



lfz
raumberg
gumpenstein

Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at

Abschlussbericht Kalbfleischfarbe

Projekt Nr. 100523

Kalbfleischfarbe bei Vollmilchmast – Einflussfaktoren und
Maßnahmen zur Verhinderung einer dunklen Fleischfarbe

Colour of calf meat fattened with whole milk – influence factors and
measures for preventing dark veal colour

Projektleitung und Berichtlegung:

Dr. Margit Velik, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

Jakob Murgg, Diplomand, BOKU Wien

Roland Kitzer, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Andrea Stuhlpfarrer, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Ing. Markus Gallnböck, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Dr. Andreas Steinwider, LFZ Raumberg-Gumpenstein

Projektpartner:

Ing. Michael WurZRainer, Tiroler Viehmarketing

Ing. Otto Kicker, Bio Austria

Dr. Andreas Steidl und DI Andreas Fleiss, Rewe, Ja! Natürlich

Mag. Peter Überbacher, Tauernfleisch GmbH

Projektlaufzeit:

2009-2014

www.raumberg-gumpenstein.at

lebensministerium.at

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Einleitung und Fragestellung	5
2 Literaturübersicht Kalbfleischfarbe	6
GRUNDLAGEN ZUR FLEISCHFARBE	6
BEURTEILUNG DER FLEISCHFARBE	6
FLEISCHFARBE UND EISENVERSORGUNG	6
FLEISCHFARBE UND HÄMOGLOBINGEHALT	7
EINFLUSSFAKTOREN AUF DIE KALBFLEISCHFARBE.....	8
<i>Geschlecht</i>	9
<i>Rasse</i>	9
<i>Schlachtalter, Schlachtgewicht, Fettklasse, Fleischklasse</i>	9
<i>Ergänzungsfuttermittel – Kraftfutter</i>	9
<i>Ergänzungsfuttermittel – Raufutter (Heu, Stroh, Silage, Weide)</i>	10
<i>Transportdistanz, Nüchterung, Stress, pH-Wert, Temperatur, Jahreszeit</i>	11
<i>Einzel- vs. Gruppenhaltung</i>	11
<i>Farbveränderungen nach der Schlachtung, Verpackung, Lagerung</i>	12
3 Material und Methodik	13
3.1. DATEN BIOVERMARKTUNG	13
3.2. DATEN TAUERNFLEISCH I.....	13
3.3. DATEN TAUERNFLEISCH II.....	13
<i>Datenerhebung bei der Schlachtung</i>	13
<i>Datenerhebung bei der Zerlegung</i>	14
3.4. STATISTISCHE AUSWERTUNG.....	14
3.5. ARBEITSHYPOTHESEN	16
4 Ergebnisse und Diskussion	17
4.1. DATENGRUNDLAGE	17
4.2. HYPOTHESE 1 – FARBBEURTEILUNG	20
4.3. HYPOTHESE 2 – BLUT-HB-GEHALT	21
4.4. HYPOTHESE 3 – MESSZEITPUNKT	23
4.5. HYPOTHESE 4 – TEILSTÜCK	23
4.6. HYPOTHESE 5 – MILCHVERABREICHUNG (MUTTERKUH VS. EIMERTRÄNKE)	24
4.7. HYPOTHESE 6 – GESCHLECHT	25
4.8. HYPOTHESE 7 – MASTLEISTUNG	25
5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Praxis	31
<i>Danksagung</i>	32
6 Literaturverzeichnis	33

Zusammenfassung

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurde eine ausführliche Literaturrecherche zum Thema „Kalbfleischfarbe und deren Einflussfaktoren“ gemacht sowie drei Datensätze (BioVermarktung, Tauernfleisch I und Tauernfleisch II) ausgewertet. Die Datensätze BioVermarktung und Tauernfleisch I wurden von den Kooperationspartnern für die statistische Auswertung zur Verfügung gestellt, beim Datensatz Tauernfleisch II wurden von LFZ-Mitarbeitern am Schlachthof zusätzlich die Parameter Bluthämoglobingehalt und Kalbfleischfarbe laut Farbmessgerät erhoben. Es lassen sich folgende für die Praxis relevante Aussagen ableiten.

(1) Anhand der Literatur und den Ergebnissen unserer Untersuchungen lässt sich bestätigen, dass die subjektiv **beurteilte Fleischfarbe mittels Farbskala durch den** Klassifizierer gut mit der objektiv beurteilten Fleischfarbe mittels **Farbmessgerät** übereinstimmt. Der L*-Wert der Farbmessung ist der entscheidende Parameter zur Beurteilung der Kalbfleischfarbe. (2) Zwischen **Bluthämoglobingehalt** bei der Schlachtung und Kalbfleischfarbe besteht ein Zusammenhang. Höhere Hämoglobingehalte gehen mit dunklerer Kalbfleischfarbe einher. Es bleibt jedoch zu klären, inwieweit die Erhebung des Bluthämoglobingehalts zum Zeitpunkt der Schlachtung ein für österreichische Verhältnisse praxistauglicher Indikator zur Beurteilung der Kalbfleischfarbe ist.

(3) Ein höheres **Schlachtalter** führt zu einer signifikant dunkleren Fleischfarbe. Die Unterschiede waren zahlenmäßig allerdings eher gering, weshalb nicht definitiv bestätigt werden kann, dass die von den meisten Kälber-Vermarktungsorganisationen umgesetzte Schlachtalter-Obergrenze von 4 Monaten notwendig ist, um einer dunklen Fleischfarbe entgegenzuwirken. (4) Nach unseren Auswertungen war der Einfluss des **Schlachtgewichtes** nicht eindeutig. In unseren bisherigen Auswertungen konnte weder bestätigt noch widerlegt werden, dass durch eine Schlachtgewichts-Obergrenze von 120 kg eine dunkle Kalbfleischfarbe verhindert werden kann. (5) Anhand der Datenauswertungen konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen **Fleischklasse, Fettklasse** oder **Nettozunahmen** und Fleischfarbe festgestellt werden.

(6) Die in Schweizer Untersuchungen gefundene dunklere Kalbfleischfarbe **weiblicher** Kälber, konnte nicht bestätigt werden. (7) Zum Einfluss der **Rasse** gibt die Literatur kein einheitliches Bild. Die von uns erhobenen Daten konnten aufgrund der Vielzahl an Rassen nicht ausgewertet werden.

(8) Die **Beifütterung** (Heu, Stroh...) der Kälber hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Eisenversorgung des Kalbes und somit auf die Kalbfleischfarbe. Mastkälber aus Mutterkuhherden zeigten eine dunklere Kalbfleischfarbe als Kälber die von Eimer getränkt werden. (9) Das Anbieten von **Milch** zur freien Aufnahme (Milchtränkeautomat) dürfte sich positiv auf die Kalbfleischfarbe auswirken. (10) Der Einsatz von **Getreide/Krafftutter** führt – zumindest im Vergleich zur reinen Milchmast ohne Beifutter – zu einer dunkleren Kalbfleischfarbe.

(11) Zwischen **Schlachtung und Zerlegung** treten bei Kalbfleisch geringfügige Farbveränderungen auf, die allerdings vom Konsumenten nicht wahrnehmbar sein dürften. (12) Nicht alle **Teilstücke/Muskeln** eines Kalbes haben die gleiche Fleischfarbe. Fleisch des Brustanschnitts, also dort, wo die Fleischfarbe routinemäßig gemessen wird, ist dunkler als Fleisch der wertvollen Teilstücke Karree und Schlögel.

Summary

In the present study, a detailed literature study on the influence factors on calf meat colour was undertaken and three datasets (BioVermarktung, Tauernfleisch I, Tauernfleisch II) were statistically analysed. Datasets BioVermarktung und Tauernfleisch I were provided from cooperation partners, blood haemoglobin content and meat colour of dataset Tauernfleisch II were recorded by staff of AREC Raumberg-Gumpenstein. The following practical recommendations can be given:

(1) According to the literature and the results of our analyses it is confirmed that subjectively (colour scale) and objectively measured veal colour (colour instrument) are highly correlated. The L*-value of the colour instrument is the critical parameter for assessing veal colour. Between blood haemoglobin content at slaughter and veal colour a connection exists. Higher haemoglobin contents imply darker veal meat. However, it has to be clarified if recording the blood haemoglobin content at Austrian slaughter line is a practicable indicator for assessing veal colour.

(3) Veal of older calves has a significantly darker meat colour. However, differences were numerically moderate. Hence, it cannot be definitely confirmed that a maximum slaughter age of 4 months – defined by most Austrian meat companies – is necessary to prevent dark veal colour. (4) According to our data analyses the impact of slaughter weight was not clear. According to our analyses it can be neither disproven nor proven that a maximum slaughter weight of 120 kg – defined by most Austrian meat companies– can prevent dark veal meat. (5) In the present study, no impact of conformation and fatness score on veal colour was observed.

(6) The results of Swiss studies that female calves have a darker veal colour than male calves could not be confirmed in our data analyses.

(7) Literature is inconsistent regarding the impact of breed on veal colour. Our data recordings could not be analysed due to the multiplicity of breeds.

(8) Feed supplements (hay, straw,...) have a major impact on iron supply of calves and on veal colour. Calves fattened in suckler cow herds had a darker veal colour compared to calves fattened with milk bucket. (9) Ad libitum allowance of milk (milk feeder) seem to have a positive effect on veal colour. (10) Grain/concentrates as feed supplements lead – at least in contrast to milk calf fattening without supplements – to darker veal.

(11) Between slaughter and carcass cutting slight discolouration occurs, however, it does not seem to be noticed by consumers. (12) Not all muscles/carcass sections of veal carcasses have the same colour. Meat from the breast section (M. rectus abdominis; veal colour is routinely measured here) is darker as compared to the valuable sections striploin and round.

1 Einleitung und Fragestellung

In Österreich sind die Kälberschlachtungen von 102.000 Stück im Jahr 2003 auf 81.000 im Jahr 2008 und wiederum auf 69.000 im Jahr 2013 gesunken. Der Kalbfleischanfall ist seit 1990 von rund 17.000 Tonnen auf ca. 7,1 Tonnen im Jahr 2013 zurückgegangen. Dies entspricht nur mehr rund 0,7 % des gesamten österreichischen Fleischanfalls (Statistik Austria 2014). Laut Aussagen österreichischer Experten ist der österreichische Kalbfleischmarkt in den letzten Jahren fast vollständig zusammengebrochen. Kalbfleisch ist in Österreich ein Nischenprodukt, das laut Umfragen der Roll-AMA von 80 % der Konsumenten selten bis nie gegessen wird (Rollama 2012). Wenngleich die Nachfrage nach Kalbfleisch in Österreich gering ist, wurde 2013 dennoch Kalbfleisch im Ausmaß von 57.000 Stück importiert (Pistrich 2014).

Von Seiten der Praxis (Landwirte, Berater, Schlachthöfe) wurde in den Jahren 2008/2009 gehäuft das Problem genannt, dass Kälber, die mit Vollmilch und Ergänzungsfuttermitteln wie Kraftfutter, Heu und Stroh gefüttert werden (meist Biobetriebe oder kleine Betriebe, die jährlich ein paar Kälber mästen), häufig eine zu dunkle Fleischfarbe zeigen. Bei Kälbern, die auf spezialisierten Betrieben mit Milchaustauscher (MAT) gefüttert werden, tritt das Problem einer zu dunklen Kalbfleischfarbe laut Praxisaussagen nicht/kaum auf.

Der Konsument erwartet bei Kalbfleisch eine helle Farbe, da er helles Fleisch mit jungen Rindern in Verbindung bringt. Nur wenn Kalbfleisch hell ist (und sich somit deutlich vom dunkleren Fleisch älterer Rinder unterscheidet), ist er bereit, Kalbfleisch zu kaufen und dafür auch mehr zu bezahlen als für Fleisch anderer Rinderkategorien. Bestrebungen dem Konsumenten dunkleres Kalbfleisch zu verkaufen, haben sich bislang nicht durchgesetzt (z.B. Pilotprojekt „Kalbfleisch rose“, das von Zurück zum Ursprung 2012 in ausgewählten Hoferfilialen verkauft wurde). In der Schweiz wird seit 2008 erfolgreich von der Produzentenvereinigung „Mutterkuh Schweiz“ unter der Marke „Natura Veal“ rosa Kalbfleisch in der Supermarktkette COOP verkauft (Leuenberger 2009, Moos-Nüssli 2009, Morel und Chassot 2010a und 2010b).

Der Druck von Seiten des Handels auf die Kälbermäster Kalbfleisch mit heller Fleischfarbe zu erzeugen, nimmt zu. So gibt es bei Kälbern mit der Fleischfarbe 5 (Beurteilung durch Klassifizierer anhand einer 8-teiligen Farbskala (1=hell, 8=dunkel)) für den Landwirt beachtliche Preisabzüge und das Kalbfleisch wird nicht mehr im Rahmen von Markenprogrammen vermarktet.

Hinsichtlich Einflussfaktoren auf die Kalbfleischfarbe herrscht in der Praxis nach wie vor große Verunsicherung. Mehrere Studien belegen, dass die Fleischfarbe, der Bluthämoglobingehalt und die Eisenversorgung durch das Futter eng korrelieren. Eine ausreichende Eisenversorgung ist für die Gesundheit der Kälber essentiell; bezüglich Rohfaser- und Bluthämoglobingehalt schreiben die Kälberhaltungsrichtlinie (2008/119/EG) explizit Werte vor (faseriges Raufutter ab der zweiten Lebenswoche, das für 8 bis 20 Wochen alte Kälber von 50 g auf 250 g erhöht wird; durchschnittlich 4,5 mmol Hämoglobin (Hb)/l Blut (=7,25 mg Hb/dl Blut)). An dieser Stelle soll nochmals darauf hingewiesen werden, dass auch jene Bio-Kälber, die eine helle Fleischfarbe haben, oberhalb dieser Hb-Grenzwerte liegen und somit weit ab von einem anämischen Gesundheitszustand sind.

Hier kann sich der kritische Leser die Frage stellen, ob sich „so viel Wirbel“ wegen so weniger Tiere überhaupt lohnt. Dem kann entgegengehalten werden, dass die Produktqualität von Kalbfleisch in den derzeitigen Ernährungstrend passt und die Kälbermast für Grünland- und Bergbetriebe bzw. auch für spezialisierte Kälbermastbetriebe eine Chance sein kann, diese Produktionsnische zu besetzen und den Kalbfleischmarkt nicht ganz den ausländischen Anbietern zu überlassen.

Die Einflussfaktoren, die zu einer dunklen Fleischfarbe führen, scheinen komplex zu sein. Da sich auch in international durchgeführten Studien keine endgültige Lösung zu diesem Problem findet, bestand hier Handlungsbedarf. Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde eine umfassende Literaturrecherche zum Thema Kalbfleischfarbe durchgeführt sowie im Feld erhobenen Datensätze ausgewertet.

Im vorliegenden Bericht wird zuerst die vorhandene Literatur kurz vorgestellt (Kapitel 2: Literaturübersicht Kalbfleischfarbe). Im Kapitel 4 „Ergebnisse und Diskussion“ werden die Ergebnisse der Felddaten-Erhebungen beschrieben und mit relevanten, bereits im Kapitel 2 angeführten Publikationen diskutiert.

2 Literaturübersicht Kalbfleischfarbe

In der wissenschaftlicher sowie Fach-Literatur wird Kalb und Kalbfleisch je nach Land und Publikation unterschiedlich in Bezug auf Schlachtagter, Schlachtgewicht und Fütterung definiert (Ngapo und Garipey 2006).

