

Artenreiches Raufutter als Alleinfutter und Fettsäurenmuster der Milch**Milk fatty acid profile of cows fed biodiverse forages only**F. Leiber^{1,2}, M. Kreuzer¹, M.R.L. Scheeder¹, H.-R. Wettstein¹**Key words:** milk fat, n-3, fatty acids, sward composition, roughage**Schlüsselwörter:** Milchfett, omega-3, Fettsäuren, Futteraufwuchs, Grundfutter**Abstract:**

In two experiments it was investigated which factors to what extent determine the fatty acid composition milk when cows are grazing high alpine pastures. The influences of altitude per se, of alpine forage quality, of concentrate-free diet type and of the overall grazing effect were separated by the experimental design. The most important factor which significantly elevated the concentrations of CLA, α -linolenic acid (ALA) and n-3 PUFA in milk fat was found to be the alpine diet type, i.e. the feeding of roughage-only (as well hay as pasture of as well lowland as alpine origin) with omission of concentrates and maize. Additionally a clear positive effect of the forage quality of alpine pastures on ALA concentration in milk fat was found. The latter effect is assumed to be linked to specific plant ingredients (eg. tannins) and to the low energy density of the alpine flora, which may influence the ruminal biohydrogenation of native ALA. An effect of altitude per se (hypoxia) was not found.

Einleitung und Zielsetzung:

Die Alpsommerung von Milchkühen trägt zur Erhaltung einer wertvollen Kulturlandschaft mit hohem Artenreichtum in Flora und Fauna bei. Sie stellt zudem zusammen mit der handwerklichen Hartkäseproduktion eine Besonderheit in der europäischen Landwirtschaft dar, weil sie durchaus noch real einen kulturellen Aspekt von der Landschaftsgestaltung über die Arbeitsformen bis ins Lebensmittel hineinträgt. Alpweiden werden üblicherweise nicht künstlich gedüngt und die Kühe erhalten nur selten Kraffutter. Dies macht die Alpwirtschaft, unabhängig von der Selbstdefinition der einzelnen Alpbetriebe, zu einer weitgehend ökologischen Landwirtschaftsform.

In jüngerer Zeit wurde mehrfach publiziert, dass auf Alpweiden erzeugte Milch und Käse deutlich erhöhte Gehalte an wertvollen funktionellen Fettsäuren (konjugierte Linolsäuren [wichtigstes Isomer: C18:2c9t11; CLA] α -Linolensäure [C18:3,n-3; ALA] und langkettige omega-3-Fettsäuren [n-3 PUFA]) enthalte und somit einen höheren diätetischen Wert für den Menschen habe (KRAFT et al., 2003 und HAUSWIRTH et al., 2004). Die eigentlichen Ursachen dieses Phänomens blieben allerdings unklar.

Ziel der hier vorgestellten Arbeit war es, herauszuarbeiten welche der verschiedenen Umwelt- und Futterfaktoren, die bei der Alpung von Milchkühen auftreten, für die Milchfettzusammensetzung relevant sind. Damit sollte gezeigt werden, in welcher Hinsicht das besondere Fettsäurenmuster der Milch eine Frage des Standortes und in welcher Hinsicht es eine Frage der Wirtschaftsweise ist.

Methoden:

In zwei aufeinander folgenden Versuchen wurden die Faktoren der Alpung in ihrer Wirkung auf die Milchkühe untersucht und dabei so weit als möglich experimentell differenziert.

¹ Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich; michael.kreuzer@inw.agrl.ethz.ch

² Sektion für Landwirtschaft am Goetheanum, Hügelweg 59, CH-4143 Dornach; florian.leiber@goetheanum.ch

