

Institut für Tierwissenschaften
der Rheinischen Friedrich – Wilhelms – Universität zu Bonn

**Untersuchungen über die Eignung der Video-Image-Analyse (VIA) des VBS 2000
zur Beurteilung der Schlachtkörperqualität von Kälbern und Jungbullen**

In a u g u r a l – D i s s e r t a t i o n
zur Erlangung des Grades

Doktor der Agrarwissenschaften
(Dr. agr.)
der
Hohen Landwirtschaftlichen Fakultät
der
Rheinischen Friedrich – Wilhelms – Universität
zu Bonn

vorgelegt im November 2006

von

Detert Brinkmann

aus

Rheine

D98

Referent: Prof. Dr. K. Schellander

Korreferent: Prof. Dr. W. Büscher

Tag der mündlichen Prüfung: 16.02.2007

Erscheinungsjahr 2007

Diese Dissertation ist auf dem Hochschulschriftenserver der ULB Bonn
http://hss.ulb.uni-bonn.de/diss_online elektronisch publiziert.

Meiner Familie

Handle so, dass die Maxime deines Willens jederzeit zugleich
als Prinzip einer allgemeinen Gesetzgebung gelten könne!

Immanuel Kant, 1724-1804

Untersuchungen über die Eignung der Video-Image-Analyse (VIA) des VBS 2000 zur Beurteilung der Schlachtkörperqualität von Kälbern und Jungbullen

Die Schlachtkörperqualität von Rindern wird in der EU auf Basis des gemeinschaftlichen EUROP-Schemas beurteilt. Diese Methode erlaubt nur pauschale Aussagen über die Ausbeute an Teilstücken und Gewebekomponenten, die die Schlachtkörperqualität bestimmen. Ziel dieser Untersuchung war es, die Genauigkeit des VIA-Systems VBS 2000 (E+V-Technology GmbH) in der Bestimmung der Teilstück- und Gewebegewichte marktüblicher Kälber- und Jungbullenschlachtkörper zu verifizieren. Zur Entwicklung und Validierung von VBS 2000-Schätzformeln für die Kategorie Kalb (KA) wurden zwei unabhängige Stichproben, bestehend aus 125 und 128 Kälberschlachtkörpern vom VBS 2000 erfasst. Anschließend wurden die jeweils linken Hälften standardisiert zerlegt (DLG-, Praxisschnitt). Die Berechnung der Schätzformeln erfolgte mit Hilfe der Partial-Least-Square Methode. Von bereits im VBS 2000 implementierten Schätzformeln für Teilstück- und Gewebegewichte wurde an 100 Jungbullen (JB) die Wiederholbarkeit (5 wiederholte Messungen) ermittelt. An weiteren 90 Schlachtkörpern, die nach handelsüblicher Schnittführung zerlegt wurden, wurde die Schätzgenauigkeit überprüft. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: a) Der hohe Wiederholbarkeitskoeffizient ($w \geq 0,99$) kennzeichnet die hohe technische Messgenauigkeit des VBS 2000. b) Der Root-Mean-Press (RMP), als Resultat der PLS-Analyse von Kälberschlachtkörpern, ist ein robuster Schätzer des für die Genauigkeit ausschlaggebenden Root-Mean-Square-Error of Validation (RMSEV). c) Bei KA und JB wurden die Gewichte schwerer Teilstücke (KA > 20 kg, JB > 50 kg) sehr genau geschätzt ($R^2 > 80\%$ und $RMSEV \leq 5\%$). Bei differenzierter zugeschnittenen Teilstücken nahm die Schätzgenauigkeit auf ein befriedigendes Niveau ab ($R^2 > 60\%$ und $RMSEV \leq 6\%$). d) Fast alle wertvollen Teilstücke werden in der Validierung unterschätzt. Ursache hierfür sind vermutlich Unterschiede zwischen den Zerlegepraktiken. e) Ein weiteres Ziel der Arbeit war die Entwicklung von kategoriespezifischen Bezahlungssystemen, die den Handelswert der Schlachtkörper genauer abbilden, als die derzeit üblichen pauschalen (KA) oder EUROP-basierten (JB) Verfahren. Die Ergebnisse der durchgeführten Modellkalkulationen zeigen eine Überlegenheit teilstückbasierter Indexpunkt-Abrechnungssysteme in der Vorhersage des wahren Handelswertes von 16 % (KA) und 8 % (JB).

Evaluation of the video-image-analysis (VIA) of the VBS 2000 to assess the carcass quality of calves and young bulls

The carcass composition of cattle is assessed in the EU by the common EUROP-grading system. This method allows only an unclear specification of the carcasses retail cut composition and lean meat content. The objective of this study was to verify the accuracy of the commercially available VIA-System VBS 2000 (e+v-Technology GmbH, Oranienburg) in predicting the weights of primal cuts, retail cuts and lean meat of commercially available carcasses of calves (CA) and young bulls (YB). In order to evaluate and verify VBS 2000 prediction formulas for the category CA, two independent samples, containing 125 and 128 carcasses were recorded by the VBS 2000. Afterwards, each left side of the carcass was dissected according to the rules of dissection standards (DLG, abattoir). The prediction formulas were calculated using Partial Least Square techniques.

To determine the technical repeatability, 100 YB carcasses were measured five times repeatedly. In a verification step, a sample of 90 YB carcasses was VIA analysed by using already implemented formulas and dissected by a standard dissection scheme. The results can be summarized as follows: a) The estimated repeatability of $w \geq 0.99$ indicates a very high technical accuracy of measurement of the VBS 2000). b) The Root Mean Press (RMP) resulting from the PLS analysis of CA carcasses is a robust estimate of the decisive prediction error Root Mean Square Error of Validation (RMSEV). c) Considering CA and YB carcasses, weights of heavy carcass cuts (CA: >20 kg, YB: >50 kg) can be estimated very accurately ($R^2 > 80\%$; $RMSEV \leq 5\%$). Smaller retail cuts were predicted with a lower but still satisfying level of accuracy ($R^2 > 60\%$ and $RMSEV \leq 6\%$). d) In the verification study, all valuable retail cuts of CA and YB carcasses were significantly underestimated, presumably resulting from differences between dissection practices. e) An additional objective of the study was to evaluate a payment systems which represents the market values of carcasses more precisely than the currently applied lump-sum (CA) or EUROP-grid based (JB) system. Model calculations show that a payment system, based on estimated carcass cuts is 16 % (CA) and 8 % (YB) more efficient in predicting the true market value.

	V
Inhaltsverzeichnis	Seite
Abstract	III
Abkürzungsverzeichnis	VIII
Verzeichnis der Tabellen, Abbildungen und Übersichten	XI
Verzeichnis der Tabellen, Abbildungen und Übersichten im Anhang	XVIII
1 Einleitung	8
2 Literaturübersicht	8
2.1 Der Begriff „Schlachtkörperqualität“ beim Rind	8
2.2 Rechtliche Grundlagen zur apparativen Klassifizierung	8
2.3 Überblick zur Entwicklung der Video-Image-Analyse von Rinderschlachtkörpern außerhalb Deutschlands	8
2.3.1 Video-Image-Analyse von Anschnitten des M. longissimus dorsi	8
2.3.2 Video-Image-Analyse der Schlachtkörperhälfte	8
2.4 Überblick zur Entwicklung der Video-Image-Analyse von Rinderschlachtkörpern in Deutschland	8
2.5 Ansätze zur objektiven Handelswertbestimmung beim Rind in der EU	8
3 Material und Methoden	8
3.1 Klassifizierungssystem – VBS 2000	8
3.2 Schnittführungen	8
3.2.1 Unterschiede zwischen DLG- und handelsüblicher Schnittführung beim Kalb	8
3.2.2 Unterschiede zwischen DLG- und handelsüblicher Schnittführung beim Jungbullen	8
3.3 Tiermaterial	8
3.3.1 Kälber	8
3.3.2 Jungbullen	8
3.4 Durchführung der Zerlegungen	8
3.4.1 Kälberschlachtkörper	8
3.4.1.1 Referenzstichprobe	8

		VI
3.4.1.2	Validierungsstichprobe	8
3.4.2	Jungbullenschlachtkörper	8
3.5	Statistische Auswertungsmethoden	8
3.5.1	Regressionsmethode	8
3.5.2	Genauigkeitsparameter der Schätzfunktionen	8
3.5.3	Überprüfung der Residuen	8
4	Ergebnisse	8
4.1	Modellierungen an der Kategorie Kalb	8
4.1.1	Teilstücke und Gewebekomponenten nach DLG-Schnittführung Kalb	8
4.1.2	Teilstücke nach handelsüblicher Schnittführung Kalb	8
4.2	Wiederholbarkeit der Teilstückschätzung des VBS 2000 bei Jungbullen	8
4.3	Validierung der Schätzformeln	8
4.3.1	Kategorie Kalb	8
4.3.1.1	Teilstücke und Gewebekomponenten nach DLG-Schnittführung Kalb	8
4.3.1.2	Teilstücke nach handelsüblicher Schnittführung Kalb	8
4.3.2	Kategorie Jungbulle	8
4.4	Statistische Adaptation der Schnittführung	8
5	Ökonomische Betrachtung	8
5.1	Produktpreise	8
5.1.1	Kalbfleischartikel	8
5.1.2	Jungbullenfleischartikel	8
5.2	Handelswert	8
5.2.1	Kalkulation des Handelswertes	8
5.2.2	Handelswert von Kälberschlachtkörpern	8
5.2.3	Handelswert von Jungbullenschlachtkörpern	8
5.2.4	Bedeutung der Hauptteilstücke im Hinblick auf den Handelswert von Kälber- und Jungbullenschlachtkörpern	8
5.2.5	Wertigkeit der Teilstücke	8
5.3	Methoden zur Abschätzung des Handelswertes	8
5.3.1	Indexmodell Kalb	8
5.3.2	Indexmodell Jungbulle	8

6	Diskussion	8
6.1	Beurteilung der Schlachtkörperqualität beim Kalb	8
6.1.1	Regressionsmethode	8
6.1.2	Schätzgenauigkeit	8
6.1.2.1	VIA versus Schlachtgewicht	8
6.1.3	Residuenanalyse	8
6.2	Beurteilung der Schlachtkörperqualität bei Jungbullen	8
6.2.1	Schätzgenauigkeit	8
6.2.2	Residuenanalyse	8
6.3	Anpassung der Teilstückschätzung an die Bedürfnisse eines Betriebes	8
6.4	Ökonomische Betrachtung	8
6.5	Ausblick	8
7	Zusammenfassung	8
8	Literaturverzeichnis	8
9	Anhang	8

Abkürzungsverzeichnis

ANOVA	Analysis of Variance
B	Bestimmtheitsmaß
BCC	Beef-Classification-Centre
BfEL	Bundesanstalt für Ernährung und Lebensmittel
Bias	systematische Messabweichung
BSE	Bovine Spongiforme Encephalopathie
BW	Brustwirbel
bzw.	beziehungsweise
CV	Coefficient of Variation
CVS	Computer-Vision-System
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
eG	eingetragene Genossenschaft
EG	Europäische Gemeinschaft
EU	Europäische Union
EWG	Europäische Wirtschafts-Gemeinschaft
exkl.	exklusive
FG	Freiheitsgrad
GLM	Generalized Linear Modell
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HV	Hinterviertel
HVO	Hackfleischverordnung
HW	Halswirbel
Kat	Fleischkategorie
kg	Kilogramm
KW	Kreuzwirbel
LSM	Least Square Mean
LSQ	Least Square
LW	Lendenwirbel
M.	Musculus
Max	Maximum
MARC	United States Meat Animal Research Centre

Min	Minimum
n	Anzahl Beobachtungen
OLS	Ordinary-Least-Square
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PC	Personal Computer
PLS	Partial-Least-Square
REA	Rib-Eye Area
PRESS	Predicted Residual Sum of Squares
RMP	Root-Mean-Predicted Residual Sum of Squares
RMSEC	Root-Mean-Square-Error of Calibration
RMSEV	Root-Mean-Square-Error of Validation
r	Korrelationskoeffizient
r_p	Pearsonscher Korrelationskoeffizient
RSD	Residual Standard Deviation
SD	Standardabweichung
SE	Standardfehler
SEP	Standard Error of Prediction
TIFF	Tagged-Image-File-Format
u.a.	unter anderem
U.S.	United States
USA	United States of America
USDA	United States Department of Agriculture
VBS	Video-Beef-System
VIA	Video-Image-Analyse
ViehFIGDV	Vieh- und Fleischgesetz Durchführungsverordnung
VIP	Variable Importance for Projection
VO	Verordnung
VV	Vorderviertel
VVmL	Vorderviertel mit Lappen
wg	wie gewachsen
x	Mittelwert
y	Mittelwert der Schätzwerte
YG	Yield Grades
z.B.	zum Beispiel

Verzeichnis der Tabellen, Abbildungen und Übersichten:

Tabelle 1:	Spezifizierte Anforderungen an die Schätzung des BCC-2. SEP in % vom Schlachtgewicht, Longissimus dorsi (LD) Fläche in cm ² (Madsen et al. 1996, Auszug)	8
Tabelle 2:	Korrelationskoeffizient (r) und Schätzfehler (RSD) in der Schätzung des „saleable meat yield“ (in %, n=133) durch drei VIA-Systeme (Allen and Finnerty 2000)	8
Tabelle 3:	Korrelationskoeffizient (r) und Schätzfehler (RSD) in der Schätzung des „primal yield“ (in %, n=133) durch drei VIA-Systeme (Allen and Finnerty 2000)	8
Tabelle 4:	Schätzung der Gewebeanteile (n=183), Ermittlungsstichprobe (Augustini et al. 1997)	8
Tabelle 5:	Schätzung der wichtigsten Gewichtskomponenten des Handelswertes von Rinderschlachtkörpern (n=301) mit Hilfe der Videobildanalyse (Branscheid et al. 1998)	8
Tabelle 6:	Schätzung der Viertel, Hauptteilstücke und Gewebemengen von Fleckviehkühen (n=88), Ermittlungsstichprobe (Augustini et al. 2002)	8
Tabelle 7:	Schätzung der Teilstück- und Gewebegewichte von Kälberschlachtkörpern (n=125), Ermittlungsstichprobe (Sönnichsen et al. 2005, gekürzt)	8
Tabelle 8:	Anzahl der Bildmesswerte des VBS 2000 nach Rindfleischkategorien	8
Tabelle 9:	Beschreibung des Schlachtgewichts der Kälber nach Genotypen (in kg)	8
Tabelle 10:	Absolute Häufigkeiten der Kälberschlachtkörper nach Handelsklassen	8
Tabelle 11:	Beschreibung des Schlachtgewichts der zur Zerlegung selektierten Jungbullen nach Genotypen (in kg)	8
Tabelle 12:	Absolute Häufigkeiten der zur Zerlegung selektierten Jungbullenschlachtkörper nach Handelsklassen	8
Tabelle 13:	Beschreibung des Schlachtgewichts der wiederholt gemessenen Jungbullen nach Genotypen (in kg)	8

Tabelle 14:	Absolute Häufigkeiten der wiederholt gemessenen Jungbullenschlachtkörper nach Handelsklassen	8
Tabelle 15:	Beschreibung der angefallenen Gewichte aus der Grobzerlegung von Kälberschlachtkörpern (n=125; in kg)	8
Tabelle 16:	Beschreibung der angefallenen Gewichte aus der Feinzerlegung von Kälberschlachtkörpern (n=125; in kg)	8
Tabelle 17:	Beschreibung der angefallenen Gewichte aus der Grobzerlegung von Kälberschlachtkörpern (n=128; in kg)	8
Tabelle 18:	Beschreibung der angefallenen Gewichte aus der Feinzerlegung von Kälberschlachtkörpern (n=128; in kg)	8
Tabelle 19:	Beschreibung der angefallenen Gewichte aus der Grobzerlegung von Jungbullenschlachtkörpern (n=90; in kg)	8
Tabelle 20:	Beschreibung der angefallenen Gewichte aus der Feinzerlegung von Jungbullenschlachtkörpern (n=90; in kg)	8
Tabelle 21:	Anzahl der Faktoren und Prädiktoren in Schätzformeln für Teilstücke und Gewebekomponenten nach DLG-Schnittführung Kalb	8
Tabelle 22:	Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung (n=124)	8
Tabelle 23:	Unterschiede zwischen den relativen Schätzfehlern CV_{RMP} und CV_{RMSEC} der Schätzung der Zielmerkmalen von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung (n=124; in %)	8
Tabelle 24:	Genotypspezifische LSQ-Mittelwerte (LSM) der Residuen in der Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung (in kg)	8
Tabelle 25:	Anzahl der Faktoren und Prädiktoren in Schätzformeln für Teilstücke nach handelsüblicher Schnittführung Kalb	8
Tabelle 26:	Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung (n=124)	8
Tabelle 27:	Unterschiede zwischen den relativen Schätzfehlern CV_{RMP} und CV_{RMSEC} der Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung (n=124; in %)	8

Tabelle 28:	Genotypspezifische LSQ-Mittelwerte (LSM) der Residuen der Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern auf Basis der handelsüblichen Schnittführung (in kg)	8
Tabelle 29:	Wiederholbarkeit der Teilstückschätzung des VBS 2000 bei Jungbullen (n=100)	8
Tabelle 30:	Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung (n=128)	8
Tabelle 31:	Genotypspezifische LSQ-Mittelwerte (LSM) der Residuen in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung (in kg)	8
Tabelle 32:	Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung (n=128)	8
Tabelle 33:	Genotypspezifische LSQ-Mittelwerte (LSM) der Residuen in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung (in kg)	8
Tabelle 34:	Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Jungbullenschlachtkörpern (n=90)	8
Tabelle 35:	Genotypspezifische LSQ-Mittelwerte (LSM) der Residuen in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Jungbullenschlachtkörpern (in kg)	8
Tabelle 36:	Intercept (b) und Regressionskoeffizienten (m) für die Bias-Korrektur in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung (n=128)	8
Tabelle 37:	Intercept (b) und Regressionskoeffizienten (m) für die Bias-Korrektur in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung (n=128)	8
Tabelle 38:	Intercept (b) und Regressionskoeffizienten (m) für die Bias-Korrektur in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Jungbullenschlachtkörpern (n=90)	8
Tabelle 39:	Relative Großhandelspreise im gewogenen Mittel der Jahre 2000-2004 für Kalbfleisch-Artikel (exkl. 2001; Keule=100 %)	8

Tabelle 40:	Großhandelspreise im gewogenen Mittel der Jahre 2000-2004 für Jungbullenfleisch-Artikel (exkl. 2001)	8
Tabelle 41:	Kalkulation des Handelswertes von nach handelsüblicher Schnittführung zerlegten Kälberschlachtkörpern in Bezug auf die Fleischigkeitsklasse (in Euro pro kg Schlachtgewicht)	8
Tabelle 42:	Kalkulation des Handelswertes von nach handelsüblicher Schnittführung zerlegten Kälberschlachtkörpern in Bezug auf die Handelsklasse (in Euro pro kg Schlachtgewicht)	8
Tabelle 43:	Kalkulation des Handelswertes von Jungbullenschlachtkörpern in Bezug auf die Fleischigkeitsklasse (in Euro pro kg Schlachtgewicht)	8
Tabelle 44:	Kalkulation des Handelswertes von Jungbullenschlachtkörpern in Bezug auf die Handelsklasse (in Euro pro kg Schlachtgewicht)	8
Tabelle 45:	Einfache Korrelationskoeffizienten (r_p) für kalkulierte Teilstückerlöse (€) der Fleischkategorie 1 und Handelswert (€) der Schlachtkörper	8
Tabelle 46:	Durchschnittliche Wertigkeit der Hauptteilstücke von Kälber- und Jungbullenschlachtkörpern auf Basis der Durchschnittspreise der Jahre 2000-2004 (exkl. 2001)	8
Tabelle 47:	LSQ-Mittelwerte der Fleischausbeute des Roastbeefs von Jungbullen	8
Tabelle 48:	Indexpunktbewertung von Keule, Rücken und Bug beim Kalb	8
Tabelle 49:	Schätzung des Handelswertes von Kälberschlachtkörpern (n=128)	8
Tabelle 50:	Durchschnittlicher Auszahlungspreis für Kälberschlachtkörper, kalkuliert mit Hilfe des Indexmodells (in € pro kg Schlachtgewicht)	8
Tabelle 51:	Indexpunktbewertung von Keule, Roastbeef und Bug beim Jungbullen	8
Tabelle 52:	Schätzung des Handelswertes von Jungbullenschlachtkörpern (n=90)	8
Tabelle 53:	Durchschnittlicher Auszahlungspreis für Jungbullenschlachtkörper, kalkuliert mit Hilfe des Indexmodells und dem EUROP-Abrechnungssystem der Westfleisch eG (in € pro kg Schlachtgewicht)	8

Abbildung 1: Der Begriff „Schlachtwert“ (Augustini et al. 1988)	8
Abbildung 2: Der Begriff „Schlachtkörperqualität“ (Branscheid et al. 1998a, Auszug)	8
Abbildung 3: Abfolge der Gewichte aus der Zerlegung (Branscheid et al. 1998a)	8
Abbildung 4: Technische Zeichnung des Klassifizierungssystems VBS 2000 (E+V-Technology GmbH, Oranienburg)	8
Abbildung 5: Wesentliche Arbeitsschritte der Videobildauswertung (nach Lehnert und Nicolay 1987)	8
Abbildung 6: Videobild von Jungbulle (1) und Kalb (2)	8
Abbildung 7: Schematische Darstellung von DLG- und handelsüblicher Schnittführung (Westfleisch eG) beim Kalb und Anfall der Fleischkategorien in der grobgeweblichen Zerlegung	8
Abbildung 8: Schematische Darstellung von DLG- und handelsüblicher Schnittführung (Westfleisch eG) beim Jungbullen und Anfall der Fleischkategorien in der grobgeweblichen Zerlegung	8
Abbildung 9: Optimierung der Anzahl extrahierter Faktoren mit Hilfe des Vorschlags von van der Voet (1994)	8
Abbildung 10: Erhöhung des Bestimmtheitsmaßes (B) durch die Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung auf Basis der VIA im Vergleich zur Schätzung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht	8
Abbildung 11: Reduktion des Schätzfehlers (CV_{RMSEC}) durch die Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung auf Basis der VIA im Vergleich zur Schätzung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht	8
Abbildung 12: Erhöhung des Bestimmtheitsmaßes (B) durch die Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung auf Basis der VIA im Vergleich zur Schätzung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht (1 = Fleisch 1-Zuschnitt)	8
Abbildung 13: Reduktion des Schätzfehlers (CV_{RMSEC}) durch die Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung auf Basis der VIA im Vergleich zur Schätzung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht (1 = Fleisch 1-Zuschnitt)	8

Abbildung 14: Transformierte inflationsbereinigte Preise der Kalbfleischartikel Keule, Rücken und Bug im Zeitraum 2000-2004 (exkl. 2001)	8
Abbildung 15: Transformierte inflationsbereinigte Preise der Jungbullenfleischartikel Keule, Roastbeef und Bug im Zeitraum 2000-2004 (exkl. 2001)	8
Abbildung 16: Durchschnittlicher Anteil der Erlöse für Schlachtkörperkompartimente am Handelswert von Kälberschlachtkörpern (n=128)	8
Abbildung 17: Durchschnittlicher Anteil der Erlöse für Schlachtkörperkompartimente am Handelswert von Jungbullenschlachtkörpern (n=90)	8
Abbildung 18: Wertigkeit der Kalbs-Teilstücke (Fleisch 1) Rücken und Bug in Bezug auf die Keule (x-faches des Keulenpreises) im Zeitraum 2000-2004 (exkl. 2001)	8
Abbildung 19: Wertigkeit der Jungbullens-Teilstücke (Fleisch 1) Roastbeef und Bug in Bezug auf die Keule (x-faches des Keulenpreises) im Zeitraum 2000-2004 (exkl. 2001)	8
Abbildung 20: Relative Häufigkeit der Fleischausbeute (Fleisch 1) des Roastbeefs in Bezug auf die Konformation von Jungbullenschlachtkörpern (n=90)	8
Abbildung 21: Regression auf den Handelswert von Kälberschlachtkörpern (n=128)	8
Abbildung 22: Regression auf den Handelswert von Jungbullenschlachtkörpern (n=90)	8

Übersicht 1:	VIA-Systeme zur objektiven Klassifizierung beim Rind (Schild et al. 2004)	8
Übersicht 2:	Zusammenfassung der Ergebnisse zur VIA-Schätzung der Marmorierung (Ferguson 2004)	8
Übersicht 3:	Unterschiede zwischen DLG- und handelsüblicher Schnitfführung beim Kalb in der Grobzerlegung	8
Übersicht 4:	Handelsübliche Teilstücke beim Kalb	8
Übersicht 5:	Unterschiede zwischen DLG- und handelsüblicher Schnitfführung beim Jungbullen in der Grobzerlegung	8
Übersicht 6:	Schätzformeln des VBS 2000 zur Beurteilung der Schlachtkörperzusammensetzung bei Jungbullen	8

Verzeichnis der Tabellen, Abbildungen und Übersichten im Anhang:

Tabelle A 1:	Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht (n=124)	8
Tabelle A 2:	Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht (n=124)	8
Tabelle A 3:	Relative Häufigkeit der Residuen in der Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung, in Klassen einer $\frac{1}{4}$ -Standardabweichung der Zielgröße (n=124; in %)	8
Tabelle A 4:	Relative Häufigkeit und Verteilung der Residuen in der Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung, in Klassen einer $\frac{1}{4}$ -Standardabweichung der Zielgröße (n=124; in %)	8
Tabelle A 5:	Relative Häufigkeit und Verteilung der Residuen in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung, in Klassen einer $\frac{1}{4}$ -Standardabweichung der Zielgröße (n=128; in %)	8
Tabelle A 6:	Relative Häufigkeit und Verteilung der Residuen in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung, in Klassen einer $\frac{1}{4}$ -Standardabweichung der Zielgröße (n=128; in %)	8
Tabelle A 7:	Relative Häufigkeit und Verteilung der Residuen in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Jungbullenschlachtkörpern, in Klassen einer $\frac{1}{4}$ -Standardabweichung der Zielgröße (n=90; in %)	8

Abbildung A 1: Zerlegung Kalb nach Scheper und Scholz (1985)	8
Abbildung A 2: Handelsübliche Zerlegung Kalb (Westfleisch eG)	8
Abbildung A 3: Zerlegung Rind nach Scheper und Scholz (1985)	8
Abbildung A 4: Handelsübliche Zerlegung Rind (Westfleisch eG)	8
Übersicht A 1: Kategorien für Rindfleisch und deren Merkmale	8
Übersicht A 2: Handelsklassen für Rindfleisch und deren Merkmale – Fleischigkeit (Entwicklung der Profile der Schlachtkörper und insbesondere ihre wesentlichen Teile)	8
Übersicht A 3: Handelsklassen für Rindfleisch und deren Merkmale – Fettgewebeauflage (Dicke der Fettschicht auf der Außenseite des Schlachtkörpers und auf der Innenseite der Brusthöhle)	8
Übersicht A 4: Beschreibung der DLG-Schnittführung Kalb	8
Übersicht A 5: Beschreibung der handelsüblichen Schnittführung Kalb (Westfleisch eG)	8
Übersicht A 6: Beschreibung der DLG-Schnittführung Rind	8
Übersicht A 7: Beschreibung der handelsüblichen Schnittführung Rind (Westfleisch eG)	8

1 Einleitung

In der Europäischen Union wird die Schlachtkörperqualität von Rindern zwischen Landwirt und Schlachtbetrieb auf Basis des gemeinschaftlichen EUROP-Handelsklassenschemas (Verordnung [EWG] Nr. 1208/81) kommuniziert. Damit werden die Merkmale Fleischfülle (Konformation bzw. Fleischigkeit) und Verfettung (Fettgewebeauflage) der Schlachtkörper, aus deren Kombination sich die Handelsklasse ergibt, kategoriespezifisch charakterisiert. Am 01. Januar 1983 wurde diese EU-Verordnung in deutsches Recht umgesetzt und bildet seitdem die Grundlage für eine qualitätsbezogene Wertbestimmung von Schlachtrindern.

Die Einstufung in Handelsklassen auf Basis von subjektiv-visuellen Kriterien entspricht, nach Stockinger und Weiß (1991) sowie Augustini et al. (1999), immer weniger den heutigen Ansprüchen des Marktes. Diese Vorgehensweise zur qualitativen Rangierung von Rinderschlachtkörpern wird zunehmend kritisch gesehen, weil nur pauschale Aussagen über die Ausbeute an Teilstücken und Gewebekomponenten, die die Schlachtkörperqualität bestimmen, getroffen werden können. Sie sind für die Rindfleischvermarktung ausschlaggebend (Augustini et al. 1993). Eine exakte qualitative Abgrenzung der Schlachtkörper ist mit diesem System nicht möglich.

In der Klassifizierung und Vermarktung ist die Frage nach geeigneten Methoden seit langem aktuell (Schön 1963). Bestrebungen der Wissenschaft, auch für Rinderschlachtkörper apparative Klassifizierungsverfahren zu entwickeln (Cross et al. 1983, Wassenberg et al. 1986, Sørensen et al. 1988, Petersen et al. 1989, Miles et al. 1990, Augustini et al. 1993) haben mittlerweile einen Stand der technischen Entwicklung erreicht, der als praxisreif bezeichnet werden kann (Branscheid et al. 1998, Allen 2003, Sönnichsen et al. 2005). Für die Bewertung von Rinderschlachtkörpern hat sich die Video-Image-Analyse (VIA) als besonders geeignetes Prognoseverfahren herausgestellt (Augustini et al. 1997). Hierbei werden objektive Bildmesswerte von Schlachtkörpern gewonnen.

Verschiedene VIA-Klassifizierungsgeräte sind dazu in der Lage, nicht nur die gesetzlich vorgeschriebenen Handelsklassen festzustellen (Allen et al. 2000), sondern auch mit hoher Genauigkeit Aussagen zu Gewichten und Anteilen wertvoller Teilstücke der Schlachtkörper von Rindern zu treffen (Madsen 1994, Branscheid 1998, Allen 2000). Es bietet sich damit die Möglichkeit, zum einen die vorgeschriebene Klassifizierung zu objektivieren und zum anderen Parameter in der Rindfleischproduktion zu etablieren,

die die Qualität eines Rinderschlachtkörpers anhand in der Fleischvermarktung relevanter Kriterien beschreiben. Dies kann zur Optimierung der Produktion und zur Erhöhung der Markttransparenz beitragen.

In der vorliegenden Untersuchung wird die Eignung der Video-Image-Analyse des VBS 2000 (E+V-Technology GmbH, Oranienburg) zur Beurteilung der Schlachtkörperqualität an den Kategorien Jungbulle und Kalb überprüft. Hierbei wurde das Ziel verfolgt, die Implementierung der VIA in die Produktions- und Vermarktungsprozesse Rind- und Kalbfleisch zu erreichen.

In entsprechenden Untersuchungen erfolgte an praxisüblichen Schlachttieraufkommen,

- a. die Entwicklung und Validierung von Schätzformeln zur Bestimmung der Zusammensetzung von Kälberschlachtkörpern,
- b. die Verifikation implementierter Schätzformeln zur Beurteilung der Komposition von Jungbullenschlachtkörpern sowie
- c. die Konstruktion objektiver Bewertungsmodelle nach Handelswert für Kälber- und Jungbullenschlachtkörper.

Damit soll die Basis für eine routinemäßige Einbeziehung des Handelswertes, der sich als der Wert der Produkte aus der grobgeweblichen Zerlegung eines Schlachtkörpers definiert, in die Rindfleischproduktion gebildet werden.

2 Literaturübersicht

2.1 Der Begriff „Schlachtkörperqualität“ beim Rind

Die „Schlachtkörperqualität“ ist dem Gesamtbegriff „Schlachtwert“ zuzuordnen. Einen Überblick zu Grundbegriffen und zur Erfassung des Schlachtwertes beim Rind geben Augustini et al. (1988). Die Autoren bezeichnen den Schlachtwert (Abbildung 1) als übergeordneten Begriff für alle erfassbaren und messbaren Eigenschaften eines geschlachteten Tieres. Sie bemängeln, dass es im wissenschaftlichen Bereich, vermehrt jedoch in der Praxis, keine vollständige Übereinstimmung in der Definition und Benennung der Begriffe gebe. Der Komplex Schlachtkörperqualität bleibt begrenzt auf diejenigen Merkmale des Schlachtkörpers, die ihn in seiner Zusammensetzung kennzeichnen: die Teilstückzusammensetzung nach der DLG-Schnittführung (Scheper und Scholz, 1985), die Zuordnung der Teilstücke nach ihrem Verwendungszweck, die Gewebeverhältnisse und die grobgewebliche und chemische Zusammensetzung des Schlachtkörpers (Augustini et al. 1988).

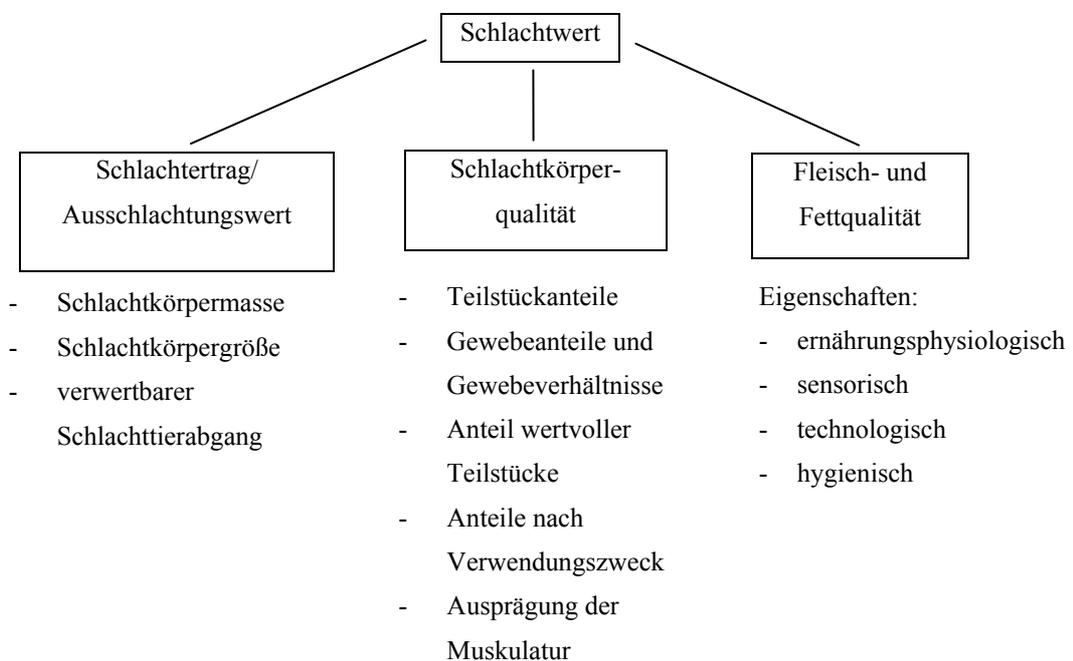


Abbildung 1: Der Begriff „Schlachtwert“ (Augustini et al. 1988)

Falls im weiteren der Begriff „DLG-Schnittführung“ bei Kalb und Jungbulle aufgeführt wird, bezieht sich dies auf die Veröffentlichung von Scheper und Scholz (1985).

Branscheid et al. (1998a) formulieren in diesem Zusammenhang den übergeordneten Begriff „Schlacht tierwert“ und differenzieren dabei die „Schlacht körperqualität“ in die Unterbegriffe „Schlacht körperzusammensetzung“ und „Fleischqualität“ (Abbildung 2).

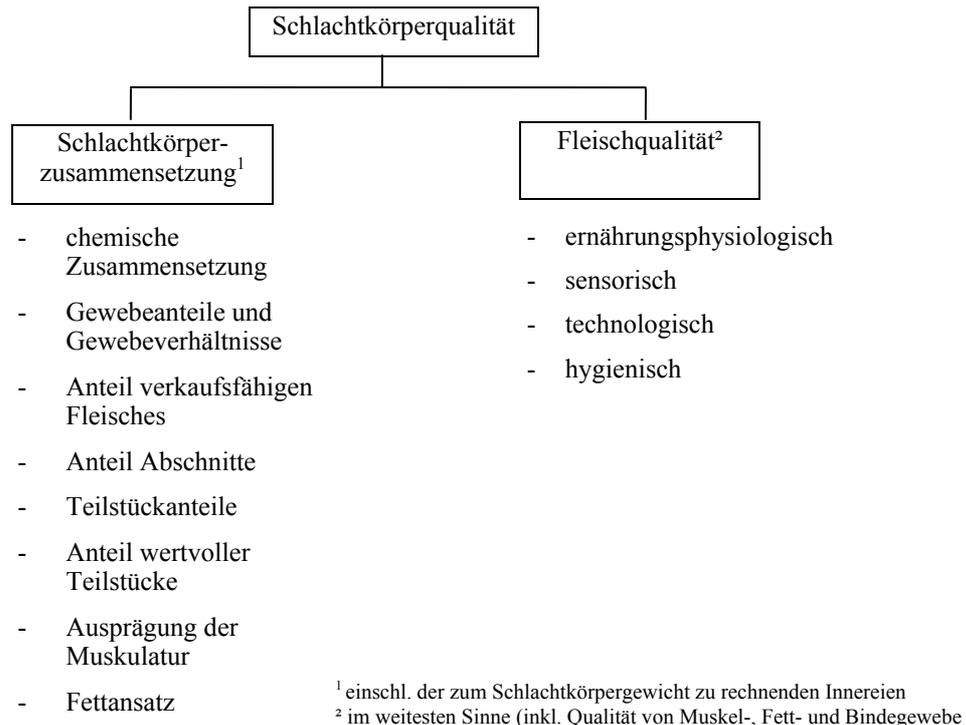


Abbildung 2: Der Begriff „Schlachtkörperqualität“ (Branscheid et al. 1998a, Auszug)

Unter dem Merkmalskomplex „Schlachtkörperqualität“ sind der „Anteil Teilstücke am Schlachtkörper“ sowie die Relationen der Teilstücke zueinander wichtige Informationen für den Handel und auch für die züchterische Selektion (Augustini et al. 1988). Die exakteste Methode zur Erfassung der Schlachtkörperqualität ist nach Branscheid et al. (1998a) die grobgewebliche Zerlegung der Schlachthälfte. Über die Abfolge der anfallenden Gewichte in der Zerlegung geben die Autoren einen in folgender Abbildung 3 dargestellten Überblick.

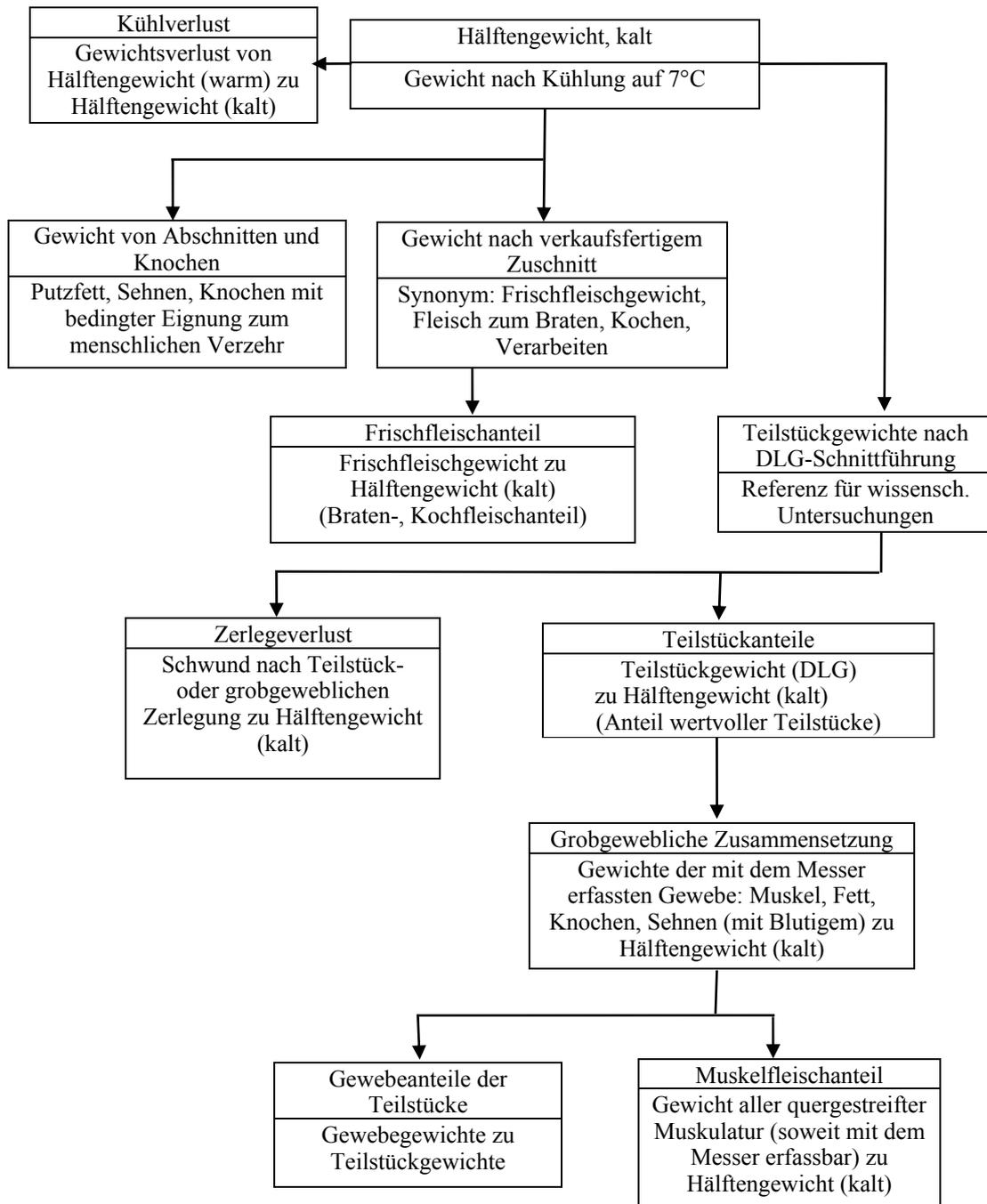


Abbildung 3: Abfolge der Gewichte aus der Zerlegung (Branscheid et al. 1998a)

Als Standardmethode zur Erfassung der Schlachtkörperzusammensetzung wird in der Bundesrepublik Deutschland für wissenschaftliche Zwecke eine Zerlegung nach DLG-Schnittführung durchgeführt. Dabei werden

- die Gewichte der Viertel,
- die Teilstückgewichte,

- die Gewebegewichte der Teilstücke,
- die gewebliche Zusammensetzung des Schlachtkörpers,
- die Fettabschnitte und Sehnen aus der Zerlegung,
- und die Knochengewichte erfasst.

Die Teilstücke und Gewebe der Schlachtkörper, die in der grobgeweblichen Zerlegung anfallen werden hierbei folgenden Kategorien zugeordnet:

- Fleisch 1 (verkaufsfertig zugeschnittenes Teilstück zur Verwendung zum Kurzbraten, Braten und Kochen),
- Fleisch 2 (Fleisch zur Verwendung als kleinere Bratenstücke oder Gulasch),
- Fleisch 3 (Verarbeitungsfleisch),
- Fett/Sehnen,
- Knochen.

Ein allgemeiner und ausführlicher Überblick zu Schnittführungen bei der Zerlegung von Jungbullen-Schlachtkörpern wird von Beisch (1997) gegeben.

2.2 Rechtliche Grundlagen zur apparativen Klassifizierung

In der Verordnung (EWG) Nr. 1208/81 des Rates vom 28. April 1981 zur Bestimmung des gemeinschaftlichen Handelsklassenschemas für Schlachtkörper ausgewachsener Rinder wurde die rechtliche Grundlage für EU-weit einheitliche Klassifizierungsmaßstäbe gelegt. Ergänzt wurde diese Verordnung durch die VO (EWG) Nr. 2930/81 der Kommission vom 12. Oktober 1981 sowie die VO (EWG) Nr. 1186/90 des Rates zur Erweiterung des Anwendungsbereiches des gemeinschaftlichen Handelsklassenschemas für Schlachtkörper ausgewachsener Rinder. Die Umsetzung in nationales Recht erfolgte in Deutschland zum 01.01.1983 durch die Verordnung über die gesetzlichen Handelsklassen für Rindfleisch im Rahmen des Handelsklassengesetzes.

Die gesetzlichen Handelklassen sollen nach (Sönnichsen et al. 2000)

- eine EU-einheitliche, von Wettbewerbsverzerrungen freie Anwendung der gemeinsamen Marktordnung für Rindfleisch ermöglichen,

- einen übersichtlichen Handel mit Rindfleisch in den einzelnen Mitgliedsländern und innerhalb der EU gewährleisten,
- die Grundlagen für eine übersichtliche Preisnotierung und eine objektive Bezahlung schaffen sowie
- die Markttransparenz verbessern und die Erzeugung an die Erfordernisse des Marktes anpassen.

Die Klassifizierung muss gemäß VO (EWG) 344/91 durch qualifiziertes Personal erfolgen, das über eine entsprechende Lizenz oder Zulassung verfügt und durch unabhängige private oder staatliche Einrichtungen geprüft wird. Um dem technischen Fortschritt in der Entwicklung apparativer Klassifizierungsmethoden entsprechend Rechnung zu tragen, wurde durch die EU-Kommission mit der VO (EWG) 1215/2003 eine entsprechende Änderung der VO (EWG) 344/91, Artikel 1 und 3, zuletzt geändert durch die VO (EWG) Nr. 1993/95, vorgenommen. Damit wurde der Grundstein für die Zulassung apparativer Klassifizierungsmethoden gelegt. Es wird ausdrücklich betont, dass apparative Klassifizierungsverfahren, soweit statistisch verlässlich, zugelassen werden sollen. Eine Umsetzung dieser Verordnung in nationales Recht erfolgte bis dato nicht.

2.3 Überblick zur Entwicklung der Video-Image-Analyse von Rinderschlachtkörpern außerhalb Deutschlands

Die Möglichkeiten, Rinderschlachtkörper über die Auswertung von Bildern objektiv zu bewerten gehen im Wesentlichen mit dem durch technischen Fortschritt erzielten Wachstum der Rechenkapazitäten von Datenverarbeitungssystemen einher. Dabei haben sich zwei Formen der VIA-Messtechnik entwickelt, zwischen denen unterschieden werden muss.

In den USA und Kanada ist die Form der Messung an Anschnitten des *M. longissimus dorsi* vorherrschend, weshalb VIA-Systeme dieses Typs auch als „chiller assessment system“ bezeichnet werden (Ferguson 2004). In den USA dient die Anschnittsbewertung im Wesentlichen dazu, den Marmorierungsgrad („degrees of marbling“) zu ermitteln. Diese Entwicklung beruht auf speziellen Anforderungen der „Official U.S.D.A. grade standards“ (USDA 1989), die ausführlich von Kempster et al. (1982), Taylor (1984), Jones (1995) und Branscheid et al. (1998a) beschrieben werden.

Einen historischen Überblick zur Entwicklung der VIA in den USA geben Cross and Whittaker (1992). Nach Auffassung der Autoren wurde diese technische Innovation dadurch motiviert, ein Rindfleischwert basiertes Marketing-System zu etablieren. In Kanada wird die VIA-Anschnittsbewertung primär zur Bestimmung des Fleischertrages („meat yield“) genutzt. Zur kanadischen Rindfleischklassifizierung gewähren Kempster et al. (1982) und Jones (1995) einen informativen Überblick. Es sind viele Parallelen zum USDA-System erkennbar.

Eine andere Form der VIA beim Rind, die Messung der Schlachtkörperhälfte in lateraler Ansicht, hat sich in anderen Ländern (Mitgliedsstaaten der EU und Australien) durchgesetzt, um damit einerseits die Klassifizierung zu ermitteln und andererseits die Schlachtkörperzusammensetzung zu beurteilen. Die Messprinzipien der verfügbaren VIA-Systeme werden von Schild et al. (2004) beschrieben (Übersicht 1).

Übersicht 1: VIA-Systeme zur objektiven Klassifizierung beim Rind (Schild et al. 2004)

Gerätebezeichnung	Hersteller	Messprinzip
BCC-2	SFK Technology, Dänemark	Volumetrisch: Schrägstreifenprojektion der Schlachthälften-Außenseite
VBS 2000	E+V, Deutschland	Volumetrisch: Schrägstreifenprojektion der Schlachthälften-Außenseite
VIAscan	Meat and Livestock, Australien	Volumetrisch: Schrägstreifenprojektion der Schlachthälften-Außenseite
Nomaclass	Normaclass SA, Frankreich	Volumetrisch: rotierender Schlachtkörper

Im folgenden soll ein chronologischer Überblick zur Entwicklung der VIA anhand verfügbarer Literaturquellen gegeben werden.

2.3.1 Video-Image-Analyse von Anschnitten des *M. longissimus dorsi*

Cross et al. (1983) untersuchten die VIA für den Nutzung zur Rinderklassifizierung in den USA und stellten fest, dass ein beträchtliches Potential zur Schätzung des Fleischertrages („yield prediction“) vorhanden ist. Die genotypspezifischen Unterschiede in der Schlachtkörperqualität sind jedoch so groß, dass nach Auffassung der Autoren für jede Rasse eine eigene Schätzformel eingesetzt werden müsste.