Grundlagen zur Fleischfarbe

Die Fleischfarbe wird von zwei Pigmenten beeinflusst, dem Myoglobin (Muskelfarbstoff, der vor allem dem Sauerstofftransport dient) und dem Hämoglobin (Blutfarbstoff, der zum Sauerstofftransport im Blut dient) sowie wasserbedingten Reflexionen an der Fleischoberfläche. Das Hämoglobin macht nur circa 5 % der muskeleigenen Pigmente aus und ist nur bei unvollständigem Entbluten von größerer Bedeutung für die Fleischfarbe. Beim Myoglobin werden je nach Oxidationszustand drei Arten unterschieden: das sauerstofffreie hellrote Myoglobin, das mit Sauerstoff gebundene Oxymyoglobin und das bei längerer Sauerstoffexposition auftretende braune Metmyoglobin. Metmyoglobin entsteht also durch Änderung der Sauerstoffverfügbarkeit oder pH-Wert-Änderung. Generell haben die Muskulatur älterer und männlicher Tiere sowie stark beanspruchte Muskeln höhere Myoglobingehalte (Kühne 2004). Bei 0 % Metmyoglobin ist Fleisch intensiv rot, bei 50-60 % Metmyoglobin wird das Fleisch bräunlich rot und ab 60-70 % Metmyoglobin wird das Fleisch braun. Bei zunehmender Lagerdauer ändert sich besonders an Schnittflächen von unverpacktem Fleisch die Farbe aufgrund der oxidativen Bildung von Metmyoglobin (Chatelain et al. 2007).

Beurteilung der Fleischfarbe

Die Kalbfleischfarbe wird in Österreich routinemäßig am Schlachthof ca. 45 Minuten nach der Schlachtung am Brustanschnitt (*M. rectus abdominis*) anhand einer 8-teiligen Farbskala beurteilt. Neben der subjektiven Beurteilung hat sich für wissenschaftliche Fragestellungen das CIELAB-Farbsystem (auch L*a*b*-Farbsystem genannt) durchgesetzt. Der L*-Wert beschreibt die Fleischhelligkeit (Skala von 0-100, 0 schwarz, 100 weiß). In Garipey et al. (1998) ist festgehalten, dass nach dem kanadischen Kalbfleisch-Beurteilungssystem L*-Werte > 50 der ersten (=hellsten) von vier Farbklassen entsprechen. Freudenreich (1980) definiert prinzipiell für Kalbfleisch eine Helligkeit gemäß Hunter (L*) bzw. Chromameter (Minolta) von $L^* \geq 42$. Scheeder et al. (1999) maßen die 5-teilige niederländischen IVO-DLO-Farbstandards (Farbkarte) für Kalbfleisch mit einem Chroma-Meter-Cr-300. Die Farbklasse 3 entsprach einem L*-Wert von 50, die Farbklasse 4 von 45 und die Farbklasse 5 von 40 (es zeigt sich also, dass sich zwischen 2 Farbklassen der L*-Wert um 5 Einheiten verringerte). Der a*-Wert beschreibt den Rot-grüntön (-60 bis +60, Pluswerte beschreiben den Rotton, Minuswerte den Grünton) und der b*-Wert den Gelb-blautön (Pluswerte beschreiben den Gelbtön, Minuswerte den Blautön). Mehrere Studien belegen, dass subjektive und objektive Farbbeurteilung eng zusammenhängen (Korrelationskoeffizient zwischen 0,60 und 0,80 auf einer Skala von 0-1) (Egger 1991, Eikelenboom et al. 1988, Klont et al. 1999, Lagoda et al. 2002). Vandoni et al. (2009) entwickelten anhand von 6700 Kälberschlachtkörpern eine Formel, die anhand der L*-, a*-, und b*-Werte mit 80 % Wahrscheinlichkeit die Kalbfleischfarbe richtig bewertet.

Fleischfarbe und Eisenversorgung

Die Fleischfarbe bei der Schlachtung ist eng mit der Eisenversorgung und dem Bluthämoglobingehalt (Blut-Hb-Gehalt) des Kalbes bei der Geburt und während der Mast korreliert. Eisen wird für die Hämoglobin- und Myoglobin-Synthese sowie für die Bildung von körpereigenen Proteinen und Enzymen verwendet und in Leber, Milz und Knochenmark gespeichert (Chatelein et al. 2007).

Der Zusammenhang zwischen Eisen im Futter und Blut-Hb-Gehalt ist allerdings nicht immer eng (Boehncke und Gropp 1979), da Kälber zum Zeitpunkt der Geburt unterschiedliche Eisenvorräte in der Leber haben, je nach Futtermittel das enthaltende Eisen unterschiedlich gut verfügbar ist und die Eisenresorption im Duodenum (Zwölffingerdarm) unterschiedlich hoch ist.

Vollmilch hat einen sehr niedrigen Eisengehalt von nur 3,5-4,0 mg Eisen (Fe) /kg TM (Trockenmasse) – aber eine hohe Eisenverfügbarkeit (1 Liter Vollmilch Frischmasse enthält rund 0,5 mg Fe). Heu (schlecht verfügbare Eisenquelle) enthält Fe-Gehalte von durchschnittlich 150-500 mg/kg TM und Stroh von 130-

450 mg Fe /kg TM. Getreide hat Eisengehalte zwischen 30 und 60 mg/kg TM. Laut EU-Kälberhaltungsrichtlinie (2008/119/EG) muss die Futtermischung von Kälbern ab der zweiten Lebenswoche täglich Raufutter enthalten, das von der 8. bis 20. Lebenswoche von 50 auf 250 g Raufutter erhöht werden muss. Für Kälber über 20 Wochen gibt es keine Vorschriften.

Nach Steinwigger et al. (2006) sollte zu Mastbeginn zumindest eine Eisenkonzentration von 40 mg/kg Futter-TM und zu Mastende von 30 mg Fe /kg Futter-TM gewährleistet werden. Eisengehalte von mehr als 50 mg/kg TM in den letzten 4 Wochen vor der Schlachtung können laut Steinwigger et al. (2006) negative Auswirkungen auf die Fleischfarbe haben. Laut Boehncke und Gropp (1979) wird der Myoglobingehalt der Skelettmuskulatur erst ab einem Eisengehalt von 50 bis 100 mg/kg Futter beeinflusst. Nach Burgstaller et al. (1979) ist bei der Kälbermast mit Milchaustauscher (MAT) eine Eisenversorgung zwischen 40 und 70 mg Fe /kg MAT ausreichend.

Fischer et al. (1979) mästeten Kälber mit Milchaustauscher (MAT), der 10, 40, 70 bzw. 100 mg Fe /kg TM enthielt. Bereits 40 mg Fe /kg TM im MAT waren mit einer Abnahme der Fleischhelligkeit verbunden.

Mehrere Versuche befassten sich mit sinkenden Eisenergänzungen im Laufe der Mast, um somit eine zu dunkle Kalbfleischfarbe zu verhindern (Kirchgessner et al. 1974, Knaus et al. 1997). Miltenburg et al. (1992) mästeten Kälber mit unterschiedlichen Eisengehalten im MAT (60, 100, 150 mg Fe /kg TM) bis zur 8. Mastwoche und danach einheitlich mit MAT ohne Eisenergänzung. Die Fleischfarbe wurde an 3 verschiedenen Muskeln beurteilt. Weder die subjektive Farbbeurteilung noch die objektive Messung der Farbhelligkeit wurden negativ beeinflusst.

Tab. 1: Rationsbeispiele Mastkälber

Mastkalb (1)	Eisen (Fe) Gehalt	
12 l Vollmilch, 0,5 kg Heu+Stroh		
1 kg (l) Vollmilch TM	4 mg Fe	
1 Liter Vollmilch FM.....13 % TM	0,5 mg Fe	
12 l Vollmilch FM (1,56 kg TM)	6 mg Fe	
1 kg Heu, Stroh TM	ca. 250 mg Fe	
0,5 kg Heu, und Stroh TM	125 mg Fe	
Futteraufnahme 2 kg TM	131 mg Fe /Tier und Tag	65 mg Fe /kg TM
Mastkalb (2)	Eisen (Fe) Gehalt	
14 l Vollmilch, 0,2 kg Heu+Stroh		
14 l Vollmilch FM (1,82 kg TM)	7 mg Fe	
0,2 kg Heu+Stroh TM	50 mg Fe	
Futteraufnahme 2 kg TM	57 mg Fe /Tier und Tag	28,5 mg Fe /kg TM

* FM..... Frischmasse, TM..... Trockenmasse

Fleischfarbe und Hämoglobingehalt

Ein häufig verwendeter und gut geeigneter Indikator für die Eisenversorgung des Kalbes ist der Blut-Hämoglobin-(Hb)-Gehalt, da Eisen (und Kupfer) wichtige Bestandteile der Hämoglobin-Synthese sind. Bei keiner bzw. geringer Eisenergänzung sinkt der Blut-Hb-Gehalt von der Geburt bis zur Schlachtung deutlich ab. Bei gut mit Eisen versorgten Kälbern liegt der Hb-Gehalt zwischen 12 und 16 g/dl Blut (Boehncke und Gropp 1979). Welchman et al. (1988) geben Hb-Gehalte zwischen 10,2 und 14,6 g/dl Blut (Mittelwert 12,4 g) an. Die EU-Kälberhaltungsrichtlinie (2008/119/EG) schreibt vor, dass ein durchschnittlicher Hb-Gehalt von 7,25 g/dl Blut (=4,5 mmol/l Blut; Umrechnungsfaktor: 1 mmol/l entspricht 1,61 g/dl) während der Mast gewährleistet sein muss, um einen anämischen Gesundheitszustand vorzubeugen. Welchman et al. (1988) geben als Grenzwert einer Eisenanämie einen Hb-Gehalt von 9 g/dl Blut bei einem Alter von 16-20 Wochen an. Völker et al. (1996) geben einen Referenzwert von > 8,8 g Hb /dl Blut an. Der Hämatokrit-Wert ist ein zweiter Wert zur Beurteilung von

Eisenversorgung und Kalbfleischfarbe, wird jedoch in wissenschaftlichen Publikationen eher selten angeführt.

Nach Egger (1995) ist bereits der Blut-Hb-Gehalt zu Mastbeginn ein aussagekräftiger Indikator für die Fleischfarbe des Schlachtkörpers. Der Blut-Hb-Gehalt zum Zeitpunkt der Geburt schwankt tierindividuell sehr stark. Laut Egger (1991) darf bei einer Eisenzufuhr von 50 mg/kg TM der Blut-Hb-Gehalt zu Mastbeginn (ca. 65 kg Lebendgewicht) maximal 8 g/dl sein, da ansonsten 80 % der Kälber bezüglich Farbe deklassiert werden. Dufey (1991) zeigte, dass Kälber die vor der Schlachtung Blut-Hb-Werte > 12 g/dl hatten, auf einer 4-stufigen (1=hell, 4=rot) Farbskala mit durchschnittlich 3,25 beurteilt wurden.

Morel (1996) mästeten 224 Kälber auf Tiefstreu mit Vollmilch und Ergänzungsmilchpulver, so dass während der gesamten Mast ein Eisengehalt von 21 mg/kg TM gewährleistet war. Kälber, die in der 4. bis 5. Lebenswoche Blut-Hb-Gehalte von < 8 g/dl aufwiesen und bei der Schlachtung Hb-Gehalte um 7,5 g/dl, zeigten zu 100 % helles Fleisch (3-stufige Skala: hell, rosa, rot). Kälber die mit 4-5 Wochen Hb-Gehalte zwischen 8 und 11,4 g/dl hatten und bei der Schlachtung um 8,1 g/dl zeigten zu 96 % helles Fleisch. Ein Drittel der Kälber, die zu Mastbeginn Hb-Gehalte > 11,4 g/dl zeigten und bei der Schlachtung durchschnittlich 9,3 g/dl, wurden als nicht hellfleischig klassifiziert. Der durchschnittliche Blut-Hb-Gehalt aller 224 Kälber lag bei der Schlachtung bei 8,6 g/dl und 17 % der Kälber wurden als nicht hellfleischig klassifiziert. Demnach steigt das Risiko von rotfleischigem Kalbfleisch bei höheren Blut-Hb-Gehalten (und höherer Eisenversorgung); nichts desto trotz zeigt ein Teil dieser Kälber trotzdem helles Fleisch. In einem Versuch von Egger (1991) wurden männliche Fleckviehkälber auf Tiefstreu gemästet. Durch eine Erhöhung des Eisengehaltes in der Ration von 20 mg auf 50 mg /kg TM wurde der Blut-Hb-Gehalt zur Schlachtung signifikant erhöht (11,5 vs. 8,5 g Hb /dl Blut) und die Fleischfarbe signifikant dunkler (L*-Wert 46 vs. 40).

Wittek et al. (2014) erhoben den Blut-Hb-Gehalt von 84 in Tirol gehaltenen Mastkälbern, die großteils zwischen 4 und 6 Monate alt waren. 93 % der Mastkälber hatten einen Hb-Gehalt, der über dem gesetzlich geforderten Minimalwert von 4,5 mmol/l Blut (=7,25 g/dl) lag. Bei Anwendung des unteren physiologischen Grenzwertes von 6 mmol/l Blut (= 9,7 g/dl) befanden sich 82 % der Tiere oberhalb dieses Wertes.

Laut Boencke und Gropp (1979) ist der Eisen-Pool im Blutplasma vorwiegend für die Hb-Synthese, aber auch für den Aufbau von Myoglobin und eisenhaltigen Enzymen zuständig. Die Eisenkonzentration im Blutplasma wird durch tierindividuelle und tageszeitliche Schwankungen beeinflusst. Daher lässt sich die Eisenkonzentration im Blutplasma nur schlecht bestimmten Hb-Konzentrationen im Blut zuordnen.

Durchfälle führen laut Boencke und Gropp (1979) ebenfalls zu einem schnelleren Absinken der Blut-Hb-Werte während der Mast und somit unter Umständen zu einer helleren Kalbfleischfarbe (*Anmerkung: Kälberdurchfälle sollten unter allen Umständen vermieden werden*).

Einflussfaktoren auf die Kalbfleischfarbe

Tab. 2: Diskutierte Einflussfaktoren auf die Kalbfleischfarbe laut Literatur und Praxis

<p>Fütterung</p> <ul style="list-style-type: none"> Beifutter (Art, Menge, Vorlagehäufigkeit) Fütterung vor Schlachtung Milchbereitstellung (Art, Menge, Häufigkeit) Fütterung Mutterkuh Wasser (Menge, Mineralstoffgehalt) 	<p>Schlachtalter / Schlachtgewicht</p> <p>Zunahmen, Fleisch- u. Fettklasse</p> <p>Rasse</p> <p>Geschlecht</p> <p>Zukauf /eigene Kälber</p>
<p>Haltung</p> <ul style="list-style-type: none"> Einstreu (Art, Menge, Häufigkeit, Aufnahme) Stalleinrichtung (Eisen, Rost) Standort (Temperatur, Luft, Licht) Trennung Mast-/Aufzuchtkälber 	<p>Rund um Schlachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> Transport (Art, Dauer, Kälberanzahl) Stress pH-Wert Nüchterung

Weide (Aktivität, Erde)	Fleischreifung, Lagerung, Verpackung
-------------------------	--------------------------------------

Geschlecht

Mehrere Studien belegen, dass weibliche Kälber eine dunklere Fleischfarbe als männliche Kälber haben (Freudenreich et al. 1980, Egger 1995, Morel 1996, Morel und Chassot 2010a und 2010b). Egger (1995) beobachtete bei weiblichen Kälbern zum Teil höhere Heuaufnahmen und eine dunklere Fleischfarbe als bei männlichen Tieren. Morel (1996) führt an, dass bei weiblichen Tieren – eventuell bedingt durch die höheren Heuaufnahmen – die Blut-Hb-Gehalte weiter streuen als bei männlichen Kälbern.

Rasse

Zum Einfluss der Rasse auf die Kalbfleischfarbe finden sich in der Literatur nur wenige Arbeiten. Steinwidder et al. (2001) mästeten Kälber der Rassen Fleckvieh, Holstein und Braunvieh, wobei Fleckvieh die dunkelste Fleischfarbe zeigte. Demgegenüber steht eine Datenauswertung von Weißensteiner et al. (2006) nach der Fleckvieh gegenüber den Rassen Pinzgauer und Holstein zumindest numerisch die hellste Fleischfarbe aufwies. Schnäckel et al. (2000) verglichen die Kalbfleischfarbe von Angus-, Limousin- und Hereford-Kälbern und beobachteten, dass der Vergleich der L^{*}-, a^{*}- und b^{*}-Werte keine signifikanten Unterschiede zeigte; bei Betrachtung der Gesamtfarbdifferenz zeigte Angus die dunkelste Farbe. Morel und Chassot (2010a und 2010b) schlachteten Angus x Charolais, (Red Holstein x Limousin) x Charolais und Limousin x Charolais Kälber im Alter von 5 Monaten, die aus Mutterkuhhaltung stammten. Bei den (Red Holstein x Limousin) x Charolais Kälbern wurden 43 % auf einer 2-teiligen Skala als rotfleischig eingestuft, bei den beiden anderen Kreuzungen waren es über 60 % der Kälber.