In Experiment 1 (EXP 1) wurden drei Versuchsgruppen a sechs Kühen mit zwei Heutypen aus je einer Ernte an unterschiedlichen Standorten gefüttert, um den Einfluss der Höhenlage mit dem differierenden Sauerstoffpartialdruck der Atemluft zu erfassen. Gruppe 1A wurde auf 2000 m ü.N.N. gehalten und erhielt Heu ad libitum. Gruppe 1T wurde auf 400 Höhenmetern (Talstandort) mit Heu ad libitum versorgt. Gruppe 1P wurde auf 400 m im Pair-feeding-Prinzip zu Gruppe 1A gefüttert. Um den Einfluss der standortspezifischen Futterqualität zu erfassen, wurde an beiden Standorten Alpheu (geerntet als 1. Schnitt auf 2000 m) und Talheu (erster Schnitt, 400 m) im Change-over über drei 21-tägige Perioden verfüttert. In Experiment 2 (EXP 2) hatten je sechs Milchkühe freien Weidegang (2W) bzw. wurden im Stall mit frischem Grünfutter (gleiche Qualität wie das Weidefutter) ad libitum gefüttert (2S, hier nicht weiter dargestellt). Dies geschah jeweils auf dem ersten Aufwuchs einmal auf sehr jungem und einmal auf reifem Bestand (je 20 Tage). Der Versuch wurde im April auf 400 m durchgeführt (T) und im Juni/Juli auf 2000 m wiederholt (A). In beiden Versuchen wurde den Versuchsgruppen nur eine Mineralstoffmischung und Kochsalz zugegeben. Zusätzlich wurde in jedem Versuch im Tal eine Kontrollgruppe geführt (1K und 2K), welche eine konventionelle Maissilage-Grassilage-Heu-Kraffttermischration erhielt. Futteraufnahmen wurden im Stall durch Wiegen und auf der Weide mit der doppelten Alkan-Methode (BERRY et al., 2000) bestimmt. Milchproben wurden während intensiver Sammelwochen am Ende jeder Versuchsperiode durchgehend gesammelt und es wurden die Standardmilchanalysen durchgeführt. Die Fettsäurezusammensetzung der Futterproben und der Milch wurde gaschromatographisch bestimmt (Supelco-wax™-10 Säule für die Futterproben, CP-SIL-88-Säule für die Milch).

Ergebnisse und Diskussion:

Futterqualität: Das Talfutter wurde in beiden Versuchen von intensiv mit Gülle gedüngten Beständen gewonnen, die insgesamt knapp 20 verschiedene Arten aufwiesen und von Gräsern (speziell Weidelgras) weitgehend dominiert waren. Die extensiver genutzten Alpweideflächen hingegen wiesen über 80 Pflanzenarten auf; dies in einem recht ausgeglichenen Verhältnis von Gräsern, Kräutern und Leguminosen. In beiden Jahren hatte das jeweilige Alpfutter einen deutlich geringeren Gesamtfettsäuregehalt als das Talfutter. Zusätzlich war der ALA-Anteil am Gesamtfett des Futters auf der Alp geringer. Bedingt durch eine reduzierte Futteraufnahme in den Alpvarianten der Versuche war folglich die ALA-Aufnahme aus dem Alpfutter um bis zu 50 % geringer als aus dem Talfutter. Dies ist bemerkenswert, da in der Literatur bislang eine höhere ALA-Aufnahme als Ursache für die Alpweideeffekte auf die n-3 PUFA im Milchfett angenommen wurde (KRAFT et al., 2003).

Milchfettzusammensetzung: Wie der Vergleich der reinen Grundfuttergruppen mit den Kontrollgruppen in beiden Experimenten zeigt, bewirkte allein der Verzicht auf Krafftter und Maissilage einen starken Anstieg von trans-Vaccensäure (C18:1t11, Vorläufer für CLA-Bildung), CLA, ALA und n-3 PUFA im Milchfett (Abb. 1 und 2). Dieser Effekt war auch weitgehend unabhängig von der Herkunft des Heus bzw. vom Reifestadium der Weide (nicht abgebildet). Für CLA und n-3 PUFA kann ferner konstatiert werden, dass es keinen positiven Effekt der Höhe als solcher (Abb. 1; 1A vs. 1T) und auch keinen Effekt des Weidetyps (intensive Talweide oder extensive Alpweide, Abb. 2) gab. Mit dem in einem älteren Stadium genutzten Futter ergaben sich leicht reduzierte Arachidonsäuregehalte (C20:4, n-6) und erhöhte n-3 PUFA (nicht abgebildet). Der Effekt auf diese Fettsäuren in der Milch, der erwünscht war, war in diesen Fällen dennoch weitgehend durch die reine Grundfütteration bedingt.

