

Serie LACTOBEEF

Fleischrinder auf der Alp – Molkeverzehr und Fleischqualität

Pierre-Alain Dufey¹, Jessika Messadene² und Paolo Silacci¹

¹Agroscope, Institut für Nutztierwissenschaften INT, 1725 Posieux, Schweiz

²Agroscope, Institut für Lebensmittelwissenschaften ILM, 1725 Posieux, Schweiz

Auskünfte: Pierre-Alain Dufey, E-Mail: pierre-alain.dufey@agroscope.admin.ch



Jury für die sensorische Beurteilung von Fleisch bei Agroscope in Posieux.

(Foto: Olivier Bloch, Agroscope)

Einleitung

Die Verfütterung grosser Molkemengen an Fleischrinder auf der Weide (Kasten 1) wirft insbesondere im Zusammenhang mit der Fleischqualität eine ganze Reihe von Fragen auf. Auf sensorischer Ebene könnten besondere und spezifische Aromen auftreten. Fleisch von Tieren, die mit Weidegras gefüttert wurden, wurde in nordamerikanischen Studien (Larick *et al.* 1987) und in einem Übersichtsartikel (Priolo *et al.* 2001) ein sehr intensives «krautiges» (oder «grasiges») sowie ausgeprägtes «milchiges»

Aroma zugeordnet, die beide eng miteinander korrelierten. In unseren eigenen Versuchen, die wir auf einer Weidegras basierenden Fleischproduktion im Talgebiet oder im mittleren Berggebiet durchführten, liessen sich derartige Unterschiede nicht feststellen. Dies führte dazu, dass wir diese Begriffe unter unseren Produktionsbedingungen in Frage stellten (Messadene und Dufey 2010).

Im Zusammenhang mit möglichen Spuren, welche die Fütterung im Produkt hinterlässt, ist auch die Suche nach «Biomarkern» im Fleisch interessant. Basiert die Fütterung auf Weidegras, ist dies von besonderer Bedeu-

Kasten 1 | Das Projekt LACTOBEEF

Die Mehrheit der Sömmerungs- und Alpengebiete haben mit zwei spezifischen Problemen zu kämpfen: eine zunehmende Verwaldung, die auf Kosten der Weideflächen voranschreitet und der problematische Umgang mit der Molke und deren Verwertung. Dies stellt ein beträchtliches Umweltproblem dar. Diese beiden Problemkreise untergraben die Tragfähigkeit der Alpbetriebe und deren hergestellte Alpprodukte. Ein nationales Kulturerbe wird dadurch in Frage gestellt. Im Projekt LACTOBEEF wurde die Frage geklärt, ob die Fleischrinderhaltung in Kombination mit der Milchproduktion eine interessante Alternative für alpwirtschaftlich genutzte Gebiete sein könnte. Über die Kopplung der beiden Produktionssysteme können Fleischrinder dazu beitragen, das Überleben der Alpbetriebe langfristig zu sichern, indem der Weidedruck erhöht wird und die anfallende Molke umweltverträglich direkt vor Ort verwertet wird. Dieses Produktionskonzept wirft eine ganze Reihe von Fragen auf in Bezug auf Futterbau, Tierhaltung, Fleischqualität, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit. Die komplexe Thematik wurde unter Einbezug dieser verschiedenen Blickwinkel systemisch angegangen. Die wissenschaftlichen Fragestellungen wurden auf dem Versuchsstandort La Frêtaz untersucht, während im Regionalpark Gruyère Pays-d'Enhaut die technisch-betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkte bearbeitet wurden.

Mit der in der Agrarforschung Schweiz publizierten Artikelserie LACTOBEEF werden ausgewählte Versuchsergebnisse präsentiert. Diese zeigen, dass der im Projekt verfolgte innovative Ansatz die Tragfähigkeit der Alpwirtschaft erhöhen könnte und über die Fleischrinderhaltung erst noch ein Umweltbeitrag geleistet werden kann.

tion, da sie eine der Verbindungen zum Herkunftsgebiet darstellt (Engel *et al.* 2007, Prache *et al.* 2007). Die durchgeführten Versuche lieferten sehr vielversprechende Ergebnisse mit Fettsäuren, durch die sich die Zugehörigkeit eines Tieres zu einer bestimmten Versuchsgruppe absolut zuverlässig bestimmen liess. Dies deutet darauf hin, dass eine analytische Rückverfolgbar-

Zusammenfassung

Molke ist in Regionen, in welchen Alpkäse hergestellt wird, in grossen Mengen vorhanden und stellt eine Energiequelle dar, die es zu verwerten gilt. Dieses Projekt zielte darauf ab, die Fleischqualität von 96 Fleischrindern zu vergleichen, von denen ein Teil mit diesem Nebenprodukt gefüttert worden war. Die Versuche wurden je zur Hälfte mit weiblichen Rindern respektive Ochsen verschiedener Rassen oder Fleischrassenkreuzungen durchgeführt. Die Tiere wiesen ein durchschnittliches Lebendgewicht von 480 kg auf und wurden im mittleren Berggebiet 95 Tage lang im Rahmen von zwei Versuchen mit je drei Versuchsvarianten gemästet: Weidegras (W), Weidegras mit einer Energieergänzung entweder in Form von Gerste (G) oder in Form von warmer, nicht zentrifugierter Molke (M) in begrenzten Mengen (2012) oder *ad libitum* (2013).

Die Molke führte bei einer Verfütterung von durchschnittlich 25 oder 33 l pro Tier und Tag zu keiner Veränderung der sensorischen oder physikalisch-chemischen Eigenschaften des Fleisches. Die Zusammensetzung der wichtigsten Fettsäuren wurde durch die Futtervarianten nur sehr geringfügig verändert. Die genetische Herkunft übt einen weitaus grösseren Einfluss auf die Gesamtheit der Variablen aus. Das Fleisch der Tiere, die Molke verzehrten, war durch eine multivariate Analyse, die bestimmte Fettsäuren umfasste, zu 100% identifizierbar.

keit denkbar ist (Dufey 2013). Unseres Wissens liegen bislang weder zum Fettsäurenprofil von mit Molke produziertem Fleisch noch zur Möglichkeit der Rückverfolgbarkeit des Fleisches wissenschaftliche Publikationen vor.

