided into three classes: $Mfa < 55.5\%$ = stress resistant; 55.5 to 59.4% = at risk under stress; $> 59.4\%$ = highly sensitive. The effect of the above mentioned environment variables was undertaken by means of multivariate variance analysis.

Results in detail:

- 1.) The carcasses without lung disorder showed with 91.4% no alteration of meat quality. 6.8% showed a pH-change in terms of PSE, 1.8% in terms of DFD. Of those animals with anatomically profoundly modified lungs 11.9% showed no alteration of meat quality. 1.1% showed a pH-change in terms of PSE, 87% in terms of DFD. In each case varieties are significant.
- 2.) The carcasses with a proportion of lean meat lower than 55.5% showed with 4.5% a change in meat quality in terms of PSE; the PSE-rate was 6.3% of the Mfa class between 55.5 and 59.4% and 15.9% in those

carcasses with an Mfa of more than 59.4%. Again varieties are significant.

- 3.) Those animals with anatomically profoundly modified lungs had a significantly lower weight (7.3 kg).
- 4.) Animals with as well as without lung alteration showed that a loading density of more than 0.5 square metres/100 kg and/or equivalent temperature of 15 to 30 (\Rightarrow 6.6 to 8.2°C outside temperature) and/or a rest period of less than an hour resulted in a significantly lower pH₁-value than transport with a loading density of 0.4 to 0.5 square metres/100 kg and/or a equivalent temperature higher than 30 (\Rightarrow 10 to 24 degrees Celsius outside temperature) and/or a rest period of one to two hours.
- 5.) A loading capacity of more than 0.5 square metres/100 kg as well as a resting time shorter than an hour produced significantly higher pH-values than a loading capacity smaller and a resting time longer than this; the condition of the lung had no influence on these figures.

As a **conclusion** it can be said that the maturation of pork meat is clearly drawn in direction of DFD by profound lung alteration. This means that the central question of this examination can clearly be answered positively, meaning that the aim of this dissertation was reached.

Furthermore research by the above mentioned authors could be confirmed: a higher Mfa results in a higher proportion of meat quality alterations in terms of PSE. In addition to this a loading capacity of more than 0.5 square metres/100 kg and a resting time of less than an hour have a negative effect on meat quality. Depending on the starting position some animals show a sudden plunge in the pH while others tend to a slowdown in pH change. On the basis of the data described above it could not be found out though what kind of starting point causes which effects.

This shows that the collection of data concerning diagnostic findings at the slaughterhouse plays an important role for quality control in pork production. Today common practice to take only pH₁-values as a basis for meat quality control should - at least concerning animals with profound lung alterations - be modified by checking pH₂₄-values, too.

7 **SCHRIFTTUMSVERZEICHNIS**

ADAM, F. (1993)

Informationssysteme zur Qualitätssicherung in der Schweinemast.
Schweine-Zucht Schweine-Mast 41, 20-24

ALGERS, B. (1994)

Health, behaviour and welfare of outdoor pigs.
Pigs News Inf. 15 (4), 113N-115N

ALTROCK, A. VON (1996)

Vergleichende Untersuchungen zur Wirksamkeit unterschiedlicher
Arzneimittelvormischungen als Metaphylaxe von Atemwegserkrankungen
bei Mastschweinen während der Aufstallungsphase mit Berücksichtigung
ätiologischer Aspekte.
Diss. med. vet., FU Berlin

ALTROCK, A. VON (1998)

Untersuchungen zum Vorkommen bakterieller Infektionserreger in
pathologisch-anatomisch veränderten Lungen von Schweinen und
Zusammenstellung von Resistenzspektren.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 111, 164-172

ANDERSEN, S. (1976)

The influence of *Ascaris suum* infection upon growth rates in pigs.
Nord. Vet.-Med. 28, 316-321

APPEL, G.; SCHÜTTE, A. (1990)

Untersuchungsergebnisse der diagnostischen Pathologie.
Prakt. Tierarzt 6, 22-34

AUGUSTINI, C. (1983)

Ursachen unerwünschter Fleischbeschaffenheit beim Schwein.
Fleischwirtsch. 63, 297-307

AUGUSTINI, C.; FISCHER, K.; SCHÖN, L. (1977)

Welche Informationen können unmittelbar vor der Schlachtung erhobene
physiologische Meßwerte über die zu erwartende Fleischbeschaffenheit
geben.
Fleischwirtsch. 57, 1028-1033

AUGUSTINI, C.; FISCHER, K. (1981)

Behandlung der Schlachtschweine und Fleischbeschaffenheit - eine Felduntersuchung.

Fleischwirtsch. 61, 775-783

AUGUSTINI, C.; FISCHER, K., SCHÖN, L. (1982)

Bewegungsfördernde Haltung und Fleischbeschaffenheit beim Schwein.

Fleischwirtsch. 62, 1161-1165

BACHMANN, P.A. (1989)

Swine Influenza Virus.

in: PENSAERT, M.B. [Hrsg.]: Virus Infections of Porcines.

Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo,

Elsevier Science Publishers B.V., S. 193-207

BADER, R. (1981)

Enzymhistochemische, histometrische, histologische und elektronenmikroskopische Untersuchungen an der Skelettmuskulatur gesunder, ausgemästete Schweine der Deutschen Landrasse in unterschiedlichen Haltungssystemen.

Diss. med. vet., FU Berlin

BADER, R. (1982)

Enzymhistochemische und histometrische Untersuchungen an Skelettmuskeln von ausgemästeten, gesunden Schweinen der Deutschen Landrasse.

Zbl. Veterinärmed. A 29, 443-457

BADER, R. (1983)

Vergleichende histologische und histometrische Untersuchungen an der Skelettmuskulatur von Wild- und Hausschweinen.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 96, 89-97

BÄCKSTRÖM, L. (1977)

Disease registration on pigs at slaughter as a method of preventive and therapeutic veterinary.

Svensk Vet. Tidn. 28, 312-335

BÄCKSTRÖM, L.; BREMER, H. (1978)

The relationship between disease incidences of fatteners registered at slaughter and environmental factors in herds.

Nord. Vet.-Med. 30, 526-533

BECKER, T.; BENNER, E.; GLITSCH, K. (1996)

Wandel des Verbraucherverhaltens bei Fleisch.

Agrarwirtsch. 45, 267-277

- BECKMANN, G. (1991)
Neue Wege in der Streßsanierung beim Schwein.
Schweinewelt 6, 25-26
- BENDALL, J.R. (1988)
A review of the relationship of pH with physical aspects of pork quality.
Meat Sci. 24, 85-125
- BENNEWITZ, D. (1982)
Der Einfluß pneumonischer Veränderungen auf die Massenzunahme der
Mastschweine.
Mh. Vet. Med. 37, 917
- BENNEWITZ, D. (1991)
Überwachung des Gesundheitszustandes von Schweinebeständen durch
Organuntersuchungen bei Schlachtschweinen.
Nachricht aus dem Landesveterinär- und Lebensmitteluntersuchungsamt
Stendal
- BERGMANN, V. (1979)
Belastungsmiopathien beim Schwein – Erscheinungsformen und
Pathogenese.
Mh. Vet. Med. 34, 21-28
- BERNARDO, T.M.; DOHOO, I.R.; DONALD, A. (1990c)
Effect of Ascariasis and Respiratory Diseases on Growth Rates in Swine.
Can. J. Vet. Res. 54, 278-284
- BERNARDO, T.M.; DOHOO, I.R.; DONALD, A.; OGILVIE, T.; CAWTHORN, R.
(1990b)
Ascariasis, Respiratory Diseases and Production Indices in Selected Prince
Edward Island Swine Herds.
Can. J. Vet. Res. 54, 267-273
- BERNARDO, T.M.; DOHOO, I.R.; OGILVIE, T. (1990a)
A Critical Assessment of Abattoir Surveillance as a Screening Test for
Swine Ascariasis.
Can. J. Vet. Res. 54, 274-277
- BERNER, H. (1995)
Impfung - eine neue Methode der Bekämpfung der Enzootischen
Pneumonie des Schweines.
Prakt. Tierarzt 76, 668-682

BERNER, H.; HERMANN, W.; PAPSTHARD, E. (1990)
Krankheiten der Extremitäten des Schweines in Abhängigkeit von der Bodenbeschaffenheit unter besonderer Berücksichtigung der Bursitiden.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 103, 51-60

BEUTLING, D. (1969)
Zu Fragen der Fleischqualität beim Fleischschwein.
II. Mitteilung: Einfluß der Witterungsverhältnisse auf die Fleischqualität.
Mh. Vet. Med. 24, 175-178

BEUTLING, D. (1977)
Schlachtschweine - ein empfindliches Transportgut.
Fleisch 31, 31-33

BEUTLING, D.; SEIFERT, G. (2002)
Vorhersagesicherheit frühpostmortalen Messwerte bei Abweichungen der Fleischqualität
1. pH- Wert und Leitfähigkeitswert 45 min post mortem in Beziehung zum End-pH-Wert im Musculus longissimus dorsi von Schlachtschweinen
Fleischwirtsch. 82, 81-84

BICKARDT, K. (1988)
Muskelerkrankungen
In: PLONAIT, H; BICKARDT, K. [Hrsg.]: Lehrbuch der Schweinekrankheiten.
Paul Parey. Berlin Hamburg, S. 160-165

BICKHARDT, K. (1998)
Belastungsmyopathie und Osteochondrose beim Schwein - Folge von Züchtung auf Maximalleistung.
Tierärztl. Umsch. 53, 129-134

BINDER, A. (1990)
Vorkommen und Bedeutung von Mykoplasmen bei Rindern und Schweinen.
Prakt. Tierarzt 71, 22-28

BLAHA, T. (1992)
Zur Prävalenz der respiratorischen Erkrankungen des Schweines in den wichtigen schweinefleischproduzierenden Ländern.
Prakt. Tierarzt 74, Coll. Vet. XXIII, 64-67

BLAHA, T. (1993)

Erfassung pathologisch-anatomischer Organbefunde am Schlachthof.
1. Ansatz zu neuen Wegen bei der Wahrnehmung der Verantwortung für
Verbraucherschutz und Tiergesundheit.
Fleischwirtsch. 73, 877-881

BLAHA, T. (1994)

Information zum EU-Projekt „alternative Fleischuntersuchung“
Voraussetzungen und Bedingungen.
Dtsch. Tierärztebl. 42, 1024-1025

BLAHA, T. (1995)

Gegenwärtiger Stand und Zielsetzung in der tierärztlichen präventiven
Betreuung von Schweinebeständen in Deutschland.
Prakt. Tierarzt 77, Coll. Vet. XXV, 63-65

