

# Rindviehmast auf alpinen Weiden – Einfluss von Vegetation und Topografie auf Bewegungsaktivität, Wachstumsleistung und Fleischqualität

*Beef production on seasonal alpine pastures – Influence of topography and vegetation on locomotive activity, growth performance and meat quality*

Isabelle D. M. Gangnat<sup>1\*</sup>, Florian Leiber<sup>1,2</sup>, Pierre-Alain Dufey<sup>3</sup>, Michael Kreuzer<sup>1</sup>  
und Joel Berard<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

In der Schweiz wird die Alpung von Mastrindern noch nicht häufig praktiziert, aber sie nimmt mit jedem Jahr zu. Die besonderen Bedingungen auf alpinen Weiden, vor allem die Vegetation und die Topografie, könnten allerdings die Wachstumsleistung und die Fleischqualität der Masttiere beeinflussen. Wenige Studien haben diese Kriterien auf alpinen Weiden untersucht, hingegen sind die besonderen Merkmale der Milch von alpinen Weiden gut bekannt. An der ETH Zürich wurden daher in zwei Versuchen Vegetationseffekte und Einflüsse der Topografie tierindividuell untersucht.

Im Gegensatz zur Milch hatte die alpine Vegetation wenig Einfluss auf Leistung und Fleischqualitätsmerkmale. Bei alpiner Grasfütterung war das Fleisch weniger intensiv rot und gelb als bei Fütterung mit Talgras, und das intramuskuläre Fett hatte einen höheren Anteil an  $\alpha$ -Linolensäure (C18:3n-3). Die Neigung der Weide hatte einen Einfluss auf die Bewegungsaktivität der Tiere und damit negative Effekte auf die Wachstumsleistung. Allerdings beeinflussten steile alpine Weiden die Fleischqualität eher positiv, da es zu einem helleren, gelberem und saftigerem Fleisch im *Longissimus thoracis* Muskel und einer niedrigeren Scherkraft (zarteres Fleisch) im *Biceps femoris* Muskel führte. Dieses Projekt zeigt, dass die Mast auf alpinen Weiden das Wachstum nicht unbedingt beeinträchtigt und dass sogar gewisse positive Effekte auf die Fleischqualität erwartet werden können.

**Schlagwörter:** Biodiversität, Steilheit der Weide, Farbe, Zartheit, Saftigkeit

## Summary

Grazing of beef cattle on seasonal alpine pastures in Switzerland is currently increasing from year to year. The specific conditions on these pastures, especially the vegetation and the topography, could have an impact on growth performance and meat quality. Although the characteristics of milk produced on alpine pastures have been extensively studied, little is known about beef cattle production and meat quality on these pastures. The effects of vegetation and topography were studied separately in two consecutive experiments at ETH Zurich.

Different from milk, meat quality was only moderately influenced by the vegetation available. Meat from cattle having eaten alpine grass was less yellow and less red than meat from animals having eaten lowland cultivated grass, and the intramuscular fat was richer in  $\alpha$ -linolenic acid (C18:3n-3). The effect of topography was more pronounced. The slope of the pasture had an influence on the physical activity of the animals, with negative consequences on growth performance but actually positive effects on meat quality. The meat from animals grazing on a steep slope was brighter and yellower in the *longissimus dorsi* muscle and had lower shear force values (more tender beef) in the *biceps femoris* muscle than that from flat pastures. The present study shows that fattening on seasonal alpine pastures is not necessarily detrimental for growth performance and may even have some positive effects on meat quality.

**Keywords:** biodiversity, slope of pasture, altitude, meat colour, tenderness

## 1. Einleitung

In der Schweiz werden jedes Jahr weniger Milchkühe auf alpine Weiden gebracht, hingegen immer mehr Mastvieh gealpt (SAV 2010). Zurzeit gibt es kaum Differenzierung im Lebensmittelhandel zwischen Rindfleisch aus Mast auf Gras (extensive Mast) und demjenigen auf Silage-Kraftfutter-Basis (intensive Mast) und noch weniger zwischen

Rindfleisch aus Alpung oder Weide im Tal. Erst seit 1. Juli 2014 gibt es ein offizielles Label das zwischen Berg- und Alpprodukten unterscheidet (WBF 2014).