Wassenberg et al. (1986) ermittelten durch die VIA des Anschnittes der 12. Rippe Fettdicken und Muskelmaße und schätzten auf Basis dieser Hilfsmerkmale den Fleischanteil. Die Autoren stellten dabei ein hohes Bestimmtheitsmaß (R^2) von 0,86 fest.

Jones et al. (1992) bewerteten 450 Rinderschlachtkörper nach den „Canadian Yield Categories“ (A1-A4) mit dem VIA-System Expert PVS 280S (Allen-Bradley, Milwaukee, WI, USA). Sie ermittelten eine Überschätzung der Fettdicke und eine Unterschätzung des Rippenstücks. Die Marmorierung konnte mit Hilfe der VIA nur schwach geschätzt werden. Es wurde festgestellt, dass die VIA Potential besitzt, um den Muskelfleischanteil von Rinderschlachtkörpern vorauszusagen. Nach einem weiteren Versuch berichten Jones et al. (1995) über Schätzgenauigkeiten von $R^2=61\%$ und $RSD=1,5\%$ für den Ertrag an verkaufsfähigem Fleisch bei 497 Schlachtkörpern mit Hilfe der VIA.

Shakelford et al. (1998) experimentierten in den USA, ob die Image-Analyse des Anschnittes an der zwölften Rippe zur Zartheitsklassifizierung auch dazu geeignet ist, die „carcass cutability“¹, die „longissimus area“ (Rückenmuskelfläche) und „subprimal cut weights“ (Gewichte der für „boxed beef“² zugeschnittenen Teilstücke) zu schätzen. In die Untersuchung wurden junge Ochsen und Färsen einbezogen (n=66). Zur Berechnung der Schätzformeln wurde die Rsquare-Prozedur in SAS genutzt (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Mit Hilfe der Image-Analyse konnten 89 % der Variation im „retail product yield“ und 95 % im „retail product weight“ erklärt werden. Damit wurde gegenüber den berechneten Yield Grades³ (YG) ein um 4 % respektive 5 % höheres Bestimmtheitsmaß erreicht. In der Bestimmung der Rückenmuskelfläche („longissimus area“) wurde ein R^2 von 0,88 erzielt. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Image Analyse in der Rindfleischindustrie genutzt werden kann, um die betrachteten Merkmale genau zu charakterisieren.

¹ Zusammensetzung eines Rinderschlachtkörpers in Form von Fett, Muskelfleisch und Knochen, verwendet als Synonym für Yield Grades

² verpackte Rindfleischzuschnitte für den Transport vom Abpackbetrieb zum Händler, Zwischenprodukt des Einzelhandelszuschnittes

³ „USDA-Grades“ zur Identifikation der Unterschiede in der „cutability“ – die knochenfreien, Fett getrimmten Einzelhandelszuschnitte von Keule, Rücken, Rippe und Schulter („round, loin, rib and chuck“)

Canell et al. (1999) führten Untersuchungen mit dem australischen VIAscan System durch, um den Anteil des „subprimal yields“ prozentual in Bezug auf das Schlachtgewicht in jeder von drei verschiedenen Fettabschnittsstufen zu schätzen und zu evaluieren, ob eine Verbesserung des „USDA yield grading“ erreicht werden kann. Dafür wurden insgesamt 240 junge Ochsen und Färsen durch das VIAscan, von USDA-Experten und von Betriebsklassifizierern bewertet. Die statistischen Berechnungen wurden mit dem Programm SAS durchgeführt (Stepwise-Prozedur). Es wurde von den Autoren festgestellt, dass sich mit Hilfe der VIA der Fleischertrag genauer bestimmen lässt, als auf Basis der Betriebsklassifizierer-YG während der laufenden Schlachtung. Die Genauigkeit ist vergleichbar mit den von USDA-Experten ermittelten YG. An den Ergebnissen ist auffällig, dass mit der Erhöhung der „Trimming-Stufe“, indem schrittweise die subkutane Fettschicht verringert wurde, die Schätzgenauigkeit (R^2) der VIA steigt.

Karnuah et al. (2001) berechneten multiple Regressionsformeln (SAS, Stepwise-Prozedur) um Fleisch, Fett und Knochen von japanischen Schwarzvieh-Ochsen auf Basis der Computer-Image-Analyse (CIA) des Anschnittes an der 6./7. Rippe zu schätzen. Es wurden in zwei Stichproben 55 respektive 18 Schlachtkörper zerlegt. Die Bestimmtheitsmaße (R^2) in der Modellierung des Gewichts (kg) von Fleisch (0,76), Fett (0,82) und Knochen (0,69) fielen in der Validierung an 18 Schlachtkörpern bis auf die Schätzung des Knochengewichtes geringfügig ab (0,71; 0,72; 0,70). Aus den Resultaten schließen die Autoren, dass die an den Anschnitten gewonnenen CIA-Informationen zur Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung bei japanischen Schwarzvieh-Ochsen genutzt werden können.

Canell et al. (2002) bewerteten die Fähigkeit des VIA-Systems CVS zur Schätzung des kommerziellen „subprimal yield“ und zur Beurteilung der USDA-YG, um die Genauigkeit der Klasseneinordnung zu verbessern. 296 Schlachtkörper von Ochsen und Färsen wurden mit dem CVS in der Schlachtlinie sowie USDA-Experten und Betriebsklassifizierern bewertet. Zur statistischen Berechnung wurde das Programm SAS (Stepwise-Prozedur) herangezogen. Bei der Bestimmung des „subprimal yield“ wurden durch den Experten YG und die CVS-Anschnittsmessung der „ribeye-area⁴“ (in Verbindung mit weiteren subjektiv ermittelten YG-Faktoren) vergleichbare Genauigkeiten erreicht. Das bedeutet, ein Bestimmtheitsmaß (B) von 67 % respektive

⁴ kurz REA: Bereich des M. longissimus dorsi, gemessen in Quadratzoll zwischen der 12./13. Rippe

65 %. Der durch die Betriebseinstufung ermittelte „online YG“ konnte nur 39 % der Varianz des Zielmerkmals erklären. Die Autoren schließen daraus, dass durch eine Einbeziehung des CVS eine verbesserte Bestimmung von Erträgen („yields“) bei Schlachtgeschwindigkeit erreicht werden kann.

Shakelford et al. (2003) führten ein Experiment durch, in dem durch das Image-Analyse-System für Rinderschlachtkörper des U.S. Meat Animal Research Center (MARC) der YG, die „longissimus muscle area“, der vorläufige YG, der angepasste YG und der „marbling score⁵“ unter Produktionsbedingungen an 800 Schlachtkörpern in zwei Schlachtbetrieben geschätzt wurde. An 400 Schlachtkörpern wurden Schätzformeln (SAS, Backward-Stepwise-Regression) für die Messung am Anschnitt der zwölften Rippe berechnet und an der restlichen Stichprobe validiert. 200 Schlachtkörper wurden dreifach gemessen, um die Wiederholbarkeit zu berechnen. Dabei wurden in der Schätzung der Zielmerkmale Bestimmtheitsmaße von 76-90 % und eine Wiederholbarkeit von 0,97-0,99 erreicht. Es wird von den Autoren daraus geschlossen, dass die Image Analyse dazu genutzt werden kann, die YG genauer zu bestimmen und wertbezogene Marketing-Systeme zu fördern.

Steiner et al. (2003) untersuchten in zwei Phasen, ob mit Hilfe der VIA-Systeme „VIAscan Chiller Assessment System“ und CVS die Zuordnung der YG unter Produktionsbedingungen zu verbessern sei. Die Anschnittmessungen wurden an der 12./13. Rippe durchgeführt. An 505 Schlachtkörpern wurden von 12 USDA-Gradern Einstufungen in die YG (sowie standardisierte vorläufige YG im zweiten Durchlauf) vorgenommen. Die statistischen Berechnungen erfolgten mit dem Programm SAS (Reg-Prozedur; keine exakte Angabe der Regressionsmethode). Die YG-Einstufungen des VIAscan und CVS korrelierten (r) zum Experten-YG mit 0,95 respektive 0,94. Als Schlussfolgerung wird formuliert, dass die VIA-Systeme die Applikation der offiziellen USDA-YG bei Produktionsgeschwindigkeit verbessern können.

Ein Überblick zur objektiven Beurteilung der Marmorierung wird von Ferguson (2004) gegeben (Übersicht 2).

⁵ Marmorierungs-Note: Flecken intramuskulären Fettes in der REA

Übersicht 2: Zusammenfassung der Ergebnisse zur VIA-Schätzung der Marmorierung (Ferguson 2004)

Quelle	Stichprobe	Abhängige Variable	Güte-Kriterium
Ferguson (1995) VIAscan System ^A	1400 Schlachtkörper	“AUS-Meat marbling score” an 10./11. Rippe	Abweichung vom “Grader score”: 72 % keine Differenz; 98 % innerhalb 1 Punktes
Jones et al. (1995) VIAscan System ^A	327 Schlachtkörper	“Canadian marble score” an 12./13. Rippe	R ² =0,45-0,52
Gerrard et al. (1996) Prototyp Apparatur	60*25mm Steaks	“USDA marbling grade ^B ” (Spanne: “slight-moderately abundant”) 12./13. Rippe	R ² =0,84
Tong et al. (1999) CVS System	1024 Schlachtkörper	--	Wiederholbarkeit 0,84-0,96
Kuchida et al. (2000) Prototyp Apparatur	158 Schlachtkörper	Intramuskulärer Fettgehalt (%) an 6./7. Rippe (Spanne 6-39 %)	R ² =0,96
Markey (2001) VIAscan System	21 VIAscan “Ribeye Bilder”	“AUS-Meat marbling score ^C ” (Spanne 0-4)	Abweichung vom „Grader score”: 39 % keine Differenz; 92 % innerhalb 1 Punktes

^ADas verwendete System war eine frühere Version des „VIAscan chiller assessment system“.

^BBepunktung durch einen Ausschuß von 10 erfahrenen Gutachern.

^CBilder wurden von “AUS-Meat chiller assessors” (Gutachtern) in drei Schlachtbetrieben bepunktet.

2.3.2 Video-Image-Analyse der Schlachtkörperhälfte

Sørensen (1988) prüfte die Bewertung von Parametern der Schlachtkörperzusammensetzung auf Basis der Video-Image-Analyse in Dänemark. Anschließend wurden umfangreiche Tests der VIA-Methode in Kombination mit einem optischen SONDENSYSTEM zur Messung der Gewebetiefen durchgeführt. Sørensen et al. (1989) beschreiben Untersuchungen an einem auf dieser Entwicklung basierenden Prototyp des „Beef Classification Centre“ BCC-1 (Petersen et al. 1987), der aus einem Video-Image-System und einer optischen Einstichsonde zur Reflexionsmessung der Fettabdeckung (Nielsen et al. 1984) besteht. Es wurden insgesamt 2948 Schlachtkörper untersucht und 389 aus der Gesamtstichprobe zerlegt. Für das verkaufsfähige Fleisch, Fettabschnitte und den Knochengehalt wurden Schätzfehler (RSD) zwischen 1,3 % und 1,5 % erzielt. Sie schlossen aus den Ergebnissen, dass das Gerät, mit einer maximalen Kapazität von 75 Schlachtkörpermessungen pro Stunde, zur industriellen Schlachtkörper-Klassifizierung geeignet ist.

Madsen and Thodberg (1994) haben im Rahmen der VIA lineare Regressionsmodelle und neuronale Netzwerke zur objektiven Rindfleischklassifizierung und zur Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung miteinander verglichen. Es zeigte sich, dass die

Durchführung der EUROP-Klassifizierung mit Hilfe neuronaler Netzwerke derer, die auf linearen Modellen basiert, weit überlegen ist. Die Beziehung zwischen dem Klassifizierer und den Ergebnissen des BCC-2 ist vergleichbar mit der Übereinstimmung der visuellen Einstufung von zwei erfahrenen Klassifizierern. Die Schlachtkörperzusammensetzung wurde in dieser Untersuchung mit einem 7-14 % geringeren Standard Error of Prediction (SEP) durch das BCC-2 im Vergleich zur subjektiven Klassifizierung und dem Schlachtgewicht geschätzt. Das Gerät schätzte den Ertrag an verkaufsfähigem Fleisch („saleable meat yield“) von 230 Schlachtkörpern mit einem R^2 von 0,75 und einem SEP von 1,23 %.

In Untersuchungen von Madsen et al. (1996) wurde das dänische VIA-System BCC-2 (SFK-Technology) getestet. Sowohl in der Klassifizierung von insgesamt 3463 Schlachtkörpern in die EUROP-Handelsklassen, als auch in der Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung von 476 zerlegten Rinderschlachtkörpern verschiedener Kategorien (205 Jungbullen, 109 Färsen und 162 Kühe) wurden gute Ergebnisse erzielt. Die Schätzung des „saleable meat“, in Prozent von Schlachtgewicht, erreicht ein $R^2=0,70$ und einen SEP von 1,34 %. Das BCC-2 wird als Alternative zur subjektiven Klassifizierung bezeichnet und bietet zusätzlich eine genaue Vorhersage der Schlachtkörperzusammensetzung. Die Exaktheit der Schätzung ist jedoch gegenüber der Untersuchung aus dem Jahre 1994 geringer, wobei dies von den Autoren mit einer höheren anatomischen Variation der Schlachtkörper und einer ungenaueren Referenzerlegung begründet wird. Die spezifizierten Anforderungen der Fleischindustrie an die Schätzgenauigkeit des Systems (Tabelle 1) wird aber auch in dieser Untersuchung für das wichtige Zielmerkmal „saleable meat“ erfüllt.

Tabelle 1: Spezifizierte Anforderungen an die Schätzung des BCC-2. SEP in % vom Schlachtgewicht, Longissimus dorsi (LD) Fläche in cm² (Madsen et al. 1996, Auszug)

Schlachtkörper-Merkmal	R ²	SEP
“Saleable meat”	0,65	1,35
“Fat trim”	0,80	1,15
Knochen	0,75	1,1
Hinterviertel	0,60	1,1
Hinterviertel-Zuschnitte	0,65	1,0
LD Muskel	0,55	0,6
LD Fläche (cm ²)	0,65	8,0

Borggaard et al. (1996) beschreiben die Nutzung des BCC-2 im Schlachtbetrieb und die dafür erforderlichen technischen Voraussetzungen. Sie heben unter anderem hervor, dass das System genauere Aussagen zur Schlachtkörperbeschaffenheit trifft, als es über die Informationen, die der Klassifizierer liefert, möglich ist. Zudem wird betont, dass es an die jeweiligen betrieblichen Bedingungen leicht angepasst werden kann. Der Gebrauch von neuronalen Netzwerken erleichtert die Adaptierung des BCC-2 an andere Länder und neue Qualitätsparameter.

Allen (1999) gibt einen detaillierten Überblick über die Entwicklung der VIA-Systeme in bisweilen fünf verschiedenen Ländern. Es werden Systeme in Dänemark (BCC-2, SFK-Technology), Deutschland (VBS 2000, E+V-Technology GmbH), Australien (VIAscan, Meat and Livestock Australia), Frankreich (Normaclass, Normaclass SA) und Kanada (CVS, Lacombe) produziert. Von diesen Klassifizierungsgeräten nutzen das BCC-2, VBS 2000 und das VIAscan die sogenannte Streifenprojektion, um dreidimensionale Informationen über die Schlachtkörper zu gewinnen.

Allen and Finnerty (2000) haben die Videobildsysteme BCC-2 (SFK-Technology), VBS 2000 (E+V-Technology) und VIAscan (Meat and Livestock Australia) geprüft. Erstmalig werden drei Videobildsysteme in zwei unabhängigen Versuchen (Kalibrierungs- und Validierungsstichprobe) an Ochsen, Kühen und Färsen direkt miteinander verglichen. Untersucht wurde zum einen die Genauigkeit der objektiven Klassifizierung und zum anderen die Schätzung der Ausbeute an verkaufsfähigem Fleisch und Großhandels-Zuschnitten („saleable meat yield and primal yield“) von Ochsen. Es wurde festgestellt, dass alle Systeme mit einer vergleichbar hohen

Genauigkeit ($r > 0,9$) die EUROP-Handelsklassen ermitteln können, wobei das VIAscan im Vorfeld allerdings noch nie an einer europäischen Population getestet wurde. Aus diesem Grund weist es etwas geringere Genauigkeiten auf als BCC-2 und VBS 2000. Es wird hervorgehoben, dass keines der Systeme die EU-Zulassungskriterien für apparative Klassifizierungssysteme (Verordnung [EWG] Nr. 344/91) erfüllt. Als Ursache wurden systematische Verzerrungen (Bias) in der Handelsklassenfeststellung ermittelt. Die Schätzung des Fleischertrages („saleable meat yield“) war bei allen Systemen sehr genau (Tabelle 2). Sie könnte die Basis für zukünftige Einstufungssysteme bilden.

Tabelle 2: Korrelationskoeffizient (r) und Schätzfehler (RSD) in der Schätzung des „saleable meat yield“ (in %, $n=133$) durch drei VIA-Systeme (Allen and Finnerty 2000)

	VIA-System		
	BCC-2	VIAscan	VBS 2000
r	0,84	0,85	0,87
RSD	1,20	1,20	1,12

In der Untersuchung wurde auch der „primal yield“, das heißt der Ertrag an Großhandelszuschnitten, geschätzt (Tabelle 3). Dabei haben sich die Schätzgenauigkeiten bei allen drei Systemen erwartungsgemäß etwas verringert.

Tabelle 3: Korrelationskoeffizient (r) und Schätzfehler (RSD) in der Schätzung des „primal yield“ (in %, $n=133$) durch drei VIA-Systeme (Allen and Finnerty 2000)

	VIA-System		
	BCC-2	VIAscan	VBS 2000
r	0,82	0,80	0,80
RSD	1,50	1,54	1,56

Finnerty (2003) berichtet, dass die VIA-Systeme BCC-2, VIAscan und VBS 2000 im nationalen Zulassungsverfahren in Irland die auch national geltenden EU-Kriterien (Verordnung [EWG] Nr. 344/91) für eine Zulassung erfüllt haben.

2.4 Überblick zur Entwicklung der Video-Image-Analyse von Rinderschlachtkörpern in Deutschland

Engelhardt (1992) untersuchte die Eignung verschiedener Messwerte (Talganteil, Fettdicken und Körperformmaße) zur Schätzung der Gewebeanteile beim Rind. Zur Berechnung der Schätzformeln wurde zumeist die Stepwise-Regression angewendet. Die Autorin konstatierte, dass über die Kombination verschiedener Merkmale genauere Aussagen möglich sind als über Einzelmerkmale des Schlachtkörpers.

Von den verschiedenen Verfahren der objektiven Schlachtkörperbewertung bietet sich nach Augustini et al. (1994) für Rinder vor allem die VIA an. Sie ist in erster Linie für die objektive Erfassung der Konformation geeignet. Die Autoren stellten fest, dass die Bestimmung der Fettgewebeauflage aufgrund der oft flächigen Beschädigungen der subkutanen Fettauflage, wie sie durch den Schlachtprozess entsteht, unzureichend ist. Aufgrund der Heterogenität des Tiermaterials sind die Bedingungen für den Einsatz apparativer Klassifizierungsverfahren bei weitem ungünstiger als beim Schwein. Die Berechnung von Schätzformeln auf Basis der Videobildanalyse für die verschiedenen kommerziell relevanten Parameter des Schlachtwertes ist nach Meinung der Autoren nur in einer übergeordneten Anstrengung möglich.

Die Entwicklung von Schätzformeln bei Jungbullen für das deutsche VIA-Klassifizierungsgerät VBS 2000 erfolgte durch Augustini et al. (1997). Es wurde die Handelsklassen- und Teilstückschätzung an 183 Schlachtkörpern der Genotypen Deutsches Fleckvieh, Schwarzbunte und Kreuzungen, denen 75-80 % der geschlachteten Jungbullen in Deutschland zuzuordnen sind, vorgenommen. Als Referenzschnittführung zur Entwicklung der Teilstück-Schätzformeln von Rindern wurde die in der Bundesrepublik Deutschland für wissenschaftliche Zwecke als Standard geltende DLG-Schnittführung angewendet. Die Autoren stellten dabei fest, dass die Ermittlung des Schlachtwertes durch das VBS 2000 sehr genau ist und dass die rassebedingten Verzerrungen relativ gering ausfallen, so dass es gerechtfertigt erscheint, genotypübergreifende Formeln zur Schätzung des Schlachtwertes einzusetzen. In der Schätzung der Gewebeanteile wurden in folgender Tabelle 4 aufgeführte Genauigkeiten erreicht.

Tabelle 4: Schätzung der Gewebeanteile (n=183), Ermittlungsstichprobe (Augustini et al. 1997)

	Mittelwert (%)	SD (%)	Anzahl Prädiktoren	r	RSD (%)
Fleisch zum Verkauf					
Schwarzbunt	67,6	2,7	15	0,88	1,4
3 Genotypen	69,5	3,5	14	0,87	1,8
Fleisch Kategorie 1					
Schwarzbunt	34,1	1,8	13	0,86	1,0
3 Genotypen	34,7	2,6	15	0,87	1,3
Fettabschnitte					
Schwarzbunt	14,2	3,3	10	0,87	1,7
3 Genotypen	13,5	3,6	13	0,88	1,8
Knochen					
Schwarzbunt	17,9	2,0	13	0,94	0,7
3 Genotypen	16,8	2,1	12	0,92	0,8

Tabelle 5: Schätzung der wichtigsten Gewichtskomponenten des Handelswertes von Rinderschlachtkörpern (n=301) mit Hilfe der Videobildanalyse (Branscheid et al. 1998)

	Mittelwert (kg)	SD (kg)	r	RSD (kg)
Vorderviertel	81,4	15,3	0,99	1,7
Pistole	65,2	10,7	0,99	<1,7
Keule	45,2	7,7	0,99	1,3
Roastbeef	21,8	4,2	0,98	1,3
Fleisch zum Verkauf	116,6	22,3	0,99	3,8
Fettabschnitte	23,1	8,7	0,89	4,1
Knochen	27,7	3,4	0,92	1,4

Ergänzend dazu haben Branscheid et al. (1998) weitergehende Untersuchungen an 301 Jungbullen mit dem VBS 2000 durchgeführt und festgestellt, dass die Schätzung der Gewichtskomponenten des Schlachtkörpers auf Basis der DLG-Schnittführung Rind eine vollständig gelöste Aufgabe der Videobildauswertung ist, soweit es die Kategorie Jungbullen in verschiedenen Genotypen betrifft. Die Ergebnisse der Schätzungen werden in obiger Tabelle 5 aufgeführt.

Augustini et al. (2002) schätzten auf Basis von VIA-Informationen mit Hilfe der multiplen Regressionsanalyse (Stepwise-Regression) die Schlachtkörperzusammensetzung von 88 Fleckviehkühen nach DLG-Referenzschnittführung und erreichten dabei weitestgehend hohe Genauigkeiten für diese Kategorie von Rinderschlachtkörpern. Eine Ausnahme bildet das Fettgewebe. Die Ergebnisse werden in folgender Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Schätzung der Viertel, Hauptteilstücke und Gewebemengen von Fleckviehkühen (n=88), Ermittlungsstichprobe (Augustini et al. 2002)

	Mittelwert (kg)	SD (kg)	R ²	RSD (kg)	RSD (%)
Vorderviertel	62,9	11,9	0,97	2,01	3,19
Hinterviertel	104,5	21,8	0,99	2,45	2,34
Keule	49,4	8,1	0,98	1,16	2,35
Keule mit Hesse	55,2	8,6	0,98	1,27	2,30
Roastbeef mit Filet	17,8	3,8	0,96	0,75	4,22
Bug	23,0	4,1	0,89	1,40	6,10
Bug mit Hesse	27,6	4,6	0,90	1,48	5,37
Fleisch gesamt	119,4	23,4	0,99	2,69	2,25
Fleisch Kategorie 1/2	69,5	11,3	0,94	2,90	4,17
Fettgewebe	15,4	8,1	0,92	2,40	15,59
Knochen	32,5	3,4	0,86	1,33	4,09

Auf Basis der Ergebnisse einer ersten Untersuchung von Schild et al. (2002) über die tierzüchterische Verwendbarkeit von VIA-Schätzinformationen, halten Schild et al. (2004) fest: „Heritabilitäten im Bereich von 0,25 lassen erkennen, dass Merkmale der Video-Bildanalyse gut auf tierzüchterische Selektion ansprechen und daher im Rahmen einer un gelenkten Nachkommenprüfung sinnvoll in die bestehenden Zuchtwertschätzverfahren integriert werden können.“

Von Sönnichsen et al. (2005) wurde erstmals die VIA des VBS 2000 an Kälberschlachtkörpern untersucht. Der Versuch ist in Teilen auch Bestandteil dieser Arbeit. Es erfolgte eine Zerlegung anhand der DLG-Schnittführungsdefinitionen für Kälber unter Berücksichtigung von handelsüblichen Zuschnitten. Die Schätzergebnisse der Autoren werden in der folgenden Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Schätzung der Teilstück- und Gewebegewichte von Kälberschlachtkörpern (n=125), Ermittlungsstichprobe (Sönnichsen et al. 2005, gekürzt)

Teilstück	Mittelwert (kg)	SD (kg)	R ²	RSD (kg)	Rel. RSD (%)
Hinterviertel	42,7	6,5	0,99	0,61	1,43
Vorderviertel	23,7	3,5	0,95	0,75	3,17
Keule	20,5	2,8	0,98	0,44	2,15
Kotelett	7,7	1,3	0,93	0,36	4,71
Dünnung	9,5	2,1	0,95	0,49	5,19
Filet	1,3	0,2	0,87	0,08	5,97
Bug	9,6	1,4	0,96	0,30	3,13
Oberschale	3,9	0,6	0,88	0,22	5,58
Unterschale	3,1	0,5	0,89	0,17	5,41
Blume	2,5	0,4	0,90	0,14	5,69
Kugel	2,9	0,4	0,87	0,16	5,46
Fleisch 1	32,1	5,4	0,96	1,11	3,46
Fleisch 2	2,5	0,5	0,68	0,33	13,10
Fleisch 3	10,2	1,6	0,68	0,89	8,70
Fleisch gesamt	44,9	6,9	0,98	0,93	2,07
Knochen	13,5	1,4	0,74	0,74	5,48
Fett/Sehnen	7,8	2,4	0,81	1,07	11,10

Sehr hohe Genauigkeiten wurden bei der Schätzung der Gewichte der wertvollen Teilstücke (Keule, Kotelett, Bug und Dünnung) und der Fleischmenge zum Verkauf (Fleisch 1) erzielt (Tabelle 7). Die Autoren resümierten, dass die VIA eine gute Grundlage für eine innerbetriebliche Sortierung der Schlachtkörper nach ihrem Verwendungszweck bietet. Sie kann außerdem als Basis für den Aufbau eines handelswertbasierten Bezahlungssystems, sofern der Handelswert über die Gewichte der wertvollen Teilstücke definiert wird, dienen. Eine Validierung der Schätzmodelle an einer unabhängigen Stichprobe ist erforderlich.

2.5 Ansätze zur objektiven Handelswertbestimmung beim Rind in der EU

In verschiedenen Untersuchungen wurden Ansätze für die Ermittlung des Handelswertes von Rinderschlachtkörpern, der im Allgemeinen über den Wert der verkaufsfertig zugeschnittenen Teilstücke definiert wird, analysiert.

Eine eindeutige Definition des Handelswertes von Rinderschlachtkörper konnte keiner der verfügbaren Literaturquellen entnommen werden. Als Anhaltspunkt kann die Handelswertermittlung beim Schwein (Beuck 2000) dienen. Hierbei dienen verkaufsfertig zugeschnittene Teilstücke als Hilfsmerkmale für die Beurteilung des Handelswertes von Schweineschlachtkörpern.

Petersen et al. (1989) beschreiben, dass das BCC auf Basis der Untersuchungen von Sørensen et al. (1988) zusätzlich mit Algorithmen zur Berechnung eines „muscularity“- und eines „value“-Index ausgestattet worden sei. Die „muscularity“ ist ein Index, der auf den Gewichten von sechs Muskeln des Hinterviertels und dem Bereich des Longissimus dorsi Muskels basiert. Dabei wird beides um das Schlachtgewicht korrigiert, so dass ein R^2 von 0,66 und ein RSD-Wert von 5,5 in der Schätzung des Index erreicht werden kann. Der „value index“ wird kalkuliert auf Grundlage des partiellen Handelswertes der Schlachtkörperzusammensetzung, der „muscularity“, der Fettgewebeauflage (gemäß EUROP-Klassifizierungsschema) und der Fleischfarbe. Dieser Index kann nach Auffassung der Autoren direkt als Basis für die Bezahlung des Tieres genutzt werden.

Hahn et al. (1998) untersuchten die VIA an Puten und sehen die Ansatzpunkte einer zielgerichteten Handelswertbestimmung in einer qualitätsbezogenen Bezahlung der Erzeuger und in der Möglichkeit, die Schlachtkörper und Teilstücke entsprechend ihrem weiteren Verwendungszweck wertgerecht zu sortieren, das heißt, eine innerbetriebliche Zielsteuerung einzuleiten.

Freudenreich et al. (2002) schlagen alternative Lösungen für die Preisbildung von Rindfleisch vor. An 298 vollzerlegten Jungbullenschlachtkörpern wurde eine am Schlachtkörperwert ausgerichtete Einstufung untersucht. Anhand einer Modellrechnung wurde eine preisliche Bewertung der Schlachtkörper vorgenommen, die grobgeweblichen Verhältnissen und den Teilstückproportionen eher entspricht, trotzdem aber noch gewisse Gemeinsamkeiten zum Einstufungssystem nach EUROP hat. Die Preisbildung im Modell erfolgt auf Basis von fünf transparenten Komponenten, womit die Nachteile der auf diffusen Kriterien beruhenden visuellen Klassifizierung überwunden werden können. Es handelt sich dabei um die Teilstücke Keule, Rücken und Bug, eine Korrektur nach dem Muskelfleischgewicht und dem Fettanteil des Schlachtkörpers. Diese Komponenten seien durch die Videobildanalyse sehr sicher nachvollziehbar. In der Bestimmung des Referenzpreises nach Zerlegung (Großhandelskalkulation, in Euro pro kg Schlachtgewicht) erreicht das Modell ein

Bestimmtheitsmaß von 51 % und einen Schätzfehler von 0,10 €/kg unter Verwendung von gemessenen Zerlegewerten, wobei die Schätzgenauigkeit auf Basis von geschätzten Zerlegewerten zwar nicht ausgewiesen, aber als relativ gut übereinstimmend bezeichnet wird. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass wertorientierte Preissysteme, vergleichbar mit denen beim Schwein, auch beim Rind aufgebaut werden können. Sie halten fest, dass eine Bezahlung nach Handelsklassen dem Wert der Schlachtkörper in der Weitervermarktung nicht weitgehend genug gerecht wird. Ein Systemwechsel hin zu einer rationalen, für alle Stufen gleich transparenten Bezahlung, wäre höchst erstrebenswert.

3 Material und Methoden

3.1 Klassifizierungssystem – VBS 2000

Das VBS 2000 ist ein bedienerunabhängiges Messsystem. Auf Basis der Videobildauswertung (engl.: Video-Image-Analysis, kurz: VIA), das bedeutet der computergestützten Auswertung standardisiert erfasster Bilder, werden Rinder-Schlachtkörper am Ende der Schlachtlinie vollautomatisch bewertet.

Das System besteht aus folgenden Hardwarekomponenten:

- Beleuchtungssystem,
- Lichtstreifenprojektoren,
- Kamerasystem mit wasserdichtem Gehäuse,
- Positionsrahmen (Wippe) zur standardisierten Fixierung der Schlachtkörperhälften,
- Sensoren/Lichtschranken – Initialisierung des Messvorganges,
- SPS-Steuerung der Hardwarefunktionen,
- PC-System mit Bildverarbeitungseinheit („Vision PC“),
- PC-System zur Kommunikation mit Betriebs-EDV und Vision PC („Server“),
- Kalibrierkörper für die Hardwarekontrolle.

Die Konstruktionszeichnung in Abbildung 4 zeigt die Anordnung der Systemkomponenten Kamera, Projektoren und Wippe zueinander. Zur Einleitung des Messvorganges registrieren Lichtschranken an der Rohrbahn Bewegungen von Schlachthaken im Messbereich und ermöglichen so die exakte Lokalisation und standardisierte Positionierung der Schlachtkörper für die Erstellung der Videobilder. Die Vermessung der Schlachtkörper geschieht vollautomatisch und bedienerunabhängig. Messungen können unter Praxisbedingungen im Neun-Sekunden-Takt erfolgen, so dass maximal 400 Schlachtkörper pro Stunde erfasst werden können (Angabe des Herstellers).

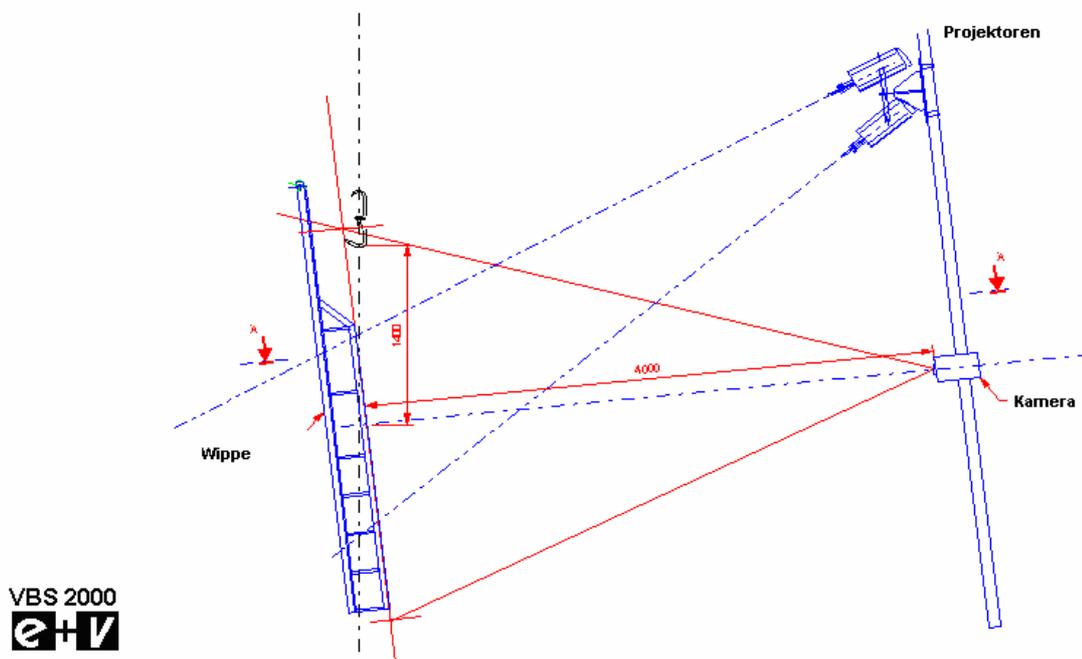


Abbildung 4: Technische Zeichnung des Klassifizierungssystems VBS 2000 (E+V-Technology GmbH, Oranienburg)

Von jedem Schlachtkörper werden zwei Videobilder erstellt. Zunächst erscheint er unter Normlicht, dann wird er mit einem projizierten Streifenmuster beschattet. Die optische Messmethode „Lichtschnitt“, ein Spezialfall der Streifenprojektion zur nahbereichsphotogrammetrischen Auswertung von Bildern, ermöglicht die volumetrische Erfassung der Schlachtkörper. So werden die Streifen in Abhängigkeit von der Ausformung der Muskulatur mehr oder weniger stark von der geraden Linie abgelenkt. Dabei wird durch die Interpolierung der Linien eine virtuelle Darstellung der Tiefe des Schlachtkörpers vorgenommen (Augustini et al. 1997). Die wesentlichen Arbeitsschritte der Videobildauswertung lassen sich wie folgt darstellen (Abbildung 5):

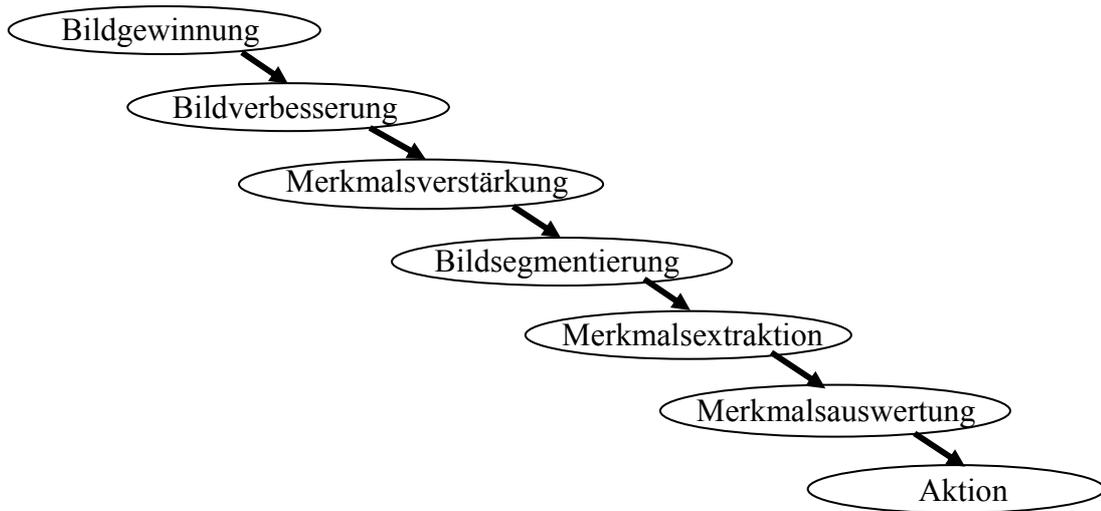


Abbildung 5: Wesentliche Arbeitsschritte der Videobildauswertung (nach Lehnert und Nicolay 1987)

Voraussetzung für die Durchführung der Arbeitsschritte sind standardisierte Aufnahmebedingungen. Dies wird durch die Fixierung der Schlachtkörperhälften vor blauem Hintergrund und mittels Messung unter vom System generierten normierten Lichtverhältnissen erreicht. Externe Einflüsse, wie beispielsweise Tageslichteinfall, Wasserdampf und Fremdkörper im Bild, müssen unterbunden werden, da sie zwangsläufig zu starken Abweichungen von der Systemkalibrierung führen und bei der integrierten Bildprüfung, basierend auf empirisch ermittelten Plausibilitäten, eine Nicht-Auswertbarkeit der Schlachtkörper verursachen. Auch prozessbedingte Mängel in der Schlachtkörperaufmachung, wie zum Beispiel Abrisse größerer subkutaner Fettpartien, eine eingerissene Dünnung (Zu- und/oder Fleischdünnung) sowie nicht-mediane Spaltungen der Schlachtkörper sind für die VIA auf ein nicht vermeidbares Mindestmaß zu reduzieren.

Messtechnische Unterschiede in der Videobildanalyse zwischen den untersuchten Rindfleischkategorien Jungbulle und Kalb gibt es in der Positionierung der Schlachtkörper (Abbildung 6). Bei Jungbullen wird jeweils eine definierte Hälfte des median gespaltenen Schlachtkörpers in der Lateralansicht erfasst. Da Kälberschlachtkörper aus Vermarktungsgründen nicht gespalten werden, erfolgt die VIA in der Dorsalansicht. In der Entwicklung der Videobildauswertung beim Kalb wurden Schätzungen auf Basis von Variablen der Lateral- und Dorsalansicht und einer

Kombination der Ansichten evaluiert. Es konnten zwar gegenüber der Dorsalansicht geringfügige Verbesserungen der Schätzgenauigkeit durch die Kombination beider Ansichten erzielt werden, jedoch rechtfertigen sie die finanziell aufwändige Umrüstung der Anlage nicht (Sönnichsen et al. 2005).



Abbildung 6: Videobild von Jungbulle (1) und Kalb (2)

Tabelle 8: Anzahl der Bildmesswerte des VBS 2000 nach Rindfleischkategorien

Bezeichnung	Jungbulle	Kalb
Länge	20	20
Breite	-	22
Fläche	30	30
Winkel	100	15
Volumen	30	-
Farbe	61	40
Summe	241	87

Für die Auswertung der Bilder (Abbildung 6) werden eine Basisbildverarbeitungs- und eine Applikationssoftware zur zwei- und dreidimensionalen Echtfarbbildverarbeitung

verwendet. Um eine Berechnung von Bildmesswerten durchzuführen, ist eine Bildqualität, die dem Tagged-Image-File-Format (TIFF) entspricht, erforderlich.

Durch die Videobildauswertung werden in Tabelle 8 aufgeführte Messwerte (Variablen) ermittelt, die insgesamt sechs verschiedenen Einzelbildmaßen zuzuordnen sind. Jungbullen werden plani-, colori- und volumetrisch erfasst. Beim Kalb werden plani- und colorimetrische Bildvariablen erstellt. Mit Hilfe der Farbvariablen wird die Fettabdeckung farblich differenziert.

Nach Augustini et al. (1997) wird zur Fettbestimmung zunächst ein Messbereich definiert, bei dem das enthäutungsbedingte Beschädigungsrisiko des Oberflächenfettes stark reduziert ist, keine Verschattung durch die Wölbung des Schlachtkörpers auftritt und von der Hautmuskulatur lediglich ein Teil des M. serratus ventralis erfasst wird, so das mit einer konstanten Felddbreite gearbeitet werden kann. Innerhalb des Messbereiches werden vier Farbklassen gebildet:

- Rot: sichtbares Fleisch, ein Bereich, an dem das Fettgewebe fehlt;
- Gelb: Fettgewebe, ein Bereich mit starker Fettabdeckung;
- Weiß: sehr helles Gewebe, bei dem die Fettabdeckung schwächer ist;
- Blau: Gewebe, das lediglich von der Muskelfascie bedeckt ist.

Aus den Einzelbildmaßen werden abgeleitete Größen (Quotienten, Produkte, quadratische Gleichungen) sowie Kombinationen mit dem Schlachtgewicht gebildet. Sie werden als Transformationen bezeichnet und stehen als zusätzliche Hilfsmerkmale (Kalb: n=354) zur Verfügung.

Bei der Videobildanalyse des VBS 2000 wird auf Basis der Bildvariablen, des amtlich festgestellten Schlachtgewichts und der Kategorie eine objektive Bewertung der Schlachtkörper vorgenommen. Im derzeit am Fleischcenter Hamm der Westfleisch eG installierten Gerät sind hierfür Schätzformeln aus den Untersuchungen von Branscheid et al. (1998) und Sönnichsen et al. (2005) implementiert. Mit diesen Schätzformeln wird die Handelsklasse der Rinderschlachtkörper, gemäß VO (EWG) Nr. 1208/81 vom 28. April 1981, mit jeweils drei Subklassen berechnet. Darüber hinaus wird die Zusammensetzung von Rinderschlachtkörpern in Bezug auf die wertbestimmenden Teilstücke und Gewebekomponenten geschätzt. Als Referenzmethode für die Entwicklung von entsprechenden Schätzformeln diente die grobgewebliche Zerlegung auf Basis der DLG-Schnittführung Rind und Kalb. Eine exakte Beschreibung dieser Standard-Schnittführungen ist den Anhangsübersichten A4 und A6 zu entnehmen. Nach

Branscheid et al. (1998a) ist die grobgewebliche Zerlegung der Schlachthälfte die exakteste Methode zur Erfassung der Schlachtkörperqualität. Für wissenschaftliche Zwecke gilt die DLG-Schnittführung anerkanntermaßen als Standardzerlegungsmethode. Jedoch wird in der Praxis nach handelsüblichen (kommerziellen) Schnittführungsspezifikationen zerlegt (Übersichten A5 und A7). Informationen über diese Zuschnitte sind für den Schlachtbetrieb von großem ökonomischen Interesse. Die Definition der Schnittführung ist für die Verifikation des VBS 2000 Systems von großer Wichtigkeit. Aus diesem Grund werden in den folgenden Kapiteln die Unterschiede zwischen DLG- und handelsüblicher Schnittführung (Westfleisch eG) näher beschrieben.

3.2 Schnittführungen

Allgemein kann die Zerlegung von Rinderschlachtkörpern in drei Arbeitsstufen differenziert werden. In der ersten Stufe wird die Abviertelung der Hälften in Vorder- und Hinterviertel vorgenommen. Daran schließt sich die Grobzerlegung in Teilstücke mit Knochen an, um eine einfachere Handhabung in der grobgeweblichen Zerlegung (Feinzerlegung), als letzte Stufe zur Gewinnung verkaufsfertig zugeschnittener Teilstücke, zu ermöglichen. Auf Grundlage der DLG-Spezifikationen werden Teilstücke und Gewebe von Rinderschlachtkörpern, die in der grobgeweblichen Zerlegung anfallen, folgenden Kategorien zugeordnet:

- Fleisch 1 (verkaufsfertig zugeschnittenes Teilstück zur Verwendung zum Kurzbraten, Braten und Kochen),
- Fleisch 2 (Fleisch zur Verwendung als kleinere Bratenstücke oder Gulasch),
- Fleisch 3 (Verarbeitungsfleisch),
- Fett und Sehnen,
- Knochen.

Auch bei handelsüblichem Zuschnitt wird eine vergleichbare Kategorisierung vorgenommen, die je nach Ausrichtung der Vermarktung noch weitergehender differenziert wird. Da sich die Zuschnitte primär an Wirbeln bzw. an mit den Wirbelkörpern verbundenen Rippen orientieren, bieten diese anatomischen Fixpunkte eine Möglichkeit, Unterschiede präzise zu beschreiben. Entlang der definierten Rippe

wird die Abtrennung durch den Interkostalraum vorgenommen. Die Zählweise der Rippen erfolgt üblicherweise in Richtung cranial-caudal.

3.2.1 Unterschiede zwischen DLG- und handelsüblicher Schnittführung beim Kalb

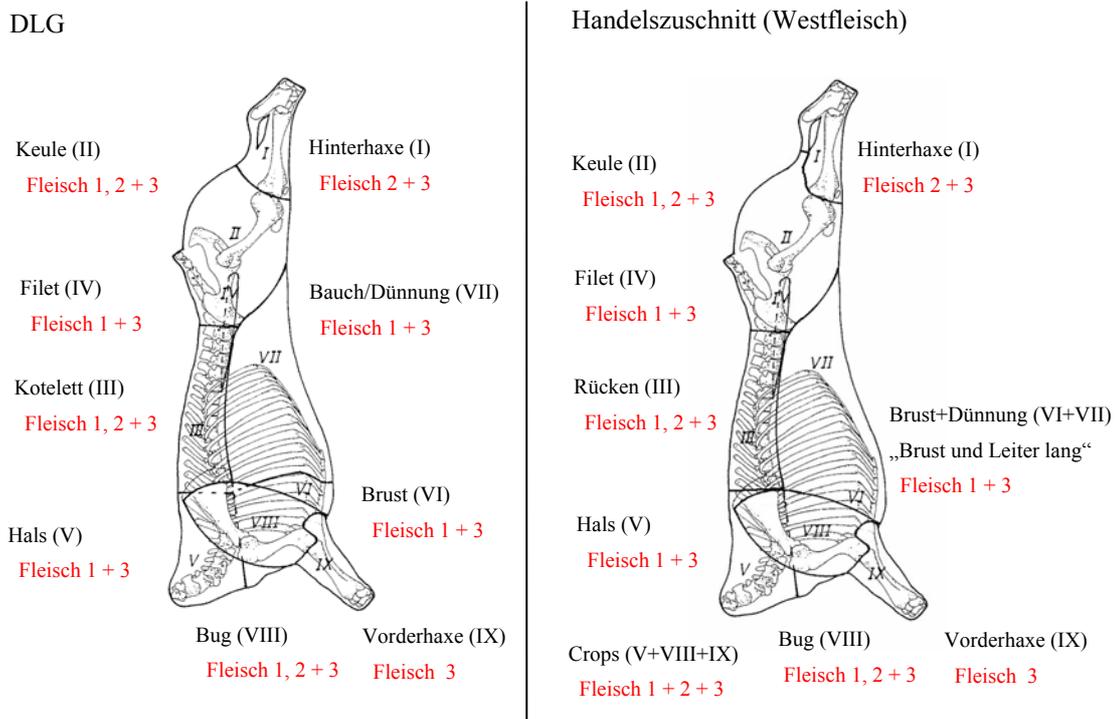


Abbildung 7: Schematische Darstellung von DLG- und handelsüblicher Schnittführung (Westfleisch eG) beim Kalb und Anfall der Fleischkategorien in der grobgeweblichen Zerlegung

Die Unterschiede zwischen DLG- und handelsüblicher Schnittführung beim Kalb werden in obiger Abbildung 7 schematisch dargestellt. Dabei lässt sich erkennen, dass die Hauptschnittführungslinien beider Zerlegungsschemata nur in geringem Maße von einander abweichen. Detailunterschiede sind in Übersicht 3 aufgeführt.

Übersicht 3: Unterschiede zwischen DLG- und handelsüblicher Schnittführung beim Kalb in der Grobzerlegung

Hauptteilstück	Spezifikation	DLG	Handel
Vorderviertel	Trennschnitt	4./5. Rippe	5./6. Rippe
Hinterviertel	Trennschnitt	4./5. Rippe	5./6. Rippe
Hinterhaxe		mit ½ Rosenstück	ohne Rosenstück
Kotelett/Rücken	Trennschnitt	4./5. Rippe	5./6. Rippe
Brust			mit Dünnung
Hals	Trennschnitt	4./5. Rippe	5./6. Rippe

Da der Trennschnitt der Abviertelung sich in seiner Position um eine Rippe unterscheidet, ergeben sich Abweichungen in der Rippenzahl zwischen DLG- und Handelsschnittführung bei Vorderviertel, Hinterviertel, Rücken und Hals um jeweils eine Rippe. Die Brust wird im Handelszuschnitt an der Dünnung belassen, zur Gewinnung des Teilstückes „Brust und Leiter lang“. Durch die Abtrennung dieses Handels-Teilstückes vom Vorderviertel wird das zusätzliche Teilstück „Crops“ erhalten. Eine Zusammenstellung weiterer handelsüblicher Teilstückzuschnitte ist Übersicht 4 zu entnehmen. Diese Teilstücke lassen sich als Kombination verschiedener DLG-Teilstücke beschreiben.