BLAHA, T.; BLAHA, M.L. (1995)

Qualitätssicherung in der Schweinefleischerzeugung.
Jena, Stuttgart, Gustav Fischer

BLAHA, T.; GROSSE BEILAGE, E.; HARMS, J. (1994)

Erfassung pathologisch-anatomischer Organbefunde am Schlachthof. 4.
Quantifizierung der Organbefunde als Indikator für die Tiergesundheit von
Schweinebeständen und erste Ergebnisse.
Fleischwirtsch. 74, 427-429

BLAHA, T.; NEUBRAND, J. (1994)

Die durchgängige Qualitätssicherung bei der Schweinefleischproduktion.
Prakt. Tierarzt 75, 57-61

BÖHMER, M.; HOY, S. (1994)

Untersuchungen zum agonistischen Verhalten, zur Beschäftigung und zum
Abliegeverhalten von Mastschweinen bei Haltung auf Tiefstreu mit
mikrobiell enzymatischer Einstreubehandlung bzw. auf Vollspaltenboden.
KTBL-Schrift 361, 264-273

BOLLWAHN W. (1979)

Konstitutionell begünstigte Krankheiten und Leistungsmängel
fleischreicher Schweine.
Züchtungsk. 51, 434-441

BOLLWAHN W. (1985)

Landwirt und Tierarzt tragen gemeinsam die Verantwortung.
in: Top agrar extra: Schweinehaltung-Medikamente richtig anwenden, 6-8

BOLLWAHN, W. (1989)

Infektiöse Faktorenkrankheiten beim Schwein - Pathogenese und Bekämpfung.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 102, 410-412

BOLLWAHN, W. (1994)

Informationen zum EU-Projekt „alternative Fleischuntersuchung“. Vorstellung über Organisation und Inhalt der Ante-mortem-Untersuchungen in der alternativen Fleischuntersuchung.

Dtsch. Tierärztebl. 42, 1136-1137

BOSTELMANN, N. (2000)

Untersuchung über den Einfluß von Vermarkterorganisationen auf die Tiergesundheit und Fleischqualität von Mastschweinen anhand der am Schlachtbetrieb erhobenen Organbefunde, pH-Werte und Schinkenkerntemperaturen.

Diss. med. vet., FU Berlin

BRIESE, A.; HOLLEBEN, K. VON; MICKWITZ, G. VON;

WENZLAWOWICZ, M. VON (1994)

Die Schlachtieruntersuchung aus der Sicht des Tierschutzes.

Amtstierärztl. Dienst Lebensmittelkontr. 1(2), 44-48

BROOM, D.M. (1995)

Wie gut kommen Nutztiere während eines Transportes mit ihrer Umwelt zurecht?

Fleischwirtsch. 75, 1106-1110

BROWN, S.N.; WARRISS, P.D.; NUTE, G.R.; EDWARDS, J.E.;

KNOWLES, T.G. (1998)

Meat Quality in Pigs Subjected to Minimal Preslaughter Stress.

Meat Sci. 49, 257-265

BRÜHANN, W. (1983)

Das öffentliche Veterinärwesen.

Berlin, Hamburg, Paul Parey, 91-97

BUSSE, F.-W. (1990)

Untersuchungen des Stallklimas.

Prakt. Tierarzt 71, 24-34

CANDEK-POTOKAR, M.; URSIC, M.; FAZARINC, G. (1998b)

Histochemical profile of longissimus dorsi muscle as related to pH1 in porcine stress syndrome (PSS) resistant pigs.

Zb. Vet. Fak. Univ. Ljubljana 35, 19-25

CANDEK-POTOKAR, M.; ZLENDER, B.; LEFAUCHEUR, L.; BONNEAU, M. (1998a)
Effects of age and/or weight at slaughter on longissimus dorsi muscle:
biochemical traits and sensory quality in pigs.
Meat Sci. 48, 287-300

CISNEROS, F.; ELLIS, M.; MCKEITH, F.K.; MCCAW, J.; FERNANDO, R.L. (1996)
Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics,
commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and
gilts from two genotypes.
J. Anim. Sci. 74, 925-933

CONNAN, R.M. (1985)
Ascaridoses of domesticated animals.
in: GAFAAR, S.M.; HOWARD, E.W.; MARSH, R.E. [Hrsg.]: Parasites, Pests and
Predators.
Amsterdam, Elsevier, S. 253-269

COWART, R.P.; LIPSEY, R.J.; HEDRICK, H.B. (1990)
Measurement of conchal atrophy and pneumonic lesions and their
association with rate in commingled feeder pigs.
J. Am. Vet. Med. Ass. 196, 1262- 1264

DÄMMRICH, K. (1978)
Wachstumsstörungen bei erhöhten Leistungsanforderungen.
Fortschr. Veterinärmed. 28, 114-119

DAHME, E.; KÄUFER-WEISS, I. (1988)
Leber und Gallenwege.
in: DAHME, E.; WEISS, E. [Hrsg.]: Grundriß der speziellen pathologischen
Anatomie der Haustiere.
Stuttgart, Ferdinand Enke, S. 199-223

DAVID, H. (1994)
Tierärztliches alternatives Fleischuntersuchungsprogramm bei
Mastschweinen.
Fleischwirtsch. 74, 1281-1285

DAVID, H. (1995)
Alternative Fleischuntersuchung.
Prakt. Tierarzt 75, 1066

DELBECK, F. (1998)
Stand der Schlachtkörperbefundung und Nutzen für die
Bestandbetreuung.
Fortbildung Schweinekrankheiten.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. . 105, 356-357

DIEKMAN, M.A.; SCHEIDT, A.B.; SUTTON, A.L.; GREEN, M.L.; CLAPPER, J.A.; KELLY, D.T.; VAN ALSTINE, W.G. (1993)
Growth and reproductive performance, during exposure to ammonia, of gilts afflicted with pneumonia and atrophic rhinitis.
Am. J. Vet. Res. 54, 2128-2131

DOBBERSTEIN, J. (1951)
Todesursachenstatistik in der Veterinärmedizin.
Mh. Vet. Med. 6, 317-319

DONALDSON, A.I. (1978)
Factors influencing the dispersal, survival and deposition of airborne pathogens of farm animals.
Vet. Bull. 48, 83-94

DONE, S.H. (1990)
The relationships between treatments for pneumonia and outdoor and indoor climatic factors in fattening pigs.
Proc. 11th Int. Pig Vet. Soc., July 1-5, Lausanne, Switzerland, 401

DONE, S.H. (1991)
Environmental factors affecting the severity of pneumonia in pigs.
Vet. Rec. 128, 582-586

DONE, S.H.; PATON, D.J. (1995)
Porcine reproductive and respiratory syndrome: clinical disease, pathology and immunosuppression.
Vet. Rec. 136, 32-35

DONHAM, K.J. (1991)
Association of environmental air contaminants with disease and productivity in swine.
Am. J. Vet. Res. 47, 477-480

DRAWER, K. (1998)
Anwendung und Überwachung der Haltungssysteme in Betrieben des Neuland-Vereins für tiergerechte und umweltschonende Nutztierhaltung e.V.
in: Tierschutz und Nutztierhaltung.
Nürtingen, Tagung der Fachgruppen „Tierschutzrecht und Gerichtliche Tiermedizin“ und „Tierzucht, Erbpathologie und Haustiergenetik“,
5.-7.3.1998, 90-97

D'SOUZA, D.N.; DUNSHEA, F.R.; WARNER, R.D.; LEURY, B.J. (1998)
The Effect Of Handling Pre-Slaughter And Carcass Processing Rate Post Slaughter On Pork Quality.
Meat Sci. 50, 429-437

EDWARDS, M.J.; PENNY, R.H.C. (1971)

Enzootic pneumonia of pigs, the incidence of pneumonic lesions seen in an abattoir in New South Wales.

Aust. Vet. J. 47, 477-480

ELBERS, W. (1991)

The use of slaughterhouse information in monitoring systems for herd health control in pigs.

Utrecht, Rijksuniversiteit, Proefschrift

ERNST, R. (1989)

Untersuchungen zur Indikatorfunktion der Halothanreaktion für das Vorkommen und die Pathogenese von Belastungsmypopathien an Schweinen aus einer Rotationskreuzung zwischen der Deutschen Landrasse und Piétrain-Schweinen.

Diss. med. vet., FU Berlin

EWALD, C. (1995)

Epidemiologische Studien im Rahmen der Sanierung eines enzootisch verseuchten Gebietes in Schleswig-Holstein von der Aujeszky'schen Krankheit der Schweine mit Hilfe der Flächenimpfung mit gl-deletierten Impfstoffen und der Ausmerzung gl-positiver Zuchtschweine.

Fachber. Vetmed., Habil.-Schr. FU Berlin

ETZEL, E. (1982)

Auswertung der Schlachttier- und Fleischuntersuchungsstatistik an einem Fleischkombinat in den Jahren 1979-1980-1981 mit Schlußfolgerungen für die Erzeugerbetriebe im Einzugsgebiet.

Leipzig, Karl-Marx-Univ., Fachtierarztarbeit

FALKENBERG, H; MICKLICH, D; MATTHES, H.-D.; MÖHRING, H. (1996)

Blutkennwerte verschiedener Schweinerassen unter dem Einfluß von Stall- und Freilandhaltung.

Arch. Tierzucht 39, 153-168

FEDORKA-CRAY, P.J.; CRAY, W.C.; GRAY, J.T.; BREISCH, S.A.; HOFFMANN, L.; ANDERSON, G.A. (1993)

Actinobacillus (Haemophilus) pleuropneumoniae. Part I. History, Epidemiology, Serotyping, and Treatment.

Continuing Education 15, 1447-1454

FEHLHABER, K.; SCHUBERT, V.; KRÜGER, G. (1989)

Einfluß von Organerkrankungen auf den prä-mortalen Belastungszustand von Schlachtschweinen.