Schlachtalter, Schlachtgewicht, Fettklasse, Fleischklasse

Zum Einfluss der Mast- und Schlachtleistungsparameter auf die Kalbfleischfarbe zeigt die Literatur kein einheitliches Bild. Es finden sich kaum Studien, die den Einfluss von Schlachtgewicht bzw. Schlachtalter auf die Kalbfleischfarbe untersuchten. Steinwidder et al. (2001) konnten bei bis 110 bzw. 140 kg Schlachtkörpergewicht gemästeten männlichen Kälbern, die Vollmilch bzw. MAT verabreicht bekamen und zusätzlich Stroh aufnehmen konnten, keinen Einfluss auf die Fleischfarbe feststellen. Beauchemin et al. (1990) fanden in ihrer Studie, dass höhere Schlachtkörpergewichte (108 vs. 88 kg) mit dunklerer Kalbfleischfarbe einhergehen. Ngapo und Garipey (2006) fanden in ihrer Literaturübersicht eine Studie, die mit steigendem Schlachtkörpergewicht (80 bis 175 kg) eine dunklere Kalbfleischfarbe feststellte, eine andere Studie fand wiederum keinen Zusammenhang zwischen Fleischfarbe und Schlachtkörpergewicht (67 bis 148 kg).

Nach Eikelenboom et al. (1988) stehen Anfangsmastgewicht, Tageszunahmen, Futtermittelverwertung, Schlachtausbeute, Fleischansatz und Fettabdeckung nicht mit der (objektiv beurteilten) Kalbfleischfarbe in Zusammenhang. Freudenreich et al. (1980) beobachteten, dass höhere Handelsklassen und ein stärkerer Verfettungsgrad in Zusammenhang mit einer helleren Kalbfleischfarbe standen. Wilson et al. (1995) fanden keinen offensichtlichen Zusammenhang zwischen Blut-Hb-Werten und Mast- und Schlachtleistungsparametern (Lebendgewicht, Schlachtgewicht, Tageszunahmen). Sie beobachteten jedoch eine Tendenz, dass schwere Kälber und Kälber mit höheren Tageszunahmen eine hellere Fleischfarbe aufwiesen. Sie schlussfolgerten, dass es allerdings auch andere Faktoren (innerhalb eines Betriebs und zwischen Betrieben) geben dürfte, die die Fleischfarbe beeinflussen. In Boehncke und Gropp (1979) ist zu lesen, dass bei hohen Tageszunahmen und gleicher Eisenaufnahme weniger Hb gebildet werden kann. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass (zumindest in der Tendenz) sich gut entwickelnde Kälber helleres Fleisch haben.

Ergänzungsfuttermittel – Kraftfutter

In der Literatur ist mehrfach belegt, dass der Einsatz von Getreide bei (Milch-)Mastkälbern zu höheren Blut-Hb-Gehalten und einer dunkleren Fleischfarbe führten (Beauchemin et al. 1990, Garipey et al. 1998, Cozzi et al. 2002). So fanden Garipey et al. (1998) beim Füttern von MAT, MAT und Getreide bzw. nur Getreide (ab der 5. Lebendwoche) deutliche Unterschiede in den L^{*}- und a^{*}-Werten des Fleisches, nicht jedoch in den b^{*}-Werten. Bei Cozzi et al. (2002) führte das Füttern von 250 g Trockenschnitzel (220 mg Fe /kg TM) pro Tier und Tag zu signifikant höheren Blut-Hb-Werten und dunklerem Kalbfleisch im

Vergleich zum Füttern von MAT bzw. MAT und Weizenstroh. Die Unterschiede sind laut Cozzi et al. (2002) auf die bessere Bioverfügbarkeit von Fe in Trockenschnitzel im Vergleich zu Stroh zurückzuführen.

Xiccato et al. (2002) konnten jedoch beim Vergleich der Kälbermast mit MAT bzw. MAT und Mais (von 30 g Mais in der ersten Woche ansteigend bis 500 g Mais pro Tier und Tag ab der 14. Lebenswoche) keinen Einfluss auf die Fleischfarbe feststellen. Obwohl bei den mit MAT und Mais gefütterten Kälbern die Fe-Aufnahme deutlich höher war, dürften die nicht vorhandenen Unterschiede auf die schlechte Fe-Verfügbarkeit von Mais zurückzuführen sein. Ngapo und Garipey (2006) führen in ihrer Übersichtsarbeit ebenfalls an, dass sich der Einsatz von Mais günstig im Hinblick auf eine hellere Fleischfarbe auswirkt. Prevedello et al. (2009) fütterten Mastkälbern zusätzlich zum Milchaustauscher entweder Mais (Fe-Gehalt 33 ppm TM) oder eine Mischung aus Mais, Johannisbrotmehl Stroh und Sojabohnen (100 ppm TM) und konnten trotz höherer Futtermittelaufnahme und höherer Blut-Hb-Gehalte der mit der Mais-Mischung gefütterten Kälber keinen Einfluss auf die Kalbfleischfarbe (Farbskala und L*-Wert) feststellen.

Beauchemin et al. (1990) konnten beim Verfüttern von MAT und Gerste bzw. MAT und Mais keine Unterschiede in der Fleischfarbe und den Blut-Hb-Gehalten feststellen.

Scheeder et al. (1999) fütterten Mastkälber entweder mit MAT oder mit Maissilage und Kraftfutter und fanden bei den mit Maissilage und Kraftfutter gemästeten Kälbern eine signifikant dunklere Fleischfarbe. Der Blut-Hb-Gehalt 3 Tage vor der Schlachtung zeigte keine Abhängigkeit von der Fütterung und kaum Beziehungen zur Kalbfleischfarbe.

Ergänzungsfuttermittel – Raufutter (Heu, Stroh, Silage, Weide)

Es ist allgemein bekannt, dass durch die Vorlage von Raufutter die Blut-Hb-Gehalte ansteigen und die Kalbfleischfarbe dunkler wird (siehe auch Kapitel 2 – Unterkapitel „Fleischfarbe und Eisenversorgung“ und „Fleischfarbe und Hämoglobingehalt“). In der Literatur finden sich jedoch auch ein paar Arbeiten, wo Raufutter nicht zu einer dunkleren Fleischfarbe führte. Bei Cozzi et al. (2002) zeigten sich zwischen dem Füttern von MAT und 200 g Weizenstroh (Trockenmassebasis) pro Tier und Tag bzw. nur MAT keine signifikanten Unterschiede in der Fleischfarbe und im Blut-Hb-Gehalt.

Egger und Bourgeois (1993) mästeten 100 männliche Fleckviehkälber mit MAT (Kontrollgruppen) und unterschiedlichen Heuqualitäten (Versuch I) bzw. mit unterschiedlichen Mengen an MAT bei ad libitum Heuaufnahme (Versuch II). Der MAT enthielt 20 mg Fe /kg TM. Zwischen den Gruppen wurden keine signifikanten Unterschiede in der Fleischfarbe beobachtet. In der Tendenz wurde ab einem Eisengehalt von 55 mg Fe /kg TM (ca. 0,3 kg Heu-Aufnahme pro Tag) die Fleischfarbe dunkler.

Welchman et al. (1988) fütterten 170 Kälber in 5 verschiedenen Systemen: (I) System I: 2-mal tägliche MAT-Eimer-Fütterung, einstreulose Haltung, männliche Kälber; (II) System II: 2-mal tägliche MAT-Eimer-Fütterung und Beifutter, einstreulose Haltung, männlich; (III) System III: 2-mal tägliche MAT-Eimer-Fütterung, Haltung auf Stroh, männlich; (IV) System IV: MAT über (ad libitum und restriktiven) Selbsttränker, Haltung auf Stroh, weiblich; (V) System V: MAT über restriktiven Selbsttränker und Beifutter, Haltung auf Stroh, weiblich. Die Blut-Hb-Werte lagen zu Versuchsbeginn (1. Lebenswoche) in den Systemen I-V bei 11,5, 12,2, 12,5, 12,5 bzw. 12,7 g/dl Blut und zur Schlachtung bei 7,8, 9,7, 9,0, 9,2 und 12,4 g/dl Blut. Auffallend ist der hohe Blut-Hb-Gehalt der Kälber aus System V. Im Vergleich hierzu lag der Blut-Hb-Gehalt von Kälbern, die bis zur 6. Lebenswoche mit MAT und danach nur mit Kraftfutter (400 mg Fe/kg TM) und Heu gefüttert wurden (ohne MAT) in der ersten Lebenswoche bei 13,1 g/dl und in der 19. Lebenswoche bei 12,7 g/dl. Die Kalbfleischfarbe wurde in diesem Versuch nicht untersucht.

Nach den Ergebnissen von Egger und Bourgeois (1993) wird bei ad libitum MAT-Fütterung am Tränkeautomaten, selbst bei Vorlage von eisenreichem Heu sehr guter Qualität, die Fleischfarbe nicht negativ beeinflusst. Egger (1991) beobachtete, dass bei einer gegenüber der Kontrollgruppe um 10 % reduzierten Milchverabreichung, die Heuaufnahme deutlich ansteigt und die Fleischfarbe dunkler wird. Nach Ergebnissen von Morel (2000) nehmen Kälber am Tränkeautomaten gegenüber der Eimertränke deutlich weniger Milch und mehr Getreide auf (*Anmerkung: hier könnte es natürlich auch sein, dass die Kälber den Tränkeautomaten nicht gut annehmen und daher die Beifutteraufnahme anstieg*). Auch in einem Versuch von Steinwider (2008) nahmen Mastkälber, die mit ad libitum Joghurt-Tränke gefüttert wurden pro Tier und Tag durchschnittlich 0,3 kg Heu (0,2 kg zu Mastbeginn und 0,6 kg zu Mastende)

auf. Bei Blut-Hb-Gehalten von durchschnittlich 9 mg /dl Blut konnte kein negativer Einfluss auf die Fleischfarbe festgestellt werden.

Miotello et al. (2009) schlachteten jeweils 15 durchschnittlich 6 Monate alte Kälber, die entweder auf einem konventionell bzw. biologisch produzierenden Betrieb gemästet wurden. Die konventionellen Kälber wurden mit MAT und Raufutter gemäß EU-Richtlinien gefüttert, die Bio-Kälber wurden auf der Weide gemeinsam mit ihren Mutterkühen gemästet. Die Bio-Kälber (durchschnittliches Schlachtkörpergewicht von 145 kg) hatten signifikant dunkleres Kalbfleisch als die konventionellen Kälber (155 kg Schlachtkörpergewicht) (L*-Wert 33 vs. 43).

Nach Egger (1995) – auch wenn wissenschaftlich fundierte Untersuchungen fehlen – könnte Stroh (Einstreu bzw. Raufe) eine genauso passende Rohfaserquelle wie Heu sein und mit weniger Risiken behaftet sein. Steinwigger et al. (2001) mästeten 120 männliche Kälber mit Vollmilch bzw. MAT (höherer Eisengehalt als Vollmilch) und konnten keinen Einfluss auf die (objektiv gemessene) Fleischfarbe feststellen. Steinwigger et al. (2006) schlagen vor, bei Kälbermast mit Mutterkühen die Kälber zeitlich (während den Fütterungszeiten) von den Mutterkühen zu trennen, um eine zu hohe Beifutteraufnahme zu verhindern. Die Zulage von Kupfer dürfte keinen Einfluss auf die Kalbfleischfarbe haben (Egger 1991).

Transportdistanz, Nüchterung, Stress, pH-Wert, Temperatur, Jahreszeit

Nach einem Versuch von Klont et al. (1999) haben post mortem pH-Wert und Temperatur (sofern im Normbereich) wenig Einfluss auf die Fleischfarbe. In Klont et al. (1999) und Klont et al. (2000) ist zu lesen, dass eine bessere Konformation (höhere Fleischkasse) zu einer langsameren Fleischdurchkühlung und zu einem schnelleren pH-Abfall führen (*Anmerkung: hier könnte auch der Fleischfehler DFD vorgelegen haben, der zu dunklerem Fleisch führt*). Nach Klont et al. (2000) bewirkt ein langsamer pH-Abfall (> 6,7 drei Stunden post mortem) dunkleres Kalbfleisch. Die dunklere Kalbfleischfarbe bei langsamen pH-Abfall konnte im Vergleich zu einem schnellem pH-Abfall auch 1, 2, 3, 4, 7 und 10 Tage post mortem beobachtet werden (*Anmerkung: ähnliche ante mortem Blut-Hb-Gehalte*).

Van de Water (2003) beobachteten bei längerer Nüchterung eine dunklere Kalbfleischfarbe, was auf die Entleerung der Energiereserven und das Auftreten des Fleischfehlers DFD zurückzuführen sein dürfte. Fernandez et al. (1996) fanden bei 1- vs. 11-stündiger Transportdauer und 1- vs. 11-stündiger Nüchterungsdauer keinen Einfluss auf die objektive Fleischfarbe und den pH-Wert.

Ngapo und Garipey (2006) beschreiben in ihrer Literaturübersicht zwei Arbeiten. In der ersten, über 2 Jahre laufenden Studie wurde kein Einfluss der Jahreszeit auf die Kalbfleischfarbe festgestellt. In der anderen, niederländischen Studie, in der Kälber zwischen Juni und September geschlachtet wurden, wurde jedoch im Juli und August eine dunklere Kalbfleischfarbe beobachtet, wobei keine Erklärung für diesen Unterschied gefunden werden konnte.

Einzel- vs. Gruppenhaltung

Gemäß der EU-Kälberhaltungsrichtlinie (2008/109/EG) müssen über 8 Wochen alte Kälber in Gruppen gehalten werden. Nach biologischen Richtlinien wirtschaftende Betriebe müssen ihre Kälber ab der 2. Lebenswoche in Gruppen halten. Xiccato et al. (2002) mästeten 80 männliche Holsteinkälber in Gruppen- bzw. Einzelhaltung und konnten keinen Einfluss auf die Fleischfarbe feststellen. Maatje et al. (1989) mästeten Kälber in Einzelhaltung (2-malige Fütterung pro Tag) versus Gruppenhaltung (4-malige Fütterung pro Tag) mit MAT und 300 g Strohpellets. Die Tiere der Gruppenhaltung zeigten eine hellere Fleischfarbe und niedrigere Blut-Hb-Gehalte im Vergleich zur Einzelhaltung, wofür der Autor keine Erklärung fand (*Anmerkung: 2-malige vs. 4-malige Futtevorlage; meine These: bei ad libitum Milchvorgabe sinkt Beifutteraufnahme und somit Risiko einer dunklen Fleischfarbe*). Andrighetto et al. (1999) mästeten männliche Kälber mit MAT, entweder in Einzelhaltung (angebunden) bzw. Gruppenhaltung (ohne Einstreu auf Spaltenboden). Die Kälber in Gruppenhaltung hatten höhere Blut-Hb-Gehalte bei der Schlachtung und eine dunklere Fleischfarbe. Ein Versuch von Lensink et al. (2001) zeigt, dass Kälber, die von Betrieben stammen, die den Kälbern eine positive ‚Behavior‘ entgegen bringen, eine signifikant hellere Fleischfarbe zeigen als Kälber, denen eine negative ‚Behavior‘ entgegen gebracht wird. Die Kälber-Schlachtkörper aus der positive-behavior-Gruppe hatten höhere Anfangs-pH-Werte und niedrigere End-pH-Werte. Die Unterschiede in der Fleischfarbe dürften daher auf

Unterschiede im Stressverhalten der Tiere vor der Schlachtung und die dadurch bedingten Unterschiede im pH-Wert zurückzuführen sein. Terosky et al. (1997) verglichen den Einfluss unterschiedlicher Einzelhaltungssysteme (unterschiedliche Boxenbreite, angebundene vs. nicht angebundene Kälber) und konnten einen Einfluss auf die Kalbfleischfarbe und den Blut-Hb-Gehalt feststellen.