Übersicht 4: Handelsübliche Teilstücke beim Kalb

Bereich	Teilstück	Beschreibung nach DLG-Zuschnitt
	VVmL	Vorderviertel mit Dünnung (Lappen)
VV	Brust und Leiter	Brust und Dünnung
	Crops	Vorderviertel ohne Brust
	Bug wg	Bug mit Hinterhaxe
	Bug Fleisch 1	Dicker Bug, Schaufelstück und falsches Filet
	Pistole	Hinterhaxe, Keule, Kotelett und Filet
HV	Keule wg	Keule mit Hinterhaxe
	Keule Fleisch 1	Oberschale, Unterschale, Kugel und Blume (Hüfte)
	Rücken wg	Kotelett und Filet
	Rücken Fleisch 1	Kotelett Fleisch 1

Neben diesen definierbaren Abweichungen (Übersicht 3 und 4) ergeben sich weitere in der Schnittschärfe und der Trennung von Fleisch und Fett. So ist die

Praxisschnittführung auf die Maximierung des Ertrages an verkaufsfertig zugeschnittenen Teilstücken ausgerichtet. Diese Ausbeuteorientierung äußert sich in einer großzügiger angesetzten Schnittschärfe. Zudem wird subkutanes und intermuskuläres Fettgewebe am Muskelfleisch belassen, da man sich positive Auswirkungen auf den Genusswert des Fleisches verspricht.

3.2.2 Unterschiede zwischen DLG- und handelsüblicher Schnittführung beim Jungbullen

Ähnlich wie beim Kalb sind die Hauptschnitte bei DLG- und Handelsschnittführung beim Jungbullen ähnlich verlaufend (Abbildung 8).

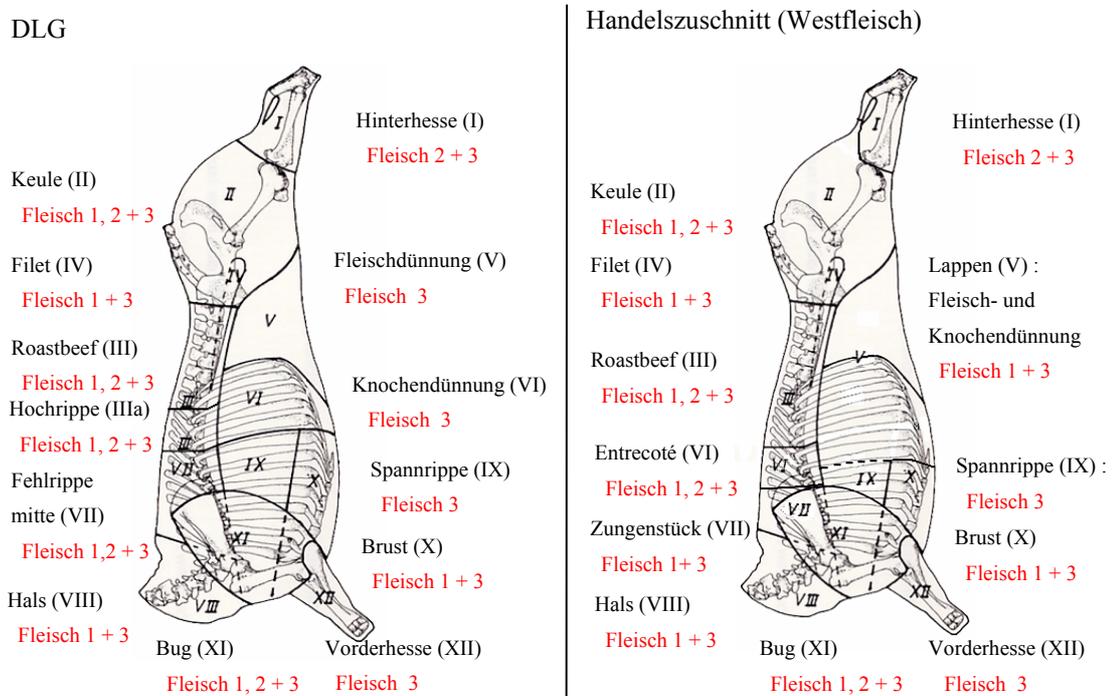


Abbildung 8: Schematische Darstellung von DLG- und handelsüblicher Schnittführung (Westfleisch eG) beim Jungbullen und Anfall der Fleischkategorien in der grobgeweblichen Zerlegung

Detailunterschiede lassen sich aus Übersicht 5 ablesen. Im Handelsschnitt wird bei der Abviertelung je nach Bedarf das Entrecoté entweder am VVmL, oder an der Pistole

belassen. Daraus resultieren zwei mögliche Trennschnitte bei der Abviertelung, wobei derjenige an der 8./9. Rippe der DLG-Schnittführung entspricht.

Übersicht 5: Unterschiede zwischen DLG- und handelsüblicher Schnittführung beim Jungbullen in der Grobzerlegung

Hauptteilstück	Spezifikation	DLG	Handel
VVmL	Trennschnitt	8./9. Rippe	(5./6. oder) 8./9. Rippe
Pistole	Trennschnitt	8./9. Rippe	(5./6. oder) 8./9. Rippe
Hinterhesse		mit ½ Rosenstück	ohne Rosenstück
Dünnung	Trennschnitt	8./9. Rippe	6./7. Rippe (oder 5./6.)
Roastbeef	Trennschnitt	11./12. Rippe	8./9. Rippe
Hochrippe	Trennschnitt	8./9. und 11./12. Rippe	nicht vorhanden
Entrecoté	Trennschnitt	nicht vorhanden	5./6. und 8./9. Rippe
Fehlrippe mitte	Trennschnitt	vor 1. und 8./9. Rippe	nicht vorhanden
Brust	Trennschnitt	8./9. Rippe	6./7. Rippe
Zungenstück	Trennschnitt	nicht vorhanden	5./6. Rippe (mit Hals)

Bei der handelsüblichen Abtrennung der Hinterhesse wird das Rosenstück nicht halbiert. Im Rückenbereich wird die DLG-Hochrippe dem Roastbeef zugeordnet. Die Dünnung wird in der grobgeweblichen Zerlegung an der 6./7. Rippe vom Vorderviertel getrennt, um den Brustmuskel nicht zu zerschneiden. Falls Vorderviertel (auf 5 Rippen) als ganzes Teilstück verkauft werden, wird der Trennschnitt stattdessen an der 5./6. Rippe durchgeführt. Das DLG-Teilstück „Fehlrippe mitte“ setzt sich nach Handelszuschnitt aus Entrecoté und Zungenstück zusammen. Zungenstück und Hals werden auf dieser Stufe der Zerlegung noch nicht voneinander getrennt.

Wie beim Kalb ist auch beim Jungbullen auf die Ausbeuteorientierung des Handelszuschnittes hinzuweisen. Zudem wird aus Grobteilstücken eine höhere Anzahl an Teilstücken der Fleischkategorie 1 durch eine weitergehende Differenzierung der Zuschnitte gewonnen. Dies ist bei Keule (Oberschale, Unterschale, Kugel, Steakhüfte, Tafelspitz und Bürgermeisterstück) und Lappen (Bavette Flanchét, Bavette groß Aloya) der Fall.

Wie bereits in Kapitel 2.4 erwähnt, erfolgte die Entwicklung der derzeit im VBS 2000 Gerät implementierten Formeln in einer früheren Untersuchung von Branscheid et al. (1998) an einer Stichprobe von Jungbullen der Genotypen Fleckvieh, Schwarzbunte und

Kreuzungen. Die VBS 2000 Schätzung der Teilstückgewichte bei Jungbullen orientiert sich überwiegend an der DLG-Schnittführung. Allerdings werden ebenfalls auch betriebsspezifische Teilstück- und Gewebegewichte geschätzt, die sich an den Zerlegespezifikationen süddeutscher Schlachthöfe (Südfleisch) anlehnen. Marginale Unterschiede zwischen Westfleisch- und Südfleisch-Betriebsschnittführungen sind vorstellbar, konnten allerdings im Rahmen der Untersuchung nicht weiter spezifiziert werden. Folgende derzeit im Gerät implementierten Schätzungen werden in dieser Untersuchung der weiteren Überprüfung unterzogen (Übersicht 6):

Übersicht 6: Schätzformeln des VBS 2000 zur Beurteilung der Schlachtkörperzusammensetzung bei Jungbullen

Bereich	Merkmal	Beschreibung nach DLG-Schnittführung	Schnittführung
VV	VVmL	Vorderviertel mit Knochen- und Fleishdünnung	DLG
	Bug	Bug	DLG
	Bug Fleisch 1	Dicker Bug, Schaufelstück und falsches Filet	DLG
HV	Pistole	Hinterhese, Keule, Roastbeef, Hochrippe und Filet	DLG
	Keule wg	Keule mit Hinterhese	Betriebsschnitt
	Keule	Keule	DLG
	Keule Fleisch 1	Oberschale, Unterschale, Kugel und Blume	DLG
	Roastbeef wg	Roastbeef, Hochrippe und Filet	DLG
	Roastbeef	Roastbeef und Hochrippe	DLG
	Roastbeef Fleisch 1	Fleisch 1 von Roastbeef und Hochrippe	DLG
	Filet	Filet	DLG
	Oberschale	Oberschale	DLG
Unterschale	Unterschale (Schwanzstück)	DLG	
Gesamt	Fleisch 1	Fleisch 1	Betriebsschnitt
	Fleisch 2	Fleisch 2	Betriebsschnitt
	Fleisch 3	Fleisch 3	Betriebsschnitt
	Fleisch gesamt	Fleisch gesamt	Betriebsschnitt

(Quelle: e+v-Technology GmbH, BfEL Kulmbach, eigene Recherchen)

Nach handelsüblichen Zuschnittsdefinitionen entspricht z.B. das Teilstück Keule wie gewachsen (wg) der DLG-Keule mit Hinterhese. Die Referenzermittlung wurde durch die BfEL (Kulmbach) vorgenommen, die als Standard-Referenzmethode zur grobgeweblichen Zerlegung von Rinderschlachtkörpern die DLG-Schnittführung

anwendet. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass die Zuordnung der Zerlegeprodukte in die Kategorien Fleisch 1, 2 und 3 sowie Fleisch gesamt (Betriebsschnitt) entsprechend der DLG-Definitionen für die Fleischkategorien erfolgte. Für die spätere Beurteilung der Schätzgenauigkeit des Systems ist die Schnittführungsinformation zu beachten.

3.3 Tiermaterial

Alle Untersuchungen zur Weiterentwicklung und Verifikation des VBS 2000 Gerätes sind im Fleischcenter Hamm der Westfleisch eG (Münster) an Feldmaterial durchgeführt worden. Dieser Schlachtbetrieb weist eine hohe Anzahl von Schlachtungen der untersuchten Rindfleischkategorien Kalb und Jungbulle auf.

Innerhalb des Zeitraums Oktober 2003 bis Februar 2005 wurden geschichtete Stichproben gezogen, wobei, differenziert nach der Kategorie, das amtlich festgestellte Schlachtgewicht und die gesetzlich vorgeschriebenen Handelsklassen als Stratifizierungskriterien dienten. Es wurde das Ziel verfolgt, eine möglichst gleichmäßige Besetzung der Klassen des Selektionsrasters zu erreichen.

3.3.1 Kälber

Zur Ableitung und Validierung von Schätzformeln wurden Kälberschlachtkörper vom VBS 2000 videobildanalytisch erfasst und grobgeweblich zerlegt. In der ersten, für die Entwicklung der Formeln benötigten Phase, wurden 125 Kälberschlachtkörper zur Ermittlung von Referenzwerten ausgewählt (Referenzstichprobe). In einer sich anschließenden zweiten Phase wurde eine weitere unabhängige Stichprobe, bestehend aus 128 selektierten Schlachtkörpern, zur Validierung der Schätzformeln erstellt (Validierungsstichprobe).

Ziel der Stichprobenermittlung war die Generierung von zufälligen Stichproben mit umfassender Repräsentativität für in Deutschland übliches Tiermaterial. Es wurden die Genotypen schwarz- und rotbunte Holstein Frisian, Kreuzungen, Fleckvieh und Galloway einbezogen. Grundsätzlich bestehen innerhalb der Kreuzung hinsichtlich Vater- und Mutterrassen weitere Differenzierungsoptionen. Aufgrund der geringen Stückzahl des Genotyps „Kreuzungen“ wird jedoch keine weitergehende Unterteilung vorgenommen.

Tabelle 9: Beschreibung des Schlachtgewichts der Kälber nach Genotypen (in kg)

Genotyp	n	x	SD	CV (%)	Min	Max
Referenzstichprobe						
Schwarzbunte	75	133,4	17,6	13,2	95,0	176,0
Kreuzungen	27	144,9	19,3	13,4	105,0	172,5
Rotbunte	21	131,0	22,5	17,2	94,5	196,5
Fleckvieh	2	150,5	19,8	13,2	136,5	164,5
Gesamt	125	135,7	19,4	14,3	94,5	196,5
Validierungsstichprobe						
Schwarzbunte	105	141,4	14,4	10,2	105,0	173,0
Rotbunte	13	142,5	17,1	12,0	109,0	169,0
Kreuzungen	8	144,9	22,9	15,8	120,0	187,0
Galloway	2	159,0	7,1	4,4	154,0	164,0
Gesamt	128	142,0	15,2	10,7	105,0	187,0

Des Weiteren wurde das Ziel verfolgt, eine möglichst gleichmäßige Abdeckung der Handelsklassen und des praxisüblichen Gewichtsbereichs zu erreichen. Das mittlere Schlachtgewicht (ZMP 2004) aller in Deutschland gewerblich geschlachteten Kälber (120 kg) wurde in beiden Stichproben überschritten (Tabelle 9). Insgesamt wurden jedoch alle Gewichtsbereiche abgedeckt. Die Validierungsstichprobe sollte das praxisübliche Kälberschlachtieraufkommen der Westfleisch eG reflektieren. Kälber mit einem Schlachtgewicht unter 100 kg und die Fleischigkeitsklassen E und P wurden dabei nicht berücksichtigt. Die genotypische Struktur dieser Stichprobe entspricht, bis auf die Rasse Galloway anstelle des Deutschen Fleckviehs, der Referenz. In der folgenden Tabelle 10 wird die Strukturierung der Stichprobe anhand der gesetzlich vorgeschriebenen Handelsklassen beschrieben.

Tabelle 10: Absolute Häufigkeiten der Kälberschlachtkörper nach Handelsklassen

Fettgewebeklasse	Fleischigkeitsklasse					
	E	U	R	O	P	E – P
Referenzstichprobe						
1			2	8	7	17
2	4	10	24	34	13	85
3	1	5	10	7		23
1 – 3	5	15	36	49	20	125
Validierungsstichprobe						
1				2		2
2		1	29	31		61
3		7	29	29		65
1 – 3		8	58	62		128

Eine Konzentration auf die Fleischigkeitsklassen R und O in den Fettstufen 2 und 3 ist ersichtlich (Tabelle 10). Die Fettgewebeklassen 4 und 5 sind nicht besetzt worden. Sie werden in der Klassifizierung der Kategorie Kalb in sehr geringem Maße frequentiert.

3.3.2 Jungbullen

Bei den Jungbullen erfolgte ausschließlich eine Validierung der derzeit implementierten VBS-Schätzformeln. Hierzu wurden zwei Stichproben von Jungbullenschlachtkörpern erstellt. Zum einen wurden Schlachtkörper zur Validierung der Schätzformeln zerlegt (Validierungsstichprobe). Zum anderen wurden wiederholt Messungen mit identischen Schlachtkörpern durchgeführt (Wiederholbarkeitsstichprobe).

Die Selektion der Jungbullen zur Zerlegung orientierte sich an Vorgaben des Qualitätsfleischprogramms „Transparind“ der Westfleisch eG. Dementsprechend wurde eine repräsentative Stichprobe zur Validierung existenter VIA-Schätzformeln und zur Referenzbildung für ein Handelswertmodell gezogen. Schlachtkörper mit einem Schlachtgewicht unter 320 kg fanden keine Berücksichtigung. Es wurden primär die Genotypen Deutsches Fleckvieh, Kreuzungen, Deutsches Braunvieh sowie schwarz- und rotbunte Holstein Frisian einbezogen. Damit ist das Spektrum der am häufigsten in Deutschland auftretenden Genotypen abgedeckt. Der Gruppe „Kreuzungen“ wurde aufgrund der geringen Stückzahl nicht weitergehend genotypisch differenziert.

Tabelle 11: Beschreibung des Schlachtgewichts der zur Zerlegung selektierten Jungbullen nach Genotypen (in kg)

Genotyp	n	x	SD	CV (%)	Min	Max
Fleckvieh	50	409,5	30,0	7,3	350,5	478,5
Kreuzungen	15	391,1	28,5	7,3	347,5	441,0
Braunvieh	9	359,2	22,5	6,3	328,5	389,0
Rotbunte	7	352,2	12,5	3,5	339,0	369,5
Schwarzbunte	6	358,9	17,4	4,9	333,5	385,5
Andere	3	387,2	23,3	6,0	373,0	414,0
Gesamt	90	392,8	34,5	8,8	328,5	478,5

In Tabelle 11 ist ersichtlich, dass das durchschnittliche Schlachtgewicht um 29 kg höher ist als das Mittel aller im Jahr 2003 in Deutschland gewerblich geschlachteten Jungbullen (ZMP 2004). Programmspezifische Vorgaben verlangen ausgemästete Jungbullen und stehen in kausalem Zusammenhang zum höheren Schlachtgewicht.

Die Fleischigkeitsklassen U, R und O mit dem Verfettungsgrad 2 und 3 stellen insgesamt 89 % des Aufkommens an Jungbullenschlachtskörpern in Deutschland dar (ZMP 2004). In der vorliegenden Untersuchung wurden diese Klassen abgedeckt.

Tabelle 12: Absolute Häufigkeiten der zur Zerlegung selektierten Jungbullenschlachtskörper nach Handelsklassen

Fettgewebeklasse	Fleischigkeitsklasse			
	U	R	O	U-O
2	15	15	7	37
3	15	15	23	53
2-3	30	30	30	90

Aus Tabelle 12 geht hervor, dass eine gleichmäßige Besetzung der Fleischigkeitsklasse O, aufgrund geringer Stückzahlen in der Fettgewebeklasse 2, nicht möglich war. Um den Zielwert (n=30) zu erfüllen, wurde eine Ergänzung durch Tiermaterial der Fettgewebeklasse 3 vorgenommen.

In der Wiederholbarkeitsstichprobe wurden an insgesamt 100 Schlachtskörpern jeweils fünf Wiederholungsmessungen mit dem VBS 2000 durchgeführt (Tabelle 13). Da die

Messungen nur vor größeren Schlachtpausen und zum Ende der Schlachtung möglich waren, wurden die Stratifizierungskriterien weiter gefasst. So wurden auch Jungbullen mit einem Schlachtgewicht unterhalb von 320 kg, der Fleischigkeitsklasse P und einer Fettgewebeauflage der Klasse 4 einbezogen.

Tabelle 13: Beschreibung des Schlachtgewichts der wiederholt gemessenen Jungbullen nach Genotypen (in kg)

Genotyp	n	x	SD	CV (%)	Min	Max
Fleckvieh	45	400,9	44,4	11,1	288,5	483,5
Kreuzungen	21	378,8	32,2	8,5	316,5	425,5
Schwarzbunte	18	348,7	29,1	8,3	284,5	419,5
Braunvieh	10	364,6	55,8	15,3	251,0	423,0
Rotbunte	5	304,8	67,8	22,3	202,0	363,5
Andere	1	469,5	-	-	-	-
Gesamt	100	379,1	49,7	13,1	202,0	483,5

In Tabelle 13 wird deutlich, dass aufgrund der fehlenden Schlachtgewichtsuntergrenze der CV des Schlachtgewichts in dieser Stichprobe (13,1 %) höher ist, als in der Zerlegestichprobe.

Tabelle 14: Absolute Häufigkeiten der wiederholt gemessenen Jungbullenschlachtkörper nach Handelsklassen

Fettgewebeauflage	Fleischigkeitsklasse				
	U	R	O	P	U-P
2	5	15	4	4	28
3	6	43	14	3	66
4	3	2	1		6
2-4	14	60	19	7	100

Wie Tabelle 14 zeigt, konnten die Handelsklassen nicht gleichmäßig besetzt werden. Es wird die größte absolute Häufigkeit in Klasse R3 erreicht.

Die selektierten Schlachtkörper wurden, mit Ausnahme der wiederholt gemessenen Jungbullenschlachtkörper, der Zerlegung zugeführt. Auf die Durchführung der

Zerlegungen und die im Zerlegeprozess erhobenen Gewichtsinformationen wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

3.4 Durchführung der Zerlegungen

Für die Untersuchungen wurde jeweils die linke Hälfte der selektierten Schlachtkörper von erfahrenem Personal standardisiert grobgeweblich zerlegt. Während der Stichprobe wurden Personalwechsel unterbunden und die Aufgaben so verteilt, dass von einem bestimmten Zerleger immer gleiche Zuschnitte durchgeführt wurden. Ziel war es, den Standardisierungsgrad der Arbeitsabläufe zu maximieren.

In jeder Zerlegestufe wurden die Gewichte von allen anfallenden Teilstücken und Geweben der Hälften einzeltierbezogen erfasst. Die ermittelten Gewichtsinformationen werden nachfolgend tabellarisch dargestellt. Dabei wird zwischen Gewichtsgrößen, die in der Grobzerlegung und denjenigen, die in der grobgeweblichen Zerlegung erhoben wurden, unterschieden. Sie werden mit Hilfe der statistischen Maße Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (SD), Variationskoeffizient (CV), Minimum (Min) und Maximum (Max) beschrieben. Die grobgewebliche Zerlegung wird im Weiteren als „Feinzerlegung“ bezeichnet.

3.4.1 Kälberschlachtkörper

3.4.1.1 Referenzstichprobe

Zur Ermittlung von Teilstückgewichten, die als Referenzinformationen für die Entwicklung von Schätzformeln dienen sollen, wurden die linken Hälften von in Hamm geschlachteten Kälbern zur BfEL nach Kulmbach verbracht und im dortigen Zerletechnikum grobgeweblich nach DLG-Schnittführung zerlegt. Zudem wurden handelsübliche Teilstückzuschnitte berücksichtigt. Die erhobenen Gewichtsinformationen werden in den folgenden Tabellen, untergliedert in Grob- und Feinzerlegung, dargestellt.

In Tabelle 15 ist ersichtlich, dass sich die Variationskoeffizienten aller Teilstücke aus der Grobzerlegung oberhalb von 10 % befinden.

Tabelle 15: Beschreibung der angefallenen Gewichte aus der Grobzerlegung von Kälberschlachtkörpern (n=125; in kg)

Bereich	Bezeichnung	x	SD	CV (%)	Min	Max
VV	VVmL	33,1	5,4	16,5	22,5	49,1
	Vorderviertel	23,6	3,5	14,6	15,8	33,0
	Lappen	9,5	2,1	22,6	5,4	16,1
	Brust und Leiter	12,7	2,6	20,9	7,6	20,3
	Brust	3,2	0,6	19,0	2,0	4,6
	Crops	20,4	3,0	14,5	13,7	28,8
	Hals	8,5	1,5	17,4	5,6	13,4
	Bug wg	11,9	1,6	13,5	8,0	16,6
	Bug	9,6	1,4	14,5	6,4	13,6
	Vorderhaxe	2,3	0,3	10,9	1,6	3,0
HV	Hinterviertel	42,8	6,4	15,0	30,2	64,8
	Pistole	33,2	4,5	13,5	23,3	48,8
	Keule wg	24,2	3,1	12,8	17,1	34,3
	Keule	20,5	2,8	13,5	14,5	29,5
	Rücken wg	9,0	1,5	16,6	5,5	14,5
	Rücken	7,6	1,3	17,0	4,5	12,5
	Filet	1,3	0,2	15,8	0,9	2,0
	Hinterhaxe	3,7	0,4	10,6	2,5	4,7
Gesamt	Hälfte	66,3	9,8	14,8	45,8	97,8

Das Streuungsmaß (CV) ist bei allen Teilstücken aus der Feinzerlegung tendenziell höher als bei denen aus der Grobzerlegung (im Vergleich von Tabelle 15 und 16). In dieser letzten Zerlegestufe werden unter anderem die Fleischkategorien 1, 2 und 3 ermittelt. Diese Information ist in der zusätzlichen Spalte „Kategorie“ (Kat) aufgeführt (Tabelle 16). Insgesamt kennzeichnen große Spannweiten und hohe Variationskoeffizienten den repräsentativen Charakter der Referenzstichprobe.

Tabelle 16: Beschreibung der angefallenen Gewichte aus der Feinzerlegung von Kälberschlachtkörpern (n=125; in kg)

Bereich	Bezeichnung	Kat	x	SD	CV (%)	Min	Max
VV	Lappen	1	6,0	1,3	21,9	3,1	9,8
	Brust	1	1,5	0,3	18,4	1,0	2,1
	Hals	1	3,3	0,6	19,7	2,2	5,3
	Bug	1	3,9	0,6	16,5	2,6	5,7
	Vorderhaxe (gesägt)		1,5	0,2	12,7	1,0	2,0
HV	Keule	1	12,5	1,9	15,5	8,8	18,2
	Rücken	1	4,1	0,8	19,3	2,4	6,6
	Filet	1	0,9	0,1	15,9	0,6	1,3
	Oberschale	1	3,9	0,6	15,8	2,8	5,7
	Unterschale	1	3,1	0,5	16,5	2,2	4,6
	Blume (Hüfte)	1	2,5	0,4	17,0	1,7	3,6
	Kugel	1	2,9	0,4	15,1	2,0	4,5
	Hinterhaxe (gesägt)		2,1	0,2	10,3	1,5	2,7
Gesamt	Fett / Sehnen		7,8	2,4	31,2	3,7	15,6
	Knochen		13,5	1,4	10,6	9,6	17,3
	Fleisch 1		32,1	5,4	16,7	21,7	48,1
	Fleisch 2		2,5	0,5	19,9	1,4	4,1
	Fleisch 3		10,2	1,6	15,4	6,6	14,2
	Fleisch gesamt		44,9	6,9	15,3	30,9	65,2

Gewichte der im Zerlegeprozess anfallenden verkaufsfertigen Teilstücke (Fleisch 1), Fleischabschnitte (Fleisch 2 und Fleisch 3), Fett/Sehnen sowie Knochen werden im Bereich „Gesamt“ zusammengefasst dargestellt.

3.4.1.2 Validierungsstichprobe

Die Zerlegungen zur Validierung der ermittelten Schätzformeln wurden im Schlachtbetrieb in Hamm nach handelsüblicher Schnittführung unter Versuchsbedingungen durchgeführt. DLG-Zuschnitte wurden, soweit sie definitionsgemäß übereinstimmend waren, berücksichtigt. Entsprechend der Referenzstichprobe werden die erhobenen Gewichtsinformationen in den folgenden Tabellen 17 und 18 dargestellt.

Tabelle 17: Beschreibung der angefallenen Gewichte aus der Grobzerlegung von Kälberschlachtkörpern (n=128; in kg)

Bereich	Bezeichnung	x	SD	CV (%)	Min	Max
VV	VVmL	35,9	4,4	12,2	25,8	48,4
	Brust und Leiter	14,8	2,2	14,8	9,5	21,2
	Crops	21,1	2,4	11,2	16,1	27,2
	Hals	9,2	1,2	12,9	6,7	12,2
	Bug wg	11,9	1,3	11,2	9,2	15,8
	Bug	9,3	1,1	12,2	6,9	12,6
	Vorderhaxe	2,6	0,3	9,5	2,0	3,2
HV	Pistole	33,5	3,3	9,9	24,8	44,2
	Keule wg	24,6	2,3	9,4	18,5	31,2
	Keule	21,3	2,7	13,3	14,5	29,5
	Rücken wg	9,0	1,1	12,5	6,3	13,0
	Rücken	7,6	1,0	12,8	5,2	10,9
	Filet	1,4	0,2	13,7	1,0	2,1
	Hinterhaxe	3,3	0,3	9,1	2,6	4,1
Gesamt	Hälfte	69,5	7,6	10,9	50,6	92,6

Gegenüber der Referenzstichprobe sind die Variationskoeffizienten tendenziell geringer (Tabelle 17). Diese niedrigeren Streuungsmaße stehen vermutlich mit den geringeren Spannweiten der Teilstückgewichte im Zusammenhang. Die Gewichtsinformationen über die Teilstücke Vorderviertel, Hinterviertel, Dünnung und Brust konnten aufgrund von Vermarktungsvorgaben in dieser Stichprobe nicht ermittelt werden.

Tabelle 18: Beschreibung der angefallenen Gewichte aus der Feinzerlegung von Kälberschlachtkörpern (n=128; in kg)

Bereich	Bezeichnung	Kat	x	SD	CV (%)	Min	Max
VV	Brust und Leiter	1	9,1	1,5	16,1	6,0	13,9
	Hals	1	5,0	0,7	14,7	3,3	7,0
	Bug	1	4,6	0,6	12,5	3,3	6,6
	Vorderhaxe (gesägt)		1,4	0,2	11,9	1,0	1,8
HV	Keule	1	14,1	1,4	10,2	10,8	19,0
	Rücken	1	4,5	0,7	15,2	3,0	6,7
	Filet	1	1,2	0,1	12,9	0,9	1,7
	Oberschale	1	4,4	0,5	10,4	3,5	5,9
	Unterschale	1	3,3	0,4	11,3	2,4	4,3
	Blume (Hüfte)	1	3,0	0,4	13,7	2,2	4,6
	Kugel	1	3,4	0,3	9,8	2,5	4,2
	Rosenstück	1	1,2	0,2	12,6	0,9	1,7
	Hinterhaxe (gesägt)		2,2	0,2	9,7	1,7	2,8
Gesamt	Fett / Sehnen		3,8	0,8	20,1	1,6	6,4
	Knochen		15,8	1,6	10,0	11,0	20,5
	Fleisch 1		39,6	4,8	12,2	28,6	56,5
	Fleisch 2		1,7	0,4	23,1	0,9	2,8
	Fleisch 3		5,1	0,8	15,8	3,1	7,7
	Fleisch gesamt		46,4	5,5	11,8	33,1	64,3

Durch die Kalbfleischvermarktung wurden Untergrenzen für das Schlachtgewicht in der Validierungsstichprobe vorgegeben. Damit können die gegenüber der Referenzstichprobe durchweg etwas kleineren Spannweiten und Variationskoeffizienten begründet werden (Tabelle 18). Gewichtsinformationen über die Teilstücke Lappen und Brust waren als Konsequenzen der Grobzerlegung nicht ermittelbar. Das Gewicht des Rosenstückes wurde zusätzlich erhoben.

3.4.2 Jungbullenschlachtkörper

Die Zerlegung von Jungbullenschlachtkörpern wurde im Schlachtbetrieb Hamm unter Versuchsbedingungen durchgeführt. In den folgenden Tabellen 19 und 20 werden die gewonnenen Gewichtsinformationen, untergliedert in Grob- und Feinzerlegung, charakterisiert.

Tabelle 19: Beschreibung der angefallenen Gewichte aus der Grobzerlegung von Jungbullenschlachtkörpern (n=90; in kg)

Bereich	Bezeichnung	x	SD	CV (%)	Min	Max
VV	VVmL	111,9	10,2	9,1	92,7	134,6
	Lappen	26,0	2,9	11,1	18,4	33,4
	Brust	19,9	2,3	11,5	15,7	26,7
	Zungenstück (mit Hals)	27,6	3,1	11,2	20,8	35,3
	Bug	26,4	2,6	9,7	21,6	32,6
	Vorderhese	5,9	0,5	8,4	4,7	7,2
HV	Pistole	79,3	7,2	9,1	65,4	100,1
	Keule wg	60,1	5,5	9,2	49,5	76,4
	Keule	53,3	5,1	9,6	43,3	68,1
	Roastbeef wg	19,2	1,9	9,7	15,4	23,7
	Roastbeef	15,2	1,5	10,1	12,3	19,2
	Entrécote	6,0	0,7	11,8	4,5	7,6
	Filet	4,0	0,5	11,2	3,0	5,1
	Hinterhese	6,8	0,5	8,0	5,7	8,3
Gesamt	Hälfte	191,2	16,7	8,8	161,2	232,2

Es ist darauf hinzuweisen, dass sich die Gewichte des Vorderviertels mit Lappen (VVmL) und der Pistole auf den Wirbelsäulen-Trennschnitt in Höhe der 8./9.Rippe beziehen (Tabelle 19). Der Lappen wurde an der 6./7 Rippe vom VVmL abgetrennt. Teilstückgewichte aus der Feinzerlegung in Tabelle 20 weisen auch beim Jungbullen höhere Variationskoeffizienten auf als diejenigen aus der Grobzerlegung.

Tabelle 20: Beschreibung der angefallenen Gewichte aus der Feinerlegung von Jungbullenschlachtkörpern (n=90; in kg)

Bereich	Bezeichnung	Kat	x	SD	CV (%)	Min	Max
VV	Cappas	3	6,7	1,3	19,7	3,9	10,7
	Lappen 8020	3	9,4	1,4	15,2	6,2	13,2
	Bavette groß Aloya	1	1,2	0,2	20,3	0,6	1,8
	Bavette Flanchet	1	0,7	0,2	21,8	0,3	1,1
	Brust	1	3,1	0,9	28,6	1,5	5,7
	Zungenstück	1	8,5	1,1	13,0	6,2	12,1
	Hals	1	9,8	1,9	19,1	6,2	14,0
	Bug	1	12,1	1,3	10,9	9,8	15,4
	Vorderbein		3,4	0,3	10,1	2,4	4,2
HV	Keule	1	34,5	4,3	12,5	26,2	47,8
	Roastbeef	1	7,3	1,0	13,5	5,3	9,3
	Entrécote	1	2,3	0,4	15,5	1,5	3,2
	Filet	1	2,5	0,4	15,2	1,7	3,3
	Oberschale	1	11,0	1,4	12,4	8,1	14,9
	Unterschale	1	9,7	1,4	14,1	7,0	13,7
	Kugel	1	6,5	0,7	10,4	5,0	8,8
	Steakhüfte	1	3,5	0,6	16,5	2,3	5,2
	Tafelspitz	1	2,5	0,4	16,3	1,8	3,6
	Bürgermeisterstück	1	1,4	0,3	17,6	0,8	2,0
	Rosenstück	1	2,4	0,3	11,6	1,8	3,1
	Hinterhesse gesägt		3,7	0,3	9,2	2,9	4,4
Gesamt	Hackfleisch HVO	2	18,9	2,9	15,1	14,6	29,5
	Verarbeitungsfleisch	3	18,6	2,2	11,9	14,2	25,4
	Vliesfleisch	3	0,7	0,2	26,1	0,2	1,0
	Kutterfleisch	3	1,0	0,6	59,3	0,0	3,1
	Fett		8,8	2,6	29,2	3,3	15,6
	Sehnen		3,7	0,7	17,6	2,4	5,9
	Risikoknochen		11,1	1,0	9,4	8,5	14,7
	Röhrenknochen		5,8	0,5	8,7	4,5	7,4
	Knochen		14,9	1,3	8,9	12,2	19,2
	Fleisch 1		84,3	10,1	12,0	65,3	109,6
	Fleisch 2		18,9	2,9	15,1	14,6	29,5
	Fleisch 3		36,4	3,7	10,1	34,1	44,2
	Fleisch gesamt		139,6	14,3	10,2	113,4	172,2

3.5 Statistische Auswertungsmethoden

Alle in der Videobildanalyse gewonnenen Informationen wurden vollautomatisch tierbezogen in Datenbanken archiviert. Die statischen Auswertungen und Modellberechnungen wurden mit dem Programmpaket SAS V.9 (SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA) durchgeführt.

3.5.1 Regressionsmethode

Grundprinzip der Schätzformelentwicklung für die Bestimmung der Teilstück- und Gewebekomponenten von Kälberschlachtkörpern ist das in SAS implementierte Partial-Least-Square-Verfahren (PLS), das ursprünglich durch den Ökonometriker Wold (1966) entwickelt wurde. Tholen et al. (2003) schätzten mit diesem Verfahren den Muskelfleischanteil beim Schwein auf Basis von Ultraschallmesswerten und erzielten damit geringfügig höhere Genauigkeiten als mit Hilfe der Ordinary-Least-Square (OLS) Regressionsmethode „Stepwise“.

OLS-Verfahren, wie sie von Madsen et al. (1996), Augustini et al. (1997), Branscheid et al. (1998), Allen et al. (2000) und Sönnichsen et al. (2005) im Zusammenhang mit der Videobildanalyse von Rinderschlachtkörpern angewendet wurden, minimieren den Schätzfehler, indem sie lineare Funktionen suchen, die möglichst viel der Variation des Zielmerkmals erklären.

Das hier angewandte PLS-Verfahren ist eine lineare Regressionsmethode, die das Ziel verfolgt, gleichzeitig die Prädiktor- und Zielmerkmalsvarianz möglichst genau zu erklären. Das bedeutet, es wird mit Hilfe von linearen Regressionsformeln versucht, neben der Minimierung des Schätzfehlers auch möglichst viel der Variation der Prädiktoren zu erklären. Dies geschieht unter der Annahme, dass die Ausrichtung geprüfter Prädiktoren zu einer Verbesserung der Schätzung neuer Beobachtungen führt, wenn sie hochkorreliert sind (SAS OnlineDoc 1999). Diese Regressionsmethode ist insbesondere geeignet für die Konstruktion von Schätzmodellen im Falle von sehr vielen und hoch-kollinearen Variablen (Tobias 1995).

In der PLS-Prozedur implementierte Techniken extrahieren sukzessive Linear-Kombinationen der Prädiktoren, die als Faktoren (Hauptkomponenten/latente Faktoren) bezeichnet werden. Bei der Berechnung der Faktoren werden die beiden oben genannten Ziele optimal balanciert. Die Faktoren sind untereinander unkorreliert. Nach der Ermittlung des ersten Faktors prüft PLS die Schätzgenauigkeit der

Regressionsformel. Anschließend wird versucht, durch die Extraktion eines weiteren Faktors die Varianz der Residuen von Zielmerkmalen und Prädiktoren aus der Schätzung mit dem zuvor berechneten Faktor zu erklären und dabei eine signifikante Erhöhung der Schätzgenauigkeit zu erreichen.

Wesentliche Entscheidungskriterien für die Extraktion und Auswahl von Faktoren in der PLS-Analyse liefert die so genannte Predicted Residual Sum of Squares (PRESS)-Statistik (van der Voet 1994). Hierbei wird der Schätzfehler Root-Mean-PRESS (RMP) des mit Hilfe der extrahierten Faktoren ermittelten Modells durch Kreuzvalidierung berechnet. Diese PRESS Residuen sind wahre Schätzfehler, da die Schätzwerte ($\hat{y}_{i,-i}$) unabhängig von den Zielgrößen (y_i) sind (Myers 1986). Es wird anschließend die Anzahl von Faktoren gewählt, bei der keine weitere signifikante Verminderung des RMP zu verzeichnen ist (Minimierung der Faktoranzahl). Für die Ermittlung der Signifikanz p verwendet van der Voet (1994) Hotelling's T^2 -Statistik.

In Abbildung 9 wird beispielhaft die Optimierung der Anzahl extrahierter Faktoren in der PLS-Modellierung verdeutlicht. Die optimale (minimale) Anzahl von Faktoren ergibt sich, nachdem die Signifikanzschwelle α durch den p -Wert erstmalig überschritten wurde.

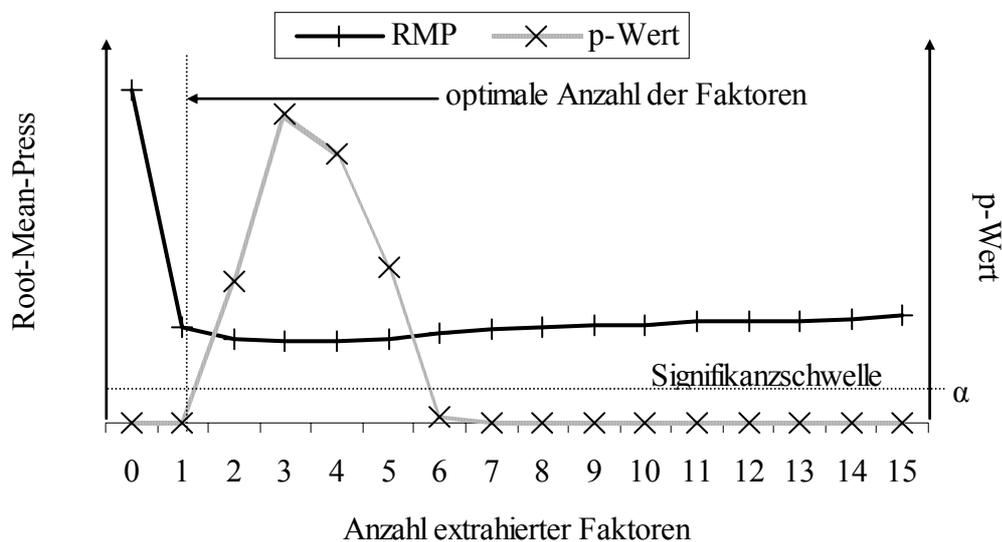


Abbildung 9: Optimierung der Anzahl extrahierter Faktoren mit Hilfe des Vorschlags von van der Voet (1994)

Der RMP ist ein empfehlenswerteres Aussagekriterium für die Beurteilung von Schätzmodellen als der Mean-Square-Error (Høisgaard and Causeur 2003). Er ist als Approximation des Schätzfehlers zu verstehen, der sich aus der Validierung der Formel an einer unabhängigen Stichprobe ergibt (RMSEV). Aufgrund dieser Eigenschaft ist ein im Vergleich geringfügig höherer RMP zu erwarten als bei der Genauigkeitsüberprüfung von Schätzformeln auf Basis einer OLS-Regressionsmethode, in welcher der Kalibrierungsschätzfehler RMSEC üblicherweise berechnet wird. Dies belegen statistische Analysen der Autoren. Aufgrund der Berechnungsweise ist der Schätzfehler RMP nicht mit dem RMSEC vergleichbar.

Bei der Schätzung der Teilstück- und Gewebekomponenten von Schlachtkörpern auf Basis der OLS-Regressionsanalyse wird mit einer möglichst geringen Anzahl an Hilfsmerkmalen versucht, eine genaue Schätzung zu generieren. Dadurch soll eine Überanpassung („Overfitting“) von Modellen an das Tiermaterial vermieden werden.

Wegen der spezifischen Eigenschaft der PLS-Regressionsanalyse parallel möglichst viel der Prädiktor- und Zielmerkmalsvarianz zu erklären, ist es nicht ausreichend, nur die Anzahl der im Modell verwendeten Prädiktoren zu betrachten. Es ist nicht zwangsläufig so, dass bei diesem statistischen Verfahren durch zu viele Prädiktoren eine Überanpassung verursacht wird. Die Komplexität des PLS-Verfahrens macht es erforderlich, auch die sukzessive extrahierten Hauptkomponenten (Faktoren) in die Beurteilung mit einzubeziehen. Ihre Anzahl kann als Indikator für ein „Overfitting“ der Schätzformel gesehen werden. Standardmäßig werden in der PLS-Analyse maximal 15 Hauptkomponenten extrahiert, um eine Überanpassung zu vermeiden (SAS OnlineDoc 1999).

Die in dieser Untersuchung durchgeführte Ermittlung von Schätzformeln mit dem PLS-Verfahren lässt sich in Matrixschreibweise folgendermaßen allgemeingültig formulieren (Berechnungsstufen):

1. Stufe: Berechnung der Faktoren

$$T = XW,$$

wobei,

X = Matrix der Prädiktoren

W = Matrix der Gewichtungsfaktoren (Weights)

2. Stufe: Berechnung einer linearen Regression

$$Y = TQ + E,$$

wobei,

Q = Matrix der Regressionskoeffizienten (Loadings)

E = Matrix der Restfehler

Sobald Q berechnet wurde, entspricht das Regressionsmodell der folgenden Formel, die als Schätzgleichung verwendbar ist:

$$Y = XB + E,$$

wobei,

$$B = WQ$$

E = Matrix der Restfehler

Mit Hilfe der Residuen E werden die Schritte 1 und 2 solange wiederholt, bis keine signifikante Reduktion des RMP festzustellen ist.

Neben der Festlegung der minimalen Anzahl Hauptfaktoren ist ähnlich wie bei der OLS-Regressionstechnik „Stepwise“ eine Reduktion der Anzahl Prädiktorvariablen sinnvoll. Diese Reduktion kann auf der Basis des sogenannten VIP-Faktors (VIP=Variable Importance for Projection), der die Bedeutung eines Prädiktor für die PLS Regressionsgleichung charakterisiert, festgelegt werden (Wold, 1994).

Die VIP wird folgendermaßen berechnet:

3. Stufe: Berechnung des VIP-Faktors für Prädiktor i:

$$VIP_i = \left(\left(\frac{Q_i * W^2}{\sum Q} \right) * N \right)^{\frac{1}{2}} \quad (N = \text{Anzahl verfügbarer Prädiktoren})$$

Wold (1994) empfiehlt als heuristischen Schwellenwert für Schätzmodelle nur Prädiktoren mit einem VIP-Faktor größer als 0,8 zu verwenden. Mit diesem Schwellenwert ließen sich in dieser Untersuchung keine nennenswerten Reduktionen der Prädiktoren erzielen. Anstelle dessen wurde versucht, die Anzahl benötigter Prädiktoren nach dem nachfolgend beschriebenen Verfahren zu optimieren. Dabei wurde das Ziel verfolgt, ähnlich wie bei der Festlegung der Anzahl Faktoren, möglichst stabile Schätzfunktionen zu berechnen. Zu diesem Zweck wurde zunächst ohne Einschränkung der Prädiktoren eine PLS-Analyse durchgeführt und die VIP's der Prädiktoren berechnet. Anschließend wurde in aufeinander folgenden PLS-Analysen (Prädiktorenanalyse) sukzessive die Anzahl Prädiktoren in der Reihenfolge ihrer VIP's erhöht. Die Analysensequenz wurde abgebrochen, wenn der VIP der neu hinzugekommen Variable einen Wert kleiner als 0,8 aufwies. Bei jeder Prädiktorenanalyse wurde, bei optimierter Faktoranzahl, der RMP berechnet. Erstes Entscheidungskriterium bei der Festlegung des endgültigen Modells war der minimale RMP. Stellte sich heraus, dass der relative RMP bei einem Prädiktorenmodell mit einer geringeren Faktorenanzahl nur um 0,1 % höher lag, so wurde dieses ausgewählt.

Aus der Anwendung des PLS-Verfahrens resultiert eine lineare Regressionsfunktion der Form:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i, \text{ für } i=1, 2, \dots, n; \varepsilon \sim N(0, \sigma^2),$$

wobei,

Y_i = i-ter Schätzwert

X_{ij} = j-ter Prädiktor des i-ten Schätzwertes

β_j = j-ter Regressionskoeffizient

ε_i = Restfehler mit $E(\varepsilon_i) = 0$ und $\text{cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_k) = 0, i \neq k$

3.5.2 Genauigkeitsparameter der Schätzfunktionen

Für die Beurteilung der Schätzgenauigkeit der Regressionsformel werden folgende statistische Parameter herangezogen:

B = Bestimmtheitsmaß: Anteil der Varianz der Zielgröße, der durch die Schätzung erklärt werden kann

$$B[\%] = r^2 * 100$$

δ = Bias: Maß für die systematische Verzerrung bei Anwendung einer Schätzformel an einer unabhängigen Validierungsstichprobe

$$\delta[kg] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i) \quad , 1, 2, \dots, n$$

RMP = Root-Mean-Predicted-Residual-Sum-of-Squares: prognostizierter absoluter Schätzfehler in der Kreuzvalidierung

$$RMP[kg] = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{i,-i})^2} \quad , 1, 2, \dots, n$$

RMSEC = Root-Mean-Square-Error of Calibration: absoluter Schätzfehler in der Modellierung

$$RMSEC[kg] = \sqrt{\frac{1}{n-1-\nu} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad , 1, 2, \dots, n$$

RMSEV = Root-Mean-Square-Error of Validation: absoluter Schätzfehler in der Validierung

$$RMSEV[kg] = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i + \delta)^2} \quad , 1, 2, \dots, n$$

Relative Schätzfehler:

$$CV_{RMSEC(V)}[\%] = \frac{RMSEC(V) * 100}{x} \quad ; \quad CV_{RMP}[\%] = \frac{RMP * 100}{x}$$

Wobei:

n = Anzahl der Beobachtungen

r = Korrelationskoeffizient

x = Mittelwert der Zielgröße

y_i = i-ter Beobachtungswert

\hat{y}_i = i-ter Schätzwert

$\hat{y}_{i,i}$ = i-ter Schätzwert in der Kreuzvalidierung

v = Anzahl der Faktoren

Charakteristisch für taugliche Schätzfunktionen, die mit Hilfe der multiplen Regressionsanalyse ermittelt wurden, erachten Dobrowolski et al. (1997) ein Bestimmtheitsmaß größer als 60 % und einen relativen Schätzfehler (RMSEC[V]) von unter 5 %. Es handelt sich dabei um eine heuristische Annahme.