Mh. Vet. Med. 44, 877-879

- FEHLHABER, K.; STRYCZEK, E.; SCHÜPPEL, H. (1992)
Untersuchungen zur lebensmittelhygienischen Bedeutung von
Lungenveränderungen bei Schlachtschweinen.
Fleischwirtsch. 72, 778-784
- FEHRENBURG, C.; WENZLAWOWICZ, M. VON (1994)
Nahrungsmittelqualität und Verbraucherschutz.
in: AGRAR BÜNDNIS [Hrsg.]: Kritischer Agrarbericht
ABL Bauernblatt-Verlags GmbH, S. 271-274
- FELDHUSEN, F.; NEUMANN-FUHRMANN, D.; WENZEL, S. (1987)
Die Leitfähigkeit als Parameter der Fleischbeschaffenheit.
Fleischwirtsch. 67, 455-460
- FENWICK, B.; HENRY, S. (1994)
Porcine Pleuropneumonia.
J. Am. Vet. Med. Ass. 204, 1334-1340
- FEWSON, D. (1974)
Zuchtmaßnahmen zur Verbesserung der
Schlachtkörperzusammensetzung.
Fleischwirtsch., 54, 550-552
- FIEDLER, E. (1983)
Kritische Bestandsaufnahme moderner Haltungverfahren bei Schweinen
und Bauempfehlungen an Hand neuerer Betriebs- und
Versuchsergebnisse.
Prakt. Tierarzt 65, Coll. Vet. XIV, 147-150
- FIEDLER, E. (1985)
Beeinflußt die Haltungstechnik die Schweinefleischqualität?
Dt. Geflügelwirt. Schweineprod. 12, 357
- FISCHER, CHRISTINE (1981)
Veränderungen im Muskel nach dem Schlachten.
Fleischwirtsch. 61, 1830-1836
- FISCHER, K. (1976)
Was ist ein streßempfindliches Schwein?
Tierärztl. Praxis 4, 39-48
- FISCHER, K. (1995)
Schlachtiertransport.
Auswirkungen, Schwachstellen, Maßnahmen.
Fleischwirtsch. 75, 790-796

FLESJA, K.I.; FORUS, I.B.; SOLBERG, I. (1982)

Pathological lesions in swine at slaughter. V. Pathological lesions in relation to some environmental factors in the herds.

Acta Vet. Scand. 23, 169-183

FLESJA, K.I.; SOLBERG, I. (1981)

Pathological lesions in swine at slaughter. IV. Pathological lesions in relation to rearing system and herd size.

Acta Vet. Scand. 22, 272-282

FLESJA, K.I.; ULVESAETER, H.O. (1979)

Pathological lesions in swine at slaughter. I. Baconers.

Acta Vet. Scand. 20, 498-514

FLESJA, K.I.; ULVESAETER, H.O. (1980)

Pathological lesions in swine at slaughter. III. Inter-relationship between pathological lesions, and between pathological lesions and 1) carcass quality and 2) carcass weight.

Acta Vet. Scand. 21, Suppl. 74, 1-22

FORREST, J.C.; KASTENSCHMIDT, L.L.; BEECHER, G.R.; GRUMMER, R.H.;

HOEKSTRA, W.G.; BRISKEY, E.J. (1965)

Porcine muscle properties. B. Relation to naturally occurring and artificially induced variation in heart and respiration rates.

J. Food Sci. 30, 492-497

FRIES, R. (1994)

Die Fleischhygienestatistik als Spiegel der Tiergesundheit?

Tierärztl. Umsch. 49, 642-647

FÜRST, A.; BERSCHAUER, F. (1981)

Die Fleischqualität beim Schwein. Teil I: Kriterien der Fleischqualität und Qualitätsabweichungen.

Übers. Tierernährg. 9, 125-144

FUJI, J.; OTSU, K.; ZORZATO, F.; DE LEON, S.; KHANNA, V.K.; WEILER, J.E.;

O'BRIEN, P.J.; MACLENNAN, D.H. (1991)

Identification of a mutation in porcine ryanodine receptor associated with malignant hyperthermia.

Science 253, 448-451

GASSNER, N. (1987)

Scharrelschweine in Holland.

Dt. Geflügelwirt. Schweineprod. 39, 1233-1236

GEESINK, G.; SCHREUTELKAMP, F.; FRANKHUIZEN, R. (2003)
Bestimmung der Fleischqualität mit NIR- Spektroskopie?
vlees 9, 2-6

GERBER, H.-D. (1984)
Lkw-Transporte von Schlachtschweinen bei unterschiedlichen Ladedichten
- 0,33 m² und 0,43 m² pro 100 kg Lebendgewicht - (Enzym-, Fleisch-,
Pankreas- und Myokarduntersuchungen).
Diss. med. vet., FU Berlin

GEUE, A. (1995)
Untersuchungen zur Prävalenz und Inzidenz des Porcine Reproductive and
Respiratory Syndrome (PRRS) in einem Kreis Schleswig-Holsteins.
Diss. med. vet., FU Berlin

GLODEK, P. (1988)
Züchterische Bearbeitung von Antagonismen zwischen Leistung und
Gesundheit beim Schwein.
Tierärztl. Praxis, Suppl. 3, 11-15

GRAUVOGL, A. (1996)
Tierschützerische Aspekte der derzeitigen Schweineproduktion.
Tierärztl. Umsch. 51, 308-313

GRAUVOGL, A.; PIRKELMANN, H.; ROSENBERGER, G.;
ZERBONI DI SOSETTA, H.-N. (1997)
Artgemäße und rentable Nutztierhaltung – Rinder, Schweine, Pferde,
Geflügel.
München, Verlag Ulmer

GRONDALEN, T. (1989)
Veterinary demands for information from the meat inspection.
Proc. Vol. I; 35th Cong. of Meat Science and Techn., 20-25 Aug.,
Kopenhagen, 103-105

GRONERT, G.A. (1980)
Malignant hyperthermia.
Anesthesiology 53, 395-423

GROSSE BEILAGE, E. (1989)
Gesundheits- und leistungsbezogene Befunde aus Mastbeständen, die
Schweine unbekannter Herkunft im Rein-Raus-Verfahren mästen.
Diss. med.vet., Hannover

GROSSE BEILAGE, E. (1990)

Krankheitsfrequenz und Leistungsdaten von Mastschweinen unbekannter Herkunft in Beständen mit Rein-Raus-Verfahren.

Prakt. Tierarzt 71, 28-41

GROSSE BEILAGE, E. (1995)

Die Bedeutung des PRRS-Virus für die Erkrankungen des Respirationstraktes beim Schwein - eine Literaturübersicht.

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 102, 457-469

GROSSE BEILAGE, E.; BOLLWAHN, W. (1991)

Wie gesund sind unsere Mastschweine?

Rundsch. Fleischhyg. Lebensmittelüberw. 43, 63-65

GROSSE BEILAGE, E.; GROSSE BEILAGE, T. (1990)

Aspekte zur Bestandsbetreuung und Datenerfassung in Schweinemastbetrieben.

Tierärztl. Umsch. 45, 791-795

GROTH, L. (1987)

Der Einfluß der Ladedichte beim Transport von Schlachtschweinen auf Belastungsreaktionen und die Fleischqualität bei einem Platzangebot von 0,45 sowie 0,5 m²/100 kg Körpergewicht.

Diss. med. vet., FU Berlin

HAARING, H.; TIELEN, M.J.M.; VERSTEGEN, M.W.A. (1978)

Stalklimaat en stalbouw in relatie tot de gezondheid van de dieren op varkensmestbedrijven.

Tijdschr. Diergeneesk. 103, 11, 573-582

HÄUSSERMANN, E. (1985)

Prüfung von Schnellmethoden zur Erkennung abweichender Fleischqualität beim Schwein bei der amtlichen tierärztlichen Fleischuntersuchung.

Diss. med. vet., FU Berlin

HAMBÜCHEN, T. (1998)

Marketing und Fleischimage in der täglichen Praxis.

Fleischwirtsch. 78, 21-23

HAMMEL, M.L. VON; BLAHA, T. (1993)

Die Erfassung pathologisch-anatomischer Organbefunde am Schlachthof.

3. Zusammenhänge zwischen der Tiergesundheit und der Schlachtkörperqualität beim Schwein.

Fleischwirtsch. 73, 1427-1430

HARBERS, A.H.M.; SMEETS, J.F.M.; SNIJDERS, J.M.A. (1992)
Erfassung postmortaler Anomalitäten bei Schweinen an der Schlachtlinie.
Fleischwirtsch. 72, 131-138

HARMS, J. (1995)
Untersuchungen zur Organbefundung am Schlachthof als
Bewertungskriterium der Gesundheit von Schweinebeständen im Rahmen
eines Integrierten Qualitätssicherungssystems.
Diss. med. vet., Hannover

HARRENDORF, C. (1980)
Die Nutzung von Schlachtbefunden für die Gesundheitsüberwachung und
für die Erhöhung der Tiergesundheit in den Schweinebeständen des KOV
Weimar/Apolda.
Tierzucht 34, 471-472

HASSLINGER, M.-A. (1985)
Bedeutsame Parasiten in der Schweinehaltung.
Prakt. Tierarzt 66, 897-903

HAVENITH, U. (1993)
Seroepidemiologische Untersuchungen zur Verbreitung von Influenza-A-
Virusinfektionen bei Mastschweinen im nördlichen Schleswig-Holstein.
Diss. med. vet., FU Berlin

HELLWIG, E-G. (2003)
Neue Ideen für eine effektive Mykoplasmen- Impfung beim Schwein?
vlees 9, 7-16

HERTRAMPF, BARBARA; MICKWITZ, G. VON; MÜLLER-PRASUHN, W.;
HEESCHEN, U. (1972)
Die Körpertemperatur, Atemfrequenz und Pulsperiodendauer vor und nach
Belastung als mögliche Hinweise auf die zu erwartende
Schlachtkörperqualität beim Schwein (beurteilt anhand des
Fleischhelligkeitswertes = »Göfo-Wert«)
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 79, 249-250

HEUKING, L. (1988)
Die Beurteilung des Verhaltens von Schlachtschweinen bei Lkw-
Transporten in Abhängigkeit von der Ladedichte (0,33 m² und 0,43
m²/100 kg Lebendgewicht) mit Berücksichtigung des Blutbildes, der
Herzfrequenz und der Körpertemperatur zur Erfassung tierschutzwidriger
Transportbedingungen.
Diss. med. vet., FU Berlin

HILDEBRANDT, G. (1968)

Postmortale Glykolyse und Fleischbeschaffenheit in verschiedenen Muskeln von Schlachtschweinen unter Berücksichtigung einiger intravital faßbarer Parameter.

Diss. med. vet., FU Berlin

HILDEBRANDT, G. (1974)

Konstitution, Rigor mortis und Fleischqualität beim Schlachtschwein.

Fleischwirtsch. 54, 926-931

HOFMANN, K. (1973)

Was ist Fleischqualität?

Fleischwirtsch. 53, 485

HOFMANN, K. (1974)

Notwendigkeit und Vorschlag einer einheitlichen Definition des Begriffes „Fleischqualität“.

Fleischwirtsch. 54, 1607

HOFMANN, K. (1987a)

Der Begriff Fleischqualität. Definition und Anwendung.

Fleischwirtsch. 67, 44

HOFMANN, K. (1987b)

Der pH-Wert - Ein Qualitätskriterium für Fleisch.

