

Einfluss von Produktionsfaktoren auf die Rindfleischqualität¹

Pierre-Alain DUFÉY und Alain CHAMBAZ, Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere (RAP), CH-1725 Posieux

Auskünfte: Pierre-Alain Dufey, e-mail: pierre-alain.dufey@rap.admin.ch, Fax +41 (0) 26 407 73 00, Tel. +41 (0) 26 407 71 11

Zahlreiche Faktoren beeinflussen die Qualität von Rindfleisch. Auf die Produktionsfaktoren haben die Fleischproduzenten und -produzentinnen direkten Einfluss. Um den nachfolgenden Beteiligten in der Produktionskette ein qualitativ hochstehendes Produkt liefern zu können, müssen sie diese Faktoren und deren Einfluss auf die Fleischqualität kennen und im Griff haben.

Die Einflussfaktoren umfassen tierspezifische Aspekte wie Alter, Geschlecht und Rasse sowie Umweltaspekte wie Fütterung und Haltung. Der Begriff Qualität schliesst viele Beurteilungskriterien ein. Im Rahmen dieser Übersicht werden einige technologische und sensorische Aspekte berücksichtigt. Unter technologischer Qualität versteht man die Geschwindigkeit und das Ausmass des pH-Wert-Abfalles sowie das Wasserhaltevermögen. Die sensorische Qualität umfasst die Fleischfarbe, Zartheit, Saftigkeit und den Geschmack.

Die Zusammenhänge zwischen den Produktionssystemen beziehungsweise den Labelproduktionen und der Qualität des Rindfleisches werden im folgenden Artikel in dieser Nummer diskutiert (Dufey und Chambaz 1999).

Muskelmerkmale

Qualitätsunterschiede im Fleisch ergeben sich in erster Linie dadurch, dass die einzelnen Muskeln verschieden sind. Neben der rein chemischen Zusammensetzung setzt sich ein Muskel aus verschiedenen Muskelfasertypen mit spezifischen Eigenschaften zusammen. Die Charakteristik eines Muskels, wie zum Beispiel Aussehen, physiologische und biochemische Eigenschaften, ergibt sich aus dem Verhältnis der unterschiedlichen Fasertypen zueinander und entspricht auch der lokalen Funktion, welche der Muskel im Organismus ausübt. Die histochemische Unterscheidung der Fasertypen basiert auf zwei Kriterien: der Geschwindigkeit der Faserkontraktion und dem Energiestoffwechsel (ATP-Bildung). So kann zwischen lang-

sam und rasch kontrahierenden Muskelfasern und zwischen stark respiratorischer (oxidativer Stoffwechsel) oder stark glykolytischer (anaerober) Aktivität unterschieden werden. Aus der Kombination dieser Unterscheidungsmerkmale lassen sich die Muskelfasern in vier Haupt-Typen einteilen:

■ Typ I: rote, langsam kontrahierende Fasern mit oxidativem Stoffwechsel;

■ Typ IIA: rote, schnell kontrahierende Fasern mit oxidativ-glykolytischem Stoffwechsel;

■ Typ IIB: weisse, schnell kontrahierende Fasern mit glykolytischem Stoffwechsel;

■ Typ IIC: intermediärer Fasertyp. Muskeln enthalten hauptsächlich Typ I, IIA und IIB Fasern. Die Fasertypen unterscheiden sich im Gehalt an Myoglobin, Glykogen, Fett, zytoplasmatischen Proteinen (Enzyme) und Organellen. Die Anzahl der Fasern ist bei der Geburt vorgegeben. Durch die Volumenvergrößerung der Fasern (Hypertrophierung) wird somit das Ausmass des Muskelwachstums bestimmt. Das Verhältnis der Fasertypen zueinander kann durch verschiedene innere oder äussere Faktoren verändert werden, wobei diese Veränderungen (I ↔ IIA ↔ IIB) reversibel sind. Die Dominanz des einen oder anderen Fasertypes wirkt sich aus auf den pH-Wert, das Wasserbindungsvermögen, die Fleischfarbe, den Geschmack, die Geschwindigkeit und das Ausmass der Fleischreifung und folgedessen auf die Zartheit. Wenn zum Beispiel die weissen, schnell kontrahierenden glykolytischen Fasern vorherrschen, dann fällt der pH-Wert nach der Schlachtung rasch ab, was besonders bei wenig gedeckten Schlachtkörpern das Risiko der Kälteverkürzung während der Kühlung vermin-

