Universität für Bodenkultur

Department für Nachhaltige Agrarsysteme

Institut für Nutztierwissenschaften

Genetische Analyse verschiedener Fleischleistungsmerkmale (Nettotageszunahme, Handelsklasse, Fettklasse und Fleischfarbe) bei Tiroler Grauvieh-Kälbern

Masterarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades
Diplom - Ingenieur

Andrea Maria Spitzer, BSc

Wien, November 2016

Matrikelnummer lt. Studienblatt:	0841253
Studienrichtung lt. Studienblatt	Masterstudium Nutztierwissenschaften
Betreuer:	Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. nat.techn. Birgit Fürst-Waltl
	Dipl.-Ing. Dr. Christian Fürst

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende wissenschaftliche Arbeit selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Ich erkläre weiters, dass ich keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten Quellen oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind gemäß den Regeln für wissenschaftliche Arbeiten zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Die während des Arbeitsvorganges gewährte Unterstützung einschließlich signifikanter Betreuungshinweise ist vollständig angegeben.

Die wissenschaftliche Arbeit ist noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden. Diese Arbeit wurde in gedruckter und elektronischer Form abgegeben. Ich bestätige, dass der Inhalt der digitalen Version vollständig mit dem der gedruckten Version übereinstimmt. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Andrea Maria Spitzer, BSc Rupertiberg, November 2016

Danksagung

Recht herzlich bedanke ich mich bei meiner Masterarbeitsbetreuerin Frau Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. nat.techn. Birgit Fürst-Waltl für ihre kostbare Zeit, die Hilfestellungen bei den statistischen Auswertungen und für die fachliche Begleitung. Ich denke gerne an die gemeinsame bereichernde Zusammenarbeit zurück.

Mein Dank gilt ebenso Dr. Christian Fürst, der mir die Daten zur Berechnung meiner Masterarbeit bereitgestellt hat.

Weiters möchte ich mich bei der Österreichischen Fleischleistungskontrolle GesmbH (ÖFK) bedanken, die mir die notwendigen Daten zur Verfügung gestellt haben.

Ich möchte mich auch speziell bei meinem Freund Markus Paulitsch bedanken, der mir während des Verfassens dieser Arbeit mit viel Verständnis, positiver Sichtweise und Liebe zur Seite stand und mich auch mit seinen Englischkenntnissen unterstützte.

Bei meiner Familie möchte ich mich ebenfalls bedanken, die mir zu jederzeit Unterstützung entgegengebracht hat, um diese Masterarbeit zu vollenden. Vor allem meine Cousine Mag. Annemarie Morokutti hat mich bei allem unterstützt und motiviert.

Am Ende möchte ich mich auch bei meiner Studienkollegin Dipl.-Ing. Verena Kirchmayr bedanken, die mir meine Studienzeit zu einem unvergesslichen Erlebnis meines Lebens gemacht hat.

Abkürzungsverzeichnis

AMA	Agrar-Markt-Austria
d	Tage
g	Gramm
h^2	geschätzte Heritabilität
NTZ	Nettotageszunahme
HKL	Handelsklasse
FKL	Fettklasse
FL	Fleischfarbe
Kg	Kilogramm
Kl	Klasse
ÖFK	Österreichische Fleischkontrolle GesmbH
TGA	Tiroler Grauvieh
ZAR	Zentrale Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Rinderzüchter
ZUCHTDATA	ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis 4

Abbildungsverzeichnis 6

1 Einleitung 7

2 Begriffsbestimmungen 8

2.1 Kalbfleisch 8

2.2 Warmgewicht 9

2.3 Kaltgewicht 9

2.4 Fleischfarbe 9

2.5 Handelsklasse 9

2.6 Alter bei der Schlachtung 12

2.7 Nettotageszunahme 12

2.8 Heritabilität 12

2.9 Genetische Korrelation 12

3 Literaturübersicht 13

3.1 Allgemeines zum Tiroler Grauvieh 13

3.2 Kalbfleischproduktion in Österreich 14

3.3 Grundlagen der Fleischfarbe 16

3.4 Beurteilungsmethoden von Schlachtkörpern 17

3.5 Einflussfaktoren auf die Kalbfleischfarbe 19

3.6 Genetische Parameter für Merkmale der Fleischleistung 20

4 Datenmaterial 23

4.1 Einschränkungen 24

5 Methoden 27

5.1 Deskriptive Statistik 27

5.2 Modelle für die genetischen Analysen 27

5.2.1 Modell 1 28

5.2.2 Modell 2 29

5.3 Parameterschätzung 30

6 Ergebnisse und Diskussion 31

6.1 Deskriptive Statistik der Merkmale (beinhaltet die Einschränkung auf Schlachthof*Klassifizierungsjahr*Saison) 31

6.2 Deskriptive Statistik der Merkmale (beinhaltet die Einschränkung auf Schlachthof*Klassifizierungsjahr) 35
6.3 Deskriptive Statistik der Merkmale ohne Einschränkung auf Mindestzahl an Kälbern pro Betrieb 35
6.4 Parameterschätzung 38
7 Zusammenfassung 44
8 Summary/Abstract 46
9 Tabellenverzeichnis 47
10 Literaturverzeichnis 48

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Fleischigkeitsklassen (EUROP) in der Rinderklassifizierung, (ÖFK, 2014) 10
Abbildung 2 Fettgebeklassen (1-5) in der Rinderklassifizierung, (ÖFK, 2014) 11
Abbildung 3 Zuchtschema Tiroler Grauvieh, Jahresbericht Tiroler Grauvieh (2014) 14
Abbildung 4: Farbkarte der Agrarmarkt Austria zur Farbeinstufung von Rinderschlachtkörpern, (ÖFK, 2014) 18
Abbildung 5 Chromameteranwendung, (Konica Minolta, 2016) 19

Zur Erleichterung der Lesbarkeit, wird im Text auf die sprachliche Differenzierung zwischen männlichen und weiblichen Formen verzichtet. Beide Geschlechter sind grundsätzlich gemeint.

1 Einleitung

In der heutigen Zeit spielt die Qualität des Fleisches eine besondere Rolle, vor allem auch in Bezug auf die Wünsche der Kunden. Bei Kalbfleisch sind diese Wünsche ganz klar zu sehen. Die Fleischfarbe spielt eine bedeutende Rolle, wobei die Konsumenten leicht hell-rosafarbenes Kalbfleisch bevorzugen.

Tendenziell ist der Kalbfleischkonsum in den letzten Jahren rückläufig. Im Jahr 2015 wurden 63.800 Stück Kälber geschlachtet und somit der absolute Tiefstand der Kälberschlachtungen erreicht. Eine Darstellung von Statistik Austria (2015) zeigt auf, dass die Zahl der Schlachttiere in den letzten 20 Jahren um 58,7% (1993: 167.200 Stück) gesunken ist (Statistik Austria, 2015).

Die Fleischfarbe, die bei Kalbfleisch wie oben erwähnt ein wichtiges Kriterium darstellt, wird in Österreich mit einer 8-teiligen Skala mit folgender Aufteilung festgelegt: 1= hell bis 8 = dunkel. Der Handel bevorzugt den Verkauf von Kalbfleisch bis zur Stufe 4, ab Stufe 5 kann es zu Preisabschlägen für das Kalbfleisch kommen (Murgg, 2010).

In meiner Masterarbeit beschäftige ich mich mit der genetischen Analyse verschiedener Fleischleistungsmerkmale bei Tiroler Grauvieh Kälbern. Mit Hilfe der von der ÖFK (Österreichische Fleisch Kontrolle) zur Verfügung gestellten Daten wurden die Merkmale Nettotageszunahme, Handelsklasse, Fettklasse und die Fleischfarbe untersucht. Nach einer deskriptiven Analyse und Modelltestungen wurden genetische Parameter für die oben genannten Merkmale geschätzt.

Aktuell gehen sowohl Ochsen- als auch Kälberdaten in die Routine-Zuchtwertschätzung für Fleischleistungsmerkmale beim Tiroler Grauvieh ein (Fürst et al. 2015). Die Information zur Fleischfarbe wird aber derzeit züchterisch nicht genutzt. Da auch dieses Merkmal wirtschaftliche Bedeutung hat, soll diese Arbeit die Grundlage für die Diskussion über eine eventuelle zukünftige Berücksichtigung in der Zuchtwertschätzung liefern.

2 Begriffsbestimmungen

2.1 Kalbfleisch

Für das Kalbfleisch gibt es viele verschiedene Definitionen.

Laut dem Österreichischen Lebensmittelbuch (BMGF, 2005, 10) wird Kalbfleisch wie folgt definiert:

> „Nicht geschlechtsreife Rinder bis zu einem Schlachtgewicht (warm) von höchstens 180 kg und einem Alter von höchstens 6 Monaten gelten als Kälber, und zwar bis 6 Wochen Alter als ‚Milchkälber', von 6 Wochen bis zu 6 Monaten Alter als ‚Mastkälber'." (BMGF, 2005, 10)

Laut Agrar-Markt-Austria (AMA) sollte das Kalb jünger als 6 Monate sein (Agrar-Markt-Austria, 2011). Unter bestimmten Voraussetzungen, die die Landwirte erfüllen müssen, kann das Kalb auch bis zu 7 Monate alt sein. Beim Schlachtgewicht (warm) gibt es zwei Klasseneinteilungen:

1. mind. 75 kg bis max. 120 kg
2. über 120 kg bis max. 140 kg (AMA-Gütesiegel Richtlinie Frischfleisch; Agrar-Markt-Austria, 2011).