Ein differenzierteres Bild ergab sich für die ALA. Hier war zwar im EXP 1 kein Einfluss des Heutyps auszumachen, dafür aber zeigte sich im EXP 2 ein klarer positiver Alpeffekt, der den reinen Weideeffekt um rund 250 % übertraf. Dieser Effekt muss umso

stärker interpretiert werden, weil gleichzeitig die ALA-Aufnahme deutlich erniedrigt war (s.o.). Es ist anzunehmen, dass die Biohydrierung im Pansen, die üblicherweise weit mehr als 90 % der aufgenommenen ALA betrifft (SASAKI et al., 2001), durch einen Futtereinfluss reduziert war und somit ein höherer Bypass von ALA durch den Pansen stattfand. Eine Ursache für diese Reduzierung könnte ein ruminaler Energiemangel gewesen sein. Dem widerspricht allerdings die Beobachtung, dass die ebenfalls sehr energiearme Alpheuration in EXP 1 keinen zusätzlichen Effekt im Vergleich zur Verfütterung des energiereicheren Talheus bewirkte.

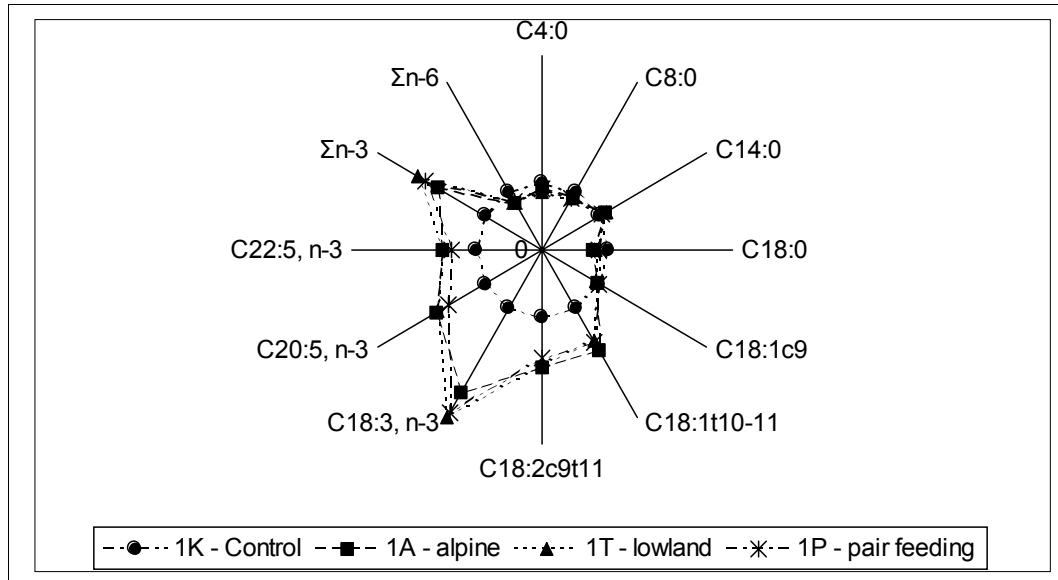


Abb. 1: Relative Fettsäuregehalte im Milchfett von Kühen mit reinen Heurationen an Alp- und Talstandorten im Vergleich zu einer Kontrollgruppe (1K = 100%), die Grassilage, Maissilage und Kraftfutter erhielt

Des Weiteren ist möglich, dass sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe wie Tannine oder Terpenoide, die in der artenreichen Alpenflora verstärkt vorkommen (MARIACA et al., 1997), einen hemmenden Einfluss auf hydrierende Pansenbakterien wie z.B. *Butyrivibrio fibrisolvens* ausüben. In diesem Fall wäre es denkbar, dass mit artenreichem Grünland oder mit dem gezielten Anbau von entsprechenden Futterpflanzen (z.B. tanninhaltiger Leguminosen wie *Lotus corniculatus*) ähnliche Effekte auch auf nicht-alpinen Standorten erzielbar wären. Schließlich ist die Hypothese möglich, dass die Kühe, die nachweisbar Körperfett mobilisieren mussten, dabei bevorzugt ALA freisetzen (SOPPELA & NIEMINEN, 2002), die dann auch für die Milchfettbildung zur Verfügung gestanden hätte.