Fleischwirtsch. 67, 557-562

HOFMANN, K. (1992)

Bedeutung des Qualitätsbegriffs bei Fleisch und Fleischerzeugnissen in Wissenschaft und Praxis.

in: Inst. für Chemie und Physik, BAFF [Hrsg.]: Qualitätssicherung im Fleischbereich.

Kulmbacher Reihe Band 11

Kulmbach, Bundesanstalt für Fleischforschung, 19-47

HOLLEBEN, K. VON (1993)

Bestimmung der arteriellen Sauerstoffsättigung und der Pulsfrequenz beim Schwein in den Altersabschnitten „Ferkel“ bis „Schlachtschwein“ unter physiologischen Bedingungen und unter definierter Belastung (Laufband).

Diss. med. vet., FU Berlin

HOLLEBEN, K. VON; WENZLAWOWICZ, M. VON (1995)
Anforderungen an das Treiben von Rindern und Schweinen zur Verladung
am landwirtschaftlichen Betrieb, auf Viehhöfen und in Schlachtbetrieben.
Teil 2: Anforderungen an das treibende Personal sowie Vorschläge für
Vorgehensweisen in kritischen Situationen.
Rundsch. Fleischhyg. Lebensmittelüberw. 47, 145-148

HOLLING, J. (1998)
Qualitäts- und Herkunftssicherung im vertikalen und horizontalen Verbund
Das I-F-P-Projekt in Niedersachsen.
Fleischwirtsch. 78, 26-27

HOLZER, A.; MATZKE, P.; LITTMANN, E. (1992)
Schweine wollen schonend behandelt werden: Ergebnisse einer
Untersuchung über den Einfluß von Bedingungen beim Transport und vor
der Schlachtung auf die Fleischbeschaffenheit beim Schwein an sechs
Schlachthöfen Bayerns.
Akt. Inf- Hinw. Bayer. Landesanst. Tierz. Grub 4, 1-15

HONIKEL, K.O. (1993)
Qualitätsprodukte erfordern geeignete Meßmethoden.
Fleischwirtsch. 73, 8-15

HONIKEL, K.O.; HAMM, R. (1974)
Über die Ursachen der Abnahme des pH-Wertes im Fleisch nach dem
Schlachten.
Fleischwirtsch. 54, 557-560

HONIKEL, K.O.; KIM, C.-J. (1985)
Über die Ursachen der Entstehung von PSE-Schweinefleisch.
Fleischwirtsch. 65, 1125

HONIKEL, K.O.; SCHWÄGELE, F. (1989)
Ursachen der raschen Glykogenolyse in PSE-Muskeln.
Mittbl. Bundesanst. Fleischforsch. 28, 124-130

HONKAVAARA, M. (1989)
Influence of Porcine Stress on Blood Composition and Early Post-Mortem
Meat Quality in Pigs of Different Halothane Genotypes.
Meat Sci. 24, 21-29

HORST, I.; LINDNER, A.; KRÜGER, M.; GINDELE, H.R.; STING, R. (1997)
Verbreitung der Mycoplasma-hyopneumoniae-Infektion in Deutschland -
Schlußfolgerungen für die Bekämpfung der Enzootischen Pneumonie der
Schweine.
Tierärztl. Umsch. 52, 508-514

HORSTMAYER, A.; VALLBRACHT, A. (1990)
Artgerechte Schweinehaltung - Ein Modell.
Tierhaltung 20
Basel, Birkhäuser-Verlag

HOY, S. (1987)
Auswirkungen infektiöser Faktorenkrankheiten der
Atemwegserkrankungen auf die Leistungen der Schweine und deren
Kontrolle durch computergestützte Fleischuntersuchung und Vermarktung.
Leipzig, Univ., Sektion Tierproduktion und Vet. Med., Habilschrift

HOY, S. (1994b)
Zu den Auswirkungen von Atemwegserkrankungen auf die Mast- und
Fruchtbarkeitsleistungen der Schweine.
Prakt. Tierarzt 75, 121-127

HOY, S. (1994a)
Zu Häufigkeit und Auswirkungen pathologischer Leberveränderungen bei
Mastschweinen.
Prakt. Tierarzt 75, 999-1006

HOY, S. (1998)
Haltungsbedingungen von Schweinen beeinflussen die Fleischqualität
nicht.
Rundsch. Fleischhyg. Lebensmittelüberw. 50, 219-221

HOY, S.; BALLINGER, U.; MEHLHORN, G. (1991)
Gesundheitsüberwachung in der Stufenproduktion von Schlachtschweinen
unter besonderer Berücksichtigung von Erkrankungen der
Atmungsorgane.
Tierzucht 45, 493-496

HOY, S.; MEHLHORN, G.; HASSEL, S. (1987a)
Zum Einfluß entzündlicher Lungenveränderungen bei Schweinen auf die
Leistungen von Prüftieren in der Nachkommenprüfung.
Arch. Tierz. 30, 249-259

HOY, S.; MEHLHORN, G.; LIESCHKE, B. (1987b)
Zur ökonomischen Bedeutung von Atemwegserkrankungen der Schweine.
Tierzucht 41, 334-336

HOY, S.; MÜLLER, K.; WILLIG, R. (1997)
Untersuchungen zu Konzentration und Emission von Ammoniak und
Lachgas bei verschiedenen Tiefstreuhaltungssystemen für Mastschweine
und bei Vollspaltenbodenhaltung.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 110, 90-95

HOY, S.; STEHMANN, R. (1994)

Hygienische Aspekte der Tiefstreuhaltung von Mastschweinen mit mikrobiell-enzymatischer Einstreubehandlung.
Prakt. Tierarzt 75, 495-504

ISEKE, H.-W. (1961)

Der Einfluß von Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit sowie Wasserabkühlung auf die Mast der Schweine.
Diss. med. vet., München

JÄGER, F. (1995)

Weg, Ziel, Stand und Perspektive der AK-Bekämpfung in Nordrhein-Westfalen.
Tierärztl. Praxis 6, 575-579

JATURASITHA, S. (1996)

Effects of a pig production system focussing on animal welfare, on technological properties of carcass, meat and fat, as well as on appearance for marketing.
Diss. Fachrichtung Tierzucht und Haustiergenetik, Göttingen
Göttingen, Cuvillier Verlag

JENSEN, A. (1996)

Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Management- und Hygienefaktoren in Schweinemastbeständen und Organveränderungen am Schlachthof zur Einbeziehung der Tiergesundheit in Qualitätssicherungssysteme.
Diss. med. vet., Hannover

JENSEN, A.; BLAHA, T. (1997)

Zum Zusammenhang zwischen Management- und Hygienefaktoren in Schweinemastbeständen und Organveränderungen am Schlachthof.
Prakt. Tierarzt 78, 494-504

JÖRGENSEN, B. (1992)

Incidence of clinical disease and prevalence of lesions at slaughter in pigs from Danish test stations.
Prev. Vet. Med. 14, 259-266

JONES, S.D.M.; CLIPLEF, R.L.; FORTIN, A.F.; MCKAY, R.M.; MURRAY, A.C.; POMMIER, S.A.; SATHER, A.P., SCHAEFER, A.L. (1994)

Production and ante-mortem factors influencing pork quality.
Pig News Inform. 15, 15N-18N.

KALLWEIT, E. (1996)

Die Bedeutung der Fleischqualität bei der Vermarktung.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 101, 267-270

KALLWEIT, E.; PIRCHNER, F. (1989)

Stellungnahme zur Eignung der Leitfähigkeitsmessung zur Beurteilung der Fleischbeschaffenheit beim Schwein im Rahmen der Fleischleistungsprüfung.
Züchtungsk. 61, 3-5

KAY, R.M.; DONE, S.H.; PATON, D.J. (1994)

Effect of sequential porcine reproductive and respiratory syndrome and swine influenza on the growth and performance of finishing pigs.
Vet. Rec. 135, 199-204

KIELSTEIN, P. (1983)

Zur Bordetelleninfektion des Schweines und der Bedeutung von Tiermodellen zum Nachweis protektiver Eigenschaften von Bordetella bronchiseptica.
Mh. Vet. Med. 38, 504

KIELSTEIN, P. (1994)

Die Glässersche Krankheit: Kontrolle und Prophylaxe.
Prakt. Tierarzt 75, 1011-1024

KIELSTEIN, P.; LEIRER, R. (1990)

Zur Glässerschen Krankheit des Schweines - Ätiologisch-epizootiologische Untersuchungen zum Erregerspektrum.
Mh. Vet. Med. 45, 577-582

KIELSTEIN, P.; PFÜTZNER, H.; SCHIMMEL, D.; SCHÖNHERR, W. (1986)

Enzootische Pneumonie und Atrophische Rhinitis des Schweines.
Fortschr. Landwirtschaft. Nahrungsgüterwirtsch. 24 (13), 56 pp.

KLAWITTER, E.; HOY, S.; MEHLHORN, G. (1988)

Zum Einfluß entzündlicher Lungenveränderungen auf die Lebendmasseentwicklung selektierter Jung- und Mastschweine.
Mh. Vet. Med. 43, 597-600

KLOMBERG, M. (1994)

Wirksamkeitsprüfung von Ceftiofur bei bakteriell bedingten Pneumonien.
Diss. med. vet., FU Berlin

- KÖFER, J.; AWAD-MASALMEH, M.; THIEMANN, G. (1993)
Der Einfluß von Haltung, Management und Stallklima auf die Lungenveränderungen bei Schweinen.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 100, 319-322
- KOVACS, F. (1984)
Tierhygienische Maßnahmen zur Verhütung polyfaktorieller Krankheiten.
Wien. Tierärztl. Mschr. 6, 183-186
- KREUZER, M.; LANGE, M.; KÖHLER, P.; JATURASITHA, S. (1994)
Schlachtkörper- und Fleischqualität in Markenfleischprogrammen beim Schwein unter Produktionsauflagen mit dem Ziel besonders tiergemäßer Haltung bzw. einer günstigeren Körperfettkonsistenz.
Züchtungsk. 66, 136- 151
- KRIETER, J.; KALM, E. (1989)
Entwicklung von Selektionsmethoden für das Wachstum beim Schwein.
Züchtungsk., 61, 100-109
- KRÜGER, G.; HOY, S.; DORN, W.; MEHLHORN, G. (1988)
Untersuchungen zur Fleischqualität bei Mastschweinen mit unterschiedlichen entzündlichen Lungenveränderungen.
Fleisch 42, 195-197
- KRUSE, G.O.W.; FERGUSON, D.L. (1980)
Untersuchungen über den Schweinelungenwurm *Metastrongylus apri* (Ebel, 1777) Vostokov, 1905 (Metastrongylidae: Nematoda).
Vet. Med. Nachr. 2, 113-130
- KUIPER, A. (1985)
Influenza beim Schwein - eine wirtschaftlich bedeutsame Virusinfektion.
Prakt. Tierarzt 66, 416-420
- KUTSCHERA, G. (1999)
Aufbau von Rückmeldesystemen - eine flächendeckende Erhebung von Organbefunden am Schlachthof.
in: Angewandte Qualitätssicherung in der Fleischerzeugung
Graz, Österreich, Symposium Fachabteilung Veterinärwesen,
25. Feb. 1999, 87-99
- LAHRMANN, K.H. (1986)
Die Bedeutung von Licht für die Fruchtbarkeit beim Schwein.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 93, 345-376