Diese unterschiedlichen Fragestellungen wurden in den Jahren 2012 und 2013 im Waadtländer Jura im Rahmen von zwei Versuchen angegangen, die auf dem

Kasten 2 | Allgemeine Versuchsanordnung in den Jahren 2012 und 2013

Versuchsvarianten

Weidegras (W) ergänzt mit 2 kg Gerste (G) oder warmer Süssmolke (M), 20 l im Jahr 2012 und *ad libitum* im Jahr 2013.

Tiere

2 x 48 Ochsen und Rinder (2012 und 2013); Alter 18 Monate; LG 480 kg.

Genetische Gruppen

2012: Angus (An) – Limousin (Li) – Limousin x Angus (LiAn) – Limousin x Red Holstein (LiRH); 2013: Piemonteser x Angus (PiAn) – Piemonteser x Limousin (PiLi) – Limousin x Angus (LiAn) – Limousin x Red Holstein (LiRH).

Versuchsort

La Frêtaz (Waadtländer Jura), 1200 m ü.M.; 94 Tage (2012) und 95 Tage (2013) Versuchsdauer.

Weidesystem

Umtrieb auf drei oder vier Parzellen pro Variante; gleiche Gesamtfläche pro Variante (5,6 ha) und gleicher Besatz (1,8 GVE/ha).

LG: Lebendgewicht ; GVE: Grossvieheinheiten

1200 m ü. M. liegenden Versuchsbetrieb La Frêtaz durchgeführt wurden. In diesen Versuchen wurde die Molkeverwertung durch Mastrinder untersucht. In der vorliegenden Ausgabe werden sich zwei weitere Artikel mit dem Thema befassen: zum einen mit Beobachtungen rund um die Weide (Meisser *et al.* 2016) und zum anderen mit den Mastleistungen und dem Fressverhalten (Morel *et al.* 2016) der Tiere.

Material und Methoden

Das Vorgehen beim gesamten Projekt sowie die detaillierten Versuchsbedingungen sind im Artikel von Dufey (2015) beschrieben. Der Kasten 2 fasst die allgemeinen Versuchsbedingungen der auf La Frêtaz durchgeführten Versuche zusammen. Die Methodik der für die in diesem Artikel angewandten Parameter wird nachfolgend dargestellt.

Für physikalisch-chemische und sensorische Analysen wurden zwischen der 9. und 12. Rippe im Muskel *longissimus thoracis* (LT), dem Roastbeef, 96 Fleischproben entnommen. Ein Teil jeder Probe wurde einer 14-tägigen

Reifung unterzogen und ein anderer Teil 21 Tage *post mortem* bei einer Temperatur von 2 ± 1 °C gelagert. Die sensorische Analyse wurde von einem achtköpfigen Expertenpanel von Agroscope vorgenommen, dessen Mitglieder im Beschreiben, Unterscheiden und Bewerten von Fleisch geschult und geübt sind. Für die objektiven Kriterien wurden 13 Geschmacks- und Texturdeskriptoren verwendet. Zudem äusserte sich die Jury zu einem subjektiven Kriterium, der jeweiligen Beliebtheit.

Die Biomarkeruntersuchung konzentrierte sich auf die Fettsäureanalyse mittels Gas-flüssig-Chromatographie und Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC). Mehr als 120 Fettsäuren und ihre Kombinationen wurden mit einer multivariaten statistischen Methode, der faktoriellen Diskriminanzanalyse, untersucht.

Bei den übrigen Variablen wurden in einer ersten Phase eine dreifaktorielle Varianzanalyse (Fütterungsgruppe, genetische Gruppe und Geschlecht) sowie eine Analyse der gesamten Interaktionen zwischen den drei Faktoren durchgeführt. Mit $p > 0,05$ wurden letztere in der Folge aus dem Modell zurückgezogen. Die Interaktionen werden in der Ergebnistabelle nicht aufgeführt. Sind sie signifikant, werden sie jedoch im Text erwähnt.

Im Jahr 2012 verzehrten zwei Tiere und im Jahr 2013 drei Tiere der Variante M keine Molke. Diese wurden,



Abb. 1 | Gerät zur Scherkraftmessung. Zur Ermittlung eines Durchschnittswerts pro Tier erfolgen nach dem Kochen zehn Stanzungen.

Tab. 1 | Sensorisches Profil des LT-Muskels nach 21 Tagen Reifung in Abhängigkeit der Fütterungsvarianten in den Jahren 2012 (A) und 2013 (B).

A Versuch 2012						
	Varianten			P-Wert		
	W	G	M	Varianten	Rasse	Geschlecht
Anzahl Tiere	16	16	13			
normaler Geruch	5,26	5,06	5,27	0,554	0,784	0,995
anormaler Geruch	1,10	1,31	1,11	0,205	0,232	0,805
sauer	2,20	2,13	2,27	0,781	0,191	0,348
umami	1,56	1,55	1,48	0,888	0,319	0,105
grasig	1,65	1,48	1,25	0,167	0,704	0,394
milchig	0,80	1,06	0,90	0,379	0,349	0,238
Molke	0,54	0,62	0,63	0,683	0,154	0,899
Getreide	0,64	0,61	0,80	0,171	0,263	0,629
Leber	0,90	1,14	1,01	0,306	0,029	0,370
grilliert	2,25	2,31	2,53	0,622	0,131	0,518
Blut	1,74a	1,33b	1,53ab	0,031	0,056	0,844
Saftigkeit	6,47	6,15	6,18	0,544	0,500	0,988
Zartheit	6,78	6,41	6,58	0,371	0,246	0,810
Beliebtheit	5,01	4,91	4,87	0,844	0,952	0,888