In der Forschung haben zahlreiche Studien den Einfluss vom Gras auf Mastleistung, Schlachtleistung und Fleischqualität untersucht (MUIR et al. 1998, PRIOLO et al. 2001). Allerdings wurden diese Studien meistens auf angesäten Weiden

<sup>1</sup> ETH Zürich, Institut für Agrarwissenschaften, CH-8092 Zürich

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), CH-5070 Frick

<sup>3</sup> Agroscope, Institut für Nutztierwissenschaften, CH-1725 Posieux

\* Ansprechpartner: Isabelle Gangnat, MSc, email: [isabelle.gangnat@usys.ethz.ch](mailto:isabelle.gangnat@usys.ethz.ch)



durchgeführt, die sich in vielen Aspekten von alpinen Weiden unterscheiden. Auf der alpinen Stufe sind Klima, Vegetation und Topografie spezifische Einflussfaktoren. Insbesondere die vielfältige Vegetation und die manchmal steile Neigung von alpinen Weiden könnten wichtige Einflussfaktoren auf die Fleischqualität darstellen.

Der Einfluss der biodiversen alpinen Vegetation auf die Qualität der Milchprodukte ist gut bekannt (LEIBER et al. 2005), was sogar die Rückverfolgbarkeit der Fütterung ermöglicht (MARTIN et al. 2005). Beim Fleisch fehlen solche Studien. Alpgras statt Gras von Kunstwiesen im Tal kann den Anteil von mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Fleisch wie zum Beispiel  $\alpha$ -Linolensäure (C18:3-n3) erhöhen, aber auf sehr guten Alpweiden ist der Unterschied gering (WILLEMS et al. 2014). Verantwortlich ist nämlich unerwarteterweise nicht die Menge mehrfach ungesättigter Fettsäuren im Alpgras, sondern der Einfluss sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe wie Phenole (WILLEMS et al. 2014). Dies geschieht möglicherweise durch eine Reduzierung der Biohydrogenierung von ungesättigten Fettsäuren im Pansen (JAYANEGARA et al. 2011). Der Vergleich der Fütterung von Silage oder Gras hat gezeigt, dass der höhere Anteil an Carotinoiden im Gras einen gelben Ton im Fett verursachen kann (FRENCH et al. 2000, VELIK et al. 2013). STEINSHAMN et al. (2010) beobachteten bei säugenden Kälbern ein helleres und gelberes Fleisch, wenn die Kälber auf ausgedehnten Bergweiden statt auf Kunstwiesen im Tal gehalten wurden. Die höhere Bewegungsaktivität auf den ausgedehnten Bergweiden könnte dabei die Fleischfarbe beeinflusst haben (DUNNE et al. 2011).

Die Neigung alpiner Weide beeinflusst auch die Bewegungsaktivität des grasenden Tieres. Zwei- bis achtmal mehr Energie ist erforderlich zur Fortbewegung, wenn das Gelände steil und nicht flach ist (LACHICA et al. 1997, BROSH et al. 2010). Dies hat Folgen: Erstens kann diese zusätzlich benötigte Energie nicht für das Wachstum eingesetzt werden, was die Gewichtszunahmen beeinträchtigen kann. Zweitens wird in Folge der spezifischen Bewegungsaktivität der Muskelstoffwechsel angepasst (HAWLEY 2009), was letztlich die Fleischqualität verändern könnte. Dieser Zusammenhang ist aber immer noch unklar (DUNNE et al. 2011, CHRIFI et al. 2013).

Ziel des im Folgenden beschriebenen Projektes war es daher, die Auswirkungen der Alpung in Abhängigkeit von Vegetation und Topografie des Geländes bei wachsenden Rindern zu untersuchen.

## 2. Tiere, Material und Methoden

Die Effekte der alpinen Vegetation und der Topografie wurden im Projekt tierindividuell in zwei separaten Versuchen untersucht.