dert. Die Kälteverkürzung bewirkt ein Hartwerden des Fleisches und lässt sich nicht mehr rückgängig machen. Der End-pH-Wert wird in der Tendenz tiefer liegen als bei roten Muskelfasern, woraus ein vermindertes Wasserbindungsvermögen resultiert. Der Gehalt an Häm-Pigmenten ist reduziert, was dem Fleisch eine hellere (Effekt durch den tieferen pH-Wert noch verstärkt), aber stabilere Farbe als bei den roten, oxidativen Fasern verleiht. Der Geschmack wird weniger intensiv ausfallen, während sich eine bessere Zartheit einstellen wird. Dies ist auf den rascheren und intensiveren Reifungsprozess mit entsprechender Proteolyse der Myofibrillen zurückzuführen. Die Zartheit wird auch durch die Fasergrösse beeinflusst. Fleisch mit kleineren (dünneren) Fasern ist in der Tendenz zarter als solches mit grösseren (dickeren).

Eine weitere Ursache der Heterogenität zwischen den Muskeln ist mit dem Bindegewebe gekoppelt, da dieses die Art der Bündelung und Kohäsion der Muskelfasern bestimmt. Die Menge und Qualität des Bindegewebes sowie die räumliche Verteilung variiert beträchtlich. Bindegewebe besteht zur Hauptsache aus Kolla-

Glossar

Glykogen	Kohlenhydratspeicher
Hämeisen	Komplexverbindung mit Eisen, dient zur Anlagerung z.B. von Sauerstoff, Kohlenmonoxid, Stickstoffbasen
Kollagen	Gerüsteinweisskörper
Myofibrillen	Untereinheit der quergestreiften Muskelfaser
Myoglobin	Muskelhämoglobin: der dem Hämoglobin ähnliche Eiweisskörper des Muskels, dient der Sauerstoffversorgung des Muskels
Organellen	«Organe» einer Zelle
Proteolyse	Eiweissabbau

¹Übersetzung: Annelies Bracher-Jakob, Neyruz

gen, einem fibrillären Protein, dessen Menge die «basale Zähigkeit» eines Muskels bestimmt. Zudem ist für die Zartheit die Kollagenqualität von Bedeutung, die vom Polymerisationsgrad (intermolekulare Verbindungen) bestimmt wird. Analytisch wird diese mit der Bestimmung des löslichen, hydrothermisch behandelten Kollagens erfasst. In der Regel gilt: je mehr Kollagen und je tiefer seine Löslichkeit, desto zäher das Fleisch.

Einfluss des Alters...

Fleisch wird mit zunehmendem Alter der Tiere zäher (Augustini und Temisan 1986; Dumont und Renou 1963; Scheeder und Langholz 1996; Touraille 1982). Beim intakten männlichen Tier wird der Alterseffekt mit einer verringerten Kollagenlöslichkeit erklärt (Boccard *et al.* 1979). In der Literatur sind die Meinungen über den Effekt des Alters auf die Zartheit geteilt (Boccard und Bordes 1986; Haurez und Joulie 1994; Dikeman *et al.* 1986; Goutefongea und Valin 1978). Allerdings wurde in diesen Arbeiten nur der lange Rückenmuskel (*Longissimus dorsi*: LD) untersucht, dessen Kollagengehalt tief ist und somit in den meisten Fällen die Zartheit nicht entscheidend beeinflusst.

In Bezug auf den Fleischgeschmack ist das Alter ein entscheidendes Kriterium. Er wird mit dem Älterwerden der Tiere ausgebildet. Man geht davon aus, dass dies auf die Zunahme der oxidativen Aktivität der Muskelfasern und auf den höheren intramuskulären Fettgehalt zurückzuführen ist (Goutefongea und Valin 1978). Faktoren, die die Fleischfarbe beeinflussen, sind ebenfalls stark altersabhängig. Der Gehalt an Hämeisen, der Hauptbestandteil der Fleischpigmente, nimmt im Verlauf des Wachstums zu (Renner 1982), was ein dunkleres Fleisch verursacht (Augustini und Lüdten 1992; Boccard *et al.* 1979; Boccard und Bordes 1986). Die Farbstabilität nimmt mit dem Alter tendenzmässig ab (Renner 1982).