B Versuch 2013						
	Varianten			P-Wert		
	W	G	M	Varianten	Rasse	Geschlecht
Anzahl Tiere	16	16	14			
normaler Geruch	5,02	5,29	5,30	0,250	0,003	0,244
anormaler Geruch	0,93	0,86	0,74	0,490	0,002	0,140
sauer	2,20	2,23	2,42	0,580	0,032	0,634
umami	2,49	2,41	2,04	0,124	0,319	0,501
grasig	1,69	1,70	1,72	0,960	0,896	0,159
milchig	0,89	0,95	0,81	0,520	0,005	0,110
Molke	0,79	0,80	0,69	0,580	0,127	0,678
Getreide	1,04	0,91	1,18	0,078	0,115	0,911
Leber	1,68	1,40	1,51	0,231	0,028	0,158
grilliert	1,98	2,20	2,46	0,078	0,535	0,256
Blut	2,13	2,04	1,98	0,688	0,724	0,511
Saftigkeit	4,90	4,79	4,58	0,500	0,158	0,019
Zartheit	5,81	5,55	5,67	0,590	0,054	0,013
Beliebtheit	4,77	5,08	4,98	0,582	0,566	0,199

LT: *longissimus thoracis*; W: Weidefutter; G: Weidefutter + Gerste; M: Weidefutter + warme Molke; Intensitätsskala (0 bis 10 Punkte)

abgesehen von der Biomarkeruntersuchung, nicht in die Versuchsauswertung einbezogen.

Resultate und Diskussion

Die Ergebnisse der **sensorischen Qualität**, die mit Hilfe von 13 Deskriptoren für Geruch, Geschmack (oder Aroma) und Textur definiert wurde, sind in den Tabellen 1A und 1B ersichtlich. Im Allgemeinen weist das Fleisch der Tiere, die Molke verzehrt hatten, im Vergleich zu dem Fleisch der Tiere der beiden anderen Varianten keine besonderen normalen oder anormalen Gerüche auf. Der Geschmack, der von den Tieren verzehrten Molke ist im Fleisch nicht wahrnehmbar, denn die Aroma-Note «Molke» ist in jeder der Gruppen ähnlich. Dies bedeutet, dass die erhaltenen Werte, die zwischen 0,54 und 0,80 liegen, als nachrangig betrachtet werden können. Es kam nur im Jahr 2012 bei den Deskriptoren zu einem signifikanten Unterschied zwischen den Fütte-

rungsvarianten. Das Fleisch der Gruppe **W** weist eine deutlich ausgeprägtere «blutige» Note als das Fleisch der Gruppe **G** auf. Es ist hervorzuheben, dass kein einziger Geschmacksdeskriptor im Durchschnitt eine Intensität von 2,5 auf einer 10-Punkte-Skala überschreitet. Die in der Einleitung erwähnten «grasigen» oder «milchigen» Aromen sind nur schwach wahrnehmbar, was erneut zu bestätigen scheint, dass das Auftreten des Aromas «grasig» nicht ausschliesslich mit der Grasaufnahme zusammenhängt, wie dies bereits früher von uns gezeigt wurde (Messadene und Dufey 2010).

Trotz des durchschnittlich um acht Liter – also ca. 30% – höheren täglichen Molkeverzehrs veränderte sich das sensorische Profil 2013 nicht.

Die Fütterungsvarianten beeinflussten die sensorische Qualität des Fleisches nur geringfügig, der Einfluss der jeweiligen Rassen oder Kreuzungen war hingegen deutlicher ausgeprägt. 2012 wies das Fleisch der Rasse Angus (An) ein «Leber»-Aroma auf, das 0,6 Punkte – und

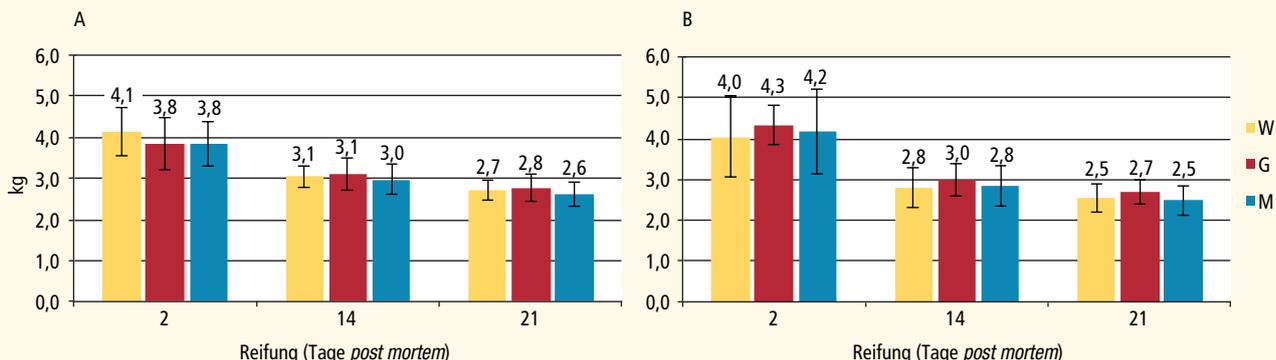


Abb. 2 | Bestimmung der Zartheit durch Scherkraftmessung nach 2, 14 und 21 Tagen Reifung je nach Fütterungsvariante im Jahr 2012 (A) und 2013 (B).

somit signifikant – höher als bei den anderen genetischen Gruppen ausfiel. 2013 war es die Kreuzung Piemonteser x Angus (PiAn), die ein unterschiedliches sensorisches Profil aufwies: Das Fleisch dieser Kreuzungstiere wurde bei dem Kriterium «normaler Geruch» schwächer bewertet. Dies wurde jedoch durch die Benotung der «anormalen Gerüche» kompensiert, die höher ausfiel als bei allen anderen genetischen Gruppen. Wahrscheinlich stammen diese «anormalen» Gerüche von dem «Leber»-Aroma, das auch bei den PiAn deutlich stärker hervortrat. Das Fleisch der Piemonteser Kreuzungstiere ist hingegen zarter (+0,7 Punkte) als das der anderen Tiere, was auch bereits bei reinrassigen Piemontesern im Vergleich mit anderen Fleischrassen beobachtet wurde (Dufey und Chambaz 2006).

Die Zartheit des Fleisches wurde mit Hilfe eines Geräts zur Messung der Scherkraft nach 2, 14 und 21 Tagen Reifung bewertet (Abb. 1).