Im Folgenden wird auf die Berechnung des RMSEC von PLS-Regressionsformeln eingegangen. Bei multiplen Regressionsformeln zielt die Berechnungsweise des RMSEC darauf ab, über eine Reduktion der Freiheitsgrade ($FG=n-1$) um die Anzahl der im Modell integrierten Prädiktoren eine Überanpassung an eng begrenztes Tiermaterial zu vermeiden (Dobrowolski und Branscheid 1997). Aufgrund der spezifischen Eigenschaft der PLS-Analyse, auch unter Einbeziehung von sehr vielen Hilfsmerkmalen eine stabile Schätzung zu generieren, sollte die Berechnung des RMSEC nicht entsprechend der Vorgehensweise für Schätzformeln auf Basis der multiplen Regressionsanalyse vorgenommen werden. Anstelle der Prädiktoren wird vorgeschlagen, die Anzahl der extrahierten Hauptkomponenten für die Beurteilung einer Überanpassung heranzuziehen. Dementsprechend ist zu empfehlen, die Freiheitsgrade bei der Berechnung eines RMSEC von PLS-Regressionsformeln um die Anzahl der Faktoren (v) zu reduzieren. Jedoch ist hierbei zu berücksichtigen, dass es bisher noch keine eindeutige statistische Begründung für diese Vorgehensweise gibt (Høisgaard and Causeur 2003). Als ausschlaggebende Maßzahl zur Beurteilung der Schätzgenauigkeit der PLS-Gleichungen wird in vorliegender Untersuchung der RMP betrachtet.

Es wurden an Jungbullenschlachtkörpern wiederholte Messungen durchgeführt. Die Berechnung der Wiederholbarkeit (w) erfolgte mit der SAS-Prozedur „Varcomp“ als Intraclasskorrelation nach folgender Formel.

$$\text{Wiederholbarkeit (w)} = \frac{\sigma_{zw}^2}{\sigma_{zw}^2 + \sigma_{in}^2}$$

Wobei:

σ_{zw}^2 = Varianzkomponente zwischen den Tieren bzw. den Messungen

σ_{in}^2 = Varianzkomponente innerhalb der Tiere bzw. den Messungen.

3.5.3 Überprüfung der Residuen

Nach der Berechnung der Schätzgenauigkeit der Regressionsformeln wurden die Residuen der Schätzung überprüft. Zum einen wurde mit Hilfe der SAS-Prozedur „Univariate“ der Kolmogorov-Smirnov-Test durchgeführt, um auf signifikante Abweichungen der Verteilung der Residuen von der erwarteten Normalverteilung zu prüfen. Um diese zu quantifizieren wurden Schiefe und Wölbung (Exzeß) der Verteilungen der Residuen berechnet.

$$\text{Schiefe} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{SD} \right)^3, \quad 1, 2, \dots, n$$

Falls der Wert der Schiefe (näherungsweise) „0“ ergibt, liegt Symmetrie vor. Die Verteilung ist linkssteil (rechtssteil), wenn das Ergebnis ein positiver (negativer) Wert ist.

$$\text{Wölbung} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{SD} \right)^4 - 3, \quad 1, 2, \dots, n$$

Bei einem positiven (negativen) Wert ist die empirische Verteilung steiler oder zentrierter (flacher, weniger zentriert) als die korrespondierende Normalverteilung (Kähler 1995).

Zum anderen wurden mit Hilfe der GLM-Prozedur („Generalized Linear Modell“) eine mehrfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) der Residuen aus der Modellberechnung und der Validierung der Schätzformeln durchgeführt. Damit wurde überprüft, ob ein statistisch signifikanter Einfluss des Genotyps, des Schlachtgewichts sowie der Genotyp-Schlachtgewicht-Interaktion auf die Residuen besteht.

4 Ergebnisse

Der Ergebnisteil gliedert sich in die Abschnitte Kalb und Jungbulle. Beim Kalb wurden gemäß der Versuchsfragestellung neue VIA-Schätzformeln für Gewichte von Schlachtkörperkomponenten nach DLG- und handelsüblicher Schnittführung mit Hilfe der Regressionsmethode PLS anhand eines Zerlegedatensatzes geschätzt (Abschnitt 4.1). Diese Untersuchungen sind als Ergänzungen zu den bereits publizierten Ergebnissen von Sönnichsen et al. (2005) zu betrachten, die mit dem gleichen Modellierungsdatensatz unter Verwendung der multiplen Regressionsanalyse DLG-Teilstückinformationen geschätzt haben. In einem zweiten Schritt wurden diese Daten mittels einer unabhängigen Stichprobe validiert (Abschnitt 4.3.1).

Bei der Analyse der Schlachtkörper von Jungbullen wurde auf bereits entwickelte (Branscheid et al. 1998) und in das VBS 2000 Gerät implementierte Schätzformeln zurückgegriffen. Die Untersuchungen beschränken sich daher auf eine Wiederholbarkeitsanalyse der Teilstückschätzung des VBS 2000 (Abschnitt 4.2) und eine Validierung dieser Schätzformeln anhand eines unabhängigen Datensatzes (Abschnitt 4.3.2).

Des Weiteren wird auf die Adaptation der Schätzung an Praxisschnittführungen eingegangen (Abschnitt 4.4).

4.1 Modellierungen an der Kategorie Kalb

Für die Entwicklung von Schätzformeln (Modellierung) wurden als Zielgrößen Teilstück und Gewebegewichte sowie als Hilfsmerkmale das Schlachtgewicht und VIA-Informationen (insgesamt 442 Variablen pro Kalb) von 125 Kälberschlachtkörpern herangezogen. Die Videobildinformationen eines Schlachtkörpers waren für die Berechnungen nicht nutzbar.

4.1.1 Teilstücke und Gewebekomponenten nach DLG-Schnittführung Kalb

Es wurden Schätzformeln für Teilstück- und Gewebekomponenten nach DLG-Schnittführung Kalb ermittelt. Hierbei wurden Modelle für die Zielmerkmale entwickelt, die für die Beurteilung der Schlachtkörperzusammensetzung informativ sind.

In der folgenden Tabelle 21 wird ein Überblick zur Anzahl der in den Modellen enthaltenen Faktoren (Hauptkomponenten) und Prädiktoren gegeben. Zudem sind die VIP-Spanne und der durchschnittliche VIP-Faktor aller Hilfsmerkmale aufgeführt.

Tabelle 21: Anzahl der Faktoren und Prädiktoren in Schätzformeln für Teilstücke und Gewebekomponenten nach DLG-Schnittführung Kalb

Bereich	Schätzformel	Faktoren*	Prädiktoren	VIP-Spanne	x_{VIP}
VV	Vorderviertel	2	35	1,55	0,89
	Bug	1	14	1,55	0,88
HV	Hinterviertel	1	7	1,51	0,88
	Keule	3	46	1,54	0,89
	Kotelett	1	17	1,58	0,86
	Dünnung	1	17	1,42	0,92
	Filet	1	3	1,55	0,91
	Oberschale	1	2	1,55	0,92
	Unterschale	2	3	1,56	0,93
	Blume	2	45	1,50	0,91
Kugel	1	3	1,60	0,87	
Gesamt	Fleisch 1	5	11	1,54	0,89
	Fleisch 2	1	5	1,61	0,90
	Fleisch 3	1	5	1,66	0,85
	Fleisch gesamt	5	10	1,55	0,88
	Knochen	2	10	2,12	0,96
	Fett/Sehnen	3	16	1,61	1,03
Mittelwert		1,9	14,6	1,59	0,90

*Signifikanzschwelle: $p > 0,1$

Bei keinem Zielmerkmal wurden mehr als fünf extrahierte Faktoren einbezogen. Es sind jedoch große Unterschiede in der Anzahl der Prädiktoren im Modell erkennbar. Sie reicht von zwei im Minimum in der Schätzformel für die Oberschale bis zu 46 im Maximum (Keule). Im Mittel enthalten die Schätzgleichungen 1,9 Faktoren und 14,6 Prädiktoren.

Die Schätzgenauigkeit der PLS-Regressionsformeln wird in folgender Tabelle 22 beschrieben. Aufgeführt sind der Mittelwert (x) und die Standardabweichung (SD) des Zielmerkmals, sowie die für die Beurteilung der Schätzgenauigkeit der berechneten Formeln an der Referenzstichprobe aussagekräftigen statistischen Kennwerte

Bestimmtheitsmaß (B), absoluter Schätzfehler (RMP) und der in Bezug auf den Mittelwert relative Schätzfehler (CV_{RMP}).

Tabelle 22: Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung (n=124)

Bereich	Zielmerkmal	x (kg)	SD (kg)	B (%)	RMP (kg)	CV_{RMP} (%)
VV	Vorderviertel	23,7	3,5	94	0,95	4,02
	Bug	9,6	1,4	94	0,36	3,76
HV	Hinterviertel	42,8	6,4	99	0,84	1,97
	Keule	20,5	2,8	96	0,60	2,92
	Kotelett	7,7	1,3	88	0,49	6,39
	Dünnung	9,5	2,1	92	0,67	7,08
	Filet	1,3	0,2	80	0,10	7,74
	Oberschale	3,9	0,6	83	0,28	7,09
	Unterschale	3,1	0,5	84	0,22	7,13
	Blume	2,5	0,4	86	0,17	7,04
	Kugel	2,9	0,4	82	0,20	6,89
Gesamt	Fleisch 1	32,1	5,4	93	1,57	4,88
	Fleisch 2	2,5	0,5	57	0,36	14,16
	Fleisch 3	10,2	1,6	64	1,02	9,95
	Fleisch gesamt	44,9	6,9	96	1,51	3,36
	Knochen	13,5	1,4	78	0,89	6,62
	Fett/Sehnen	7,8	2,4	83	1,13	14,57

Im Allgemeinen ist in Tabelle 22 erkennbar, dass Teilstücke und Gewebekomponenten des Schlachtkörpers mit einem hohen durchschnittlichen Gewicht tendenziell eine höhere Schätzgenauigkeit erreichen, als diejenigen mit geringem Gewicht.

Aus dem Bereich des Vorderviertels lassen sich die Zielmerkmale Vorderviertel und Bug mit einem $B \geq 94$ % und einem relativen Schätzfehler von 4,0 % respektive 3,8 % sehr genau schätzen. Wobei hier für den Bug, trotz des geringeren Gewichts, eine etwas höhere Schätzgenauigkeit erreicht wird. Der im Vergleich zum Zielmerkmal Hinterviertel leicht erhöhte Schätzfehler für die Bestimmung des Gewichts des Vorderviertels ist darauf zurückzuführen, dass die Schlachtkörper in Einzelfällen nicht exakt median gespalten wurden.

Auch die Zielmerkmale aus dem Hinterviertel folgen der oben angedeuteten gewichtsbezogenen Genauigkeitshierarchie. Die höchste Schätzgenauigkeit wird erwartungsgemäß für das Hinterviertel erzielt, das auch insgesamt das höchste Bestimmtheitsmaß (99 %) und den geringsten relativen Schätzfehler (2,0 %) erreicht. Darauf folgen Keule, Kotelett und Dünnung. Ein $B > 88$ % und ein CV_{RMP} unterhalb von 7,1 % kennzeichnen diese sicheren Schätzfunktionen. Bei kleineren und differenzierter zugeschnittenen Teilstücken nimmt die Schätzgenauigkeit erwartungsgemäß etwas ab. Dies dürfte unter anderem auf den größeren Schnittfehler bei kleineren Teilstücken und somit auf eine größere technisch bedingte Varianz der Referenzwerte zurückzuführen sein. Für diese Teilstücke wurden Bestimmtheitsmaße zwischen 80 % und 86 % sowie relative Schätzfehler zwischen 6,9 % und 7,8 % erzielt.

Zielmerkmale, die dem gesamten Schlachtkörper zuzuordnen sind, weisen stark unterschiedliche Schätzgenauigkeiten auf. Für die Schätzung des Gewichtes „Fleisch gesamt“ wird die höchste Genauigkeit erreicht ($B=96$ % und $CV_{RMP}=3,4$ %). Auch das verkaufsfähige Fleisch (Fleisch 1) lässt sich mit Hilfe der Videobildanalyse sicher schätzen. Als etwas weniger sicher erweist sich die Schätzung des Knochengewichts mit einem Bestimmtheitsmaß von 78 % und einem relativen Schätzfehler von 6,6 %.

Fleisch 2 (kleinere Bratenstücke/Gulasch) und Fleisch 3 (Verarbeitungsfleisch) sowie Fett/Sehnen weisen nicht zufrieden stellende Schätzgenauigkeiten auf. Insbesondere die Schätzfehler steigen hier bis auf 14,6 % an.

Für die Beurteilung der Schätzgenauigkeit multipler Regressionsformeln an der Referenzstichprobe wird üblicherweise der Kalibrierungsschätzfehler RMSEC ausgewiesen. Er ist nicht mit dem durch die Kreuzvalidierung berechneten Schätzfehler RMP vergleichbar, der eine Approximation des zukünftigen Schätzfehlers der Regressionsformel an einem unabhängigen Überprüfungsdatensatz darstellt. Aus diesem Grund wird im Mittel ein geringfügig höherer RMP erwartet. Um die Unterschiede beider Schätzfehler zu quantifizieren, sind in Tabelle 23 der relativ zum Mittelwert des Zielmerkmals berechnete RMP (CV_{RMP}) und RMSEC (CV_{RMSEC}) der PLS-Schätzung dargestellt.

Tabelle 23: Unterschiede zwischen den relativen Schätzfehlern CV_{RMP} und CV_{RMSEC} der Schätzung der Zielmerkmalen von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung (n=124; in %)

Bereich	Zielmerkmal	CV_{RMP}	CV_{RMSEC}	Differenz
VV	Vorderviertel	4,02	3,62	0,40
	Bug	3,76	3,48	0,28
HV	Hinterviertel	1,97	1,83	0,14
	Keule	2,92	2,60	0,32
	Kotelett	6,39	5,96	0,43
	Dünnung	7,08	6,57	0,51
	Filet	7,74	7,07	0,66
	Oberschale	7,09	6,56	0,52
	Unterschale	7,13	6,64	0,49
	Blume	7,04	6,40	0,64
	Kugel	6,89	6,36	0,53
Gesamt	Fleisch 1	4,88	4,44	0,44
	Fleisch 2	14,16	13,09	1,08
	Fleisch 3	9,95	9,35	0,60
	Fleisch gesamt	3,36	3,07	0,29
	Knochen	6,62	6,09	0,53
	Fett/Sehnen	15,90	14,80	1,10
Mittelwert		6,98	6,44	0,53

Es zeigt sich in Tabelle 23 für alle Zielmerkmale erwartungsgemäß ein geringfügig höherer RMP. Im Mittel überschreitet der CV_{RMP} den CV_{RMSEC} der Schätzformeln um 0,5 %, wobei mit steigendem relativem Schätzfehler in der Tendenz eine Zunahme der Differenz erkennbar ist.

Bei Schätzformeln der Schlachtkörperzusammensetzung wird erwartet, dass die Verteilung der Residuen in etwa die Form einer Gaußschen Normalverteilung annimmt. Abweichungen von der erwarteten Verteilung (z.B. durch Schiefe und Wölbung) wurden mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf Signifikanz überprüft. Der berechnete p-Wert des Tests sowie die Verteilungsparameter Schiefe und Wölbung werden in Anhangstabelle A3 als „ p_{kolm} “ ausgewiesen. Es konnten bei den Zielmerkmalen Fleisch 1 (linksschief, positive Wölbung) und 3 (rechtsschief, negative Wölbung) signifikante Abweichungen der Verteilung der Residuen von der erwarteten Normalverteilung festgestellt werden.

Um einen pragmatischen Überblick über die Verteilung der Residuen zu erhalten, wurde eine Gruppeneinteilung vorgenommen, wobei jede Klasse einem Intervall der Größe $\frac{1}{4}$ -Standardabweichung des Zielmerkmals entspricht (Tabelle A3). Die hohe Schätzgenauigkeit von Teilstücken verdeutlicht sich in der nahezu ausschließlichen Zellbesetzung der Klassen 0 und 1. Zielmerkmale mit unzureichender Schätzgenauigkeit zeigen eine breitere Verteilung der Restfehler (in die Klassen 2 und >2).

Branscheid et al. (1998) stellten fest, dass bei Jungbullen genotypübergreifende Schätzformeln zur Beurteilung der Schlachtkörperzusammensetzung herangezogen werden können. Dementsprechend ist auch beim Kalb die Verwendung von Genotyp unabhängiger Schätzformeln erstrebenswert. Dies ist von besonderem praktischem Interesse. Zudem soll die Anzahl der Regressionsformeln auf ein notwendiges Maß begrenzt werden. Für die dahingehende Beurteilung wurden die Residuen der Schätzung auf signifikante systematische Einflüsse im Datenmaterial varianzanalytisch überprüft. Dabei wurden als Faktoren Genotyp, Schlachtgewicht und die Interaktion Genotyp-Schlachtgewicht in die mehrfaktorielle Varianzanalyse einbezogen. Durch Prüfung der Globalhypothese ließ sich bei den Zielmerkmalen Fleisch gesamt und Knochen ein signifikanter Einfluss des Faktors „Genotyp“ feststellen. Die entsprechenden LSQ-Mittelwerte (LSM) der Residuen für die Hauptgenotypen der Referenzstichprobe Kreuzung, Rotbunt und Schwarzbunt sind in Tabelle 24 dargestellt. Der Genotyp Fleckvieh wurde aufgrund der geringen absoluten Häufigkeit (n=2) nicht in die Auswertung einbezogen.

Tabelle 24: Genotypspezifische LSQ-Mittelwerte (LSM) der Residuen in der Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung (in kg)

Bereich	Zielmerkmal	Kreuzung (n=27)		Rotbunt (n=21)		Schwarzbunt (n=75)	
		LSM*	±SE	LSM*	±SE	LSM*	±SE
VV	Vorderviertel	-0,09	0,16	0,10	0,19	0,00	0,10
	Bug	-0,04	0,06	-0,10	0,07	0,04	0,04
HV	Hinterviertel	0,38	0,14	0,07	0,16	-0,16	0,09
	Keule	0,08	0,10	-0,01	0,11	-0,03	0,06
	Kotelett	0,12	0,09	-0,07	0,10	-0,04	0,05
	Dünnung	0,25	0,12	-0,04	0,13	-0,08	0,07
	Filet	0,06	0,02	-0,01	0,02	-0,02	0,01
	Oberschale	0,02	0,05	-0,07	0,06	0,01	0,03
	Unterschale	0,04	0,04	-0,04	0,05	-0,01	0,02
	Blume	0,04	0,03	-0,02	0,03	-0,01	0,02
Gesamt	Kugel	0,05	0,04	-0,03	0,04	-0,01	0,02
	Fleisch 1	0,50	0,26	-0,12	0,29	-0,15	0,16
	Fleisch 2	-0,05	0,06	-0,02	0,07	0,03	0,04
	Fleisch 3	0,00	0,18	-0,02	0,21	-0,01	0,11
	Fleisch gesamt	0,69 ^a	0,25	-0,16 ^{ab}	0,28	-0,20 ^b	0,15
	Knochen	-0,45 ^a	0,15	0,16 ^{ab}	0,17	0,12 ^b	0,09
	Fett/Sehnen	-0,01	0,19	-0,02	0,03	0,03	0,12

*LSM mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant verschieden ($p < 0,05$)

Signifikante LSQ-Mittelwertsunterschiede zeigen sich bei den Zielmerkmalen Fleisch gesamt und Knochen zwischen den Genotypen Kreuzung und Schwarzbunt.

Das amtliche Schlachtgewicht von Rinderschlachtkörpern ist eine objektive Messgröße, die routinemäßig am Ende der Schlachtung gemäß 4. Vieh- und Fleischgesetzes-Durchführungsverordnung unabhängig von der Videobildanalyse festgestellt wird. Für die Beurteilung des zusätzlichen Nutzens, der sich durch den Einsatz der VIA für die Bestimmung der Schlachtkörperzusammensetzung ergibt, ist es empfehlenswert, die Schätzgenauigkeit der berechneten Regressionsformeln mit der Schätzung zu vergleichen, wie sie allein auf Basis des objektiven Hilfsmerkmals Schlachtgewicht erfolgt. Zu diesem Zweck wurde eine einfache lineare Regression mit dem Regressor „Schlachtgewicht“ auf das jeweilige Zielmerkmal durchgeführt und das Bestimmtheitsmaß (B) sowie der Schätzfehler (RMSEC) der Regressionsformel

berechnet. Beide Schätzgenauigkeiten wurden mit den entsprechenden Genauigkeiten der vollständigen PLS-Modelle verglichen (Abbildung 10 und 11). Die Einzelergebnisse der Schätzung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht können der Tabelle A1 im Anhang entnommen werden.

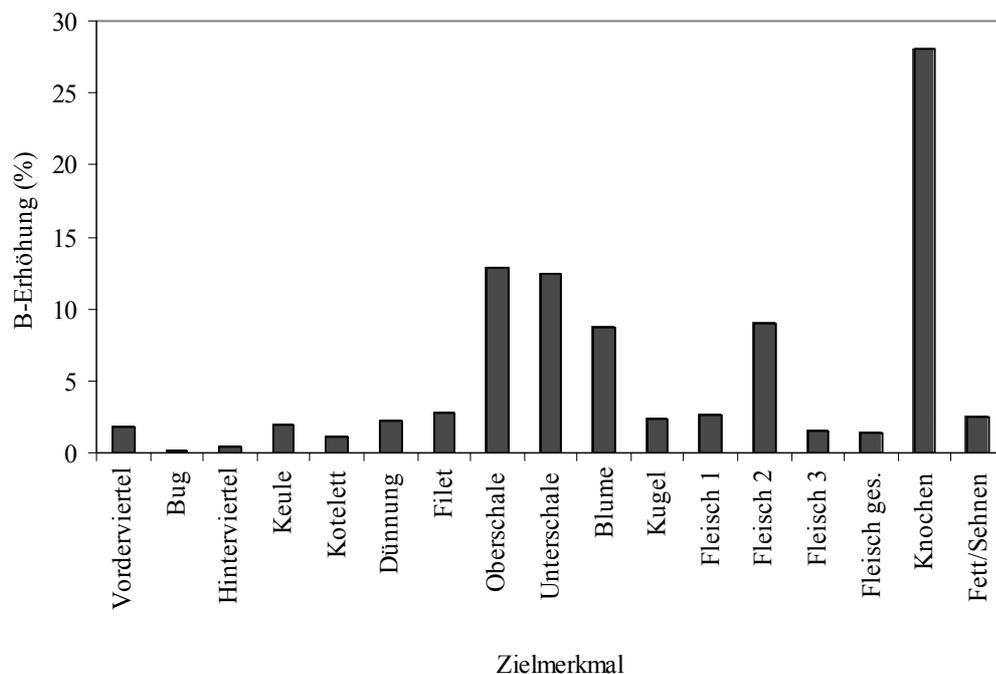


Abbildung 10: Erhöhung des Bestimmtheitsmaßes (B) durch die Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung auf Basis der VIA im Vergleich zur Schätzung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht

Es wird deutlich, dass die Güte der Schätzung, mit Ausnahme des Buges, bei allen Zielmerkmalen nennenswert steigt. Der zusätzliche Nutzen der VIA, ausgedrückt als durchschnittliche Erhöhung des Bestimmtheitsmaßes, beträgt 5,3 %. Bei den Zielmerkmalen Ober-, Unterschale, Blume, Fleisch 2 und Knochen sind die Steigerungen mit 8-28 % besonders ausgeprägt.

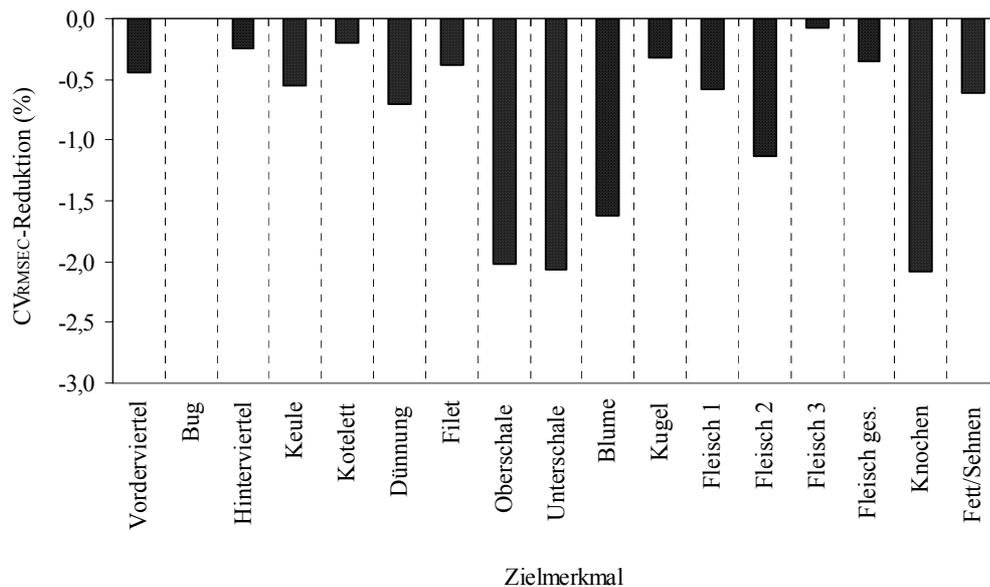


Abbildung 11: Reduktion des Schätzfehlers (CV_{RMSEC}) durch die Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung auf Basis der VIA im Vergleich zur Schätzung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht

Entsprechende Ergebnisse sind bei Betrachtung der relativen Schätzfehler CV_{RMSEC} beider Schätzmodelle - Schlachtgewicht und VIA - festzustellen (Abbildung 11). In der Schätzung der jeweiligen Zielmerkmale wird eine Reduktion der relativen Schätzfehler durch die VIA von im Mittel 0,8 % erreicht. Bei Ober-, Unterschale, Blume, Fleisch 2 und Knochen werden die größten Verminderungen erzielt (1,6-2,1 %).

4.1.2 Teilstücke nach handelsüblicher Schnittführung Kalb

In der Vermarktung von Kalbfleisch haben sich Teilstück-Standardzuschnitte herausgebildet, die nicht vollständig von den DLG-Schnittführungsdefinitionen abgedeckt werden. Diese vermarktungsrelevanten Zuschnitte werden als handelsübliche Teilstücke bezeichnet. Informationen über deren Ausbeute sind für die Ermittlung des Handelswertes und der kundenorientierten Zielsteuerung der Kälberschlachtkörper von entscheidender Bedeutung.

Für die Entwicklung der Schätzfunktionen der Zielmerkmale „handelsübliche Teilstücke“ wurde wiederum die Referenzstichprobe herangezogen. Auf Basis der

Messergebnisse der Videobildanalyse und des Schlachtgewichts wurden entsprechende Schätzformeln mit dem PLS-Verfahren berechnet.

In der folgenden Tabelle 25 wird ein Überblick zur Anzahl der im Modell enthaltenen Faktoren (Hauptkomponenten) und Prädiktoren gegeben. Zudem sind die VIP-Spanne und der durchschnittliche VIP-Faktor aller Variablen aufgeführt. Für einige Zielmerkmale wurde der verkaufsfertige Teilstückzuschnitt (Fleisch 1- Zuschnitt) geschätzt. Dieser Zuschnitt ist durch einen Eintrag 1 in der Spalte „Kategorie“ (Kat) gekennzeichnet.

Tabelle 25: Anzahl der Faktoren und Prädiktoren in Schätzformeln für Teilstücke nach handelsüblicher Schnittführung Kalb

Bereich	Schätzformel	Kat	Faktoren*	Prädiktoren	VIP-Spanne	\bar{x}_{VIP}
VV	VVmL		1	12	1,57	0,87
	Brust und Leiter		1	2	1,57	0,86
	Crops		1	3	1,54	0,89
	Bug wg		1	3	1,56	0,86
	Bug	1	1	2	1,50	0,89
HV	Pistole		7	22	1,72	0,89
	Keule wg		7	15	1,73	0,89
	Keule	1	2	24	1,39	0,91
	Rücken wg		3	24	1,54	0,92
	Rücken	1	7	14	1,57	0,91
Mittelwert			3,1	12,1	1,57	0,89

*Signifikanzschwelle: $p > 0,1$

Es ist in Tabelle 25 ersichtlich, dass für die Modellierung von Zielmerkmalen aus dem Vorderviertel die Extraktion von mehr als einem Faktor zu keiner weiteren signifikanten Verbesserung des RMP geführt hat. Auch die Anzahl der in die Modelle einbezogenen Prädiktoren ist, bis auf das Zielmerkmal Vorderviertel mit Lappen, in das mehr als drei Prädiktoren eingeflossen sind, gering. Für die Erklärung der Prädiktor- und Zielmerkmalsvarianz im Bereich des Hinterviertels wurden in der PLS-Analyse im Vergleich zum Vorderviertel sowohl mehr Hauptkomponenten (max. 7) extrahiert, als auch eine größere Anzahl von Prädiktoren in das Modell miteinbezogen. Es sind

demnach mehr Faktoren und Hilfsmerkmale erforderlich, um den RMP zu minimieren. Im Durchschnitt enthalten die Schätzformeln 3,1 Faktoren und 12,1 Prädiktoren. Nachfolgend wird in Tabelle 26 die Schätzgenauigkeit der PLS-Schätzformeln dargestellt. Aufgeführt sind der Mittelwert (\bar{x}) und die Standardabweichung (SD) der Zielgröße sowie, ausschlaggebend für die Genauigkeit, das Bestimmtheitsmaß (B) und der Schätzfehler RMP, sowohl absolut (kg), als auch relativ (%) in Bezug auf den Mittelwert der Zielgröße.

Tabelle 26: Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung (n=124)

Bereich	Zielmerkmal	Kat	\bar{x} (kg)	SD (kg)	B (%)	RMP (kg)	CV _{RMP} (%)
VV	VVmL		33,1	5,4	97	1,01	3,04
	Brust und Leiter		12,7	2,6	93	0,78	6,16
	Crops		20,4	2,9	93	0,84	4,09
	Bug wg		12,0	1,6	94	0,42	3,54
	Bug	1	3,9	0,6	87	0,25	6,47
HV	Pistole		33,3	4,4	98	0,81	2,44
	Keule wg		24,3	3,0	97	0,67	2,78
	Keule	1	12,5	1,9	89	0,69	5,56
	Rücken wg		9,0	1,5	89	0,47	5,24
	Rücken	1	4,1	0,8	88	0,34	8,18

Analog zu den Schätzergebnissen für Teilstück- und Gewebekomponenten von Kälberschlachtkörpern auf Basis der DLG-Schnittführung, zeigen sich auch bei der Schätzung handelsüblicher Teilstücke (Tabelle 26) höhere Schätzgenauigkeiten für Zielmerkmale mit einem verhältnismäßig hohen Durchschnittsgewicht gegenüber leichteren und differenzierter zugeschnittenen Teilstücken (Fleischkategorie 1). Für alle Teilstücke wird eine sehr zufrieden stellende Güte der Schätzung mit Bestimmtheitsmaßen oberhalb von 86 % erreicht.

Im Bereich des Vorderviertels wird für das Zielmerkmal Vorderviertel mit Lappen (VVmL) die höchste Schätzgenauigkeit erreicht mit einem relativen Schätzfehler von 3,0 %. Die Schätzung von Brust und Leiter sowie Bug Fleisch 1 haben etwas erhöhte Schätzfehler zwischen 6 % und 6,5 %, die als noch zufrieden stellend zu erachten sind.

Bei den Zielmerkmalen des Hinterviertels ist die Pistole am genauesten schätzbar. Bis auf Rücken Fleisch 1, dessen CV_{RMP} (8,2 %) etwas stärker erhöht ist, sind befriedigende bis gute relative Schätzfehler (<5,6 %) zu verzeichnen.

Um Unterschiede zwischen den Kreuzvalidierungs- und Kalibrierungsschätzfehlern zu quantifizieren, werden in der folgenden Tabelle 27 die relativen Schätzfehler CV_{RMP} und CV_{RMSEC} der Schätzung handelsüblicher Zielmerkmale sowie ihre Differenz dargestellt.

Tabelle 27: Unterschiede zwischen den relativen Schätzfehlern CV_{RMP} und CV_{RMSEC} der Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung (n=124; in %)

Bereich	Zielmerkmal	Kat	CV_{RMP}	CV_{RMSEC}	Differenz
VV	VVmL		3,04	2,81	0,23
	Brust und Leiter		6,16	5,65	0,51
	Crops		4,09	3,79	0,30
	Bug wg		3,54	3,23	0,31
	Bug	1	6,47	5,78	0,69
HV	Pistole		2,44	2,10	0,35
	Keule wg		2,78	2,36	0,41
	Keule	1	5,56	5,05	0,52
	Rücken wg		5,24	4,46	0,77
	Rücken	1	8,18	6,77	1,41
Mittelwert			4,75	4,20	0,55

Es wird deutlich, dass für alle Zielmerkmale gegenüber dem CV_{RMSEC} erwartungsgemäß ein geringfügig höherer CV_{RMP} zu verzeichnen ist (Tabelle 27). Der durchschnittliche Unterschied zwischen den Schätzfehlern beträgt im Mittel 0,6 %. Beim schwer schätzbaren Zielmerkmal Rücken nach Fleisch 1-Zuschnitt tritt mit 1,4 % eine größere Abweichung auf. Generell ist anzumerken, dass die Differenz mit zunehmendem relativem Schätzfehler ansteigt.

Entsprechend der Vorgehensweise bei der Überprüfung der Residuen in der Modellierung der Schätzformeln für Zielmerkmale auf Basis der DLG-Schnittführung, wurde die Verteilung der unklassierten Restfehler auf Abweichungen von der erwarteten Normalverteilung überprüft (p_{kolm}) und eine Klassierung der Residuen mit Hilfe der Standardabweichung der Zielgröße vorgenommen. Die Ergebnisse sind in im

Tabellenanhang in Tabelle A4 dargestellt. Beim Fleisch 1-Zuschnitt der Zielmerkmale Bug und Rücken ist eine signifikante Abweichung der Residuen-Distribution von der erwarteten Normalverteilung durch den Kolmogorov-Smirnov-Test feststellbar. Beim Bug ist hierfür eine zentrierte Wölbung (2,37), beim Rücken eine Rechtsschiefe (0,19) und flachere Wölbung (-0,25) verantwortlich.

Neben der Beurteilung der Schätzgenauigkeit der Modelle, wurden die Residuen auf signifikante systematische Einflüsse varianzanalytisch überprüft. Dies erfolgte analog zur DLG-Teilstückschätzung. Der Genotyp Fleckvieh wurde aufgrund der geringen absoluten Häufigkeit (n=2) nicht in die Berechnungen miteinbezogen. Bei keinem der Zielmerkmale war ein signifikanter Einfluss von Genotyp, Schlachtgewicht und der Genotyp-Schlachtgewicht-Interaktion erkennbar. Die LSM-Unterschiede der Genotypen in Tabelle 28 sind daher nur tendenzieller Natur.

Tabelle 28: Genotypspezifische LSQ-Mittelwerte (LSM) der Residuen der Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern auf Basis der handelsüblichen Schnittführung (in kg)

Bereich	Zielmerkmal	Kat	Kreuzung (n=27)		Rotbunt (n=21)		Schwarzbunt (n=75)	
			LSM	±SE	LSM	±SE	LSM	±SE
VV	VVmL		-0,09	0,20	-0,06	0,21	0,05	0,11
	Brust und Leiter		0,35	0,15	-0,04	0,16	-0,10	0,08
	Crops		-0,37	0,16	-0,13	0,17	0,15	0,09
	Bug wg		-0,11	0,08	-0,05	0,09	0,03	0,04
	Bug	1	0,13	0,05	-0,06	0,05	-0,02	0,03
HV	Pistole		0,02	0,14	0,12	0,15	-0,03	0,08
	Keule wg		-0,01	0,12	0,06	0,13	0,00	0,07
	Keule	1	0,14	0,13	-0,12	0,14	-0,01	0,07
	Rücken wg		0,08	0,09	0,08	0,09	-0,05	0,05
	Rücken	1	0,10	0,06	0,00	0,06	-0,02	0,03

Der zusätzliche, über eine ausschließliche Schlachtgewichtsfeststellung hinausgehende Nutzen der VIA für die Ermittlung von Gewichten handelsüblicher Teilstücke wird in den Abbildungen 12 und 13 veranschaulicht. Die Einzelergebnisse der Schätzung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht sind dem Tabellenanhang A2 zu entnehmen.

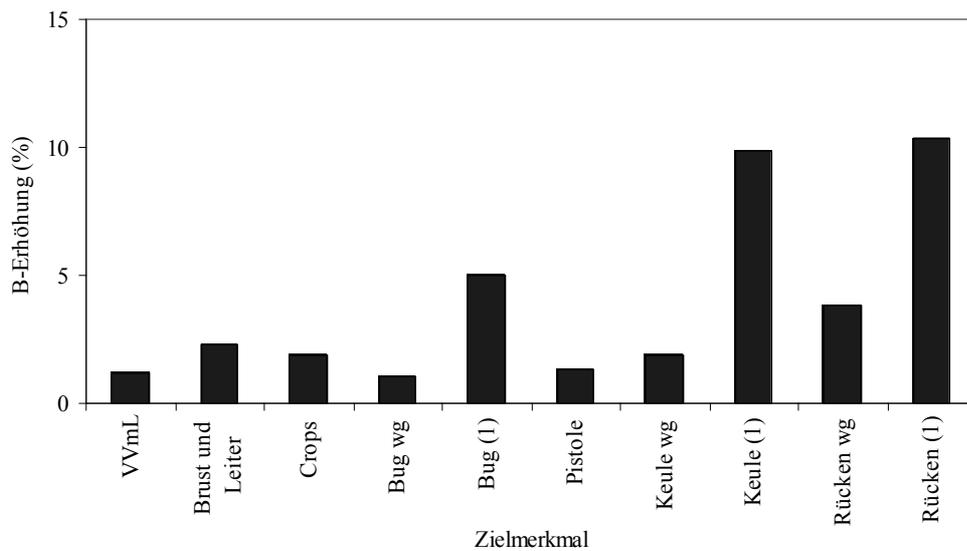


Abbildung 12: Erhöhung des Bestimmtheitsmaßes (B) durch die Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung auf Basis der VIA im Vergleich zur Schätzung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht (1 = Fleisch 1-Zuschnitt)

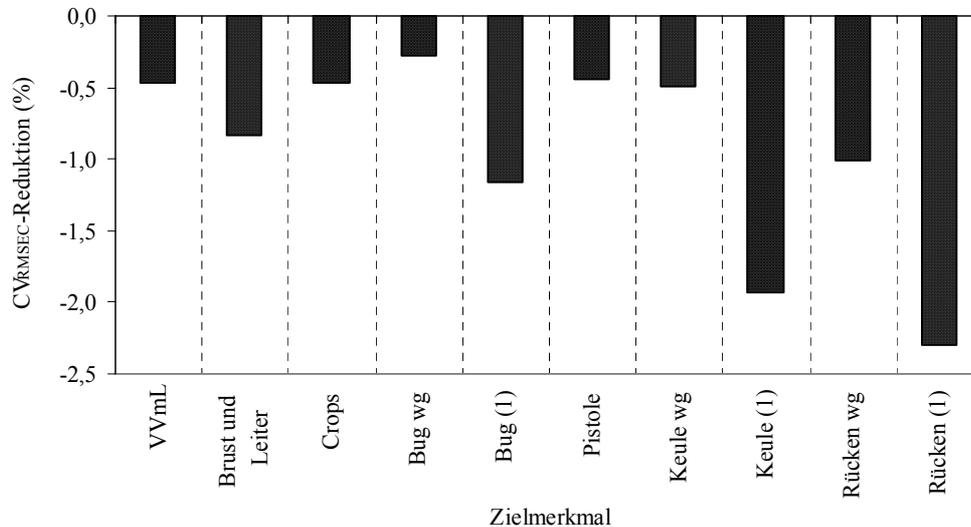


Abbildung 13: Reduktion des Schätzfehlers (CV_{RMSEC}) durch die Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung auf Basis der VIA im Vergleich zur Schätzung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht (1 = Fleisch 1-Zuschnitt)

Insgesamt wird für alle Zielmerkmale eine Erhöhung des Bestimmtheitsmaßes durch die Einbeziehung von VIA-Informationen in die Schätzung realisiert. Sie beträgt im Mittel 3,9 %. Es stechen Keule Fleisch 1 und Rücken Fleisch 1 hervor, bei denen eine Bestimmtheitsmaßsteigerung um 9 % bzw. 11 % erreicht wird. Für die übrigen Handelszuschnitte verbessert sich die Güte der Schätzung in etwas geringerem Umfang um bis zu 4 %. Der Mittelwert der Erhöhung des Bestimmtheitsmaßes beträgt 4 %.

Für alle Zielmerkmale reduziert sich der relative Schätzfehler durch die Schätzung auf Basis der VIA (Abbildung 15). Bei Keule Fleisch 1 (1,9 %) und Rücken Fleisch 1 (2,3 %) ist die größte Abnahme des CV_{RMSEC} ersichtlich. Für die übrigen Teilstücke ist die Veränderung mit 0,4 % bis 1,2 % vergleichsweise gering. Im Durchschnitt reduziert sich der Schätzfehler durch die Einbeziehung von VIA-Informationen um 0,9 %.

4.2 Wiederholbarkeit der Teilstückschätzung des VBS 2000 bei Jungbullen

Bevor im weiteren auf die Ergebnisse der Validierung der Schätzformeln eingegangen wird, erfolgt eine Darstellung der Resultate aus der Überprüfung der Wiederholbarkeit der VIA-Schätzung. Aus messtechnischen Gründen konnte ausschließlich die Kategorie Jungbulle betrachtet werden. Es wurden jeweils fünf wiederholte Messungen pro Schlachtkörper durchgeführt. Die Ergebnisse werden in der folgenden Tabelle 29 im Einzelnen aufgeführt.

Tabelle 29: Wiederholbarkeit der Teilstückschätzung des VBS 2000 bei Jungbullen (n=100)

Zielmerkmal	Bug	Pistole	Keule wg	Keule	Filet	Oberschale
w	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99
Zielmerkmal	Unterschale	Fleisch1	Fleisch 2	Fleisch 3	Fleisch gesamt	
w	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	

Es konnten nicht alle Zielmerkmale überprüft werden, da die entsprechenden Schätzformeln erst nach Abschluss dieses Versuches in das VBS 2000 implementiert wurden. Die Berechnung ergaben für die untersuchten Zielmerkmale der Schlachtkörperzusammensetzung von Jungbullen sehr hohe Werte im Bereich von 0,99-1,00.

4.3 Validierung der Schätzformeln

Zur Validierung der Schätzformeln für Teilstück- und Gewebekomponenten sind sowohl Kälber-, als auch Jungbullenschlachtkörper von einem erfahrenen Zerlegeteam der Westfleisch eG unter Versuchsbedingungen zerlegt worden. Im Folgenden werden die Ergebnisse aus der Überprüfung der Schätzformeln an den ermittelten Zielgrößen der unabhängigen Validierungsstichprobe dargestellt.

Für die Beurteilung der Schätzgenauigkeit werden der Mittelwert der Schätzgröße (y), die systematische Verzerrung (Bias, δ), das Bestimmtheitsmaß (B) und der Schätzfehler RMSEV, sowohl absolut, als auch relativ in Bezug auf den Mittelwert der Zielgröße herangezogen. Ein negativer respektive positiver Bias bedeutet eine systematische Unter- bzw. Überschätzung des Zielmerkmals.

4.3.1 Kategorie Kalb

4.3.1.1 Teilstücke und Gewebekomponenten nach DLG-Schnittführung Kalb

Zur Überprüfung der Schätzgenauigkeit der PLS-Regressionsformeln für Teilstück- und Gewebekomponenten nach DLG-Schnittführung wurden Informationen aus der unabhängigen Validierungsstichprobe herangezogen. Es wurden Zielmerkmale berücksichtigt, die definitionsgemäß sowohl den DLG- als auch betrieblichen Schnittführungsspezifikationen entsprechen. Zuschnitte, die nach Vorgaben aus der Fleischvermarktung in der Praxis eine geringe Relevanz haben oder nicht angewendet werden konnten, finden hier keine Berücksichtigung (Vorder-, Hinterviertel, Lappen). In Tabelle 30 sind die Ergebnisse der Überprüfung der Schätzgenauigkeit aufgeführt.

Tabelle 30: Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung (n=128)

Bereich	Zielmerkmal	y (kg)	δ (kg)	δ (%)	B (%)	RMSEV (kg)	CV _{RMSEV} (%)
VV	Bug	10,1	0,8	8,6	84	0,45	4,84
HV	Keule	21,3	0,0	0,0	93	0,53	2,51
	Kotelett	8,0	0,4	5,3	78	0,46	6,03
	Filet	1,4	0,0	0,0	68	0,11	7,83
	Oberschale	4,0	-0,4	-9,1	73	0,24	5,46
	Unterschale	3,2	-0,1	-3,0	72	0,20	6,04
	Blume	2,5	-0,4	-13,8	70	0,23	7,57
	Kugel	3,0	-0,4	-11,8	69	0,19	5,45
Gesamt	Fleisch 1	33,4	-6,2	-15,7	94	1,19	3,01
	Fleisch 2	2,6	0,9	52,9	1	0,40	23,65
	Fleisch 3	10,8	5,6	107,7	57	0,53	10,38
	Fleisch gesamt	46,0	0,3	0,7	96	1,10	2,38
	Knochen	14,2	-1,7	-10,7	76	0,77	4,85
	Fett/Sehnen	8,5	4,6	117,9	56	0,51	13,38

Das Zielmerkmal Bug (Vorderviertel) lässt sich sicher schätzen, erkennbar am hohen Bestimmtheitsmaß (84 %) und am geringen Schätzfehler (4,8 %). Die systematische Überschätzung des Buges (0,8 kg) ist auf Abweichungen bei der Abtrennung des Teilstücks vom Vorderviertel zurückzuführen. Unter Praxisbedingungen wird der so genannte „Rundschnitt“ etwas enger geführt.

Im Bereich des Hinterviertels ist die unverzerrte Schätzung des Zielmerkmals Keule am genauesten. Eine hohe Güte der Schätzung (93 %) und der geringe Schätzfehler (2,5 %) unterstreichen die präzise Vorhersage des Teilstückgewichts. Leicht reduzierte Genauigkeiten werden anhand der Schätzfehler offensichtlich. Bei Ober-, Unterschale, Kugel und Kotelett ist der relative Schätzfehler etwas erhöht (5,5-6,0 %). Auf eine vergleichsweise unsichere Schätzung deuten der CV_{RMSEV} von 7,6 % respektive 7,8 % bei den Zielmerkmalen Filet und Blume hin. Zudem treten schnittführungsbedingte systematische Verzerrungen auf. Beim Kotelett ist der positive Bias (0,4 kg) auf die um eine Rippe abweichende Abtrennung dieses Teilstücks vom Hals zurückführbar.

Von den Zielmerkmalen, die dem gesamten Schlachtkörper zuzuordnen sind, wird die höchste Schätzgenauigkeit für das Fleisch gesamt erreicht, gefolgt von Fleisch 1. Diese Gewebekategorien lassen sich sehr genau schätzen ($B > 90\%$ und $CV_{RMSEV} \leq 3,0\%$). Hervorstechend ist beim Zielmerkmal Fleisch 1 eine verhältnismäßig hohe systematische Unterschätzung (-6,2 kg), wobei Fleisch 2 und 3 stark überschätzt werden. Dies wird insbesondere dann deutlich, wenn der Bias relativ in Bezug auf den Mittelwert des Zielmerkmals ausgedrückt wird. Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass bei den letztgenannten Fleischkategorien sowohl das Bestimmtheitsmaß (1 % bzw. 57 %), als auch der relative Schätzfehler (23,7 % bzw. 10,4 %) auf sehr unsichere Schätzfunktionen hindeuten. Die Ursachen der systematischen Verzerrungen rühren beim Kalb vermutlich primär von einer stärkeren Ausbeuteorientierung der Praxisschnittführung her.

Alternativ zur Beurteilung der genannten Schätzfehler wurde die Verteilung der klassierten Residuen betrachtet. Im Vorfeld der Klasseneinteilung wurde die systematische Verzerrung auf den Mittelwert 0 korrigiert, um eine einheitliche Bewertungsbasis zu erhalten. Wie erwartet, zeigen sich auch in der Validierung für gut schätzbare Zielmerkmale hohe relative Häufigkeiten der Residuen in den Klassen 0 und 1. Mit abnehmender Schätzgenauigkeit steigt die Besetzung der Randklassen. Eine signifikante Abweichung der Residuen von der erwarteten Normalverteilung kann bei den Zielmerkmalen Bug (Wölbung: 4,41; Schiefe: -1,05), Blume (1,36; -0,52) und Fleisch 2 (0,11; -0,31) festgestellt werden. Die Ergebnisse sind der Anhangstabelle A5 zu entnehmen.