... des Geschlechts...

Rinder weisen das zarteste Fleisch auf, gefolgt von Ochsen und Munis. Die gleiche, aber deutlich weniger ausgeprägte Reihenfolge ergibt sich für die Merkmale Geschmack und Saftigkeit (Touraille 1982; Augustini und Lüdten 1992; Seideman *et al.* 1982; Riley *et al.* 1983; Oldigs *et al.* 1990; Dikeman *et al.* 1986). Die Differenzen in der Zartheit hängen mit

dem unterschiedlichen Kollagengehalt, der Kollagenlöslichkeit und Muskelfasergrösse zusammen. Rinder und Ochsen haben im Vergleich zu Munis einen tieferen Kollagengehalt (Augustini und Lüdten 1992) und kleinere Muskelfasern. Huff-Lonergan *et al.* (1995) konnten nachweisen, dass gewisse Myofibrillenproteine bei Munis weniger rasch abgebaut werden und die Zartheit geringer ist als bei Ochsen, wenn die Fleischreifung unvollständig ist. Nach Monin (1991) könnten die Unterschiede in der Zartheit zwischen Ochsen und Muni mit einem bei Ochsen geringeren Anteil an roten, oxidativen Muskelfasern (Typ I) zusammenhängen.

Der pH-Wert des Fleisches fällt nach der Schlachtung bei Munis langsamer und weniger tief ab als bei Rindern und Ochsen, was eine leicht dunklere Farbe mit einem geringfügig höheren Wasserbindungsvermögen zur Folge hat (Martin und Fredeen 1974).

Ochsen- und Munifleisch unterschieden sich kaum im Geschmack und der Saftigkeit, auch wenn die Ergebnisse einiger Arbeiten auf eine gewisse Überlegenheit von Ochsenfleisch hindeuten (Seideman *et al.* 1982). Hingegen weisen Ochsen ein gelberes Fett auf als Muni (Dufey 1999), was von den Konsumentinnen und Konsumenten nicht geschätzt wird.

... der Rasse...

Erwiesenermassen ist Fleisch von Tieren der Gattung *Bos indicus* zäher als das der Gattung *Bos taurus* (Riley *et al.* 1986; Wheeler *et al.* 1994). Zahlreiche organoleptische Untersuchungen wurden an *Bos-taurus*-Rassen durchgeführt. In einem schweizerischen Rassenvergleich (Dufey 1987) hat sich gezeigt, dass sich mit der Erhöhung des Brown-Swiss-Blutanteils Zartheit und Saftigkeit verschlechtern. Im Gegensatz dazu wurde mit zunehmendem Red-Holstein-Blutanteil beim Simmentaler Fleckvieh vorab im LD-Muskel die sensorische Qualität verbessert. Entgegen gewissen Vorurteilen figuriert das Fleisch von Schwarzfleckviehtieren unter den bestklassierten. Untersuchungsergebnisse von Augustini *et al.* (1990) decken sich mit unseren Befunden. Bei gleichem Tageszuwachs schnitten die Schwarzfleckviehtiere im Vergleich zu Fleckvieh und der Kreuzung Schwarzfleckvieh x Charolais in der sensorischen Beurteilung gut ab. Bei deutschem Fleckvieh konnten Branscheid und Herzog

