

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 war 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 "Wohlbefinden des Tieres" zu sichern, näherzukommen (§ 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

- 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 Tieren 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 Tiergerechtheit beurteilen zu können (SMIDT, 1990).

Da in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung zwischen der notwendigen Be-

geschlossen werden, daß höher entwickelte Tiere über Empfindungen gleicher Kategorien wie der Mensch verfügen.

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.

rücksichtigung der Wirtschaftlichkeit auf der einen und den, den Eigenschaften 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. Die Grenzen der Nutzung der Tiere durch den Menschen sieht v. MICKWITZ (1996) bereits dann erreicht, wenn ein ungestörter Ablauf aller essentiellen Lebensfunktionen der Tiere nicht mehr gesichert ist. 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. 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 25.02.1997 und die Verordnung zum Schutz von Tieren im Zusammenhang mit der Schlachtung oder Tötung vom 03.03.1997 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 Entwicklungen 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 Hauschwein 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 sich 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 Erstickten der Tiere führen. Eine ausführliche Literaturübersicht über die Ursachen der Belastungsempfindlichkeit beim Schwein und seinen physiologischen und anatomischen Besonderheiten findet sich bei SACKMANN (1988), v. 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. 23, 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 be-

schrieben Folgen (MARTENS, 1997). Induzieren physische und psychische Belastungen die MH-Stoffwechsellentgleisung, 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, v. 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 folgen 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 (TRÖGER, 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) stellen 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). Im Stall nicht zu realisierende Verhaltensäußerungen können 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 Schweine 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; v. 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 (v. 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 (v. MICKWITZ et al., 1971; v. HOLLEBEN u. v. WENZLAWOWICZ, 1995; v. WENZLAWOWICZ u. v. 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; v. MICKWITZ u. HEUKING, 1990; v. MICKWITZ et al., 1993; FISCHER, 1995; TROEGER, 1996; v. WENZLAWOWICZ et al., 1994). Bei den aufgezählten Faktoren darf nicht übersehen werden, daß eine Belastung nie für sich betrachtet werden kann, sondern immer im Zusammenhang mit früher 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 relevante Überbelastung ausgegangen werden kann (SCHÜTTE, 1995a). Ein Hinwirken auf eine optimale Schlachtkondition dient damit zum einen der Umsetzung des Tierschutzgedankens, zum anderen schafft sie die Voraussetzungen für die Erzeugung einer guten Schlachttierkörper- und damit auch Fleischqualität (v. 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 physiologischen 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. Einzeltiererkrankungen 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 % (V. 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 blauten, 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 Sekundärinfektion mit deutlichen Leistungsminderungen bei Mastschweinen verzeichnet, geht ZIMMERMAN (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 Atmungsstrakt 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 bakterien-dichte Filter passieren (SELBITZ, 1992). Als Primärerreger der Enzootischen Pneumonie, einer Erkrankung, die zu den verlustreichsten Schweineseuchen gehört, ist *Mycoplasma (M.) hyopneumoniae* weltweit verbreitet (BINDER, 1992). 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-eitrige 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. Durch Antibiotikabehandlung und Impfung ist bestenfalls eine Reduzierung des Ausmaßes der Lungenläsionen möglich (BERNER, 1995; PFÜTZNER u. BLAHA, 1995). 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).
- *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 klinischen Verlauf. Akut sind neben Apathie, Anorexie und Temperaturerhöhungen über 41°C, unproduktiver Husten, giemende Lungengeräusche und Dyspnoe fest-

stellbar (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 chronischen 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) treten vor allem in den Mastbetrieben auf. Die Erstbehandlung sollte 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 v. 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 v. 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 Atmungsapparats, die von wandernden 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 Futtermittelverwertung 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 zelldystrophische 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 eitrigem 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 Dauer der Streßfaktoren und andererseits von der genetischen Veranlagung bestimmt. OTTE (1960) und ISEKE (1961) gewichten dieses Verhältnis als zu etwa 70 % von der Umwelt beeinflußt und zu 30 % erblich fixiert. Umgangs- und Haltingsfehler 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). Gegensätzlich verhält sich die Situation bei der Parasitenbelastung. JENSEN (1996) stellte in geschlos-