Neben der Überprüfung der Verteilung wurden die Residuen auf systematische Einflüsse varianzanalytisch untersucht. Miteinbezogen in die Modellberechnung wurden die Faktoren Genotyp, Schlachtgewicht und die Interaktion Genotyp-Schlachtgewicht. Bei der Prüfung der Globalhypothese konnte kein signifikanter Einfluss der Faktoren auf die Restfehler eruiert werden. Entsprechend sind die Unterschiede zwischen den LSQ-Mittelwerten der Genotypen in Tabelle 31 nur tendenziell ausgeprägt. Aufgrund der geringen Stückzahl wurde der Genotyp Galloway (n=2) aus der Berechnung ausgeschlossen.

Tabelle 31: Genotypspezifische LSQ-Mittelwerte (LSM) der Residuen in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung (in kg)

Bereich	Zielmerkmal	Kreuzungen (n=8)		Rotbunt (n=13)		Schwarzbunt (n=105)	
		LSM	±SE	LSM	±SE	LSM	±SE
VV	Bug	0,22	0,16	-0,07	0,13	0,00	0,04
HV	Keule	0,14	0,18	0,12	0,14	-0,04	0,05
	Kotelett	-0,14	0,16	0,18	0,12	-0,01	0,04
	Filet	-0,03	0,04	-0,01	0,03	0,00	0,01
	Oberschale	0,00	0,08	0,18	0,07	-0,02	0,02
	Unterschale	0,07	0,07	0,04	0,05	-0,01	0,02
	Blume	0,07	0,08	0,02	0,06	-0,02	0,02
	Kugel	0,02	0,07	0,00	0,05	0,00	0,02
Gesamt	Fleisch 1	-0,47	0,42	0,25	0,33	0,02	0,12
	Fleisch 2	0,12	0,14	0,03	0,11	-0,02	0,04
	Fleisch 3	-0,23	0,18	-0,29	0,14	0,05	0,05
	Fleisch gesamt	-0,83	0,39	-0,02	0,30	0,07	0,11
	Knochen	0,23	0,27	0,26	0,21	-0,05	0,08
	Fett/Sehnen	-0,34	0,18	-0,13	0,14	0,06	0,05

4.3.1.2 Teilstücke nach handelsüblicher Schnittführung Kalb

Neben Zielmerkmalen auf Basis von DLG-Schnittführungsspezifikationen wurden die berechneten Schätzformeln für handelsübliche Teilstücke an derselben unabhängigen Stichprobe validiert. Es konnten in der Zerlegung alle modellierten Zielmerkmale berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse der Validierung sind in Tabelle 32 aufgeführt. Der bei allen Zielmerkmalen zu beobachtende Bias lässt sich mit Hilfe von Abweichungen in den Zuschnitten begründen. Insbesondere bei Zielmerkmalen, die der Fleischkategorie 1 zuzuordnen sind, wird anhand von systematischen Unterschätzungen (negativer Bias) die Ausbeute-Orientierung der Praxisschnittführung deutlich. Tendenziell ist der relative Bias (δ in %) geringer als bei Teilstücken der DLG-Schnittführung.

Tabelle 32: Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung (n=128)

Bereich	Zielmerkmal	Kat	y (kg)	δ (kg)	δ (%)	B (%)	RMSEV (kg)	CV _{RMSEV} (%)
VV	VVmL		35,1	-0,8	-2,2	95	0,97	2,70
	Brust und Leiter		13,5	-1,3	-8,8	89	0,74	5,00
	Crops		21,5	0,4	1,9	91	0,73	3,44
	Bug wg		12,5	0,6	5,0	89	0,45	3,73
	Bug	1	4,1	-0,5	-10,9	85	0,23	4,89
HV	Pistole		34,6	1,1	3,3	95	0,77	2,31
	Keule wg		25,2	0,6	2,4	93	0,62	2,54
	Keule	1	12,7	-1,4	-9,9	83	0,61	4,31
	Rücken wg		9,5	0,5	5,6	80	0,51	5,65
	Rücken	1	4,2	-0,3	-6,7	78	0,32	7,22

Die Schätzungen von Zielmerkmalen, die dem Bereich des Vorderviertels zuzuordnen sind, erreichen eine hohe Genauigkeit mit Bestimmtheitsmaßen größer oder gleich 85 % und Schätzfehlern von 5 % und darunter. Entsprechend der Modellierung, wird beim Teilstück Vorderviertel mit Lappen die höchste Genauigkeit erreicht.

Auch bei Teilstücken des Hinterviertels werden zufrieden stellende bis hohe Bestimmtheitsmaße (78-95 %) erzielt. Es zeigen sich jedoch in der Schätzung von Rücken wie gewachsen und Rücken Fleisch 1 etwas erhöhte Schätzfehler (5,7 % bzw. 7,2 %), die eine geringfügig schwierigere Vorhersage dieser Zielmerkmale vermuten lassen.

Für die Betrachtung der Verteilung der Residuen (Tabelle A 6) wurde der Bias vorab auf den Mittelwert 0 korrigiert, um eine einheitliche Bewertungsbasis zu generieren. Es sind wie erwartet für Zielmerkmale mit einer hohen Schätzgenauigkeit geringe relative Häufigkeiten der Residuen in Randklassen erkennbar. Mit abnehmender Schätzgenauigkeit nimmt die Breite der Verteilung zu. Eine signifikante Abweichung der Residuen-Verteilung von der erwarteten Normalverteilung konnte bei keinem Zielmerkmal festgestellt werden.

In der weitergehenden varianzanalytischen Überprüfung der Residuen konnte ähnlich wie bei den DLG-Teilstücken kein signifikanter Einfluss des Genotyps, des

Schlachtgewichts und der Genotyp-Schlachtgewicht-Interaktion festgestellt werden. Unterschiede in den genotypspezifischen LSM der Residuen sind daher ohne Bedeutung (Tabelle 33).

Tabelle 33: Genotypspezifische LSQ-Mittelwerte (LSM) der Residuen in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung (in kg)

Bereich	Zielmerkmal	Kat	Kreuzungen (n=8)		Rotbunt (n=13)		Schwarzbunt (n=105)	
			LSM	±SE	LSM	±SE	LSM	±SE
VV	VVmL	1	-0,27	0,35	-0,13	0,27	0,06	0,09
	Brust und Leiter		-0,47	0,26	0,03	0,20	0,05	0,07
	Crops		0,22	0,26	-0,18	0,21	0,01	0,07
	Bug wg		0,24	0,16	-0,10	0,12	0,00	0,04
	Bug		-0,06	0,08	0,01	0,06	0,01	0,02
HV	Pistole	1	0,21	0,27	0,24	0,21	-0,07	0,08
	Keule wg		0,20	0,21	0,15	0,17	-0,05	0,06
	Keule		0,25	0,21	0,27	0,16	-0,07	0,06
	Rücken wg		-0,01	0,18	0,17	0,14	-0,03	0,05
	Rücken		-0,08	0,11	0,07	0,09	0,00	0,03

4.3.2 Kategorie Jungbulle

Die Genauigkeit der im VIA-Messsystem implementierten Schätzformeln für Teilstück- und Gewebekomponenten von Jungbullenschlachtkörpern wurde hinsichtlich ihrer Eignung für die Schätzung von Praxiszuschnitten überprüft. Dafür wurden Schätzformeln herangezogen, die aufgrund ihrer Definition möglichst exakt dem Praxiszuschnitt entsprechen.

Tabelle 34: Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Jungbullenschlachtkörpern (n=90)

Bereich	Zielmerkmal	Kat	y (kg)	δ (kg)	δ (%)	B (%)	RMSEV (kg)	CV _{RMSEV} (%)
VV	VVmL		114,8	2,9	2,6	96	2,08	1,86
	Bug		28,4	2,0	7,6	81	1,13	4,26
	Bug	1	8,4	-3,7	-30,6	74	0,69	5,68
HV	Pistole		77,6	-1,7	-2,1	95	1,56	1,97
	Keule wg		57,8	-2,3	-3,8	93	1,42	2,37
	Keule		49,4	-3,8	-7,1	94	1,31	2,46
	Keule	1	28,6	-6,1	-17,6	86	1,64	4,72
	Roastbeef wg		19,9	0,7	3,6	74	0,94	4,88
	Roastbeef		15,5	0,4	2,6	64	0,92	6,01
	Roastbeef	1	6,7	-0,5	-6,9	81	0,42	5,78
	Filet		4,0	1,5	60,0	61	0,28	7,04
	Oberschale	1	11,3	0,3	2,7	83	0,57	5,21
	Unterschale	1	11,8	2,2	22,9	85	0,54	5,56
Gesamt	Fleisch 1		70,8	-13,6	-16,1	91	3,05	3,62
	Fleisch 2		23,8	4,9	25,9	70	1,57	8,29
	Fleisch 3		41,7	5,3	14,6	35	2,98	8,20
	Fleisch gesamt		135,8	-3,8	-2,7	95	3,36	2,41

Tendenziell zeigt sich, wie bei der Kategorie Kalb, auch für Zielmerkmale von Jungbullenschlachtkörpern, dass mit zunehmendem mittleren Gewicht der Teilstücke die Schätzgenauigkeit steigt (Tabelle 34). Der bei allen Zielmerkmalen zu beobachtende Bias lässt sich primär auf Schnittführungsunterschieden zurückführen. Anhand der Schätzung der Gewebekomponenten Fleisch 1, 2 und 3 ist eine abweichende Orientierung zwischen DLG- und praxisüblichen Standardzuschnitten erklärbar. Insbesondere der negative Bias bei Fleisch 1 (-13,6 kg) verdeutlicht eine systematische Unterschätzung des Gewichts verkaufsfertig zugeschnittener Teilstücke und damit eine stärkere Ausbeute-Orientierung der in dieser Untersuchung angewendeten Praxisschnittführung. Dies wird durch die systematische Überschätzung von Fleisch 2 und 3 (kleinere Bratenstücke, Verarbeitungsfleisch) bestätigt. Es werden also im kommerziellen Zerlegebetrieb gewichtsbezogen mehr verkaufsfertige Teilstücke und weniger Abschnitte gewonnen. Auch bei der Schätzung des Zielmerkmals Fleisch gesamt tritt ein positiver Bias auf, der vermutlich primär daher rührt, dass unter

Praxisbedingungen subkutanes und teilweise auch intermuskuläres Fett als Aromaträger an den Teilstücken belassen wird. Diese Bestandteile des Körperfettes wurden bei der Referenzerlegung durch die BfEL (Kulmbach) höchstwahrscheinlich exakter vom Fleisch getrennt und den Fettabschnitten zugeordnet.

Aus dem Vorderviertel wird für das Zielmerkmal Vorderviertel mit Lappen die höchste Schätzgenauigkeit erreicht. Das Bestimmtheitsmaß (96 %) ist sehr hoch und der Schätzfehler mit 1,9 % entsprechend gering. Parallel zu einer sicheren Schätzung des Teilstückes Bug, wird für das Fleisch 1 des Buges mit einem Schätzfehler von 5,7 % eine befriedigende Schätzgenauigkeit erzielt.

Die Pistole ist neben der Keule das Teilstück, das sich als Pendant im Hinterviertel am genauesten schätzen lässt ($B=86-95$ %; $CV_{RMSEV}=2,0-4,7$ %). Eine gute Schätzgenauigkeit wurde beim Roastbeef „wie gewachsen“ erreicht ($B=74$ %; $CV_{RMSEV}=4,9$ %). Das Roastbeef lässt sich noch zufriedenstellend vorhersagen. Es hat mit $B=64$ % eine geringeres Bestimmtheitsmaß als der entsprechende verkaufsfertige Zuschnitt (Fleisch 1). Auch der Schätzfehler (6,0 %) ist geringfügig erhöht. Unbefriedigende Genauigkeiten zeigen sich beim Filet. Das Bestimmtheitsmaß (61 %) und der etwas größere Schätzfehler mit 7,0 % deuten auf Unsicherheiten in der Schätzung dieses Zielmerkmals hin. Für Ober- und Unterschale werden gute Schätzgenauigkeiten erreicht. Das wird durch einen hohen Anteil der erklärbaren Varianz an der Gesamtvarianz der Zielmerkmale (83-85 %) und geringe bis akzeptable Schätzfehler (2,4-5,8 %) verdeutlicht.

Für Zielmerkmale, die dem gesamten Schlachtkörper zugeordnet wurden, sind sehr unterschiedliche Schätzqualitäten der Regressionsformeln zu beobachten. Die Schätzung des Fleisch gesamt weist die höchste Exaktheit auf ($B=95$ %; $CV_{RMSEV}=2,4$ %). Auch das Fleisch 1 ist mit Hilfe der Videobildanalyse genau schätzbar ($B=91$ %; $CV_{RMSEV}=3,6$ %). Unzureichende Genauigkeiten werden bei der Schätzung der Gewebekomponenten Fleisch 2 und 3 erreicht. Insbesondere die Schätzfehler (8,2 % bzw. 8,3 %) sind stark erhöht. Zudem stellt das unbefriedigende Bestimmtheitsmaß der Fleisch 3-Schätzung (35 %) das Minimum aller Zielmerkmale dar.

Analog zur Vorgehensweise bei der Überprüfung der Residuen in der Modellierung und Validierung der Teilstück- und Gewebekomponenten von Kälberschlachtkörpern wurde die Verteilung der Residuen auf signifikante Abweichungen von der korrespondierenden Normalverteilung geprüft. Die aus den Schätzgleichungen

resultierenden Residuen folgten bei allen Zielmerkmale einer Normalverteilung (Tabelle A 7).

Tabelle 35: Genotypspezifische LSQ-Mittelwerte (LSM) der Residuen in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Jungbullenschlachtkörpern (in kg)

Bereich	Zielmerkmal	Kat	Fleckvieh (n=50)		Milchtyp (n=22)		Kreuzungen (n=15)	
			LSM	±SE	LSM	±SE	LSM	±SE
VV	VVmL		0,83	0,33	0,31	0,98	-0,72	0,52
	Bug		0,24	0,18	-0,23	0,55	-0,56	0,29
	Bug	1	0,02	0,11	0,24	0,34	-0,25	0,18
HV	Pistole		-0,34	0,26	-0,32	0,77	0,30	0,41
	Keule wg		-0,30	0,23	0,12	0,70	-0,09	0,37
	Keule		-0,28	0,21	0,08	0,63	-0,21	0,34
	Keule	1	-0,35	0,24	0,93	0,71	-0,26	0,37
	Roastbeef wg		0,03	0,16	-0,57	0,47	0,35	0,24
	Roastbeef		0,00	0,15	-0,36	0,45	0,43	0,24
	Roastbeef	1	-0,10	0,07	-0,03	0,21	0,06	0,11
	Filet		-0,03	0,04	-0,08	0,13	0,05	0,07
	Oberschale	1	-0,19	0,09	0,18	0,27	-0,04	0,14
Unterschale	1	-0,03	0,09	0,03	0,27	-0,04	0,14	
Gesamt	Fleisch 1		-0,90	0,49	2,39	1,47	0,19	0,78
	Fleisch 2		-0,10	0,26	-0,07	0,78	0,67	0,41
	Fleisch 3		0,81	0,47	-0,75	1,41	-1,40	0,75
	Fleisch gesamt		0,11	0,53	1,32	1,60	-0,63	0,85

In obenstehender Tabelle 35 werden die genotypspezifischen LSQ-Mittelwerte der Residuen dargestellt. Bei der varianzanalytischen Überprüfung der Faktoren Genotyp, Schlachtgewicht und Genotyp-Schlachtgewicht-Interaktion zeigte sich kein signifikanter Einfluss. Die milchbetonten Zweinutzungsrasen Braunvieh, Schwarz- und Rotbunt wurden hierbei als milchbetonter Zweinutzungstyp („Milchtyp“) zusammengefasst. Aufgrund der geringen Stückzahl (n=3) wurden die dem Genotyp „Andere“ zugeordneten Schlachtkörper nicht in die Auswertung miteinbezogen. Unterschiede zwischen den gebildeten Genotypklassen sind nur tendenzieller Natur.

4.4 Statistische Adaptation der Schnitfführung

Durch die Validierung der VIA-Schätzformeln konnten systematische Verzerrungen (Bias, δ) in der Schätzung der Zielmerkmale festgestellt werden. Diese sind auf Abweichungen zwischen den Schnitfführungen in der Modellierung (DLG-orientiert) und Validierung (Praxisorientiert) zurückführbar, wie unter Abschnitt 3.2 bereits beschrieben.

Um mit den ermittelten VIA-Schätzformeln den Handelswert korrekt abbilden zu können und eine Nutzbarkeit der Messtechnik in der Produktion zu erreichen, wurde eine Methode erarbeitet, mit Hilfe derer die Schnitfführung statistisch an Praxisbedingungen adaptiert werden kann. Sie wird als Alternative zur kosten- und zeitintensiven Neuentwicklung von Schätzformeln vorgeschlagen.

Für die statistische Adaptation (Bias-Korrektur) wurde eine lineare Regression herangezogen. Dabei wird die Schätzformel mit dem Zielwert $\delta=0$ an die Validierungsstichprobe approximativ angepasst, ohne dabei das Bestimmtheitsmaß oder den Schätzfehler zu beeinflussen.

Die angewendete Regressionsformel für die Adaptation lautet im Allgemeinen:

$$\hat{y}_i = m * \hat{Y}_i + b$$

Wobei:

\hat{y}_i = angepasster Schätzwert,

\hat{Y}_i = ursprünglicher (verzerrter) Schätzwert,

m = Steigung der Regressionsgeraden bzw. Regressionskoeffizient,

b = y-Achsenabschnitt bzw. Intercept.

Auf Grundlage der erhobenen Zerlegeinformationen konnten entsprechende Regressionsgeraden für die Kategorie Kalb und Jungbulle berechnet werden (Tabelle 36-38).

Bei vollständiger Übereinstimmung von Schätz- und Messwert wäre ein Intercept (b) von 0 und eine Steigung (m) von 1 zu erwarten. Es zeigen sich bei einigen Zielmerkmalen signifikante bis sehr hoch signifikante Abweichungen des Intercepts von Null und signifikante bis hoch signifikante Abweichungen der Steigung von 1.

Tabelle 36: Intercept (b) und Regressionskoeffizienten (m) für die Bias-Korrektur in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung (n=128)

Bereich	Zielmerkmal	b (H0-Hypothese: b=0)	m (H0-Hypothese: m=1)
VV	Bug	-0,54	0,98
HV	Keule	1,08*	0,95*
	Kotelett	0,20	0,92
	Filet	-0,11	1,06
	Oberschale	0,33	1,01
	Unterschale	0,34*	0,93
	Blume	0,04	1,16*
	Kugel	0,62**	0,92
Gesamt	Fleisch 1	-1,05	0,93*
	Fleisch 2	1,35***	0,14**
	Fleisch 3	-1,25*	0,59*
	Fleisch gesamt	-2,12*	1,04
	Knochen	-2,95**	1,32*
	Fett/Sehnen	0,94***	0,34**

Tabelle 37: Intercept (b) und Regressionskoeffizienten (m) für die Bias-Korrektur in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung (n=128)

Bereich	Zielmerkmal	Kat	b (H0-Hypothese: b=0)	m (H0-Hypothese: m=1)
VV	VVmL		0,72	1,01
	Brust und Leiter		0,99*	1,02
	Crops		0,15	0,98
	Bug wg		-0,47	0,99
	Bug	1	-0,22	1,18*
HV	Pistole		0,46	0,96
	Keule wg		0,96	0,94
	Keule	1	1,46**	0,99
	Rücken wg		0,58	0,89*
	Rücken	1	-0,36	1,16*

Tabelle 38: Intercept (b) und Regressionskoeffizienten (m) für die Bias-Korrektur in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Jungbullenschlachtkörpern (n=90)

Bereich	Zielmerkmal	Kat	b (H0-Hypothese: b=0)	m (H0-Hypothese: m=1)
VV	VVmL		2,59	0,95*
	Bug		-0,24	0,94
	Bug	1	0,83	1,34*
HV	Pistole		-1,07	1,04
	Keule wg		-1,85	1,07*
	Keule		0,53	1,07*
	Keule	1	1,12	1,18*
	Roastbeef wg		2,19	0,86*
	Roastbeef		2,76	0,80*
	Roastbeef	1	0,23	1,05
	Filet		-0,39	0,72*
	Oberschale	1	-2,08**	1,16*
Unterschale	1	-0,55	0,86*	
Gesamt	Fleisch 1		7,09**	1,09*
	Fleisch 2		0,74	0,76*
	Fleisch 3		11,15**	0,61*
	Fleisch gesamt		18,50***	0,89*

5 Ökonomische Betrachtung

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit war, zu überprüfen, inwieweit mit Hilfe der Videobildanalyse berechnete Schätzinformationen über die Zusammensetzung von Schlachtkörpern für eine Abbildung des Handelswertes von Rinderschlachtkörpern geeignet sind. Der Handelswert ist hier definiert als die Summe der Einzelerlöse für Produkte aus der grobgeweblichen Zerlegung eines Schlachtkörpers. Zur Berechnung wurden im Kapitel „Material und Methoden“ beschriebene Zerlegestichproben (Validierungstichproben) und die im Folgenden aufgeführten Großhandelspreise von Rindfleischartikeln (Produktpreise) herangezogen.

5.1 Produktpreise

Die Darstellung erfolgt auf Basis von Durchschnittspreisen des Zeitraums 2000 bis 2004, die im Rindfleischverkauf der Westfleisch eG erzielt wurden. Das Jahr 2001 wurde aufgrund BSE-bedingter atypischer Marktentwicklungen nicht in der Auswertung berücksichtigt. Alle Preise wurden auf Basis von Indices des Statistischen Bundesamtes (2005) inflationsbereinigt und auf das Preisniveau 2004 korrigiert. Es wurde die verkaufte Menge (kg) in die Berechnung des gewichteten arithmetischen Mittelwertes einbezogen. Die Durchschnittspreise werden relativ zum mittleren Keulenpreis ausgedrückt.

5.1.1 Kalbfleischartikel

In der Kalbfleischvermarktung wurden die in Tabelle 39 aufgeführten durchschnittlichen Großhandelspreise für verkaufsfertig zugeschnittene Teilstücke, Abschnitte, Fett/Sehnen und Knochen erzielt.

Tabelle 39: Relative Großhandelspreise im gewogenen Mittel der Jahre 2000-2004 für Kalbfleisch-Artikel (exkl. 2001; Keule=100 %)

Bereich	Bezeichnung	Kat	relativer Preis (%)
VV	Lappen	1	42,1
	Brust	1	51,1
	Brust und Leiter	1	43,9
	Hals	1	54,3
	Bug	1	66,8
	Vorderhaxe (gesägt)		36,8
HV	Rücken	1	140,0
	Filet (mit Kette)	1	196,8
	Keule	1	100,0
	Oberschale	1	126,2
	Unterschale	1	84,8
	Blume (Hüfte)	1	82,3
	Kugel	1	87,5
	Rosenstück	1	54,8
Hinterhaxe (gesägt)		60,0	
Gesamt	Fleisch 2		42,7
	Fleisch 3		30,7
	Fett / Sehnen		6,4
	Knochen		-1,2

Beim Kalb konnten keine spezifischen Vorgaben des Vermarkters für die Teilstückqualität, die Zu- und Abschläge im Preis bedingen, ermittelt werden. Der Preis für die Keule wurde aus den Einzelteilstücken Oberschale, Unterschale, Blume und Kugel kalkulatorisch ermittelt.

In der nachstehenden Abbildung 14 wird auf die Entwicklung der Verkaufspreise der Hauptteilstücke Keule, Rücken und Bug näher eingegangen. Die inflationsbereinigten und niveauekorrigierten Verkaufspreise dieser Teilstücke (Euro pro Kilogramm) wurden zum z-Wert transformiert, um eine Vergleichbarkeit zwischen den Teilstücken herzustellen. Die Transformation in Standardnormen (z-Werte) wurde folgendermaßen berechnet:

$$z - Wert = \frac{x_i - x}{SD}$$

Wobei:

x_i = i-ter Preis (Durchschnitt einer Kalenderwoche),

\bar{x} = Mittelwert der Preise.

Der Abbildung 14 liegen Wochenpreise als diskrete Zeitreihe chronologisch zugrunde. Neben dem gleitenden Durchschnitt (zwei Perioden) als Linie werden die Preistrendgerade und die Trendfunktion dargestellt.

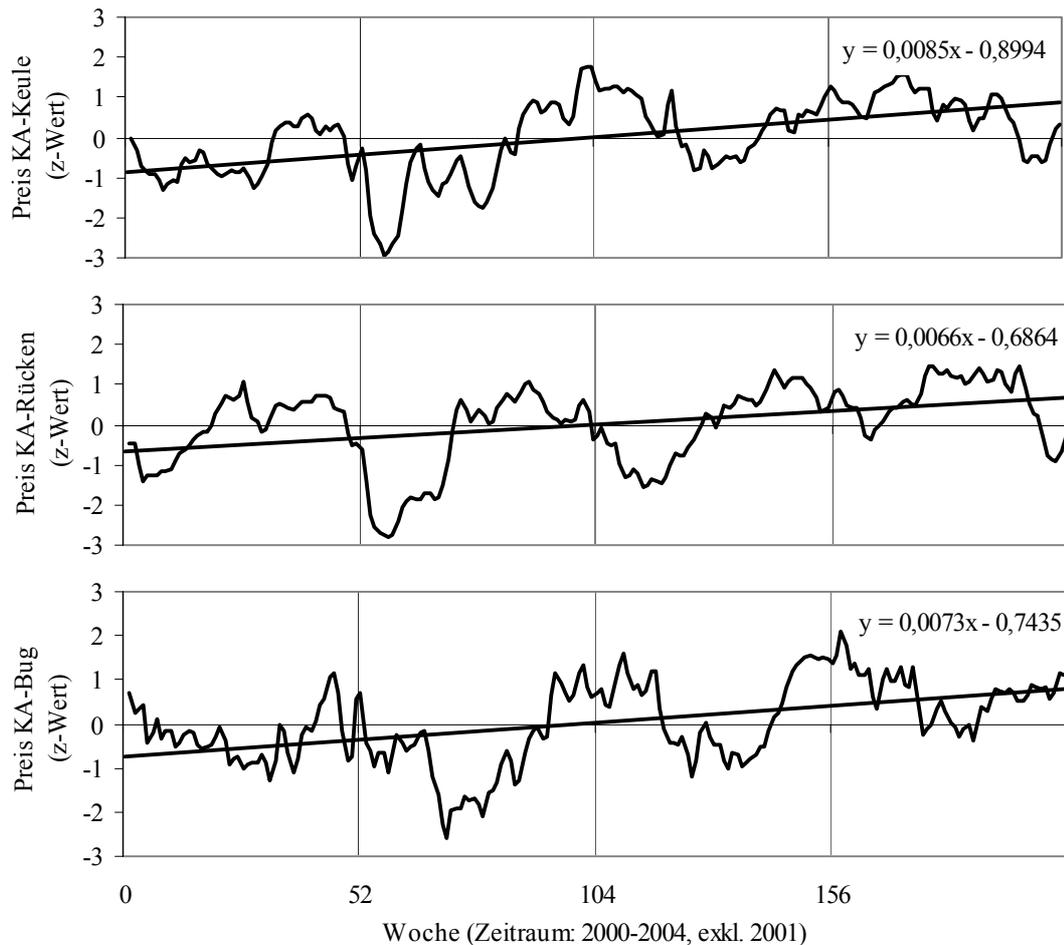


Abbildung 14: Transformierte inflationsbereinigte Preise der Kalbfleischartikel Keule, Rücken und Bug im Zeitraum 2000-2004 (exkl. 2001)

Es sind saisonale Preisschwankungen bei allen drei wertbestimmenden Kalbfleisch-Teilstücken erkennbar, die insbesondere bei Keule und Rücken eher gegensätzlich verlaufen. Die positive Steigung der inflationsbereinigten Trendgeraden deutet tendenziell auf reale Preissteigerungen im Zeitverlauf bei allen Teilstücken hin. In der

Originalskala beträgt sie im betrachteten Zeitraum durchschnittlich jährlich ca. 4,3 % bei der Keule sowie 2,3 % beim Rücken und 5,6 % beim Bug.

5.1.2 Jungbullenfleischartikel

In der nachstehenden Tabelle 40 sind durchschnittliche Preise für verkaufsfertig zugeschnittene Teilstücke, Abschnitte, Fett/Sehnen und Knochen von Jungbullen aufgeführt. Bei Jungbullenfleischartikeln existieren konkrete Anforderungen des Handels an die Teilstückqualität. Für die Kalkulation der Schlachtkörper auf Basis der erhobenen Teilstückgewichte und -preise muss beachtet werden, dass für das Roastbeef ein pauschaler Preisabschlag anzusetzen ist (in Klammern aufgeführt), falls es von Schlachtkörpern der Fleischigkeitsklasse „O“ stammt oder das Mindestgewicht nicht erfüllt. Ein Roastbeef von O-Jungbullen erfährt aufgrund seiner flachen Form beim Abnehmer eine geringere Wertschätzung als jenes von Jungbullen der Konformation R und U (Westfleisch eG, persönliche Mitteilung).

Auch die Teilstücke Entrécote, Filet, Oberschale und Unterschale werden mit preislichen Abschlägen belegt, falls sie vom Handel geforderte Mindestgewichte nicht erfüllen. Dafür wird vom Fleischvermarkter eine pauschale Preisminderung für nicht der gewünschten Qualität entsprechende Teilstücke empfohlen. Sie ist in Klammern aufgeführt und wird bei den Berechnungen in Ansatz gebracht. Der Keulenpreis ist kalkulatorisch über die Einzelteilstücke Oberschale, Unterschale, Kugel, Steakhüfte, Tafelspitz und Bürgermeisterstück ermittelt worden. Anhand der Gewichtsinformationen aus der Zerlegestichprobe war ersichtlich, dass Untergewichte bei den Teilstücken Entrecoté und Filet (<2 kg) mit der Unterschreitung der Gewichtsgrenzen bei Roastbeef und Keule einhergehen. Die Anforderung an das Mindestgewicht des Teilstückes Keule (27 kg) beruht auf Gewichtsgrenzen für Ober- und Unterschale.

Tabelle 40: Großhandelspreise im gewogenen Mittel der Jahre 2000-2004 für Jungbullenfleisch-Artikel (exkl. 2001)

Bereich	Bezeichnung	Kat	relativer Preis (%)
VV	Cappas	3	20,4
	Bavette groß Aloya	1	88,7
	Bavette Flanchet	1	72,6
	Brust	1	53,9
	Zungenstück	1	60,6
	Hals	1	58,1
	Bug	1	74,9
	Vorderbein		38,4
HV	Roastbeef (O oder <5,5 kg / O und <5,5 kg)	1	173,7 (137,8 / 102,0)
	Entrecote (<2 kg)	1	112,9 (77,1)
	Filet (<2 kg)	1	327,1 (291,2)
	Keule (<27 kg)	1	100,0 (78,5)
	Oberschale (<8 kg)	1	112,2 (78,1)
	Unterschale (<7 kg)	1	88,5 (52,7)
	Kugel	1	89,2
	Steakhüfte	1	120,6
	Tafelspitz	1	102,9
	Bürgermeisterstück	1	60,4
	Rosenstück	1	45,2
	Hinterhese gesägt		41,2
Gesamt	Hackfleisch HVO	2	46,6
	Verarbeitungsfleisch	3	32,4
	Kutterfleisch	3	16,3
	Vliesfleisch	3	19,7
	Fett		6,6
	Sehnen		-0,9
	Röhrenkochen		15,2
	Risikoknochen		-3,6
	Knochen		-1,8

Wie bei der Kategorie Kalb wird in der folgenden Abbildung 15 die Preisentwicklung der Hauptteilstücke Keule, Roastbeef und Bug in Form von z-Werten dargestellt.

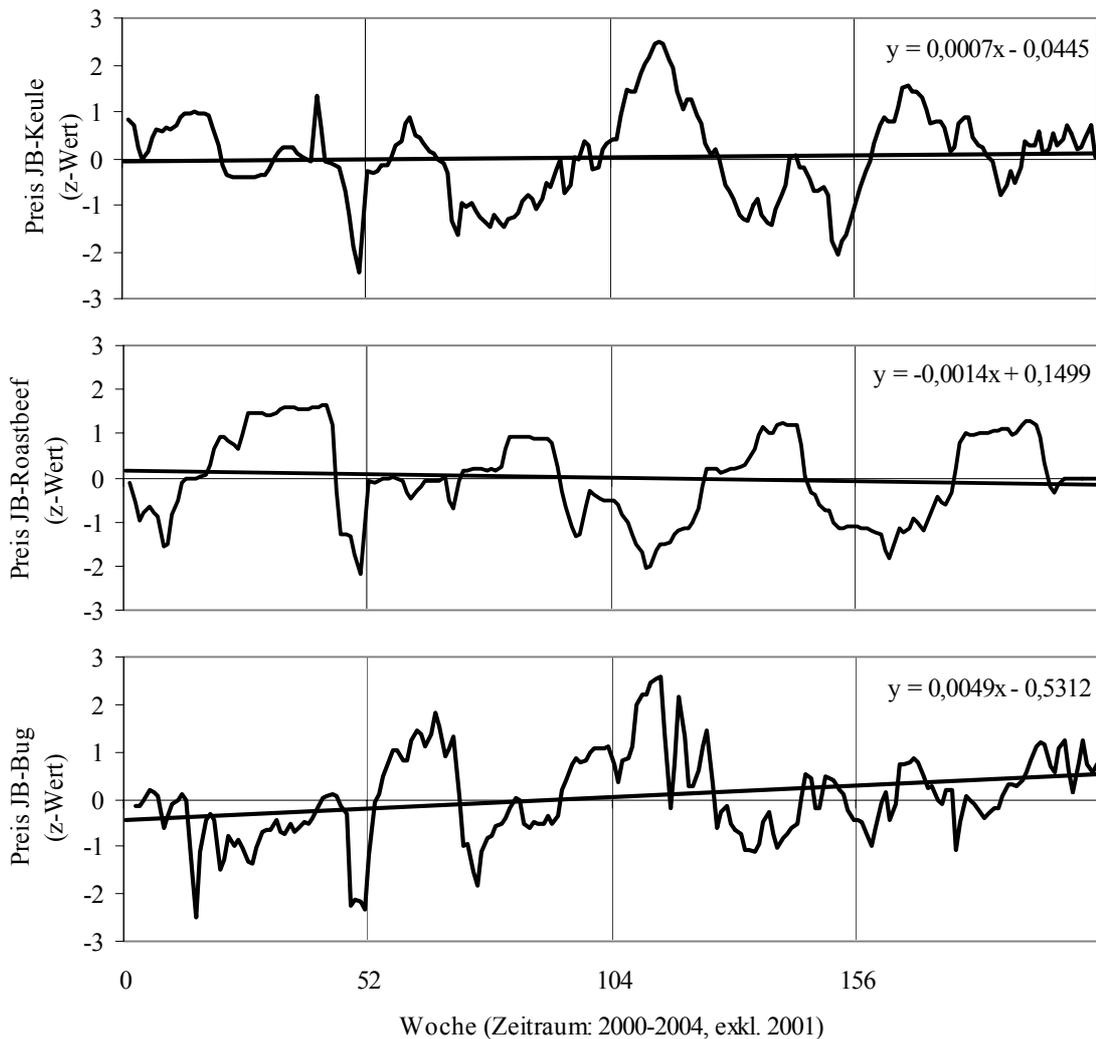


Abbildung 15: Transformierte inflationsbereinigte Preise der Jungbullenfleischartikel Keule, Roastbeef und Bug im Zeitraum 2000-2004 (exkl. 2001)

Es ist in Abbildung 15 erkennbar, dass der Preistrend von Keule und Roastbeef gegen null geht. Der Preis für diese Teilstücke ist im Mittel stationär. Lediglich der Bug hat im Betrachtungshorizont tendenziell an Wert gewonnen. Die jährliche reale Wertsteigerung dieses Teilstückes beträgt im Mittel 4,9 %.

5.2 Handelswert

5.2.1 Kalkulation des Handelswertes

Begrifflich wird der Handelswert als Durchschnitts-, Markt- oder Handelspreis einer Ware definiert (Selien und Selien 1979). Als Grundlage für die Kalkulation des Handelswertes dienen Produkte aus der grobgeweblichen Zerlegung. Dazu gehören verkaufsfertig zugeschnittene Teilstücke (Fleischkategorie 1) sowie im Zerlegeprozess anfallende Fleischabschnitte, Körperfette, Sehnen und Knochen. Diese Informationen wurden in den Versuchen erhoben. Indem die Gewichte der Produkte mit den entsprechenden Großhandelspreisen (hier der Durchschnitt der Jahre 2000-2004, exkl. 2001) multipliziert werden, ergibt sich als Summe der Einzelerlöse der Handelswert. Dabei sind wertmindernde Restriktionen entsprechend zu berücksichtigen.

Die Berechnungsweise des Handelswertes eines Schlachtkörpers kann folgendermaßen formuliert werden:

$$\text{Handelswert (€)} = \sum_{i=1}^n t_i p_i$$

wobei n die Anzahl der in die Kalkulation eingeflossenen Rindfleischartikel, t_i das Gewicht (kg) und p_i den Preis (€/kg) des Einzelprodukts i repräsentieren.

5.2.2 Handelswert von Kälberschlachtkörpern

Die Kalkulation des Handelswertes von Kälberschlachtkörpern wurde mit den Informationen zur Schlachtkörperzusammensetzung aus der Validierungsstichprobe vorgenommen, da die zur Verfügung stehenden Preise für verkaufsfertig zugeschnittene Teilstücke, Verarbeitungsfleisch, Fett/Sehnen und Knochen an der handelsüblichen Schnittführung ausgerichtet sind. Eine Kalkulation auf Basis der Modellierungsstichprobe war nicht möglich, da für einzelne DLG-Teilstückzuschnitte keine Preise ermittelt werden konnten. Des Weiteren sind für solche Teilstücke, aufgrund der geringeren Ausbeuteorientierung der DLG-Schnittführung, Großhandelspreise nicht verwendbar. Die Fleischfarbe, welche den Verkaufswert von Kalbfleisch systematisch beeinflusst, konnte im Versuch nicht erfasst werden und blieb daher unberücksichtigt.

Es wurde eine amtliche Klassifizierung der Kälberschlachtkörper in das EUROP-Handelsklassenschema (VO EWG 1208/81) vorgenommen. Die Aussagefähigkeit dieser Vorgehensweise bezüglich des Handelswertes ist den beiden nachstehenden Tabellen zu entnehmen. In Tabelle 41 sind die Ergebnisse der Handelswert-Berechnung in Bezug auf die amtliche Fleischigkeitsklasse aufgeführt.

Tabelle 41: Kalkulation des Handelswertes von nach handelsüblicher Schnittführung zerlegten Kälberschlachtkörpern in Bezug auf die Fleischigkeitsklasse (in Euro pro kg Schlachtgewicht)

Fleischigkeitsklasse	n	x	SD	CV (%)	Min	Max
U	8	4,46	0,17	3,71	4,34	4,82
R	58	4,35	0,11	2,44	4,15	4,60
O	62	4,27	0,09	2,05	4,10	4,46
Gesamt	128	4,32	0,11	2,65	4,10	4,82

Bei Betrachtung der Fleischigkeitsklasse ist mit ansteigender Handelsklasse von O nach U ein linearer Handelswertanstieg von 0,08 €/kg (O nach R) bzw. 0,11 €/kg (R nach U) festzustellen. Allerdings übersteigt die Standardabweichung (SD) des Handelswertes innerhalb der Klassen die Handelwertunterschiede zwischen den Klassen.

Mit Hilfe der amtlich festgestellten Fettgewebeklasse wurde eine weitere Differenzierung der Fleischigkeitsklassen vorgenommen. Die Ergebnisse der Kalkulation des Handelswertes werden in der folgenden Tabelle 42 in Bezug auf die Handelsklassen aufgeführt.

Tabelle 42: Kalkulation des Handelswertes von nach handelsüblicher Schnittführung zerlegten Kälberschlachtkörpern in Bezug auf die Handelsklasse (in Euro pro kg Schlachtgewicht)

Handelsklasse	n	x	SD	CV (%)	Min	Max
U3	7	4,41	0,08	1,9	4,34	4,57
R2	29	4,36	0,11	2,4	4,17	4,56
R3	29	4,33	0,11	2,5	4,15	4,60
O2	31	4,26	0,09	2,2	4,12	4,43
O3	29	4,27	0,08	1,9	4,10	4,46

Wegen der geringen Anzahl wurden die Klassen U2 und O1 nicht in die Auswertung einbezogen. Es wird erwartet, dass mit abnehmendem Verfettungsgrad der Handelswert der Schlachtkörper tendenziell höher wird. Das bestätigt sich zwar in der Fleischigkeitsklasse R, jedoch nicht in O. Die Spanne zwischen dem Mittelwerten der Klassen U3 und O3 beträgt 0,14 €/kg. Anhand der Standardabweichung zeigt sich überdies, dass durch die Klassifizierung keine eindeutige Gruppierung der Schlachtkörper nach ihrem Handelswert möglich ist.

Mit Hilfe der zwei-faktoriellen Varianzanalyse wurde der Einfluss von Fleischigkeits- und Fettgewebeklasse auf Signifikanz überprüft. Dabei konnte ein hoch-signifikanter Einfluss der Fleischigkeitsklasse auf den Handelswert festgestellt werden, jedoch haben die Fettgewebeklasse und die Interaktion von Fleischigkeits- und Fettgewebeklasse (Handelsklasse) keinen signifikanten Einfluss.

Der Handelswert der Schlachtkörper wurde mit Hilfe der Informationen über die Schlachtkörperzusammensetzung aus der grobgeweblichen Zerlegung kalkuliert. Für die weitere Betrachtung wurden sie in die Kompartimente Teilstücke, Abschnitte Fett/Sehnen sowie Knochen gruppiert. Nachfolgende Abbildung 16 gibt einen Überblick zur Bedeutung, die die Erlöse der Kompartimente für den Handelswert eines durchschnittlichen Schlachtkörpers haben.

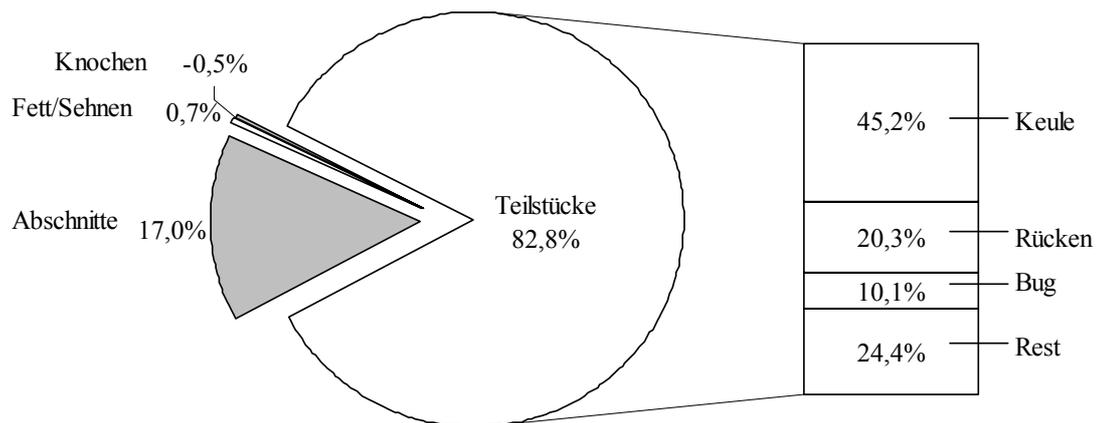


Abbildung 16: Durchschnittlicher Anteil der Erlöse für Schlachtkörperkompartimente am Handelswert von Kälberschlachtkörpern (n=128)

In Abbildung 16 ist ersichtlich, dass erwartungsgemäß der Erlös für das Kompartiment Teilstücke den größten Anteil am Handelswert (83 %) hat, gefolgt von den Abschnitten (17 %). Der Anteil von Fett/Sehnen (1 %) und Knochen (-1 %) hat eine vergleichsweise geringe Bedeutung.

Der Erlös des Kompartimentes Teilstücke wird im Wesentlichen durch die durch die verkaufsfertigen Zuschnitten von Keule (45 %), Rücken (20,3 %) und Bug (10 %) bestimmt (eckiges Kästchen). Die übrigen Teilstücke, welche unter dem Oberbegriff „Rest“ zusammengefasst wurden, haben jeweils einen Anteil unterhalb von 10 %.

5.2.3 Handelswert von Jungbullenschlachtkörpern

Die Kalkulation des Handelswertes erfolgte auf Basis der Informationen über die Schlachtkörperzusammensetzung aus der Validierungsstichprobe, in der eine Zerlegung nach handelsüblichen Schnittführungsspezifikationen durchgeführt wurde. Die Resultate der Berechnungen werden analog zur Kategorie Kalb dargestellt.

In den folgenden Tabellen 43 und 44 sind die Ergebnisse der Kalkulation des Handelswertes von Jungbullenschlachtkörpern in Bezug auf die amtliche Klassifizierung in Fleischigkeits- und Handelsklassen aufgeführt.

Tabelle 43: Kalkulation des Handelswertes von Jungbullenschlachtkörpern in Bezug auf die Fleischigkeitsklasse (in Euro pro kg Schlachtgewicht)

Fleischigkeitsklasse	n	x	SD	CV (%)	Min	Max
U	30	3,07	0,07	2,2	2,95	3,20
R	30	3,01	0,09	2,9	2,86	3,22
O	30	2,77	0,09	3,4	2,62	2,98
Gesamt	90	2,95	0,16	5,3	2,62	3,22

Wie beim Kalb, zeigt sich in Tabelle 43 ein linearer Anstieg von O nach U (0,30 €/kg). Auffällig ist dabei, dass der preisliche Abstand zwischen Klasse O und der in der Fleischigkeitshierarchie nächst höheren Klasse R (0,24 €/kg) im Mittel um 0,18 €/kg größer ist als der zwischen R- und den als fleischiger eingestuften U-Bullen (0,06 €/kg). Die Unterschiede in den Abständen lassen sich primär in der tendenziell schlechteren Teilstückqualität bei O-Bullen begründen. Unter Qualität sind hier Ansprüche des

Handels an Gewicht und Form der Teilstücke zu verstehen. Kalkulatorisch wurden für Teilstücke, die nicht bestimmte qualitative Anforderungen erfüllen, entsprechend niedrigere Preise angesetzt (siehe Tabelle 40).

Tabelle 44: Kalkulation des Handelswertes von Jungbullenschlachtkörpern in Bezug auf die Handelsklasse (in Euro pro kg Schlachtgewicht)

Handelsklasse	n	x	SD	CV (%)	Min	Max
U2	15	3,10	0,05	1,5	2,99	3,20
U3	15	3,04	0,07	2,4	2,95	3,16
R2	15	3,06	0,08	2,7	2,94	3,22
R3	15	2,97	0,07	2,3	2,86	3,10
O2	7	2,87	0,10	3,5	2,74	2,98
O3	23	2,74	0,07	2,6	2,62	2,86

An Tabelle 44 lässt sich ablesen, dass der höchste durchschnittliche Handelwert für Jungbullen der Handelsklasse U2 (3,10 €/kg) und der geringste für O3-Bullen (2,74 €/kg) erreicht wird. Die Spanne zwischen den Mittelwerten dieser Handelsklassen beträgt 0,36 €/kg. Innerhalb der Fleischigkeitsklasse zeigt sich, dass der Handelwert von Schlachtkörpern mit zunehmendem Verfettungsgrad abnimmt. Die mittlere Differenz zwischen Fettgewebeklasse 2 und 3 beträgt 0,13 €/kg bei O-Bullen, 0,09 €/kg bei R-Bullen und bei U-Bullen 0,06 €/kg, wobei hier die Abweichungen in der Besetzung der Handelsklasse O2 (n=7) und O3 (n=23) bei der Interpretation zu berücksichtigen sind.

Die Standardabweichungen der Klassenhandelswerte verdeutlichen, dass eine handelwertbezogene Rangierung der Jungbullen-Schlachtkörper mit Hilfe der amtlichen Klassifizierung nicht eindeutig möglich ist. Die Schlachtkörper werden lediglich im Mittelwert differenziert.

Entsprechend der Auswertung des Handelswertes von Kälberschlachtkörpern wurde der Einfluss von Fleischigkeits- und Fettgewebeklasse varianzanalytisch untersucht. Dabei konnten signifikante Einflüsse von Fleischigkeits- und Fettgewebeklasse auf den Handelwert ($p \leq 0,05$) festgestellt werden. Der Einfluss der Interaktion von Fleischigkeits- und Fettgewebeklasse ist nicht signifikant, zurückführbar auf die gegenläufige Wirkung der Faktoren. Das heißt mit zunehmender Fleischigkeit nimmt der Handelwert zu, wohingegen er bei steigender Verfettung abnimmt.

Wie beim Kalb wurde eine Gruppierung der Zerlegeinformationen in Kompartimente vorgenommen, um Aufschluss über die Bedeutung ihrer Erlöse für den Handelswert zu gewinnen.

