



Eisenversorgung beim Mastkalb

Teil II: Vergleich der Fleischqualität von anämischen und nicht-anämischen Kälbern

P. A. DUFÉY, Eidgenössische Forschungsanstalt für viehwirtschaftliche Produktion, CH-1725 Posieux

Zusammenfassung

Ziel der Untersuchung war es, objektive Informationen über mögliche Fleischqualitätsunterschiede zwischen anämischen und nicht-anämischen Kälbern zu erhalten. Die Kälber wurden aufgrund ihres Hämoglobingehaltes in zwei Gruppen eingeteilt. Die anämischen Kälber wiesen einen mittleren Hämoglobingehalt von 7,2 g/dl Blut auf, während der Durchschnitt der nicht-anämischen Kälber bei 12,7 g/dl lag. Alle geschlachteten Kälber dieser Gruppe wurden deklassiert. Ihr Fleisch war signifikant röter und enthielt ungefähr 2,5 mal mehr Myoglobin und Eisen, aber weniger Wasser. Die Eisenmangelanämie hatte keinen Einfluss auf die pH-Werte, das Wasserbindungsvermögen, die Sarkomerenlänge und die Scherkraft. Die sensorische Analyse ergab auch keinen Unterschied in bezug auf Saftigkeit und Zartheit. Hingegen war dieses Fleisch weniger geschmackvoll. Deshalb wurde auch das Fleisch der nicht-anämischen Kälber von der Degustationsjury bevorzugt.

Regelmässig gibt das Kalbfleisch oder Kälbermast insgesamt Anlass zu Diskussionen und Polemiken zwischen den betroffenen Kreisen wie Produzenten, Metzgern, Konsumenten und Vertretern des Tierschutzes. Dabei geht es hauptsächlich um die Eisenmangelanämie und damit verbunden um die Fleischfarbe. Neben der Fleischfarbe werden auch andere Qualitätsaspekte wie Kochverluste und Geschmack diskutiert. In diesem Zusammenhang wird häufig

darauf hingewiesen, dass die Kochverluste bei Fleisch von anämischen Kälbern höher sind als bei nicht-anämischen Tieren. Zudem soll solches Fleisch weniger geschmackvoll sein. In Wahrheit liegen über diese Fragen nur wenige Versuchsergebnisse vor. Aus der Schweiz selbst sind uns darüber keine Publikationen bekannt. Es schien deshalb angezeigt, einen Versuch durchzuführen, um objektive Unterlagen über mögliche Qualitätsunterschiede zu erarbeiten.

Tabelle 1. Versuchsbedingungen

Tierzahl:	16 Rotfleckviehkälber
Fütterung und Haltung:	unterschiedliche Eisenversorgung, siehe EGGER (1991)
Verfahren:	anämisch: weniger als 8 g Hb pro dl Blut vor der Schlachtung nicht-anämisch: mehr als 12 g Hb pro dl Blut vor der Schlachtung
untersuchter Muskel:	<i>Longissimus dorsi</i> (LD), Muskel des Filet, entnommen zwischen der 7. und 13. Rippe des Karrees
Statistik:	Einwegvarianzanalyse bei normalverteilten Daten, sonst Test von KRUSKAL-WALLIS Bei der sensorischen Beurteilung: t-Test der zwei Mittelwerte bei verbundenen Stichproben
Methoden:	Die ausführliche Beschreibung aller verwendeten Methoden kann beim Autor bestellt werden

Kleines Lexikon

Hämatokrit: Anteil der Blutzellen am Blutvolumen
Hämoglobin: Blutfarbstoff, dient zum Sauerstofftransport im Blut
Kollagen: Strukturprotein (20-30 % des Bindegewebes), beeinflusst die Zartheit des Fleisches
Myofibrillen: Proteine der Muskelfasern
Myoglobin: Muskelfarbstoff, dient vor allem als Sauerstoffspeicher
Sarkoplasma: Fleischsaft
Sarkomer: Kontraktile Einheit der Myofibrillen

Tabelle 2. Allgemeine Merkmale der Versuchstiere

Parameter	anämisch	nicht-anämisch	Signifikanz ²
durchschnittlicher Tageszuwachs (g)	1414	1495	n.s.
Hämoglobin (g/dl)	7,2	12,7	***
Hämatokrit (%)	22,6	35,1	***
Klassierung ¹	1,06	3,25	***
pH 1 Stunde	6,32	6,31	n.s.
48 Stunden	5,54	5,50	n.s.
Farbe: Muskel LD			
Helligkeit (L*) ³	59,4	45,1	***
Rotfärbung (a*)	2,2	7,1	***
Gelbfärbung (b*)	10,1	8,4	**
Farbe: Auflagefett			
Helligkeit (L*)	88,4	81,3	***
Rotfärbung (a*)	5,3	4,5	n.s.
Gelbfärbung (b*)	14,8	15,4	n.s.