senen Betrieben, gemessen an Lebermilkspecks, 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 Schweinen (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 Lungenerkrankungen 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 Schädwirkungen entfalten kann. Beispielweise können zu hohe Stalltemperaturen (21-26°C) die Zahl der entzündlichen Lungenerkrankungen (DONE, 1990; KÖFER et al., 1993) erhöhen, 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 m³ zur Verfügung stehen sollte. Die Tiefstrehaltung 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 mukoziliäre Clearance der Respirations-schleimhaut 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 Lungen-erkrankungen.

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 Arzneimittleinsätzen 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 Parasitendruck, 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. Angesichts 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 folgender Eigenschaften:

- 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 Begriff 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 für wichtiger gehalten 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 V. WENZLAWOWICZ (1994) fordern daher eine Erweiterung des Gesamtbegriffes Fleischqualität um ideelle und ethische Aspekte.

2.3.2 Qualitätsabweichungen von Fleisch

Zunächst werden die beiden wichtigsten Abweichungen der Fleischbeschaffenheit beschrieben, die sich im Auftreten von PSE- und DFD-Fleisch äußern. Die Vorstellung der Meßmethoden zur Qualitätsbestimmung schließt sich an. Eine ausführliche Literaturzusammenstellung über die postmortalen Vorgänge in der

Muskulatur von Schweinefleisch findet sich u.a. in der Arbeit von MERGENS (1997).

2.3.2.1 PSE-Fleisch

Bei allen Schlachttieren läuft nach der Entblutung in der Muskulatur die anaerobe Glykogenolyse, die sogenannte Fleischreifung, ab. Die umgewandelten Glukose-Einheiten werden in der sich anschließenden Glykolyse zu Laktat abgebaut. Dabei frei werdende Wasserstoffionen bewirken einen Abfall des pH-Wertes im Gewebe. Nach ca. 6-8 Stunden pendelt sich der Wert im Normalfall bei 5,4-5,8 ein (SCHEPER, 1978).

Die als PSE⁵-Eigenschaft bezeichnete blasse, weiche und wässrige Beschaffenheit des Schweinefleisches ist das Ergebnis abweichender biochemischer Prozesse im Muskel post mortem (p.m.). In diesen Geweben ist der pH-Abfall beschleunigt. Wird bereits innerhalb von 45 Minuten ein pH-Abfall unterhalb 5,8 erreicht, ist ein solches Fleisch als PSE einzustufen. Die schnelle Abnahme des pH-Wertes steht im Zusammenhang mit einer überstürzt ablaufenden Glykolyse. Durch akute Belastung vor und zum Zeitpunkt der Schlachtung kommt es, verbunden mit hormonellen Fehlsteuerungen, die durch strukturelle Abweichungen in den Membranen verstärkt werden, zu einem beschleunigten Abbau der Glykogenreserven (HONIKEL u. KIM, 1985). Bei PSE-Schweinefleisch ist durch die beschleunigten anaeroben Stoffwechselfvorgänge die Gewebetemperatur im noch ungekühlten Tierkörper erhöht. Treten kurz nach der Schlachtung ein niedriger pH-Wert und eine hohe Fleischtemperatur zusammen auf, werden die Muskelzellmembranen zerstört. Es kommt zu einer partiellen Denaturierung von Muskelproteinen. Die Zerstörung der Zellen führt zu einem verminderten Wasserbindungsvermögen (SCHWÄGELE, 1993). Bei der Weiterverarbeitung fallen hohe Saft- und Garverluste an (PALM, 1980). Die denaturierten Muskelproteine sind für die blasse Farbe des Fleisches verantwortlich (HONIKEL u. SCHWÄGELE, 1989).