Vegetationseffekte wurden mit 35 wachsenden Mastkalbinnen der Rasse Limousin ( $383 \pm 45$  kg Lebendmasse und  $70,6 \pm 11,0$  Wochen alt) im Sommer 2012 in einem 9-wöchigen Versuch untersucht. Den Mastrindern wurde entweder Gras von einer Kunstwiese im Tal (Gruppe K; 400 M ü. N.N.; *Poa pratensis* (Wiesen-Rispengras) und *Lolium perenne* L. (Deutsches Weidelgras)) oder alpines Gras (Gruppe A; 2000 M ü. N.N.; *Crepido aureae-Festucetum rubrae* (Milchkrautweide) und *Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae*) zweimal täglich frisch gefüttert (Abbildung 1). Die Tiere

wurden im Stall neben den entsprechenden Grasstandorten gehalten. Einer dritten Gruppe wurde auf der Alp eine Mischung von K (als Heu) und A (Gruppe M; 2.000 M ü. N.N.; Verhältnis 1:1 in der Trockenmasse (TM)) vorgelegt. Eine Hälfte der Tiere (die leichteren Tiere) wurde im Anschluss an die 9-wöchige Grasmast im Herbst über 8 Wochen mit Gras- und Maissilage (Verhältnis 3:2 in der TM) und 2 kg Weizen pro Tag und Tier ausgemästet. Die andere Hälfte der Tiere (die schwereren Tiere) wurde direkt nach der Alpung geschlachtet. Mit diesem Design wurde versucht, alle Tiere (ohne und mit Ausmast) mit der gleichen Lebendmasse und



Abbildung 1: Die Tiere auf der Alp im Stall mit frischem alpinem Gras



Abbildung 2: Kalb auf einer steilen Weide



Abbildung 3: Mutterkuh und Kälber auf einer flachen Weide

demselben Alter schlachten zu können. Die Fleischqualität wurde im *Longissimus thoracis* (LT) Muskel untersucht.

Bewegungseffekte wurden mit weiblichen (n = 11) und kastrierten männlichen (n = 13) saugenden Mutterkuhkälbern (Anguskreuzungen;  $185 \pm 22$  kg Lebendmasse und  $18,4 \pm 2,5$  Wochen alt) im Sommer 2013 untersucht. Die Tiere wurden auf 2.000 M ü. NN. entweder auf steilen (Gruppe S; Neigung 35 bis 40 %; n = 12; *Abbildung 2*) oder auf flachen (Gruppe F; Neigung 0 %; n = 12; *Abbildung 3*) alpinen Weiden mit ähnlicher Futterqualität gehalten. Die Bewegungsaktivität der Tiere wurde mittels Pedometern erfasst (Liegezeit, Anzahl Schritte; IceTag, IceRobotics Ltd, Edinburgh, Schottland). Nach 11 Wochen (Anfang September) wurden die Kälber direkt von der Weide geschlachtet. In diesem Versuch wurden zwei Muskeln untersucht, der LT als vorwiegend für die Körperhaltung verwendeter Muskel und der *Biceps femoris* (BF) als Fortbewegungsmuskel.

Die statistische Auswertung der beiden Versuche erfolgte jeweils mittels Varianzanalyse mit SAS 9.3 (SAS Institute, Carry NC, USA).

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Vegetationseffekte: Alpgras vs. Gras von einer Kunstwiese im Tal

Das Alpgras enthielt einen deutlich höheren Anteil an Kräutern im Vergleich mit dem angesäten Kunstwiesengras im Tal (*Abbildung 4*), einen tieferen Rohproteingehalt (119 bzw. 151 g/kg) und mehr Phenole (31,1 bzw. 14,5 g/kg). Diese Ergebnisse waren infolge der Düngung der Kunstwiese im Tal und der Artenvielfalt auf alpinen Weiden erwartet worden und entsprechen früheren Ergebnissen an diesen Standorten (WILLEMS et al. 2014).

Während der 9-wöchigen Grasmastphase hatte die Vegetation (alpines Gras bzw. Talgras von einer Kunstwiese) keinen Einfluss auf die Tageszunahmen (TZ). Das galt sowohl für die schweren, direkt nach der Alpung geschlachteten Tiere (Lebendmasse zu Versuchsbeginn 416 kg und 531 Tage alt; *Abbildung 5*) als auch für die leichteren, danach im Stall mit Silage und Kraftfutter ausgemästeten Tiere (Lebendmasse zu Versuchsbeginn 348 kg und 455 Tage alt; *Abbildung 6*). Dennoch hatten in der mit Alpgras gefütterten Gruppe (Gruppe A) die schweren Tiere bessere TZ als die leichten Tiere (600 vs. 400 g; *Abbildung 5* und *6*). Insgesamt entsprechen die vorliegenden TZ früheren Ergebnissen auf Alpweiden (CHASSOT und TROXLER 2006). Während der Ausmast mit der Silage-Kraftfuttermast im Tal wurde ein kompensatorisches Wachstum beobachtet (*Abbildung 6*). Die Tiere der Gruppe K, die nicht auf die Alp gebracht wurden, zeig-