Farbveränderungen nach der Schlachtung, Verpackung, Lagerung

Laut Hulsegge (2001) ist es durchaus möglich die Fleischfarbe bereits 45 min nach der Schlachtung zu messen und zu klassifizieren. Andere Autoren empfehlen wiederum erst nach Annäherung an den End-pH-Wert (nach mehreren Stunden) die Farbbeurteilung durchzuführen. Chatelain et al. (2007) fanden zwischen den Farbwerten 45 min und 24 Stunden post mortem nur eine geringe Korrelationen zwischen 0 und 0,3 (Skala von 0-1), was ihrer Meinung nach die Vorhersage der Farbe nach 24 Stunden aus den Farbwerten von 45 min fast unmöglich macht. Nach Freudenreich et al. (1980) wird Fleisch zwischen 0 und 6 Stunden nach der Schlachtung leicht dunkler und erst ab 6 Stunden post mortem beginnt eine Farbaufhellung. Das Hellerwerden des Fleisches (L^* -Wert steigt) ist auf Proteindegenerationen im Muskel zurückzuführen. Nach ihren Untersuchungen dürften Farbveränderungen 6 Tage post mortem abgeschlossen sein. Die Tatsache, dass es im Laufe der Kalbfleischreifung zu Farbveränderungen kommt, die wiederum nicht in allen Muskeln und Teilstücken gleich sind, wird auch von Ngapo und Garipey (2006) bestätigt.

Der Einfluss der Lagerung auf die Kalbfleischfarbe ist von der Verpackungs- bzw. Lagerungsart, dem Verpackungssystem sowie der Lagerungstemperatur abhängig (Ngapo und Garipey 2006). Ngapo und Garipey (2006) fassten eine Studie zusammen, nach der vakuumverpacktes Kalbfleisch, das 24 statt 48 Stunden nach der Schlachtung verpackt wurde, heller und farbstabiler war. Weiters fassten Ngapo und Garipey (2006) zusammen, dass Kalbfleisch, das bei 1°C anstatt bei 6°C gelagert wurde, eine besser Farbstabilität aufwies.

Miltenburg et al. (1992) beobachteten deutliche Unterschiede in den objektiv gemessenen Farbhelligkeitswerten zwischen unterschiedlichen Muskeln (*M. longissimus* (Rostbraten), *M. rectus abdominis* (Brustanschnitt) und *M. semimembranosus* (Schlängel)). Dies wird auch von Ngapo und Garipey (2006) im Rahmen einer Literaturübersicht zu den Einflussfaktoren auf die Kalbfleischfarbe bestätigt. Klont et al. (2000) konnten beim Füttern mit MAT ohne Beifütterung (200 männliche Mastkälber) keine Farbveränderung des *M. longissimus* 3, 4, 7 und 10 Tage post mortem feststellen. Beim Vergleich der Fleischfarbe 45 min, 24 h und 48 h nach der Schlachtung, wurde die Fleischfarbe heller, was auf die Eiweißdenaturierung zurückzuführen ist. Guignot et al. (1992) beobachteten, dass der Muskeltyp einen deutlichen Einfluss auf die Fleischfarbe und den pH-Abfall haben (Untersuchungen am *M. longissimus dorsi*, *M. psoas major*, *M. triceps brachii caput laterale*).

Nach Untersuchungen von Faustman et al. (1992) treten bei rotem Kalbfleisch Farbveränderungen eher auf als bei weißem Kalbfleisch: Ab vier Tagen nach der Schlachtung enthielt rotes Kalbfleisch deutlich mehr Metmyoglobin (grau-braune Färbung) als weißes Kalbfleisch.

Gemäß Garipey et al. (1998) steigt durch die Vakuumverpackung das Risiko des Auftretens von Oberflächen-Farbveränderungen.

3 Material und Methodik

Im vorliegenden Projekt wurden drei im Feld erhobene Datensätze (Daten BioVermarktung, Daten Tauernfleisch I, Daten Tauernfleisch II) ausgewertet.

Bei Kalbfleisch wird die Fleischfarbe – anders als bei allen anderen Rinderkategorien, bei denen die Fleischfarbe keinen Einfluss auf die Schlachtkörper-Bezahlung hat – am *M. rectus abdominis* (Brustanschnitt) mit Hilfe einer 8-teiligen Farbskala (Abb. 1) direkt am Schlachtband von einem geschulten Klassifizierer erhoben.

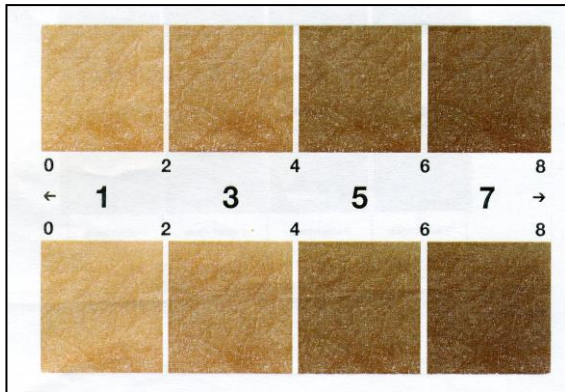


Abb. 1: Kalbfleisch-Farbkarte zur Farbbeurteilung



Farbklassifizierung am *M. rectus abdominis* (Foto Velik)

3.1. Daten BioVermarktung

Es wurden Daten der BioVermarktung HandelsGesmbH, 2093 Geras, NÖ zur Verfügung gestellt. Die Daten stammten aus dem Jahr 2008 und beinhalteten die Kälberschlachtungen aller jener Betriebe, die im Jahr 2008 mindestens 3 Kälber zur Schlachtung gebracht hatten. Es wurden 717 Datensätze zur Verfügung gestellt. Folgende Daten lagen vor: (1) Betriebsnummer, (2) Schlachthofname, (3) Schlachtalter (Geburts- und Schlachtdatum), (4) Schlachtgewicht, (5) Geschlecht, (6) Fettklasse, (7) Fleischklasse, (8) Milchverabreichung (Mutterkuh oder Eimertränke), (9) Fleischfarbe laut 8-teiliger Klassifizierungsskala, (10) Rasse. Die Datensätze mit einem Schlachtgewicht von < 80 kg wurden nicht ausgewertet. Somit standen für die Auswertung 677 Datensätze zur Verfügung.

3.2. Daten Tauernfleisch I

Vom Schlacht- und Zerlegebetrieb Tauernfleisch wurden 525 Datensätze von Kälberschlachtungen aus dem Jahr 2008 zur Verfügung gestellt. Bei diesen Kälberschlachtungen wurde jeweils während der Zerlegung eine Farbmessung an der Oberschale (Kaiserteil, *M. semimembranosus*) mit dem Farbmessgerät Chroma Meter CR 400 (8 mm Messbereich) der Fa. Konica Minolta gemacht. Weiters waren wie bei den BioVermarktungs-Daten, von den 525 Datensätzen Betriebsnummer, Schlachtalter, Schlachtgewicht, Geschlecht, Fettklasse, Fleischklasse, Fleischfarbe laut Klassifizierungsskala und Rasse bekannt. Informationen zur Milchverabreichung (Mutterkuh oder Eimertränke) standen nicht zur Verfügung.

3.3. Daten Tauernfleisch II

Von den Mitarbeitern des LFZ Raumberg-Gumpenstein wurden zwischen Mai und September 2009 bei drei Schlachterminen an insgesamt 194 Kälberschlachtkörpern, zusätzlich zu den im Kapitel „Daten Tauernfleisch I“ genannten Daten, folgende Parameter erhoben.

Datenerhebung bei der Schlachtung

Die Messungen erfolgten 0-45 Minuten post mortem am Schlachtband. Während des Entblutens wurde

pro Tier eine Blutprobe (9 ml K3E K3EDTA Röhrchen) zur Bestimmung des Hb-Gehalts gezogen. Die Blutproben wurden noch am gleichen Tag per Post an das LFZ Raumberg-Gumpenstein, Außenstelle Wels, versandt. Mit dem Gerät Chroma Meter CR 400 (siehe Kapitel Daten Tauernfleisch I) wurden am Brustanschnitt (*M. rectus abdominis*, kein frischer Anschnitt, ca. 10 min nach Schlachtung) je drei Messungen gemacht, aus denen dann der Mittelwert gebildet wurde. Unmittelbar nach den Farbmessungen erfolgte die Beurteilung von Fleischfarbe, Fett- und Fleischklasse durch einen geschulten Klassifizierer.

Datenerhebung bei der Zerlegung

Vierundzwanzig Stunden post mortem wurde mit dem Chroma Meter CR 400 die Fleischfarbe am Brustanschnitt (*M. rectus abdominis*), am Schlögel (*M. semimembranosus*) und am Rostbraten (*M. longissimus dorsi*, 6. Brustwirbel) gemessen. Bei Brust und Schlögel wurde unmittelbar vor der Messung ein frischer Anschnitt gemacht. Beim Rostbraten wurde kein frischer Anschnitt gemacht, sondern der Anschnitt verwendet, den die Schlachthof-Mitarbeiter 5-10 Minuten zuvor während der Schlachtkörper-Zerlegung gemacht hatten. Weiters wurde der pH-Wert im Rostbraten gemessen. Es wurde wieder von drei Messungen pro Teilstück der Mittelwert gebildet.



Farbmessung an Brust
Kalb) (Fotos Velik)



Schlögel



und Rostbraten (vom Rind, nicht

3.4. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS (Statistic Analysis System, Version 9.2, 2008). Als Signifikanzgrenze wurde für die Merkmale ein p-Wert von 0,05 gewählt. Für die Varianz- und Kovarianzanalyse wurde die Procedure GLM verwendet.

Das subjektiv beurteilte Merkmal Fleischfarbe (8-teilige Farbskala) der Daten BioVermarktung sowie Tauernfleisch I und II wurde auf Normalverteilung getestet (**Test auf Normalverteilung**). Weiters wurden die Daten mit **χ^2 -Kontingenztest**, **Korrelationen** (inklusive **Rangkorrelation nach Spearman**), **Varianzanalyse** (Mehrfaktor-Modelle mit Wechselwirkungen) und mittels **Kovarianzanalyse** ausgewertet. Nicht signifikante Faktoren wurden schrittweise (jeweils Faktor mit dem höchsten P-Wert) aus dem Modell genommen.

Zusätzlich wurden, um den Zusammenhang zwischen Kalbfleischfarbe und bestimmten Mast- und Schlachtleistungsparameter besser darstellen zu können, in Excel Grafiken erstellt.

3.4.1. BioVermarktung

Bei der Varianzanalyse der BioVermarktungs-Daten waren Geschlecht, Tränkeart, Fleischklasse (E+U und O+P wurden jeweils zu einer Klasse zusammengefasst), Fettklasse, Schlachalter (< 120, \geq 120 Tage), Schlachtgewicht (80-120 kg, > 120 kg) und Nettozunahmen (< 900 g, \geq 900 g) fixe Effekte. Weiters wurden die 2-fach-Wechselwirkungen zwischen den fixen Effekten getestet. Zusätzlich wurde das Varianzanalysen-Modell nochmals ohne Fleisch- und Fettklasse verwendet, um mögliche Unterschiede im Vergleich zum Ausgangsmodell feststellen zu können. Fleisch- und Fettklasse waren jedoch im Modell nicht signifikant.

Bei der Kovarianzanalyse (Kombination als Design- und Regressionsmodell) mit 2-facher Wechselwirkung galten Geschlecht, Tränkeart, Fleischklasse und Fettklasse als fixe Effekte und

Schlachtalter, Schlachtgewicht und Nettozunahmen als kontinuierliche Effekte. Bei den kontinuierlichen Effekten wurde im Ausgangsmodell das lineare und quadratische Modell berücksichtigt. Zusätzlich wurde in einem zweiten Kovarianzanalyse-Modell ebenfalls die Fleisch- und Fettklasse aus dem Modell genommen. Die Nettozunahmen (in g) berechnen sich aus dem Schlachtkörpergewicht (in kg) dividiert durch das Schlachtalter (in Tagen) mal 1000.

3.4.2. Tauernfleisch I

Bei der Varianzanalyse der Tauernfleisch I Daten waren Geschlecht, Fleischklasse (E+U und O+P wurden jeweils zu einer Klasse zusammengefasst), Fettklasse (1+2 zu einer Klasse zusammengefasst), Schlachtalter (< 120 und \geq 120 Tage), Schlachtgewicht (< 80 kg, 80-120 kg, > 120 kg) und Nettozunahmen (< 900 g, \geq 900 g) fixe Effekte. Analog zu den BioVermarktungs-Daten wurde auch hier dasselbe Modell nochmals ohne Fleisch- und Fettklasse verwendet, um mögliche Unterschiede im Vergleich zum Ausgangsmodell feststellen zu können. Zusätzlich wurden die Tauernfleisch I Daten noch mittels polynominaler Regressionsanalyse (Kovarianzanalyse ohne Fleisch- und Fettklasse im Modell) ausgewertet mit Schlachtalter, Schlachtgewicht und Nettozunahmen als kontinuierliche Effekte.

3.4.3. Tauernfleisch II

Es erfolgte ein Vergleich der einzelnen Einflussfaktoren mittels Kovarianzanalyse mit 2-facher Wechselwirkung (Modell mit bzw. ohne Fleisch- und Fettklasse). Die fixen Effekte waren Geschlecht, Fleischklasse (P+O bzw. E+U wurden jeweils zu einer Klasse zusammengefasst), Fettklasse (1+2 wurden zusammengefasst) und Wirtschaftsweise (Bio, konv) und die kontinuierlichen Effekte Schlachtkörpergewicht, Nettozunahmen und Schlachtalter.

Der Messzeitpunkt (Schlachtung vs. Zerlegung) und das Teilstück (Brust, Karree, Schlägel) wurden mittels einfacher Varianzanalyse ausgewertet. Anschließend wurde der Gesamtfarbabstand laut Schnäckel et al. (2000) mit folgender Formel aus den LSmeans der L*_a*_b*-Werte berechnet:

$$\Delta E^* = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]}$$

3.5. Arbeitshypothesen

Hypothese 1 – Farbbeurteilung

Zwischen subjektiver Farbbeurteilung mittels 8-teiliger Farbskala durch den Klassifizierer und der Farbmessung mittels Farbmessgerät besteht ein enger Zusammenhang

Hypothese 2 – Messzeitpunkt

Zwischen Schlachtung, Zerlegung und Ankunft beim Konsumenten verändert sich die Fleischfarbe nicht

Hypothese 3 – Teilstück

Zwischen unterschiedlichen Teilstücken/Muskeln eines Kalbes gibt es keine Unterschiede in der Fleischfarbe

Hypothese 4 – Blut-Hb-Gehalt

Zwischen Blut-Hb-Gehalt und Kalbfleischfarbe besteht ein enger Zusammenhang. Hohe Blut-Hb-Gehalte bedeuten dunkles Kalbfleisch

Hypothese 5 – Milchverabreichung (Mutterkuh vs. Eimertränke)

Zwischen Kälbern, die bei der Mutterkuh Milch trinken und Kälbern, die mit Eimer getränkt werden, besteht kein Unterschied in der Fleischfarbe

Hypothese 6 – Geschlecht

Zwischen männlichen und weiblichen Tieren besteht kein Unterschied hinsichtlich der Kalbfleischfarbe und im Blut-Hb-Gehalt

Hypothese 7 – Mastleistung

Schlachalter, Schlachtgewicht, Fleischklasse und Fettklasse beeinflussen die Kalbfleischfarbe

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1. Datengrundlage

4.1.1. BioVermarktung

In Tab. 3 sind die beobachteten Häufigkeiten für die Kalbfleischfarbe in den Klassen Schlachtkörpergewicht, Schlachalter, Tränkeart_Beifütterung, Geschlecht, Fleischklasse, Fettklasse und Nettozunahme dargestellt. Aus Tab. 3 ist ersichtlich, dass der Großteil der Kälber (84 %) ein Schlachtkörpergewicht von 80-120 kg hatte, von Mutterkühen gesäugt wurde (71 %), in die Fleischklassen E, U und R (84 %) sowie in die Fettklasse 2 (83 %) fiel.