Wie in den Abbildungen 2A und 2B ersichtlich, wird das Fleisch mit Werten von $4,07 \pm 0,74$ bis $2,64 \pm 0,33$ kg im Durchschnitt der beiden Versuche normalerweise während der Reifung (2 bis 21 Tage) zarter,

was einer Erhöhung der Zartheit um 35 % entspricht. Zwischen 14 und 21 Tagen Reifung beträgt die Zunahme noch 8 Punkte. Die zwei Tage post mortem gemessene Zartheit, die bei 4,07 kg lag, bewegt sich bereits in einem «mittleren», zwischen zart und zäh befindlichen Bereich, weist jedoch noch eine relativ grosse Variabilität auf (VK 18%). Nach 14 und 21 Tagen Reifung liegen die Werte dieses Fleisches im Durchschnitt bei weniger als 3 kg Widerstand, so dass das Fleisch als «sehr zart» eingestuft werden kann und der Bewertung «vollständig zufriedenstellend» von Schweizer Konsumentinnen und Konsumenten entspricht (Dufey et al. 2015).

Die Fütterungsvariante hat keinen Einfluss auf die Kinetik der Reifung ($p > 0,05$) und so lässt sich schliessen, dass der Verzehr warmer, in begrenzten Mengen oder *ad libitum* verfütterter Süssmolke, die Fleischqualität weder verschlechtert noch verbessert. Diese Ergebnisse stimmen mit denjenigen der sensorischen Analyse überein. Hingegen treten 2013 zwischen den genetischen Typen Unterschiede auf. Das Fleisch der Kreuzungstiere PiAn und vor allem PiLi, d.h. von Tieren, die von einem

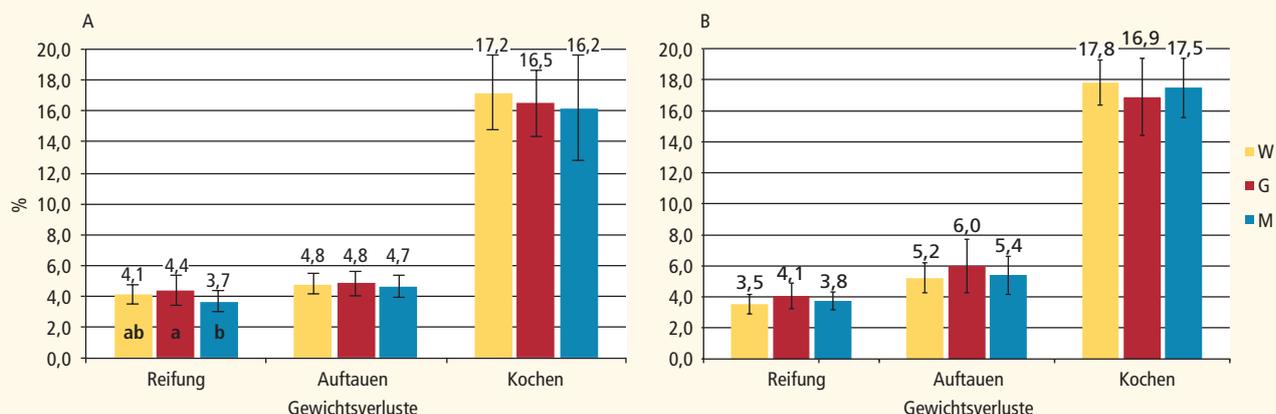


Abb. 3 | Verluste nach der Reifung, dem Auftauen und dem Kochen je nach Fütterungsvariante in den Jahren 2012 (A) und 2013 (B).

Tab. 2 | pH-Wert-Entwicklung *post mortem*, biochemische Daten des LT-Muskels, Tropfsaftverluste und Sarkomerlänge je nach Fütterungsvariante in den Jahren 2012 (A) und 2013 (B).

A Versuch 2012						
	Varianten			P-Wert		
	W	G	M	Varianten	Rasse	Geschlecht
Anzahl Tiere	16	16	13			
pH_1 h	6,19	6,18	6,19	0,971	0,041	0,797
pH_3 h	5,81	5,85	5,76	0,148	0,088	0,988
pH_5 h	5,59	5,57	5,51	0,081	0,036	0,386
pH_48 h	5,53	5,50	5,50	0,084	0,257	0,555
Laktat (µmol/g)	99,7b	100,7b	103,6a	0,018	0,892	0,517
RG (µmol/g)	5,9	7,2	5,9	0,535	0,283	0,017
GP (µmol/g)	131,0	138,2	138,0	0,150	0,442	0,038
Tropfsaftverluste (%)	1,76	2,03	1,66	0,118	0,044	0,486
Sarkomerlänge (µm)	1,94a	1,86ab	1,81b	0,009	0,076	0,169

B Versuch 2013						
	Varianten			P-Wert		
	W	G	M	Varianten	Rasse	Geschlecht
Anzahl Tiere	16	16	14			
pH_1 h	6,20	6,18	6,16	0,300	0,009	0,080
pH_3 h	5,80	5,79	5,79	0,946	0,307	0,647
pH_5 h	5,65	5,62	5,59	0,318	0,611	0,336
pH_48 h	5,47	5,48	5,47	0,918	0,610	0,592
Laktat (µmol/g)	91,0b	91,0b	94,5a	0,038	0,011	0,837
RG (µmol/g)	10,2	6,2	7,4	0,142	0,008	0,892
GP (µmol/g)	133,8	124,1	131,1	0,234	0,002	0,867
Tropfsaftverluste (%)	1,37	1,30	1,23	0,533	0,184	0,000
Sarkomerlänge (µm)	1,84	1,84	1,89	0,416	0,968	0,219

LT: *Longissimus thoracis*; W: Weidefütter; G: Weidefütter + Gerste; M: Weidefütter + warme Molke; RG: Restglykogen; GP: glykolytisches Potenzial.

Piemonteserbullen abstammen, ist signifikant zarter ($p < 0,05$) als das der Kreuzungstiere LiRH nach 2, 14 und 21 Tagen Reifung. Die Ergebnisse nach 21 Tagen stimmen mit denen der sensorischen Analyse überein. Die untersuchten Faktoren weisen keine signifikanten Interaktionen auf.