ten dabei ein signifikantes höheres kompensatorisches Wachstum als die vorher gealpten Tiere. Der Grund dafür liegt möglicherweise darin, dass diese Tiere nie transportiert wurden, und deswegen keinen Transportstress erlitten. Das erwartete kompensatorische Wachstum während der Ausmast erlaubte es, diese Tiere nach 8 Wochen mit der gleichen Lebendmasse aber auch mit dem gleichen Alter

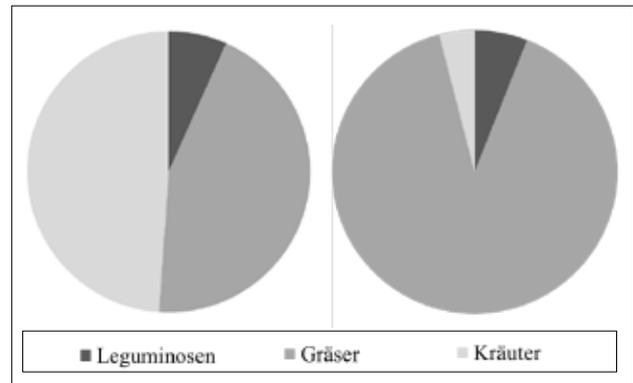


Abbildung 4: Botanische Zusammensetzung des Alpgrases (links) und des Kunstwiesengrases (rechts)

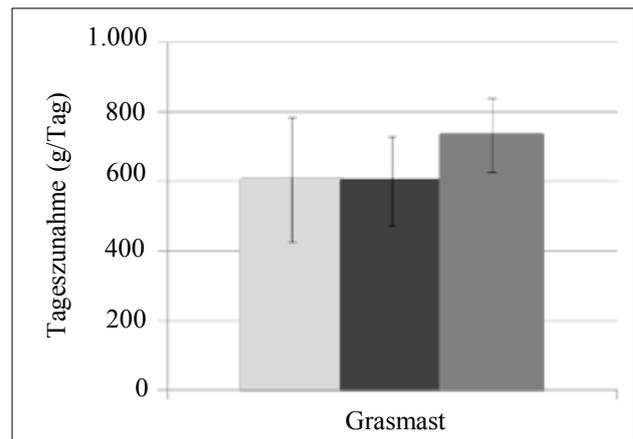


Abbildung 5: Tageszunahmen der schweren Tieren mit Alpgras (hellgrau), Kunstwiesengras (dunkelgrau) oder einer Mischung daraus (mittelgrau)

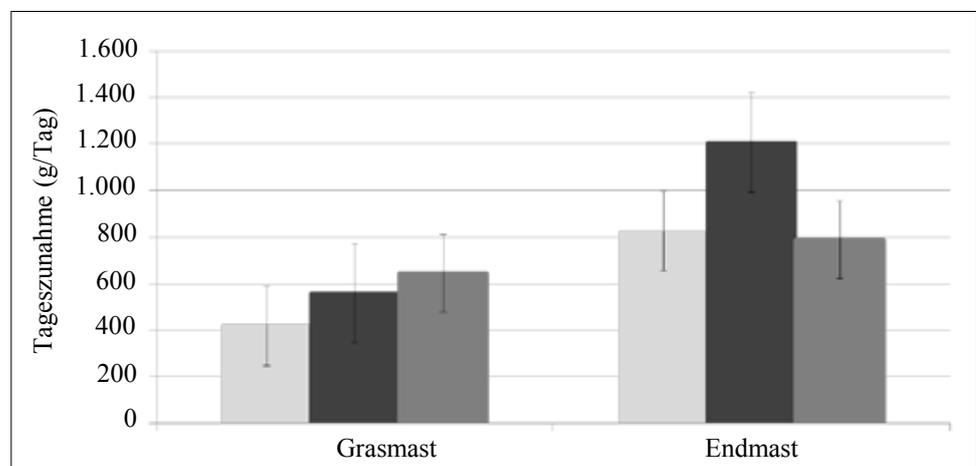


Abbildung 6: Tageszunahmen der leichten Tieren mit Alpgras (hellgrau), Kunstwiesengras (dunkelgrau) oder einer Mischung daraus (mittelgrau) während der Grasmastperiode und während der Silageausmast

