

Tab. 4-19:	Berechnungsgrundlage zur Durchführung des David-Tests - Lamm.....	112
Tab. 4-20:	Berechnung der Prüfgröße zur Durchführung des F-Tests .....	113
Tab. 5-1:	Statistische Parameter der untersuchten Fleischerzeuger.....	132

---

## VERZEICHNIS DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN

$\bar{x}$	arithmetischer Mittelwert
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
EE	Endenergie
EET	Endenergieträger
EEU	Endenergieumsatz
fE	funktionelle Einheit – hier: 1kg Fleisch ohne Knochen
g.g.A.	geschützte geografische Angabe
g.U.	geschützte Ursprungsbezeichnung
H <sub>0</sub>	Nullhypothese
H <sub>u</sub>	spezifischer unterer Heizwert
KEA	Kumulierter Energieaufwand
m <sub>B</sub>	Masse des im beschriebenen Bereitstellungsprozess erzeugten Fleisches
m <sub>fE</sub>	Masse der funktionellen Einheit Fleisch ohne Knochen
MIPS	Material-Intensität pro Serviceeinheit
m <sub>Kn</sub>	Knochenmasse Tierart
m <sub>SG</sub>	Schlachtmasse Tierart
PE	Primärenergie
PEU	Primärenergieumsatz
PG	Prüfgröße
PLA	Produkt-Nachhaltigkeits-Analyse
POS	Point of sale, Verkaufsort
R	Spannweite
s	Standardabweichung
s.E.	sonstige Energieträger
s <sup>2</sup>	Varianz

spez. $m_{Kn}$	spezifischer Knochenanteil
spez. $KA\%$	spezifischer prozentualer Knochenanteil der Tierart
SPI	Sustainable Process Index
SSchr	Signifikanzschränke
$V$	Volumen
$W_{EE}$	Endenergieumsatz
$w_{EE}$	spezifischer Endenergieumsatz
$W_{ET}$	Endenergieumsatz durch Energieträger auf Betriebsebene
$W_{PE}$	Primärenergieumsatz
$w_{PE}$	spezifischer Primärenergieumsatz
$\eta$	Wirkungsgrad
$\alpha$	Irrtumswahrscheinlichkeit
$\nu$	Freiheitsgrade
$\rho$	Dichte

# 1 Einleitung

## 1.1 Zielsetzung

Bisher durchgeführte Untersuchungen zum Thema der energetischen Bewertung von Lebensmitteln zeigen verschiedene Einflussfaktoren auf den Energieumsatz der Lebensmittelbereitstellung. Dies können die Entfernungen zwischen einzelnen Prozesskettengliedern sein, die Betriebsgrößen der Produktionsbetriebe sowie auch unterschiedliche Produktionsmethoden der Lebensmittelerzeugung.

Ein besonderes Augenmerk der Verbraucher liegt dabei auf den Transportentfernungen. 82 % der Verbraucher sind der Überzeugung, dass der Verzehr von Fleisch aus Deutschland aufgrund der kurzen Transportwege umweltfreundlicher ist. Dabei wird aus Konsumentensicht die Herkunft aus Deutschland noch vor der Herkunft aus der heimischen Region favorisiert [Foodwatch 2004, BRANSCHIED 2008].

Diese Sichtweise wird in der wissenschaftlichen Diskussion nicht aufrecht erhalten. So beschreibt FLEISSNER 2002 einen Einfluss der Betriebsgröße auf den Endenergieumsatz einer Lebensmittelprozesskette. Nicht unbedingt der Transport eines Lebensmittels vom Produktionsort bis zum Verkaufspunkt (point of sale - POS) ist entscheidend für den Gesamtenergieumsatz, häufig sind die Produktionsmethoden und die Durchsatzmenge eines Produktes innerhalb des Erzeugerbetriebes von größerer Bedeutung [FLEISSNER 2002, SCHRÖDER 2007, SCHLICH 2008]. Auch eine Studie der Universität Aarhus nennt den Transport als zu vernachlässigenden Faktor in Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Belastung der Schweineproduktion [HERMANSEN 2008].

Im Rahmen dieser Arbeit wird das Lebensmittel Fleisch am Beispiel von Schweinefleisch, Rindfleisch und Lammfleisch hinsichtlich des Energieumsatzes zur Bereitstellung analysiert. Es handelt sich dabei um eine rein qualitative Untersuchung, beschränkt auf Fleisch dreier Tierarten aus insgesamt 16, entsprechend der Definition von SCHLICH 2008 (vgl. Kap. 2.2) auf lokaler und regionaler Ebene arbeitenden, Erzeugerbetrieben. Mit Hilfe der durchgeführten Studie wird durch die Ausweitung der bisher absolvierten Untersuchungen ein Beitrag dazu geleistet, die bisher vorhandene Datenlage zu optimieren.