LENGERKEN, G. VON; STEIN, H.J.; PFEIFFER, H. (1977)
Einfluß der Ausruhezeit vor der Schlachtung auf die Fleischbeschaffenheit.
Mh. Vet. Med. 32, 376-380

LENGERKEN, G. VON; PFEIFFER, H.; BERGMANN, M.; FABIAN, S.;
BULLIGK, F. (1989)
Schlachtkörperzusammensetzung, Fleischqualität und
Belastungsempfindlichkeit von Mastschweinen verschiedener
Endstufenanpaarung im Hybridzuchtprogramm.
Tierzucht 43, 272-274

LERNER, I.M. (1954)
Genetic Homeostasis.
Edinburgh, Oliver and Boyd

LIEBMANN, K.; JASSMAN, H.; WILLIG, R.; SCHIMMEL, D.; MEHLHORN, G.;
JOHANNSEN, U. (1991)
Der Einfluß einer kombinierten Staub-Ammoniak-Exposition auf die
experimentelle Infektion von Schweinen mit *Pasteurella multocida* und
Bordetella bronchiseptica.
Proc. 7th Int. Congr. Animal Hyg., Leipzig, 364-368

LIENEMANN, B.; THÖLKING, L.; BRENNER, K.-V. (1991)
Rückmeldungen von Schlachtbefunden zeigen Handlungsbedarf für
Tiergesundheit.
Schweinewelt 6, 8-10

LIESCHKE, B.; HOY, S.; MEHLHORN, G.; WARNECKE, H.-W. (1989)
Auswirkungen der Rhinitis atrophicans suum auf die Schlachtleistung
gleichaltriger Mastschweine unter Berücksichtigung entzündlicher
Lungenveränderungen.
Mh. Vet. Med. 44, 11-16

LINDQVIST, J.O. (1974)
Animal health and environment in the production of fattening pigs.
Acta Vet. Scand. 15, Suppl. 51, 1

LITTLE, T.W.A. (1975)
Respiratory diseases in pigs: A study.
Vet. Rec. 96, 540-544

LITZKE, L.F.; BLOCH, A.; MOLDENHAUER, R. (1988)
Klinische Aspekte des Halothantestes - Ein Beitrag zur malignen
Hyperthermie beim Schwein.
Mh. Vet. Med. 43, 200-203

LÖWE, G.; STEINHARDT, M.; BEUTLING, D.; LYHS, L.; FARCHMIN, G. (1977)
Einfluß aufeinanderfolgender, physisch erschöpfender motorischer
Belastungen auf Hausschweine und auf die Qualität des Fleisches.
Arch. exper. Vet. Med. 31, 643-654

LOUIS, C.F.; GALLANT, E.M.; REMPLÉ, E.; MICKELSON, J.R. (1990)
Malignant hyperthermia and porcine stress syndrom: a tale of two species.
Pig News Inf. 11(3), 341-344

LOOFT, C.; STAMER, S.; KALM, E. (1993)
Moderne Tierhaltung und Qualität - ein Widerspruch?
Fleischwirtsch. 73, 1357-1361

LÜTJENS, A.; KALM, E. (1995a)
Ansätze zur Qualitätssicherung in der Schweinefleischerzeugung.
1. Mitteilung: Produktionstechnische Einflußfaktoren.
Züchtungsk. 67, 368-380

LÜTJENS, A.; KALM, E. (1995b)
Zusammenhang zwischen analytischen und sensorischen
Fleischbeschaffenheitsparametern.
Fleischwirtsch. 75, 484-491

MADERBACHER, R. (1992)
Zusammenhänge zwischen pathologisch-anatomischen
Lungenveränderungen und den Ergebnissen der bakteriologischen
Fleischuntersuchung bei Schlachtschweinen.
Diss. med. vet., Wien

MÄHLMANN, B. (1996)
Zum Informationsgehalt von Organbefunden von Schlachtschweinen für
epidemiologische Erhebungen über den Gesundheitsstatus von
Mastschweinebeständen.
Diss. med. vet., Hannover

MALLA, K.E.S. (1995)
Gegenrede zur alternativen Fleischuntersuchung.
Dtsch. Tierärztebl. 43, 13

MARSCHANG, F. (1986)
Streß und intensive Nutztierhaltung.
Tierärztl. Umsch. 41, 94-99

MARSCHANG, F. (1989)

Faktoren, die Stressoren sind.
Tierärztl. Umsch. 44, 217-224

MARTENS, H. (1997)

Physiologie und Pathophysiologie des Ryanodin-Rezeptors beim Schwein.
Tierärztl. Praxis 25, 41-51

MATZKE, P.; HOLZER, A. (1989)

Untersuchungen zur Verteilung von PSE- und DFD-Fleisch in
Schweineschlachthälften.
Schweine-Zucht Schweine-Mast 37, 405-408

MAYR, A. (1986)

Pathogenese und Bekämpfung infektiöser Faktorenkrankheiten in der
Tierproduktion.
J. Vet. Med. **B** 33, 637-649

MEHLHORN, G. (1989)

Die Bedeutung des Infektionsdruckes für die Entstehung und Ausprägung
infektiöser Faktorenkrankheiten.
Tierzucht 43, 408-411

MEHLHORN, G.; HOY, S.; EULENBERGER, K.-H.; EWERTH, W. (1986)

Die Bedeutung endogener und exogener Faktoren bei der Entstehung und
Ausprägung entzündlicher Lungenveränderungen bei Schweinen.
Tierzucht 40, 467-469

MEIER, H.; BRANDT, H.; GLODEK, P. (1988)

Untersuchungen über Abgangsursachen von Auktionsebern.
Schweine-Zucht Schweine-Mast 36, 11-13

MERGENS, A. (1997)

Untersuchung zum Einfluß des Duschens der Schweine vor dem
Schlachten mit Wasser unterschiedlicher Temperaturen oder mit
unterschiedlicher Häufigkeit auf physiologische und
Fleischqualitätsparameter sowie das Verhalten der Schweine.
Diss. med. vet., FU Berlin

METTENLEITER, T.C. (1995)

Fortschritte in der Entwicklung von AK-Impfstoffen.
Tierärztl. Praxis 6, 570-574

MEULENBERG, J.J.; HULST, M.M.; DE MEUER, E.J. (1993)

Lelystad virus, the causative agent of porcine epidemic abortion and
respiratory syndrome (PEARS), is related to LDV and EAV.
Virology 192, 62-72

MICKWITZ, G. VON (1980)

Die Bedeutung von Haltung und Hygiene für die Qualität hochwertiger Lebensmittel tierischen Ursprungs.

Arch. Lebensmittelhyg., Sdr., 32-35

MICKWITZ, G. VON; HEUKING, L. (1990)

Mindestanforderungen an den Umgang mit Schlachtschweinen von der Verladung - Transport - Ausruhezeit bis zur Betäubung aus der Sicht des Tierschutzes und der Fleischqualität.

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 97, 28-30

MICKWITZ, G. VON; MEYER, K.; GRUND, H.; VOGEL, L.; KLAWITTER, H.-J.; KOBBE, U.; STÜTZLE, K.-P. (1971)

Der Einfluß unterschiedlicher Transportbedingungen auf Belastungsreaktionen und die Höhe der Transportverluste bei Schlachtschweintransporten.

Tierärztl. Umsch. 26, 524-536

MICKWITZ, G. VON; SCHÜTTE, A.; WENZLAWOWICZ, M. VON (1993)

Der Umgang mit den Tieren vor der Schlachtung und die Fleischqualität.

Schweine-Zucht Schweine-Mast 41, 28-31

MICKWITZ, G. VON; WÄHAUS, E. (1980)

Transportverluste und Fleischqualitätsminderung bei Schlachtschweinen aus klinischer Sicht.

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 87, 472-474

MORTENSEN, B.; RUBY, V.; PEDERSEN, B.K.; SMIDTH, J.;

AARESTRUP LARSEN, V. (1994)

Outdoor pig production in Denmark.

Pig News Inf. 15 (4), 117N-120N

MÖSTL, K. (1992)

Virusbedingte Atemwegserkrankungen beim Schwein.

Prakt. Tierarzt 74, Coll. Vet. XXIII, 73-75

MORRISON, R.B.; HILLEY, H.D.; LEMAN, A.D. (1985)

Comparison of Methods for Assessing the Prevalence and Extent of Pneumonia in Market Weight Swine.

Can. Vet. J. 26, 381-384

MUIRHEAD, M.R. (1979)

Respiratory diseases of pigs.

Br. Vet. J. 135, 497-507

- NEUMANN, J.; HYPA, R.; VIETZKE, G. (1968)
Zur Verbreitung der Schweinekrankheiten in Schleswig-Holstein.
Tierärztl. Umsch. 23, 212-218
- NICOLET, J. (1985)
Kompendium der veterinärmedizinischen Bakteriologie.
Berlin, Hamburg, Paul Parey
- NIENHOFF, H. (1994)
Husten im Stall - liegt es am PRRS-Virus?
Schweine-Zucht Schweine-Mast 42, 8-11
- NOYES, E.P.; FEENEY, D.A.; PIJOAN, C. (1990)
Comparison of the effect of pneumonia detected during lifetime with
pneumonia detected at slaughter on growth in swine.
J. Am. Vet. Med. Ass. 197, 1025-1029
- OSBORNE, A.D.; SAUNDERS, J.R.; KSEBUNYA, T. (1981)
An abattoir survey of the incidence of pneumonia in Saskatchewan swine
and an investigation of the microbiology of affected lungs.
Can. Vet. J. 22, 82-85
- OSTER, W. (1977)
Zum Zuchtfortschritt in der Schweinezucht
Grenzen und Möglichkeiten.
Prakt. Tierarzt 58, 421-426
- OTTE, C. (1960)
Untersuchungen über den Einfluß der Stalltemperatur auf den Mastverlauf
beim Schwein.
Tierzüchter (Futter und Fütterung) 12, 26-28
- PETZOLD, K. (1992)
Nachweis, Verbreitung und Bekämpfung der Hämophilus- (Actinobacillus-)
Pleuropneumonie des Schweines.
Wien. Tierärztl. Mschr. 79, 87-90
- PFÜTZNER, H.; BLAHA, T. (1995)
Die ätiologische und ökonomische Bedeutung von Mycoplasma hyopneu-
moniae im Komplex der respiratorischen Erkrankungen des Schweines.
Tierärztl. Umsch. 50, 759-765

PICHLER, W.A. (1980)

Zusammenhänge zwischen der Zuwachsleistung und dem Schlachtkörperwert von Mastschweinen und dem post mortem ermittelten gesundheitlichen Zustand von Schweineinnereien.