Schlachtkörper vom Kalb:

„Vor der Ermittlung des Warmgewichts sind folgende Teile zu entfernen:

- der Kopf zwischen Hinterhauptsbein und dem ersten Halswirbel senkrecht zur Wirbelsäule ohne jedes Halsfleisch,
- die Vorderfüße im Karpalgelenk und die Hinterfüße vor dem Tarsalgelenk,
- die Haut ohne anhaftendes Fleisch oder Fett,
- die Organe der Brust-, Bauch- und Beckenhöhle.

Die Zurichtung erfolgt mit Nierenstock und Schwanz." (BMGF, 2005, 11)

2.2 Warmgewicht

Das Warmgewicht wird nach dem Ausweiden und Zurichten (Zuputzen) der Tiere ermittelt. Dies sollte innerhalb der nächsten 30 Minuten nach der Schlachtung erfolgen (ÖFK, 2014).

2.3 Kaltgewicht

Das Kaltgewicht wird durch das Warmgewicht abzüglich 2% des Schlachtkörpers ermittelt und dient als Basis für die Verrechnung (ÖFK, 2014).

2.4 Fleischfarbe

Die Färbung des Fleisches ist vor allem bei der Kälberklassifizierung ein wesentlicher Bestandteil, da diese bei der Vermarktung eine wichtige Rolle spielt (ÖFK, 2014). Diese kann sowohl subjektiv als auch objektiv ermittelt werden.

2.5 Handelsklasse

Die Handelsklasse ergibt sich aus der Bewertung folgender Merkmale (ÖFK, 2014):

- Fleischigkeit (EUROP-Klasse)
- Fettgewebsklasse (1, 2, 3, 4, 5)

Diese wird subjektiv durch eine klassifizierende Person festgestellt. Der Buchstabe für die Fleischigkeit und die Zahl für die Fettgewebsklasse ergeben zusammen die Handelsklasse.

Bei einem ausgewachsenen Rind erfolgt die Feststellung der Fleischigkeitsklasse an drei wesentlichen Teilen des Schlachtkörpers: Knöpfel, Rücken, Schulter. Hierbei gilt zu beachten, dass bei der Klasse E alle drei Teile in diese Klasse eingestuft werden müssen. In den übrigen Klassen gilt eine zwei Drittel Mehrheit.

Die Einstufung der Fettgewebsklasse wird durch die Bewertung der Fettabdeckung an der Außenseite des Schlachtkörpers und der Fettansätze in der Brusthöhle ermittelt.

Im Bereich der Klassifizierung von Kälbern gibt es ein paar Besonderheiten. Die Klassifizierung, Verwiegung, Kennzeichnung und Protokollierung erfolgt wie bei den ausgewachsenen Rindern. Bei der Zurichtung des Schlachtkörpers gibt es einen wesentlichen Unterschied, da es keine gesetzlichen Vorgaben in Bezug auf die Zurichtung eines Kälberschlachtkörpers gibt. Außerdem erfolgt die Klassifizierung der Fettgewebsklasse unter Einbeziehung des Nierenfettes (ÖFK, 2014).

Die Rinderklassifizierung laut der Österreichischen Fleischkontrolle (ÖFK) geht aus Tabelle 1 und 2 sowie Abbildungen 1 und 2 hervor.

Tabelle 1 Fleischigkeitsklasse in der Rinderklassifizierung (EUROP) (ÖFK, 2014)

Fleischigkeitsklasse	Beschreibung
E - vorzüglich	Die Bemuskelung ist vorzüglich, alle Profile sind außergewöhnlich gewölbt (konvex)
U - sehr gut	Eine sehr gute Muskelfülle, die Profile sind insgesamt konvex
R - gut	Eine gute Muskelfülle, die Profile sind insgesamt geradlinig
O - mittel	Eine durchschnittliche Muskelfülle, die Profile sind geradlinig bis eingefallen (konkav)
P - gering	Eine geringe Muskelfülle, alle Profile sind konkav bis sehr konkav

Abbildung 1 Fleischigkeitsklassen (EUROP) in der Rinderklassifizierung, (ÖFK, 2014)

Tabelle 2 Fettgewebeklassen (1-5) in der Rinderklassifizierung, (ÖFK, 2014)

Fettgewebsklasse	Beschreibung
1 - sehr gering	Keine bis sehr geringe Fettabdeckung, kein Fettansatz in der Brusthöhle.
2 - gering	Leichte Fettabdeckung, Muskulatur ist fest und überall sichtbar, in der Brusthöhle ist die Muskulatur zwischen den Rippen deutlich sichtbar.
3 - mittel	Muskulatur mit Ausnahme von Knöpfel und Schulter fast überall mit Fett abgedeckt, leichte Fettansätze in der Brusthöhle.
4 - stark	Muskulatur mit Fett abgedeckt, an Knöpfel und Schulter jedoch noch teilweise sichtbar, einige deutliche Fettansätze in der Brusthöhle, die Muskulatur in der Brusthöhle ist zwischen den Rippen von Fett durchzogen.
5 - sehr stark	Schlachtkörper ist ganz mit Fett abgedeckt, starke Fettansätze in der Brusthöhle, der Knöpfel ist fast vollständig mit einer dicken Fettschicht überzogen.

Abbildung 2 Fettgebeklassen (1-5) in der Rinderklassifizierung, (ÖFK, 2014)

2.6 Alter bei der Schlachtung

Da jedes Tier bei seiner Geburt in der Rinderdatenbank registriert wird, kann das Geburtsdatum jederzeit abgerufen werden. Das Schlachtalter ergibt sich aus der Differenz von Schlachtdatum und Geburtsdatum (AMA, 2015).

2.7 Nettotageszunahme

Die Nettotageszunahme (NTZ) wird mittels Schlachtgewicht (Kaltgewicht) *100 dividiert durch das Schlachtalter berechnet (Fürst et al., 2015).

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass das Geburtsgewicht bei der Berechnung der Nettotageszunahme nicht berücksichtigt wird.

Beim Tiroler Grauvieh liegt das Geburtsgewicht zwischen 34 bis 45 Kilogramm (Tiroler Grauvieh, 2015).

2.8 Heritabilität

Die Heritabilität oder Erblichkeit ist einer der wichtigsten genetischen Populationsparameter (Willam und Simianer, 2011).

Sie gibt den Anteil der genetischen an der phänotypischen Varianz einer Leistung eines Tieres an. Die Heritabilität kann zwischen 0 und 1 bzw. 0 und 100% liegen. Eine hohe Heritabilität zeigt an, dass die Ausprägung eines Merkmals größtenteils nur von den Genen abhängt und somit von der Umwelt nicht beeinflusst werden kann (z.B. Fellfarbe). Eine geringe Heritabilität bedeutet, dass der Großteil der Leistungsunterschiede in diesem von Umwelteinflüssen beeinflusst wird (Willam und Simianer, 2011).

2.9 Genetische Korrelation

Die genetische Korrelation gibt den genetischen Zusammenhang zwischen 2 Merkmalen an, dieser kann in einem Wertebereich von -1 bis +1 liegen (Willam und Simianer, 2011).

3 Literaturübersicht

3.1 Allgemeines zum Tiroler Grauvieh

Das Tiroler Grauvieh ist eine alte autochthone österreichische Rinderrasse. Es ist ein klein-mittelrahmiges Zweinutzungsrind, bei einer Milchleistung von rund 4900 kg mit 4,00 Fett und 3,30 Eiweiß (ZAR, 2014).

Das Fell der Tiere ist einfarbig silber- bis eisengrau, der Kopf, Hals und Rumpf ist hellgrau. Das dunkle Flotzmaul ist hell umsäumt, die Klauen und die Hornspitzen sind schwarz/dunkel gefärbt (Tiroler Grauvieh, 2015; Öngene, 2015). Die Stiere sind meist dunkler gefärbt und der Rücken wird durch einen hellen Aalstrich geschmückt.

Das Herdebuch wird einerseits für die kombinierte Zuchtrichtung Milch und Fleisch und andererseits für die spezielle Zuchtrichtung Fleisch geführt (Kuen & Gapp, 2014). Mittlerweile wird das Tiroler Grauvieh in ganz Österreich gehalten.

Der Tiroler Grauviehzuchtverband hat derzeit 1351 Mitglieder und 91 Viehzuchtvereine. Im Verzeichnis der Herdebuchkühe sind 5209 Tiere und im Verzeichnis der Herdebuchstiere sind 39 Tiere aufgelistet. Österreichweit gibt es 18.000 Tiere, dies entspricht einem Rassenanteil von 0,9%. Die größte Anzahl der Tiere leben in Tirol und Vorarlberg (Tiroler Grauvieh, 2015).

Im folgenden Bild wird das Zuchtprogramm des Tirolers Grauvieh dargestellt:

Zuchtprogramm Tiroler Grauvieh:

Abbildung 3 Zuchtschema Tiroler Grauvieh, Jahresbericht Tiroler Grauvieh (2014)

3.2 Kalbfleischproduktion in Österreich

Österreich verzeichnet einen Gesamt-Pro-Kopf-Verzehr an Fleisch von circa 65,3 Kilogramm, davon machen Kalbfleisch und Rindfleisch etwa 12 Kilogramm aus. Den größten Teil nimmt der Verzehr von Schweinefleisch mit 39,1 Kilogramm ein, gefolgt von Geflügelfleisch mit 12,2 Kilogramm. Der Rest von circa 2 Kilogramm ergibt sich aus Lamm bzw. Ziegenfleisch, Innereien und sonstigem Fleisch wie z.B. Wild (Statistik Austria 2014).

In den letzten Jahren ging die Kalbfleischproduktion stetig zurück, bis sie im Jahr 2015 auf den absoluten Tiefstand sank. Um zu verhindern, dass der Absatz nicht noch tiefer sinkt, wurde eine Vielzahl von verschiedensten Markenprogrammen für Kalbfleisch etabliert, wie zum Beispiel die Markenprogramme auf Basis des AMA-Gütesiegels.