¹ 1 = hell; 2 = rosafarbig; 3 = rötlich; 4 = rot

² Unterschied statistisch nicht signifikant: n.s. (p > 5%)

Unterschied statistisch signifikant: * (p ≤ 5%), ** (p ≤ 1%), *** (p ≤ 0,1%)

³ L*: 0 = schwarz; 100 = weiss

Versuchstiere

Die Versuchstiere wurden aus 64 männlichen Kälbern eines Mastversuches hauptsächlich anhand des Bluthämoglobingehaltes ausgewählt. In der Literatur finden sich keine einheitlichen Angaben über einen definierten Hämoglobinschwellenwert, unter welchem eine klinische Anämie zutage tritt. Im vorliegenden Versuch wurde der obere Hb – Grenzwert der anämischen Kälbergruppe bei 8 g Hämoglobin pro dl Blut festgelegt. Die weiteren Versuchsbedingungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Das Versuchsziel bestand darin, zwei Mastkälbergruppen mit vergleichbaren Zuwachsraten, aber mit unterschiedlichen, vom Normalwert abweichenden Blutwerten (Hb) zu vergleichen. SCHEIDEGGER (1973) legt den Normalwert des im Blut zirkulierenden Hämoglobins bei 2 bis 4 Monate alten Rindern bei 10,5 g/dl fest. LINDT (1988) gibt den gleichen Wert von 10,5 g/dl in einer Studie über Schlachtkälber an.

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich ist, weicht die anämische Kälbergruppe zum Zeitpunkt der Schlachtung um –3,3 Punkte von diesem Hämoglobinnormalwert ab, während die nicht-anämischen Tiere um 2,2 Punkte über dem Normalwert liegen. Die Differenz im Hämoglobingehalt bei der Schlachtung liegt vor allem in den unterschiedlichen Eisenreserven begründet, die während der fötalen Wachstumsphase angelegt wurden. Denn schon zu Versuchsbeginn weichen die beiden Versuchsgruppen um 3 Punkte voneinander ab. Die verschiedenen Fütterungsverfahren haben diese Differenz nur noch verstärkt.

Klassierung und Fleischfarbe

Diese auf den Hämoglobinwerten basierende Tierausswahl hatte für die beiden Tiergruppen eine sehr unterschiedliche Klassierung der Schlachtkörper zur Folge (Tab. 2). Alle Kälber der nicht-anämischen Gruppe wurden ausschliesslich wegen der Fleischfarbe deklassiert, d.h. der Klasse B bzw. C zugeteilt. Auch mit dem Remissions-

gerät wurden bedeutende Unterschiede zwischen den Gruppen bei der Farbhelligkeit und Intensität der Rotfärbung gemessen. Die Farbe des Auflagefettes wurde durch die getroffene Tierausswahl ebenfalls beeinflusst. Die anämischen Kälber wiesen im Vergleich zu den andern Kälbern ein signifikant helleres Fett auf.

Die Fleischfarbe wird nach BUNNIG und HAMM (1974) und POTTHAST (1987) massgeblich durch das Vorhandensein

Tabelle 3. Chemische Zusammensetzung des Fleisches

Parameter	anämisch	nicht-anämisch	Signifikanz ²
Wasser (%) ¹	76,66	76,10	*
Rohprotein (%)	21,15	21,60	n.s.
Fett (%)	0,90	0,93	n.s.
Mineralstoffe (%)	1,12	1,12	n.s.
Sarkoplasmatische Stickst. (mg/g)	10,10	10,11	n.s.
Nicht-Protein-Stickstoff (mg/g)	3,05	3,48	*
Myofibrilläre Stickstoff (mg/g)	18,79	18,97	n.s.
Gesamtkollagen (mg/g)	5,18	5,31	n.s.
Lösliche Kollagen (mg/g)	2,37	2,56	n.s.
Gesamteisen (mg/kg)	3,11	7,71	***
Hämeisen (mg/kg)	2,71	6,48	***
Hämeisen/Gesamteisen (%)	87,5	85,0	n.s.
Myoglobin (mg/kg)	868	2076	***