(1996) ebenfalls einen positiven Kreuzungseffekt (Charolais oder Piemonteser) auf die Zartheit, nicht aber auf den Geschmack und die Saftigkeit, nachweisen. Problematisch waren für die Autoren nicht die durchschnittlichen Werte der Zartheit der reinrassigen Fleckviehtiere, sondern vielmehr der Anteil an Tieren mit zähem bis sehr zähem Fleisch. In einem zweiten Versuch von Dufey (1988) wurde nochmals der Nachweis erbracht, dass die Schwarzfleckviehtiere ein insgesamt zartes Fleisch liefern und dass das Fleckvieh unter verschiedenen einheimischen Rassen das zähste Fleisch aufweist. Scheeder *et al.* (1996) wiesen im Fleisch von Brown-Swiss- x Blonde-d'Aquitaine-Kreuzungen höhere Scherkräftewerte nach als bei Limousin- x Schwarzfleckvieh-Kreuzungen oder reinen Schwarzfleckviehtieren. Einen positiven Kreuzungseffekt verschiedener angelsächsischer und europäischer Festlandrassen mit Piemontesen und Red Angus konnten Tatum *et al.* (1990) zeigen. Riley *et al.* (1986) dagegen, haben keine signifikanten Rasseneffekte auf die sensorische Beurteilung bei Kreuzungen mit englischen Rassen (Aberdeen Angus und Hereford), Jersey und Schwarzfleckvieh beobachtet. Erstaunlicherweise fanden Oldigs *et al.* (1990) in einem breit angelegten Versuch mit Munis, Rindern und Kühen verschiedener Rassen und Kreuzungen² keine Unterschiede in der Zartheit, aber im Gehalt an intramuskulärem Fett und dem Grad der Marmorierung. Dabei erwiesen sich Anguskreuzungen als frühereifer und ergaben gedecktere (fettere) Schlachtkörper. Doppellender produzieren ein helleres, fettärmeres Fleisch mit einem tieferen Kollagengehalt (Boccard *et al.* 1980) und auf Grund eines erhöhten Anteils an weissen, glykolytischen Muskelfasern (IIB) ist der Myoglobingehalt reduziert (Clinquart *et al.* 1998).

... der Fütterungs- und Wachstumsintensität...

Eine erhöhte Fütterungsintensität und somit der Wachstumsgeschwindigkeit bewirkt eine Verbesserung der Zartheit (Augustini und Lüdten 1992), des Geschmacks und der Saftigkeit (Augustini *et al.* 1990). Mooney *et al.* (1998) und Larick

²Angus, Charolais, deutsches Fleckvieh, deutsches Gelbvieh, Holstein Friesian, Chianina, Marchigiana, Romagnola, deutsche Rotbunte, deutsche Schwarzbunte

et al. (1987) konnten zeigen, dass eine intensive Ausmast anschliessend an die Weidemast die Zartheit positiv beeinflusst. Diese Tiere sind besser gedeckt (Auflagefett), so dass die Schlachtkörpertemperatur langsamer absinkt und der pH-Wert rascher fällt. Die Ausnützung des kompensatorischen Wachstums nach einer restriktiven Fütterungsperiode ermöglicht es, eine Fleischqualität zu erzielen, welche derjenigen von intensiv gemästeten Tieren ebenbürtig ist (Gehardy *et al.* 1995; Clinquart *et al.* 1994). Haurez und Joulie (1994) konnten jedoch bei ungefähr 20 Monate alten Charolais-Munis keinen durch die Fütterungsintensität bedingten Unterschied feststellen. Dikeman *et al.* (1986) stellten allgemein einen positiven Einfluss der Fütterungsintensität auf die Fleischqualität fest; im Gegensatz zu Ochsen hatten intensiv gemästete Munis jedoch ein zäheres Fleisch.

Das Fütterungsniveau scheint den Myoglobingehalt von Munimuskeln nicht wesentlich zu beeinflussen und somit auch nicht die Fleischfarbe (Rennerre 1986).

... der Fütterung...

Werden Tiere während der Ausmast mit Mais anstelle von Grünfütterung gemästet, wirkt sich das günstig auf die sensorische Qualität aus, besonders auf den Geschmack (Augustini *et al.* 1998; Bowling *et al.* 1977). Smith *et al.* (1983) schätzen, dass 30 Tage Maisfütterung bereits ausreichen, um den Geschmack zu verbessern, dass aber die optimale Dauer bei rund 130 Tagen liegt. Allerdings werden in den Untersuchungen mehrheitlich die Mastmethode und nicht die Futtermittel als solche verglichen werden. Es ist oft schwierig, aus den Literaturangaben die Effekte der Fütterungsintensität von den Effekten der Zusammensetzung der Ration klar zu trennen, wenn die Vergleiche nicht bei gleichem Nettoenergiegehalt der Rationen durchgeführt wurden (Geay und Renand 1994). In den meisten Versuchen wird *ad libitum* gefüttert und die Schlachtung erfolgt bei gleichem Gewicht/Alter oder Ausmastgrad. Wird bei gleichem Gewicht/Alter geschlachtet, führt dies bei intensiv mit Mais gefütterten Tieren zu einem höheren Ausmastgrad. Im Fall der Schlachtung bei gleichem Ausmastgrad werden die mit Mais gefütterten Tiere jünger geschlachtet. Der schlechtere Ausmastgrad, das höhere Alter oder die Ausmast basierend auf Raufutter sind nicht allein verantwortlich für eine verminderte