Die **Gewichtsverluste** sind wichtige Variablen für die Messung der Fleischqualität, da sie das Saffthaltevermögen widerspiegeln. Sie werden hier durch die Tropfsaftverluste gemessen, die beim Fleischkauf sichtbar werden, wenn das Fleisch in der Auslage oder in der Verpackung präsentiert wird und durch Verluste, die durch physische Vorgänge wie durch Einschweissen, Einfrieren oder Kochen hervorgerufen werden. Mit durchschnittlichen Verlusten in Höhe von 1,6 % in beiden Jahren, bewegen sich die Verluste auf einem sehr tiefen Niveau (Tab. 2) und werden von der Fütterungsvariante nicht beeinflusst. Die übrigen Verluste werden in den Abbildungen 3A und 3B wiedergegeben. Bezüglich der Reifungsverluste war nur ein einziger Unterschied im Jahr 2012 ersichtlich: bei der Gruppe **G** traten höhere Verluste als bei der Gruppe **M** auf ($p < 0,05$). Insgesamt sind die verzeichneten Verluste und vor allem die durch das Kochen verursachten Verluste sehr tief.

Diese Ergebnisse stimmen mit den **pH-Wert Messungen** im LT-Muskel überein (Tab. 2), die keine signifikanten

Unterschiede zwischen den Fütterungsvarianten aufweisen. Die geringe Menge an Verlusten ist hingegen überraschend, da der pH-Wert sehr rasch absinkt und bereits drei Stunden *post mortem* bei 5,8 liegt, was bedeutet, dass die Totenstarre bereits eingesetzt hat. Das Saffthaltevermögen wurde dadurch jedoch nicht negativ beeinflusst.

Die **biochemischen Daten** des LT-Muskels werden in den Tabellen 2A und 2B dargestellt. Der Laktatgehalt, der aus der anaeroben Nutzung des Glykogens *post mortem* stammt, ist bei den Tieren, welche Molke erhielten am höchsten, ohne dass das Restglykogen (RG) und insbesondere der pH-Wert nach 48 Stunden (Endwert) sich veränderten. Durch das Vorhandensein grösserer Mengen an Laktat oder Milchsäure änderte sich das Aroma nicht, da sich die Säurenote, die das Expertenpanel bei der sensorischen Analyse vergab, von den anderen Gruppen nicht unterscheidet. Durch die zusätzliche Energie in Form von Gerste oder Molke in der Ration wurde das glykolytische Potenzial (GP) nicht erhöht. Das mittlere GP liegt mit durchschnittlich 133 µmol/g im mittleren Bereich (Immonen *et al.* 2000) und ist damit ausreichend. Es kam in keinem Fall zu einem Qualitätsfehler in Form von DCB (*dark cutting beef*).

Die **Sarkomerlänge** gibt Hinweise auf den Kontraktionszustand der Myofibrillen. Dieser ist im Jahr 2012 in

Tab. 3 | Gehalte an intramuskulärem Fett (IMF) und den wichtigsten Fettsäuren (in % GesFS) im LT-Muskel in Abhängigkeit von der Fütterungsvariante in den Jahren 2012 (A) und 2013 (B).

A Versuch 2012						
	Varianten			P-Wert		
	W	G	M	Varianten	Rasse	Geschlecht
Anzahl Tiere	16	16	13			
IMF (g/100 g Muskel)	2,2	2,5	2,4	0,731	0,000	0,191
C18:2 n-6	3,6	3,6	3,1	0,630	0,006	0,024
C18:3 n-3	2,0	1,6	1,7	0,167	0,002	0,013
LC-PUFA	1,8	1,4	1,6	0,448	0,001	0,021
SFA	47,8	48,4	47,1	0,086	0,000	0,005
MUFA	41,4	41,9	43,4	0,186	0,015	0,000
PUFA	10,8	9,7	9,5	0,547	0,009	0,017
n-6	5,9	6,0	5,4	0,742	0,009	0,030
n-3	4,3	3,5	3,7	0,210	0,002	0,012
n-6 / n-3	1,38b	1,74a	1,44b	0,000	0,132	0,590
α-Tocopherol (mg/100 g Muskel)	2,71	2,68	2,69	0,991	0,017	0,000

B Versuch 2013						
	Varianten			P-Wert		
	W	G	M	Varianten	Rasse	Geschlecht
Anzahl Tiere	16	16	14			
IMF (g/100 g Muskel)	2,3	2,7	2,4	0,532	0,000	0,074
C18:2 n-6	4,5	3,7	3,5	0,339	0,002	0,299
C18:3 n-3	2,3	1,6	1,8	0,060	0,002	0,424
LC-PUFA	1,4	2,0	1,4	0,070	0,256	0,019
SFA	48,7	48,3	47,6	0,472	0,103	0,116
MUFA	39,4	42,3	42,3	0,060	0,024	0,056
PUFA	11,9	9,4	10,1	0,274	0,003	0,416
n-6	7,0	5,8	5,9	0,370	0,002	0,300
n-3	4,6	3,3	3,9	0,130	0,005	0,455
n-6 / n-3	1,6	1,5	1,5	0,908	0,887	0,471
α-Tocopherol (mg/100 g Muskel)	2,97	2,45	2,88	0,107	0,001	0,100

LT: *Longissimus thoracis*; GesFS: Gesamtfettsäuren; W: Weidegras; G: Weidegras + Gerste; M: Weidegras + warme Molke; LC-AGPI: langkettige mehrfach ungesättigte Fettsäuren; SFA: gesättigte Fettsäuren; MUFA: einfach ungesättigte Fettsäuren; PUFA: mehrfach ungesättigte Fettsäuren; n-6: Omega-6-Fettsäuren; n-3: Omega-3-Fettsäuren.

der Gruppe **M** um 7 % tiefer als in der Gruppe **W** (Tab. 2A). Das bedeutet, die Kontraktion ist etwas schwächer, ohne dass sich die Tropfsaftverluste oder die durch das Expertenpanel bewertete oder mittels Scherkraft gemessene Zartheit änderte.