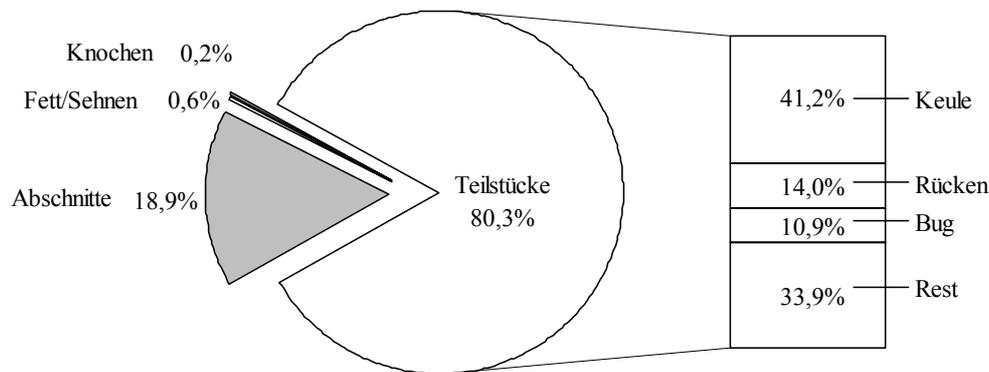


Abbildung 17: Durchschnittlicher Anteil der Erlöse für Schlachtkörperkompartimente am Handelswert von Jungbullenschlachtkörpern (n=90)

In Abbildung 17 ist ersichtlich, dass auch bei Jungbullenschlachtkörpern der Erlös des Kompartimentes Teilstücke (80 %) den größten Anteil am Handelswert hat. Die Abschnitte repräsentieren 19 % des Handelswertes. Fett/Sehnen und Knochen haben einen marginalen Anteil von unter einem Prozent. Wiederum nimmt am Erlös des Teilstück-Kompartimentes der verkaufsfertige Zuschnitt der Keule (41 %) den größten Anteil ein, gefolgt von Roastbeef (14 %) und Bug (11 %). Zudem ist erkennbar, dass, im Vergleich zum Kalb, der Erlösanteil der wertbestimmenden Teilstücke aus dem Hinterviertel (Keule und Rücken/Roastbeef) bei Jungbullen erheblich geringer ausfällt (ca. 10 %), wobei Bug und Rest einen entsprechend erhöhten Erlösanteil haben. Im Rest sind primär Teilstücke des Vorderviertels enthalten. In Untersuchungen von Augustini et al. (1992) wurde eine Zunahme des Vorderviertelanteils des Schlachtkörpers von Jungbullen der Rasse Fleckvieh im Verlauf des Wachstums festgestellt. Die Verschiebung der Erlösanteile zugunsten des Vorderviertels bei Jungbullen korrespondiert tendenziell mit der von den Autoren beobachteten allometrischen Entwicklung der Viertel.

5.2.4 Bedeutung der Hauptteilstücke im Hinblick auf den Handelswert von Kälber- und Jungbullenschlachtkörpern

Im Weiteren wurde der statistische Zusammenhang zwischen den Erlösen für wertbestimmende Hauptteilstücke und dem Handelswert von Rinderschlachtkörpern untersucht. Die Resultate sind Tabelle 45 zu entnehmen.

Tabelle 45: Einfache Korrelationskoeffizienten (r_p) für kalkulierte Teilstückerlöse (€) der Fleischkategorie 1 und Handelswert (€) der Schlachtkörper

Kategorie	Handelswert	
	Kalb	Jungbulle
N	128	90
Erlös Keule (A)	0,96	0,96
Erlös Rücken/Roastbeef (B)	0,93	0,91
Erlös Bug (C)	0,93	0,87
Summe Erlöse (A+B+C)	0,99	0,98

Die Erlöse der Teilstücke haben insgesamt einen straffen bis sehr straffen Zusammenhang zum Handelswert, wobei die Keule die höchsten Korrelationskoeffizienten aufweist (0,96). Bei der Kategorie Jungbulle korrelieren Roastbeef und Bug im Vergleich zum Kalb in geringfügig abgeschwächtem Maße. Die Summe der Erlöse für diese drei Hauptteilstücke erreicht einen nahezu funktionalen linearen Zusammenhang zum Handelswert ($\geq 0,98$). Grundsätzlich sind Keule, Roastbeef/Rücken und Bug aufgrund ihrer wertbestimmenden Bedeutung und des hohen statistischen Zusammenhangs zum Handelswert für die Konstruktion eines handelswertbezogenen Abrechnungsmodells geeignet. Darüber hinaus können die Gewichte dieser Teilstücke durch die Videobildanalyse mit einer für diese Zwecke ausreichend hohen Genauigkeit geschätzt werden.

5.2.5 Wertigkeit der Teilstücke

Um den Verkaufswert der wertbestimmenden Hauptteilstücke in einem Modell abzubilden, wurden die Hilfsmerkmale wirtschaftlich gewichtet. Dies wird in Form der so genannten Wertigkeit ausgedrückt. Als Bezugsgröße wird hier das anteilmäßig größte Teilstück von Rinderschlachtkörpern, die Keule, herangezogen, die dem Wert 1

entspricht. Die Wertigkeit der Teilstücke Roastbeef und Bug wird als das „x-fache“ des Keulenpreises ausgedrückt.

Auf Grundlage der in den Abbildungen 14 und 15 dargestellten Fünf-Jahres-Durchschnittspreise, ergibt sich die in folgenden Abbildungen 18 und 19 dargestellte Wertigkeit dieser Teilstücke von Kälber- und Jungbullenschlachtkörpern im Zeitverlauf. Bei einem relativ parallelen Verlauf der Preiszeitreihen, wird sich die Wertigkeit tendenziell einer Geraden annähern. Je gegenläufiger die Preisschwankungen sind, desto stärker wird die Wertigkeitszeitreihe einen sinusoiden Kurvenverlauf annehmen.

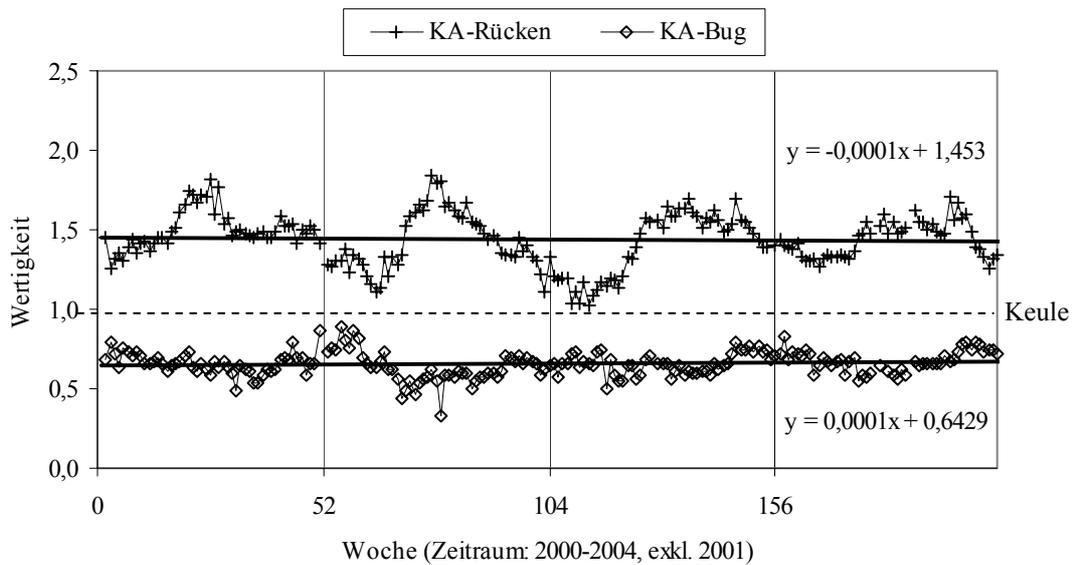


Abbildung 18: Wertigkeit der Kalbs-Teilstücke (Fleisch 1) Rücken und Bug in Bezug auf die Keule (x-faches des Keulenpreises) im Zeitraum 2000-2004 (exkl. 2001)

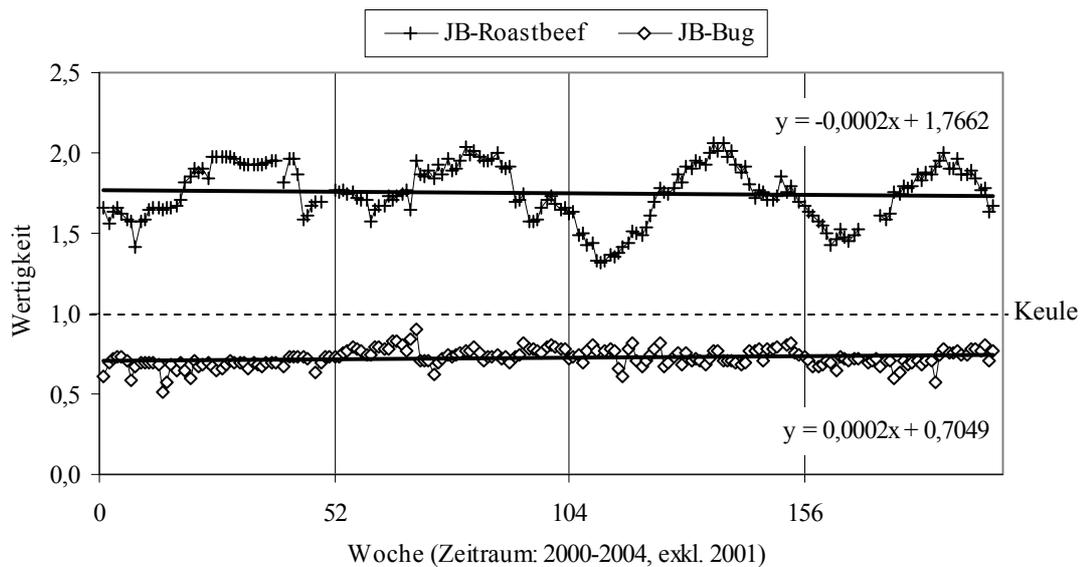


Abbildung 19: Wertigkeit der Jungbullen-Teilstücke (Fleisch 1) Roastbeef und Bug in Bezug auf die Keule (x-faches des Keulenpreises) im Zeitraum 2000-2004 (exkl. 2001)

Insbesondere beim Teilstück Rücken (KA) bzw. Roastbeef (JB) verursachen gegenläufige saisonal-zyklische Preisschwankungen Entwicklungen der Wertigkeit, die tendenziell sinusoiden Wellenbewegungen folgen. Durch die Überlagerung von Sinus- und Kosinusfunktionen können diese Saisonkomponenten in Zeitreihen beschrieben werden (Schlittgen und Streitberg 1995, Schlittgen 2001). Da in den Monaten April bis Juni (Spargelsaison) Kalbs-Rücken tendenziell stärker nachgefragt werden, als andere Kalbfleischteilstücke, steigt die Wertigkeit des Teilstückes in diesem Zeitraum an und erreicht dabei ihr jährliches Maximum. Im ersten Quartal des Jahres ist das wirtschaftliche Gewicht des Kalbs-Rücken am geringsten. Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Jungbullen Roastbeef. Auch hier sind saisonale Schwankungen der Wertigkeit ersichtlich. Die Amplitude der annähernd harmonischen Schwingung, mit einer Frequenz von einem Jahr, wird in der zweiten Jahreshälfte erreicht. Im Zeitraum Juli bis September ist die Wertigkeit des Roastbeefs hoch, wohingegen sie nach Abschluss des Weihnachtsgeschäfts am Jahresende (Ende des Wirtschaftsjahres) stark abfällt. Auch beim Bug sind Schwankungen in der Wertigkeit ersichtlich, jedoch weniger stark ausgeprägt. Grund dafür sind relativ parallel verlaufende Preisschwankungen von Keule und Bug.

Für diese Untersuchung ist, unabhängig von saisonalen Einflüssen, der durchschnittliche Trend der Wertigkeit im Untersuchungszeitraum von Bedeutung. Eine langfristige Veränderung des wirtschaftlichen Gewichts der Teilstücke ist nicht erwünscht, da dies eine regelmäßige Anpassung der Modellparameter erforderlich machen würde. Die Abbildungen 18 und 19 zeigen, dass sich weder beim Rücken/Roastbeef, noch beim Bug ein Trend konstatieren lässt. Die Steigung der Regressionsgeraden verdeutlicht nur marginale und nicht signifikante Veränderung der durchschnittlichen Wertigkeit im Zeitverlauf. Sie ist so gering, dass sowohl beim Kalb, als auch beim Jungbullen, unter Ausklammerung saisonaler Einflüsse, eine Konstanz der Teilstück-Wertigkeit im Beobachtungshorizont festgestellt werden kann. Die Wertigkeits-Zeitreihen sind im Mittel stationär.

Ziel soll sein, ein stationäres handelswertorientiertes Modell zu konstruieren, das über einen langfristigen Zeitraum stabil ist. Die Integration einer Wertigkeitsdynamik erfüllt diese Anforderung nicht und kann zur Inkonsistenz des Konstrukts führen. Die Ergebnisse aus der Berechnung der mittleren Wertigkeit der Teilstücke werden in der folgenden Tabelle 46 dargestellt.

Tabelle 46: Durchschnittliche Wertigkeit der Hauptteilstücke von Kälber- und Jungbullenschlachtkörpern auf Basis der Durchschnittspreise der Jahre 2000-2004 (exkl. 2001)

Teilstück	Teilstückqualität	Kalb	Jungbulle	
		Wertigkeit	Gewichtsgrenze	Wertigkeit
Keule	Norm	1,00	≥27 kg	1,00
	Abweichung	-	<27 kg	0,78
Rücken/Roastbeef	Norm	1,40	≥5,5 kg	1,74*
	Abweichung	-	≥5,5 kg	1,38**
	Abweichung	-	<5,5 kg	1,38*
	Abweichung	-	<5,5 kg	1,02**
Bug	Norm	0,67	-	0,75

*Konformation U/R, **Konformation O

Bei Jungbullenschlachtkörpern wurden durch die Fleischvermarktung Vorgaben für die Teilstückqualität gemacht. Sie konnten bei der Berechnung der Wertigkeit (Tabelle 46) berücksichtigt werden. Im Falle der Unterschreitung von Gewichtsgrenzen mindert sich

der Preis, so dass sich das wirtschaftliche Gewicht der Teilstücke Keule und Roastbeef reduziert. Jedoch ist für den Wert des Roastbeefs nicht nur das Gewicht, sondern auch die Form des Teilstückes ein ausschlaggebendes ein Qualitätskriterium. Es sollte nach Möglichkeit gut ausgeformt sein. Das bedeutet, die Jungbullen müssen einen stark ausgeprägten M. longissimus dorsi haben. Als Merkmal dient der Durchmesser des Teilstückes Roastbeef am caudalen Anschnitt von ventral nach distal. Je größer der Durchmesser, desto stärker ist die so genannte „Ausformung“. Jungbullenschlachtkörper der Fleischigkeitsklassen E, U und R erfüllen im Allgemeinen die Anforderungen des Handels an die Ausprägung des M. longissimus dorsi, wohingegen die Klassen O und P diesen qualitativen Ansprüchen nicht gerecht werden (Westfleisch eG, persönliche Mitteilung). In diesem Fall reduziert sich der Wert des Roastbeefs entsprechend der Unterschreitung der Gewichtsvorgabe (<5,5 kg). Damit lässt sich unter anderem auch der größere Unterschied im Handelswert zwischen R- und O-Bullen gegenüber dem von R- und U-Bullen, begründen. Eine Einbeziehung der EUROP-Klassifizierungsergebnisse ist aus dem Blickwinkel einer wertgerechten Bezahlung des Roastbeefs sinnvoll.

Allerdings war es Ziel dieser Untersuchung, ein teilstückbasiertes Handelswertmodell zu entwickeln, das möglichst unabhängig von einer (bisweilen subjektiven) amtlichen EUROP-Klassifizierung operiert. Als Alternative zur Beurteilung des formbedingten Wertverlustes des Roastbeefs bietet sich die Fleischausbeute des Roastbeefs an. Die Fleischausbeute errechnet sich als Anteil des verkaufsfertig zugeschnittenen Roastbeefs (Fleisch 1, in kg) am Zielmerkmal Roastbeef (mit Knochen, in kg). Sie wurde mittels der Jungbullen-Zerlegestichprobe berechnet. Das VBS 2000 liefert entsprechend Schätzwerte für die Berechnung dieses Quotienten. Anhand der Zerlegestichprobe von Jungbullen lässt sich zeigen, dass die Fleischausbeute des Roastbeefs sehr gut in der Lage ist, die Einteilung in die Fleischigkeitsklassen U, R und O zu erklären. Nachstehend (Abbildung 20) werden die Ergebnisse als relative Häufigkeit der untersuchten Fleischigkeitsklassen in Bezug auf die Fleischausbeute abgebildet.

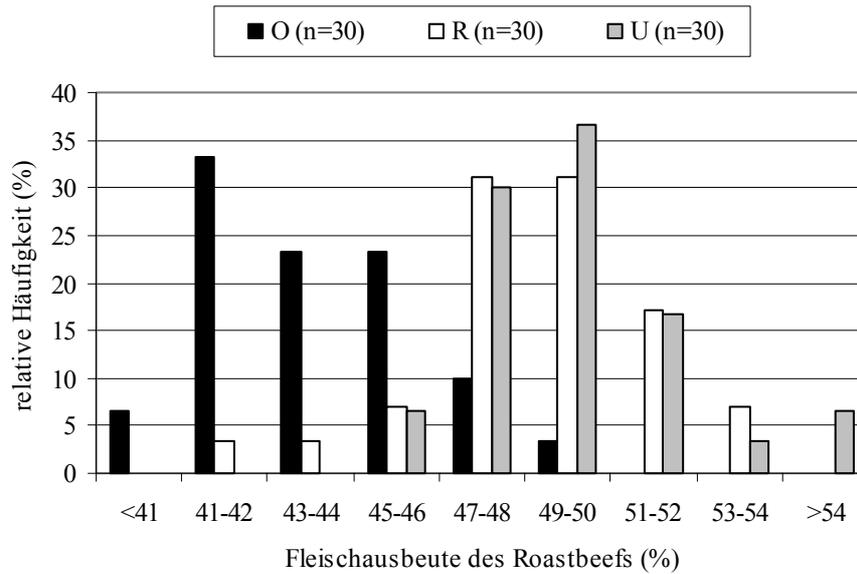


Abbildung 20: Relative Häufigkeit der Fleischausbeute (Fleisch 1) des Roastbeefs in Bezug auf die Konformation von Jungbullenschlachtkörpern (n=90)

Es wird ersichtlich, dass Roastbeefs von O-Jungbullen in der Tendenz eine Fleischausbeute unterhalb von 47 % haben, wohingegen bei Jungbullen der Konformation R und U der Anteil darüber liegt ($\geq 47\%$). Es wird eine Differenzierungsmöglichkeit der Schlachtkörper offensichtlich.

Zur statistischen Absicherung wurde der Einfluss des Faktors Handelsklasse auf die Fleischausbeute des Roastbeefs varianzanalytisch untersucht. Der Modellfaktor war bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,001$ sehr hoch signifikant. Die entsprechenden LSQ-Mittelwerte beinhaltet Tabelle 47.

Tabelle 47: LSQ-Mittelwerte der Fleischausbeute des Roastbeefs von Jungbullen

Fettgewebeauflage	Fleischigkeitsklasse					
	O (n=30)		R (n=30)		U (n=30)	
	LSM*	±SE	LSM*	±SE	LSM*	±SE
2	45,25 ^a	0,94	50,27 ^b	0,64	50,26 ^b	0,64
3	43,74 ^a	0,52	47,96 ^b	0,64	49,89 ^b	0,64
Gesamt	44,09 ^a	0,47	49,11 ^b	0,47	50,10 ^b	0,47

*LSM mit unterschiedlichen Buchstaben sind signifikant verschieden ($p < 0,05$)

Es können signifikante Unterschiede der LSQ-Mittelwerten für die Fleischausbeute des Roastbeefs zwischen den Klassen O und R, sowie zwischen den Klassen O und U, sowohl differenziert nach der Fettgewebeklasse, als auch insgesamt festgestellt werden. Die LSM der Konformationen R und U sind nicht signifikant voneinander verschieden.

5.3 Methoden zur Abschätzung des Handelswertes

In der Schweineproduktion ist die Bezahlung von Schlachtschweinen auf Basis von Indexpunkten seit der Einführung des Klassifizierungssystems AutoFOM im Jahre 2000 (Beuck 2004) gängige Praxis. Damit wurde die Entkopplung von der Bezahlung nach dem Magerfleischanteil vollzogen und erstmals eine Abrechnung nach dem „Handelswert“ der Schlachtkörper in die Praxis eingeführt.

Für die Bezahlung von Rinderschlachtkörpern ist eine Entwicklung in Richtung einer stärkeren Orientierung der Wertermittlung an der tatsächlichen Schlachtkörperqualität erwünscht, wobei die Ausbeute an verkaufsfertig zugeschnittenen Teilstücken im Vordergrund stehen soll. Zum Aufbau eines handelswertorientierten Abrechnungsmodells von Rinderschlachtkörpern sind Teilstück-Indexpunkte eine sinnvolle und für den Erzeuger nachvollziehbare Methode der Wertermittlung.

Im Handelswert-Modell soll Folgendes berücksichtigt werden:

1. Ausbeute (kg) an wertbestimmenden Teilstücken,
2. wirtschaftliches Gewicht (Wertigkeit) der Teilstücke,
3. Kriterien der Teilstückqualität,
4. Beibehaltung des durchschnittlichen Marktpreisniveaus.

Die Punkte 1-3 wurden bereits ausführlich beschrieben. In Deutschland werden auf Grundlage der 4. Vieh- und Fleischgesetz Durchführungsverordnung mit dem Schlachtgewicht gewogene Auszahlungspreise für Rinderschlachtkörper als amtliche Notierung der Bundesländer festgehalten. Diese für die Handelsklassen ermittelten Preise beschreiben das Marktpreisniveau und sollen den Marktpartnern als Orientierungsgröße dienen. Sie werden in Euro pro Kilogramm Schlachtgewicht ausgewiesen. Um mit einem Modell dieses durchschnittliche Marktpreisniveau nicht zu verändern, ist es erforderlich, dass die Indexpunktzahl eines Schlachtkörpers, der dem

Durchschnitt der betrachteten Stichprobe repräsentiert, in etwa dem Schlachtgewicht (in kg) entspricht.

5.3.1 Indexmodell Kalb

Aus den zuvor definierten Anforderungen an das Modell ergibt sich die in Tabellen 48 aufgeführte Indexpunktbewertung der Teilstücke beim Kalb.

Tabelle 48: Indexpunktbewertung von Keule, Rücken und Bug beim Kalb

Teilstück	Keule	Rücken	Bug
Indexpunkte pro kg	3,0	4,2	2,0

Durch Multiplikation der Wertigkeit mit dem Faktor 3 wird im Durchschnitt der Stichprobe eine Indexpunktzahl erreicht, die dem Schlachtgewicht annähernd entspricht. Dadurch ergibt sich die in Tabelle 48 dargestellte Indexpunktzahl pro Kilogramm Teilstückgewicht. Die Indexpunktbewertung gilt für Kälberschlachtkörper der Fleischigkeitsklassen U bis O und der Fettgewebeauflage 1-3 im Schlachtgewichtsbereich von 90-180 kg. Da von der Vermarktung keine spezifischen Vorgaben für die Teilstückqualität gemacht wurden, sind Grenzwerte für die Teilstücke nicht vorhanden. Eine weitergehende Differenzierung des Modells, beispielsweise durch zusätzliche Grenzwerte für Teilstückgewichte sowie Schlachtgewicht und die Ausweitung auf weitere Handelsklassen, sollte dem Anwender überlassen werden. Dieser Vorschlag verfolgt die Intention, wesentliche Rahmenparameter für eine zukünftige handelswertbezogene preisliche Bewertung der Schlachtkörper zu formulieren.

Überdies wird auf die Genauigkeit der handelswertbezogenen Bezahlung nach Indexpunkten zur Bestimmung des Handelswertes eingegangen. Zur Berechnung wurden durchschnittliche Notierungspreise (in Euro pro kg Schlachtgewicht) aus Nordrhein-Westfalen im Zeitraum 2000-2004 herangezogen. Für pauschal gehandelte Kälberschlachtkörper wurden im Mittel 4,27 €/kg ausgezahlt. Dieser Preis dient als Grundlage für die Modellkalkulationen. Es werden zwei Berechnungsweisen des auf Indexpunkten beruhenden Auszahlungspreises dargestellt. Zum einen wurden Gewichte aus der Zerlegung und zum anderen VIA-Schätzwerte der relevanten Teilstücke einbezogen. Durch die Multiplikation der Gewichtsinformation mit der

Indexpunktbewertung der Teilstücke und Aufsummierung der Bepunktung ergibt sich die Indexpunktbewertung des Schlachtkörpers. Die Gesamtpunktzahl wurde mit dem jeweiligen Preisfaktor, in diesem Fall der durchschnittlichen Notierung multipliziert. Daraus resultiert der Auszahlungspreis für einen Schlachtkörper. Der wurde anschließend durch das Schlachtgewicht dividiert, um einen Auszahlungspreis in Euro pro kg Schlachtgewicht zu erhalten. Auf Basis der um den Schlachtgewichtseinfluss bereinigten Preise erfolgte die statistische Überprüfung des Indexmodells. Kälberschlachtkörper wurden in Deutschland im Jahr 2003 zu 92,2 % pauschal mit dem Erzeuger abgerechnet (berechnet nach ZMP 2004). So konnte ein auf Handelsklassen beruhendes Abrechnungssystem nicht ermittelt werden.

Tabelle 49: Schätzung des Handelswertes von Kälberschlachtkörpern (n=128)

Auszahlungssystem	B (%)	RMSEC (€/kg)	CV _{RMSEC} (%)
Indexmodell Zerlegung	86	0,044	1,01
Indexmodell VIA-Schätzung	33	0,094	2,18

Das Indexmodell zur Bewertung von Kälberschlachtkörpern erreicht unter Verwendung von Teilstückgewichten aus der Zerlegung erwartungsgemäß ein hohes Bestimmtheitsmaß und einen geringen Schätzfehler (Tabelle 49). Bei Anwendung des Indexmodells VIA-Schätzung fällt die Schätzgenauigkeit aufgrund des Gerätemessfehlers ab. Der relative Schätzfehler von 0,094 €/kg ist jedoch noch zufrieden stellend. Auffallend ist, dass sich das Bestimmtheitsmaß auf ein nichtzufrieden stellendes Niveau vermindert. Ursache ist vermutlich, neben dem Schätzfehler aus der Teilstückschätzung, eine relativ geringe Variation des Handelswertes in der Stichprobe (CV=2,7 %; Tabelle 44).

Um die Eigenschaften der jeweiligen Auszahlungssystem weiter beurteilen zu können, wurde die lineare Regressionen zwischen Auszahlungspreis und Handelswert berechnet. Mögliche systematische Über- oder Unterschätzungen des Auszahlungspreises in Abhängigkeit des Referenz-Handelswertes lassen sich hiermit ableiten.

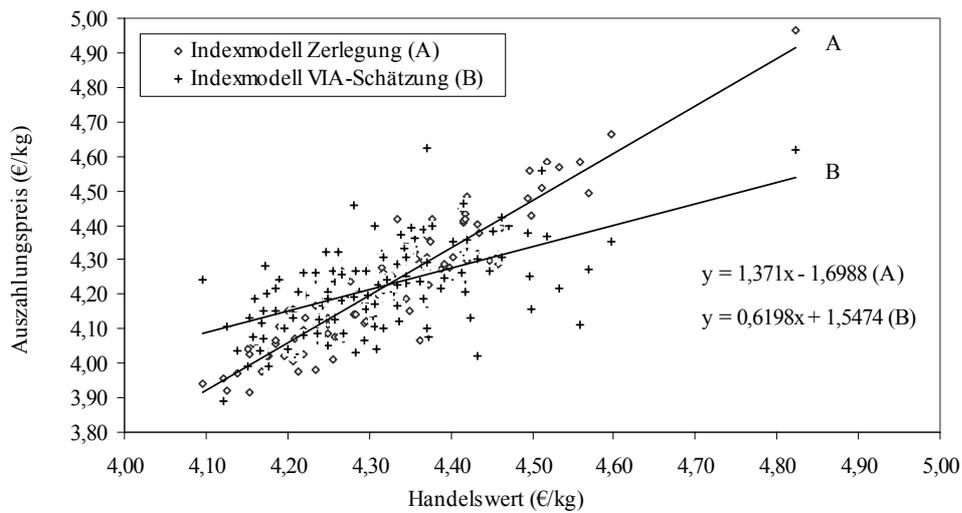


Abbildung 21: Regression auf den Handelswert von Kälberschlachtkörpern (n=128)

Bei Kälberschlachtkörpern (Abbildung 21) bestätigt sich der Abfall in der Schätzgenauigkeit, unter Verwendung von Schätzinformationen zur Berechnung des Auszahlungspreises mit dem Indexmodell, in der größeren Streuung der Punkte um die Regressionsgerade B. Zudem sind Unterschiede in den Steigungen der Geraden erkennbar. Bei Variante A (Indexmodell Zerlegung) werden Kälberschlachtkörper mit einem hohen Handelswert tendenziell unterbezahlt bzw. bei einem niedrigen Handelswert überbezahlt. Bei Variante B (Indexmodell mit VIA-Schätzwerten) sind diese Zusammenhänge zwischen Auszahlungspreis und Handelswert umgekehrt. Darüber hinaus war von Interesse, in welchem Ausmaß die jeweiligen Indexmodelle in der Lage sind, die EUROP-Handelsklasseneinstufung abzubilden. Zu diesem Zweck beinhaltet Tabelle 50 die berechneten Auszahlungspreise in Bezug auf die Handelsklasse der Schlachtkörper.

Tabelle 50: Durchschnittlicher Auszahlungspreis für Kälberschlachtkörper, kalkuliert mit Hilfe des Indexmodells (in € pro kg Schlachtgewicht)

Handelsklasse	n	Indexmodell mit Zerlegewerten	Indexmodell mit VIA-Schätzwerten
U3	7	4,28	4,30
R2	29	4,28	4,21
R3	29	4,23	4,26
O2	31	4,18	4,18
O3	29	4,15	4,20
Gesamt	128	4,22	4,22

Es ist ersichtlich, dass die Kälberschlachtkörper durch die Einbeziehung von Schätzwerten in das Modell preislich im Mittel zwar zwischen den Fleischigkeitsklassen differenziert werden, jedoch eine handelswertorientierte Rangierung nach ihrem Verfettungsgrad in der Fleischigkeitsklasse R nicht in der erwarteten Form erreicht wird, wie es mit Hilfe von Gewichten aus der Zerlegung gelingt.

5.3.2 Indexmodell Jungbulle

Aufgrund von Anforderungen an die Teilstückqualität bei Keule und Roastbeef, ergibt sich eine differenzierte Indexpunktbewertung der Teilstücke von Jungbullenschlachtkörpern (Tabelle 51).

Tabelle 51: Indexpunktbewertung von Keule, Roastbeef und Bug beim Jungbullen

Teilstück	Teilstückqualität Grenzwerte (hälftenbezogene Gewichte)	Indexpunkte pro kg
Keule	≥27 kg	3,5
	<27 kg	2,7
Roastbeef	≥5,5kg und Formklasse 1	6,1
	≥5,5kg und Formklasse 2	4,8
	<5,5kg und Formklasse 1	4,8
	<5,5kg und Formklasse 2	3,5
Bug	-	2,6

Um im Stichprobenmittel eine Indexpunktzahl zu erreichen, die dem durchschnittlichen Schlachtgewicht der Jungbullenchichprobe entspricht, ist eine Multiplikation der Wertigkeit mit dem Faktor 3,5 erforderlich. Daraus ergibt sich die in Tabelle 51 aufgeführte Indexpunktbewertung pro Kilogramm Teilstückgewicht. Diese Bewertung von Jungbullenteilstücken gilt für die Fleischigkeitsklassen U, R und O, die Fettgewebeklassen 2 und 3, sowie im Schlachtgewichtsbereich oberhalb von 320kg. Da die Schätzung des VBS 2000 auch Jungbullenschlachtskörper unterhalb der Schlachtgewichtsgrenze abdeckt, kann der Geltungsbereich diesbezüglich ausgeweitet werden.

In dieser Untersuchung wurde die Konformation für die abgestufte Bewertung des Teilstückes Roastbeef herangezogen. Roastbeefs der Fleischigkeitsklassen U und R wurden der Formklasse 1 und die von O-Bullen der Formklasse 2 zugeordnet. Diese Art der Abstufung hat sich seit geraumer Zeit im Unternehmen Westfleisch eG etabliert. Ein zukünftiges, mögliches VIA-Abrechnungssystem sollte ausschließlich teilstückbasierte Informationen nutzen. Daher wird alternativ zur Verwendung der Konformation zur Beurteilung des Roastbeef-Verkaufswertes, die geschätzte Fleischausbeute des Roastbeefs zur Qualitätsabgrenzung vorgeschlagen. Es konnte in dieser Stichprobe (n=90) eine relativ hohe Übereinstimmung zwischen Fleischausbeute des Roastbeefs und „Konformation“ festgestellt werden. Als geeigneter Schwellenwert zur Abgrenzung zwischen U/R und O Bullen erweist sich eine Roastbeeffleischausbeute von 47 %. Die in Tabelle 51 beschriebenen preislichen Abstufungen sind sicherlich vermarktungsspezifisch; Schlachtskörper bzw. Teilstücke, die diese Qualitätskriterien erfüllen sind jedoch am Rindfleischmarkt stark nachgefragt und zumindest für das Unternehmen Westfleisch eG von wesentlicher Bedeutung (Westfleisch eG, persönliche Mitteilung). Dem Anwender des Preismodells soll eine weitergehende Differenzierung, beispielsweise durch zusätzliche Abstufungen in den Grenzwerten für Teilstückgewichte, Ober- oder Untergrenzen für das Schlachtgewicht und die Ausweitung auf weitere Handelsklassen überlassen werden. Der in dieser Untersuchung entwickelte Vorschlag verfolgt die Absicht, wesentliche Rahmenparameter für eine zukünftige handelswertbezogene preisliche Bewertung zu formulieren. Im Folgenden wird auf die Genauigkeit der Bezahlung nach Indexpunkten zur Bestimmung des Handelswertes eingegangen. Zur Berechnung wurden durchschnittliche Notierungspreise (in Euro pro kg Schlachtgewicht) in Nordrhein-Westfalen im Zeitraum 2000-2004 herangezogen. Jungbullenschlachtskörper der Handelsklasse R3 wurden mit

2,55 €/kg und O3-Jungbullen mit 2,30 €/kg im Mittel notiert. Diese Preise dienen als Grundlage für die Ermittlung der Auszahlungspreise. Es werden drei Berechnungsweisen der Auszahlungspreise dargestellt. Zum einen wurden Gewichte aus der Zerlegung und zum anderen VIA-Schätzwerte der relevanten Teilstücke einbezogen. Durch die Multiplikation der Gewichtsinformation mit der qualitätsbezogenen Indexpunktbewertung der Teilstücke und Aufsummierung der Bepunktung ergibt sich die Indexpunktbewertung des Schlachtkörpers. Die Gesamtpunktzahl wurde mit einem Preisfaktor, in diesem Fall der durchschnittlichen R3-Notierung, multipliziert. Daraus resultiert der Auszahlungspreis für einen Schlachtkörper. Der wurde anschließend durch das Schlachtgewicht dividiert, um einen Auszahlungspreis in Euro pro kg Schlachtgewicht zu erhalten. Auf Basis der um den Schlachtgewichtseinfluss bereinigten Preise erfolgten statistische Überprüfungen der Indexmodelle. Üblicherweise werden die Handelsklassen der Jungbullenschlachtkörper für die Bezahlung des Erzeugers herangezogen. Mit dem bis Ende 2005 genutzten Abrechnungssystem der Westfleisch eG wurden Auszahlungspreise für die Schlachtkörper ermittelt (siehe Tabelle A 8). In dieses Bezahlungssystem sind die mittlere O3- und R3-Notierung als Basispreise eingeflossen. Dieses nachvollziehbare System beruht auf der vorgeschriebenen EUROP-Klassifizierung im Fünf-Klassen-Raum (VO-[EWG] 1208/81). Die Exaktheit dieses Systems in der Ermittlung des Handelswertes wird als praxisgebräuchlicher Vergleichsmaßstab dargestellt.

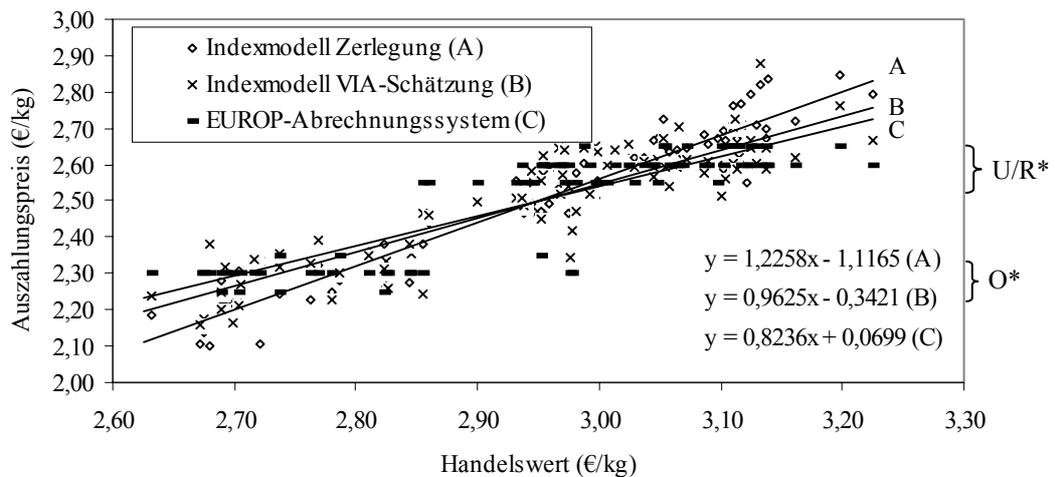
Tabelle 52: Schätzung des Handelswertes von Jungbullenschlachtkörpern (n=90)

Auszahlungssystem	B (%)	RMSEC (€/kg)	CV _{RMSEC} (%)
Indexmodell Zerlegung	92	0,044	1,50
Indexmodell VIA-Schätzung	80	0,070	2,35
EUROP-Abrechnungssystem (Westfleisch eG)	75	0,076	2,58

Bei der handelswertbezogenen Beurteilung von Jungbullenschlachtkörpern mit Hilfe von Indexpunkten werden, wie in Tabelle 52 ersichtlich, insgesamt sehr hohe Genauigkeiten erzielt. Auch hier reduziert sich das Bestimmtheitsmaß (-12 %) und erhöht sich der relative Schätzfehler (0,026 €/kg) durch die Einbeziehung von VIA-Schätzwerten auf ein zufrieden stellendes Niveau. Jedoch übertrifft das Modell, trotz

des Schätzfehlers der Teilstückschätzung, die Schätzgenauigkeit der gängigen EUROP Abrechnungssystem mit einem um 5 % höherem Bestimmtheitsmaß und einem um 0,006 €/kg geringeren Schätzfehler.

Um wie beim Kalb das Verhalten der Auszahlungspreise der Indexmodelle und des EUROP-Abrechnungssystem in Abhängigkeit der Höhe des wahren Handelwertes beurteilen zu können, wurden entsprechende lineare Regressionen geschätzt.



*Bereich der Auszahlungspreise für die Konformationen U/R oder O

Abbildung 22: Regression auf den Handelswert von Jungbullenschlachtkörpern (n=90)

Die insgesamt hohe Genauigkeit des Indexmodells in der handelswertorientierten Bewertung von Jungbullenschlachtkörpern wird in der relativ geringen Streuung der Punkte um die Regressionsgeraden deutlich (Abbildung 22). Die Auszahlungspreise der EUROP-Handelsklassen sind in den waagerechten Ebenen erkennbar. Trotz akzeptabler Schätzgenauigkeit (s. Tabelle 52) fallen die z. T. erheblich, abseits der Regressionsgerade C liegenden, fehleingestufteten Bullenschlachtkörper auf. Zudem erlaubt die diskrete Abstufung des EUROP-System nur eine relativ ungenaue Handelswertbewertung der Bullenschlachtkörper, insbesondere zwischen den Handelsklassen U/R und O.

Ähnlich wie beim Kalb, werden Unterschiede in den Steigungen der systemspezifischen Regressionsgeraden offensichtlich. Bei der VIA-Berechnungsvariante B ist die Abweichung der Steigung ($m=0,96$) von 1 nur sehr gering. Das bedeutet, dass

Schlachtkörper handelswertbezogen weder über-, noch unterbewertet werden. Bei der Verwendung des EUROP-Abrechnungssystems ist anhand der Steigung ($m=0,82$) erkennbar, dass Schlachtkörper mit einem niedrigen Handelswert tendenziell überbewertet, und diejenigen mit einem hohen Handelswert unterbewertet werden.

Um Unterschiede zwischen Teilstück- und Handelsklassen-basierter Preisermittlung aufzuzeigen, werden in Tabelle 53 die berechneten Auszahlungspreise in Bezug auf die Handelsklasse der Schlachtkörper dargestellt.

Tabelle 53: Durchschnittlicher Auszahlungspreis für Jungbullenschlachtkörper, kalkuliert mit Hilfe des Indexmodells und dem EUROP-Abrechnungssystem der Westfleisch eG (in € pro kg Schlachtgewicht)

Handelsklasse	n	Indexmodell mit Zerlegewerten	Indexmodell mit VBS-Schätzwerten	EUROP-Abrechnungssystem (Westfleisch eG)
U2	15	2,68	2,63	2,65
U3	15	2,61	2,61	2,60
R2	15	2,65	2,61	2,60
R3	15	2,53	2,55	2,55
O2	7	2,38	2,35	2,33
O3	23	2,25	2,29	2,29
Gesamt	90	2,51	2,51	2,50

Jungbullenschlachtkörpern werden sowohl in Bezug auf die Fleischigkeits-, als auch in Bezug auf die Fettgewebeauflage von beiden Modellvarianten (Zerlege-/Schätzwerte) im Mittel vergleichbar handelswertbezogen rangiert. Die indexpunkt-basierte Berechnung der Auszahlungspreise unterscheidet sich in den Durchschnittswerten nur geringfügig vom Handelsklassen-System. Erwähnenswert ist aus dem Blickwinkel der Transparenz, dass im Indexmodell zur Charakterisierung des Auszahlungspreisniveaus nur ein Preisfaktor benötigt wird. Hingegen werden üblicherweise im EUROP-Abrechnungssystem zwei Basispreise (O3- und R3-Notierung) herangezogen, um die in Tabelle 53 aufgeführte preisliche Differenzierung der Schlachtkörper zu beschreiben.

6 Diskussion

Zur Beurteilung der Schlachtkörperqualität wurde die Eignung der Video-Image-Analyse (VIA) bereits an verschiedenen Nutztierarten von Allen (2003), Branscheid (1995), Hahn (1998) und Sönnichsen (2005) belegt. Im Vordergrund steht dabei die Aussagefähigkeit der VIA über Teilstück- und Gewebekomponenten von Schlachtkörpern. Auf diese Weise gewonnene Informationen zur Schlachtkörperzusammensetzung können, im Falle einer hohen Genauigkeit, dazu genutzt werden, Prozesse in Schlachtung, Zerlegung und Vermarktung zu optimieren und, von wesentlicher Bedeutung für die Erzeugerstufe, Schlachtkörper handelswertorientierter zu bezahlen. Damit kann die Rindfleischproduktion stärker nach der Schlachtkörperqualität, die in der Fleischproduktion erwünscht wird, ausgerichtet werden, als es auf Basis von gesetzlich vorgegebenen Handelsklassen möglich ist.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Eignung der VIA des VBS 2000 zur Beurteilung der Schlachtkörperqualität und somit des Handelswertes der Rindfleischkategorien Kalb (KA) und Jungbulle (JB) zu untersuchen. Diese Messtechnik ermittelt Hilfsmerkmale, die in Regressionsgleichungen einfließen. Mit deren Hilfe wird wiederum eine Schätzung von Merkmalen der Schlachtkörperzusammensetzung vorgenommen. Anhand der Schätzinformationen kann schließlich die Schlachtkörperqualität beurteilt werden.

6.1 Beurteilung der Schlachtkörperqualität beim Kalb

Zur Kälbermast werden vorwiegend Koppelprodukte der Milchproduktion verwendet. Solche nicht zur Milcherzeugung, Zucht oder weiteren Mast verwendeten Kälber werden in Deutschland bis zu einem durchschnittlichen Schlachtgewicht von in etwa 120 kg (ZMP 2004) gemästet und anschließend an Schlacht- und Zerlegebetriebe zur Fleischgewinnung verkauft. In der Bezahlung der Mäster dominiert die pauschale Abrechnungsform der Kälber, die in 2003 einen Anteil von 92,2 % (ZMP 2004) an den von Versandschlachtereien und Fleischwarenfabriken geschlachteten Kälber (240.840 Stück) erreichte. Zwar wird im Anschluss an die Schlachtung eine Klassifizierung der Schlachtkörper in das EUROP-Handelsklassenschema durch amtlich bestellte Sachverständige vorgenommen (Verordnung [EWG] Nr. 1208/81); jedoch dient sie in der Praxis primär dazu, eine Verkaufssortierung zu ermöglichen und Schlachtkörper der

Randklassen in Fleischigkeit und Fettgewebeauflage mit dem Kälbermäster gesondert abzurechnen. Das deutet darauf hin, dass eine Orientierung der Mast an der Schlachtkörperqualität kaum praktiziert wird. Vielmehr ist die Fleischfarbe zur Charakterisierung der Kalbfleischqualität von Bedeutung. Dieses Fleischqualitätsmerkmal hat per se stärkere Auswirkungen auf den Handelswert eines Kälberschlachtkörpers als die Schlachtkörperzusammensetzung. Aufgrund dieser Gegebenheiten stand die messtechnische Ermittlung der Schlachtkörperzusammensetzung beim Kalb bisher vermutlich weder im Fokus der Wissenschaft noch Wirtschaft.

6.1.1 Regressionsmethode

Zur Schätzung der Teilstück- und Gewebekomponenten von Rinderschlachtkörpern auf Basis der VIA eignet sich die multiple Regressionsanalyse. Dies belegen Untersuchungen von Madsen et al. (1996), Augustini et al. (1997), Branscheid et al. (1998), Allen et al. (2000), Sönnichsen et al. (2005). Als eine Alternative zu üblicherweise in diesem Zusammenhang angewendeten Ordinary-Least-Square-Verfahren (OLS) wurde in dieser Untersuchung die Partial-Least-Square-Methode (PLS) zur Berechnung von Schätzformeln herangezogen. Die theoretischen Vorteile des PLS-Verfahrens sollen nachfolgend diskutiert werden.

Bei OLS-Methoden (z.B. Stepwise) wird versucht, durch die Regressionsformel möglichst viel der Varianz des Zielmerkmals zu erklären (Schätzfehler-minimierende Eigenschaft). Dabei wird eine minimale Anzahl an Prädiktoren einbezogen, um eine Überanpassung der Regressionsgleichung an das Tiermaterial und Autokorrelationen zu vermeiden (Formelstabilität). Es war ersichtlich, dass die VIA-Messtechnik eine Fülle von Messwerten liefert, die teilweise untereinander in einem hohen linearen statistischen Zusammenhang stehen. Falls solche miteinander korrelierten Variablen in eine Regressionsformel einbezogen werden, kann die gleiche Varianz der Prädiktoren unerwünschte Korrelationen zwischen den Residuen (Störgrößen) verursachen. In diesem Fall spricht man von Autokorrelation. Sie lässt sich über den Durbin-Watson-Test feststellen. Die Minimierung der Prädiktoranzahl ist bei dieser Methode im Sinne der Formelstabilität erforderlich. Dabei jedoch bleibt ein Großteil der Informationen unberücksichtigt, die in den übrigen Messwerten enthalten sind. Im Vergleich dazu ist bei der PLS-Methode die Anzahl der Prädiktoren kein entsprechender Indikator für die

Stabilität einer Schätzfunktion, da es auf Techniken der Hauptkomponentenanalyse basiert. Sie ist geeignet im Falle von sehr vielen hoch-kollinearen Messvariablen (Tobias 1995). Das PLS-Verfahren bezieht gewöhnlich viel mehr Prädiktorvariablen in die Berechnung ein, als OLS-Methoden. Ihr Zielmerkmals-spezifischer Informationsgehalt wird in extrahierten Faktoren (Hauptkomponenten) komprimiert, um, optimal balanciert, neben der Varianz des Zielmerkmals, auch die Varianz der Prädiktoren parallel zu erklären. Dadurch wird eine hohe Stabilität von PLS-Regressionsformeln erreicht. Die Stabilitäts-fördernden Informationen über die Prädiktorvarianz, in Form von extrahierten Faktoren, werden in die Schätzgleichung integriert, indem die Faktorladungen (Matrix der extrahierten Faktoren) mit den zugehörigen Schlachtkörpermerkmalen (Matrix der Prädiktoren) multipliziert werden. Daraus ergibt sich ein Faktorwert, wobei die Korrelation zwischen Faktorwert und Schlachtkörpermerkmalen maximal ist. Über eine anschließende Least-Square-Anpassung (Multiplikation von Regressionskoeffizienten und Faktorwert) wird einerseits die Zielgröße berechnet. Aus dem Blickwinkel der Formelstabilität ist jedoch bedeutender, dass dabei andererseits der Informationsgehalt der Schlachtkörpermerkmale um den Faktorwert reduziert wird („Partialisierung der Ladung“). So wird durch die Berücksichtigung der Varianz zwischen den Prädiktoren die Bedeutung eines einzelnen Prädiktors in der Regressionsgleichung und folglich die Gefahr von Autokorrelationen deutlich verringert. Hierbei können aber zu umfangreiche Faktorladungen im Schätzmodell eine Überanpassung an den Kalibrierungsdatensatz verursachen. Eine solche Überanpassung („Overfitting“) ist laut SAS-Dokumentation (SAS OnlineDoc[®] 1999) bei einer Anzahl von mehr als 15 extrahierten Faktoren zu vermuten.