sensorische Qualität. Hedrick *et al.* (1980) und Larick *et al.* (1987) konnten im Fett von Weidemasttieren gegenüber Tieren aus Getreidemast mehr flüchtige Verbindungen messen, die einen wenig bevorzugten Geschmack verursachen. Melton (1983) weist auf verschiedene Gräser hin, die diesen Effekt bewirken können. Der Austausch von Mais mit Gerste im Kraftfutter (Miller *et al.* 1996) oder von Soja-schrot mit Leinschrot (Dumont *et al.* 1997) hat aber keine Auswirkung auf sensorische Merkmale.

Der Einfluss der Fütterung auf den Gehalt an Muskelmyoglobin tritt nur bei jungen Tieren auf, die aufgrund von Eisenmangel anämisch sind (Rennerre 1986). Grassilage bewirkt ein gelberes Fett als Maissilage (Augustini *et al.* 1998).

... sowie des Ausmastgrades

Ein vollfleischiger, genügend gedeckter Schlachtkörper weist günstigere Eigenschaften auf als ein leerefleischiger, schwach gedeckter Schlachtkörper. Für eine gleiche Kerntemperatur wird eine längere Kühlungsdauer benötigt, was einerseits das Risiko der Kälteverkürzung vermindert und andererseits den pH-Wert-Abfall und die proteolytischen Enzymaktivitäten beschleunigt, die ihrerseits die Zartheit des Fleisches erhöhen. Gemäss Shackelford *et al.* (1994), Riley *et al.* (1983) und Bowling *et al.* (1977) gewährleistet eine minimale Fettauflage von 5 bis 8 mm zwischen der 12. und 13. Rippe einen guten Schutz gegen Kälteverkürzung und übt somit einen positiven Effekt auf die Zartheit aus (Dikeman 1996). Smith *et al.* (1983) haben zudem festgestellt, dass eine subkutane Fettauflage von mindestens 0,30 inch (7,6 mm) den Fleischgeschmack positiv beeinflusst.

Bei gleichem Ausmastgrad enthält das Fleisch von Rindern mehr intramuskuläres Fett (IMF) als dasjenige von Munis (Lee und Schön 1986). Der IMF-Gehalt ist aber schwach positiv mit den organoleptischen Fleischmerkmalen, besonders dem Geschmack, korreliert (Renand *et al.* 1997). Der Zusammenhang zwischen IMF und Zartheit wurde gründlich untersucht. Ein positiver Effekt auf die Zartheit wurde für einen IMF-Gehalt von Fleisch mit 3 % und mehr beobachtet, die Beziehung ist aber schwach (Wheeler *et al.* 1994). Dikeman (1996) schätzt den Beitrag des IMF-Gehaltes zur Erklärung der Variation in der Zartheit auf nur 5 bis

10 %. Diese Zahl geht auf verschiedene amerikanische Studien zurück, in denen der IMF-Gehalt der untersuchten Tiere von 2 bis 8 % reicht. In der Schweiz dürfte der Beitrag noch geringer sein, weil die Tiere meistens bei einem IMF-Gehalt von 1,5 bis 2,5 % geschlachtet werden (Dufey 1987, 1988). Das intramuskuläre Fett scheint vielmehr ein Begleitmerkmal als die direkte Ursache von zartem Fleisch zu sein (Scheeder 1996). Es wäre falsch zu glauben, dass mageres und zartes Fleisch sich gegenseitig ausschliessen.

Folgerungen

Die Einflussfaktoren auf die Rindfleischqualität sind vielschichtig und manchmal auch antagonistisch, das heisst während ein Qualitätsaspekt verbessert wird, verschlechtert sich ein anderer (Abb. 1). Die Fleischqualität ist letztlich das Ergebnis des Zusammenspiels komplexer und multifaktorieller Einflüsse. Eine Folge davon ist die grosse Variationsbreite in der Fleischqualität und dies nicht nur zwischen Einzeltieren, sondern auch zwischen den einzelnen Muskeln eines Tieres. Diese Variabilität ist normal und natürlich gegeben.