Tab. 3: Häufigkeiten der Kalbfleischfarbe in den verschiedenen Klassen nach Einflussfaktoren (Daten BioVermarktung); Angaben in %

Merkmal	Farbskala					Σ innerhalb Merkmalsklassen
	1+2	3	4	5	6+7+8	
Schlachtkörpergewicht						
80-120 kg	16	21	22	19	6	84
> 120 kg	2	4	2	7	2	17
Schlachalter						
< 120 Tage	12	11	11	9	3	46
\geq 120 Tage	5	13	14	17	5	54
Tränkeart						
Kübel	9	8	6	4	1	28
Mutterkuh	8	16	19	21	7	71
Geschlecht						
männlich	10	15	15	13	4	57
weiblich	7	10	9	13	4	43
Fleischklasse						
E+U	7	9	8	11	3	38
R	7	10	13	12	4	46
O+P	3	5	4	3	1	16
Fettklasse						
1	1	2	1	0	0	4
2	14	20	22	22	5	83
3	3	2	2	3	2	12
Nettozunahmen						
< 900 g	6	13	14	14	4	51
\geq 900 g	11	11	11	12	4	49

4.1.2. Tauernfleisch I

In Tab. 4 sind die beobachteten Häufigkeiten für die Kalbfleischfarbe in den Klassen Schlachtkörpergewicht, Schlachtalter, Nettozunahme und Geschlecht zu sehen. Aus Tab. 4 ist ersichtlich, dass der Großteil der Kälber (93 %) ein Schlachtkörpergewicht von 80-120 kg hatte und mit einem Alter von unter 120 Tagen (74 %) geschlachtet wurde.

Tab. 4: Häufigkeiten der Kalbfleischfarbe in den verschiedenen Klassen nach Einflussfaktoren (Daten Tauernfleisch I; Angaben in %)

Merkmal	Farbskala					Σ innerhalb Merkmalsklassen
	1+2	3	4	5	6+7+8	
Schlachtkörpergewicht						
80-120 kg	6	17	51	16	3	93
> 120 kg	0	0	3	1	2	6
Schlachtalter						
< 120 Tage	6	15	41	10	3	74
\geq 120 Tage	1	3	14	7	2	26
Nettozunahme						
< 900 g	3	8	29	10	2	52
\geq 900 g	4	9	26	7	3	49
Geschlecht						
männlich	5	11	34	9	2	61
weiblich	2	6	20	8	2	38

4.1.3. Tauernfleisch II

73 % der Kälber wurden mit der Farbklasse 4, 14 % mit der Farbklasse 3, 5 % mit der Farbklasse 5, 4 % mit Farbklasse 6, 3 % mit Farbklasse 2 und 1 % mit Farbklasse 7 beurteilt. Zu beachten ist, dass die Daten Tauernfleisch II im Gegensatz zu den Daten BioVermarktung und Tauernfleisch I nicht im Jahr 2008, sondern im Jahr 2009 erhoben wurden. Seit 2009 gibt es für Kälber mit Farbklasse 5 und darüber monetäre Abschläge. Aufgrund der im Vergleich zu den beiden anderen Datensätzen geringen Datensatzgröße (194) wurde hier keine Tabelle mit den Häufigkeiten erstellt.

Abb. 2 zeigt die Verteilung der Kälber der Firma Tauernfleisch nach den Hauptrassen Fleckvieh (FV), Pinzgauer (PZG), Braunvieh (BV), Holstein Friesian (HF), Grauvieh (GV) sowie Kälbern die keiner dieser Rassen zuordenbar waren (SO). Aus Abb. 5 ist ersichtlich, dass der Großteil der Kälber (55 %) zur Rasse Fleckvieh (FV) gehörte. 18 % der Tiere wurden der Rasse Pinzgauer (PZG), 11 % der Rasse Braunvieh (BV), 7 % der Rasse Holstein Friesian (HF) und 3 % wurden der Rasse Grauvieh (GV) zugeordnet. 6 % der Tiere waren keiner dieser Rassen zuordenbar.

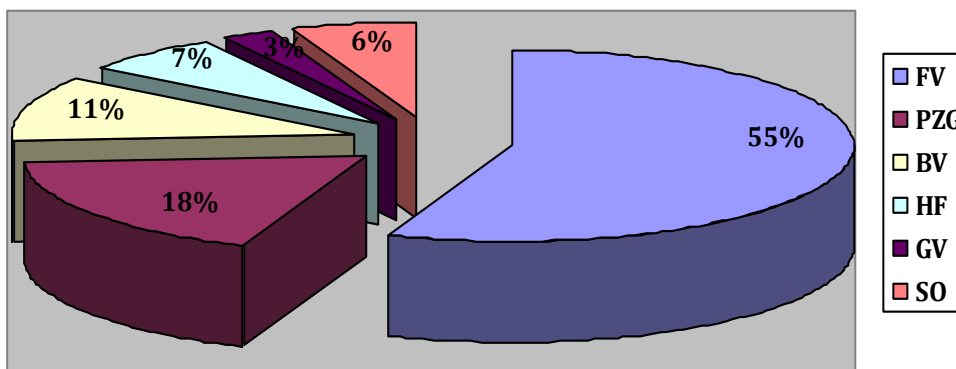


Abb. 2: Prozentueller Anteil der Kälber in den einzelnen Hauptrassen (Daten Tauernfleisch II)

Die Datenauswertungen und Literaturrecherchen bestätigen, dass die Einflussfaktoren auf die Kalbfleischfarbe vielfältig sind und es sehr schwierig ist allgemein gültige Empfehlungen für Kälbermastbetriebe abzuleiten. Im Folgenden sollen die sieben im Rahmen des Projektes formulierten Hypothesen beleuchtet werden. Zu beachten ist, dass es sich bei den Daten um Felderhebungen handelt.

4.2. Hypothese 1 – Farbbeurteilung

Zwischen subjektiver Farbbeurteilung mittels 8-teiliger Farbskala durch den Klassifizierer und der Farbmessung mittels Farbmessgerät besteht ein enger Zusammenhang.

Die Daten Tauernfleisch I und II bestätigen, dass zwischen der Farbbeurteilung laut Farbskala und der objektiven Farbmessung [Helligkeit (L*-Wert) und Rotton (a*-Wert)] ein statistisch signifikanter Zusammenhang besteht. Die Korrelationskoeffizienten liegen bei den Daten Tauernfleisch I und II zwischen 0,5 und 0,6. Weiters finden sich in Tab. 5 die Korrelationen für alle drei untersuchten Teilstücke Brust, Karree und Schlögel.

Tab. 5: Korrelationen zwischen subjektiver und objektiver Fleischfarbe

Merkmal 1	Merkmal 2	Korrelationskoeffizient	P-Wert
Tauernfleisch I			
L*_Schlögel_Zerlegung	Farbkarte	-0,60	<0,001
a*_Schlögel_Zerlegung	Farbkarte	0,58	<0,001
Tauernfleisch II			
L*_Brust_Schlachtung	Farbkarte	-0,56	<0,001
L*_Brust_Zerlegung	Farbkarte	-0,49	<0,001
L*_Karree_Zerlegung	Farbkarte	-0,49	<0,001
L*_Schlögel_Zerlegung	Farbkarte	-0,55	<0,001
a*_Brust_Schlachtung	Farbkarte	0,52	<0,001
a*_Brust_Zerlegung	Farbkarte	0,56	<0,001
a*_Karree_Zerlegung	Farbkarte	0,60	<0,001
a*_Schlögel_Zerlegung	Farbkarte	0,63	<0,001

Tauernfleisch I und II

Prinzipiell können Korrelationskoeffizienten zwischen -1 und +1 liegen, wobei Minuswerte einen negativen und Pluswerte einen positiven Zusammenhang bedeuten. Die Farbkarte und der L*-Wert sind negativ korreliert (höhere L*-Werte bedeuten niedrigere Farbskala-Werte und somit helleres Fleisch), die a*-Werte sind positiv korreliert (höhere a*-Werte bedeuten höhere Farbskala-Werte und intensiver rot gefärbtes Kalbfleisch). Koeffizienten von 0 bedeuten, dass kein Zusammenhang zwischen zwei Merkmalen besteht. Korrelationskoeffizienten von 0,5 bis 0,6 – wie bei den Daten Tauernfleisch I und II gefunden – zeigen einen signifikanten, relativ engen Zusammenhang.

Der vom Farbmessgerät ausgeworfene b*Wert (Gelbton) steht in keinem Zusammenhang mit der Kalbfleischfarbe (Korrelationskoeffizienten um 0,1 und P-Werte großteils nicht signifikant), was beispielsweise von Vandoni et al. (2009) bestätigt wird.

Anhand der Literatur (Egger 1991, Eikelenboom et al. 1988, Klont et al. 1999, Hulsegge et al. 2001 Lagoda et al. 2002; Korrelationskoeffizienten zwischen -0,6 und -0,8) und den Ergebnissen unserer Untersuchungen lässt sich bestätigen, dass die subjektiv beurteilte Fleischfarbe mittels Farbskala durch den Klassifizierer gut mit der objektiv beurteilten Fleischfarbe mittels Farbmessgerät übereinstimmt. Der L*-Wert ist der entscheidende Parameter zur Beurteilung der Kalbfleischfarbe.

4.3. Hypothese 2 – Blut-Hb-Gehalt

Zwischen Blut-Hb-Gehalt und Kalbfleischfarbe besteht ein enger Zusammenhang. Hohe Blut-Hb-Gehalte bedeuten dunkles Kalbfleisch.

Zahlreiche Studien belegen, dass der Blut-Hb-Gehalt bei der Schlachtung ein geeigneter Indikator zur Beurteilung der Kalbfleischfarbe ist (Boehncke und Gropp 1979, Welchman et al. 1988, Dufey 1991, Egger 1991, Egger 1995, Morel 1996, Lagoda et al. 2002). Bei den Daten Tauernfleisch II wurde ein Korrelationskoeffizient für Blut-Hb-Gehalt und Fleischfarbskala bzw. L*- und a*-Werten von 0,4-0,5 festgestellt (Tab. 6). Dies deutet auf einen erkennbaren (statistisch signifikanter), aber eben nur moderaten Zusammenhang zwischen Fleischfarbe und Blut-Hb-Gehalt hin. Für die b*-Werte zeigte sich auch hier nur eine Korrelation von -0,1, die statistisch nie signifikant war.

Tab. 6: Korrelationen zwischen objektiver Fleischfarbe und Blut-Hb-Gehalt (Hb)

Merkmal 1	Merkmal 2	Korrelationskoeffizient	P-Wert
L*_Brust_Schlachtung	Hb	-0,38	<0,001
L*_Brust_Zerlegung	Hb	-0,42	<0,001
L*_Karree_Zerlegung	Hb	-0,30	<0,001
L*_Schlängel_Zerlegung	Hb	-0,36	<0,001
a*_Brust_Schlachtung	Hb	0,36	<0,001
a*_Brust_Zerlegung	Hb	0,41	<0,001
a*_Karree_Zerlegung	Hb	0,49	<0,001
a*_Schlängel_Zerlegung	Hb	-0,52	<0,001

Tauernfleisch II

Abb. 3 stellt den Zusammenhang zwischen Blut-Hb-Gehalt und dem L*-Wert des Kalbfleisches dar. An allen 3 Messpunkten (Brust, Karree, Schlängel) ist der Trend zu erkennen, dass höhere Hb-Gehalte mit niedrigeren L*-Werten (=dunklere Kalbfleischfarbe) einhergehen. Von unseren 164 Datensätzen (der Blut-Hb-Gehalt konnte beim Datensatz Tauernfleisch II nicht von allen 194 Kälber-Schlachtkörpern erhoben werden) wies 1 % der Kälber Blut-Hb-Gehalte von $\leq 6,25$ g/dl Blut (=Grenzwert, der laut EU-Richtlinien nicht unterschritten werden darf) auf. 19 % der Kälber wiesen Hb-Gehalte zwischen 6,25 und 10 g/dl-Blut auf, 32 % der Kälber zwischen 10 und 12 g/dl Blut und 48 % Hb-Gehalte von > 12 g/dl Blut.

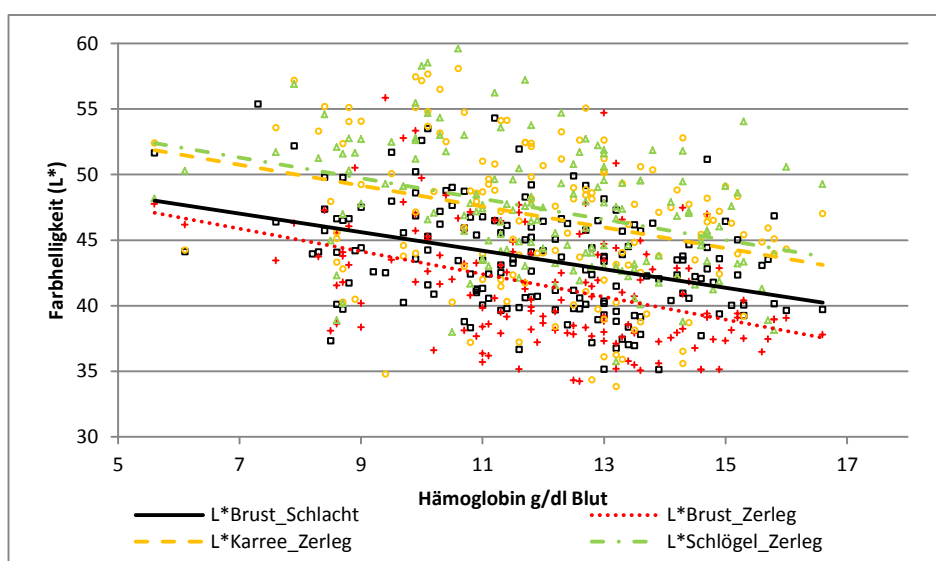


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Blut-Hb-Gehalt und L*-Wert des Fleisches (Tauernfleisch II)

Ergänzend zu Abb. 6 sind in Tab. 7 die Regressionsformeln für die L*-Werte in Abhängigkeit vom Blut-Hb-Gehalt dargestellt.

Tab. 7: Regressionsformeln über den Zusammenhang von L*-Wert und Blut-Hb-Gehalt

	Regressionsformel	P-Wert	L*-Wert bei Hb (in g/dl Blut)		
			7	10	13
L*_Brust_Schlachtung	51,99-0,71*Hb	<0,001	47	45	43
L*_Brust_Zerlegung	51,92-0,87*Hb	<0,001	46	43	41
L*_Karree_Zerlegung	56,32-0,80*Hb	0,001	51	48	46
L*_Schlängel_Zerlegung	56,82-0,79*Hb	<0,001	50	47	44

Tauernfleisch I

Tab. 8 zeigt, dass bei den Daten Tauernfleisch II bei der Kalbfleischfarbe 4 der Blut-Hb-Gehalt im Durchschnitt bei $12,1 \pm 2,1$ g/dl lag. Gemäß Boehncke und Gropp (1979) und Welchman et al. (1988) liegt bei gut versorgten Kälber der Hb-Gehalt während der gesamten Mast bei ≥ 12 mg/dl. In den meisten Studien, die sich mit der Eisenversorgung von Mastkälbern befassen, liegt der Hb-Gehalt deutlich unter 12 (Egger 1991, Egger, 1995, Morel 1996). Dufey (1991) zeigte, dass Kälber, die vor der Schlachtung Blut-Hb-Werte > 12 g hatten, auf einer 4-stufigen (1=hell, 4=rot) Farbskala mit durchschnittlich 3,25 beurteilt wurden. Morel und Chassot (2010a und 2010b) fanden bei Kälbern aus Mutterkuhhaltung, die mit einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 250 kg und gut 5 Monaten geschlachtet wurden, durchschnittliche Hb-Gehalte von 12,3 g/dl bei der Schlachtung. Bei den von Wittek (2014) untersuchten Blut-Hb-Gehalten von Tiroler Mastkälbern hatten 18 % der Kälber Hb-Gehalte von $< 9,7$ g/dl (9,7 g/dl Blut entspricht dem physiologischen Grenzwert von 6 mmol/l Blut).