Bei allen in Tabelle 2 aufgeführten Variablen ist der Einfluss der Rassen stärker als derjenige der Fütterungsvarianten. 2012 senkte sich der pH-Wert bei der genetischen Gruppe Angus weniger rasch als bei den übrigen genetischen Gruppen und die Tropfsaftverluste sind signifikant geringer. 2013 wiesen die genetischen Gruppen LIRH und LiAn im Muskel unterschiedliche Energiestoffwechselprofile auf, mit um 4 % tieferen Laktatwerten, um 53 % tieferen Restglykogenwerten und letztlich einem um 14 % geringeren GP als Kreuzungen mit der Piemonteserrasse. 2012 unterscheiden sich die weiblichen Tiere und insbesondere die weiblichen Angus (Interaktion Rasse x Geschlecht $p < 0,05$) von den kastrierten männlichen Tieren durch tiefere RG- und GP-Werte. Da die Rasse Angus 2013 nicht mehr verwendet wurde, verminderten sich diese Unterschiede.

Von allen im LT-Muskel analysierten **Fettsäuren** werden in den Tabellen 3A und 3B nur diejenigen in Prozent des Gesamtfettsäuregehalts (% GesFS) dargestellt, die für die menschliche Ernährung eine besondere Rolle spielen.

Im Allgemeinen veränderte sich die Zusammensetzung der wichtigsten Fettsäuren im intramuskulären Fett (IMF) des LT-Muskels durch die Fütterungsvariante nicht. Die Verfütterung von Molke zusammen mit einer auf Weidegras basierenden Ration (**M**) führte zu geringfügigen Unterschieden verglichen mit der Gruppe **W**. Sie waren in beiden Jahren kohärent aber nicht signifikant voneinander verschieden, mit einer grösseren Menge an einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) sowie weniger an gesättigten (SFA) und mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA). Der einzige signifikante Unterschied tritt im Verhältnis n-6/n-3 auf. Diesbezüglich weist die Gruppe **G** – jedoch nur im Jahr 2012 – einen verglichen mit den beiden übrigen Varianten grösseres Verhältnis auf. Das n-6/n-3-Verhältnis, das gemäss WHO einen Wert von 4 nicht überschreiten sollte, fällt bei allen Gruppen extrem tief und damit vorteilhaft auf.

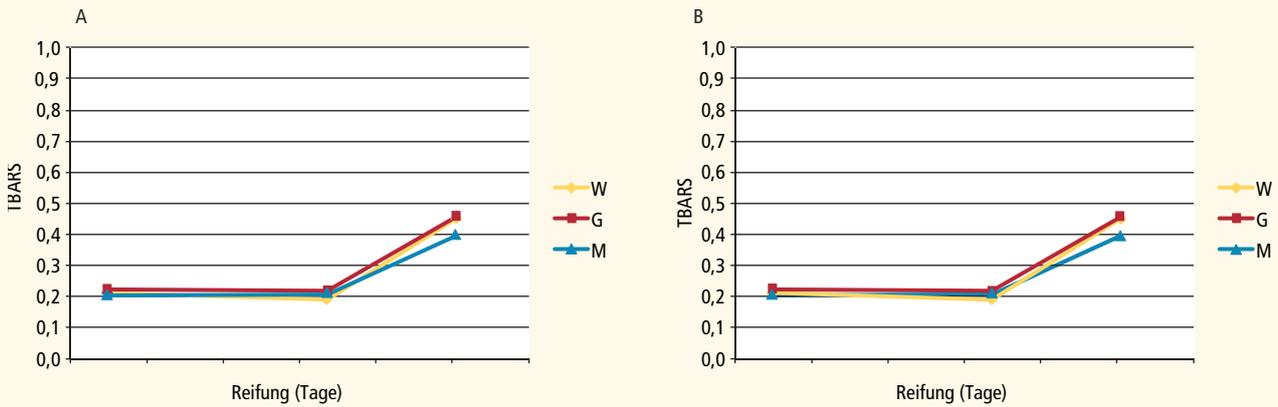


Abb. 4 | Fortschreiten der Oxidation (TBARS) während der Reifung (2 bis 21 Tage) im LT-Muskel in Abhängigkeit von der Fütterungsvariante in den Jahren 2012 (A) und 2013 (B).

Dagegen waren die Auswirkungen von genetischer Gruppe und Geschlecht deutlich ausgeprägter als die der Fütterungsvarianten. Diese Unterschiede lassen sich insbesondere bei den genetischen Gruppen mehrheitlich durch den IMF-Gehalt des LT-Muskels erklären. Im ersten Versuch wiesen die Angus im Durchschnitt einen IMF-Gehalt von 4,1 % gegenüber 2,1, 1,8 und 1,4 % bei den Gruppen LiAn, LiRH und Li auf. Im zweiten Versuch war der IMF-Gehalt der LiAn mit 3,9 % signifikant höher als bei den PiAn (2,4 %), LiRH (2,1 %) und PiLi (1,4 %). Diese IMF-Gehalte widerspiegeln deutlich die Ausprägung der Frühreife reinrassiger Tiere: von den frühreifen Angus bis hin zu den spätreifen Piemontesern. Allgemein ist festzuhalten, je tiefer der IMF-Gehalt (Li und insbesondere PiLi), umso wichtiger ist der Anteil an Membranlipiden im Verhältnis zu Neutralfetten oder Reservefett, das später gebildet wird. Dabei sind die Membranlipide deutlich reicher an mehrfach ungesättigten Fettsäuren.

Auf die Fettsäuren, die in der menschlichen Ernährung von Bedeutung sind, wirkte sich das Geschlecht der Tiere insbesondere im ersten Versuch aus, in welchem die weiblichen Tiere, mit Ausnahme der MUFA, signifikant tiefere Gehalte an Linolsäure (C18 :2 n-6), Linolensäure (C18 :3 n-3), langkettigen mehrfach ungesättigten Fettsäuren (LC-PUFA), gesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren sowie geringere Gehalte an Omega-6- und Omega-3-Fettsäuren aufwiesen. Die geschlechtsabhängigen Unterschiede weisen im zweiten Versuch in die gleiche Richtung. Die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant, da sie zum einen weniger deutlich ausgeprägt sind und zum anderen die Kreuzungstiere PiAn systematisch entgegengesetzte Ergebnisse hervorbrachten, wenn auch mit $p < 0,05$ keine der Interaktionen signifikant war.