wie die nicht ausgemästeten Tiere zu schlachten ( $457 \pm 38$  kg Lebendmasse und  $607 \pm 67$  Tage alt).

Es wurde kein Unterschied in der Schlachtkörpermasse zwischen den Versuchsgruppen gefunden ( $248 \pm 22$  kg). Die meisten Schlachtkörper (12 von 18 der schwereren, nicht ausgemästeten Tiere und 11 von 17 der leichteren, ausgemästeten Tiere) wurden in der höchsten Klasse der Fleischigkeit (C vom CHTAX; System vergleichbar mit EUROP) eingestuft. Die Fettabdeckung war meistens suboptimal bei den nicht ausgemästeten Tieren (11 Tiere in der Klasse 2 und nur 6 in der Klasse 3), hingegen optimal bei den ausgemästeten Tieren (11 Tiere in der Klasse 3 und nur 6 in der Klasse 2). Die Ausmast war für die Fettabdeckung der Schlachtkörper der Tiere der Gruppe K besonders wichtig: fünf der sechs Tiere ohne Ausmast waren in der Klasse 2 und mit Ausmast waren genauso viele Tiere in der Klasse 3.

Die Fleischqualität, gemessen nach drei Wochen Reifung, war zwischen den Gruppen wenig unterschiedlich. Bei den nicht ausgemästeten Tieren hatte die Vegetation keinen deutlichen Effekt auf pH, Nährstoffzusammensetzung, Scherkraft und Wasserhaltevermögen. Der intramuskuläre Fettgehalt des Fleisches lag bei ca. 1 % (bezogen auf die Frischmasse). Das Fleisch der Gruppe K hatte einen um 7 % intensiveren Rotton und einen 10 % intensiveren Gelbton ( $P < 0,05$ ) als das Fleisch der mit alpinem Gras gefütterten Tiere (Gruppen A und M). Die Fleischhelligkeit war nicht beeinflusst. Die ausgemästeten Tiere zeigten keinen solchen Unterschied. Die Fettsäurezusammensetzung des intramuskulären Fetts unterschied sich wenig zwischen den nicht ausgemästeten Tieren und somit gegensätzlich zu der Studie von WILLEMS et al. (2014). Eine Ausnahme war die  $\alpha$ -Linolensäure (C18:3n-3), deren Konzentration im intramuskulären Fett der alpinen Tiere (Gruppen A und M) im Vergleich zur Gruppe K um 19 % höher war ( $P = 0,03$ ). Dieser Unterschied war nach der Ausmast nicht zu beobachten ( $P = 0,42$ ). Wie von LEIBER et al. (2005) und WILLEMS et al. (2014) diskutiert, könnten die höheren Phenolgehalte des Alpfutters für die veränderte Fettsäurezusammensetzung verantwortlich gewesen sein, aber der genaue Mechanismus hierfür ist noch nicht geklärt (JAYANEGARA et al. 2012).

### 3.2 Bewegungseffekte

Die Kälber der Gruppe S (steilen Weiden) machten 5 % mehr Schritte als die Kälber der Gruppe F (flachen Weiden;  $P = 0,01$ ). Der Hauptgrund hierfür lag in der Neigung der Weide, so dass die S-Kälber auf den steilen Weiden nicht nur mehr gelaufen sind, sondern dies unter erheblich höheren Anstrengungen. Der Energieverbrauch in steilem Gelände ist bis zu achtmal höher als in flachem Gelände (BROSH et al. 2010). Diese Anstrengung war wohl der Grund für die längere Liegezeit und die geringeren TZ der S-Kälber. Pro Tag lagen die S-Kälber 2 % der Zeit mehr und hatten um 10 % geringere Tageszunahmen als die F-Kälber (TZ 1,21 bzw. 1,35 kg/Tag;  $P < 0,01$ ). Trotzdem waren nach 11 Wochen die Lebendmassen in den beiden Gruppen nicht statistisch verschieden ( $277 \pm 24$  kg;  $P = 0,22$ ).