Tab. 8: Mittelwerte der L*- und a*-Werte in Farbklassen

	Farbkategorie		
	2+3	4	5+6+7
Kälberanzahl	33	142	19
L*-Werte			
Brust_Schlachtung	48	43	40
Brust_Zerlegung	46	41	39
Karree_Zerlegung	53	47	43
Schlängel_Zerlegung	54	47	44
a*-Werte			
Brust_Schlachtung	10	14	16
Brust_Zerlegung	9	13	15
Karree_Zerlegung	10	15	19
Schlängel_Zerlegung	9	14	17
Blut-Hb-Gehalt (g/dl)	9,3	12,1	13,1

Tauernfleisch II

Zwischen Blut-Hb-Gehalt bei der Schlachtung und Kalbfleischfarbe besteht ein Zusammenhang. Höhere Hb-Gehalte gehen mit dunklerer Kalbfleischfarbe einher. Es bleibt jedoch zu klären, inwieweit die Erhebung des Blut-Hb-Gehalts zum Zeitpunkt der Schlachtung ein für die österreichische Kälbermast geeigneter und vor allem praxistauglicher Indikator für die Beurteilung der Kalbfleischfarbe am Schlachthof ist. Weiters lässt sich festhalten, dass die im Rahmen dieser Studie untersuchten Bio-Mastkälber großteils weit ab von einem anämischen bzw. physiologisch relevanten Blut-Hb-Gehalt waren.

4.4. Hypothese 3 – Messzeitpunkt

Zwischen Schlachtung, Zerlegung und Ankunft beim Konsumenten verändert sich die Fleischfarbe nicht.

Bei den Daten Tauernfleisch II wurden die L*- und a*-Werte am Brustanschnitt von der Schlachtung bis zur Zerlegung (24 Stunden nach der Schlachtung) niedriger (L*-Wert von 43,7 auf 41,6 und a*-Wert von 13,9 auf 12,6; P-Werte jeweils 0,001). Das Kalbfleisch wurde daher etwas dunkler und weniger intensiv rot (Tab.9).

Tab. 9: Farbwerte an Brust zu Schlachtung und Zerlegung

Merkmal	Lsmeans		P-Wert	RMSE
	Schlachtung	Zerlegung		
L*_Brust	43,7	41,6	<0,001	4,16
a*_Brust	13,9	12,6	0,001	3,20
b*_Brust	5,5	4,6	<0,001	1,29

Tauernfleisch II

Dies steht im Widerspruch zu den Ergebnissen von Fernandez (1996) und Klont et al. (2000). Bei Klont et al. (2000) erhöhte sich der L*-Wert zwischen 45 min nach der Schlachtung und 24 Stunden post mortem um 4,5 bis 0,8 Einheiten, bei Fernandez et al. (1996) nach 48 Stunden um rund 6 Einheiten. Frickh (2004) reiften Stier- und Kalbinnenfleisch 4, 10 bzw. 20 Tage und beobachteten, dass die L*-Werte mit fortschreitender Reifedauer höher wurden, was ein Hellerwerden des Fleisches bedeutet. Das Hellerwerden des Fleisches ist auf Proteindenaturierungen zurückzuführen. Auch der b*-Wert wurde in unserer Studie niedriger, allerdings hat der b*-Wert auf die visuell wahrnehmbare Kalbfleischfarbe keinen Einfluss.

Die Berechnung des Gesamtfarbabstands (errechnet sich aus L*-, a*- und b*-Werten; $\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$) ergab einen Wert von 2,6; nach Schnäckel et al. (2000) sind Gesamtfarbabstände von 1 gerade noch für das menschliche Auge wahrnehmbar; daher dürfte der bei Tauernfleisch II gemessene Unterschied von 2,6 für den Laien nicht erkennbar sein.

Zwischen dem L*-Wert bei Schlachtung und Zerlegung zeigte sich ein Korrelationskoeffizient von 0,45 (P-Wert <0,001). Chatelain et al. (2007) fanden für den L*Wert 45 min und 24 Stunden post mortem überhaupt nur eine Korrelation von 0,2. Laut Faustmann (1992) sind Farbveränderungen bei rotem Kalbfleisch stärker, als bei weißem Kalbfleisch. In der Auswertung der 192 Datensätze von Tauernfleisch II konnten allerdings keine wesentlichen Unterschiede in den Gesamtfarbabständen Schlachtung – Zerlegung zwischen Kalbfleisch mit hohen (helle Fleischfarbe) bzw. niedrigen (dunkle Fleischfarbe) L*-Werten bzw. Farbklassifizierungen festgestellt werden.

Prinzipiell lässt sich schlussfolgern, dass zwischen Schlachtung und Zerlegung 24 Stunden post mortem geringfügige Farbveränderungen auftreten, die allerdings vom Konsumenten nicht wahrnehmbar sein dürften.

4.5. Hypothese 4 – Teilstück

Zwischen unterschiedlichen Teilstücken/Muskeln eines Kalbes gibt es keine Unterschiede in der Fleischfarbe.

Bei den Daten Tauernfleisch II zeigte der Brustanschnitt (*M. rectus abdominis*) signifikant niedrigere L*- und a*-Werte (dunkleres Fleisch) als Karree (*M. longissimus*) und Schlögel (*M. semimembranosus*). Zwischen Karree und Schlögel konnten beim a*- und b*-Wert signifikante Unterschiede festgestellt werden; beim für die Kalbfleischfarbe vor allem entscheidenden L*-Wert zeigte sich allerdings kein Unterschied (Tab. 10). Auch Klont et al. (2000) stellten am Karree höhere L*-Werte (helleres Fleisch) als am Brustanschnitt fest. Laut der Internetseite Bovine Myology (Jones et al. 2004) hat bei Rindfleisch der *M. longissimus* einen deutlich höheren L*-Wert als der *M. semimembranosus* (L*-Wert 40,6 vs. 33,3). Die Tatsache, dass unterschiedliche Muskel eine unterschiedliche Fleischfarbe haben und dass sich die Fleischfarbe je nach Muskel während der Fleischreifung unterschiedlich stark verändert, wird auch

von Ngapo und Gariepy (2006) bestätigt.

Der Gesamtfarbabstand zwischen Brustanschnitt und Karree/Schögel lag bei 6,4 bzw. 7,3, also ein visuell deutlich wahrnehmbarer Unterschied. Zwischen den wertvollen Teilstücken Karree und Schögel zeigte sich allerdings kein merklicher Unterschied (Gesamtfarbabstand 2,6). Im Gegensatz zu diesem Ergebnis fanden Miltenburg et al. (1992) allerdings am Brustanschnitt (*M. recuts abdominis*) numerisch höhere L*Werte (hellere Fleischfarbe) als am Karree (*M. longissimus*) und am Schögel (*M. semimembranosus*).

Tab. 10: Farbwerte an Brust, Karree und Schögel 24 h nach der Schlachtung

Merkmal	Lsmeans			P-Wert	RMSE
	Brust	Karree	Schögel		
L*_Zerlegung	41,6 ^b	47,2 ^a	47,6 ^a	<0,001	4,96
a*_Zerlegung	12,6 ^c	14,9 ^a	13,7 ^b	<0,001	3,39
b*_Zerlegung	4,6 ^c	8,7 ^a	6,4 ^b	<0,001	1,81

^{ab} Unterschiedliche Hochbuchstaben innerhalb einer Zeile bedeuten signifikante Unterschiede

Tauernfleisch II

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass nicht alle Teilstücke/Muskeln eines Kalbes die gleiche Fleischfarbe haben. Fleisch des Brustanschnitts, also dort, wo die Fleischfarbe routinemäßig erhoben wird, ist dunkler als Fleisch der wertvollen Teilstücke Karree und Schögel.

4.6. Hypothese 5 – Milchverabreichung (Mutterkuh vs. Eimertränke)

Zwischen Kälbern, die bei der Mutterkuh Milch trinken und Kälbern, die mit Eimer getränkt werden, besteht kein Unterschied in der Fleischfarbe.

Von den 677 ausgewerteten BioVermarktungs-Daten stammten 71 % der Kälber aus Mutterkuhherden, 29 % wurden mit Eimern getränkt. Zwischen subjektiv beurteilter Farbe und Milchverabreichungsart fand sich bei den BioVermarktungsdaten eine Korrelation von 0,28 (P<0,001). In der Auswertung BioVermarktung zeigte sich, dass die Kälber, die mit der Mutterkuhherde mitlaufen, eine deutlich dunklere Fleischfarbe haben (4,0 vs. 3,4 anhand der 8-teiligen Farbskala). In einer zweiten Modellauswertung zeigte sich aber auch, dass dieser Unterschied nur für Kälber < 120 kg Schlachtgewicht galt, bei Kälber > 120 kg Schlachtgewicht zeigte sich kein Unterschied je nach Milchverabreichung (durchschnittlicher Farbwert von 4,1). Dieser statistische Unterschied ist allerdings nicht auf die Art der Milchverabreichung (Eimertränke vs. Mutterkuh) zurückzuführen, sondern auf die Tatsache, dass Kälber, die bei der Mutterkuhherde sind, (durch Nachahmung) mehr Raufutter aufnehmen als Kälber die in Kälbergruppen gehalten werden (Morel und Chassot 2010a und 2010b). In der Literatur finden sich keine Untersuchungen, die Eimertränke und Mutterkuh vergleichen. Unter Umständen kann die ad libitum Verabreichung von Milch die Aufnahme von Beifutter reduzieren (Egger 1991, Egger und Bourgeois 1993). Morel und Chassot (2010a und 2010b) verglichen 2 Mutterkuh-Kälbermastsysteme, in denen die Kälber mit 5 Monaten und durchschnittlich 250 kg Lebendgewicht geschlachtet wurden. Im System GD hatten die Kälber keinen Zugang zur Futterkrippe der Mütter, im System OF hatten die Kälber Zugang zur Futterkrippe der Mutterkühe. Das System OF führte bei 43 % der Kälber zu einer roten Fleischfarbe (auf einer 2-teiligen Farbskala, rosa und rot), das System GD bei 62 % der Kälber.

Die Beifütterung der Kälber hat keinen maßgeblichen Einfluss auf die Eisenversorgung des Kalbes und somit auf die Kalbfleischfarbe. Mastkälber aus Mutterkuhherden neigen zu einer dunkleren Kalbfleischfarbe. Über zeitliche Trennung (insbesondere während Fütterungszeiten) der Kälber von den Mutterkühen sollte nachgedacht werden.

4.7. Hypothese 6 – Geschlecht

Zwischen männlichen und weiblichen Tieren besteht kein Unterschied hinsichtlich der Kalbfleischfarbe und im Blut-Hb-Gehalt.

Einige Studien kommen zu dem Schluss, dass weibliche Kälber zumindest in der Tendenz eine dunklere Fleischfarbe als männliche Kälber haben (Freudenreich et al. 1980, Egger 1995, Morel und Chassot 2010a und 2010b). Egger (1995) beobachtete bei weiblichen Kälbern zum Teil höhere Heuaufnahmen und eine dunklere Fleischfarbe als bei männlichen Tieren. Die Studien von Egger (1995) und Morel und Chassot (2010a und 2010b) stammen beide von derselben Schweizer Forschungsanstalt.

In Tab. 11 ist ersichtlich, dass der Geschlechtseinfluss auf die Fleischfarbe anhand der Daten BioVermarktung, Tauernfleisch I und II nicht bestätigt werden konnte. Ein signifikanter P-Wert – allerdings nur mit einem sehr niedrigen Koeffizienten von 0,1 – wurde nur zwischen Farbskala und Geschlecht für die Daten Tauernfleisch I gefunden. Auch in den im Kapitel 4.8. „Hypothese 7 – Mastleistung“ angeführten Varianz- und Kovarianzanalysen hatte das Geschlecht (fast) nie einen signifikanten Einfluss auf die Kalbfleischfarbe.

Tab 11: Korrelationen zwischen Geschlecht und Fleischfarbe

Merkmal 1	Merkmal 2	Korrelationskoeffizient	P-Wert
BioVermarktung Farbskala	Geschlecht	0,07	0,059
Tauernfleisch I L*_Schlängel_Zerlegung	Geschlecht	-0,01	0,812
Farbskala	Geschlecht	0,10	0,016
Tauernfleisch II L*_Brust_Schlachtung	Geschlecht	-0,04	0,629
L*_Brust_Zerlegung	Geschlecht	0,01	0,912
L*_Karree_Zerlegung	Geschlecht	-0,02	0,755
L*_Schlängel_Zerlegung	Geschlecht	0,09	0,244
Farbskala	Geschlecht	0,10	0,173
Blut-Hb	Geschlecht	0,15	0,049

BioVermarktung, Tauernfleisch I und II

Auch zwischen Geschlecht und Blut-Hb-Gehalt zeigte sich ein signifikanter, aber eben mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,15 nur loser Zusammenhang (Tab. 11).

In den Datensätzen BioVermarktung, Tauernfleisch I und II konnte die insbesondere in Schweizer Studien häufig geäußerte Meinung nicht eindeutig bestätigt werden, dass weibliche Tiere eine dunklere Kalbfleischfarbe bzw. höhere Blut-Hb-Gehalte haben.

4.8. Hypothese 7 – Mastleistung

Schlachtalter, Schlachtgewicht, Fleischklasse und Fettklasse beeinflussen die Kalbfleischfarbe.

Die Bestimmtheitsmaße aller im Kapitel 4.8 angeführter Modelle lagen durchschnittlich unter 15 %, weshalb nur ein geringer Anteil durch das Modell und die darin gewählten Faktoren erklärt werden kann. Gründe für die generell niedrigen Bestimmtheitsmaße der Modelle und eher losen Korrelationen zwischen den Merkmalen sind in der geringen und heterogenen Datenmenge zu suchen sowie in den multifaktoriellen Einflussfaktoren auf die Kalbfleischfarbe, die nicht im Modell abgebildet werden können bzw. auch nicht erhoben werden konnten.

Die Korrelationen zwischen Schlachtalter bzw. Schlachtgewicht und Fleischfarbe waren mit maximal 0,25 zwar großteils signifikant, aber nur schwach (Tab. 12).

Tab. 12: Korrelationen zwischen Schlachtalter, Schlachtkörpergewicht und Fleischfarbe

Merkmal 1	Merkmal 2	Korrelationskoeffizient	P-Wert
BioVermarktung			
Farbskala	Schlachtalter	0,25	<0,001
Farbskala	Schlachtkörpergewicht	0,15	<0,001
Tauernfleisch I			
L*_Schlängel_Zerlegung	Schlachtalter	-0,16	<0,001
Farbskala	Schlachtalter	0,26	<0,001
L*_Schlängel_Zerlegung	Schlachtkörpergewicht	-0,04	0,366
Farbskala	Schlachtkörpergewicht	0,20	<0,001
Tauernfleisch II			
L*_Brust_Schlachtung	Schlachtalter	-0,18	0,013
L*_Brust_Zerlegung	Schlachtalter	-0,13	0,087
L*_Schlängel_Zerlegung	Schlachtalter	-0,14	0,066
L*_Karree_Zerlegung	Schlachtalter	-0,01	0,845
Farbskala	Schlachtalter	0,17	0,020
L*_Brust_Schlachtung	Schlachtkörpergewicht	-0,22	<0,001
L*_Brust_Zerlegung	Schlachtkörpergewicht	-0,03	0,650
L*_Schlängel_Zerlegung	Schlachtkörpergewicht	0,15	0,040
L*_Karree_Zerlegung	Schlachtkörpergewicht	-0,02	0,808
Farbskala	Schlachtkörpergewicht	0,19	0,008

BioVermarktung, Tauernfleisch I und II

Bei den Daten **BioVermarktung** zeigte sowohl die Varianzanalyse als auch die Kovarianzanalyse signifikante Einflussfaktoren auf die Fleischfarbe laut Farbskala. Bei der **Varianzanalyse** (egal ob mit bzw. ohne Fleisch- und Fettklasse im Modell, da Fleisch- und Fettklasse nicht signifikant waren) war neben dem **Schlachtalter** auch die Wechselwirkung zwischen **Schlachtkörpergewicht und Tränkeart** signifikant (Tab. 13).