Wien. Tierärztl. Mschr. 62, 167-172

PLONAIT, H. (1980)

Leberschäden.

in: SCHULZE, W.; BICKHARDT, K.; BOLLWAHN, W.; MICKWITZ G. VON;

PLONAIT, H. [Hrsg.]: Klinik der Schweinekrankheiten.

Hannover, M. & H. Schaper, S. 173-174

PLONAIT, H. (1997a)

Einfluß der Haltungsbedingungen auf das Krankheitsgeschehen.

in: PLONAIT, H.; BICKHARDT, K. [Hrsg.]: Lehrbuch der Schweinekrankheiten.

Berlin, Parey, S. 11-37

PLONAIT, H. (1997b)

Fieberhafte Allgemeinerkrankungen.

in: PLONAIT, H.; BICKHARDT, K. [Hrsg.]: Lehrbuch der Schweinekrankheiten.

Berlin, Parey, S. 93-110

POTT, U. (1997)

Untersuchung der Auswirkungen unterschiedlicher Transportbedingungen und unterschiedlicher Entladetechnik auf ausgewählte physiologische Parameter und die Fleischqualität.

Diss. med. vet., FU Berlin

POTTER, R. (1998)

Clinical conditions of pigs in outdoor breeding herds.

In Practice 20 (1), 3-14

POTTHAST, K.; HAMM, R. (1976)

Biochemie des DFD-Fleisches.

Fleischwirtsch. 56, 978

PRANGE, H.; BÜNGER, U.; STEINHARDT, M.; BEUTLING, D. (1976)

Richtiger Transport der Schlachtschweine zur Vermeidung von Tierverlusten.

Tierzucht 30, 463-466

PREDOIU, P.; BLAHA, T. (1993)

Erfassung pathologisch-anatomischer Organbefunde am Schlachthof.

2. Beitrag integrierter Qualitätssicherungssysteme zur Verbesserung des Verbraucherschutzes, der Tiergesundheit und des Tierschutzes.

Fleischwirtsch. 73, 1183-1186

RASSOW, D.; SCHAPER, H. (1996)
Einsatz von Medizinalfutter in der Schweine- und Geflügelproduktion im
Landkreis Weser-Ems.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 103, 244

REUTER, G. (1982)
Verfahren zur Erkennung von Fleischqualitätsabweichungen bei
Schlachtkörpern.
Fleischwirtsch. 62, 1153-1160

REUTER, G. (1995)
Alternative Fleischuntersuchung bei Schweinen - vom Gesundheitsstatus
sowie von der Erzeuger- und Vermarktungsstruktur - bei uns vertretbar?
Dtsch. Tierärztebl. 43, 414-415

RICHTER, H.; SEYFARTH, D.; PADUBRIN, C.; KLATT, G. (1984)
Postmortale Organbefunde bei Mastschweinen und deren
Zuwachseleistungen sowie Schlachtwertklassen.
Arch. Tierzucht 27, 165-173

ROKICKI, E. (1973)
Der Einfluß verschiedener Arten von Einstreu auf Haut- und
Rektaltemperaturen beim Schwein.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 80, 157-160

RUNGE, C. (1972)
Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Körpertemperaturen
von Schweinen vor der Schlachtung und Kriterien der Fleischqualität.
Diss. med. vet., Hannover

SACKMANN, G. (1988)
Einfluß der Ausruhezeit sowie von Umgebungs- und technologischen
Faktoren auf klinische und fleischhygienische Parameter.
Diss. med. vet., FU Berlin

SAFIULLIN, R.T.; SAZANOV, A.M. (1991)
Intestinal nematodes of pigs on different types of farms.
Veterinarija-Moskva 6, 34-38

SAMBRAUS, H.H. (1982)
Sauenhaltung - wie sie ist und wie sie sein könnte.
in: FÖLSCH, D.W. [Hrsg.] und NABHOLZ, A.: Ethologische Aussagen zur
artgerechten Nutztierhaltung.
Tierhaltung 13, Berlin, Birkhäuser-Verlag

SAMBRAUS, H.H. (1992)
Maßstäbe für den Tierschutz aus ethologischer Sicht.
in: Tierarzt - Berufener Tierschützer -
Konsultation der Evangelischen Akademie Bad Boll

SAMBRAUS, H.H. (1997)
Tierverhalten - Anzeiger für eine artgerechte Tierhaltung.
Arch. Tierz. 40, Sonderheft, 26-34

SCHARNER, E. (1997)
Begriffliches zu den Termini Fleisch und Fleischqualität.
Fleischwirtsch. 77, 140-141

SCHARNER, E.; BERNDT, H.; DOMEL, G. (1998)
„Welche Anforderungen bestehen für die Überarbeitung der
Fleischhygienestatistik?“
Vortrag anlässlich der 39. Arbeitstagung des Arbeitsgebietes „Lebensmit-
telhygiene“ der DVG vom 22.09.-25.09.1998 in Garmisch-Partenkirchen.

SCHARNER, E.; SCHIEFER, G. (1975)
Zum Begriff der Fleischqualität und zur Ermittlung einiger der wichtigsten
Qualitätsparameter des Schweinefleisches.
Mh. Vet. Med. 30, 481-484

SCHEPER, J. (1972)
Qualitätsabweichungen bei Schweinefleisch - genetische und
umweltbedingte Einflüsse.
Fleischwirtsch. 52, 203

SCHEPER, J. (1974)
Merkmale der Fleischbeschaffenheit. Definitionen, Messungen,
Zeitabhängigkeit und Aussage.
Fleischwirtsch. 54, 1934-1938

SCHEPER, J. (1976)
Erkennen und Auftreten von DFD-Fleisch
Fleischwirtsch. 56, 970-973

SCHEPER, J. (1978)
pH-Wert-Messung an Schweinehälften, Zeitpunkt, Meßstelle, Aussage.
Fleischwirtsch. 58, 1642-1646

SCHEPER, J. (1979)

PSE- und DFD-Fleisch und Stressanfälligkeit unserer Schlachttiere, insbesondere der Schlachtschweine.

Schlachten Vermarkten 79, 38-43

SCHEPER, J. (1982)

Zusammenhänge zwischen ausgewählten Merkmalen des Schlachtkörpers und der Fleischbeschaffenheit beim Schwein.

Fleischwirtsch. 62, 1062-1070

SCHESTAKOV, I.; ORKIN, A. (1987)

Hygienische Beurteilung des Fleisches lungenkranker Schweine und dessen Haltbarkeit im gekühlten Zustand. (Orig. russ.)

Veterinarija-Moskva 2, 70-72

SCHIEFER, G.; SCHARNER, E. (1975)

Zur Problematik der Transportbelastung bei Schlachtschweinen.

Fleisch 29, 145

SCHIMMEL, D. (1987)

Pasteurellen-Infektionen.

in: BEER, J. [Hrsg.]: Infektionskrankheiten der Haustiere.

Jena, Gustav Fischer, S. 572-588

SCHIMMEL, D. (1992a)

Möglichkeit zum Aufbau pneumoniefreier Schweinebestände mit Immunisierungen und Cefquinomeverabreichung

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 105, 378-380

SCHIMMEL, D. (1992b)

Respiratorische Erkrankungen des Schweines und ihre Bedeutung beim Aufbau gesunder Tierbestände.

Bundesgesundheitsbl. 8, 392-393

SCHLINDWEIN, B. (1997)

ZMP-Bilanz Vieh und Fleisch 1997 - Deutschland-EU-Weltmarkt.

Bonn, Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH, 115

SCHODER, G.; MADERBACHER, R.; WAGNER, G.; BAUMGARTNER, W. (1993)

Abgangsursachen in einem Schweinemastbetrieb.

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 100, 428-432

SCHOLL, E. (1986)

Pleuropneumonie beim Schwein.

Prakt. Tierarzt 67, 599-600

SCHOLTISSEK, C.; BÜRGER, H.; BACHMANN, P.A.; HANNOUN, C. (1983)
Genetic relatedness of hemagglutinins of the H1 subtype of influenza A
viruses isolated from swine and birds.
Virology 129, 521-523

SCHRÖDER, L. (1994)
Die Bewertung von Tiergesundheit und Risikofaktoren für
Atemwegserkrankungen als Grundlage für die präventive
Bestandsbetreuung von Schweinebeständen.
Diss. med. vet., Hannover

SCHRÖDER, L.; BLAHA, T. (1992)
Praxiserfahrung mit der präventiven Bestandsbetreuung unter besonderer
Berücksichtigung der Atemwegserkrankungen des Schweines.
Prakt. Tierarzt 74, Coll. Vet. XXIII, 68-72

SCHÜTTE, A. (1991)
Ein Beitrag zum Thema „Einstellungsmetaphylaxe in der Schweinemast“.
Diss. med. vet., FU Berlin

SCHÜTTE, A. (1995a)
Objektivierbarkeit von Belastungsreaktionen.
EU-Fortbildungsprogr. „Verbringung lebender Tiere und tierischer
Erzeugnisse im innergemeinschaftlichen Handel (Tiergesundheit und
Tierschutz)“.
Berlin, 27.11.-08.12.1995

SCHÜTTE, A. (1995b)
Neue Erkenntnisse und Methoden zur Erhebung von
Belastungsparametern und der Fleischqualität bei Schweinen.
Vortrag anlässlich des „Aufbauseminares für Tierschutzbeauftragte an
Schlachtbetrieben“
1.-3. Sept.1995 in der Tierärztlichen Ambulanz Schwarzenbek, FU Berlin

SCHÜTTE, A. (1995c)
Projekt Kellinghusen. Betriebsbezogene Darstellung der Ergebnisse der
Befunderhebungen am Schlachthof Thomsen in Kellinghusen: Band 1A.
nicht veröffentlicht

SCHÜTTE, A.; BORK, S.; MERGENS, A.; POTT, U.; VENTHIEN, S. (1996a)
MHS-Genetic, lean meat content and findings in lungs - the dominant
factors in relation to meat quality?
Proc. EU-Seminar: New information on welfare and meat quality of pigs as
related to handling, transport and lairage conditions, 29.-30. June 1995,
229-238