„Tiroler Kaiserkalb“

Dieses Markenprogramm muss sämtliche Kriterien der AMA-Gütesiegel Richtlinie erfüllen. Zudem gelten noch zusätzliche Bestimmungen des Programmbetreibers bei der Marke „Tiroler Kaiserkalb Kalb“:

- In Tirol geboren, aufgezogen und geschlachtet
- Maximal 6 Monate alt
- Farbklasse 1-5
- Schlachtgewicht von 75-140 kg (VQL, 2015).

„Tiroler Grauvieh Urkalb“

Zurzeit arbeitet der Tiroler Grauviehverband in Kooperation mit der Firma Hörtnagl an einem neuem Kalbfleischprogramm, dem sogenannten „Tiroler Grauvieh Urkalb“. Für dieses Projekt werden speziell gefütterte Kälber aus der Mutterkuhhaltung und Vollmilchkälber herangezogen.

Kriterien bei den Kälbern:

- maximales Alter von 5,5 Monaten und ein
- Lebendgewicht von 220 kg
- das Schlachtkörpergewicht sollte zwischen 130-150 kg betragen.

Genannte Bestimmungen liegen zwar über den allgemeinen Richtlinien für Kalbfleisch, diese Bedingungen sind aber aus Sicht der Bauern unbedingt anzustreben. Die Tendenz zeigt, dass die Vermarktung von Kalbfleisch nur als Spezialität eine Chance am Markt hat (Hausegger & Gapp, 2013).

Die Preisentwicklung bei Kalbfleisch sollte auf keinen Fall vernachlässigt werden. Hier ist anzumerken, dass es sehr wohl Preisunterschiede für diverse Fleischfärbungen gibt.

3.3 Grundlagen der Fleischfarbe

Bei der Fleischfarbe spielen zwei Pigmente eine wesentliche Rolle bei der Farbgebung. Eine große Bedeutung spielt der Muskelfarbstoff „Myoglobin“, welcher zur Sauerstoffversorgung der lebenden Muskelzellen dient.

Der Blutfarbstoff „Hämoglobin“ kommt zu max. 5% im Fleisch vor. Hierbei gilt aber zu beachten, ob die Entblutung vollständig oder unvollständig vorgenommen wurde, da bei unvollständiger Entblutung Auswirkungen auf die Fleischfarbe ersichtlich wären.

Der Oxidationszustand des Myoglobins in der Muskulatur bestimmt maßgeblich die Fleischfarbe.

Unterschieden werden drei Zustandsformen:

- Sauerstoffreiches hellrotes Myoglobin
- Sauerstoffgebundenes Oxymyoglobin
- und das bei längerer Sauerstoffexpositur auftretende braune Metmyoglobin (Beutling et al., 2003).

Unmittelbar nach der Schlachtung liegt das Myoglobin, in reduzierter Form, mit einem zweifach positiv geladenen Eisen-Ion vor. Reduziertes Myoglobin (Mb) erscheint purpurrot. Durch Kontakt mit dem Luftsauerstoff erfolgt eine schnelle Oxygenierung des Myoglobins der Fleischoberfläche zum helleren, Kirschroten Oxymyoglobin (MbO2). Aufgrund von oxidierenden Einflüssen während der Lagerung des Fleisches, kommt es zur Oxidation des Zweiwertigen Eisens zum dreiwertigen Eisen, welches keinen Sauerstoff mehr anlagern kann. Durch die Oxidation entsteht braunes bis graues Metmyglobin (MetMb) (Hamm, 1975; Giddings, 1977; Potthast, 1987; Renerre, 1990).

3.4 Beurteilungsmethoden von Schlachtkörpern

In Österreich erfolgt die Klassifizierung des Fleisches direkt nach der Schlachtung. Speziell gilt dies bei der Beurteilung der Fleischfarbe von Kälbern.

In österreichischen Schlachthöfen erfolgt eine subjektive Farbbeurteilung durch unabhängige Klassifizierer der Österreichischen Fleisch Kontrolle (ÖFK, 2014). Hierzu verwendet die Agrarmarkt Austria Marketing GesmbH eigens eine Farbskala (Farbkarte 1-8) zur Farbeinstufung für Kälberschlachtkörper.

Zur richtigen Anwendung der Farbkarte sind einige Bedingungen vorausgesetzt (ÖFK, 2014):

- Die Anwendung darf nur an einer definierten Stelle (Brustanschnitt) und unter standardisiertem Licht (kein Fremdlicht) vorgenommen werden.
- Die Anwendung muss zum Zeitpunkt der Klassifizierung und der Verwiegung erfolgen.

Die Anwendung einer Farbkarte lässt sich in Abbildung 4 veranschaulichen:

Abbildung 4: Farbkarte der Agrarmarkt Austria zur Farbeinstufung von Rinderschlachtkörpern, (ÖFK, 2014)

Die objektive Farbbeurteilung kann laut Hulsegge (2001) mittels eines Chromameters vorgenommen werden.

Sie erfolgt ebenfalls an einer definierten Stelle (Brustanschnitt) des Schlachtkörpers (Velik et al., 2014). Die unterschiedlichen Farbwerte werden mit dem sogenannten CIE L*a*b-System angegeben. L repräsentiert die Helligkeit, a gibt die Intensität des Rottones (Grünton) an und b gibt die Intensität des Gelbtones (Blauton) an (Mancini et al., 2005, Denoyelle et a., 1999).

Die Abbildung 5 zeigt die Anwendung eines Chromameters (Konica Minolta-Chroma-Meter -CR-400/410).

Abbildung 5 Chromameteranwendung, (Konica Minolta, 2016)

3.5 Einflussfaktoren auf die Kalbfleischfarbe

- Schlachtalter, Rasse, Fütterung und Geschlecht

In der Studie von Warner et al. (1988) wurde der Unterschied zwischen Milchviehfütterung und Rauhfütterung nach der Entwöhnung auf die Fleischleistungsmerkmale untersucht. Kälber wurden nacheinander mit 10, 12, 14, 16 und 18 Wochen geschlachtet. Die Kälber, welche mit Rauhfütterung gefüttert worden sind hatten weniger Schlachtgewicht, wiesen eine niedrigere EUROP-Klassifizierung und eine dunklere Fleischfarbe auf als Kälber, die mit Milch gefüttert worden sind. Laut dieser Studie wurde kein Zusammenhang zwischen Alter und Fütterungsweise gefunden.

Die Milchzucht ist bekannt dafür, etwas stärker variierende Werte als die traditionelle Fleischzucht für die EUROP-Klassifizierung aufzuweisen. Die

Methoden der Fütterung haben einen größeren Effekt auf die Kälberschlachtkörper und Fleischqualität, als das Schlachtalter.
Revilla und Vivar-Quintana (2006) untersuchten die Effekte von Rasse, Geschlecht und Reifezeit von Schlachtkörpern auf die Fleischqualität von Kalbschlachtkörpern. Es wurden Kalbinnen der Kreuzung Schweizer Braunvieh und Alistano Sanabresa mit Charolais oder Limousin Stieren gepaart um den Effekt der Rasse zu untersuchen. Das Schlachtalter der Kälber lag zwischen 6 bis 7 Monaten. Die Resultate zeigten keine Unterschiede zwischen dem Geschlecht. Kälber von Charolais Vatertieren erzeugten zarteres, saftigeres und geruchsintensiveres Fleisch als Kälber von Limousin Vatertieren. Die Nachkommen von Limousin Vatertieren wiesen eine hellere Fleischfarbe als Kälber von Charolais Vatertieren auf. In Übereinstimmung mit vorangegangen berichteten Daten von Kälbern wurden keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Rasse gefunden.

Eine Studie von Freudenreich et al. (1980) kam zu dem Ergebnis, dass weibliche Tiere eine dunklere Fleischfarbe als männliche Tiere aufweisen.
Laut Kirchgeßner (2011) weisen weibliche Kälber im Gegensatz zu männlichen Kälbern eine erhöhte Fettabdeckung auf.

Laut Wagner (2006) besteht ein Einfluss auf die Fleischfarbe durch Rasse, Geschlecht, Schlachtalter und Fütterung.

3.6 Genetische Parameter für Merkmale der Fleischleistung

In der Literatur gibt es allerhand Ergebnisse für die Schätzungen von Heritabilitäten und genetischen Korrelationen für verschiedenste Merkmale (Fleisch, Milch, Fruchtbarkeit, Nutzungsdauer, Exterieur) beim Rind.

In Bezug auf die Schätzungen von Heritabilitäten und genetischen Korrelationen bei Kälbern liegt jedoch nur eine begrenzte Anzahl an Studien vor.

Um genetische Parameter bei der Kälber- und Großrindproduktion zu ermitteln, führten Dijkstra et al. (1990) einen Feldversuch in den Niederlanden durch. Hierbei wurden von 61 eigenleistungsgeprüften holländischen Rotfleckviehstieren Kälber und

Großrinder gemästet. Für die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung von den Mastkälbern wurde ein Vatermodell verwendet, welches auf das Zuchtgebiet und die Saison korrigiert wurde. Die Varianzen und Kovarianzen wurden mit einem REML-Verfahren geschätzt.

Es ergaben sich für die Merkmale folgende Heritabilitäten für:

- die tägliche Zunahme von 0,12
- die Handelsklasse (EUROP) von 0,30 und
- die Fleischfarbe von 0,15.

Die Kälber wurden mit einem Alter von 22 Wochen geschlachtet. Bei der Schlachtung erreichten die Kälber ein Schlachtgewicht von ca. 144 kg, dies liegt einer Nettotageszunahme von rund 0,93 kg zugrunde.