Auch die Schlachtkörpermassen der beiden Gruppen wurden nicht durch die Weideneigung beeinflusst ( $148 \pm 13$  kg;  $P = 0,45$ ). Dies galt auch für die Schlachtkörper-Klassifizierung (meistens T3). Die Nährstoffzusammensetzung des Fleisches ergab keinen Unterschied zwischen den Gruppen

( $P > 0,01$ ). Im Durchschnitt lag der intramuskuläre Fettgehalt bei 1,3 % der FM im LT und bei 2,4 % der FM im BF. Nach 3 Wochen Reifung war das Muskelfleisch des LT in der Gruppe S tendenziell heller ( $P = 0,08$ ) und gelber ( $P = 0,07$ ) als in der Gruppe F. Im BF wurden hingegen keine Farbunterschiede gefunden. Ein helleres Fleisch im LT infolge einer höheren Bewegung wurde auch von STEINSHAMN et al. (2010) beobachtet. Die Scherkraft des LT war in beiden Gruppen ähnlich (Mittelwert 27,4 N;  $P = 0,57$ ). Dagegen war die Scherkraft im BF in der Gruppe S niedriger als in der Gruppe F (24,5 bzw. 27,5 N;  $P < 0,05$ ), was auf ein zarteres Fleisch der S-Kälber hinweist. Die sensorische Analyse des LT bestätigte, dass es in diesem Muskel keinen Unterschied zwischen S- und F-Kälbern in der Zartheit gab ( $P = 0,73$ ). Es zeigte sich aber, dass das Fleisch der S-Kälber saftiger war als das Fleisch der F-Kälber ( $P = 0,02$ ). Auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut) erhielt das Fleisch beider Gruppen eine mittlere Bewertung von 5 für das Gesamtmerkmal Genießbarkeit.

Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen, dass die Neigung der Weide einen Einfluss auf die Bewegung und damit den Energiebedarf des Tieres hat. Als Folge davon war die Fleischqualität zwischen Kälbern auf steilen Weiden und Kälbern auf flachen Weiden unterschiedlich. Wie wegen der Unterschiede in Funktion und Stoffwechsel zwischen LT und BF erwartet (TALMANT et al. 1986), wurde eine vom Muskel abhängige Reaktion beobachtet. Dies zeigt, wie wichtig die Analyse von mehreren Muskeln für eine umfassende Betrachtung der Fleischqualität von grasenden Tieren ist.

## 4. Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Versuche zeigen, dass die Wachstumsleistungen von Mastrindern auf alpinen Weiden – im Vergleich zur Wachstumsleistung auf Talweiden – nicht unbedingt beeinträchtigt werden müssen, sofern die Grasqualität auf alpinen Weiden gut ist. Ein bedeutender Teil der Tiere könnte sogar ohne Ausmast geschlachtet werden und in die höchste Klasse klassifiziert werden. Der zusätzliche Energiebedarf auf steilen Hängen wirkt sich aber negativ auf das Wachstum aus. Im Gegensatz zur Milch ist die Fleischqualität wenig von der Vegetation beeinflusst. Dagegen spielen die Topografie und die davon abhängende Bewegung eine größere Rolle. Allerdings war nicht jeder Muskel gleich betroffen.

## 5. Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei Dr. Hans-Ruedi Wettstein und bei allen Mitarbeitern der ETH-Forschungsstationen, dem Schlachthof SBAG St. Gallen und der Agroscope Posieux.