Es soll darüber hinaus festgestellt werden, ob für die untersuchten Prozessketten Zusammenhänge zwischen dem Energieumsatz und der Betriebsgröße feststellbar sind, und für den Fall, dass diese Zusammenhänge existieren, bei welcher Betriebsgröße die Produktion am energieeffizientesten verläuft.

Die Bewertung der untersuchten Betriebe und Prozessketten erfolgt unter der Berücksichtigung von Ergebnissen anderer Forschungsarbeiten zu diesem Thema und wird vergleichend diskutiert.

## **1.2 Aufbau der Arbeit**

Die vorliegende Arbeit stellt im Kapitel Grundlagen den Stand von Wissenschaft und Technik dar. Die Bereitstellung von Fleisch, die Marktsituation sowie der Fleischverbrauch in Deutschland und Ungarn werden erläutert. Zudem folgen Beschreibungen zur energetischen Dimension der Lebensmittelbereitstellung und die Schilderung ökologischer Bewertungsmodelle. Die Studie selbst wird als qualitative Fallstudie durchgeführt. Dabei erfolgt die Betrachtung der Prozesskette von der Erzeugung bis zum Verkaufspunkt. Die Festlegung des Untersuchungsrahmens, die Wahl der Systemgrenzen, die Durchführung der Studie, die verwendeten Formeln, Fragebögen sowie statistische Verfahren werden im Kapitel Material und Methoden beschrieben. Es können somit zwar die beteiligten Betriebe konkret bewertet werden, eine generalisierte Aussage über die Bandbreite der Fleisch erzeugenden Betriebe ist aber nicht möglich, da es sich um eine qualitative Studie handelt.

Die mit diesen Verfahren gewonnenen Daten werden im Ergebnisteil dieser Arbeit dargestellt. Dabei werden zu Beginn die beteiligten Betriebe beschrieben und im Anschluss daran die berechneten Betriebsdaten aufgezeigt. Die Ergebnispräsentation differenziert sich in der Darstellung des Endenergieumsatzes pro Betrieb, untergliedert in verschiedene Module; das Modul *Transporte zum Mastbetrieb und zum Schlachtbetrieb*, das Modul *Mast inkl. betrieblicher Futtererzeugung*, das Modul *Schlachtung und Zerlegung* sowie das Modul *Distribution*.

Die statistische Auswertung und Bewertung der Ergebnisse erfolgt im Diskussionskapitel dieser Arbeit. Dabei wird der Fokus auf die Disposition der Ergebnisse hinsichtlich des von SCHLICH geprägten „Ecology of Scale“ gelegt. Dieser Begriff beschreibt den Zusammenhang zwischen der Betriebsgröße und den

---

ökologischen Auswirkungen, also die Ökologie der Betriebsgröße (vgl. Kap. 2.5) [Schlich 2004]. Abschließend erfolgt eine Zusammenfassung mit Ausblick.

## **2 Grundlagen**

### **2.1 Bereitstellung von Fleisch**

#### **2.1.1 Schlachtung und Fleischgewinnung**

Die Schlachtung von Fleisch innerhalb der Europäischen Union wird geregelt in den Verordnungen (EG) Nr. 852/2004, 853/2004 und 854/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs.

Unvermeidbare Tiertransporte sind so zu gestalten, dass Verletzungen und Beeinträchtigungen der Schlachttiere vermieden werden und unnötiges Leiden erspart wird [EUROPA 2004a].

Im Schlachtbetrieb werden die Tiere in geeigneten Warteställen untergebracht und nach der Schlachtieruntersuchung durch den amtlichen Tierarzt der Schlachtung zugeführt. Im Rahmen der Schlachtieruntersuchung verifiziert der Tierarzt u.a. die Einhaltung der entsprechenden Vorschriften für das Wohlbefinden der Tiere hinsichtlich Tierschutz bei Transport und Schlachtung. Darüber hinaus hat der Tierarzt festzustellen, ob sich „das Tier in einem Zustand befindet, der die Gesundheit von Mensch oder Tier beeinträchtigen kann“ [EUROPA 2004a; EUROPA 2004b].