LITERATUR

- Augustini C., Kögel J., Pickl M. und Edelman P., 1998. Welchen Einfluss hat das Grundfutter auf die Fleischqualität beim Rind? *Mitt. Bundesanstalt Fleischforschung Kulmbach* **141**, 282-289.
- Augustini C. und Lüdten L., 1992. Rindfleischqualität-Bewertung des Endproduktes. *Mitt. Bundesanstalt Fleischforschung Kulmbach, Vorträge der Kulmbacher Woche* 1992 **116**, 121-125.
- Augustini C. und Temisan V., 1986. Einfluss verschiedener Faktoren auf die Schlachtkörperzusammensetzung und Fleischqualität bei Jungbullen. *Fleischwirtschaft* **66** (8), 1273-1280.
- Augustini C., Temisan V., Kalm E. und Guhe M., 1990. Mastintensität und Fleischqualität beim Rind. *Mitt. Bundesanstalt Fleischforschung Kulmbach* **108**, 123-129.

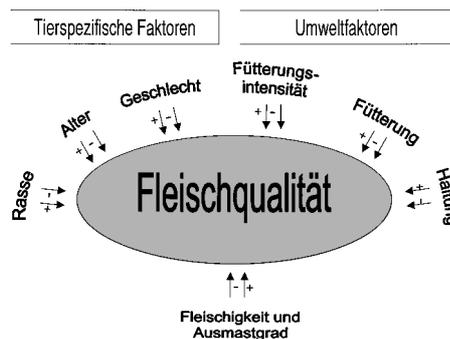


Abb. 1. Die Fleischqualität ist letztlich das Ergebnis komplexer und multifaktorieller Einflüsse.