## 6. Literatur

- BROSH, A., Z. HENKIN, E.D. UNGAR, A. DOLEV, A. SHABTAY, A. ORLOV, Y. YEHUDA und Y. AHARONI, 2010: Energy cost of activities and locomotion of grazing cows: a repeated study in larger plots. *J. Anim. Sci.* 88, 315-323.
- CHASSOT, A. und J. TROXLER, 2006: Extensive Ochsenmast mit Alping. *Agrarforschung* 13, 374-379.
- CHRIKI, S., G. RENAND, B. PICARD, D. MICOL, L. JOURNAUX und J.F. HOCQUETTE, 2013: Meta-analysis of the relationships

- between beef tenderness and muscle characteristics. *Livest. Sci.* 155, 424-434.
- DUNNE, P.G., F. J. MONAHAN und A.P. MOLONEY, 2011: Current perspectives on the darker beef often reported from extensively-managed cattle: does physical activity play a significant role? *Livest. Sci.* 142, 1-22.
- FRENCH, P., E.G. O'RIORDAN, F.J. MONAHAN, P.J. CAFFREY, M. VIDAL, M.T. MOONEY, D.J. TROY und A.P. MOLONEY, 2000: Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. *Meat Sci.* 56, 173-180.
- HAWLEY, J.A., 2009: Molecular responses to strength and endurance training: are they incompatible? *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 34, 355-361.
- JAYANEGARA, A., M. KREUZER, E. WINA und F. LEIBER, 2011: Significance of phenolic compounds in tropical forages for the ruminal bypass of polyunsaturated fatty acids and the appearance of biohydrogenation intermediates as examined *in vitro*. *Anim. Prod. Sci.* 51, 1127-1136.
- JAYANEGARA, A., M. KREUZER und F. LEIBER, 2012: Ruminal disappearance of polyunsaturated fatty acids and appearance of biohydrogenation products when incubating linseed oil with alpine forage plant species *in vitro*. *Livest. Sci.* 147, 104-112.
- LACHICA, M., C. PRIETO und J.F. AGUILERA, 1997: The energy costs of walking on the level and on negative and positive slopes in the Granadina goat (*Capra hircus*). *Br. J. Nutr.* 77, 73-81.
- LEIBER, F., M. KREUZER, D. NIGG, H.-R. WETTSTEIN und M.R.L. SCHEEDER, 2005: A study on the causes for the elevated n-3 fatty acids in cow's milk of alpine origin. *Lipids* 40, 191-202.
- MARTIN, B., A. CORNU, N. KONDJOYAN, A. FERLAY, I. VERDIER-METZ, P. PRADEL, E. ROCK, Y. CHILLIARD, J.B. COULON und J.L. BARDAGUÉ, 2005: Milk indicators for recognizing the types of forages eaten by dairy cows. In: Indicators of milk and beef quality. EAAP publication 112, 127-136.
- MUIR, P.D., J.M. DEAKER und M.D. BROWN, 1998: Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: a review. *N. Z. J. Agric. Res.* 41, 623-635.
- PRIOLO, A., D. MICOL und J. AGABRIEL, 2001: Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour: a review. *Anim. Res.* 50, 185-200.
- SAV (Schweizerischer Alpwirtschaftlicher Verband), 2010: Jahresbericht 2010. <http://www.alpwirtschaft.ch/sav/jhbericht.php> (zugegriffen am 20. Oktober 2014).
- STEINSHAMN, H., M. HÖGLIND, Ø. HAVREVOLL, K. SAAREM, I. H. LOMBNAES, G. STEINHEIM und A. SVENDSEN, 2010: Performance and meat quality of suckling calves grazing cultivated pasture or free range in mountain. *Livest. Sci.* 132, 87-97.
- TALMANT, A., G. MONIN, M. BRIAND, M. DADET und Y. BRIAND, 1986: Activities of metabolic and contractile enzymes in 18 bovine muscles. *Meat Sci.* 18, 23-40.
- VELIK, M., I. GANGNAT, R. KITZER, E. FINOTTI und A. STEINWIDDER, 2013: Fattening heifers on continuous pasture in mountainous regions – implications for productivity and meat quality. *Czech J. Anim. Sci.* 58, 360-368.
- WILLEMS, H., M. KREUZER und F. LEIBER, 2014: Alpha-linolenic and linoleic acid in meat and adipose tissue of grazing lambs differ among alpine pasture types with contrasting plant species and phenolic compound composition. *Small Rumin. Res.* 116, 153-164.
- WBF (Eidgenössische Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung), 2014: Verordnung des WBF über die offiziellen Zeichen für Berg- und Alpprodukte vom 21. Mai 2014 (zugegriffen am 6. Januar 2015).