Die Vorhaltung von Warteställen kann in handwerklichen Betrieben unterbleiben, sofern die Tiere aus nahen Erzeugerbetrieben direkt nach Anlieferung geschlachtet werden [EUROPA 2004a; LUTZ 2006].

In eigens dafür vorgesehenen und zugelassenen Räumen erfolgt die Schlachtung der Tiere. Es sind verschiedene Maßnahmen zur Betäubung erlaubt, u.a. Bolzenschuss, Verwendung einer elektrischen Betäubungsanlage (Stromzange), bei welcher elektrischer Strom auf das Gehirn einwirkt sowie auch die Betäubung durch Einatmen von CO<sub>2</sub>. Rinder werden meist durch Bolzenschuss betäubt, Schweine in Schlachthöfen häufig mittels Gas und in handwerklichen Schlachtbetrieben mit der Stromzange. Auch für Schafe wird meist ein Bolzenschussapparat verwendet [WEBER 2003].

Nach erfolgter Betäubung wird das Tier durch Blutentzug getötet. Dieser Blutentzug resultiert durch einen Schnitt in die Halsschlagader, wobei weitere Verletzungen aus hygienischen Gründen unterbleiben sollen. Das folgende Entbluten findet in einer mit dem Kopf nach unten hängenden Position der Tiere statt. Im Anschluss daran werden Schweine bei 60° - 63°C zur Borstenentfernung gebrüht, abgeflämmt und ggf. nachrasiert, bei Rindern und Schafen wird die Haut „abgeschlachtet“, das heißt abgezogen [EUROPA 2004a; LUTZ 2006].

Das Ausnehmen der Schlachttiere ist der nächste Arbeitsgang. Dabei dürfen Magen und Darm nicht verletzt werden. Das Entleeren und Reinigen von Magen und Darm darf unter keinen Umständen zeitgleich mit anderen Arbeiten im Schlachtraum geschehen. Eine zeitliche oder räumliche Trennung ist zwingend erforderlich. Die Abfälle werden sofort in Konfiskatbehälter verbracht [EUROPA 2004 a; LUTZ 2006].



**Abb. 2-1: Ausnehmen eines Schweines bei der Schlachtung**

Als letzter Teil der Schlachtung findet das Spalten (teilen der Wirbelsäule in Längsrichtung) der Schlachtkörper von Rind und Schwein statt. Bei Schafen ist dies davon abhängig, ob der Rücken als Doppelkotelett in den Verkauf gelangen soll, dann kann keine Spaltung der Wirbelsäule vorgenommen werden. Dieser Vorgang kann mechanisch mit dem Handspalter geschehen, mittlerweile allerdings auch in handwerklichen Betrieben überwiegend, mit der Elektrosäge [WEBER 2003].





**Abb. 2-2: Spaltung eines Schweines an der Wirbelsäule mittels Elektrosäge**

Die nun folgende Fleischuntersuchung durch den amtlichen Fleischbeschauer klärt die Genusstauglichkeit des gewonnenen Fleisches. Die amtliche Untersuchung der Schlachtkörper und zugehöriger Nebenprodukte hat unverzüglich nach der Schlachtung zu erfolgen. Besonderes Augenmerk gilt dabei Zoonosen und Krankheiten, die in Liste A und ggf. B des Internationalen Tierseuchenamtes (OIE) aufgeführt sind. Zum Abschluss bringt der amtliche Tierarzt ein Genusstauglichkeitskennzeichen - Farb- oder Brandstempel - auf definierte Teile des Tierkörpers auf [EUROPA 2004b].



**Abb. 2-3: Amtliche Tierärztin bei der Fleischbeschau**

Die weitere Verarbeitung der Tierkörper erfolgt entsprechend den jeweiligen betrieblichen Anforderungen. Bei der industriellen Fleischgewinnung kann dies die Zerlegung in einem weiteren Betrieb sein, wobei entsprechende kühllogistische Notwendigkeiten zu erfüllen und Transporte zu bewältigen sind (s. Kap. 3.4.1). In handwerklich strukturierten Fleischereien findet in der Regel alles unter einem Dach statt, so dass bis zum POS keine weiteren Transporte anfallen [WEBER 2003].

Fleisch, das als „für den menschlichen Verzehr untauglich“ eingestuft wird, sowie Schlachtabfälle (Magen- und Darminhalt) und weitere tierische Nebenprodukte, die bei der Fleischgewinnung anfallen wie z.B. Knochen, Schweineborsten, Hufe, Hörner werden auf Grundlage der „Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte“ [EUROPA 2002] unschädlich entsorgt. In Hessen beispielsweise erfolgt die Abholung und Entsorgung der entsorgungspflichtigen Materialien entsprechend der Rahmenverträge der Landkreise mit zugelassenen Entsorgungsunternehmen [WEBER 2003].