Van der Werf et al. (1998) analysierten ebenfalls Schlachthofdaten von Kälbern, Stieren und Altkühen, welche alle von einer stark dominierenden Milchrinderpopulation in den Niederlanden abstammten. In dieser Studie sollten die genetischen Parameter geschätzt werden und daraus sollte ein Index für Fleischleistungsmerkmale kreiert werden. Das Modell enthielt folgende Effekte: fixer Effekt der genetischen Gruppe, die Wechselwirkung zwischen Mastbetrieb und dem Schlachttag und als Kovariable das Schlachtalter. Als Modell wurde ebenfalls ein Vatermodell angewendet. Van der Werf et al. (1998) schätzten für die Merkmale der Mast- und Schlachtleistung bei Kälbern folgende Heritabilitäten:

- Für die Fleischigkeit nach dem EUROP-Klassifizierungssystem 0,06
- die Fettklasse 0,15
- die Fleischfarbe 0,19 und
- das Schlachtgewicht 0,14.

Kinberger (2007) führte eine Schätzung der genetischen Parameter und Zuchtwerte für die Fleischleistungsmerkmale bei Mastkälbern der Rasse Pinzgauer durch. Es wurden Heritabilitäten und genetische Korrelationen für die Merkmale Nettotageszunahme, Handelsklasse und Fettklasse geschätzt. Die

Parameterschätzung erfolgte mulitvariat und ergab folgende geschätzte Heritabilitäten für die angegebenen Merkmale:

- Für die Nettotageszunahme 0,38 und 0,39,
- für die Handelsklasse 0,22 und 0,26 und
- für die Fettklasse 0,13 und 0,16.

Basierend auf dieser Arbeit wurden Kälberdaten in die Routine-Zuchtwertschätzung berücksichtigt.

4 Datenmaterial

Das Datenmaterial für diese Arbeit kommt von Tiroler Grauviehkälbern für eine Analyse der Fleischfarbe.

Seit 1.1.1998 gelten in Österreich die derzeit gültigen Kennzeichnungsvorschriften bei Kälbern. Die Kennzeichnung erfolgt mittels einer Lebensnummer (Ohrmarke) und sollte innerhalb von 7 Tagen nach der Geburt an beiden Ohren des Kalbes vorgenommen werden. Die Lebensnummer ermöglicht somit eine genaue Rückverfolgbarkeit des Kalbes, vom Geburtsbetrieb bis hin zum Schlachtbetrieb.

Die Schlachtdaten beinhalten:

- Lebensnummer
- Kategorie (Kalb, Stier, Ochs, Kalbin und Kuh)
- Schlachthaus (Schlacht-ID)
- Geburtsdatum
- Klassifizierungsdatum
- Betrieb
- Schlachtgewicht
- Handelsklasse (EUROP)
- Fettklasse (1-5)
- Fleischfarbe (1-8)
- Fettfarbe (1-5)

Der Pedigree Datensatz beinhaltet 49066 Daten:

- Lebensnummer
- Vater
- Mutter
- Geschlecht
- Geburtstyp
- Rasse
- Betrieb

Durch Verknüpfung der oben genannten Datensätze konnte das Merkmal Nettotageszunahme (in Gramm) sowie das Schlachtalter berechnet werden. Die Handelsklasse wurde in 5 Klassen 1 bis 5, mit P = 1 bis E = 5, eingeteilt. Darüber hinaus wurde das Klassifizierungsjahr und die Klassifizierungssaison (Januar, Februar, März = 1; April, Mai, Juni = 2; Juli, August; September = 3; Oktober, November, Dezember = 4) aus dem Klassifizierungsdatum extrahiert sowie der Geburtstyp in 2 Klassen zusammengefasst (Einling, Mehrling).

4.1 Einschränkungen

Um das Datenmaterial verarbeiten zu können, erfolgte die Datenaufbereitung mit dem SoftwarePaket SAS (Statistical Analysis Systems) (SAS, 2013).

Der Datensatz der Schlachtdaten (13.965 Datensätze) des Tiroler Grauviehverbandes wurde im ersten Schritt auf die Kategorie Kalb eingeschränkt, da er auch Daten von Stieren, Kühen, Ochsen und Kalbinnen enthielt.

Die Datei enthielt schlussendlich 4.629 Datensätze, die für die Berechnungen herangezogen werden konnte. Des Weiteren wurden nur Kälber berücksichtigt, die eine Nettotageszunahme bis zu 1500 Gramm hatten und älter als 30 Tage waren. Ebenso wurden unvollständige Datensätze gelöscht.

Für die genetischen Analysen, wurden noch folgende Restriktionen vorgenommen:

- Die Anzahl der Kälber pro Betrieb bzw. Kälber pro Schlachthof*Klassifizierungsjahr*Saison musste mindestens 3 betragen.

Tabelle 3 zeigt die Ausmaße der Restriktionen.

Tabelle 3 Ausmaße der einzelnen Restriktionen (beinhaltet die Saison) auf die Anfangsdatenbasis.

Restriktionen	Anzahl ausgeschiedener Tiere	Umfang nach Restriktion
Falsche Kategorie	-9.336	4.629
NTZ <1500; Alter >=30	-7	4.622
Betriebe mit weniger als 3 Kälbern	-3.786	836
Schlachthof* Klassifizierungsjahr* Saison mit weniger als 3 Kälbern	-66	770
Fehlende Daten	-38	732

Da der Datensatz zu Beginn aus allen Kategorien bestand, ist hier die größte Reduzierung zu sehen. Auch bei der Restriktion der Betriebe ist wieder eine größere Reduzierung anzutreffen.

Zusätzlich zum oben genannten Datensatz wurde ein weiterer mit der Einschränkung mindestens 3 Kälber pro Schlachthof und Jahr statt 3 Kälber pro Schlachthof*Klassifizierungsjahr*Saison definiert (Tabelle 4).

Tabelle 4 Ausmaße der einzelnen Restriktionen auf die Anfangsdatenbasis.

Restriktionen	Anzahl ausgeschiedener Tiere	Umfang nach Restriktion
Falsche Kategorie	-9.336	4.629
NTZ <1500, Alter >=30	-7	4.622
Betriebe mit weniger als 3 Kälbern	-3.786	836
Schlachthof* Klassifizierungsjahr mit weniger als 3 Kälbern	-21	815
Fehlende Daten	-47	768

5 Methoden

5.1 Deskriptive Statistik

Zur Berechnung der deskriptiven Statistik, d.s. die arithmetischen Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (St.-Abw.), Minimumwerte (Min) und Maximalwerte (Max) der Merkmale Nettotageszunahme (NTZ), Handelsklasse (HKL), Fettklasse, Fleischfarbe und des Alters wurde die Prozedur PROC MEANS, zur Berechnung der Häufigkeit die Prozedur PROC FREQ des Software-Pakets SAS verwendet (SAS, 2013).

5.2 Modelle für die genetischen Analysen

Für die Berechnung der Heritabilität und genetischen Korrelationen wurden 2 verschiedene Modelle verwendet, wobei innerhalb dieser Modelle der Betriebseffekt alternativ fix oder zufällig definiert wurde.

5.2.1 Modell 1

$$Y_{jklmnop} = \mu + SB_j * KJ_k * S_l + B_m + G_n + GT_o + b_1*A + b_2*A^2 + a_p + e_{jklmnop}$$

$Y_{jklmnop}$	Leistung des Tieres im Merkmal Nettotageszunahme, Handelsklasse, Fettklasse und Fleischfarbe
μ	gemeinsame Konstante für alle Beobachtungswerte
$SB_j * KJ_k * S_l$	Wechselwirkung zwischen Schlachtbetrieb j und Klassifizierungsjahr k und Saison l (86)
B_m	Betrieb m fix oder zufällig (185)
G_n	fixer Effekt des Geschlechts n (2)
GT_o	fixer Effekt des Geburtstyps o (2)
b_1*A	Regressionskoeffizient für den linearen Effekt des Alters
b_2*A^2	Regressionskoeffizient für den quadratischen Effekt des Alters
a_p	zufälliger additiv genetischer Effekt des Tieres p
$e_{jklmnop}$	Restkomponente von $Y_{jklmnop}$

5.2.2 Modell 2

$$Y_{jklmnop} = \mu + SB_j * KJ_k + B_m + G_n + GT_o + b_1*A + b_2*A^2 + a_p + e_{jklmnop}$$

$Y_{jklmnop}$	Leistung des Tieres im Merkmal Nettotageszunahme, Handelsklasse, Fettklasse und Fleischfarbe
μ	gemeinsame Konstante für alle Beobachtungswerte
$SB_j * KJ_k$	Wechselwirkung zwischen Schlachtbetrieb j und Klassifizierungsjahr k (41)
B_m	Betrieb m fix oder zufällig (196)
G_n	fixer Effekt des Geschlechts n (2)
GT_o	fixer Effekt des Geburtstyps o (2)
b_1*A	Regressionskoeffizient für den linearen Effekt des Alters
b_2*A^2	Regressionskoeffizient für den quadratischen Effekt des Alters
a_p	zufälliger additiv genetischer Effekt des Tieres p
$e_{jklmnop}$	Restkomponente von $Y_{jklmnop}$

5.3 Parameterschätzung

Für die Schätzung der Heritabilitäten und genetischen Korrelationen wurden die Programme pestf90 (Groeneveld, 1999) und VCE6 (Groeneveld et al., 2010) verwendet.

Mit dem Programm pestf90, das auch für Zuchtwertschätzungen verwendet wird, können die Daten für die Verwendung von VCE6, dem Parameterschätzprogramm, aufbereitet werden.