¹ in % der Frischsubstanz

² siehe Tabelle 2

zweier Häm-Pigmente im Muskel bestimmt: zu 95% durch das Myoglobin und zu 5% durch das Restbluthämoglobin. Der Gehalt des Myoglobins, das für die Fleischfarbe wichtigste Pigment, ist speziesabhängig. Es geht von 0,10% beim Schwein, 0,25% beim Lamm, 0,50% beim ausgewachsenen Rind bis 0,80% beim Pferd (HAMM, 1975). Im vorliegenden Versuch betrug der durchschnittliche Myoglobingehalt bei den anämischen Kälbern 0,09% und bei den nicht-anämischen Kälbern 0,20%.

Chemische Zusammensetzung des Fleisches

Die in der Tabelle 3 zusammengestellten Werte lassen erkennen, dass das Fleisch der nicht-anämischen Kälber über rund 2,5 mal mehr Myoglobin und Eisen enthält als das Fleisch der anämischen Tiere. Indessen wurde der Anteil des Häm-Eisens am Gesamteisen nicht verschoben. Im Durchschnitt betrug der Anteil 86%. Dieser Anteil des Häm-Eisens ist im Vergleich zu Rindfleisch höher, wo er nach SCHRICKEK *et al.* (1982) beim gleichen Muskel 63% beträgt. Das Häm-Eisen ist die für den menschlichen Organismus am leichtesten verwertbare Eisenquelle.

Vom ernährungsphysiologischen Standpunkt aus und insbesondere in bezug auf den verbreiteten Eisenmangel beim Menschen ist das Fleisch der nicht-anämischen Kälber mit 7,7 mg Eisen pro kg dem der anämischen Kälber vorzuziehen. Dieser Beitrag an die Eisenversorgung des Menschen darf jedoch nicht überbewertet werden, enthält doch zum Beispiel Rindfleisch mit 25 mg deutlich mehr Eisen.

Was die anderen Fleischinhaltsstoffe betrifft, bestehen zwischen den beiden Gruppen mit Ausnahme des Wassergehaltes kaum Unterschiede. Der Wassergehalt im Fleisch der anämischen Kälber ist signifikant erhöht und dies scheinbar auf Kosten des Proteingehaltes. Die myofibrilläre und sarkoplasmatische Stickstofffraktion machen 55% bzw. 30% des Gesamtstickstoffs aus. Ihr Gehalt wurde nicht verändert, obwohl der Myoglobingehalt zwischen den beiden Gruppen deutlich voneinander abwich. Hingegen ist der Nicht-Protein-Stickstoff, der hauptsächlich aus freien Aminosäuren besteht, im Fleisch der nicht-anämischen Kälber in höheren Mengen zu finden (+0,43 Punkte).

Tabelle 4. Wasserbindungsvermögen

Parameter	anämisch	nicht-anämisch	Signifikanz ²
Filterpapierpressmethode			
Fleischfläche M (cm ²)	6,87	6,60	n.s.
Gesamtfläche T (cm ²)	15,49	15,11	n.s.
Verhältnis M/T	0,44	0,44	n.s.
Gewichtsverluste¹			
Reifung (%)	4,15	3,70	n.s.
Auftauen (%)	7,62	7,18	n.s.
Grillieren (%)	23,77	23,28	n.s.
Gesamt (%)	35,54	34,16	n.s.

¹ in % des Anfangsgewichtes

² siehe Tabelle 2

Wasserbindungsvermögen

Das Wasserbindungsvermögen wurde durch verschiedene Kriterien erfasst: mit der Filterpapierpressmethode des Rohfleisches 4 Tage nach des Schlachtung sowie der Bestimmung der Gewichtsverluste bei der Reifung, beim Auftauen und beim Grillieren (Tab. 4). Mit der Filterpapierpressmethode wird die Fleischfläche M (Plastizität des Fleisches) und die Gesamtflüssigkeitsfläche T bestimmt. Das Verhältnis M/T bildet ein Mass für das Wasserbindungsvermögen. In unserem Fall ist die Plastizität des Fleisches in beiden Gruppen vergleichbar und das Verhältnis M/T ist identisch. Das Fleisch der anämischen Kälber weist im Vergleich zu dem der nicht-anämischen bei der Reifung, beim Auftauen

und beim Grillieren immer leicht höhere Gewichtsverluste auf. Diese Differenzen können aber statistisch nicht abgesichert werden.