SCHÜTTE, A.; MERGENS, A.; POTT, U.; TÄNZLER, H.; VENTHIEN, S. (1996b)
Qualitätssicherung und Magerfleischanteil - Antipoden in der
Schweinefleischproduktion?
Leipzig, Tagung der Fachgruppe „Epidemiologie und Dokumentation“,
4.-6.9.1996, 158-159

SCHÜTTE, A.; WENZLAWOWICZ, M. VON; MICKWITZ, G. VON (1994)
Tiertransport und Fleischqualität bei Schweinen.
Fleischwirtsch. 74, 126-132

SCHÜTTE, A.; BORK, S.; BOSTELMANN, N.; SCHUGK, B. (1998)
Tierärztliche Aufgaben bei der Integration des Tier- und
Verbraucherschutzes in die Qualitätssicherung der Schweinehaltung.
in: Tierschutz und Nutztierhaltung.
Nürtingen, Tagung der Fachgruppen „Tierschutzrecht und Gerichtliche
Tiermedizin“ und „Tierzucht, Erbpathologie und Haustiergenetik“,
5.-7.3.1998, 166-176

SCHWÄGELE, F. (1993)
Erfassung von Qualitätsmerkmalen nach dem Schlachten.
Fleischwirtsch. 73, 228-238

SEIFERT, G.B. (1999)
Vergleichende Untersuchungen zur objektiven Erfassung der Produkt-
qualität unter besonderer Berücksichtigung der Fleischqualität vom
Schwein als Basis zur Sicherung der Markt- und Verbraucheranforde-
rungen in Erzeugerbetrieben.
Diss. med. vet., FU Berlin

SELBITZ, H.-J. (1992)
Mollicutes - Mycoplasmatales, Acholeplasmatales.
in: SELBITZ, H.-J.: Lehrbuch der veterinärmedizinischen Bakteriologie
Jena, Stuttgart, Gustav Fischer, S. 238-250

SELYE, H. (1936)
A syndrom produced by diverse nocous agents.
Nature 138, 32

SILBERNAGEL, S.; DESPOPOULOS, A. (1991)
Taschenatlas der Physiologie, 4. überarb. Aufl.
Stuttgart - New York - München, Thieme, 46

SIMON, D. (1988)
Einflüsse züchterischer Maßnahmen auf die Fleischqualität beim Schwein.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 95, 231-234

SKORACKI, A. (1996)

Untersuchungen zum Zusammenhang von Haltungssystem, Management und Tiergesundheit in der Schweinemast mit dem Auftreten von Lungenbefunden im Schlachthof.

Diss. med. vet., Hannover

SMIDT, D. (1990)

Tierschutz in der Rinder- und Schweinehaltung.

Landbauforschung Völkenrode 40, 138-156

SMIDT, D. (1996)

Gesunde Tiere - Grundlage einer verantwortungsbewußten und wirtschaftlichen Tierhaltung –

Tierärztl. Umsch. 51, 519-523

STEIN, M.; MEHLHORN, G.; DRESSEL, H.; LIEBMANN, K. (1991)

Physikalische, chemische und biologische Eigenschaften des Staubes aus Schweineställen.

Proc. 7th Int. Congr. Animal Hyg., Leipzig, 369

STEPHAN, E.; SASU, M.B.; WEGNER, W. (1980)

Reinzucht (DL)- und Mehrlingskreuzungs- (BHZP)-Schweine unter normalen und kühleren Umweltverhältnissen.

Züchtungsk. 52, 122-131, 197-206, 207-215

STRAW, B.E. (1986)

A look at the factors that contribute to the development of swine pneumonia.

Vet. Med. 81, 747-756

STRAW, B.E. (1992)

Controlling pneumonia in swine herds.

Vet. Med. 87, 78-86.

STRAW, B.E.; BÄCKSTRÖM, L.; LEMAN, A.D. (1986)

Examination of Swine at slaughter. Part I. The Mechanics of Slaughter Examination and Epidemiologic Considerations.

Cont. Educ. Art. 8, 41-47

STRAW, B.E.; DEWEY, C.E.; MARRERO, C.E. (1994)

Findings from Slaughterchecks of Swine During a Four-Year Period

The Compendium 16, 245-251

STRAW, B.E.; HENRY, S.C.; FLEMING, S.A. (1985)

Interactions of management and animal performance in a swine feedlot.

J. Am. Vet. Med. Ass. 186, 986-988

STRAW, B.E.; TUOVINEN, V.K.; BIGRAS-POULIN, M. (1989)
Estimation of the cost of pneumonia in swine herds.
J. Am. Vet. Med. Ass. 195, 1702-1706

SUNDRUM, A. (1994)
Beurteilung von Haltungsbedingungen in Hinblick auf die Tiergerechtigkeit.
in: SUNDRUM, A.; ANDERSSON, R.; POSTLER, G. [Hrsg.]: Tiergerechtheitsindex
- 200 - 1994.
Bonn, Köllen Druck + Verlag GmbH, 8-19

SUTTON, D.S.; ELLIS, M.; LAN, Y.; MCKEITH, F.K.; WILSON, E.R. (1997)
Influence of slaughter weight and stress gene genotype on the water-
holding capacity and protein gel characteristics of three porcine muscles.
Meat Sci. 46, 173-180

THIELSCHER, H.-H. (1984)
Zur Pathogenese des akuten Herzversagens beim Schwein.
Tierärztl. Umsch. 39, 692-694

THIEMIG, F.; BUHR, H.; OELKER, P. (1997)
Zur Problematik der PSE-Bestimmung bei Schweinefleisch.
Fleischwirtsch. 77, 229-234

THÖLKE, F.J. (1996)
Aufbau eines Informationssystems an einem Schlachthof für Unter-
suchungen über betriebspezifische Risikofaktoren hinsichtlich der
Schweinegesundheit in Mastställen.
Diss. med. vet., Hannover

TIELEN, M.J.M. (1990)
Gesundheitsvorsorge zur Qualitätsfleischerzeugung.
Dt. Geflügelwirt. Schweineprod. 20, 597-600

TIELEN, M.J.M. (1991)
System der Integrierten Qualitätskontrolle (I.Q.K.) für Mastschweine in
den Niederlanden.
Tierzucht 45, 490-492

TIELEN, M.; TRUIJEN, W. (1980)
Stall und Gesundheit bei Schweinen.
Dt. Geflügelwirt. Schweineprod. 32, 953

TIELLEN, M.J.M.; TRUIJEN, W.T.; GROES, C.A.M. VAN DER.; VERSTEGEN, M.A.W.; DE BRUIN, J.J.M.; CONBEY, R.A.P.H. (1978)

Conditions of Management and the Construction of Piggeries on Pig-Fattening Farms as Factors in the Incidence of Diseases of the Lung and Liver in Slaughtered Pigs.

Tijdschr. Diergeneesk. 103, 1155-1165

TRAUTWEIN, G. (1991)

Bakteriell eitrige Hepatitis.

in: SCHULZ, L.-C. [HRSG.]

bearb. von: DÄMMRICH, K.; DROMMER, W.; KÖHLER, H.; MESSOW, C.; POHLENS, P.; TRAUTWEIN, G.: Pathologie der Haustiere, Teil I, Organveränderungen.

Jena, Gustav Fischer, S. 387-388

TROEGER, K. (1996)

Tierschutz bei Haltung, Transport und Schlachtung von Nutztieren.

Fleischwirtsch. 76, 1222-1227

TSCHANZ, B. (1985)

Kriterien für die Beurteilung von Haltungssystemen für landwirtschaftliche Nutztiere aus ethologischer Sicht.

Tierärztl. Umsch. 40, 730-738

UHLEMANN, J.; JAHN, H. (1970)

Zur Organisation der veterinärmedizinischen Betreuung im Kooperationsverband „Fleischschweinproduktion“ Plauen.

Mh. Vet. Med. 25, 853-859

VAN OECKEL, M.J.; CASTEELS, M.; WARNANTS, N.; DE BOEVER, J.L.; BOUCQUÈ, C.V.; BOSSCHAERTS, L. (1997)

Instrumentelle Bestimmung von Merkmalen der Fleischbeschaffenheit Belgischer Schweine.

Fleischwirtsch. 77, 84-87

VAN PUTTEN, G. (1978)

Schwein.

in: SAMBRAUS, H.H. [Hrsg.]: Nutztierethologie: Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere - eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis.

Berlin, Hamburg, Paul Parey, S. 168-213

VAN PUTTEN, G. (1992)

Forschungsergebnisse und Erkenntnisse zur tiergerechten Schweinehaltung.

Züchtungsk. 64, 209-216

VAN PUTTEN, G.; CORSTIAENSEN, G.P.; VAN LOGTESTIJN, J.G.;
ZUIDHOF, S. (1983)

Showring Pigs Intended for Slaughter. 1. A Prospective Study of the Preference of Pigs Intended for Slaughter for Showering Following Transport and the Effects on Carcass Quality.
Tijdschr. Diergeneesk. 108, 645-652

VEARY, C.M. (1989)

Haemophilus pleuropneumoniae in pigs: a review.
J. S. Afr. Vet. Ass. 60 (1), 56-61

VENTHIEN, S. (1998)

Untersuchung MHS-positiver und MHS-negativer Schweine hinsichtlich des Stressgens mittels PCR-Analyse mit besonderer Berücksichtigung der Fleischqualität.
Diss. med. vet., FU Berlin

VOGT, C. (1996)

Untersuchungen zur Vergleichbarkeit von Organbefunden am Schlachthof als Bewertungskriterium der Gesundheit von Schweinebeständen im Rahmen eines integrierten Qualitätssicherungssystems.
Diss. med. vet., Hannover

WÄHAUS, E. (1982)

Transportverluste und Fleischqualitätsmängel beim Schwein in Abhängigkeit vom Wetter, Transportmittel und Fütterungszeitpunkt vor dem Transport.
Diss. med. vet., FU Berlin

WARRISS, P.D. (1987)

The effect of time and conditions of transport and lairage on pig meat quality.

In: TARRANT, P.V.; EIKELENBOOM, G.; MONIN, G. [Hrsg.]:
Evaluation and Control of Meat Quality
Martinus Nijhoff Publishers, S. 245-264

WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; NUTE, G.R.; KNOWLES, T.G.; EDWARDS, J.E.;
PERRY, A.M.; JOHNSON, S.P. (1995)

Potential interactions between the effects of preslaughter stress and post-mortem electrical stimulation of the carcasses on meat quality in pigs.
Meat Sci. 41, 55-68

WARRISS, P.D.; KESTIN, S.C.; ROBINSON, J.M. (1983)

A Note on the Influence of Rearing Environment on Meat Quality in Pigs.
Meat Sci. 9, 271-279

WEISS, R.; HEIDT, M. (1982)

Zum Vorkommen bakterieller Infektionserreger in pathologisch-anatomisch veränderten Lungen von Schweinen unter besonderer Berücksichtigung der Gattung Haemophilus.