- Boccard R. et Bordes P., 1986. Caractéristiques qualitatives et technologiques des viandes bovines : influence des facteurs de production. In: Production de viande bovine. INRA, Paris, 61-84.
- Boccard R.L., Naudé R. T., Cronje D. E., Smit M. C., Venter H.J. and Rossouw W. J., 1979. The influence of age, sex and breed of cattle on their muscle characteristics. *Meat Sci.* **3**, 261-280.
- Boccard R., Valin C. and Bonaiti B., 1980. Effect of genotype on pigment, lipid and collagen content of the longissimus dorsi muscle in young bulls. *Proc. 26th Europ. Meet. Meat Res. Workers* **1**, 271-274.
- Bowling R.A., Smith G.C., Carpenter Z.L., Dutton T.R. and Oliver W.M., 1977. Comparison of forage-finished and grain-finished beef carcasses. *J. Anim. Sci.* **45** (2), 209-215.
- Branscheid W. and Herzog R., 1996. Gebrauchskreuzung bei Fleckvieh. Eine Möglichkeit zur Beeinflussung der Fleischqualität. Jahresbericht 1996, Bundesanstalt für Fleischforschung Kulmbach, 13-16.
- Clinquart A., Hornick J.L., Van Eenaeme C. et Istasse L., 1998. Influence du caractère culard sur la production et la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu Belge. *INRA Prod. Anim.* **11**(4), 285-297.
- Clinquart A., Hornick J.L., Van Eenaeme C. et Mayombo A.P., 1994. Composition de la carcasse et qualité de la viande chez le taurillon culard soumis à un engraissement intensif ou à une croissance faible suivie d'une croissance accélérée. *Annales de zootechnie* **43**(suppl. 1), 58s.
- Dikeman M.E., Reddy G.B., Arthaud V.H., Tuma H.J., Koch R.M., Mandigo R.W. and Axe J.B., 1986. Longissimus muscle quality, palatability and connective tissue histological characteristics of bulls and steers fed different energy levels and slaughtered at four ages. *J. Anim. Sci.* **63**, 92-101.
- Dikeman M.E., 1996. The relationship of animal leanness to meat tenderness. Proc. 49th annual reciprocal meat conference, ed.: *Am. Meat Sci. Ass.*, Chicago, 87-101.
- Dufey P.-A., 1987. Qualité de la viande chez les taurillons. *Revue suisse d'agric.* **19**(4), 204-207.
- Dufey P.-A., 1988. Fleischqualität von Jungmuni im Test: ein Vergleich von verschiedenen Rassen bei Stallmast. *Landwirtschaft Schweiz* **1**(6), 337-341.
- Dufey P.-A., 1999. Effect of castration on the fatty acid profile and the incidence of yellow fat in bovine adipose tissue. 50th Ann. Meet. EAAP Zürich, in press.
- Dufey P.-A. and Chambaz A., 1999. Labelproduktion in der Schweiz und Rindfleischqualität. *Agrarforschung* **6**(9), 349-351.
- Dumont B.L. et Renou Y., 1963. *Industrie Aliment. Animales* **145**, 27-37.
- Dumont R., Roux M., Touraille C., Agabriel J. et Micol D., 1997. Engraissement des vaches de réforme de race Charolaise. Effet d'un apport de tourteau de lin sur les performances d'engraissement et les propriétés physico-chimiques et sensorielles de la viande. *INRA Prod. Anim.* **10**(2), 163-174.
- Geay Y. et Renand G., 1994. Importance de la variabilité génétique et du mode d'élevage des bovins sur les caractéristiques musculaires et les qualités organoleptiques de leurs viandes. *Renc. Rech. Ruminants* **1**, 177-182.
- Gerhardy H., Kreuzer M. und Langholz H.-J., 1995. Untersuchungen zur Erzeugung von Qualitätsrindfleisch mit schwarzbunten Jungbullen in Mastverfahren mit unterschiedlicher Mastdauer und -intensität. *Züchtungskunde* **67**(2), 117-131.
- Goutefongea R. et Valin C., 1978. Etude de la qualité des viandes de bovin. 2. Comparaison des caractéristiques organoleptiques des viandes de taurillon et d'animal adulte. *Ann. Technol. agric.* **27**(3), 609-627.
- Haurez Ph. et Joulie A., 1994. Influence de la vitesse de croissance et de l'âge à l'abattage des jeunes bovins charolais sur la qualité de la viande. *Renc. Rech. Ruminants* **1**, 201-204.
- Hedrick H. B., Bailey M. E., Krouse N. J., Dupuy H. P. and Legende M.G., 1980. Relationship between volatile compounds in fat from forage and grain-fed beef and sensory characteristics of steaks and roasts. Proceedings of the 26th European meeting of meat research workers, **1**, 307-310.
- Huff-Lonergan E., Parrish F. C. and Robson M. R., 1995. Effects of postmortem aging time, animal age, and sex on degradation of titin and nebulin in bovine longissimus muscle. *J. Anim. Sci.* **73**, 1064-1073.
- Larick D. K., Hedrick H. B., Bailey M. E., Williams J. E., Hancock D. L., Garner G. B. and Morrow R. E., 1987. Flavor constituents of beef as influenced by forage- and grain-feeding. *J. Food Sci.* **52**(2), 245-251.
- Lee Y.J. und Schön L., 1986. Untersuchungen über die Abhängigkeit der Zartheit von Rindermuskeln. 3. Diskussion über den Einfluß von Lagerung, Kategorie, Verfertigungsgrad, Muskel, Temperatur und pH-Wert auf die untersuchten Merkmale. *Fleischforschung* **66**(4), 600-603.
- Martin A.H. and Fredeen H.T., 1974. Postmortem pH change as related to tenderness and water-holding capacity of muscle from steer, bull and heifer carcasses. *Can. J. Anim. Sci.* **54**, 127-135.
- Melton S.L., 1983. Effect of forage feeding on beef flavor. *Food technology* May, 239-248.
- Miller R. K., Rockwell L. C., Lunt D. K. and Carstens G. E., 1996. Determination of the flavor attributes of cooked beef from cross-bred Angus steers fed corn- or barley-based diets. *Meat Science* **44**(4), 235-243.
- Monin G., 1991. Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. *INRA Prod. Anim.* **4**(2), 151-160.
- Mooney M. T., French P., Moloney A. P., O'Riordan E. and Troy D., 1998. Quality differences between herbage- and concentrate-fed beef animals. Proc. 44th ICoMST, Barcelona 298-299.
- Oldigs B., Langholz H.-J. und Groenewold J. P., 1990. Der Einfluß endogener Faktoren auf die Fleischbeschaffenheit beim Rind. Untersuchungsergebnisse aus einer Mutterkuhherde, 2. Fleischqualitätsfaktoren. *Fleischwirtschaft* **70**(1), 108-114.
- Renand G., Touraille C., Geay Y., Berge P., Lepetit J. et Picard B., 1997. Variabilité des qualités organoleptiques de la viande bovine en relation avec les caractéristiques musculaires. *Renc. Rech. Ruminants* **4**, 311-314.
- Renner M., 1982. La couleur de la viande et sa mesure. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix INRA* **47**, 47-54.
- Renner M., 1986. Influence de facteurs biologiques et technologiques sur la couleur de la viande bovine. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix INRA* **65**, 41-45.
- Riley R. R., Savell J. W., Murphey C. E., Smith G. C., Stiffler D. M. and Cross H. R., 1983. Palatability of beef from steer and young bull carcasses as influenced by electrical stimulation, subcutaneous fat thickness and marbling. *J. Anim. Sci.* **56**(3), 592-597.
- Riley R. R., Smith G. C., Cross H. R., Savell J. W., Long C. R. and Cartwright T. C., 1986. Chronological age and bred-type effects on carcass characteristics and palatability of bull beef. *Meat Science* **17**, 187-198.
- Scheeder M.R.L., 1996. Qualitätsfeststellung bei Fleisch und Fettgewebe. In: Schriftenreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften, Tagungsbericht ETH-Zürich **15**, 37-50.
- Scheeder M.R.L. und Langholz H.-J., 1996. Texture properties of ten beef muscles to be marketed as steaks. *Proc. 42nd ICoMST, Lillehammer* 276-277.
- Scheeder M.R.L., Langholz H.-J., Beisch B. and Branscheid W., 1996. Quality assessment for label beef production using young bulls. In: book of abstracts of the 47th Ann Meet. EAAP **2**, 197.
- Seideman S.C., Cross H.R., Oltjen R.R. and Schanbacher B.D., 1982. Utilization of the intact male for red meat production: a review. *J. Anim. Sci.* **55**(4), 826-840.
- Seideman S.C. and Crouse J.D., 1986. The effects of sex condition, genotype and diet on bovine muscle fiber characteristics. *Meat Sci.* **17**, 55-72.
- Shackelford S.D., Koohmaraie M. and Wheeler T.L., 1994. The efficacy of adding a minimum adjusted fat thickness requirement to the USDA beef quality grading standards for Select Grade beef. *J. Anim. Sci.* **72**, 1502-1507.
- Smith G.C., Savell J.W., Cross H.R. and Carpenter Z.L., 1983. The relationship of USDA Quality Grade to beef flavor. *Food Technology*, May, 233-238.
- Tatum J.D., Gronewald K.W., Seideman S.C. and Lamm W.D., 1990. Composition and quality of beef from steers sired by Piedmontese, Gelbvieh and Red Angus bulls. *J. Anim. Sci.* **68**, 1049-1060.
- Touraille C., 1982. Influence du sexe et de l'âge à l'abattage sur les qualités organoleptiques des viandes de bovins limousins abattus entre 16 et 33 mois. *Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix INRA* **48**, 83-89.
- Wheeler T.L., Cundiff L.V. and Koch R.M., 1994. Effect of marbling degree on beef palatability in Bos taurus and Bos indicus cattle. *J. Anim. Sci.* **72**, 3145-3151.