Die **Oxidationsbeständigkeit** hängt generell mit der Menge und der Qualität der Fette zusammen. Sie wird in

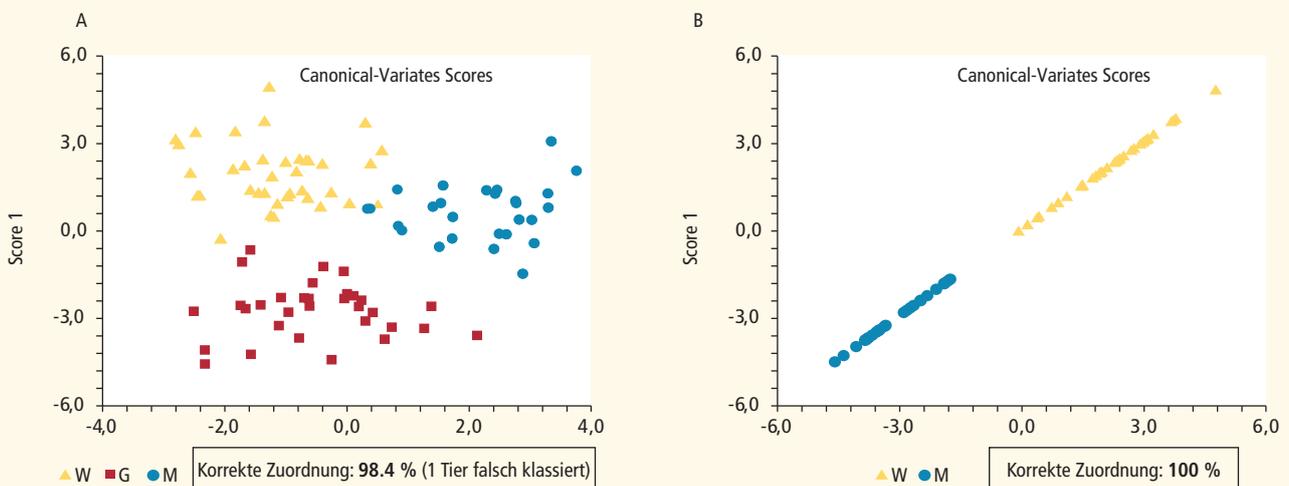


Abb. 5 | Rückverfolgbarkeit mit Hilfe von Fettsäuren als Biomarker: Faktorielle Diskriminanzanalyse; Darstellung der Tiere in Abhängigkeit der drei Fütterungsvarianten (A) oder Darstellung beschränkt auf Tiere die entweder Weidefütterung oder Weidefütterung plus Molke verzehrten (B).

den Abbildungen 4A und 4B durch den TBARS-Wert (Thiobarbitursäure-reaktive-Substanzen) ausgedrückt.

Die Oxidationsbeständigkeit ist bei allen Fütterungsvarianten dieses Projekts exzellent. Sie wird weder durch die zusätzliche Energiezufuhr in Form von Molke oder Gerste noch durch die genetischen Gruppen beeinflusst. Der Hauptgrund für diese Oxidationsbeständigkeit ist das Vorhandensein von Vitamin E oder α -Tocopherol im verzehrten Weidefutter, einem sehr effizienten Antioxidans, das sich anschliessend im Muskel anreichert. Die auf Weidefutter basierenden Fütterungsvarianten hatten keinen Einfluss auf dessen Gehalt (Tab. 3A und 3B).

Nach einer dreiwöchigen Reifung setzte eine Oxidation ein. Die Grenzwerte, ab welchen Konsumentinnen und Konsumenten Aromen wie Ranzigkeit oder Geschmacksabweichung wahrnehmen, die durch Oxidation bedingt sind, bewegen sich in einem Bereich von 0,5 und 1,0 TBARS (Tarladgis *et al.* 1960), der bei keiner der Varianten nach 21 Tagen Reifung erreicht wurde.

Die Fettsäuren im Fleisch lassen sich als Fütterungsmarker oder «Biomarker» verwenden, die eine analytische Rückverfolgbarkeit des Fleisches ermöglichen. Im Kontext des LACTOBEEF-Projekts stellte sich in erster Linie die Frage, ob es nachweisbar ist, wenn ein Tier in der Sömmerungsperiode Molke verzehrt hat. Um dies zu beantworten, erfolgte die Auswertung unter Berücksichtigung der jeweiligen Fütterungsvariante unabhängig von den Auswirkungen der genetischen Gruppe, des Versuchsjahrs oder des Geschlechts. Die Ergebnisse werden in den Abbildungen 5A und 5B dargestellt.

Die durch die Fütterung im Fleisch hinterlassene Spur ist ausreichend, um die drei Versuchsvarianten voneinander zu unterscheiden. Dennoch war die Verwendung von 23 Variablen (Fettsäuren) in der faktoriellen Diskriminanzanalyse erforderlich, um schliesslich eine zu 98,4 % korrekte Zuordnung zu erzielen (Abb. 5A). Einzig ein Tier der Gruppe **W** wurde fälschlicherweise der Gruppe **M** zugeordnet. Bei dieser Untersuchung sollte aber die Frage beantwortet werden, ob es möglich ist, das Fleisch der gesömmerten Tiere, die Molke verzehrt hatten, vom Fleisch derjenigen Tiere zu unterscheiden, die ohne Molke gefüttert worden waren. In diesem Fall waren 19 Variablen erforderlich, um schliesslich eine zu 100 % korrekte Zuordnung zu erhalten (Abb. 5B), was im Kontext des hier beschriebenen Versuchs bedeutet, dass alle 64 Fleischproben der Gruppe **W** oder **M** korrekt zugeordnet werden konnten.

Dieses Ergebnis ist ein wenig schlechter als die in vorgängigen Versuchen erzielten Resultate. In den älteren Versuchen war es möglich, die Fütterung bzw. den Produktionsort durch die Untersuchung von «nur» zehn Variablen zu 100% wiederzuerkennen (Dufey 2013). Die

Nachverfolgbarkeit des Produkts wurde erschwert, indem im Versuch Molke aus Milch verwendet wurde, die auf Nachbarweiden der Versuchsweiden erzeugt worden war. Dennoch bleibt zu bemerken, dass das statistische Modell sehr robust ist, da die Wiedererkennung der verfütterten Ration, die durch die sechs Rassen oder Kreuzungen sowie die beiden Geschlechter – weibliche oder kastrierte männliche Tiere – bedingten Unterschiede umfasst und der Versuch zudem in zwei Versuchsjahren (2012 und 2013) durchgeführt wurde.