Auch wenn das Fleisch der anämischen Kälber mehr Wasser enthält, wird davon das Wasserbindungsvermögen nicht beeinträchtigt. Die verbreitete Meinung «weisses Kalbfleisch gleich höhere Wasserverluste» konnte im vorliegenden Versuch entkräftet werden.

Sensorische Beurteilung

Tabelle 5 enthält die Ergebnisse der sensorischen und histologischen Untersuchungen sowie der Ermittlung der Zartheit, die mittels eines Scherkraftapparates gemessen wurde.

Tabelle 5. Sensorische und histologische Untersuchung, apparatetechnische Messung der Zartheit

Parameter	anämisch	nicht-anämisch	Signifikanz ²
Sensorische Beurteilung¹			
Geschmack (Pkt)	4,14	4,92	**
Saftigkeit (Pkt)	3,40	3,55	n.s.
Zartheit (Pkt)	5,31	5,40	n.s.
Bevorzugung (Pkt)	5,06	5,48	**
Histologische Untersuchung			
Länge der Sarkomere (µm)	1,79	1,83	n.s.
Apparatetechnische Messung der Zartheit			
max. Scherkraft (kg)	2,29	2,24	n.s.

¹ Bewertende Prüfungen mit nicht strukturierten Skalen (max. 8)

² siehe Tabelle 2

Die nicht-anämischen Kälber haben bei allen untersuchten Kriterien der sensorischen Beurteilung höhere Durchschnittswerte als die anämischen Kälber. Allerdings konnten in der Saftigkeit und Zartheit des Fleisches keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Letztere Beobachtung deckt sich mit der Scherkräftmessung und der Messung der Sarkomerlänge, die die kontraktile Einheit der Myofibrillen darstellt. Ihre Länge kann von biochemischen Reaktionen, die nach der Schlachtung ablaufen, beeinflusst werden. So wirken sich kontrahierte Sarkomere negativ auf die Zartheit des Fleisches aus.

Das Fleisch der nicht-anämischen Kälber wurde als signifikant intensiver im Geschmack beurteilt als das der anämischen Kälber. Die unterschiedliche Beurteilung des Geschmacks dürfte auf die komplexen Reaktionen beim Grillieren zurückzuführen sein. Die sarkoplasmatischen Proteine sind bereits ab 45°C einer Denaturierung unterworfen. Die Farbe des gekochten Fleisches wird hauptsächlich der Denaturierung der Häm-Pigmente zugeschrieben. Der Einfluss denaturierter Häm-Pigmente auf den Fleischgeschmack ist nicht genau abgeklärt, aber sie könnten durchaus dazu beitragen. Der Gehalt an Häm-Pigmenten war im vorliegenden Versuch bei den nicht-anämischen Kälbern 2,5 mal höher als bei den anämischen. Eindeutig belegt ist der Einfluss der Karamelisierung der Zucker sowie Maillardreaktionen zwischen reduzie-

renden Zuckern und Aminosäuren auf den Fleischgeschmack. Diese Zucker fallen vorwiegend beim Abbau der Glykoproteine an, denn im allgemeinen enthält Fleisch mit Ausnahme des Pferdefleisches nur sehr wenig Zucker. Die Aminosäuren ihrerseits gehen aus der Hydrolyse der Proteine hervor und/oder stammen von den im Muskel bereits vorhandenen freien Aminosäuren. Da im vorliegenden Versuch das Fleisch der nicht-anämischen Kälber signifikant mehr Nicht-Protein-Stickstoff enthielt, könnten die Maillardreaktionen in grösseren Umfang abgelaufen sein. Im übrigen wurde festgestellt, dass bei der Vorbereitung des Fleisches für die Degustation das Fleisch der nicht-anämischen Kälber einen «gerösteteren» Aspekt zeigte als das der anämischen Gruppe. Diese Geschmacksunterschiede waren auch der Grund dafür, dass das Degustationsteam bei jeder Sitzung das Fleisch der nicht-anämischen Kälber vorgezogen hat.