1. Isolierungsergebnisse aus Lungen von Schlachtschweinen und Sektionsfällen.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 95, 442-446

WENZLAWOWICZ, M. VON (1994)

Vergleichende Untersuchungen zur Fleischqualität beim Schwein mit Hilfe der pH-, Leitfähigkeits- und Farbhelligkeitsmessung (42-45 Minuten p.m.) mit besonderer Berücksichtigung von Vorbelastungen, des Schlachtgewichts und des Magerfleischanteils.

Diss. med. vet., FU Berlin

WENZLAWOWICZ, M. VON (1995)

Vortrag anlässlich des „Aufbauseminares für Tierschutzbeauftragte an Schlachtbetrieben“ 1.-3. Sept. 1995 in der TAS Schwarzenbek

Veranstalter: Beratungs- und Schulungsinstitut für schonenden Umgang mit Zucht- und Schlachttieren [bsi]

WENZLAWOWICZ, M. VON (1998)

Entwicklung in der Schweinezucht - Der Einfluß von Qualitätsstandards. Tierärztl. Umsch. 53, 122-129

WENZLAWOWICZ, M. VON; HOLLEBEN, K. VON (1995)

Anforderungen an das Treiben von Rindern und Schweinen zur Verladung am landwirtschaftlichen Betrieb, auf Viehhöfen und in Schlachtbetrieben.

Teil 1: Grundsätzliche Anforderungen an Treibgänge.

Rundsch. Fleischhyg. Lebensmittelüberw. 47, 123-125

WENZLAWOWICZ, M. VON; HOLLEBEN, KAREN VON; MICKWITZ, G. VON (1996)

Fleischqualität beim Schwein. Vergleichende Untersuchungen unter Berücksichtigung von Vorbelastungen, Schlachtgewicht und Magerfleischanteil.

Fleischwirtsch. 76, 301-307

WESEMEIER, H. (1980)

Sektionsergebnisse aus einer industriemäßigen Schweineproduktionsanlage.

Mh. Vet. Med. 35, 203-205

WETZEL, R. (1967)

Parasitäre Erkrankungen der Leber und der Gallenwege.

in: DOBBERSTEIN, J.; PALLASKE, G.; STÜNZI, H. [Hrsg.]:

Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere. Band VI, Digestionsapparat II

Berlin, Hamburg, Paul Parey, S. 209-299

WIEPKEMA, P.R. (1981)

Ein biologisches Modell von Verhaltenssystemen.

KTBL-Schrift 264, 15-23

WILLEBERG, P.; GERBOLA, M.A.; MADSEN, A.; MANDRUP, M.; NIELSEN, E.K.; RIEMANN, H.P.; AALUND, O. (1978)

A retrospective study of respiratory disease in a cohort of bacon pigs.

Nord. Vet.-Med. 30, 513-525

WILLEBERG, P.; GERBOLA, M.A.; KIRKEGAARD-PETERSEN, B.;

ANDERSEN, J.B. (1984)

The danish pig health scheme: Nation-wide computerbased abattoir surveillance and follow up at the herd level.

Prev. Vet. Med. 6, 79-91

WILLERS, B. (1998)

Fakten über Schlachtvieherzeugung und Fleischkonsum in Deutschland.

Fleischwirtsch. 78, 19-20

WINDHAUS, A. (1995)

Aufgaben des Tierarztes in der durchgängigen Qualitätssicherung der Schweinefleischproduktion.

Prakt. Tierarzt 76, Coll. Vet. XXV, 65-66

WINSTANLEY, MONICA (1986)

Pre-slaughter checklist for good quality meat.

Pigs 2 (5), 42-45

WITT, W.; MÜLLER, W. (1988)

Der Einfluß von Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen auf die Körpermasseentwicklung von Mastschweinen.

Mh. Vet. Med. 43, 189-191

WITTE, K. H. (1986)

Schweineinfluenza (Pathogenese, Epidemiologie, Nachweis).

Prakt. Tierarzt 67, 592-598

WITTMANN, M.; GERDEMANN, M.M.; SCHEEDER, M.R.L.; HANNEKEN, H.;
JAENECKE, D.; KREUZER, M. (1995)
Zusammenhänge zwischen tierärztlichen Befunden und Schlachtkörper-
bzw. Fleischqualität beim Schwein.
Fleischwirtsch. 75, 492-495

WUNDERLI, F.; LENZINGER, S. (1993)
Makroskopische Lungenveränderungen beim Schlachtschwein.
Swiss Vet 10 (3), 7-10

ZERBONI, N. VON; GRAUVOGL, A. (1984)
Spezielle Ethologie: Schwein.
in: BOGNER, H.; GRAUVOGL, A. [Hrsg.]: Verhalten landwirtschaftlicher
Nutztiere.
Stuttgart, Ulmer, S. 246-296

ZIMMERMAN, J. (1995)
General overview of PRRS virus: a perspective from the United States.
Second Intern. Symp. on Aujeszky and PRRS, August 6th to 10th,
Copenhagen, Denmark

ZIMMERMANN, W.; HÄNI, H.; PFISTER, K. (1985)
Wurmpneumonie bei Mastjagern.
Schweiz. Arch. Tierheilk. 127, 291-293

ZIMMERMANN, W.; PLONAIT, H. (1997)
Erkrankungen des Atmungsapparates.
in: PLONAIT, H.; BICKHARDT, K. [Hrsg.]: Lehrbuch der Schweinekrankheiten.
Berlin, Parey, S. 111-150

GESETZE UND VERORDNUNGEN

Allgemeine Verwaltungsvorschrift über die Durchführung der amtlichen Untersuchungen nach dem Fleischhygienegesetz und dem Geflügel-fleischhygienegesetz (AVVFIHG) vom 19. Februar 2002 (Banz. Nr. 44a)

Verordnung über die hygienischen Anforderungen und amtlichen Untersuchungen beim Verkehr mit Fleisch (Fleischhygiene-Verordnung – FIHV), Neufassung vom 29.6.2001, BGBl. I, Nr. 32 vom 4.7.2001, S. 1367)

Richtlinie „Frisches Fleisch“ RL 64/433/EWG vom 26.06.1964 (Abl Nr. L268 S. 71) zuletzt geändert durch die Richtlinie 95/23/EG vom 22.06.1995 (Abl Nr. L243 S. 7)

Tierschutzgesetz vom 25. Mai 1998 (BGBl. I S. 1105), zuletzt geändert am 29. Okt. 2001 (BGBl. I, S. 2785)

Fleischhygiene-Statistik-Verordnung (FISStV) vom 20. Dezember 1976 (BGBl. I S. 3615, 3839), geändert durch Artikel 9 des Gesetzes vom 19. Dezember 1986 (BGBl. I S. 2555)

Verordnung zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung vom 18.02.1994 (BGBl. I, S. 311) (SchweinehaltungsV), zuletzt geändert am 2. Aug. 1995 (BGBl. I, S. 1016)

Im Zuge des Urteils zur LegehennenhaltungsVO (Ende 2000) wurde festgestellt, dass die SchweinehaltungsV aufgrund formeller Fehler nicht gültig ist. Sie bietet also keine Rechtsgrundlage für Verwaltungshandeln. Nordrhein-Westfalen hat einen Erlass verabschiedet. Zur Zeit werden die Anforderungen an die Schweinehaltung in die neue Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere eingearbeitet.

EU-Richtlinie über Mindestanforderungen zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung (91/630/EWG, 19.11.1991), zuletzt geändert durch Richtlinie 2001/88/EWG vom 23.10.2001 und Richtlinie 2001/93/EG vom 9.9.2001 diese muss bis zum 1.1.2003 umgesetzt sein.

Verordnung zum Schutz von Tieren beim Transport (TierSchTrV) vom 11. Juni 1999 (BGBl. I S. 1337) zuletzt geändert am 29. Okt. 2001 (BGBl. I, S. 2785)

Verordnung zum Schutz von Tieren im Zusammenhang mit der Schlachtung oder Tötung (TierSchlV) vom 03.03.1997 (BGBl. I, S. 405), zuletzt geändert am 25. Nov. 1999 (BGBl. I, S. 2392)

Curriculum Vitae

Der Lebenslauf ist in der Online-Version
aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten

Selbständigkeitserklärung

Diese Arbeit wurde von mir selbst und ohne jede unerlaubte Hilfe angefertigt. Diejenigen Stellen der Arbeit - einschließlich Tabellen und Abbildungen -, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen wurden, sind als Entnahmen kenntlich gemacht. Die Arbeit hat noch keiner anderen Stelle zur Prüfung vorgelegen. Ich selbst habe mich auch noch an keinem Doktorexamen unterzogen.

Ich bezeuge durch meine Unterschrift, dass meine Angaben über die bei der Abfassung meiner Dissertation benutzten Hilfsmittel, über mir zuteil gewordene Hilfe sowie über frühere Begutachtungen meiner Dissertation in jeder Hinsicht der Wahrheit entsprechen.

Gütersloh, den 1. Juli 2003

Damian Minkus

DANKSAGUNG

Meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. G. v. Mickwitz gilt mein allerherzlichster Dank für die Überlassung der Arbeit, die Unterstützung und wissenschaftliche Beratung bei der Durchführung und Abfassung der Arbeit und seinem Engagement in der Endphase des Vorhabens.

Ich bedanke mich sehr herzlich bei Herrn Dr. A. Schütte für die jederzeit „offene Tür“, die unermüdliche Bereitschaft zur Beratung und Unterstützung bei der Planung und Umsetzung, die Geduld und wertvollen Anregungen bei der Abfassung dieser Arbeit und seine Begleitung auf dem langen Weg zur Fertigstellung des Vorhabens.

Frau Prof. Dr. D. Beutling danke ich für die Übernahme und weitere Betreuung.

Mein weiterer Dank gilt den Mitarbeitern des Schlachthofes im Kreis Gütersloh für ihre Hilfe und Beistand, insbesondere Herrn Dr. F.X. Frerick sowie dem Schlachthofbesitzer Herrn H. Echterhoff.

Mein ganz besonders lieber Dank gilt meiner Familie, insbesondere meiner Ehefrau, ihrem Vertrauen in mich und dass sie mich immer in meinen beruflichen Wünschen und Entscheidungen unterstützt und gefördert haben.