Das Thema Remanenz – im vorliegenden Fall der Erhalt dieser «Spur» oder dieses «Fütterungsmarkers» im Fleisch bei einer Veränderung der Ration – ist in weiteren Studien zu untersuchen. In erster Linie ist hier an eine möglicherweise erforderliche Endmast nach dem Alpactrieb gedacht.

Schlussfolgerungen

Warme Molke, die direkt aus der Alpkäseherstellung stammt, führt selbst wenn sie von den Tieren in grossen Mengen verzehrt wird, nicht zu einer Veränderung der sensorischen und physikalisch-chemischen Eigenschaften des Fleisches.

Durch die Ergänzung einer auf Weidefutter basierenden Ration durch Molke oder Gerste ändert sich die Zusammensetzung der für die Fleischqualität interessanten Fettsäuren nur in geringem Ausmass. Der Einfluss der genetischen Gruppe auf diese Fettsäuren ist hingegen sehr ausgeprägt. Der Molkeverzehr hinterlässt bei den Rindern eine ausreichend ausgeprägte Spur im Fleisch, um durch bestimmte Fettsäuren eine analytische Nachverfolgbarkeit zu ermöglichen, welche zu sehr guten Ergebnissen führt. ■

Riassunto

Consumo di siero di latte sugli alpeggi da parte dei bovini da carne e qualità della carne
 Il siero di latte è presente in grandi quantità nelle zone di produzione di formaggio d'alpe e rappresenta una fonte energetica da valorizzare. Il presente studio si era posto l'obiettivo di confrontare la qualità della carne proveniente da 96 bovini da carne che hanno consumato o meno questo sottoprodotto. La metà degli animali, dal peso vivo medio di 480 kg, era giovenche e l'altra metà bovini di razze o incroci di razze da carne diverse. Gli animali sono stati ingrassati durante 95 giorni in media montagna durante due prove e suddivisi in tre varianti sperimentali: pascolo con erba (E), pascolo con erba con apporto energetico sotto forma di orzo (O) o di siero di latte caldo non scremato (SL) fornito in quantità limitata (2012) o a volontà (2013). Fornito per 25 o 33 litri in media al giorno e per animale, il siero di latte non altera le proprietà sensoriali e fisico-chimiche della carne. La composizione degli acidi grassi rilevanti è poco modificata dalla variante alimentare. L'origine genetica ha un impatto molto più marcato sull'insieme delle variabili. La carne proveniente dagli animali che hanno consumato il siero di latte è identificabile al 100% tramite un'analisi multivariata che include alcuni acidi grassi.

Literatur

- Dufey P.-A., 2015. Serie LACTOBEEF: Verwertung von Alpmolke durch Fleischrinder. *Agrarforschung Schweiz* **6** (11–12), 488–493.
- Dufey P.-A. & Chambaz A., 2006. Sensorische Fleischqualität von sechs Rinderrassen. *Agrarforschung* **13** (11–12), 464–469.
- Dufey P.-A., Silacci P. & Messadene J., 2015. Relationship between shear forces, level of satisfaction and price of beefsteak in Switzerland. *In: 11th Pangborn Sensory Science Symposium, Gothenburg, Sweden. 23–27 August. P2.080*
- Dufey P.-A., 2013. Viande bovine suisse: utilisation des acides gras de la graisse intramusculaire comme biomarqueurs de l'alimentation et de la provenance. *ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung*. **36**, 136–139.
- Engel E., Ferlay A., Cornu A., Chilliard Y., Agabriel C., Bielicki G. & Martin B., 2007. Relevance of isotopic and molecular biomarkers for the authentication of milk according to production zone and type of feeding of the cow. *J. Agric. Food Chem.* **55** (22), 9099–9108.
- Immonen, K., Ruusunen M., Hissa K. & Puolanne E., 2000. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. *Meat Sci.* **55**, 25–31.

Summary

Ingestion of whey on alpine pastures by beef cattle and quality of the meat

Whey is present in large quantities in the alpine-cheese production zones, and represents a source of energy that should be utilised. The quality of the meat from 96 beef cattle which either consumed or did not consume this by-product was compared in two trials carried out 2012 and 2013. The animals, with an average live weight of 480 kg, consisted half of heifers and half of steers, belonged to different breeds or crosses of beef breeds, and were fattened for 95 days in mid-mountain areas. The animals were allocated to one of three experimental treatments: grazing (G), or grazing with an energy supplement in the form of barley (B) or warm, full-fat whey (W) distributed in a limited quantity (2012) or ad libitum (2013). Distributed at an average rate of 25 or 33 litres per day and animal, whey did not affect the sensorial and physicochemical properties of the meat. The fatty-acid profile of interest was only very slightly modified by the feeding treatment. Breed had a much more pronounced impact on the full set of variables. Meat from animals that consumed whey was 100% identifiable via a multivariate analysis including certain fatty acids.

Key words: beef cattle, meat quality, whey, mountain, traceability.

- Larick, D. K., Hedrick H. B., Bailey M. E., Williams J. E., Hancock D. L., Garner G. B. & Morrow R. E., 1987. Flavor constituents of beef as influenced by forage- and grain-feeding. *J. Food Sci.* **52**, 245–251.
- Messadene J. & Dufey P.-A., 2010. Grassy flavor in beef: a well-established notion called into question. *In: 4th EuroSense - A Sense of Quality. 5–8 Sept.*, Ed. Eurosense, Vitoria-Gasteiz, Spain. P2.122
- Prache S., Martin B., Nozière P., Engel E., Besle J.M., Ferlay A., Micol D., Cornu A., Cassar-Malek I. & Andueza D., 2007. Authentification de l'alimentation des ruminants à partir de la composition de leurs produits et tissus. *INRA Prod. Anim.* **20** (4), 295–308.
- Priolo A., Micol D. & Agabriel J., 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Animal Research* **50**, 185–200.
- Tarladgis B.G., Watts B. M. & Younathan M. T., 1960. A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Oil Chemists' Soc.* **37**, 44–48.