6 Ergebnisse und Diskussion

6.1 Deskriptive Statistik der Merkmale (beinhaltet die Einschränkung auf Schlachthof*Klassifizierungsjahr*Saison)

In Tabelle 5 sind die Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum und Maximum der einzelnen Merkmale ersichtlich.

Tabelle 5 Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (St.-Abw.), Minimumwerte (Min) und Maximalwerte (Max) der Merkmale Nettotageszunahme (NTZ), Handelsklasse (HKL, E=5 – P=1), Fettklasse, Fleischfarbe und Alter bei der Schlachtung im Datensatz mit Einschränkung auf Schlachthof*Klassifizierungsjahr*Saison

Merkmal	Anzahl	Einheit	MW	St.-Abw.	Min	Max
NTZ	770	Gramm	813,77	156,99	359	1280
HKL	770	Klasse	3,42	0,588	1	5
Fettklasse	770	Klasse	2,35	0,58	1	4
Fleischfarbe	732	Klasse	4,20	1,18	2	8
Alter	770	Tage	132,21	28,99	46	241

Die Merkmale Nettotageszunahme und Alter weisen eine hohe Streuung auf. Dies kann laut Kirchgeßner (2011) oft sehr unterschiedliche Ursachen haben und sich vor allem auf die Fütterung zurückführen lassen.

Laut Edenhauser und Dullnigg (2006) liegt das optimale Schlachtalter der Kälber bei 16 Wochen (112 Tage). In der oben angeführten Tabelle werden die Kälber um rund 20 Tage später geschlachtet. Nach einer Studie von Tarantola et al. (2003) ergibt sich das optimale Schlachtalter aus einer ökonomischen Balance zwischen Zuchtkosten und Konsumentenwünschen.

In der Studie laut Wagner (2006) wird ersichtlich, je älter die Kälber bei der Schlachtung sind, desto dunkler ist die Fleischfarbe.

Laut Seideman et al. (1984) steigt der Myoglobingehalt der Muskelfasern bei steigendem Alter der Tiere, wodurch sich die Farbe des Fleisches intensiviert.

In Bezug auf die Rasse lassen sich in der Literatur (Steinwidder et al., 2001, Weissensteiner et al., 2006, Revilla & Vivar-Quintana, 2006) nur wenige zum Teil unklare Ergebnisse beschreiben. Doch etliche Studien zeigen, dass die Fütterung eine nicht unwesentliche Rolle für die Kalbfleischfarbe spielt (Welchman et al., 1988; Eikelenboom et al., 1988, Cozzi et al., 2002).

In Tabelle 6 werden die Anzahlen der Klassen Geschlecht, Handelsklasse Fettklasse, Fleischfarbe und Saison als Absolutzahlen und als Relativzahlen in Prozent dargestellt.

Tabelle 6 Verteilung der Merkmalsklassen mit Anzahl und Prozenten für den auf mindestens 3 Kälber pro Betrieb eingeschränkten Datensatz

Merkmal	Anzahl	Prozent
Geschlecht	732	100,00
männlich	558	76,23
weiblich	174	23,77
Saison	732	100,00
1	143	19,54
2	96	13,11
3	192	26,23
4	301	41,12
Handelsklasse	732	100,00
E = 5	8	1,09
U = 4	320	43,72
R = 3	381	52,05
O = 2	21	2,87
P = 1	2	0,27
Fettklasse	732	100,00
1	32	4,37
2	412	56,28
3	282	38,52
4	6	0,82
Fleischfarbe	732	100,00
2	32	4,37
3	184	25,14
4	250	34,15

5	179	24,45
6	58	7,92
7	20	2,73
8	9	1,23

Da es in der Praxis üblich ist, nur männliche Tiere zu mästen, ist die Anzahl weiblicher Kälber in dieser Berechnung mit rund 24% überaus hoch. Die weiblichen Tiere werden meist für die Nachzucht oder für die Milchnutzung eingesetzt. Der hohe Anteil an weiblichen Kälbern kann daher rühren, dass bei Zwillings- oder Mehrlingsgeburten bei gemischtgeschlechtlichen Kälbern, die weiblichen Kälber nicht selten unfruchtbar sind und daher nicht zur Zucht geeignet sind (Atteneder, 2007).

In Bezug auf die Saison wurden die meisten Kälber in der 4. Saison geschlachtet (Oktober, November, Dezember). Auch laut der Klassifizierungsstatistik der Statistik Austria (2015) ist ersichtlich, dass in diesen Monaten (Herbst, Weihnachten) das meiste Kalbfleisch produziert wird und auch der höchste Preis für Kalbfleisch erzielt werden kann.

Über 98% der Kälber erreichten eine Handelsklasse von U, R und O. Nur 5 Kälber erreichten die höchste Handelsklasse E, dies sind 1,09%, gleichzeitig wurden nur 2 (0,27%) Kälber in die schlechteste Handelsklasse P eingestuft. In Österreich wird eine Handelsklasse zwischen U, R und O angestrebt.

Bei der Klassifizierung der Fettklasse liegen über 95% der Kälber in den angestrebten Fettklassen 2 und 3. Auch 32 Kälber wurden in der Fettklasse 1 und 6 Kälber wurden in der Fettklasse 4 gezählt.

Knapp 90% der Kälber lagen bei der Fleischfarbe in dem von der AMA gewünschten Bereich (1-5). Für die Farbklassen darüber gibt es erhebliche Preisminderungen bis zu minus 50%.

Wilson et al. (1995) und Freudenreich et al. (1980) beobachten in ihren Studien, dass schwere, gut entwickelte und höher klassifizierte (EUROP - Handelsklasse und Fettklasse) Kälber tendenziell eine hellere Fleischfarbe aufweisen.

6.2 Deskriptive Statistik der Merkmale (beinhaltet die Einschränkung auf Schlachthof*Klassifizierungsjahr)

Da es bei dieser Berechnung nur sehr marginale Unterschiede zu den Tabellen 5 und 6 gab, wurde auf eine Darstellung verzichtet.

6.3 Deskriptive Statistik der Merkmale ohne Einschränkung auf Mindestzahl an Kälbern pro Betrieb

In der Tabelle 7 werden Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum und Maximum der einzelnen Merkmale dargestellt.

Hier wurde auf die Einschränkung auf die Anzahl der Tiere pro Betrieb verzichtet. Dadurch stand ein deutlich größerer Datensatz zur Verfügung.

Wie in Tabelle 7 ersichtlich, sind die Werte trotz des größeren Datensatzes ident mit den Ergebnissen der Tabelle 5. Der geringere Datensatz für das Merkmal Fleischfarbe rührt daher, dass nicht jedes Tier beurteilt wurde und dies daher als fehlend in den vorliegenden Daten eingetragen wurde.

Tabelle 7 Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (St.-Abw.), Minimumwerte (Min) und Maximalwerte (Max) der Merkmale Nettotageszunahme (NTZ), Handelsklasse (HKL, E=5, P=1), Fettklasse, Fleischfarbe und Alter bei der Schlachtung im Datensatz Einschränkung auf Schlachthof*Klassifizierungsjahr

Merkmal	Anzahl	Einheit	MW	St.-Abw.	Min	Max
NTZ	4620	Gramm	805,808	160,302	272	1486
HKL	4620	Klasse	3,350	0,598	1	5
Fettklasse	4620	Klasse	2,308	0,583	1	4
Fleischfarbe	4236	Klasse	4,155	1,148	2	8
Alter	4620	Tage	132,996	31,301	43	245

In Tabelle 8 wird die Anzahl der folgenden Klassen: Geschlecht, Handelsklasse Fettklasse und Fleischfarbe als Absolutzahlen und als Relativzahlen in Prozent dargestellt. Auch hier wurde auf Anzahl der Einschränkung der Tiere pro Betrieb verzichtet.

Durch den größeren Datensatz ist, im Vergleich zu den Tabellen 6, der Anteil der weiblichen Kälber auf 16% gesunken.

In Bezug auf die Handelsklasse befanden sich knapp über 99% der Tiere in den Klassen U, R und O, nur 0,87% der Tiere befanden sich in den Klassen E und P.

Über 93% der Kälber erreichten eine Fettklasse von 2 oder 3. Über 5% der Tiere erreichten die Fettklasse 1.

Rund 88% der Kälber erreichten eine Fleischfarbe zwischen 2 und 5.

Tabelle 8 Verteilung der Merkmalsklassen mit Anzahl und Prozenten für den Datensatz ohne Einschränkung auf Mindestzahl an Kälbern pro Betrieb

Merkmal	Anzahl	Prozent
Geschlecht	4236	100,00
männlich	3528	83,29
weiblich	708	16,71
Handelsklasse	4236	100,00
E = 5	26	0,61
U = 4	1666	39,33
R = 3	2341	55,26
O = 2	192	4,53
P = 1	11	0,26

Fettklasse	4236	100,00
1	226	5,34
2	2503	59,09
3	1472	34,75
4	35	0,83
Fleischfarbe	4236	100,00
2	187	4,41
3	1101	25,99
4	1479	34,92
5	964	22,76
6	369	8,71
7	111	2,62
8	25	0,59

6.4 Parameterschätzung

Die Tabellen 9 und 10 zeigen die geschätzten Heritabilitäten und die genetischen Korrelationen für den Datensatz mit Einschränkung auf eine Mindestanzahl von 3 Kälbern pro Betrieb und Modell 1 (Berücksichtigung des Effektes Schlachthof*Klassifizierungsjahr*Saison). In Tabelle 9 sind die Ergebnisse für den Betrieb als fixen Effekt, in Tabelle 10 als zufälligen Effekt dargestellt.