Schlussfolgerungen:

Der Verzicht auf Getreide und Maisanteile in der Milchviehration zugunsten von Linolensäure reichem Grundfutter führt (vorbehaltlich der Richtigkeit derzeitiger ernährungswissenschaftlicher Annahmen) zu einem für die Humanernährung in vielerlei Hinsicht wünschenswerten Milchfettsäurenprofil. Biologisch erzeugte Milch hat hier einen systembedingten Vorteil. Artenreiche Weiden und gezielter Anbau von speziellen Leguminosen könnten eine dem 'Alpmilcheffekt' vergleichbare zusätzliche Wirkung auf den α -Linolensäuregehalt eventuell auch in tieferen Lagen hervorrufen. Dieser Zusammenhang wird jedoch noch weitere Forschungsarbeit erfordern.

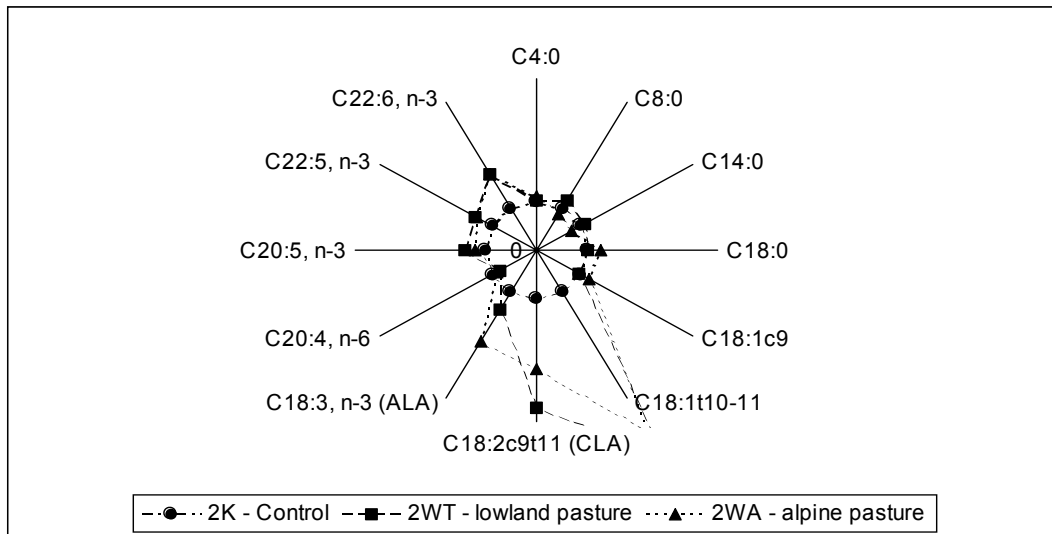


Abb. 2: Relative Fettsäuregehalte im Milchfett von Kühen mit reiner Weidefütterung im Tal (400m, Raygras dominiert) und auf der Alp (2000m, artenreich) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe (2K = 100%), die Grassilage, Maissilage und Kraffutter erhielt

Literatur:

Berry NR, Scheeder MRL, Sutter F, Kröber TF, Kreuzer M (2000) The accuracy of intake estimation based on the use of alkane controlled-release capsules and faeces grab sampling in cows. *Ann Zootechn* 49: 3-13

Hauswirth CB, Scheeder MRL, Beer JH (2004) High omega-3 fatty acid content in alpine cheese - The basis for an Alpine Paradox. *Circulation* 109: 103-107

Kraft J, Collomb M, Möckel P, Sieber R, Jahreis G (2003) Differences in CLA isomer distribution of cow's milk lipids. *Lipids* 38: 657-664

Mariaca RG, Berger TFH, Gauch R, Imhof MI, Jeangros B, Bosset JO (1997) Occurrence of volatile mono- and sesquiterpenoids in highland and lowland plant species as possible precursors for flavor compounds in milk and dairy products. *J Agric Food Chem* 45: 4423-4434

Sasaki H, Horiguchi K, Takahashi T (2001) Effects of different concentrate and roughage ratios on ruminal balance of long chain fatty acids in sheep. *Asian-Austral J Anim Sci* 14: 960-965

Soppela P, Nieminen M (2002) Effect of moderate wintertime undernutrition on fatty acid composition of adipose tissues of reindeer. *Comp Biochem Physiol A* 132: 403-409