2.3.2.2 DFD-Fleisch

Sind die in Form von Glykogen im Muskel vorliegenden Energiereserven vor dem Schlachten bereits weitgehend durch längere Nüchternung oder extreme Streßsituationen in Verbindung mit Erschöpfungszuständen verbraucht, wird post mortem kaum mehr Laktat gebildet und der pH-Wert sinkt nur noch geringfügig ab. Fleisch mit End-pH-Werten (24-28 Stunden p.m.) über 6,2 wird als DFD⁶-Fleisch bezeichnet (POTTHAST u. HAMM, 1976). Derartiges Fleisch ist aufgrund seiner dunklen Farbe, seines faden Geschmackes und seiner "Leimigkeit" unerwünscht. Zudem ist die Haltbarkeit vermindert.

⁵ PSE: pale (blaß), soft (weich), exudative (wässrig)

⁶ DFD: dark (dunkel), firm (fest), dry (trocken)

2.3.3 Parameter zur Bestimmung der Fleischqualität

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; v. WENZLAWOWICZ, 1994; VAN OECKEL et al., 1997). Bei einer analytischen und sensorischen Untersuchung von Markenfleischprodukten stellten LÜTJENS u. KALM (1995b) fest, daß die Schlachtkörper hinsichtlich ihrer Fleischbeschaffenheit nicht sicher selektiert werden. Sie fordern daher zur Qualitätslenkung eine Verbesserung bei den Meßmethoden am Schlachtband. Nach Einschätzung der Autoren 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.

2.3.3.1 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 (pH₁; pH_{45min}). 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 (pH₂₄; pH_u) 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; VwVFIHG Kap.3 Ziff. 4.1).

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

	M. semimembran.	M.longissmus dorsi
PSE Fleischqualität (VwVFIHG Kp.III, 4.1.)	$\leq 5,8$ (pH _{45min})	$\leq 5,6$ (pH _{45min})
DFD Fleischqualität (VwVFIHG Kp.III, 4.1.)	$\geq 6,2$ (pH _{24h})	

Eine ausführliche Zusammenstellung der in der Literatur verwendeten pH-Grenzwerte findet sich bei v. 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 notwendig (SCHWÄGELE, 1993; HONIKEL, 1993).

2.3.3.2 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 resp. 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. semimembran.) sieht v. WENZLAWOWICZ (1995) den Hinweis für das Auftreten von PSE-Fleisch gegeben.

2.3.4 Einflüsse auf die Fleischqualität

Neben der Schlachtmethode und der Behandlung der Schlachtkörper bestimmen hauptsächlich genetische Faktoren und Umwelteinflüsse die Ausprägung von Fleischqualitätsmängel im Sinne von PSE (HONKAVAARA, 1989; THIEMIG et al., 1997).

2.3.4.1 Endogene Einflußfaktoren

Die Züchtung von Schweinen auf hohen Magerfleischanteil und schnelles Wachstum führte zu einer verringerten Belastbarkeit der Tiere. In Streßsituationen reichen die Kapazitäten der Regulationssysteme und die Stoffwechsellösungen nicht mehr aus, die höheren Anforderungen an den Organismus auszugleichen (HILDEBRANDT, 1968). Aufgrund des unzureichenden Sauerstoffangebotes erfolgt in der Muskulatur in zunehmendem Maße die Energiebereitstellung durch die anaerobe Glykolyse. In Situationen außergewöhnlicher physischer und/oder psychischer Belastung, wie sie im Zusammenhang mit der Schlachtung auftreten, kann dadurch die Milchsäureproduktion extrem erhöht sein. 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 (v. Lengerken, 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 (1999) 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 Vergleichstie-

ren (NN und Nn)⁷. 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).

2.3.4.2 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 Tiergerechtigkeit 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 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

⁷ NN/Nn: homozygot negativer/ heterozygot negativer Genotyp

WARRISS et al. (1983). Jeweils eine Gruppe jeder Rasse wurden in Strohhütten 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 blässere 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 Mastschweine 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 zu dem 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.