Ein Ziel dieser Untersuchung war es, statistisch exakte Schätzformeln zu entwickeln, indem die Anzahl der Faktoren minimiert wurde. Die optimierte Reduktion der Faktorenanzahl ist insbesondere aus dem Blickwinkel der Stabilität von primärer Bedeutung. Dieses Ziel lässt sich im PLS-Verfahren durch Kreuzvalidierung der berechneten Schätzgleichungen und durch die Minimierung der Faktorenanzahl mittels Signifikanztest erreichen. Die Gefahr des „Overfittings“ wird dadurch reduziert.

In dieser Untersuchung wurden in der Regel ein bis drei extrahierte Faktoren einbezogen. Nur bei drei der modellierten Zielmerkmale wurden sieben Faktoren einbezogen, um den Schätzfehler (RMP) noch signifikant zu verringern.

Neben der Begrenzung der Faktorenanzahl übt allerdings auch die Anzahl der Prädiktoren einen sekundären, weniger bedeutsamen Einfluss auf die Stabilität und Schätzgenauigkeit der Regressionsgleichungen aus. Um in einem ersten Schritt am vollständigen VIA-Messdatensatz die grundsätzliche Eignung einer Variablen als Prädiktor zu beurteilen, wurde nach Wold (1994) die „Variable Importance for Projection“ (VIP) in Form eines so genannten „VIP-Faktors“ berechnet. Es zeigte sich, dass eine sehr hohe Anzahl der zur Verfügung stehenden Messwerte aus der VIA die von Wold (1994) vorgegebene heuristische VIP-Faktorgrenze von 0,8 überschritt. Die VIP-Faktormittelwerte (0,85-1,06) deuten daraufhin, dass für die Modellierung der Zielmerkmale mehr als 50 % der Messwerte potentiell geeignet sind. Daraus lässt sich schließen, dass diese Messtechnik eine Fülle von geeigneten Informationen für die Beurteilung der Schlachtkörperqualität beim Kalb liefert. Allerdings wurde auch deutlich, dass das Ziel einer Stabilitäts- und Genauigkeits-verbessernden Reduktion der Prädiktoren auf Basis der VIP-Faktorgrenze nicht erreicht werden konnte. Ihre Eignung ist demnach in diesem Zusammenhang eher zweifelhaft. Um den RMP und damit auch die Anzahl der Prädiktoren zu minimieren, wurde in dieser Untersuchung in der Weise vorgegangen, dass die Anzahl der zur Modellierung geeigneten Messwerte begrenzt wurde. Beginnend mit der bedeutendsten Variablen (höchster VIP-Faktor), wurde die Anzahl zugelassener Prädiktoren sukzessive erhöht, wobei die verfügbaren Variablen anhand ihres VIP-Faktors hierarchisch in die Berechnung einbezogen wurden. So wurde schließlich die Prädiktorenanzahl gewählt, bei welcher der RMP sein Minimum erreichte. Diese Vorgehensweise lässt sich damit begründen, dass der RMP als das entscheidende Maß der Genauigkeit bzw. Stabilität der resultierenden Schätzgleichung zu betrachten ist. Theoretisch beeinflusst die Festlegung der Anzahl Prädiktoren auch die im Rahmen der Kreuzvalidierung festgelegte Anzahl extrahierter Faktoren, deren Bedeutung bezüglich Genauigkeit und Stabilität als bedeutsamer erachtet werden kann. In der Regel reduzierte sich tendenziell die Faktoranzahl bei Beschränkung der Prädiktorenanzahl. Wurde demnach in der Modellierung ein lokales Minimum bei reduzierter Prädiktorenanzahl gefunden, dass sich nur um weniger als 0,1% vom absoluten RMP-Minimum mit erhöhter Anzahl Prädiktoren (und Faktoren) unterschied, so wurde dieses zur Festlegung der endgültigen Schätzfunktion herangezogen. Dadurch konnte die Anzahl der Prädiktoren (und Faktoren) sowie damit auch der Umfang der Regressionsformeln weiter reduziert werden.

Insgesamt wurde deutlich, dass bei allen Modellen ab einer Anzahl von mehr als 50 zugelassenen Prädiktoren nur noch sehr geringfügige Veränderungen im beurteilungsrelevanten RMP zu verzeichnen waren. Eine Ausnahme bildet hier das Zielmerkmal Fett/Sehen, für das lediglich 40 Messwerte zur Verfügung standen.

Der RMP ist Ergebnis einer Kreuzvalidierung an der Modellierungsstichprobe und soll den zukünftigen Schätzfehler des Modells an einer unabhängigen Validierungsstichprobe (RMSEV) prognostizieren. Falls zwei unabhängige Stichproben, die unter identischen Bedingungen ermittelt wurden, bereits zum Zeitpunkt der Formelberechnung vorliegen, besteht die Möglichkeit für die Beurteilung der Schätzgenauigkeit des Modells den RMSEV direkt heranzuziehen. Da in dieser Untersuchung jedoch Unterschiede zwischen den Stichproben in der Schnittführung offensichtlich wurden und drei bedeutsame Zielmerkmale in der Validierungsstichprobe nicht erhoben werden konnten, wurde in dieser Untersuchung zur Modellauswahl der im Rahmen der Kreuzvalidierung berechnete RMP als beurteilungs-relevanter Schätzfehler präferiert.

6.1.2 Schätzgenauigkeit

Die Schätzergebnisse der mit Hilfe von VIA-Informationen berechneten Formeln an der Modellierungs- und Validierungsstichprobe zeigen insgesamt sehr hohe Schätzgenauigkeiten für Zielmerkmale mit einem hohen mittleren Gewicht (≥ 20 kg). Der CV_{RMSEV} befindet sich unterhalb von 3,5 %. Dies konstatierten auch von Sönnichsen et al. (2005). Eine primär durch das Gewicht implizierte Schätzgenauigkeit wird bei kleineren und differenzierter zugeschnittenen Teilstücken in etwas höheren Fehlervarianzen der Schätzungen deutlich. Der Abfall der Schätzgenauigkeiten bei kleineren Teilstücken von Kälberschlachtkörpern lässt sich unter anderem auf den größeren Zerlegefehler und somit auf eine größere technisch bedingte Varianz der Referenzwerte zurückführen. Ähnliche Begründungen lassen sich auch bei der Schätzung der im Zerlegeprozess anfallenden Knochen sowie Fleisch- und Fettabschnitte anführen. Diese ist schwierig, wie die hohen Schätzfehler ($CV_{RMSEV}=10,4-23,7$ %) verdeutlichen.

Für die Beurteilung der Schlachtkörperzusammensetzung sollten gute Schätzfunktionen mindestens 60 % der Varianz des Zielmerkmals erklären und einen Schätzfehler erreichen, der im Bereich von 5 % und darunter liegt (Dobrowolski und Branscheid

1997). Bis auf wenige, im Ergebnisteil beschriebene Zielmerkmale wird ein entsprechendes Bestimmtheitsmaß sowohl in der Modellierung, als auch in der Validierung der Schätzformeln erreicht, oftmals sogar weit überschritten. Im Vergleich zur Modellierung hat sich das Bestimmtheitsmaß in der Validierung tendenziell etwas reduziert, was sich vermutlich auf die etwas geringere Varianz der Zielmerkmale in der Validierungsstichprobe zurückführen lässt. In dieser Untersuchung wurden drei Schätzfehler aufgeführt, die im Folgenden diskutiert werden. Auf Stufe der Modellierung wurden der RMP und zum Vergleich der RMSEC berechnet. Mit Hilfe dieser beiden Schätzfehler soll der RMSEV, der sich in der anschließenden Validierung ergibt, möglichst genau vorausgesagt werden. Der RMSEV ist letztendlich für die Beurteilung der Stabilität und Schätzgenauigkeit einer Regressionsformel ausschlaggebend, da er an einem unabhängigen Datensatz ermittelt wurde. Es zeigte sich, dass der mittels Kreuzvalidierung berechnete RMP dazu neigt, den RMSEV zu überschätzen, gleichbedeutend mit pessimistisch bzw. konservativ zu prognostizieren. Dahingegen war festzustellen, dass der RMSEC nicht nur generell niedriger als der RMP (im Mittel ca. 0,5 %) ist, sondern auch den RMSEV tendenziell unterschätzt und damit eine zu optimistische Prognose für eine nachfolgende Validierung generiert. Allerdings ist zu beachten, dass sich die Berechnungsweise des RMSEC zwischen PLS- und multiplen Regressionsformeln unterscheidet. Bei multiplen Regressionsformeln werden die Freiheitsgrade ($FG=n-1-v$) um die Anzahl der im Modell enthaltenen Variablen (v) reduziert (Dobrowolski und Branscheid 1997). So soll eine Überanpassung der Schätzformel an eng begrenztes Tiermaterial durch die Einbeziehung von zu vielen Schlachtkörpermerkmalen vermieden werden. Bei der Berechnung von PLS-Regressionsformeln werden jedoch viel mehr Variablen integriert. Die darin enthaltenen zielmerkmals-spezifischen Informationen werden in extrahierten Faktoren (Linearkombinationen der Prädiktoren) komprimiert. Sie wurden anstelle der Prädiktorenanzahl in die Berechnung des RMSEC einbezogen. Høisgaard and Causeur (2003) verweisen darauf, dass dafür bisher noch keine theoretische statistische Begründung formuliert wurde. Vielmehr handelt es sich hierbei um eine heuristische, wenn auch nachvollziehbare Methode. Diese statistisch nicht vollständig begründbare Herangehensweise spricht neben der zu optimistischen RMSEV-Prognose dafür, den RMP als Schätzfehler in der Modellierung zu verwenden. Unterstrichen wird dies von Myers (1986) sowie Høisgaard and Causeur (2003), die den Kalibrierungsschätzfehler RMSEC für die Beurteilung der Zulässigkeit einer Schätzformel als nicht

empfehlenswert erachten, da damit die Qualität der Anpassung und nicht die Qualität zukünftiger Schätzungen gemessen wird. Die Verwendung des RMP als Schätzfehler in der Modellierung, der auf unabhängigen Messwerten ($\hat{y}_{i,-i}$) basiert, wird von den Autoren favorisiert.

Auf der Basis von 25 Teilstücken der Validierungsstichprobe Kalb wurde eine Korrelation zwischen CV_{RMSEV} als „wahrer“ Schätzfehler und CV_{RMP} als prognostizierender Schätzfehler aus der Modellierung von $r=0,90$ ableiten. Auch dieser hohe lineare Zusammenhang kann als weiteres Indiz für die zuverlässige Aussagekraft des RMP betrachtet werden.

Die Vorgabe von Dobrowolski und Branscheid (1997) für die maximale Größe des Schätzfehlers (5 %) orientiert sich am RMSEC bzw. RMSEV. Jedoch zeigten die Ergebnisse, dass der RMP als Schätzfehler mit konservativer Eigenschaft tendenziell höher ausfällt als RMSEC und RMSEV. Aufgrund dessen wird vorgeschlagen, statt der empirisch ermittelten Fünf-Prozent-Grenze für die Bewertung der Genauigkeit von Schätzformeln der Schlachtkörperzusammensetzung, einen Grenzwert für den RMP zu tolerieren, der um ca. 0,5-1,0 % höher ist. Am Validierungsdatensatz sollte der Schätzfehler (RMSEV) weiterhin im Bereich von 5 % oder darunter liegen. Drastisch überschritten wird dieser Wert von den ökonomisch weniger bedeutenden Zielmerkmalen Fleisch 2, Fleisch 3 und Fett/Sehen. Damit sind diese Schätzungen für eine weitere Nutzung untauglich.

Erwartungsgemäß sind in der Validierung der Formeln systematische Verzerrungen aufgetreten, die auf Schnittführungsunterschiede, wie zum Beispiel einer stärkeren Ausbeuteorientierung der Praxischnittführung, beruhen. Hierauf wird unter 6.3 näher eingegangen.

6.1.2.1 VIA versus Schlachtgewicht

Unter anderem entscheidend für die Nutzung der Videobildanalyse ist der Hinzugewinn an Schätzgenauigkeit gegenüber einer Schätzung mit anderen objektiven Hilfsmerkmalen, die ohne zusätzlichen Aufwand aus dem Produktionsprozess gewonnen werden können. Als einzige für diesen Vergleich taugliche Messgröße wird das amtliche Schlachtgewicht (gemäß 4. ViehFIGDV) unabhängig von der VIA im Produktionsprozess routinemäßig festgestellt. Es ließ sich konstatieren, dass sich bei allen Zielmerkmalen die Schätzgenauigkeit durch die Einbeziehung von VIA-

Messwerten deutlich verbessern lässt. Das Bestimmtheitsmaß erhöht sich um 0,2 % bis 28 % und der Schätzfehler (CV_{RMSEC}) reduziert sich um 0,1 % bis 2,3 %. Ein substantieller Hinzugewinn an Schätzqualität durch die VIA ist vor allem bei kleineren sowie differenzierter zugeschnittenen Teilstücken und Zielmerkmalen, die verkaufsfertige Zuschnitte (Fleisch 1) repräsentieren, zu verzeichnen. Der CV_{RMSEC} reduziert sich um 1,2 % bis 2,3 %.

6.1.3 Residuenanalyse

Neben den Schätzfehlern, die die Streuung der Residuen beschreiben, wurde die Verteilung der Restfehler betrachtet, die aus der mit Hilfe der Schätzgleichung nicht erklärten Varianz der Zielgröße resultieren. Engelhardt (1991) hat die Residuen von Schätzfunktionen zur Abschätzung der grobgeweblichen Schlachtkörperzusammensetzung beim Rind prozentual in Bezug auf den Referenzwert ausgedrückt und daraus drei Klassen gebildet. Für die Beurteilung der Schätzung ist jedoch die Größenordnung der Zielgröße weniger entscheidend, als die Streuung, die dieses Merkmal aufweist (Dobrowolski und Branscheid 1997). In dieser Untersuchung wurden Restfehler nach Korrektur der systematischen Verzerrungen mit Hilfe der Standardabweichung der Zielgröße klassiert, um damit einen entsprechenden Bezug zur Streuung herzustellen. Dadurch werden die Verteilungen der Residuen der Zielmerkmale vergleichbar. So war ersichtlich, dass mit abnehmender Schätzgenauigkeit die Besetzung der Randklassen steigt. Diese Klassierung kann z.B. herangezogen werden, um Toleranzbereiche für eine auf VIA-Informationen basierende Teilstücksortierung in der Rindfleischproduktion festzulegen. Bei wenigen Zielmerkmalen wiesen die unklassierten Residuen signifikante Abweichungen (Kolmogorov-Smirnov-Test) von der erwarteten Normalverteilung auf. Das bedeutet, es lag entweder eine stärker ausgeprägte Schiefe oder abweichende Wölbung der Residuen-Distribution vor. Sie konnte jedoch bei keinem Zielmerkmal sowohl an Modellierungs-, als auch Validierungsstichprobe festgestellt werden. Diese Beobachtung ist vermutlich stichprobenbedingt und lässt damit keine Aussage zu. Systematische Einflüsse im Tiermaterial auf die Schätzung sind unerwünscht. Es wird vermutet, dass sie insbesondere durch den Genotyp, das Schlachtgewicht oder die Interaktion zwischen Genotyp und Schlachtgewicht ausgeübt werden können. Literaturquellen, die sich mit dieser Thematik beim Kalb befassen, waren nicht

ermittelbar. In dieser Untersuchung wurde in der Modellierung zwar bei den Zielmerkmalen „Fleisch gesamt“ und Knochen anhand der Varianzanalyse ein signifikanter Einfluss des Genotyps auf die Residuen festgestellt, jedoch bestätigte er sich in der Validierung bei entsprechenden Teilstichproben nicht. Aus diesem Grunde können genotypübergreifende Schätzformeln für die Beurteilung der Schlachtkörperqualität beim Kalb eingesetzt werden.

6.2 Beurteilung der Schlachtkörperqualität bei Jungbullen

Da Schätzformeln für Teilstück- und Gewebekomponenten von Jungbullenschlachtkörpern bereits in früheren Untersuchungen entwickelt wurden (Augustini et al. 1997, Branscheid et al. 1998), war es erforderlich, eine Validierung der Formeln an nach kommerzieller Schnittführung zerlegtem Tiermaterial vorzunehmen. Es sollte damit die Praxistauglichkeit der Teilstückschätzung belegt werden.

6.2.1 Schätzgenauigkeit

Beim Kalb wurde ein Gewichtseinfluss auf Bestimmtheitsmaß und Schätzfehler beobachtet. Auch bei der Kategorie Jungbulle werden insgesamt sehr hohe Schätzgenauigkeiten bei Zielmerkmalen mit einem hohen Durchschnittsgewicht (≥ 50 kg) deutlich, deren CV_{RMSEV} im Bereich von 1,9 % bis 3,6 % liegt. Bei kleineren und differenzierter zugeschnittenen Teilstücken nimmt die Schätzgenauigkeit erwartungsgemäß ab. Die Schätzung von Filet und Fleischabschnitten (Fleisch 2 und 3) ist insgesamt nur ungenau. Im Gegensatz zum Kalb werden Fett, Sehnen und Knochen vom VBS 2000 nicht geschätzt. Alle übrigen Schätzungen erreichen eine Genauigkeit, die für eine Nutzung der Informationen in der Praxis ausreicht. Die von Branscheid et al. (1998) beschriebenen hohen Genauigkeiten ($r \geq 0,89$ und $RSD \leq 4,1$ kg) der Schätzung der wichtigsten Gewichtskomponenten von Rinderschlachtkörpern mit Hilfe der VIA (VBS 2000) haben sich im Wesentlichen bestätigt. Andere Literaturquellen befassen sich mit der VIA-Schätzung von Anteilen der Teilstück- und Gewebekomponenten (Madsen et al. 1996, Allen and Finnerty 2000), so dass ein Vergleich mit den Ergebnissen dieser Untersuchung (Schätzung von Gewichten) nicht möglich ist. Allen and Finnerty (2000) konnten in einem Vergleichsversuch feststellen, dass die VIA-Systeme BCC-2, VIAscan und VBS 2000 die Fleischausbeute von

Rinderschlachtkörpern („saleable meat yield“, „primal yield“) mit einer nahezu identisch hohen Genauigkeit schätzen. Die gerätespezifischen Unterschiede in der Schätzung von Informationen zur Schlachtkörperzusammensetzung scheinen eher gering zu sein. Allgemein ist hier anzumerken, dass ein Teil des Schätzfehlers nicht auf der VIA beruht. Madsen et al. (1996) untersuchten die Schätzung mit dem dänischen BCC-2 und verwiesen darauf, dass die mit Hilfe von Videobildsystemen erreichbare relative Genauigkeit (SEP) auf 1,25-1,5 % begrenzt sei. Allein durch den Zerlegefehler werde ein SEP von 1 % und darüber verursacht. Insgesamt erfülle das BCC-2 die für die Untersuchungen festgelegten Anforderungen der Fleischindustrie sehr gut. Genauere Techniken zur Referenzermittlung wie sie derzeit beim Schwein entwickelt werden (Computertomograph; Baulain et al. 1998, Collewet et al. 2004), sind auch beim Rind erstrebenswert, um Unschärfen in der Referenzermittlung weiter zu minimieren.

6.2.2 Residuenanalyse

Signifikante Abweichungen der Residuen-Distribution von der erwarteten Normalverteilung konnten bei keinem Zielmerkmal festgestellt werden. Wie beim Kalb zeigte sich in der Residuenklassierung, dass die Besetzung der Randklassen mit Abnahme der Schätzgenauigkeit zunimmt. Auch waren keine signifikanten Einflüsse des Genotyps, des Schlachtgewichts und der Genotyp-Schlachtgewicht-Interaktion auf die Ausprägung der Residuen feststellbar. Augustini et al. (1997) und Branscheid et al. (1998) schätzten die wichtigsten Gewichtskomponenten von Jungbullenschlachtkörpern. Die Autoren konstatierten übereinstimmend, dass die ermittelten genotypübergreifenden Schätzformeln innerhalb der Kategorie Jungbulle stabil sind, wobei die berechneten systematischen Verzerrungen der betrachteten Zielmerkmale einen Bereich von $\pm 0,7$ kg nicht überschritten. Signifikanzaussagen wurden allerdings nicht getroffen. Die von den Autoren beobachtete Stabilität korrespondiert mit den mittels Signifikanztest abgesicherten Resultaten der vorliegenden Untersuchung.

Auf die systematischen Verzerrungen der Schätzung in der Validierung wird im Folgenden eingegangen.

6.3 Anpassung der Teilstückschätzung an die Bedürfnisse eines Betriebes

Naturgemäß treten bei der Validierung der Schätzformeln für Teilstück- und Gewebekomponenten von Schlachtkörpern an unabhängigen Stichproben systematische Verzerrungen (Bias) auf. Auch in dieser Untersuchung ergaben sich nicht vermeidbare Abweichungen zwischen Erwartungswert (x) und mittlerem Schätzwert (y).

Durch den Vergleich von Modellierungs- und Validierungsstichprobe konnten dafür folgende Ursachen ermittelt werden:

- geringfügige Unterschiede im Trennschnitt der Teilstücke (z.B. ± 1 Rippe, engere/weitere Führung von Trennschnitten),
- Unterschiede in der Ausbeuteorientierung der Schnittführung (ungleiche Anteile der Fleischkategorien),
- Abweichungen in der Trennung der Gewebe Fett und Fleisch.

Grundsätzlich gilt es an dieser Stelle zu diskutieren, in welcher Größenordnung ein Bias bei der Schätzung eines Zielmerkmals noch akzeptiert werden kann. Dobrowolski und Branscheid (1997) schlagen vor, dass der Bias bei biologischem Material eine Größe von 0,5 % bis 1 % des Stichprobenmittelwertes nicht überschreiten sollte. Dieser empirische Grenzwert wurde jedoch in dieser Untersuchung aufgrund von Unterschieden zwischen DLG- und kommerziell orientierter Schnittführung häufig überschritten, obwohl die übrigen statistischen Genauigkeitsparameter eine sehr sichere Schätzung der Zielmerkmale belegten. Deutlich wurde dies z.B. am Bias des Zielmerkmals Fleisch 1 (-16 % bei Jungbulle und Kalb). Da die Neuentwicklung von Regressionsformeln für die Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung beim Rind wegen der methodisch sehr anspruchsvollen und arbeitsaufwändigen Datenerhebung mit sehr hohen Kosten verbunden ist, wurde ein Alternativvorschlag erarbeitet, bei dem eine weitere Fassung der Grenzen toleriert wird. So kann die Adaptation der Schnittführung an den kommerziellen Standard erfolgen, indem die systematische Verzerrung an der Gesamtstichprobe mit Hilfe einer einfachen linearen Regression korrigiert wird. Allerdings sollte diese Korrektur nur bei Zielmerkmalen vorgenommen werden, die sicher geschätzt werden können ($B > 60$ % und $CV_{RMSE} \leq 5$ %). Erst dadurch werden diese Zielmerkmale in der Produktion nutzbar. Borggaard et al. (1996) schlagen für die Anpassung von VIA-Systemen an andere Länder und neue Qualitätsparameter

die Verwendung von neuronalen Netzwerken vor. Jedoch haben die Autoren lediglich für die Modellierung sowie für die Anpassung der Konformation und der Kategorie (zur Beurteilung, ob Kuh oder Bulle) neuronale Netzwerke verwendet. Teilstück- und Gewebegewichte wurden von den Autoren damit allerdings nicht beurteilt. Zudem wäre, wie bei der hier vorgeschlagenen statistischen Anpassungsweise, die Erhebung von Zielgrößen erforderlich.

Um eine (nationale) Vergleichbarkeit von VIA-Systemen im Bereich der Teilstückschätzung zu erreichen, ist die Anwendung eines einheitlichen Schnittführungsstandards erforderlich. Hier bietet sich etwa die DLG-Schnittführung oder ein klar definierter handelsüblicher Zuschnitt an. Allein auf Basis von einzelbetrieblich angepassten Schätzformeln ist dies nicht möglich. Aus dem Blickwinkel der Einführung handelswertorientierter Bezahlungsmodelle in die Praxis ist es wünschenswert, den in dieser Untersuchung ermittelten Handelszuschnitt, neben der bereits im VBS 2000 implementierten DLG-Schnittführung, als zukünftigen Standard zu akzeptieren, um damit eine breite Anwendung der vorgeschlagenen teilstückbasierten Indexmodelle zur Bezahlung nach Handelswert zu ermöglichen. Auf diese Weise werden ökonomische Anreize geschaffen, mit Hilfe derer eine stärkere Orientierung der Produktion an der Schlachtkörperqualität erzielt werden kann, als es über Handelsklassen möglich ist.

6.4 Ökonomische Betrachtung

Rinderschlachtkörper werden in Deutschland vornehmlich pauschal gehandelt (Kalb) oder auf Basis der gesetzlich vorgeschriebenen Handelsklassen abgerechnet (Jungbullen). Damit ist nur eine sehr grobe Orientierung der Bezahlung an der tatsächlichen Schlachtkörperqualität möglich. Eine preisliche Bewertung zu entwickeln, die den grobgeweblichen Verhältnissen und Teilstückproportionen eher entspricht (Freudenreich et al. 2002) und die auch Anforderungen des Handels an die Teilstückqualität berücksichtigt, war ein Ziel der vorliegenden Untersuchung. So soll eine wertgerechtere Bezahlung erreicht werden, die sich stärker am eigentlichen Handelswert bzw. an den Qualitätsanforderungen für das Endprodukt orientiert. Erste Untersuchungen in diese Richtung wurden bereits von Petersen et al. (1998) und Freudenreich et al. (2002) angestrengt.

Die Ergebnisse der Kalkulation des Handelswertes auf Basis von Durchschnittspreisen eines Fünf-Jahres-Zeitraums für entbeinte, verkaufsfertig zugeschnittene Teilstücke und Gewebekomponenten (Fleischabschnitte, Fett/Sehnen und Knochen) zeigten, dass eine Rangierung der Schlachtkörper mit Hilfe der EUROP-Handelsklassen im Mittel möglich ist. Jedoch gibt es durchweg Überschneidungen in angrenzende Klassen, die an der ausgeprägten klassenbezogenen Streuung (SD) des Handelswertes erkennbar sind. Daraus lässt sich ableiten, dass sich die Qualität von Rinderschlachtkörpern mit Hilfe des EUROP-Systems nicht eindeutig differenzieren lässt.

Die Schlachtkörperqualität und damit der Wert eines Schlachtkörpers für den Handel erklären sich im Wesentlichen aus der Ausbeute an wertvollen Teilstücken. Es zeigte sich, dass die verkaufsfertigen Zuschnitte von Keule, Rücken bzw. Roastbeef und Bug sowohl beim Kalb, als auch beim Jungbullen wertbestimmend sind. Saisonal verschiebt sich zwar in geringem Maße die Bedeutung einzelner Teilstücke für den Handelswert, jedoch konnte im Mittel eine Konstanz des wirtschaftlichen Gewichts der Determinanten ermittelt werden. Diese Erkenntnis ist essentiell für die Konstruktion eines stationären teilstückbasierten Bewertungsmodells. Auch Doedt (1997) für das Schwein, sowie Holm (1995), Ketels (1997) und Freudenreich (2002) für den Jungbullen, kalkulierten den Handelswert auf Basis von Großhandelspreisen für Teilstücke, ohne dabei saisonale Einflüsse zu berücksichtigen.

Eine Einstufung der Schlachtkörper nach dem wirtschaftlich gewogenen Gewicht der Teilstücke, wie sie von Freudenreich et al. (2002) vorgeschlagen wurde, ist sinnvoll, da so auch Wertunterschiede der Hauptteilstücke berücksichtigt werden. Die Autoren verwendeten für diese alternative Form der ökonomischen Schlachtkörperbewertung als Modellkomponenten Informationen von nicht entbeinten Teilstücken, die, wie die sie herausfanden, in ihren Anteilen über die Handelsklassen weitestgehend konstant sind. Zudem wurde, neben der Berücksichtigung dieser Teilstücke, eine Korrektur nach Muskelfleischgewicht und Fettanteil vorgenommen, um eine verbesserte Annäherung an den Handelswert zu erreichen. Die Handelswert-Referenzkalkulation führten Freudenreich et al. (2002) mit Informationen auf der Stufe der grobgeweblichen Zerlegung (entbeint und verkaufsfertig zugeschnitten) durch. Im Gegensatz zur vorliegenden Untersuchung wurden bei der Kalkulation keine weiteren Preisabstufungen bei unterschiedlicher Teilstückqualität vorgenommen.

Ausschlaggebend für den Handelswert ist die Endstufe der Zerlegung, in der verkaufsfertig zugeschnittene Teilstücke (Fleischkategorie 1) gewonnen werden. Aus

qualitativ bedingten Wertunterschieden dieser Rindfleischprodukte lassen sich preisliche Abstufungen in den Notierungen oder auch Handelsklassen-Abrechnungssystemen für Rinderschlachtkörper begründen. Dementsprechende Informationen wurden in dieser Untersuchung in die Modelle einbezogen. Die Bewertung der Modell-Teilstücke erfolgte dabei mit Hilfe von Indexpunkten – eine Methode, die sich beim Schwein seit der Einführung des Klassifizierungssystems AutoFOM im Jahre 2000 (Beuck 2004) bewährt hat und auch im Vorschlag von Freudenreich et al. (2002) in ähnlicher Form berücksichtigt wurde. Damit ist es möglich, eine für die Erzeugerstufe plausible Beurteilung der Schlachtkörper durchzuführen und die Produktion stärker an Kriterien auszurichten, die in der Fleischproduktion auf der Endstufe der Zerlegung wertbestimmend sind.

Freudenreich et al. (2002) untersuchten vergleichend die Auswirkungen von unterschiedlichen Preisnotierungen und Modellpreisen auf die Genauigkeit der Ermittlung des Referenzpreises (Handelswert). Zur Kalkulation der Modellpreise wurden gemessene und/oder geschätzte (VBS 2000) Zerlegewerte zugrunde gelegt. Der Preis (in Euro) wurde alternativ für den gesamten Schlachtkörper und pro kg Schlachtgewicht kalkuliert. Die Autoren konstatierten bei der Betrachtung auf der Ebene des Preises für den gesamten Schlachtkörper unter Verwendung von Zerlege- oder VBS-Informationen, dass die Übereinstimmung zum Referenzpreis „einigermaßen“ robust zur jeweils gewählten Preiskalkulation ist ($R^2=0,90-0,97$). Diese Beobachtung hat sich auch in den eigenen Untersuchungen bestätigt. Bei Betrachtung der Modelle auf Basis der Preise in Euro pro kg Schlachtgewicht, die bei Freudenreich et al. (2002) nur mit Hilfe von Zerlegeinformationen durchgeführt wurden, zeigen sich jedoch Unterschiede. So erreichte die Schätzgenauigkeit des Freudenreich-Modells auf Basis des Preises in Euro pro kg Schlachtgewicht ein Bestimmtheitsmaß von $R^2=0,51$ und einen Schätzfehler von $RSD=0,10$ €/kg. In dieser Untersuchung war das Bestimmtheitsmaß selbst bei Verwendung von VIA-Schätzinformationen um 29 % ($R^2=0,80$) deutlich höher und der Schätzfehler um 0,03 €/kg ($RMSEC=0,07$ €/kg) vermindert. Wie bereits beschrieben, verwenden Freudenreich et al. (2002) in ihren Untersuchungen nicht entbeinte Teilstückinformationen, die mit Hilfe des Muskelfleischgewichts und Fettgewebeanteils des Schlachtkörpers „korrigiert“ wurden, als Prädiktoren des Referenzhandelswert. Die Modellkalkulationen in dieser Untersuchung basieren auf Informationen von entbeinten, verkaufsfertig

zugeschnittenen Teilstücken, die zur Vorhersage des Handelswertes auf Basis des Preises in Euro pro kg vermutlich besser geeignet sind.

Die Bewertung des Handelswertes von Kälberschlachtkörpern auf Basis von Indexpunkten, unter Einbeziehung der gemessenen oder VBS geschätzten Gewichte zerlegter Teilstücke, war in dieser Untersuchung ebenfalls mit einem geringem Schätzfehler ($CV_{RMSEC}=1,01\%$ bzw. $2,18\%$) möglich. Beachtenswert ist jedoch, dass es bei Verwendung von VBS-Schätzwerten anstelle zerlegter Teilstückgewichte als Prädiktoren zu einem starken Abfall (-53%) des erklärten Varianzanteils des Handelswertes kommt. Diese Beobachtung lässt sich vermutlich auf die geringe Streuung des Handelswertes in der Stichprobe zurückführen ($CV=2,7\%$). Dennoch ist dieses System genauer als eine pauschale preisliche Bewertung, die Unterschiede im Handelswert der Kälber nicht berücksichtigt. Eine Einbeziehung von Teilstückinformationen des VBS 2000 in die Bezahlung von Kälberschlachtkörpern ist daher empfehlenswert. So lässt sich eine stärkere Orientierung der Produktion an der Schlachtkörperqualität erreichen, die auf Basis des vorgeschlagenen Indexmodells geschehen kann. Falls jedoch auf diese Messtechnik nicht zurückgegriffen wird, z.B. aufgrund ökonomischer Erwägungen, sollte zumindest eine preisliche Differenzierung von Kälberschlachtkörpern auf Basis der Fleischigkeitsklasse durchgeführt werden. Denn die durchschnittlichen Unterschiede im Handelswert von $0,08$ (U-R) bis $0,11$ €/kg (R-O) sind erheblich. Eine Nutzung der Konformation ist der pauschalen Abrechnung vorzuziehen. So bietet sich ein preislicher Abstand von $0,10$ €/kg zwischen den benachbarten Fleischigkeitsklassen an. Damit wäre theoretisch ein Bestimmtheitsmaß von 21% und ein Schätzfehler von $0,10$ €/kg erreichbar. Die Genauigkeit liegt jedoch unter der des Indexmodells, das VBS-Schätzwerte einbezieht ($B=33\%$; $RMSEC=0,09$ €/kg). Die Fettgewebeklasse (hier 2 und 3) eignet sich nicht zur weitergehenden Abstufung, da ihr Einfluss nicht signifikant ist.

Die preisliche Bewertung von Jungbullenschlachtkörpern auf Basis von Indexpunkten ist auch bei der Nutzung von Schätzwerten genau. Das Indexmodell ist dem Abrechnungssystem nach EUROP-Handelsklassen in der Genauigkeit (Bestimmtheitsmaß) der Handelswertschätzung um 5% überlegen. Zudem beinhaltet es präzise und nachvollziehbare Informationen über Anforderungen an die Teilstückqualität, die als Rahmenparameter dienen sollen und der Praxis die Möglichkeit bieten, weitere Modifikationen vorzunehmen. Gleichwohl ermöglicht auch das EUROP-Abrechnungssystem eine genaue preisliche Bewertung der Schlachtkörper.

Zudem ist bei der Betrachtung der Durchschnittspreise für die jeweilige Handelsklasse eine preisliche Nähe dieser beiden Bewertungsformen erkennbar, so dass durch eine Abkehr vom gewohnten EUROP-System hin zur Abrechnung von Jungbullenschlachtkörpern nach Indexpunkten im Mittel nur geringfügige Veränderungen zu erwarten sind (s. Tabelle 55). Für die preisliche Bewertung nach Handelswert mit Hilfe des Indexmodells spricht die nachvollziehbare Quantifizierung von Qualitätsanforderungen in der Fleischproduktion sowie die Möglichkeit der kontinuierlichen Anpassung des Abrechnungssystems an den üblichen Handelswertbereich. Hierdurch lässt sich die Akzeptanz und die Genauigkeit des Abrechnungssystems weiter steigern. Unter der Voraussetzung eines innerhalb einer Vermarktungsregion harmonisierten Abrechnungssystems würden sich darüber hinaus Vorteile im Hinblick einer verbesserten Markttransparenz ergeben. So ist beim vorgeschlagenen Indexmodell nur die Angabe eines Preisfaktors notwendig, während beim hier angewendeten EUROP-Abrechnungssystem die Notierungsangabe der Handelsklassen U3 bzw. O3 benötigt wird, um die Schlachtkörperqualität von Jungbullen preislich zu bewerten. Resümierend bleibt festzuhalten, dass die Nutzung der VBS 2000 Teilstückinformationen zur handelswertorientierten Bezahlung von Jungbullen als Alternative zum Handelsklassen-System zu empfehlen ist. Eine Ausweitung der Indexpunktbewertung über den durch die Stichprobe abgedeckten Bereich hinaus ist grundsätzlich möglich. Jedoch ist vorab zu überprüfen, ob Veränderungen in der Teilstückqualität (im Wesentlichen Über- und Untergewichte) weitere Abstufungen in der Wertigkeit erforderlich machen. In Bezug auf die Handelsklassen wird mit dem Indexmodell ein Großteil der in Deutschland geschlachteten Jungbullen abgedeckt. Die Kategorie Jungbulle nahm im Jahr 2003 einen Anteil von 41,4 % an den Rinderschlachtungen in Deutschland ein (ZMP 2004). Davon ist nach ZMP (2004) das Gros (36,7 %) auf die in dieser Untersuchung betrachteten Handelsklassen (U2, U3, R2, R3, O2 und O3) entfallen.

Als Kritikpunkt ist anzuführen, dass wie beim Handelsklassen-System, so auch bei den Indexmodellen die Fleischqualität nicht berücksichtigt wird, die neben der Schlachtkörperzusammensetzung ein weiterer Bestandteil der Schlachtkörperqualität ist (Branscheid et al. 1998a). Auch Schild et al. (2004) merken dies kritisch an. In der deutschen Rindfleischproduktion steht die Ausbeute an verkaufsfertig zugeschnittenen Teilstücken im Vordergrund. Dies äußert sich darin, dass die Fleischqualität gegenüber den Handelsklassen nur eine untergeordnete Rolle einnimmt. Eine entsprechend

stärkere Ausrichtung an der Fleischqualität ist bei der Handelsklasseneinstufung in den USA (USDA 1999) erkennbar. Über Qualitätsklassen („quality grades“) wird versucht, den Genusswert des Fleisches zu beurteilen. Nach Branscheid et al. (1998a) werden hierfür zwei Teilkomponenten herangezogen: die Reife („maturity“) und die Marmorierung („marbling“). Untersuchungen in Tschechien zur VIA an Anschnitten des *M. longissimus dorsi* (Pipek et al. 2004, Smekal et al. 2005) deuten daraufhin, dass auch in der EU eine stärkere Orientierung der Rindfleischproduktion an der Fleischqualität angestrebt wird.

6.5 Ausblick

Durch weiterhin kontinuierlich sinkende Milchpreise, die die Wirtschaftlichkeit der Milcherzeugung mindern, wird das Fleisch in der Rinderproduktion vermutlich zukünftig tendenziell an ökonomischer Bedeutung gewinnen. Die VIA kann einen Beitrag dazu leisten, die Wertschöpfung in der gesamten Produktionskette Rindfleisch weiter zu steigern.

Nicht nur aufgrund wirtschaftlicher Entwicklungen, sondern auch zur Vervollständigung des Bewertungsspektrums der Videobildanalyse von Rinderschlachtkörpern ist es erforderlich, dass alle Rindfleischkategorien mit Hilfe dieser Technik objektiv bewertet werden können. Damit steigt die Attraktivität des Einsatzes von VIA-Systemen in der Praxis. So sollten zukünftig entsprechende Untersuchungen auch an der Kategorie Kuh, deren Anteil an den Rinderschlachtungen in Deutschland im Jahr 2003 insgesamt 45,9 % betrug (ZMP 2004), vorgenommen werden. Untersuchungen von Augustini et al. (2002) an 88 Fleckviehkühen, mit vergleichbar hohen Genauigkeiten wie bei Jungbulle und Kalb, stimmen optimistisch.

Weiterhin ist jedoch auf nationaler Ebene die Frage noch nicht hinreichend beantwortet, wie Eichung und Zulassung der VIA-Systeme für die apparative Klassifizierung von Rinderschlachtkörpern genau zu handhaben sind. Sie sind Grundvoraussetzungen für einen breiten Praxiseinsatz in Deutschland. Insbesondere eine Eichung ist erforderlich, um Messstabilität und Manipulationssicherheit der VIA-Geräte zu gewährleisten, und diese durch unabhängige Kontrollinstitutionen überprüfbar zu machen. Für die Zulassung von VIA-Systemen zur apparativen Ermittlung der Handelsklassen ist durch die VO [EWG] 344/91 der erforderliche rechtliche Rahmen geschaffen. Jedoch wurde diese gesetzliche Grundlage noch nicht in nationales Recht umgesetzt.

7 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Eignung der Video-Image-Analyse (VIA) des VBS 2000 zur Beurteilung der Schlachtkörperqualität von Kälbern und Jungbullen untersucht. Im Vordergrund stand dabei die Genauigkeit und Stabilität der Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung in Form von Teilstück- und Gewebegewichten an praxisüblichem Tiermaterial. Des Weiteren wurde mit Hilfe von Schätzinformationen ein stärker an der Schlachtkörperqualität orientiertes Bezahlungssystem nach Handelswert konstruiert.

Alle Tiere wurden im Fleischcenter Hamm (Westfleisch eG, Münster) geschlachtet und deren Schlachtkörper mit Hilfe der VIA (VBS 2000) messtechnisch erfasst. Die Selektion erfolgte nach Abschluss der Schlachtung, wobei das amtlich festgestellte Schlachtgewicht und die gesetzlich vorgeschriebene Handelsklasse als Stratifizierungskriterien fungierten. Nach Abkühlung wurde eine grobgewebliche Zerlegung der jeweils linken Hälfte median gespaltener Schlachtkörper unter Versuchsbedingungen durchgeführt. Alle dabei angefallenen Teilstück- und Gewebegewichte wurden erfasst.

Zur Modellierung und Validierung von Schätzformeln für die Abschätzung der Schlachtkörperzusammensetzung von Kälbern wurden zwei Stichproben herangezogen:

- Im ersten Versuchsgang wurden zur Modellierung von VIA-Schätzformeln 125 Kälberschlachtkörper im Zerlegetechnikum der BfEL (Kulmbach) nach DLG-Schnittführung Kalb (Scheper und Scholz 1985) und anschließend nach handelsüblicher Schnittführung zerlegt.
- Im zweiten Versuchsgang wurden zur Validierung der Schätzformeln 128 Kälberschlachtkörper im Fleischcenter Hamm (Westfleisch eG) nach handelsüblicher Schnittführung zerlegt, wobei DLG-Schnittführungsdefinitionen soweit wie möglich berücksichtigt wurden.

Es wurden VIA-Schätzformeln für Teilstücke und Gewebekomponenten nach DLG- und handelsüblicher Schnittführung von Kälberschlachtkörpern ermittelt, wobei als Hilfsmerkmale VIA-Messwerte und das Schlachtgewicht verwendet wurden. Zur Berechnung von Schätzformeln wurde die Regressionsmethode Partial-Least-Square (PLS) herangezogen. Alle berechneten Formeln wurden an unabhängigem Tiermaterial überprüft.

Bei der Beurteilung der Schätzformeln von Jungbullen wurde auf bereits in das VBS 2000 implementierte Schätzformeln zurückgegriffen. Es wurden an 100 Jungbullenschlachtkörpern jeweils fünf Videobildanalysen mit dem VBS 2000 durchgeführt, um die Wiederholbarkeit der Teilstückschätzung zu prüfen. Zur Validierung der Schätzgleichungen wurden 90 Jungbullen im Fleischcenter Hamm auf Basis einer handelsüblichen Schnittführung zerlegt. Auch dabei wurde parallel eine möglichst starke Annäherung an die DLG-Schnittführung Rind angestrebt.

Zur ökonomischen Betrachtung wurden Großhandelspreise für Teilstücke und Gewebekomponenten von Kälbern und Jungbullen eines Fünf-Jahres-Zeitraumes (2000-2004, exkl. 2001) ermittelt, inflationsbereinigt und ihre Mittelwerte berechnet, um damit den Handelswert der Schlachtkörper zu kalkulieren. Darauf aufbauend wurde ein handelswertorientiertes Abrechnungsmodell, in das nur objektive Informationen der VIA einfließen, als Alternative zur Bezahlung nach Handelsklassen konstruiert.

Die in der vorliegenden Untersuchung erzielten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen.

Modellierung der Teilstück- und Gewebekomponenten von Kälberschlachtkörpern:

- Theoretisch ist das in dieser Untersuchung verwendete PLS-Regressionsverfahren zur Modellierung der Zielmerkmale von Kälbern gegenüber OLS-Verfahren bei hochkorrelierten Prädiktoren überlegen.
- Die finalen Regressionsgleichung mit minimalen RMP beinhalteten zwischen 1 und 7 (Mittelwert: 2,4) Hauptfaktoren und zwischen 2 bis 46 (von 442 möglichen) Prädiktoren (Mittelwert: 13,7).
- Der bei der PLS-Modellierung resultierende Schätzfehler Root-Mean-PRESS (RMP) ist nicht mit dem üblicherweise in multiplen OLS- oder PLS-Regressionsanalysen verwendeten Kalibrierungsschätzfehler (RMSEC) komparabel. Er liegt im Mittel dieser Untersuchungen etwa 0,5 % höher, wobei die Differenz mit steigendem Schätzfehlniveau tendenziell zunimmt. Zur Beurteilung der Eignung von PLS-Regressionsformeln sollte der RMSEC nicht herangezogen werden.
- Beim Vergleich der Schätzfehler aus Modellierung (RMP) und Validierung (RMSEV) waren nur geringfügige Unterschiede erkennbar (Mittelwert: 0,2 %; exkl. Fleisch 2). Aufgrund seiner konservativen Eigenschaft ist der RMP potentiell geeignet, den ausschlaggebenden RMSEV sicher zu prognostizieren.

Beurteilung der Schätzgenauigkeit von Merkmalen der Schlachtkörperqualität bei Kälbern und Jungbullen:

- Die VIA-Schätzformeln zeigen sehr hohe Genauigkeiten für Zielmerkmale mit einem hohen durchschnittlichen Gewicht bei Kalb (≥ 20 kg) und Jungbulle (≥ 50 kg), deren relativer Schätzfehler (CV_{RMSEV}) 1,9 % bis 3,6 % betrug. Bei kleineren und differenzierter zugeschnittenen Teilstücken nimmt die Schätzgenauigkeit in beiden Kategorien erwartungsgemäß ab.
- Von den leichteren Zielmerkmalen nach DLG-Schnittführung Kalb sind die Schätzgenauigkeiten bei Blume, Filet, Fleisch 2, Fleisch 3 sowie Fett/Sehnen unzureichend. Das Gewicht handelsüblicher Teilstücke wird mit Ausnahme „Rücken Fleisch 1“ ($CV_{RMSEV}=7,2$ %) insgesamt genau geschätzt.
- die Wiederholbarkeit der Schätzung auf Basis der VIA ist bei den betrachteten Jungbullen-Zielmerkmalen sehr hoch ($w=0,99-1,00$).
- Beim Jungbullen ist die Schätzgenauigkeit, mit Ausnahme von Filet, Fleisch 2 und 3, bei allen übrigen Zielmerkmalen zufrieden stellend ($CV_{RMSEV} \leq 6$ %) bis hoch ($CV_{RMSEV} \leq 4$ %).
- Es konnte auf Stufe der Validierung kein signifikanter Unterschied zwischen den Genotyp-spezifischen Least-Square-Mittelwerten (LSM) der Residuen festgestellt werden. Aufgrund dessen können kategoriespezifische bzw. genotypübergreifende Schätzformeln bei Kalb und Jungbulle verwendet werden.
- Die Schätzgenauigkeit der VIA-Schätzformeln bei Kälbern ist höher als die von Schätzformeln auf Basis des Hilfsmerkmals „Schlachtgewicht“. Bis auf den Bug wurde bei allen betrachteten Zielmerkmalen eine deutliche Verbesserung der Schätzung mit Hilfe der VIA erzielt (B-Erhöhung= $0,2-28,0$ % bzw. CV_{RMSEC} -Reduktion= $0,1-2,3$ %). Insbesondere bei schwieriger schätzbaren Zielmerkmalen haben nur VIA-Schätzformeln eine ausreichend hohe Genauigkeit.
- An der Validierungsstichprobe zeigte sich, dass die systematischen Unterschätzungen (negativer Bias) wertbestimmender Teilstücke in der Validierung zum Teil erheblich sind, zurückführbar auf Schnittführungsunterschiede bei Kalb und Jungbulle. Die höhere Ausbeuteorientierung der praxisorientierten Schnittführung verdeutlicht sich im negativen Bias (δ) in der Schätzung des Zielmerkmals „Fleisch 1“ ($\delta_{Kalb}=-15,7$ %; $\delta_{Jungbulle}=-16,1$ %). Ein pragmatischer und kostengünstiger Vorschlag wäre, diesen Fehler über eine einfache lineare Regression auszugleichen. Dadurch kann eine statistische Adaptation der Schnittführung an

Praxiserfordernisse erreicht werden. Um eine unverzerrte Schätzung mit größtmöglicher Genauigkeit zu generieren, ist eine Zerlegung zu präferieren, was jedoch mit erheblichem Mehraufwand behaftet wäre.