Tab. 13: Einflussfaktoren auf die Fleischfarbe laut Varianzanalyse (BioVermarktung)

Merkmal	Sign. Faktoren	s _e			Lsmeans
Farbskala	Schlachtalter	1,17	Schlachtalter		
			< 120 Tage		3,7
	≥ 120 Tage			4,0	
	Schlachtgewicht		Tränkeart		
			80-120 kg	Eimer	3,2
			80-120 kg	Mutterkuh	4,0
> 120 kg		Eimer	4,1		
> 120 kg	Mutterkuh	4,1			

BioVermarktung

Bei der **Kovarianzanalyse** zeigten sich (wenn Fleisch- und Fettklasse im Ausgangsmodell berücksichtigt wurden) **Schlachtgewicht**, **Tränkeart** und das quadratische Glied **Schlachtalter*Schlachtalter** als signifikante Einflussfaktoren. Wenn Fleisch- und Fettklasse im Ausgangsmodell nicht berücksichtigt wurden, verblieben **Nettozunahmen**, **Tränkeart** und **Schlachtalter*Schlachtalter** im reduzierten Modell.

Bei den Daten **Tauernfleisch I** zeigte die **Varianzanalyse** ohne Fleisch- und Fettklasse im Ausgangsmodell einen signifikanten Einfluss des **Schlachtalters** (L*-Wert, Farbskala) und des **Schlachtkörpergewichts** (Farbskala) auf die Fleischfarbe (Tab. 14). Im Gegensatz hierzu war bei der **Varianzanalyse** mit Fleisch- und Fettklasse im Ausgangsmodell für den L*-Wert die Wechselwirkung zwischen **Schlachtalter und Fettklasse** signifikant. Beim Farbwert laut Farbskala war laut Varianzanalyse (mit Fleisch- und Fettklasse im Ausgangsmodell) zusätzlich zu **Schlachtalter**, **Schlachtkörpergewicht** und **Geschlecht** auch noch die **Fettklasse** signifikant.

Tab. 14: Einflussfaktoren auf die Fleischfarbe laut Varianzanalyse (Modell ohne Fleisch- und Fettklasse; Tauernfleisch I)

Merkmal	Sign. Faktoren	se	LSmeans		
L*_Schlögél	Schlachtalter	4,87	Schlachtalter		
			< 120 Tage	46,9	
			≥ 120 Tage	45,2	
Farbskala	Schlachtalter	0,95	Schlachtalter		
			< 120 Tage	4,1	
			≥ 120 Tage	4,4	
	Schlachtkörpergewicht		Schlachtkörpergewicht		
			< 80 kg	3,8a	
			80-120 kg	4,0a	
	Geschlecht		Geschlecht	> 120 kg	4,9b
				männlich	4,2
				weiblich	4,3

Tauernfleisch I

Die signifikanten Einflussfaktoren bei der Datenauswertung Tauernfleisch I mittels Kovarianzanalyse (Ausgangsmodell ohne Fleisch- und Fettklasse) sind in Tab. 15 dargestellt.

Tab. 15: Einflussfaktoren auf die Fleischfarbe laut Kovarianzanalyse (Modell ohne Fleisch- und Fettklasse; Tauernfleisch I)

Merkmal	Sign. Faktoren	se
L*_Schlögél	Schlachtalter	4,87
Farbskala	Schlachtalter, Nettozunahme, Schlachtkörpergewicht*Schlachtkörpergewicht	1,00

Tauernfleisch I

In Tab. 16 und 17 sind, basierend auf den Daten **Tauernfleisch II**, die signifikanten Einflussfaktoren laut **Kovarianzanalyse** (Tab. 16 mit Fleisch- und Fettklasse im Ausgangsmodell; Tab. 17 ohne Fleisch- und Fettklasse im Ausgangsmodell) dargestellt. Die Einflussfaktoren auf die L*-Werte der Teilstücke waren sehr uneinheitlich. Wie in Tab. 16 ersichtlich hatten beispielsweise auf den L*-Wert der Brust bei der Schlachtung **Schlachtalter**, **Schlachtkörpergewicht**, **Nettozunahme** und **Geschlecht*Fettklasse** einen Einfluss. Auf den L*-Wert der Brust bei der Zerlegung hatten hingegen **Nettozunahme** und **Fettklasse** einen Einfluss. Der L*-Wert am Karree bei der Zerlegung wurde von keinem der untersuchten Faktoren beeinflusst, der L*-Wert am Schlögél bei der Zerlegung von **Fleischklasse*Fettklasse**. Generell ist die Interpretation der Ergebnisse, bedingt durch Wechselwirkungen, schwer möglich. In Tab. 17 sind nur jene Merkmale angeführt, bei denen sich Unterschiede in den Einflussfaktoren im Vergleich zu Tab. 16 zeigten.

Tab. 16: Einflussfaktoren auf die Fleischfarbe laut Kovarianzanalyse (Modell mit Fleisch- und Fettklasse; Tauernfleisch II)

Merkmal	Sign. Faktoren	se
Blut-Hb	Schlachalter, Schlachtkörpergewicht, Nettozunahme*Nettozunahme, Wirtschaftsweise	2,08
L*_Brust_Schlachtung	Schlachalter, Schlachtkörpergewicht, Geschlecht*Fettklasse	3,84
L*_Brust_Zerlegung	Fettklasse, Nettozunahme*Nettozunahme	4,00
L*_Karree_Zerlegung		5,63
L*_Schlängel_Zerlegung	Fleischklasse*Fettklasse	4,58

Tauernfleisch II

Tab. 17: Einflussfaktoren auf die Fleischfarbe laut Kovarianzanalyse (Modell ohne Fleisch- und Fettklasse; Tauernfleisch II)

Merkmal*	Sign. Faktoren	se
L*_Brust_Schlachtung	Schlachalter, Schlachtkörpergewicht	3,41
L*_Brust_Zerlegung	Nettozunahme*Nettozunahme	2,96
L*_Schlängel_Zerlegung	Nettozunahme	1,51

Tauernfleisch II

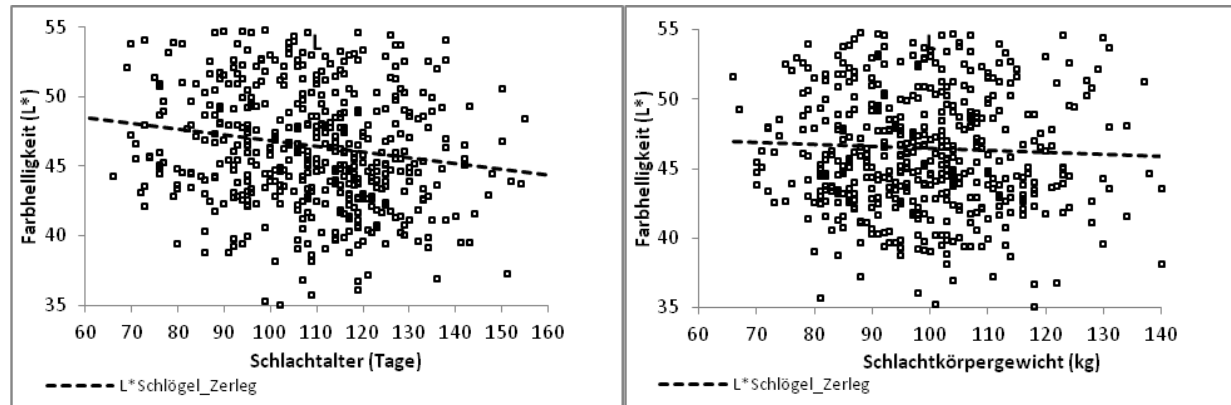


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Farbhelligkeit (L*-Wert) und Schlachalter bzw. Schlachtkörpergewicht (Tauernfleisch I)

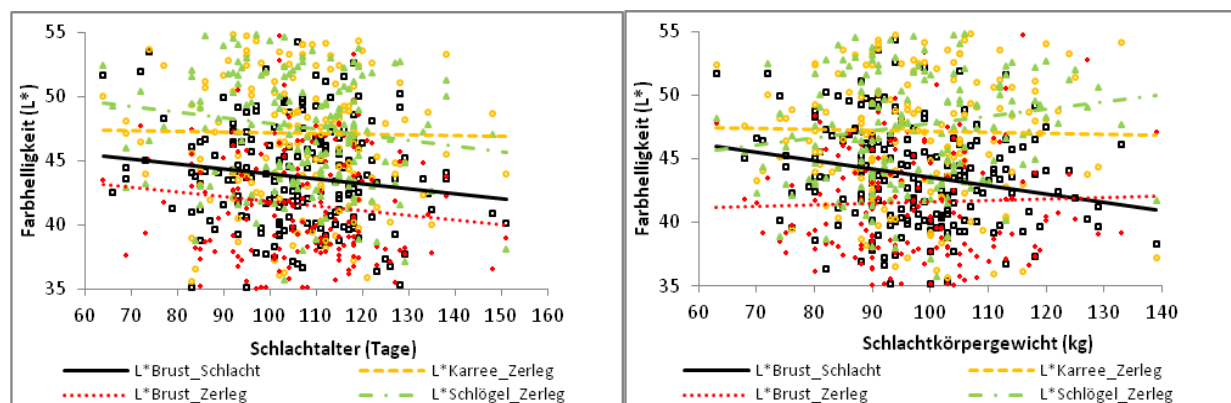


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Farbhelligkeit (L*-Wert) und Schlachalter bzw. Schlachtkörpergewicht (Tauernfleisch II)

Abb. 4 und 5 (jeweils linke Grafik) zeigen, dass sowohl für die Daten Tauernfleisch I als auch Tauernfleisch II ein erkennbarer Zusammenhang zwischen Schlachalter und Kalbfleischfarbe bestand; mit steigendem Schlachalter wurde das Kalbfleisch dunkler (sinkender L*-Wert).

Beim Schlachtkörpergewicht ließ sich anhand der Abb. 4 und 5 (jeweils rechte Grafik) ebenfalls eine Tendenz erkennen, dass mit höherem Schlachtkörpergewicht die L*-Werte des Kalbfleisches sanken. In Abb. 5 (rechte Grafik) trifft das allerdings nur auf den L*-Wert der Brust bei der Schlachtung zu. Auf die

während der Zerlegung (24 h post mortem) durchgeführten Messungen an Brust und Karree hatte das Schlachtgewicht keinen erkennbaren Einfluss; beim Schlögel wurden sogar bei höherem Schlachtkörpergewicht steigende L*-Werte (helleres Kalbfleisch) beobachtet.

Ergänzend zu Abb. 4 und 5 sind in Tab. 18 und 19 die Regressionsformeln für die L*-Werte und die Merkmale Schlachtalter bzw. Schlachtkörpergewicht angeführt. Die L*-Werte laut Formel sind jeweils für ein Schlachtalter bzw. Schlachtkörpergewicht von 90, 120 bzw. 160 (Tage bzw. kg) darstellt.

Tab. 18: Regressionsformeln über den Zusammenhang von L*-Wert und Schlachtalter

	Regressionsformel	P-Wert	L*-Wert bei Schlachtalter (in Tagen)		
			90	120	160
Tauernfleisch I					
L*_Schlögel_Zerlegung	47,83-0,014*Alt	0,366	47	46	46
Tauernfleisch II					
L*_Brust_Schlachtung	48,35-0,043*Alt	0,013	44	43	41
L*_Brust_Zerlegung	45,44-0,036*Alt	0,087	42	41	40
L*_Schlögel_Zerlegung	52,36-0,045*Alt	0,066	48	47	45
L*_Karree_Zerlegung	47,78-0,006*Alt	0,845	47	47	47

Alt = Alter

Tauernfleisch I und II

Tab. 19: Regressionsformeln über den Zusammenhang von L*-Wert und Schlachtkörpergewicht

	Regressionsformel	P-Wert	L*-Wert bei Schlachtkörpergewicht (in kg)		
			90	120	160
Tauernfleisch I					
L*_Schlögel_Zerlegung	50,99-0,042*Skg	<0,001	47	46	44
Tauernfleisch II					
L*_Brust_Schlachtung	50,38-0,069*Skg	0,002	44	42	39
L*_Brust_Zerlegung	40,50+0,011*Skg	0,650	41	42	42
L*_Schlögel_Zerlegung	42,10+0,057*Skg	0,040	47	49	51
L*_Karree_Zerlegung	47,95-0,008*Skg	0,808	47	47	47

Skg = Schlachtkörpergewicht

Tauernfleisch I und II

Daten zum pH-Wert der Kälberschlachtkörper standen nur bei den Daten Tauernfleisch II zur Verfügung. Nach der Auswertung dieses Datensatzes wurde kein Zusammenhang zwischen pH-Wert und Kalbfleischfarbe gefunden (Spearman Korrelation -0,06, P-Wert 0,401).

Aus der wenigen vorhandenen Literatur (Beauchemin 1990, Steinwidder et al. 2001, Ngapo und Garipey 2006) lassen sich keine Empfehlungen hinsichtlich einer optimalen Obergrenze für Schlachtalter und Schlachtgewicht für die österreichische Kälbermast ableiten.

Bei den drei im Rahmen dieses Projektes ausgewerteten Datensatz-Auswertungen führte ein höheres Schlachtalter zu einer signifikant dunkleren Fleischfarbe. Die Unterschiede waren zahlenmäßig allerdings eher moderat. Nach unseren Auswertungen sowie den wenigen in der Literatur vorhandenen Studien zum Einfluss des Schlachtalters kann nicht definitiv bestätigt werden, dass die von den meisten Kälber-Vermarktungsorganisationen umgesetzte Schlachtalter-Obergrenze von 4 Monaten notwendig ist, um einer dunklen Fleischfarbe entgegenzuwirken. Unsere Empfehlung geht jedoch dahin, diese 4-Monatsgrenze beizubehalten.

Nach den im Rahmen des Projekts durchgeführten Auswertungen war der Einfluss des Schlachtgewichtes nicht eindeutig. Ein höheres Schlachtgewicht wirkte sich insbesondere auf die subjektive Fleischfarbe laut Farbskala aus, nicht jedoch auf die Farbmesswerte laut Farbmessgerät. Es kann daher weder bestätigt noch widerlegt werden, dass durch die von den meisten

Vermarktungsorganisationen gewählte Schlachtgewichts-Obergrenze von 120 kg eine dunkle Kalbfleischfarbe verhindert werden kann.

Fleisch- und Fettklasse stehen nach unseren Auswertungen nicht mit der Kalbfleischfarbe in Zusammenhang. Die wenige vorhandene Literatur beschreibt jedoch zumindest eine Tendenz, dass sich gut entwickelnde Kälber helleres Fleisch haben (Boehncke und Gropp 1979, Freudenreich et al. 1980, Wilson et al. 1995).