2.3.4.3 Gesundheit und Fleischqualität

Inwieweit die Veränderungen an den Organen von Mastschweinen 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. Erkrankungen der Atemwege ergaben signifikante Unterschiede im Schlachtgewicht. Deutliche 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 v. HAMMEL u. BLAHA (1993) eine Beziehung zwischen dem Schweregrad von Lungenveränderungen und dem pH-Wert im Muskel 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 Bela-

stungen 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 Lungenbefunde. Ebenso verhielt es sich mit dem 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_u 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.

2.3.4.4 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).

V. 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 Fahrtzeit spielen die Fahrweise und die Häufigkeit von Unterbrechungen eine wichtige Rolle.

Der Transportstreß nimmt bei den Schlachtschweinen mit Erhöhung der Ladedichte deutlich zu (v. 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).

2.3.4.5 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 Ausruhezzeit dem Tier vor allem, sich von den Strapazen des Verladens und des Transportes zu erholen. Daß die Ausruhezzeit 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 0 bis 6 Std. 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 Ausruhezzeit von 2 Stunden deutlich niedriger als bei den Schweinen, die nach kürzerer Zeit geschlachtet werden. Nach einer Ausruhezzeit von mehr als 4 Stunden nimmt dieser Anteil jedoch wieder zu. Ebenso beobachteten v. WENZLAWOWICZ (1994) sowie v. MICKWITZ u. HEUKING (1990), daß zu lange Wartezeiten nicht immer eine echte Ruhezeit bedeuten. Störende Einflußfaktoren wie z.B. eine zu hohe Belegungsichte 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 (v. 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 Rankämpfen abgelenkt werden. Nach MERGENS (1997) reicht ein einmaliges zehnminütiges Duschen mit nicht erwärmten 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.

2.4 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 (\emptyset 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 nach 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. Nach FRIES (2000) stellen die derzeitig vorhandenen Informationen wichtige Elemente zukünftiger Systeme dar, weitere Pilotstudien zur Aussagekraft sind jedoch noch erforderlich.

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 Organbefunde 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 quantitativer Lungenbefunde 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 1-2 Milkspots entdeckt, sprechen die Autoren von einer leichten Hepatitis parasitaria, eine schwere Organveränderungen 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 **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.

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

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

2.4.1 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 daher 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 **Übersichten 1 und 2**.

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 Atmungstraktes 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 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.

MOUSING et al. (1990) untersuchten in Dänemark 4.800 Schlachtschweine auf das Vorkommen von Pleuritiden jeglicher Ausdehnung. Bei 28 % der Tiere waren Pleuraläsionen nachweisbar.

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 be- anstandet oder verworfen.

Unter gleichen Beurteilungskriterien diagnostizierte VOGT (1996) an vier Schlachthöfen durchschnittlich 49 % der 19.417 untersuchten Schweinelungen als pneumonisch verändert. Der Prozentsatz 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.

Übersicht 1: Untersuchungen zu den Häufigkeiten von pathologisch-anatomischen Organveränderungen bei Schlachtschweinen					
Autor	Staat	Anzahl Tiere	Lunge (%)	Leber (%)	Pleura (%)
FLESJA u. ULVESAETER (1979)	N	256.000	13,2	11,0	
UHLEMANN u. JAHN (1970)	DDR	1.000	21,6	42,8	
EDWARDS u. PENNY (1971)	GB	1.130	20,0		4,0
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		
MOUSING et al. (1990)	DK	4.800			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

Übersicht 2: 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 erfassen-

den 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.

2.4.2 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 als unterschiedlich schwer beurteilt werden. Wirtschaftliche Einbußen bei Bestandserkrankungen in der Schweinemast entstehen durch geringere tägliche Zunahmen und eine verschlechterte Futtermittelverwertung. 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 v. HAMMEL u. BLAHA (1993) ergab sich, daß 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.

Übersicht 3: 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	
v. 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

Anhand der bislang vorliegenden Untersuchungen wird die ökonomische Bedeutung der Organerkrankungen in der Schweinemast belegt (**Übersicht 3**). Dabei ist der Verlust durch Atemwegserkrankungen als höher anzusehen wie der durch einen Parasitenbefall der Schweine verursachten (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 Schweinemasthaltung. 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). 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. 23 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).