Literatur

- BÜNNIG K. und HAMM R., 1974. Über den Hämoglobin- und Myoglobingehalt der Skelettmuskulatur von Schwein und Rind. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 155, 332-338.
- EGGER I., 1991. Eisenversorgung beim Mastkalb. Teil 1: Einfluss zweier Eisen- und Kupferdosierungen auf Leistung, Gesundheit und Fleischfarbe beim Mastkalb. *Landwirtschaft Schweiz* 4 (1-2), 41-46.
- HAMM R., 1975. Muskelfarbstoff und Fleischfarbe. *Fleischwirtsch.* 10, 1415-1418.
- LINDT F., 1988. Etude sur l'anémie ferriprive chez les veaux de boucherie. Thèse de l'Inst. zootech. Uni. Berne.
- POTTHAST K., 1987. Fleischfarbe, Farbstabilität und Umrötung. *Fleischwirtsch.* 67 (1), 50-55.
- SCHEIDEGGER H. R., 1973. Veränderungen des Roten Blutbildes und der Serum-eisen-Konzentration bei Simmentaler Kälbern. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 115, 483-497.
- SCHRICKER B. R., MILLER D. D. and STOFFER J. R., 1982. Measurement and Content of Nonheme and Total Iron in Muscle. *J. Food. Sci.* 47, 740-743.

Schlussbemerkungen

1. Ein Vergleich mit anderen publizierten Versuchen erweist sich als recht schwierig. Die uns bekannten Arbeiten untersuchten den Einfluss unterschiedlicher Eisenzufuhren über die Fütterung bei Kälbern, die zu Versuchsbeginn vergleichbare Hämoglobingehalte aufwiesen. Daraus ergaben sich zum Zeitpunkt der Schlachtung geringere Hämoglobinabweichungen und eine grössere Variabilität innerhalb der Versuchsgruppen.
2. Die beiden im vorliegenden Versuch verwendeten Kälbergruppen sind in bezug auf den Hämoglobingehalt nicht repräsentativ für die in der Schweiz geschlachteten Mastkälber. Im Durchschnitt haben landesübliche Mastkälber einen Hämoglobingehalt, der zwischen den beiden Versuchsgruppen einzuordnen ist.

Summary

Iron supply in veal calves Part 2: Comparison of the meat quality of anemic and non-anemic calves

It was the aim of the trial to dispose of objective data concerning eventual differences between the meat of anemic and non-anemic calves. The calves were chosen from a fattening trial with different iron supply (20 and 50 mg/kg DM). They were allotted to two groups on the basis of their hemoglobin content in the blood. The mean hemoglobin content of the anemic calves was 7.2 g/dl blood, whereas the non-anemic calves had a content of 12.7 g/dl. All the slaughtered calves of the second group were degraded their meat being significantly more red. It contained about 2.5 times more myoglobin and iron and less water.

The iron deficiency anemia did not influence neither the pH values nor the waterholding capacity nor the length of the sarcomeres nor the shear force. It had no effect on juiciness and tenderness either. However, the flavour of the meat of the non-anemic calves was more intensive. Therefore, this meat was preferred by the degustation team.

Key words: veal calf, iron supply, anemia, hemoglobin, meat quality.

Résumé

Approvisionnement en fer chez le veau d'engraissement 2^e partie: Comparaison entre veaux anémiques et non anémiques quant à la qualité de la viande

Le but de l'essai était de pouvoir disposer de données objectives sur d'éventuelles différences de qualité de viande entre des veaux anémiques et non anémiques. La possibilité de choisir les animaux, issus d'un essai d'engraissement ayant dans la ration des teneurs en fer distinctes (20 et 50 mg/kg MS), a permis de bien cibler les groupes sur la base de la teneur en hémoglobine. Le groupe de veaux anémiques avait en moyenne 7,2 g d'hémoglobine par dl de sang alors que ce taux était de 12,7 g/dl chez les veaux non anémiques. Ces derniers ont tous été déclassés lors de l'abattage et présentaient une viande significativement plus rouge, contenant environ 2,5 fois plus de myoglobine et de fer, et moins d'eau. L'anémie ferriprive n'a pas affecté les valeurs du pH, le pouvoir de rétention d'eau, l'état de contraction des sarcomères, la force de cisaillement et dans l'analyse sensorielle, la jutosité et la tendreté.

Par contre, cette viande a une saveur significativement moins forte, le jury de dégustation préférant de ce fait la viande issue des veaux non anémiques.