## 2.1.2 Marktsituation und Fleischverbrauch

Daten zum Pro-Kopf-Verzehr von Lebensmitteln in Deutschland werden u.a. von der Zentralen Markt- und Preisberichtsstelle (ZMP) erhoben, verarbeitet und veröffentlicht. Der jährliche Fleischverzehr stellt sich wie folgt dar:

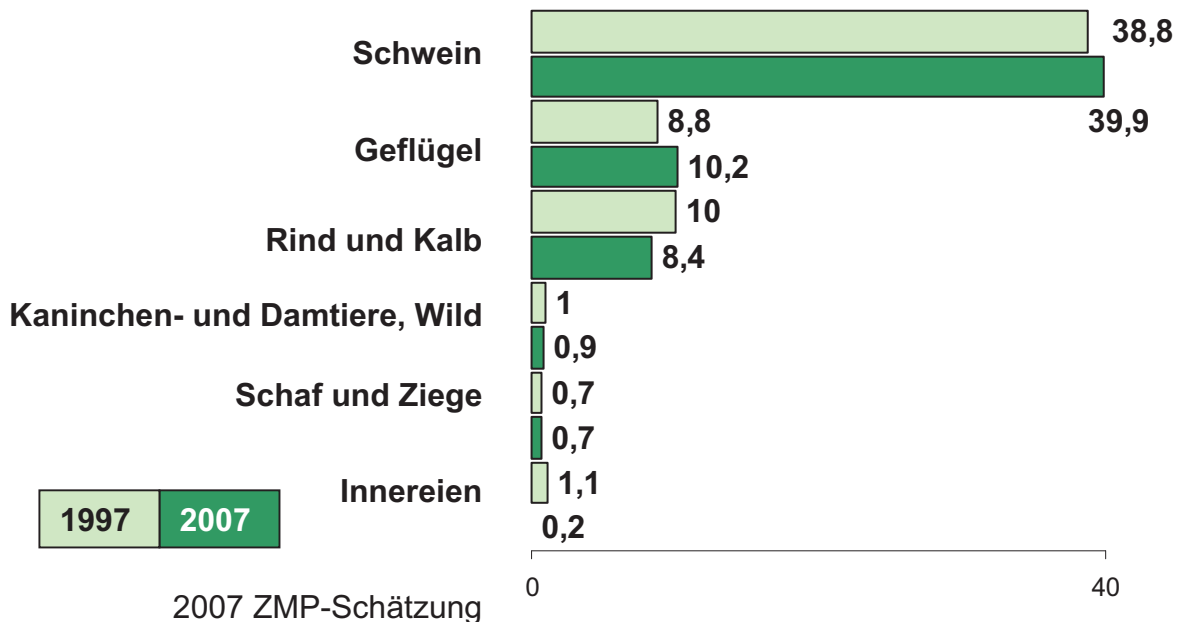


Abb. 2-4: Pro-Kopf-Verzehr an Fleisch [eigene Darstellung nach ZMP 2008]

Schaf und Ziege vereinen ca. 1 % des Verzehrs, auf Rind und Kalb fallen rund 14 % und Schweinefleisch bestimmt den deutschen Speiseplan durchschnittlich zu 66 % [ZMP 2008]. Im Gegensatz zum Fleischverbrauch, der die Masse der Schlachtkörper beschreibt, gilt für den Fleischverzehr die ausschließliche Masse Fleisch abzüglich Knochen, Tierfutter, industrieller Verwertung und Verlusten.

## 2.1.3 Bereitstellung von Schweinefleisch in Deutschland

Für Schweinefleisch beträgt der Selbstversorgungsgrad 97 %. Pro Kopf werden im Jahr 2006 53,8 kg verbraucht [EUROSTAT 2008]. Darüber hinaus erfolgt im Jahr 2006 aus den EU<sub>25</sub>-Staaten ein Import von 1.420.655 Tonnen (Schlachtschweinen, Schweinefleisch, genießbaren Schlachtnebenerzeugnissen, Zubereitungen und Konserven). Davon u.a. aus Belgien 24 %, aus Dänemark 25 % aus den Niederlanden 30 %. Ungarn ist zu 0,43 % am Import von Schlachtschweinen, Schweinefleisch genießbaren Schlachtnebenerzeugnissen, Zubereitungen und Konserven beteiligt [BMELV 2008a].