5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Praxis

- Beim Vergleich von subjektiver Fleischfarbe mittels Farbskala und jener mittels Farbmessgerät zeigten sich (statistisch signifikante) Korrelationskoeffizienten von -0,5 bis -0,6, was sich auch mit der Literatur deckt. Die routinemäßig eingesetzte Farbkarte ist somit gut geeignet die Kalbfleischfarbe zu beurteilen.
- Aus der Literatur geht hervor, dass der Blut-(Hämoglobin)-Hb-Gehalt ein geeigneter Indikator für die Eisenversorgung des Kalbes ist und somit maßgeblich für die Fleischfarbe verantwortlich ist (höhere Hb-Werte bedeuten dunkleres Fleisch). Bei unseren (kleinen) Datensätzen wurde zwar ein signifikanter, aber nur mäßiger Zusammenhang zwischen Blut-Hb-Gehalt bei der Schlachtung und Fleischfarbe festgestellt (Korrelationen -0,3 bis -0,4). Kälber mit Fleischfarbe 4 hatten durchschnittliche Hb-Werte von 12 und Farb-Helligkeitswerte (L*-Wert, höher bedeutet heller) am Brustanschnitt von 43.
- Zum Einfluss von Schlachtalter und Schlachtgewicht finden sich in der Literatur kaum Studien. Bei den Datensatz-Auswertungen führte ein höheres Schlachtalter zu einer signifikant dunkleren Fleischfarbe. Die Unterschiede waren zahlenmäßig allerdings eher gering. Wenngleich nach unseren Auswertungen nicht definitiv bestätigt werden kann, dass die von den meisten Kälber-Vermarktungsorganisationen umgesetzte Schlachtalter-Obergrenze von 4 Monaten notwendig ist, um einer dunklen Fleischfarbe entgegenzuwirken, würden wir die Empfehlung geben, diese 4-Monatsgrenze beizubehalten.
- Nach unseren Auswertungen war der Einfluss des Schlachtgewichtes nicht eindeutig. In unseren bisherigen Auswertungen konnte weder bestätigt noch widerlegt werden, dass durch die von den meisten Vermarktungsorganisationen gewählte Schlachtgewichts-Obergrenze von 120 kg eine dunkle Kalbfleischfarbe verhindert werden kann. Eine Senkung der Gewichtsgrenze auf unter 120 kg Schlachtkörpergewicht erscheint noch unseren Auswertungen als nicht notwendig/sinnvoll.
- Anhand der Datenauswertungen konnte kein Zusammenhang zwischen Fleischklasse, Fettklasse oder Nettozunahmen und Fleischfarbe festgestellt werden. In der Literatur zeigt sich allerdings eine Tendenz, dass sich gut entwickelnde Kälber helleres Fleisch haben.
- Laut Schweizer Untersuchungen besteht bei weiblichen Kälbern eine höhere Gefahr einer dunklen Fleischfarbe. Unsere Auswertungen am LFZ Raumberg-Gumpenstein konnten den Einfluss des Geschlechts allerdings nicht bestätigen.
- Aufgrund der geringen Datenmenge war der Einflussfaktor Rasse nicht auswertbar. In der Literatur finden sich wenige und zum Teil widersprüchliche Versuche zum Einfluss der Rasse.
- Mastkälber aus Mutterkuhhaltung hatten im Vergleich zu mit Eimern getränkten Kälbern eine signifikant dunklere Fleischfarbe (4,0 vs. 3,2 laut Farbskala). Dieser Effekt war allerdings nur bei Mastkälbern < 120 kg Schlachtgewicht erkennbar. Grund für den Unterschied dürfte allerdings nicht die Art der Milchverabreichung per se sein, sondern die – durch Nachahmen bedingte – höhere Beifutteraufnahme von Mutterkuh-Kälbern sein.
- Im Rahmen des Projekts wurden keine eigenen Fütterungsversuche durchgeführt. Aus der Literatur lässt sich jedoch folgendes ableiten: (1) das Anbieten von Milch zur freien Aufnahme dürfte sich positiv auf die Kalbfleischfarbe auswirken, da dadurch die Beifutteraufnahme reduziert werden kann; (2) die Beifuttermenge (Heu, Stroh,...) sollte – vor allem in den letzten Wochen vor der Schlachtung – einschränkt werden; als Richtwert gelten maximal 0,25 kg Heu pro Tier und Tag, (3) der Einsatz von (höheren Mengen) Getreide/Kraftfutter führt in der Regel zu dunklerem Kalbfleisch (4) Mast- und Aufzuchtälber sollen getrennt gehalten werden.
- Zwischen Schlachtung und Zerlegung (24 h post mortem) traten laut unseren Auswertungen bei Kalbfleisch keine vom Konsumenten wahrnehmbaren Farbveränderungen (L*-Wert_Brust 44 bei Schlachtung vs. 42 bei Zerlegung) auf. Durch die Vakuumverpackung und Fleischlagerung können allerdings Farbveränderungen auftreten, die bei bereits dunklem Kalbfleisch stärker ausfallen als bei hellem. Nicht alle Teilstücke/Muskeln eines Kalbes haben die gleiche Fleischfarbe. Fleisch des Brustanschnitts, also dort, wo die Fleischfarbe routinemäßig gemessen

wird, ist dunkler (L*-Wert 42) als Fleisch der wertvollen Teilstücke Karree und Schlögel (L*-Wert 47).

- Aus der Literatur und unseren Auswertungen geht klar hervor, dass zahlreichen Faktoren und das gesamte Betriebsmanagement die Kalbfleischfarbe beeinflussen. Daher sollte bei Problemen immer eine betriebsindividuelle Beratung erfolgen.

Danksagung

Unser Dank gilt den Kooperationspartnern Tauernfleisch GmbH, Tiroler Viehmarketing, Bio Austria und Rewe Ja! Natürlich für das zur Verfügung stellen der Daten sowie für die Hilfestellung bei der Datenerhebung.

6 Literaturverzeichnis

- Andrighetto, I., Gottardo, F., Andreoli, D., Cozzi, G., 1999. Effect of type of housing on veal calf growth performance, behaviour and meat quality. *Livest. Prod. Sci.* 57, 137-145.
- Beauchemin, K.A., Lachance, B., St.-Laurent, G., 1990. Effects of Concentrate Diets on Performance and Carcass Characteristics of Veal Calves. *J. Anim. Sci.* 68, 35-44.
- Boehncke, E., Gropp, J., 1979. Zur Eisenversorgung des Mastkalbes 1. Mitteilung: Beurteilung der Eisenversorgung (Literaturübersicht). *Bayerisches Landw. Jahrbuch* 56, 571-593.
- Burgstaller, G., Boehncke, E., Knöppler, H., Peschke, W., Matzke, P., Ferstl, R., Kölling, K., Gropp, J., 1979. Zur Eisenversorgung des Mastkalbes 2. Mitteilung: Untersuchung über die Auswirkungen unterschiedlicher Eisenzusätze zum Milchaustauscher. *Bayerisches Landw. Jahrbuch* 56, 594-605.
- Chatelain, Y., Guggisberg, D., Dufey, P.A., Vergeres, G., Hadorn, R., 2007. Messung an Fleisch und Fleischerzeugnissen. *Alp science* Nr. 507, 1-23.
- Cozzi, G., Gottardo, F., Mattiello, S., Canali, E., Scanziani, E., Verga, M., Andrighetto, I., 2002. The provision of solid feeds to veal calves: I. Growth performance, forestomach development, and carcass and meat quality. *J. Anim. Sci.* 80, 357-366.
- Dufey, P.A., 1991. Eisenversorgung beim Mastkalb - Teil II: Vergleich der Fleischqualität von anämischen und nicht-anämischen Kälbern. *Landwirtschaft Schweiz* 4, 89-92.
- Egger, I., 1991. Eisenversorgung beim Mastkalb - Teil I: Einfluss zwischen Eisen- und Kupferdosierungen auf Leistung, Gesundheit und Fleischfarbe beim Mastkalb. *Landwirtschaft Schweiz* 4, 41-46.
- Egger, I., Bourgeois, S., 1993. Einfluss einer ad libitum Heubeifütterung auf die Fleischfarbe und die Leistung von Mastkälbern. *Landwirtschaft Schweiz* 6, 267-271.
- Egger, I., 1995. Muss an Mastkälber Heu verfüttert werden? *Agrarforschung* 2, 169-172.
- Eikelenboom, G., Laurijsen, H.A.J., Velthuyse van, A., Garssen, G.J., 1988. Veal colour in relation to production traits and minerals in muscle. *Fleischwirtschaft* 68, 489-490.
- 2008/109/EG, 2008. Richtlinie 2008/119/EG DES RATES vom 18. Dezember 2008 über Mindestanforderungen für den Schutz von Kälbern (kodifizierte Fassung). *Amtsblatt der Europäischen Union*.
- Faustman, C., Yin, M.C., Nadeau, D.B., 1992. Color stability, lipid stability, and nutrient composition of red and white veal. *J. Food Sci.* 57, 302-311.
- Fernandez, X., Monin, G., Culioli, J., Legrand, I., Quilichini, Y., 1996. Effect of duration of feed withdrawal and transportation time on muscle characteristics and quality in Friesian-Holstein calves. *J. Anim. Sci.* 74, 1576-1583.
- Fischer, A., Basel, H., Schröder, K., 1979. Zur Eisenversorgung des Mastkalbes 5. Mitteilung: Einfluß unterschiedlicher Eisenversorgung auf verschiedene Qualitätsmerkmale von Kalbfleisch. *Bayerisches Landw. Jahrbuch* 56, 624-629.
- 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.
- Frickh, J.J., 2004. Einfluss der Fleischreifung auf die Zartheit von Kalbinnen- und Jungstierfleisch. *Abschlussbericht des Forschungsprojekts* Nr. 1358.
- Gariépy, C., Delaquis, P.J., Pommier, S., De Passillé, A.M.B., Fortin, J., Lapierre, H., 1998. Effect of calf feeding regimes and diet EDTA on physico-chemical characteristics of veal stored under modified atmospheres. *Meat Sci.* 49, 101-115.
- Guignot, F., Quilichini, Y., Renerre, M., Lacourt, A., Monin, G., 1992. Relationships between muscle type and some traits influencing veal colour. *Journal Sci. Food Agriculture* 58, 523-529.
- Hulsegge, B., Engel, B., Buist, W., Merkus, G.S.M., Klont R.E., 2001. Instrumental colour classification

of veal carcasses. *Meat Sci.* 57, 191-195.

Jones, S.J., Guru, A., Singh, V., Carpenter, B., Calkins, C.R., Johnson, D., 2004. Bovine Myology and Muscle Profiling. Verfügbar: <http://bovine.unl.edu/> (besucht 18.8.2014).

Kirchgessner, M., Grassmann, E., Roth, F.X., Roth-Maier, D.A., 1974. Wachstum und Fleischfarbe von Mastkälbern bei unterschiedlicher Eisenversorgung in Anfangs- und Endmast. *Z. Tierphysiol., Tierernährg. und Futtermittelkunde* 34, 35-42.

Klont, R.E., Barnier, V.M., van Dijk, A., Smulders, F.J., Hoving-Bolink, A.H., Hulsege, B., Eikelenboom, G., 2000. Effects of rate of pH fall, time of deboning, aging period, and their interaction on veal quality characteristics. *J. Anim. Sci.* 78, 1845-1851.

Klont, R.E., Barnier, V.M.H., Smulders, F.J.M., Van Dijk, A., Hoving-Bolink, A.H., Eikelenboom, G., 1999. Post-mortem variation in pH, temperature, and colour profiles of veal carcasses in relation to breed, blood haemoglobin content, and carcass characteristics. *Meat Sci.* 53, 195-202.

Knaus, W., Zollitsch, W., Lettner, F., Schlerka, G., Pangerl, R., 1997. Effects of iron supplementation on the performance, blood hemoglobin, iron concentration and carcass color of veal calves. *Die Bodenkultur* 48, 43-51.

Kühne, M., 2004. Postmortale Prozesse im Fleisch. In: Beutling, D. M. (Hrsg.): *Lehrbuch der Schlachtier- und Fleischuntersuchung*. Verlag Paul Parey, Stuttgart.

Lagoda, H.L., Wison, L.L., Henning, W.R., Flowers, S.L., Mills, E.W., 2002. Subjective and objective evaluation of veal lean colour. *J. Anim. Sci.* 80, 1911-1916.

Lensink, B.J., Fernandez, X., Cozzi, G., Florand, L., Veissier, I., 2001. The influence of farmers' behavior on calves' reactions to transport and quality of veal meat. *J. Anim. Sci.* 79, 642-652.

Leuenberger, P., 2009. Natura-Veal: Ausgezeichnete Schlachtkörperqualität. *Die Mutterkuh* 2/09, 35.

Maatje, K., 1989. Mastkälber in Gruppen halten. *Tierzüchter* 41, 20-21.

Miltenburg, G.A., Wensing, T., Smulders, F.J., Breukink, H.J., 1992. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. *J. Anim. Sci.* 70, 2766-2772.

Miotello, S., Bondesan, V., Tagliapietra, F., Schiavon S., Bailoni, L., 2009. Meat quality of calves obtained from organic and conventional farming. *Ital. J. Anim. Sci.* Vol. 8 (Suppl. 3), 213-215.

Morel, I., 1996. Die Eisenversorgung beim Mastkalb. *Agrarforschung* 3, 53-56.

Morel, I., 2000. Einsatz von Getreide anstelle von Milchersatzfutter beim Mastkalb. *Agrarforschung* 7, 24-29.

Morel, I., Chassot, A., 2010a. Kalbfleisch aus Mutterkuhhaltung: Leistungen der Kälber. *Agrarforschung Schweiz* 1, 18-23.

Morel, I., Chassot, A., 2010b. Kalbfleisch aus Mutterkuhhaltung: ein neues Produktionssystem. ART-Tagungsband IGN, Juni 2010, 94-96.

Pistrich, K., 2014. Rindermarktübersicht und Prognose der Rinder-Bruttoeigenerzeugung für 2014 und 2015. Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, März 2014.

Moos-Nüssli, E., 2009. So funktioniert die Natura-Veal-Produktion. *Die Mutterkuh* 1/09, 39-41.

Ngapo, T.M., Garipey, C., 2006: Review factors affecting the meat quality of veal. *J. Sci. Food Agriculture* 86, 1412-1431.

Prevedello, P., Andrighetto, I., Schiavon E., Gottardo, F., 2009. Administration of high amounts of two solid feeds to veal calves: effects on growth performance and slaughter traits. *Ital. J. Anim. Sci.* Vol. 8 (Suppl. 2), 534-536.

Rollama, 2012. Rollama Motivanalyse März/April 2012, AMA Marketing. Verfügbar: http://www.ama-marketing.at/home/groups/7/Konsumverhalten_Fleisch.pdf (besucht 18.8.2014).

Scheeder, M.R.L., Becker, B., Kreuzer, M., 1999. Veal colour and other meat quality characteristics in calves fattened on maize silage and concentrate. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 42, 6, 535-553.

Schnäckel, W., Matthes, H.D., Pastoushenko, V., Wiegand, D., Schellenberg, I., 2000. Fleischqualität von Weidemastfärsen und -kälbern. *Fleischwirtschaft* 11, 102-105.

Statistik Austria, 2014: Lebend- und Schlachtgewicht – Jahresergebnis 2013.

Steinwider, A., Gruber, L., Greimel, M., 2001. Vollmilch oder Milchaustauschfutter in der Kälbermast - Einfluss auf Mast- und Schlachtleistung, Fleischqualität und Wirtschaftlichkeit. *Die Bodenkultur* 52, 233-245.

Steinwider, A., Grabner, R., Mitteregger, J., Wöllinger, R., Gasteiner, J., 2006. Vollmilch-Kälbermast. *Der Fortschrittliche Landwirt* 14, 47-58.

Steinwider, A., 2008. Vollmilchkälbermast auf Basis von gesäuerter Jogurttränke bzw. frischer warmer Vollmilch mit bzw. ohne Eisenergänzung, Abschlussbericht Nr. WT 3481, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

Terosky, T.L., Wilson, L.L., Stull, C.L., Stricklin, W.R., 1997. Effects of individual housing design and size on special-fed Holstein veal calf growth performance, hematology, and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 75, 1697-1703.

Van de Water, G., Verjans, F., Geers, R., 2003. The effect of short distance transport under commercial conditions on the physiology of slaughter calves; pH and colour profiles of veal. *Livest. Prod. Sci.* 82, 171-179.

Vandoni, S., Rossi, C.A.S., 2009. Instrumental objective measurement of veal calves carcass colour at slaughterhouse. *Ital. J. Anim. Sci.*, Vol. 8 (Suppl. 2), 552-554.

Völker, H., Rotermund, L., Bauer, U., 1996. Die Erzeugung weißen Kalbfleisches unter Tierschutzaspekten. *Berl. Münch. tierärztl. Wschr.* 109, 55-63.

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

Welchman, D.d.B., Whelehan, O.P., Webster, A.J.F., 1988. Haematology of veal calves reared in different husbandry systems and the assessment of iron deficiency. *The Vet. Rec.*, 505-510.

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

Wittek, T., Köckler J., Mader, C., 2014. Untersuchungen zur Eisenversorgung von Mastkälbern in Tirol. *Veterinary Medicine Austria* 101, 20-24

Xiccato, G., Trocino, A., Queaque, P.I., Sartori, A., Carazzolo, A., 2002. Rearing veal calves with respect to animal welfare: effects of group housing and solid feed supplementation on growth performance and meat quality. *Livest. Prod. Sci.* 75, 269-280.