Tabelle 9 Geschätzte Heritabilitäten (Diagonale), genetische Korrelationen (Off-Diagonale) und deren Standardfehler in Klammer geschätzt mit Modell 1 und Betrieb als fixen Effekt (NTZ = Nettotageszunahme, HKL = Handelsklasse, FKL = Fettklasse, FL = Fleischfarbe)

	NTZ	HKL	FKL	FL
NTZ	**0,492** (0,144)	0,740 (0,134)	0,734 (0,155)	-0,023 (0,210)
HKL		**0,464** (0,164)	0,213 (0,319)	-0,134 (0,285)
FKL			**0,138** (0,073)	0,530 (0,294)
FL				**0,428** (0,123)

Tabelle 10 Geschätzte Heritabilitäten (Diagonale), genetische Korrelationen (Off-Diagonale) und deren Standardfehler in Klammer geschätzt mit Modell 1 und Betrieb als zufälligen Effekt (NTZ = Nettotageszunahme, HKL = Handelsklasse, FKL = Fettklasse, FL = Fleischfarbe)

	NTZ	HKL	FKL	FL
NTZ	**0,401** (0,060)	0,858 (0,047)	0,241 (0,066)	-0,243 (0,165)
HKL		**0,324** (0,081)	-0,269 (0,128)	-0,281 (0,159)
FKL			**0,287** (0,048)	0,105 (0,123)
FL				**0,345** (0,054)

Die Heritabilitäten für die Nettotageszunahme, Handelsklasse und Fleischfarbe sind jeweils für das Modell, in dem der Betrieb als fixer Effekt modelliert wurde, höher und liegen zwischen 0,32 (Handelsklasse, Betrieb zufällig) und 0,49 (Nettotageszunahme, Betrieb fix). Anzumerken ist aber auch, dass die Standardfehler der oben genannten Schätzer in Tabelle 9 etwa doppelt so hoch sind wie jene in Tabelle 10. Trotz der tw. hohen Standardfehler sind alle Heritabilitäten

signifikant von 0 verschieden (Heritabilität – 1.96*Standardfehler > 0). Generell liegen die geschätzten Heritabilitäten in einem züchterischen wünschenswerten Bereich, bei Heritabilitäten dieser Höhe lässt sich auch entsprechender Zuchtfortschritt bei Berücksichtigung im Zuchtprogramm erwarten. Bei Pinzgauer Kälbern und Berücksichtigung des fixen Betriebseffektes (genestet innerhalb Schlachthof) schätzte Kinberger (2007) Heritabilitäten von 0.39, 0.26 und 0,13 für Nettotageszunahme, Handelsklasse und Fettklasse bei Verwendung des Programms VCE. Für die Arbeit von Kinberger (2007) stand ein größerer Datensatz zur Verfügung; der Autor wies keine Standardfehler aus.

Die genetischen Korrelationen für die Nettotageszunahme, Handelsklasse und Fettklasse sind hoch positiv, was vor allem in Tabelle 9 ersichtlich ist. Wird ein Merkmal merklich verändert, so ändert sich das andere Merkmal ebenfalls in diese Richtung. Die genetischen Korrelationen zwischen Fleischfarbe und den übrigen Fleischleistungsmerkmalen sind allerdings nicht signifikant von 0 verschieden. Kinberger (2007) berechnete für die Rasse Pinzgauer Kälber eine genetische Korrelation von nur 0,12 für die Merkmale Nettotageszunahme und Fettklasse.

In Tabelle 11 und 12 werden die geschätzten Heritabilitäten und genetischen Korrelationen mit Einschränkungen und geschätzt mit Modell 2 (Effekt Schlachthof*Jahr) dargestellt.

Tabelle 11 Geschätzte Heritabilitäten (Diagonale), genetische Korrelationen (Off-Diagonale) und deren Standardfehler in Klammer geschätzt mit Modell 2 und Betrieb als fixen Effekt (NTZ = Nettotageszunahme, HKL = Handelsklasse, FKL = Fettklasse, FL = Fleischfarbe)

	NTZ	HKL	FKL	FL
NTZ	**0,449** (0,097)	0,811 (0,091)	0,703 (0,186)	-0,368 (0,177)
HKL		**0,387** (0,084)	0,353 (0,282)	-0,228 (0,189)
FKL			**0,151** (0,071)	-0,062 (0,320)
FL				**0,477** (0,095)

Tabelle 12 Geschätzte Heritabilitäten (Diagonale), genetische Korrelationen (Off-Diagonale) und deren Standardfehler in Klammer geschätzt mit Modell 2 und Betrieb als zufälligen Effekt (NTZ = Nettotageszunahme, HKL = Handelsklasse, FKL = Fettklasse, FL = Fleischfarbe)

	NTZ	HKL	FKL	FL
NTZ	**0,369** (0,048)	0,916 (0,076)	0,249 (0,086)	-0,346 (0,129)
HKL		**0,341** (0,054)	-0,091 (0,129)	-0,234 (0,143)
FKL			**0,274** (0,065)	-0,064 (0,189)
FL				**0,378** (0,068)

Wie in der vorhergehenden Variante sind die Heritabilitäten auch bei Verwendung von Modell 2 relativ hoch, die genetischen Korrelationen weisen relativ hohe Standardfehler auf.

Die genetische Korrelation zwischen Fleischfarbe und Nettotageszunahme ist bei der Verwendung von Modell zwei in beiden Fällen (Betrieb fix oder zufällig) negativ und signifikant von 0 verschieden.

Ein Grund, warum die Ergebnisse dieser Arbeit von anderen Ergebnissen in der Literatur abweichen, könnte daran liegen, dass die Datenmenge mit knapp über 700

Schlachtkörpern sehr gering ist. Trotz der gemachten Einschränkungen waren auch die Klassenbesetzungen zum Teil eher mäßig.

In einer letzten Analyse mit Modell 2 und Betrieb als zufälligen Effekt (Tabelle 13) wurden keine Einschränkungen hinsichtlich der Anzahl Kälber pro Betrieb zu Gunsten eines größeren Datensatzes gemacht. Der Wegfall dieser Restriktion resultierte in einem Datenumfang von je 4620 Daten für die Nettotageszunahme, Handelsklasse und Fettklasse bzw. 4236 Datensätzen für die Fleischfarbe.

Tabelle 13 Geschätzte Heritabilität (Diagnonale), genetische Korrelationen (Off-Diagonale) und deren Standardfehler in Klammer geschätzt mit Modell 2 und Betrieb als zufälligen Effekt (NTZ = Nettotageszunahme, HKL = Handelsklasse, FKL = Fettklasse, FL = Fleischfarbe) für den Datensatz ohne Einschränkung auf eine Mindestanzahl von Kälbern pro Betrieb

	NTZ	HKL	FKL	FL
NTZ	**0,338** (0,026)	0,779 (0,041)	-0,142 (0,125)	0,108 (0,053)
HKL		**0,322** (0,032)	-0,111 (0,153)	0,127 (0,060)
FKL			**0,105** (0,014)	-0,092 (0,094)
FL				**0,098** (0,022)

Die hier geschätzten Heritabilitäten sind niedriger als in den zuvor dargestellten Ergebnissen (Tabellen 9 - 12), weisen aber auch etwas niedrigere Standardfehler auf. Auch für die genetischen Korrelationen liegen die Standardfehler in einem niedrigeren Bereich.

Die genetische Korrelation für die Nettotageszunahme und die Handelsklasse ist hoch positiv, was züchterisch wünschenswert ist.

Die genetischen Korrelationen von Fleischfarbe und Nettotageszunahme bzw. Handelsklasse sind bei Verwendung des Gesamtdatensatzes ebenfalls positiv und signifikant von 0 verschieden, liegen aber wie in Tabelle 13 ersichtlich nahe an Null. Dies bedeutet, dass die Fleischfarbe nicht wesentlich von den anderen Merkmalen beeinflusst wird.

Die einzelnen Auswertungen von Dijkstra et al. (1990) weisen idente Heritabilitäten für die Handelsklasse und für die Fleischfarbe auf.

Nach Van der Werf et al. (1998) liegen die Heritabilitäten für die Merkmale Fettklasse und Fleischfarbe in ähnlichen Bereichen. Für das Merkmal Handelsklasse liegen die Ergebnisse in Tabelle 13 jedoch um einiges höher. Dies kann daher resultieren, dass die Autoren mit Kälbern aus der holländischen Milchviehproduktion arbeiteten.

Die Ergebnisse in Tabelle 13 für die Merkmale Nettotageszunahme, Handelsklasse und Fettklasse stimmen auch mit jenen von Kinberger (2007) in hohem Maße überein.

Die verwendeten Heritabilitäten für die Zuchtwertschätzung bei Pinzgauer Kälbern in Österreich und Deutschland liegen für die Nettotageszunahme bei 0,25, für die Handelsklasse bei 0,24 und für die Fettklasse bei 0,04 und lassen sich gut mit den oben angeführten Schätzungen in Tabelle 13 vergleichen. Die geschätzten Heritabilitäten für die Nettotageszunahme und für die Handelsklasse sind um rund 0,08 höher, die Heritabilität für die Fettklasse ist um 0,06 höher als bei den Pinzgauer Kälbern. Zu beachten ist, dass die Fettklasse in der Zuchtwertschätzung der Pinzgauer Kälber als fixer Effekt angesehen wird und daher keine Zuchtwerte für dieses Merkmal geschätzt werden können (Fürst et al., 2015).

Verglichen mit den Werten in der oben angeführten Literatur wäre der Gesamtdatensatz (4620) geschätzt mit dem Modell 2 und Betrieb als zufälligen Effekt als am besten geeignet und als aussagekräftigstes Ergebnis anzusehen.