RÉSUMÉ

Effets des facteurs de production sur la qualité de la viande bovine

La qualité de la viande est la résultante d'effets complexes. Elle dépend de nombreux facteurs, en premier lieu de la localisation du muscle sur l'animal mais aussi de l'âge à l'abattage, du sexe, de la race, de l'alimentation, de la vitesse du croissance ou encore de la charnure et de l'état d'engraissement. L'article, sur la base des connaissances fournies par la littérature, traite des différents facteurs d'influence cités ci-dessus pour évaluer l'impact qu'ils exercent sur la qualité de la viande bovine. Les systèmes de production sont un amalgame de tous ces facteurs. L'influence de différents systèmes de production en Suisse sur la qualité de la viande fait l'objet d'un second article des mêmes auteurs.

SUMMARY

Effects of production factors on the quality of beef

Meat quality is the result of complex effects, which depend on many factors, primarily the location of the muscle in the body, but also on sex, breed, nutrition, growth rate, age at slaughter, fatness and carcass conformation. The literature on the subject of the various influencing factors is reviewed, and their impact on bovine meat quality is evaluated. All these factors vary in the different production systems. The impact of various production systems which are currently in use in Switzerland on beef quality will be discussed by the authors in a separate review article.

KEY WORDS: meat quality, bovine, sex, breed, age, growth rate, fatness