Ökonomische Betrachtung:

- Die Erlöse für die verkaufsfertig zugeschnittenen Teilstücke (Fleisch 1) aus Keule, Rücken/Roastbeef und Bug determinieren den Handelswert bei Kalb und Jungbulle ($r=0,87-0,96$). Aufgrund der Zunahme des Vorderviertelanteils als Folge eines allometrischen Wachstums, ist ihre Bedeutung beim Kalb etwas größer als beim Jungbullen (75,6 % respektive 66,1 % der Teilstückerlöse).
- Die Wertigkeit der Teilstücke Rücken bzw. Roastbeef und Bug in Bezug auf die Keule zeigt im betrachteten Fünf-Jahres-Zeitraum keinen Trend. Beim Kalb wurde im Mittel für den Rücken das 1,40-fache und für den Bug das 0,67-fache des Keulenpreises erzielt. Beim Jungbullen wurde für das Roastbeef durchschnittlich das 1,74-fache und für den Bug das 0,75-fache des Keulenpreises Erlöst.
- Neben den Teilstückgewichten wird der Handelswert auch durch die Teilstückqualität beeinflusst. Die Fleischvermarktung (Westfleisch eG) stellt Anforderungen an das Mindestgewicht für Keule (≥ 27 kg) und Roastbeef ($\geq 5,5$ kg) sowie an die Form des Roastbeef (optimal bei einer Konformation U/R). Ähnliche Abstufungen sind auch bei anderen Vermarktern zu vermuten. Ein teilstückbasiertes Abrechnungssystem sollte diese Qualitätsanforderungen berücksichtigen.
- Durch die entwickelten Vorschläge für Bewertungsmodelle auf Basis von Teilstück-Indexpunkten kann der Handelswert bei Kalb und Jungbulle sehr genau nachvollzogen werden, wenn die wichtigsten Teilstückinformationen aus der Zerlegung (Keule, Rücken/Roastbeef, Bug) verwendet werden. Falls diese Teilstückgewicht mit dem VBS 2000 geschätzt werden, vermindert sich der RMSEC von 0,04 €/kg auf 0,09 €/kg bzw. von 0,04 €/kg auf 0,07 €/kg (Euro pro kg Schlachtgewicht) in der Handelswertbeurteilung beim Kalb und Jungbulle. Durch das Jungbullen-Indexmodell wird eine genauere Ermittlung des Handelswertes als mit Hilfe des Handelsklassen-Bezahlungssystems erreicht (RMSEC=0,08 €/kg).
- Die Einführung einer Bezahlung auf Basis von Teilstück-Indexpunkten ist zu empfehlen, um die Rinderproduktion stärker an der Schlachtkörperqualität auszurichten. Vorteile in der Nachvollziehbarkeit und Schätzgenauigkeit (0,01 €/kg

geringerer Schätzfehler) gegenüber dem traditionellen EUROP-System sind in der Kategorie Jungbulle erkennbar.

Kritisch ist zu sehen, dass die Frage der Eichung und Zulassung von VIA-Geräten zur apparativen Klassifizierung ist zumindest in Deutschland bisher noch nicht hinreichend beantwortet wurde. Des Weiteren können nach aktuellem Stand dieser Technik weiterhin keine Aussagen zur Fleischqualität getroffen werden. Eine zukünftige Entwicklung in diese Richtung, beispielsweise durch die Kombination von Messtechniken, ist im Sinne der Verbraucher wünschenswert.

Abschließend ist festzuhalten, dass in dieser Untersuchung die Eignung der VIA zur Beurteilung der Schlachtkörperqualität von Kälbern und Jungbullen belegt wurde. Eine vollständige Einbindung der Messtechnik in die Vermarktungs- und Produktionsprozesse bei Kalb- und Rindfleisch zur weiteren Optimierung der Wertschöpfung ist erstrebenswert. Über die Verwendung der objektiven Schätzwerte zur preislichen Bewertung von Rinderschlachtkörpern kann die landwirtschaftliche Erzeugung stärker an der für die Fleischvermarktung angestrebten Schlachtkörperqualität ausgerichtet werden. Auch eine Einbindung von VIA-Merkmalen in die züchterische Selektion (z.B. zur Substitution der Handelsklasse im Gesamtzuchtwert) ist sinnvoll, wie von Schild et al. (2004) berechnete Heritabilitäten im Bereich von 0,25 zeigten.

8 Literaturverzeichnis

Allen P (1999): Automatic grading/classification of beef carcasses, Meat Automation Concerted Action. Technical Report on Grading and Classification, Ed K Koodabandalehoo.

Allen P, Finnerty N (2000): Objective Beef Carcass Classification – A report of a trial of three VIA classification systems. Teagasc and Department of Agriculture Food and Rural Development, Ireland.

Allen P (2003): Beef Carcass Grading in Europe and U.S.A. - The prospects for Using VIA Systems. Proc 49th ICoMST, Campinas, Brazil, 96-101.

Augustini C, Dobrowolski A, Heining F (1993): Objektive Schlachtkörperbewertung beim Rind. Kulmbacher Reihe Band 12, 27-53.

Augustini C, Dobrowolski A, Branscheid W (1997): Objektive Bestimmung des Handelswertes von Rinderschlachtkörpern: Bericht über den Einsatz der Videobildanalyse an Jungbullenschlachtkörpern bei der Firma Südostfleisch in Altenburg/Thüringen. BfEL Kulmbach, Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung.

Augustini C, Dobrowolski A, Branscheid W, Spindler M (1999): Rinderklassifizierung mit der Videobildauswertung – Probleme der Schätzung unterschiedlicher Kategorien. Mitteilungsblatt der BfEL Kulmbach 38, Nr.144, 215.

Augustini C, Spindler M, Dobrowolski A, Branscheid W (2002): Marktgerechter Zuschnitt von Rinderschlachtkörpern mit Hilfe der Videobildanalyse. Versuchsbericht des Instituts für Fleischerzeugung und Vermarktung, BfEL Kulmbach.

Baulain U, Henning M, Tholen E, Whittmann W, and Peschke W (1998): Objective methods for estimation of the lean meat content of pig belly. 2nd communication: Utilization of scans from magnetic resonance imaging. *Züchtungskunde* 70 (3), 205–212.

Beisch B (1997): Optimierung der Schnittführung bei Schlachtkörpern von Jungbullen. Dissertation, Universität Göttingen.

Beuck J (2004): AutoFOM spezial, Mit AutoFOM in ein neues Zeitalter. Westfleisch eG, Ausgabe 11/2004.

Borggard C, Madsen NT, Thodberg HH (1996): In-line Image Analysis in the Slaughter Industry, Illustrated by Beef Carcass Classification. *Meat Sci* 43 No S, 151-163.

Branscheid W, Dobrowolski A, Spindler M, Augustini C (1998): Apparative Klassifizierung und Erfassung des Schlachtwertes beim Rind mit Hilfe der Videobildanalyse. *Fleischwirtschaft* 78, 1046-1050.

Branscheid W, Honikel KO, von Lengerken G, Troeger K (1998a): Qualität von Fleisch und Fleischwaren 1. Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main, 165-203.

Branscheid W, Höreth R, Baulain U, Tholen E und Dobrowolski A (2003): Schätzung der Schlachtkörperzusammensetzung auf Basis der Kombinationen von Klassifizierungsgeräten mit der Videobildauswertung. *Fleischwirtschaft* 84, 98-101.

Canell RC, Tatum JD, Belk KE, Wise JE, Clayton RP, Smith GC (1999): Dual-Component Video Image Analysis System (VIAscan) as a Predictor of Beef Carcass Red Meat Yield Percentage and for Augmenting Application of USDA Yield Grades. *J Anim Sci* 77, 2942-2950.

Canell RC, Belk KE, Tatum JD, Wise JW, Chapman PL, Scanga JA, Smith GC (2002): Online evaluation of a commercial video image analysis (Computer Vision System) to predict beef carcass red meat yield and for augmenting the assignment of USDA yield grades. *J Anim Sci* 80, 1195-1201.

Collewet G, Bogner P, Allen P, Busk H, Dobrowolski A, Olsen E, Davenel A (2004): Determination of the lean meat content of pig carcasses using magnetic resonance imaging. *Meat Sci* 70, 563-572.

Cross HR, Gilliland DA, Durland PR und Seidemann S (1983): Beef carcass evaluation by use of a video image analysis system. *J Anim Sci* 57, 908-917.

Doedt H (1997): Qualitative und wirtschaftliche Aspekte der Schweinefleischproduktion unter Berücksichtigung von Handelswert und Gesundheitsstatus. Dissertation, Universität Kiel.

Dobrowolski A, Branscheid W (1997): Zur statistischen Prüfung von Schätzfunktionen der Schlachtkörperzusammensetzung und der Fleischqualität. *Fleischwirtschaft* 77, 359-362.

Engelhardt G (1992): Eignung verschiedener Messstellen für die Schätzung der Gewebeanteile beim Rind. *Fleischwirtschaft* 72, 102-104.

Engelhardt G (1991): Eignung verschiedener Messstellen, Hilfskriterien und Schätzfunktionen zur Abschätzung der grobgeweblichen Schlachtkörperzusammensetzung beim Rind, Dissertation, Universität Göttingen.

Ferguson DM (2004): Objective on-line assessment of marbling: a brief review. *Australian J Exp Agric* 44, 681-685.

Ferguson DM, Thompson JM, Cabassi P (1995): Video Image Analysis in 'Meat'95. Australian Meat Industry research conference, Gold Coast, Australia, 7A-13 – 7A-16.

Finnerty N (2003): Automated Beef Carcase Classification – Irish Authorisation Test. Schriftliche Mitteilung.

Freudenreich P, Dobrowolski A, Branscheid W (2002): Handelsklassen und Handelswert von Rindfleisch – Alternative Lösungen für die Preisbildung. Mitteilungsblatt der BfEL Kulmbach 41 Nr 157, 179-188.

Gerrard DE, Gao X, Tan J (1996): Beef marbling and colour score determination by image processing. J Food Sci 61, 145-148.

Hahn G, Branscheid W, Dobrowolski A, Dünkel R (1998): Handelswertbestimmung von Puten – Methoden und Anwendbarkeit. Fleischwirtschaft 78, 181-183.

Høisgaard S, Causeur D (2003): Wich criteria for accuracy of prediction?. Eupigclass Final Workshop, Roskilde, Denmark, Chapt 5.

Holm E (1995): Ansätze zur Objektivierung des Handelswertes von Jungbullen. Dissertation, Universität Kiel.

Jones SDM, Lang D, Tong AKW, Robertson W (1992): A Commercial Evaluation of Video Image Analysis in the Grading of Beef Carcasses. Proc 38th ICoMST, Clermont Ferrand, France.

Jones SDM (1995): Quality and Grading of Carcasses of Meat Animals. CRC Press Inc, Boca Raton (Florida), USA.

Jones SDM, Richmond RJ, Robertson WM (1995): Meat Grading, Instrument beef grading. Meat Focus Int 4, 59-62.

Kähler WM (1995): Einführung in die statistische Datenanalyse – Grundlegende Verfahren und deren EDV-gestützter Einsatz. Verlag Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden.

Karnuah AB, Moriya K, Nakanishi N, Nade T, Mitsuhashi T, Sasaki Y (2001): Computer image analysis for prediction of carcass composition from cross-sections of Japanese Black Steers. J Anim Sci 79, 2851-2856.

Kempster AJ, Cuthbertson A, Harrington G (1982): Carcase Evaluation in Livestock Breeding, Production and Marketing. Granada Publishing Ltd, London, Great Britain

Ketels O (1997): Zerlegkalkulation bei Jungbullen und ökonomische Bewertung der Schlachtnebenprodukte bei Jungbullen und Mastschweinen. Dissertation, Universität Kiel.

Kuchida K, Kono S, van Vleck LD, Suzuki M, Miyoshi S (2000): Prediction of crude fat content of longissimus muscle of beef using the ratio of fat area calculated from computer image analysis: comparison of regression equations for prediction using different input devices at different stations. J Anim Sci 78, 799-803.

Lehnert WA, Nicolay B (1987): Verfahren der Bildverarbeitung für Anwendungen in der Produktionstechnik. Zeitschrift wirtschaftliche Fertigung 82, 515-520.

Madsen NT, Thodberg HH (1994): Application of VIA and Neural Networks in Objective Beef Carcass Classification and Prediction of Carcass Composition. Proc 40th ICoMST, The Hague, Netherlands, S-III 16.

Madsen NT, Thodberg HH, Fiig T, Ovesen E (1996): BCC-2 for Objective Beef Carcass Classification and Prediction of Carcass Composition. Proc 42nd ICoMST, Lillehammer, Norway, 244-245.

Markey K (2001): A study of the AUS-MEAT marbling thresholds in VIAscan in the Australian beef industry. Technical Report, Meat and Livestock Australia, Sydney, Australia.

Myers RH (1986): Classical and modern regression with applications. PWS Publishers, Boston, USA.

Nielsen NJ, Andersen IE, Barton-Gade P, and Olsen EV (1984): Danish Meat Research Institute, Roskilde, Denmark, Report No 02.359.

Petersen F, Sørensen SE, Klastrup S (1987): Danish Patent Application 6784/87.

Petersen F, Klastrup S, Sørensen SE, Madsen NT (1989): Beef Classification Centre, Danish Meat Research Institute, Roskilde, Denmark. Kreaturer-Klassificering Manuscript No 850E, 35th ICMoST, Copenhagen, Denmark.

Pipek P, Jelenikova J, Sarnovsky L (2004): The use of video image analysis for fat content estimation. Czech J Anim Sci 49 No 3, 115-120

SAS OnlineDoc[®] (1999): Copyright (c) 1999 SAS Institute Inc, Cary NC, USA.

Scheper J, Scholz W (1985): DLG-Schnittführung für die Zerlegung der Schlachtkörper von Rind, Kalb, Schwein und Schaf. Arbeitsunterlage DLG, Frankfurt/Main.

Schild HJ, Brka M, Medjugorac I (2002): Carcass video imaging – a new tool for beef recording. Proc 33rd biennial session of ICAR, Interlaken, Switzerland, Wageningen Academic Publishers, 357-363.

Schild HJ, Ender K, Wicke M, Henning M, Kuhn G (2004): Informationen zum Sachstand der Projektgruppe der DGfZ „Klassifizierung Rind“. DGfZ, Bonn.

Schlittgen R (2001): Angewandte Zeitreihenanalyse. R. Oldenbourg Verlag, München Wien.

Schlittgen R, Streitberg BHJ (1995): Zeitreihenanalyse. 6. unwesentlich veränderte Auflage, R. Oldenbourg Verlag, München Wien.

Schön I (1963): Ein methodischer Beitrag zur Schätzung der grobgeweblichen Zusammensetzung von Schlachtkörpern bei Rindern, 1. Mitteilung. Fleischwirtschaft 15, 307-310.

Selien R, Selien H (1979): Gablers Wirtschaftslexikon. Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr T Gabler, Wiesbaden.

Shakelford SD, Wheeler TL, Koohmaraie M (1998): Coupling Image Analysis and Tenderness Classification to Simultaneously Evaluate Carcass Cutability, Longissimus Area, Subprimal Cut Weights and Tenderness of Beef. J Anim Sci 76, 2631-2640.

Shakelford SD, Wheeler TL, Koohmararie M (2003): On-line prediction of yield grade, longissimus muscle area, adjusted preliminary yield grade and marbling score using the MARC beef carcass image analysis system. J Anim Sci 81, 150-155.

Smékal O, Pipek P, Miyahara M, Jelenikova J (2005): Use of Video Image Analysis for the Evaluation of Beef Carcasses. Czech J Food Sci 23 No 6, 240-245.

Sönnichsen M, Augustini C, Dünkel R, Spindler M (2000): Handelsklassen für Rindfleisch. Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (aid), Heft 1128/2000.

Sönnichsen M, Dobrowolski A, Spindler M, Brinkmann D, Branscheid W (2005): Videobildauswertung an Kälberschlachtkörpern. Mitteilungsblatt BfEL Kulmbach 44, Nr 168, 99-106.

Sørensen SE (1988): Danish work on automated carcass measurements with emphasis on beef classification. In 'The automated measurement of beef'. Australian Meat and Livestock Cooperation, Sydney, 75-82.

Sørensen SE, Klastrup S, Petersen F (1989): Classification of Bovine Carcasses by Measures of Video Image Analysis and Reflectance Probe Measurements. Danish Meat Research Institute, Roskilde, Denmark.

Statistisches Bundesamt (2005): Verbraucherpreisindex und Index der Einzelhandelspreise, Jahresdurchschnitte ab 1948. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

Steiner R, Wyle AM, Vote DJ, Belk KE, Scanga JA, Wise JW, Tatum JD, Smith GC (2003): Real-time augmentation of USDA yield grade application to beef carcasses using video image analysis. J Anim Sci 81, 2239-2246.

Stockinger C, Weiß A (1991): Die Wirtschaftlichkeit der Rindermast, Ökonomische Kenndaten Einflussfaktoren und relative Wettbewerbsstellung von Bullenmast, Fressererzeugung, Färsenmast mit Vornutzung, Ochsenmast, Altkuhmast, Mutterkuhhaltung. 2. Auflage, Stand Juni 1991, LBA Bayern, München.

Taylor RE (1984): Beef Production and Management Decisions, Second Edition. Macmillan Publishing Company , New York, USA.

Tobias, R. D. (1995): An Introduction into Partial Least Squares Regression, SUGI Proceedings, Cary NC, USA.

Tong AKW, Robinson DJ, Robertson WR, Zawadski SM, Liu T (1999): Evaluation of the Canada vision system for beef carcass grading. Proc 45th ICoMST, Yokohama, Japan, 372-375.

USDA (1989): Official United States Standards for Grades of Carcass Beef. USDA Agricultural Marketing Service, Title 7 Ch 1 Pt 54 Sections 54.102-54.107 of the Code of Federal Regulations.

Van der Voet H (1994): Comparing the Predictive Accuracy of Models Using a Simple Randomization Test. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 25, 313 -323.

Verordnung (EWG) Nr. 1208/81 des Rates vom 28. April 1981 zur Bestimmung des gemeinschaftlichen Handelsklassenschemas für Schlachtkörper ausgewachsener Rinder (ABl. Nr. L 123/3) in der jeweils geltenden Fassung.

Verordnung (EWG) Nr. 2930/81 der Kommission vom 12. Oktober 1981 über ergänzende Bestimmungen zur Anwendung des gemeinschaftlichen Handelsklassenschemas für Schlachtkörper ausgewachsener Rinder (ABl. Nr. L 293 13.10.1981 S.6) in der jeweils geltenden Fassung.

Verordnung (EWG) Nr. 1186/90 des Rates vom 7. Mai 1990 zur Erweiterung des Anwendungsbereiches des gemeinschaftlichen Handelsklassenschemas für ausgewachsene Rinder (ABl. Nr. L119 11.05.1990, S. 0021-003) in der jeweils geltenden Fassung.

Verordnung (EWG) Nr. 344/91 der Kommission vom 13. Februar 1991 mit Durchführungsvorschriften für die Verordnung (EWG) Nr. 1186/90 zur Erweiterung des Anwendungsbereichs des gemeinschaftlichen Handelsklassenschemas für Schlachtkörper ausgewachsener Rinder (ABl. Nr. L 41/15) in der jeweils geltenden Fassung.

Verordnung über Preismeldung für Schlachtvieh und Schlachtkörper außerhalb von notierungspflichtigen Märkten – Vierte Vieh- und Fleischgesetz-Durchführungsverordnung (4. ViehFlGDV), Stand: 01.01.2004.

Wassenberg TL, Allen DM, Kemp KE (1986): Video Image analysis prediction of total kilograms and percent primal lean and fat yield of beef carcasses. *J Anim Sci* 62, 1609-1616.

Wold H (1966): Estimation of Principal Components and Related Models by Iterative Least Squares. *Multivariate Analysis*, Academic Press, ed P R Krishnaiah, New York, USA, 391-420.

Wold S (1994): PLS for Multivariate Linear Modeling, *QSAR: Chemometric Methods in Molecular Design. Methods and Principles in Medicinal Chemistry*, ed H van de Waterbeemd, Verlag-Chemie, Weinheim, Germany.

ZMP Marktbilanz (2004): Vieh und Fleisch, Deutschland, Europäische Union, Weltmarkt. Verlag ZMP Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH, Bonn.

9 Anhang

Übersicht A 1: Kategorien⁶ für Rindfleisch und deren Merkmale

Kategorie	Bezeichnung	Beschreibung
Kalbfleisch	KA	Fleisch von Tieren mit einem Zweihälftengewicht *) bis zu 150 kg mit Kalbfleischeigenschaften
Jungrindfleisch	JR	Fleisch von anderen nicht ausgewachsenen männlichen und weiblichen Tieren
Jungbullenfleisch	A	Fleisch von ausgewachsenen **) jungen männlichen nicht kastrierten Tieren (***) von weniger als zwei Jahren
Bullenfleisch	B	Fleisch von anderen ausgewachsenen männlichen nicht kastrierten Tieren
Ochsenfleisch	C	Fleisch von ausgewachsenen männlichen kastrierten Tieren
Kuhfleisch	D	Fleisch von ausgewachsenen weiblichen Tieren, die bereits gekalbt haben
Färsenfleisch	E	Fleisch von anderen ausgewachsenen weiblichen Tieren

*) Zweihälftengewicht ist das Gewicht des längsgeteilten oder ungeteilten ausgeweideten Schlachttierskörpers ausschließlich der Haut, des zwischen Hinterhauptbein und erstem Halswirbel abgetrennten Kopfes, der im Karpal- und Tarsalgelenk abgetrennten Gliedmaßen sowie der Organe in der Brust- und Bauchhöhle, jedoch einschließlich der Nieren und des Nierenfettgewebes.

**) Ausgewachsene Rinder: Rinder mit einem Lebendgewicht von mehr als 300 kg.

***) Die Schlachtkörper junger männlicher nicht kastrierter Tiere unterscheiden sich von den Schlachtkörpern anderer männlicher nicht kastrierter Tiere durch den Grad der Verknöcherung des Dornfortsatzkappen. Die knorpeligen Enden der Dornfortsätze der vier vorderen Brustwirbel dürfen für die Einstufung als Schlachtkörper junger männlicher nicht kastrierter Tiere von weniger als zwei Jahren

⁶ Anmerkung: Die Einteilung in die mit den Buchstaben A bis E bezeichneten Kategorien beruht - soweit sie für die nach § 11 Abs. 1 Nr. 1 der Fleischhygieneverordnung zugelassenen Betriebe gilt - auf der Verordnung (EWG) Nr. 1208/81 des Rates vom 28. April 1981 (ABl. EG Nr. L 123 S. 3), zuletzt geändert durch die Verordnung (EWG) Nr. 1026/91 des Rates vom 22. April 1991 (ABl. EG Nr. L 106 S. 2).

nicht mehr als Anzeichen einer Verknöcherung und die Dornfortsätze des fünften bis neunten Brustwirbels noch keine wesentliche Verknöcherung aufweisen.

Übersicht A 2: Handelsklassen für Rindfleisch und deren Merkmale – Fleischigkeit
(Entwicklung der Profile der Schlachtkörper und insbesondere ihre wesentlichen Teile)

Fleischigkeitsklasse	Beschreibung	ergänzende Bestimmungen		
1	2	3		4
E vorzüglich	alle Profile konvex bis superkonvex; außergewöhnlich e Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	stark ausgeprägt breit und sehr gewölbt bis in Schulterhöhe stark ausgeprägt	Oberschale tritt stark über die Beckenfuge (Symphysis pelvis) hinaus. Hüfte stark ausgeprägt
U sehr gut	Profile insgesamt konvex; sehr gute Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	ausgeprägt breit und gewölbt bis in Schulterhöhe ausgeprägt	Oberschale tritt über die Beckenfuge (Symphysis pelvis) hinaus. Hüfte ausgeprägt
R gut	Profile insgesamt geradlinig; gute Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	gut entwickelt noch gewölbt aber weniger breit in Schulterhöhe ziemlich gut entwickelt	Oberschale und Hüfte sind leicht ausgeprägt
O mittel	Profile insgesamt konvex; sehr gute Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	mittelmäßig entwickelt mittelmäßig entwickelt mittelmäßig entwickelt bis fast flach	Hüfte geradlinig
P gering	Profile geradlinig bis konkav; durchschnittliche Muskelfülle	Keule: Rücken: Schulter:	schwach entwickelt schmal mit hervortretenden Knochen flach mit hervortretenden Knochen	

Übersicht A 3: Handelsklassen für Rindfleisch und deren Merkmale –
Fettgewebeauflage (Dicke der Fettschicht auf der Außenseite des
Schlachtkörpers und auf der Innenseite der Brusthöhle)

Fettgewebe- klasse	Beschreibung	ergänzende Bestimmung
1	2	3
1 sehr gering	keine bis sehr geringe Fettabdeckung	Kein Fettansatz in der Brusthöhle.
2 gering	leichte Fettabdeckung; Muskulatur fast überall sichtbar	In der Brusthöhle ist die Muskulatur zwischen den Rippen deutlich sichtbar.
3 mittel	Muskulatur mit Ausnahme von Keule und Schulter fast überall mit Fett abgedeckt; leichte Fettansätze in der Brusthöhle	In der Brusthöhle ist die Muskulatur zwischen den Rippen noch sichtbar.
4 stark	Muskulatur mit Fett abgedeckt; an Keule und Schulter jedoch noch teilweise sichtbar, einige deutliche Fettansätze in der Brusthöhle	Fettstränge der Keule hervortretend. In der Brusthöhle kann die Muskulatur zwischen den Rippen von Fett durchzogen sein
5 sehr stark	Schlachtkörper ganz mit Fett abgedeckt; starke Fettansätze in der Brusthöhle	Die Keule ist fast vollständig mit einer dicken Fettschicht überzogen, so dass die Fettstränge nicht mehr sichtbar sind: In der Brusthöhle ist die Muskulatur zwischen den Rippen von Fett durchzogen.

Übersicht A 4: Beschreibung der DLG-Schnittführung Kalb

Teilstück	Trennschnitt	Trennung von dem/der
Filet	vom Darmbein in Höhe des Schlossknochens in der Vliese ablösen	Keule Kotelett
Keule	cranial: im rechten Winkel zur Wirbelsäule zwischen dem 5./6. LW fortführend im Rundschnitt in der Fleischnaht im geraden Schnitt durch das Kniegelenk	Kotelett Bauch Hinterhaxe
Hinterhaxe	im geraden Schnitt durch das Kniegelenk	Keule
Bug	dorsal: zwischen Schulterblatt und Knorpel cranial und caudal durch Rundschnitt im Vlies	Hals und Brust
Vorderhaxe	im Ellenbogengelenk	Bug
Kotelett	cranial: im rechten Winkel zwischen dem 4./5. BW caudal: im rechten Winkel zur Wirbelsäule zwischen 5./6 LW ventral: Schnitt von der vorderen Kante des Darmbeins parallel zur Rückenoberfläche	Hals Keule Bauch
Hals	cranial: zwischen Hinterhauptsbein und 1.HW caudal: im rechten Winkel zwischen 4./5. BW	Kopf Kotelett
Brust	caudal: zwischen 4./5. Rippe dorsal: in Höhe des Brustwirbelansatzes parallel zur Halsoberfläche	Bauch Hals
Bauch	cranial: zwischen 4./5. Rippe caudal: im Rundschnitt in der Fleischnaht Keule und Bauch dorsal: Schnitt von der vorderen Kante des Darmbeins parallel zur Rückenoberfläche	Keule Kotelett

Übersicht A 5: Beschreibung der handelsüblichen Schnittführung Kalb (Westfleisch eG)

Teilstück	Trennschnitt	Trennung von dem/der
Filet	vom Darmbein in Höhe des Schlossknochens in der Vliese ablösen	Keule Kotelett
Keule	cranial: im rechten Winkel zur Wirbelsäule zwischen dem 5./6. LW fortführend im Rundschnitt in der Fleischnaht im geraden Schnitt durch das Kniegelenk	Kotelett Bauch Hinterhaxe
Hinterhaxe	im geraden Schnitt durch das Kniegelenk	Keule
Bug	dorsal: zwischen Schulterblatt und Knorpel cranial und caudal durch Rundschnitt im Vlies	Hals und Brust
Vorderhaxe	im Ellenbogengelenk	Bug
Kotelett	cranial: im rechten Winkel zwischen dem 5./6. BW caudal: im rechten Winkel zur Wirbelsäule zwischen 5./6 LW ventral: Schnitt von der vorderen Kante des Darmbeins parallel zur Rückenoberfläche	Hals Keule Bauch
Hals	cranial: zwischen Hinterhauptsbein und 1.HW caudal: im rechten Winkel zwischen 5./6. BW	Kopf Kotelett
Brust und Dünung	dorsal: in Höhe des Brustwirbelansatzes parallel zur Halsoberfläche caudal: im Rundschnitt in der Fleischnaht Keule und Dünung dorsal: Schnitt von der vorderen Kante des Darmbeins parallel zur Rückenoberfläche	Hals Keule Kotelett

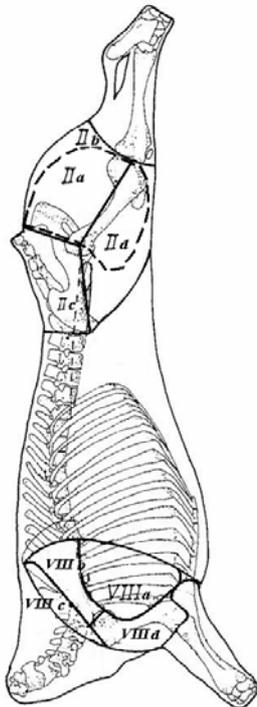
Übersicht A 6: Beschreibung der DLG-Schnittführung Rind

Teilstück	Trennschnitt	Trennung von dem/der
Hinterviertel	zwischen 8./9. Rippe im rechten Winkel zur Wirbelsäule	Vorderviertel
Filet	vom Darmbein in Höhe des Schlossknochens in der Vliese ablösen	Keule Roastbeef
Keule	cranial: im rechten Winkel zur Wirbelsäule zwischen 6. LW und 1. KW fortführend im Rundschnitt in der Fleischnaht	Roastbeef Dünnung
Hinterhese	im geraden Schnitt durch das Kniegelenk	Keule
Roastbeef	cranial: im rechten Winkel zwischen 8./9. BW caudal: im rechten Winkel zur Wirbelsäule zwischen 6. LW und 1. KW ventral: von der vorderen Kante des Darmbeins parallel zur Rückenoberfläche	Vorderviertel Keule Fleisch- und Knochendünnung
Hochrippe	cranialer Teil des Roastbeefs, 9., 10. und 11. BW	
Fleischdünnung	cranial: hinter dem letzten Rippenknochen und den Knorpeln der Knochendünnung caudal: in der Fleischnaht dorsal: von der vorderen Kante des Darmbeins parallel zur Rückenoberfläche	Knochendünnung Keule Roastbeef
Knochendünnung	cranial: zwischen 8./9. Rippe caudal: hinter letztem Rippenknochen und Knorpel dorsal: von der vorderen Kante des Darmbeins parallel zur Rückenoberfläche	Vorderviertel Fleischdünnung Roastbeef
Vorderviertel	zwischen 8./9. Rippe im rechten Winkel zur Wirbelsäule	Hinterviertel
Bug	dorsal: zwischen Schulterblatt und Knorpel, cranial und caudal: durch Rundschnitt im Vlies	Fehlrippe Spannrippe, Kamm, Brust
Vorderhese	im Ellbogengelenk	Bug
Kamm	cranial: zwischen Hinterhauptsbein und 1.HW caudal: zwischen 7.HW und 1.BW	Kopf Fehlrippe
Fehlrippe	cranial: zwischen 7.HW und 1.BW caudal: zwischen 8./9. BW ventral: vom Brustwirbelansatz parallel zur Rückenoberfläche	Kamm Hinterviertel Spannrippe
Spannrippe	caudal: zwischen 8./9. Rippe dorsal: vom Brustwirbelansatz parallel zur Rückenoberfläche ventral: gradliniger Schnitt caudal-abwärts in Höhe des Habichtsknorpels	Hinterviertel Fehlrippe Brust
Brust	caudal: zwischen 8./9. Rippe dorsal: gradliniger Schnitt caudal-abwärts in Höhe des Habichtsknorpels	Spannrippe

Übersicht A 7: Beschreibung der handelsüblichen Schnittführung Rind (Westfleisch eG)

Teilstück	Trennschnitt	Trennung von dem/der
Hinterviertel	zwischen 5./6. oder 8./9. Rippe im rechten Winkel zur Wirbelsäule	Vorderviertel
Filet	vom Darmbein in Höhe des Schlossknochens in der Vliese ablösen	Keule Roastbeef
Keule	cranial: im rechten Winkel zur Wirbelsäule zwischen 6. LW und 1. KW fortführend im Rundschnitt in der Fleischnaht	Roastbeef Dünnung
Hinterhese	im runden Schnitt durch das Kniegelenk zum Tarsalgelenk	Keule
Roastbeef	cranial: im rechten Winkel zwischen 8./9. BW caudal: im rechten Winkel zur Wirbelsäule zwischen 6. LW und 1. KW ventral: von der vorderen Kante des Darmbeins parallel zur Rückenoberfläche	Vorderviertel Keule Fleisch- und Knochendünnung
Entrecoté	cranial zwischen 8./9. BW caudal: zwischen 5./6. BW ventral: geradliniger Schnitt cranial-aufwärts parallel zur Rückenoberfläche	Zugestück Roastbeef Knochendünnung
Fleischdünnung	cranial: hinter dem letzten Rippenknochen und den Knorpeln der Knochendünnung caudal: in der Fleischnaht dorsal: von der vorderen Kante des Darmbeins parallel zur Rückenoberfläche	Knochendünnung Keule Roastbeef
Knochendünnung	cranial: zwischen 6./7. Rippe caudal: hinter letztem Rippenknochen und Knorpel dorsal: von der vorderen Kante des Darmbeins parallel zur Rückenoberfläche	Vorderviertel Fleischdünnung Roastbeef
Vorderviertel	zwischen 8./9. Rippe oder 5./6. Rippe im rechten Winkel zur Wirbelsäule	Hinterviertel
Bug	dorsal: zwischen Schulterblatt und Knorpel, cranial und caudal: durch Rundschnitt im Vlies	Fehlrippe Spannrippe, Kamm, Brust
Vorderhese	im Ellbogengelenk	Bug
Zungenstück (mit Hals)	cranial: zwischen Hinterhauptsbein und 1.HW caudal: zwischen 5./6. BW ventral: vom Brustwirbelansatz parallel zur Rückenoberfläche	Kopf Entrecoté Spannrippe
Brust	caudal: zwischen 6./7. Rippe dorsal: gradliniger Schnitt caudal-abwärts in Höhe des Habichtsknorpels	Spannrippe

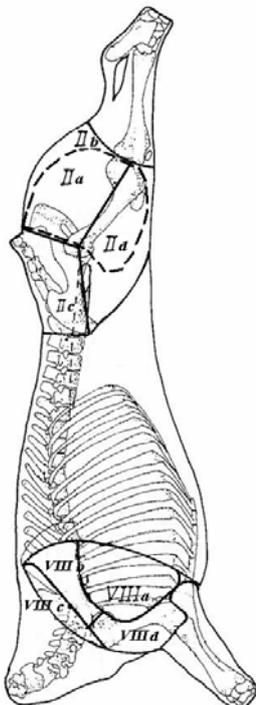
Abbildung A 1: Zerlegung Kalb nach Scheper und Scholz (1985)



- II a Oberschale
- II b Schwanzstück
- II c Blume
- II d Kugel

- VIII a Dickes Bugstück
- VIII b Schaufelstück
- VIII c Falsches Filet
- VIII d Restbug

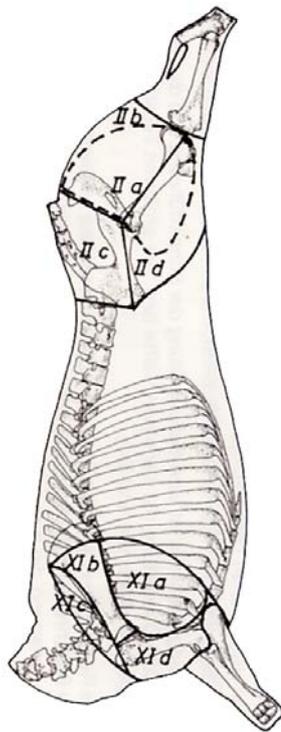
Abbildung A 2: Handelsübliche Zerlegung Kalb (Westfleisch eG)



- II a Oberschale
- II b Schwanzstück
- II c Hüfte (Blume)
- II d Kugel

- VIII a Dickes Bugstück
- VIII b Schaufelstück
- VIII c Falsches Filet
- VIII d Restbug

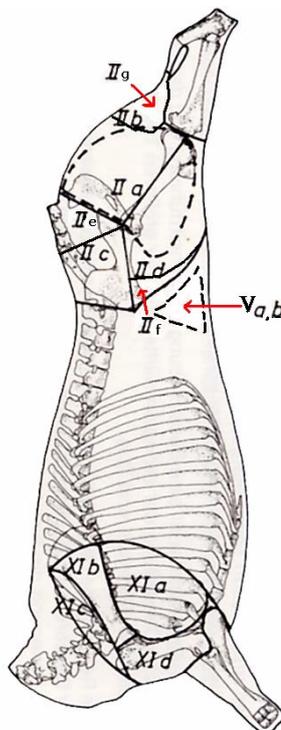
Abbildung A 3: Zerlegung Rind nach Scheper und Scholz (1985)



- II a Oberschale
- II b Schwanzstück
- II c Blume
- II d Kugel

- XI a Dickes Bugstück
- XI b Schaufelstück
- XI c Falsches Filet
- XI d Restbug

Abbildung A 4: Handelsübliche Zerlegung Rind (Westfleisch eG)



- II a Oberschale
- II b Unterschale
- II c Hüfte (entvliert = Steakhüfte)
- II d Kugel
- II e Tafelspitz
- II f Bürgermeisterstück
- II g Rosenstück

- V a Bavette flanchet
- V b Bavette d'Aloyau

- XI a Dickes Bugstück
- XI b Schaufelstück
- XI c Falsches Filet
- XI d Restbug

Tabelle A 1: Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht (n=124)

Bereich	Teilstück	B	RMSEC	CV _{RMSEC}
		(%)	(kg)	(%)
VV	Vorderviertel	0,92	0,96	4,05
	Bug	0,94	0,33	3,48
HV	Hinterviertel	0,98	0,89	2,08
	Keule	0,95	0,64	3,14
	Kotelett	0,87	0,47	6,19
	Dünnung	0,90	0,69	7,28
	Filet	0,78	0,10	7,45
	Oberschale	0,71	0,34	8,58
	Unterschale	0,73	0,27	8,70
	Blume	0,78	0,20	8,01
	Kugel	0,81	0,20	6,67
Gesamt	Fleisch 1	0,91	1,61	5,02
	Fleisch 2	0,49	0,36	14,24
	Fleisch 3	0,63	0,96	9,41
	Fleisch gesamt	0,95	1,53	3,41
	Knochen	0,39	1,10	8,11
	Fett/Sehnen	0,76	1,20	15,36

Tabelle A 2: Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung mit dem Hilfsmerkmal Schlachtgewicht (n=124)

Bereich	Zielmerkmal	Kat	B	RMSEC	CV _{RMSEC}
			(%)	(kg)	(%)
VV	VVmL		0,96	1,02	3,09
	Brust und Leiter		0,90	0,83	6,48
	Crops		0,92	0,82	3,99
	Bug wg		0,90	0,83	6,48
	Bug	1	0,86	0,23	5,97
HV	Pistole		0,96	0,85	2,54
	Keule wg		0,95	0,69	2,85
	Keule	1	0,80	0,87	6,98
	Rücken wg		0,89	0,49	5,43
	Rücken	1	0,77	0,37	8,96

Tabelle A 3: Relative Häufigkeit der Residuen in der Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung, in Klassen einer $\frac{1}{4}$ -Standardabweichung der Zielgröße (n=124; in %)

Zielmerkmal	SD (kg)	Klasse				Schiefe	Wölbung	p _{kolm}
		0	1	2	>2			
Vorderviertel	3,5	73	24	2	1	-0,11	0,17	>0,05
Bug	1,4	70	26	4	0	0,07	-0,10	>0,15
Hinterviertel	6,5	95	5	0	0	-0,02	0,38	>0,15
Keule	2,8	80	20	0	0	0,16	-0,07	>0,15
Kotelett	1,3	68	23	7	2	-0,01	0,04	>0,15
Dünnung	2,1	51	36	8	5	-0,18	0,60	>0,15
Filet	0,2	46	33	13	8	0,01	0,47	>0,15
Oberschale	0,6	43	35	13	9	0,02	-0,58	>0,15
Unterschale	0,5	46	33	16	5	-0,07	-0,53	>0,15
Blume	0,4	48	36	12	4	0,08	-0,39	>0,15
Kugel	0,4	53	27	13	6	0,69	2,56	>0,15
Fleisch 1	5,4	73	22	5	1	0,85	1,49	0,03*
Fleisch 2	0,5	27	32	19	21	0,27	0,47	>0,15
Fleisch 3	1,6	40	30	16	15	-1,18	2,36	<0,01**
Fleisch gesamt	6,9	81	19	1	0	0,31	1,07	>0,15
Knochen	1,4	27	30	25	18	-0,05	-0,25	>0,15
Fett/Sehnen	2,4	49	31	7	12	0,07	0,20	>0,15

Tabelle A 4: Relative Häufigkeit und Verteilung der Residuen in der Schätzung der Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung, in Klassen einer $\frac{1}{4}$ -Standardabweichung der Zielgröße (n=124; in %)

Zielmerkmal	Kat	SD (kg)	Klasse				Schiefe	Wölbung	p _{kolm}
			0	1	2	>2			
VVmL		5,4	86	14	0	0	0,02	-0,13	>0,15
Brust und Leiter		2,6	64	29	6	1	0,28	0,00	>0,15
Crops		2,9	66	26	8	0	0,05	0,26	>0,15
Bug wg		1,6	71	24	5	0	0,10	0,02	>0,15
Bug	1	0,6	57	30	9	4	1,02	2,37	<0,01**
Pistole		4,4	92	8	0	0	-0,01	0,06	>0,15
Keule wg		3,0	81	18	1	0	-0,02	-0,01	>0,15
Keule	1	1,9	58	29	11	3	0,26	0,30	>0,15
Rücken wg		1,5	40	43	12	3	0,03	0,68	>0,15
Rücken	1	0,8	53	26	16	4	0,19	-0,25	0,05*

Tabelle A 5: Relative Häufigkeit und Verteilung der Residuen in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach DLG-Schnittführung, in Klassen einer $\frac{1}{4}$ -Standardabweichung der Zielgröße (n=128; in %)

Zielmerkmal	SD (kg)	Klasse					Schiefe	Wölbung	p _{kolm}
		0	1	2	3	>3			
Bug	1,1	52	35	10	1	2	-1,05	4,41	0,02*
Keule	2,7	70	25	3	2	0	0,27	1,13	>0,15
Kotelett	1,0	43	28	14	12	3	0,03	-0,21	>0,15
Filet	0,2	37	23	21	13	7	-0,15	-0,15	0,07
Oberschale	4,4	35	34	15	11	5	-0,07	0,11	>0,15
Unterschale	3,3	42	23	18	11	6	-0,20	-0,02	>0,15
Blume	3,0	37	27	21	9	5	-0,52	1,36	<0,01**
Kugel	3,4	42	30	12	9	7	-0,73	1,33	>0,15
Fleisch 1	4,8	72	24	2	1	1	-0,41	2,66	0,13
Fleisch 2	0,4	19	22	13	18	28	-0,31	0,11	0,04*
Fleisch 3	0,8	28	29	14	19	10	-0,35	0,44	>0,15
Fleisch gesamt	5,5	82	15	2	2	0	-0,09	2,97	>0,15
Knochen	1,6	47	30	11	6	6	0,00	0,94	0,15
Fett/Sehnen	1,0	30	20	25	14	12	-0,34	0,07	>0,15

Tabelle A 6: Relative Häufigkeit und Verteilung der Residuen in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Kälberschlachtkörpern nach handelsüblicher Schnittführung, in Klassen einer $\frac{1}{4}$ -Standardabweichung der Zielgröße (n=128; in %)

Zielmerkmal	Kat	SD (kg)	Klasse				Schiefe	Wölbung	p _{kolm}
			0	1	2	>2			
VVmL		4,4	73	25	3	0	0,23	-0,13	>0,15
Brust und Leiter		2,2	52	34	11	3	-0,25	-0,22	>0,15
Crops		2,4	66	24	8	3	-0,13	0,61	>0,15
Bug wg		1,3	62	32	3	3	-1,10	5,35	0,07
Bug	1	0,6	50	33	12	5	0,32	0,77	>0,15
Pistole		3,3	74	21	5	0	-0,11	0,18	>0,15
Keule wg		2,3	66	27	6	1	-0,17	0,07	>0,15
Keule	1	1,4	48	32	15	5	-0,39	1,09	>0,15
Rücken wg		1,1	44	33	12	10	0,10	0,22	0,09
Rücken	1	0,7	43	29	19	9	0,08	-0,04	>0,15

Tabelle A 7: Relative Häufigkeit und Verteilung der Residuen in der Validierung der Schätzformeln für Zielmerkmale von Jungbullenschlaktkörpern, in Klassen einer $\frac{1}{4}$ -Standardabweichung der Zielgröße (n=90; in %)

Zielmerkmal	Kat	SD (kg)	Klasse				Schiefe	Wölbung	p _{kolm}
			0	1	2	>2			
VVmL		9,6	81	18	1	0	0,28	-0,38	>0,15
Bug		2,6	41	36	16	6	-0,36	0,43	>0,15
Bug	1	1,3	38	30	18	15	-0,17	-0,28	>0,15
Pistole		7,7	74	23	2	0	0,14	0,15	>0,15
Keule wg		5,5	63	30	5	1	-0,62	0,16	>0,15
Keule		5,1	67	29	4	0	-0,63	0,20	0,10
Keule	1	4,3	55	32	10	3	-0,28	0,02	>0,15
Roastbeef wg		1,9	42	31	16	12	-0,19	1,09	>0,15
Roastbeef		1,5	30	26	30	15	0,03	0,21	>0,15
Roastbeef	1	1,0	45	33	13	9	0,24	0,32	>0,15
Filet		0,5	36	21	23	20	-0,29	0,50	0,10
Oberschale	1	11,0	40	39	12	9	-0,04	-0,24	>0,15
Unterschale	1	9,7	48	37	8	6	-0,02	0,57	>0,15
Fleisch 1		10,1	57	32	11	0	0,24	-0,22	>0,15
Fleisch 2		2,9	32	28	19	20	0,03	-0,54	>0,15
Fleisch 3		3,7	17	25	22	36	0,05	-0,01	>0,15
Fleisch gesamt		14,3	74	20	5	0	-0,33	0,82	0,07

Tabelle A 8: Handelsklassen-Auszahlungspreise für Jungbullen (Westfleisch eG bis 12/2005; vereinfacht)

Handelsklasse	Preis pro kg Schlachtgewicht
U2	2,65 €
R2/U3	2,60 €
R3	2,55 € (Basispreis)
O2*	2,35 €
O3*	2,30 € (Basispreis)

*Preisabschlag von -0,05 € für Jungbullen im Schlachtgewichtsbereich 320-350 kg

Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Prof. Dr. Karl Schellander für die Überlassung des Themas der vorliegenden Dissertation sowie Herrn Prof. Dr. Wolfgang Büscher für die Übernahme des Korreferates und die gewährte Unterstützung.

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit resultiert aus der Projektkooperation „Handelswert Kalb/Rind“ zwischen der Centralen Marketingagentur der deutschen Agrarwirtschaft mbH (CMA, Bonn), Westfleisch eG (Münster), der Firma E+V-Technology GmbH (Oranienburg), der Bundesanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL Kulmbach) und dem Institut für Tierwissenschaften der Universität Bonn.

Des Weiteren bedanke ich mich bei ...

... der CMA für die finanzielle Unterstützung während des Projektes. Hervorzuheben sind Martin Albers und Franz-Josef Grundhoff.

... der Westfleisch eG für die Bereitstellung der Arbeitsmöglichkeiten und im Speziellen bei den Kollegen in der Zentrale Münster sowie im Fleischcenter Hamm für die konstruktive Zusammenarbeit und fachliche Unterstützung.

... der Fa. E+V-Technology GmbH, hervorzuheben sind Horst Eger und Dr. Lutz Kreuchwig, für die Sicherstellung der Systemfunktionalität, Bereitstellung der VIA-Messwerte und die kontinuierliche fachliche Begleitung im Bereich der Messtechnik.

... der BfEL Kulmbach, insbesondere Prof. Dr. Wolfgang Branscheid, Monika Sönnichsen und Manfred Spindler für die gute und freundliche Kooperation.

... allen Kollegen am Institut für Tierwissenschaften der Universität Bonn für die angenehme Arbeitsatmosphäre sowie immerwährende Hilfsbereitschaft. Im Speziellen danke ich meinem Zimmergenossen Heiko Buschbell und unserem Computerfachmann Peter Müller sowie Bianca Peters, die mich bei der Erledigung von Formalitäten, gerade während der Zeit als externer Doktorand kontinuierlich unterstützt hat.

... bei Dr. Ernst Tholen, der mich während der gesamten Zeit der Dissertation durch Höhen und Tiefen begleitet hat. Insbesondere sein fachlich-kritischer Beistand bei der Beantwortung statistischer Fragestellungen hat zum Gelingen der Arbeit beigetragen.

... meiner Familie und meinen Freunden für die menschliche Unterstützung und das Verständnis, im Speziellen in schwierigen Phasen der Dissertation.