In Zukunft wird die Fleischfarbe nach Troy et al. (2010) eine bedeutende Rolle einnehmen, da bestimmte Kundenwünsche eine immer größere Rolle spielen könnten. Meiner Meinung nach dürfte die Fleischfarbe ein wesentlicher Faktor für die zukünftige Preisbestimmung für Betriebe darstellen.

Zurzeit werden in der Fleischproduktion Stiere, Ochsen (nur Grauvieh) und Kälber (nur Pinzgauer und Grauvieh) geschlachtet. Die Daten aus den Schlachtungen werden im Rahmen einer ungelenkten Feldprüfung (die zu prüfenden Teststiere werden nach einem Zufallsprinzip in den Zuchtbetrieben für Testpaarungen eingesetzt) durch den ÖFK erhoben und zur Auswertung an die Zuchtdata übermittelt. Die Merkmale, welche in der ungelenkten Feldprüfung zum Tragen

kommen sind die tägliche Zunahme, die Nettotageszunahme, die Ausschlachtung und die Handelsklasse (Fürst et al. 2015). Meiner Ansicht nach spielt die Fleischfarbe eine nicht unwesentliche Rolle für die zukünftige Fleischproduktion. Die Fleischfarbe könnte ein spezielles Selektionskriterium für Fleischleistungsmerkmale werden.

Zurzeit beträgt der Preis für Kalbfleisch laut AMA (2015): 5,66€, dies beinhaltet aber alle Kälberrassen in Österreich.

Kälber aus Tirol (in Tirol geboren, aufgewachsen und geschlachtet) können speziell über den Tiroler Vieh Marketing Verein höhere Preise erzielen (AMA, 2015). Diese belaufen sich für konventionell gehaltene Kälber:

- für die Handelsklasse U 6,78 €, für R 6,55€ und für O 6,16.

Für biologisch gehaltene Tiere belaufen sich die Preise:

- für die Handelsklasse U 7,85€, für R 7,68 und für O 7,29€.

Je nach Markenprogramm gibt es für die Fleischfarbe ab Klasse 5 ca. 15% Abzüge, bei Klasse 6 ca. 20% bis 25% (Hausegger, 2014).

Daher erachte ich es für wesentlich, dass das Fleischleistungsmerkmal Fleischfarbe in die Zuchtwertschätzung miteinfließen soll, um dadurch einen ökonomischen Mehrwert für kälberhaltende Mastbetriebe erzielen zu können.

7 Zusammenfassung

Diese Masterarbeit zielt darauf ab, das Tiroler Grauvieh Kalb näher zu untersuchen, um eine Diskussion um eine eventuelle zukünftige Berücksichtigung der Fleischfarbe in der Zuchtwertschätzung zu ermöglichen.

In dieser Arbeit wurde eine genetische Parameterschätzung für Fleischleistungsmerkmale von Mastkälbern der Rasse des Tiroler Grauviehs durchgeführt.

Es wurden Heritabilitäten und genetischen Korrelationen für die vier Merkmale Nettotageszunahme, Handelsklasse, Fettklasse und Fleischfarbe geschätzt.

Von 2008 bis 2014 wurde seitens der ÖFK 13.965 Daten von Schlachtkörpern des Tiroler Grauviehkalbs erhoben, die in der vorliegenden Arbeit ausgewertet wurden.

Bei der genannten Datenerhebung des ÖFK wurde die Fütterung der Kälber nicht näher erläutert. Laut Kirchgeßner (2011) stellt der Einfluss der Kälberfütterung auf die Fleischfarbe einen wesentlichen Faktor dar.

Die Kälber wurden im Schnitt im Alter von ca. 130 Tagen geschlachtet. Sie erreichten durchschnittlich eine Nettotageszunahme von rund 800 Gramm, ebenso eine durchschnittliche EUROP-Klassifizierung von 3,3 (E = 5, P = 1) eine durchschnittliche Fettklasse von 2,3 (1 = sehr geringe, 5 = sehr starke Fettabdeckung) und eine durchschnittliche Fleischfarbe von 4,2 (1 = hell bis 8 = dunkel).

Die Parameterschätzung wurde multivariat nach einem Tiermodell für die Merkmale mit pestf90 und VCE6 geschätzt.

Analog zu vielen anderen Arbeiten, in denen genetische Parameter geschätzt wurden, wurden im ersten Schritt Datenrestriktionen vorgenommen, um eine bessere Datenstruktur zu erzielen. Dies resultierte aber in einem sehr kleinen verbleibenden Datensatz mit nur etwas mehr als 700 Schlachtkörpern. Die geschätzten genetischen Parameter wiesen in der Folge teils sehr hohe Standardfehler auf und unterschieden sich je nach gewähltem Modell. Um einen Vergleich der geschätzten Parameter durchzuführen, wurde auch der Gesamtdatensatz herangezogen und mit den reduzierten Daten verglichen. Bei der Berechnung zeigte sich, dass der

Gesamtdatensatz geschätzt mit Modell 2 und Betrieb als zufälligen Effekt mit der Literatur (Dijkstra et al. 1990, Van der Werf et al., 1998 und Kinberger, 2007) verglichen als aussagekräftiger erschien.

Die in der vorliegenden Arbeit berechneten Heritabilitäten liegen für die Nettotageszunahme bei 0,36 bis 0,49, für die Handelsklasse bei 0,34 bis 0,46, für die Fettklasse bei 0,13 bis 0,28 und für die Fleischfarbe bei 0,34 bis 0,47.

Die oben angeführten Ergebnisse stellen die Wichtigkeit der Durchführung einer Zuchtwertschätzung, für Kälber des Tiroler Grauvieh, klar in den Fokus. Die Zuchtwertschätzung ist daher für die Fleischleistung wesentlich und sollte in Zukunft um das Merkmal Fleischfarbe erweitert werden.

8 Summary/Abstract

The aim of this master thesis is the analysis of Tyrolean grey calves' carcass traits in order to form a basis for discussion for potentially considering veal meat colour in the genetic evaluation. The Tyrolean grey is a dual-purpose breed in Austria but is also kept in suckler herds. In the beef genetic evaluation, both steer and calf data are considered.

In this study, genetic parameters were estimated for Tyrolean grey calves and the veal carcass traits net daily gain, EUROP grading score for conformation, fat class and meat colour. In total, carcass data of 13,965 Tyrolean grey animals slaughtered in the years 2008 to 2014 and a pedigree data set containing approximately 49,000 animals were provided by ÖFK (Austrian Meat Control) and ZuchtData, respectively.

The average slaughter age of the calves was around 130 days which resulted in an average net daily gain of 800g, an average EUROP conformation grading score class of 3.3 (E = 5, P = 1), an average value of 2.3 for fat class (1 = low, 5 = very high) and an average meat colour of 4.2 (1 = light, 8 = dark).

The genetic parameter estimation was performed by means of a multivariate analysis and the programmes pestf90 and VCE6. Heritabilities were in the range of 0.36 to 0.49 for net daily gain, 0.34 to 0.46 for EUROP conformation grading score, 0.13 to 0.28 for fat class and 0.34 to 0.47 for meat colour.

Breeding estimation of Tyrolean grey calves will become more and more important. In the future, the veal meat colour should be considered in the routine genetic evaluation.

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Fleischigkeitsklasse in der Rinderklassifizierung (EUROP) (ÖFK, 2014).. 10
Tabelle 2 Fettgewebeklassen (1-5) in der Rinderklassifizierung, (ÖFK, 2014)..... 11
Tabelle 3 Ausmaße der einzelnen Restriktionen (beinhaltet die Saison) auf die Anfangsdatenbasis. 25
Tabelle 4 Ausmaße der einzelnen Restriktionen auf die Anfangsdatenbasis. 26
Tabelle 5 Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (St.-Abw.), Minimumwerte (Min) und Maximalwerte (Max) der Merkmale Nettotageszunahme (NTZ), Handelsklasse (HKL, E=5 – P=1), Fettklasse, Fleischfarbe und Alter bei der Schlachtung im Datensatz mit Einschränkung auf Schlachthof*Klassifizierungsjahr*Saison 31
Tabelle 6 Verteilung der Merkmalsklassen mit Anzahl und Prozenten für den auf mindestens 3 Kälber pro Betrieb eingeschränkten Datensatz 33
Tabelle 7 Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (St.-Abw.), Minimumwerte (Min) und Maximalwerte (Max) der Merkmale Nettotageszunahme (NTZ), Handelsklasse (HKL, E=5, P=1), Fettklasse, Fleischfarbe und Alter bei der Schlachtung im Datensatz Einschränkung auf Schlachthof*Klassifizierungsjahr 35
Tabelle 8 Verteilung der Merkmalsklassen mit Anzahl und Prozenten für den Datensatz ohne Einschränkung auf Mindestzahl an Kälbern pro Betrieb 36
Tabelle 9 Geschätzte Heritabilitäten (Diagonale), genetische Korrelationen (Off-Diagonale) und deren Standardfehler in Klammer geschätzt mit Modell 1 und Betrieb als fixen Effekt (NTZ = Nettotageszunahme, HKL = Handelsklasse, FKL = Fettklasse, FL = Fleischfarbe)..... 38
Tabelle 10 Geschätzte Heritabilitäten (Diagonale), genetische Korrelationen (Off-Diagonale) und deren Standardfehler in Klammer geschätzt mit Modell 1 und Betrieb als zufälligen Effekt (NTZ = Nettotageszunahme, HKL = Handelsklasse, FKL = Fettklasse, FL = Fleischfarbe) 38
Tabelle 11 Geschätzte Heritabilitäten (Diagonale), genetische Korrelationen (Off-Diagonale) und deren Standardfehler in Klammer geschätzt mit Modell 2 und Betrieb als fixen Effekt (NTZ = Nettotageszunahme, HKL = Handelsklasse, FKL = Fettklasse, FL = Fleischfarbe)..... 40
Tabelle 12 Geschätzte Heritabilitäten (Diagonale), genetische Korrelationen (Off-Diagonale) und deren Standardfehler in Klammer geschätzt mit Modell 2 und Betrieb als zufälligen Effekt (NTZ = Nettotageszunahme, HKL = Handelsklasse, FKL = Fettklasse, FL = Fleischfarbe) 40
Tabelle 13 Geschätzte Heritabilität (Diagnonale), genetische Korrelationen (Off-Diagonale) und deren Standardfehler in Klammer geschätzt mit Modell 2 und Betrieb als zufälligen Effekt (NTZ = Nettotageszunahme, HKL = Handelsklasse, FKL = Fettklasse, FL = Fleischfarbe) für den Datensatz ohne Einschränkung auf eine Mindestanzahl von Kälbern pro Betrieb 41

10 Literaturverzeichnis

Agrar-Markt Austria (AMA). (2015). Abgerufen am 07. 07. 2015 von fleisch-teilstuecke.at/qualitaetsmanagement/vermarktungsnormen/

Agrar-Markt-Austria (AMA). (2011). AMA-Gütesiegel Richtlinie: Frischfleisch. Abgerufen am 10. 8. 2015 von www.ama-marketing.at/home/groups/16/AMA_Guetesiegel_Richtlinie_Frischfleisch_Oktober_2011.pdf

Atteneder, V. (2007). Analyse der Zwillings- und Mehrlingsgeburten in der österreichischen Milchviehpopulation. Wien: Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

Beutling, D., Prodowski, G., Fries, R., & Klein. (2003). Lehrbuch der Schlachttier und Fleischuntersuchung. Parey Verlag, Auflage: 1., 118-120, Stuttgart.

BMGF - Bundesministerium für Gesundheit. (2005). Kapitel B14, Fleisch und Fleischerzeugnisse, Seite 10. Bundesministerium für Gesundheit, Wien.

Cozzi, G., Gottardo, F., Mattiello, S., Canali, E., Scanziani, E., Verga, M., Andrighetto, I. (2002). The provision of solid feeds to veal claves: I. Growth performance, forestomach development, and carcass and meat quality. Journal Animal Science 80, 357-366.

Denoyelle, C., & Berny, F. (1999). Objective measurement of veal color for classification purposes. Meat Science 53, 203-209.

Eikelenboom, G., Laurijsen, H., Van Velthuyse, A., & Garsen, G. (1988). Beziehung zwischen Kalbfleischfarbe, Produktionsmerkmalen und Mineralstoffen im Muskel. Fleischwirtschaft 68, 500-501.

Freudenreich, P., Schön, L., & Scheper, J. (1980). Untersuchungen über die Beschaffenheit von Kalb- und Jungbullenfleisch 1. Mitteilung: Tiermaterial, Farbhelligkeit und pH-Wert. Fleischwirtschaft 60, 1721-1725.

Fürst, C., Dodenhoff, J., Egger-Danner, C., Emmerling, R., Hamann, H., Krogmeier, D.,Schwarzenbacher, H. (2015). Zuchtwertschätzung beim Rind, Grundlagen, Methoden und Interpreationen. http://www.zar.at/download/ZWS/ZWS.pdf: Zuchtdata, Wien.

Giddings, G. (1977). Basis of color in muscle foods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 9(1): 81-114;zitiert nach Wagner, J.C., 2006.

Groeneveld , E., Kovac, M., & Wang, T. (1999). PEST User`s Manual. Department of Animal Sciences, University of Illinois.

Groeneveld, E., Kovac, M., & Mielenz, N. (2010). VCE6, User's Guide and Reference Manual Version 6.0. Mariensee: Institute of Farm Animal Genetics,Friedrich Loeffler Institute (FLI), Germany.

Hamm, R. (1975). Muskelfarbstoff und Fleischfarbe. Fleischwirtschaft 55(10): 1415-1418; zitiert nach Wagner, J. C., 2006.

Hausegger, O. (2014). persönliche Mitteilung.

Hausegger, O., & Gapp, V. (2013). Tiroler Grauviehverband Jahresbericht. Tiroler Grauviehzuchtverband, Innsbruck.

Hulsegge, B., Engel, B., Buist, W., Merkus, G., & Klont, R. E. (2001). Instrumental colour classification of veal carcasses. Meat Scinece 57, 191-195.

Kinberger, M. (2007). Schätzung genetischer Parameter und Zuchtwerte für Merkmale der Fleischleistung von Mastkälbern der Pinzgauer Rasse. Wien: Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.

Kirchgeßner, M. (2011). Tierernährung . DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

Kuen, R., & Gapp, V. (2014). Tiroler Grauviehzuchtverband Jahrsbericht. Tiroler Grauviehzuchtverband, Innsbruck.

Mancini, R., & Hunt, M. (2005). Current research in meat color. Meat Science 71, 100-121.

Murgg, J. (2010). Vollmilch-Kälbermast: Eine Analyse von Felddaten zur Erforschung der Ursachen für eine dunkle Kalbfleischfarbe. Masterarbeit der Universität für Bodenkultur Wien, Wien.

ÖFK. (2014). Klassifizierung in Österreich. Klassifizierungsbroschüre, Österreichische Fleischkontrolle Ges.m.b.H., St. Pölten.

Öngene. (2015). Abgerufen am 04. 03. 2015 von http://www.oengene.at/index.php?option=com_content&view=article&id=40&Itemid=40&lang=de

Potthast, K. (1987). Fleischfarbe, Farbstabilität und Umrötung. Fleischwirtschaft 67(1): 50-55; zitiert nach Wagner J.C., 2006.

Renerre, M. (1990). Factors involved in the discoloration of beef meat. International Journal of Food Science and Technology 25(6): 613-630; zitiert nach Wagner J. C., 2006.

Revilla, I., & Vivar-Quintana, A. (2006). Effect of breed and ageing time on meat quality and sensory atttributes of veal calves of the "Ternera de Aliste" Quality Label. Meat Science 73, Seite 189-195.

SAS. (2013). SAS ®. Version 9.4., SAS Institute Inc.: Cary NC, USA.

Seideman, S., Cross, H., Smith, G., & Durland, P. (1984). Factors affecting fresh meat colour: a review. Journal of Food Quality 6 (3), 211-237.

Statistik Austria. (2014). Statistik Austria Versorgungsbilanzen. Abgerufen am 10. 03. 2015 von http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/index.html

Statistik Austria. (2015). Schlachtungen und Flesichproduktion. Abgerufen am 5. 12. 2015 von http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/viehbestand_tierische_erzeugung/schlachtungen/index.html

Steinwidder, A., Gruber, L., & Greimel, M. (2001). Vollmilch oder Milchaustauschfutter in der Kälbermast - Einfluss auf Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit. Die Bodenkultur 52 (3), 233-245.

Tarantola, M., Schiavone, A., Preziuso, G., Russo, C., & Bergero, D. (2003). Effect of slaughter age on meat qualitative traits of veal calves. Italian Journal of Animal Science, Vol. 2, 343-345.

Tiroler Grauviehverband. (2015). Abgerufen am 08. 06 2015 von www.tiroler-grauvieh.at/rasse-zucht/rassenbeschreibung.html

Troy, D. J., & Kerry, J. P. (2010). Consumer perception and the role of science in the meat industry. Meat Science 86, 214-226.

Van der Werf, J., Van der Waaij, L., Groen, A., & De Jong, G. (1998). An index for beef and veal characteristics in dairy cattle based on carcass traits. Livestock Production Science 54, 11-20.

Velik, M., Murgg, J., & Kitzer, R. (2014). Vollmilch-Kälbermast - Eine Analyse von Felddaten zur Erforschung der Ursachen für eine dunkle Kalbfleischfarbe. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Raumberg-Gumpenstein: Fachtagung für biologische Landwirtschaft, 71-74.

Verein zur Förderung von Lebensmitteln mit erhöhter Qualität, (VQL). (2015). Abgerufen am 03. 12. 2015 von http://www.lebensmittel-guetezeichen.at/produkte/produkt/markenprogramm-kalb-tiroler-kaiserkalb/

Wagner, J. C. (2006). Messsung der Farbe als Qualitätsparameter bei Rindfleisch im Hinblick auf die Feststellung von Richtwerten in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift Lebensmittelhygiene. Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, München.

Warner, R.D., Morris, D.C., Taylor, J.W., Currie, J.R., Gaunt, G.M., Truscott, T.G., Stafford, R. (1988). Influence of rearing and age at slaughter on carcass and meat quality of veal calves. Proc. Aust. soc. Anim. Prod. Vol. 17, Seite 350-353.

Weissensteiner, R., Knaus, W., & Winckler, C. (2006). Untersuchungen zur Schlachtkörperqualität von Bio-Kälbern. Abschlussbericht im Auftrag von Rewe, Ja! Natürlich.

Welchman, D., Whelehan, O., & Webster, A. (1988). Haematology of veal claves reared in different husbandry systems and the assessment of iron deficiency. The Veterinary Record, 505-510.

Willam, A., & Simianer, H. (2011). Tierzucht - Grundwissen Bachelor. Wien und Göttingen: Eugen Ulmer Stuttgart.

Wilson, L., Egan, C., Henning, W., Mills, E., & Drake, T. (1995). Effects of live animal performance and hemoglobin level on special-fed veal carcass characteristics. Meat Science 41, 89-96.

ZAR. (2014). Abgerufen am 02. 02. 2015 von https://www.zar.at/Rinderzucht-in-Oesterreich/Rinderrassen/Grauvieh.html