

# Signaturen stabiler Isotope in landwirtschaftlichen Produkten – Nachweis der Herkunft und des Produktionsverfahrens

T. Gebbing, J. Schellberg und W. Kühbauch,

Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau  
Universität Bonn  
Katzenburgweg 5  
53115 Bonn  
t.gebbing@uni-bonn.de

**Abstract:** Die Herkunft von Lebensmitteln ist ein wichtiges Kriterium, welches das Kaufverhalten des Verbrauchers maßgeblich beeinflusst. Neben der geographischen Herkunft ist auch das Produktionsverfahren für den Verbraucher von Interesse, und dieses Interesse wird in speziellen Vermarktungswegen genutzt (,Ökologischer Landbau'). Der Nachweis der Authentizität dieser Lebensmittel ist häufig schwierig. In zunehmenden Maße wird die Variabilität ausgewählter stabiler Isotope in den Lebensmitteln als Nachweisverfahren geprüft. In der vorliegenden Studie nutzen wir Unterschiede im  $^{13}\text{C}$ -Gehalt von Mais und Gras, um den Einfluss einer Gras- bzw. Mais-Ration während der Endmast auf die C-isotopische Zusammensetzung im Tierkörper zu untersuchen. Weiterhin wird die Variabilität der  $^{13}\text{C}$ -Gehalte in Milchinhaltsstoffen unterschiedlicher Herkunft dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass ein Nachweis von Mais in ausgewählten landwirtschaftlichen Produkten sicher gelingt.

## Einleitung

In der Vergangenheit beruhte die Milch- und Rindfleischproduktion in Grünlandregionen überwiegend auf Grünlandfutter. Die hohen Energiekonzentrationen in den Futterrationen, die zur Realisierung der heute angestrebten hohen Milchleistungen pro Kuh bzw. zur Realisierung der hohen täglichen Lebendmassezunahmen in der Rindfleischproduktion notwendig sind, können im wesentlichen nur durch den umfangreichen Einsatz von Kraftfutter und Maissilage erzielt werden. Die Änderung in der Zusammensetzung der Futtration bleibt dabei nicht ohne Einfluss auf die Qualität der landwirtschaftlichen Produkte (Milch und Fleisch) und somit nimmt diese Änderung auch Einfluss auf die menschliche Ernährung. Dort gilt ein hoher Anteil von gesättigten Fettsäuren als Risikofaktor für die Erkrankung der Herzgefäße. Einige Autoren zeigen, dass ein hoher Anteil von Frischgras in der Futtration zu einer höheren Konzentration von ungesättigten Fettsäuren im Fleisch führt [En98]. Der Einsatz von Frischgras in der Wiederkäuerration erhöht auch den Anteil konjugierter Linolsäuren in der Milch [Ke98]

und im Fleisch [Fr00]. Diese konjugierten Linolsäuren besitzen u.a. ein antikanzerogenes Potential und eine positive Wirkung auf das menschliche Immunsystem. Der Einsatz von Grünlandfutter in der Ration der Wiederkäuer bietet auch aus umwelt-ökologischer Sicht Vorteile, denn die Futterproduktion auf dem Grünland ist, gegenüber dem Ackerfutterbau mit Mais, häufig mit geringerem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Herbiziden verbunden. Schließlich können bei Weidegang die Tiere ihr arttypisches (Herden)-Verhalten realisieren. Die genannten Vorteile der Futterproduktion vom Grünland könnten bei der Vermarktung von Rindfleisch genutzt werden, wenn die Anteile der jeweiligen Futtermittel auch im Produkt nachgewiesen werden können. Signaturen verschiedener stabiler Isotope in den Geweben wurden bereits als geographischer Herkunftsnachweis eingesetzt. Prominentes Beispiel ist der Nachweis der geographischen Herkunft und des Migrationsverhaltens zu Lebzeiten des Mumienfundes in den Ötztaler Alpen [Mü03].

Neben der geographischen Herkunft ist auch der Herstellungsprozess für den Verbraucher von Bedeutung. Signaturen stabiler Isotope wurden genutzt, um das Ernährungsverhalten wildlebender Tiere zu untersuchen, da die Signatur stabiler Isotope in der Nahrung sich auf die Isotopensignatur der wachsenden Körpergewebe überträgt [Ho99]. Die photosynthetische C-Isotopendiskriminierung ist bei C<sub>4</sub> Pflanzen (Mais) geringer, als bei C<sub>3</sub> Pflanzen [FEH89]. Daher ist der <sup>13</sup>C Gehalt in der organischen Substanz von Mais höher, als in den meisten Grünlandpflanzen. Dieser Unterschied in der C-isotopischen Zusammensetzung wurde bereits in archäologischen Studien genutzt, um die Veränderung der Nahrungsgewohnheiten in Nordamerika zu untersuchen [Va82]. In der vorliegenden Studie untersuchten wir den Einfluss einer Gras- bzw. Mais-Ration während der Endmast auf die C-isotopische Zusammensetzung im Tierkörper. Parallel zu dem Fütterungsversuch wurden von einem nahegelegenen Schlachthof Fleischproben bezogen und Milch von verschiedenen Molkereien eingekauft, um die Variabilität der Isotopenverhältnisse in diesen Produkten darzustellen.

## Material und Methoden

Auf der Lehr- und Forschungsstation Rengen (Daun, Eifel) wurden männliche Limousin-Rinder während der Endmast mit einer reinen Grasration (Silage) gefüttert. Zum Vergleich erhielt eine weitere Tiergruppe eine maisbetonte Ration (>80% Mais in der Futtertrockenmasse). Zum Zeitpunkt der Schlachtung (230 Tage nach der Futterumstellung) wurden den Schlachtkörpern Gewebeproben entnommen. Von einem nahegelegenen Schlachthof konnten Fleischproben von Tieren aus verschiedenen Betrieben der Ackerbauregion ‚Köln-Aachener Bucht‘ bezogen werden. Die Proben wurden gefriergetrocknet.

Milchproben von Molkereien und landwirtschaftlichen Betrieben wurden in Eppendorfer Gefäße gefüllt und zur Fällung der Proteine mit 0,1 M HCl angesäuert. Die angesäuerten Proben wurden für 14h im Kühlschrank aufbewahrt und anschließend 20 Minuten zentrifugiert (14500g). Der Überstand (überwiegend Kohlenhydrate) wurde dekantiert und getrocknet. Die getrockneten Proben wurden massenspektrometrisch auf ihren <sup>13</sup>C-

Gehalt untersucht. Die Isotopenverhältnisse der Proben werden in der  $\delta$ -Notation als Promille dargestellt [FEH89].

## Ergebnisse

Die Fütterung mit Mais während der Endmast führte zu einer deutlichen Änderung der C-isotopischen Zusammensetzung im Muskelfleisch (Abb. 1). Diese Änderung der C-isotopischen Zusammensetzung wurde auch in den anderen untersuchten Geweben gefunden (nicht dargestellt).

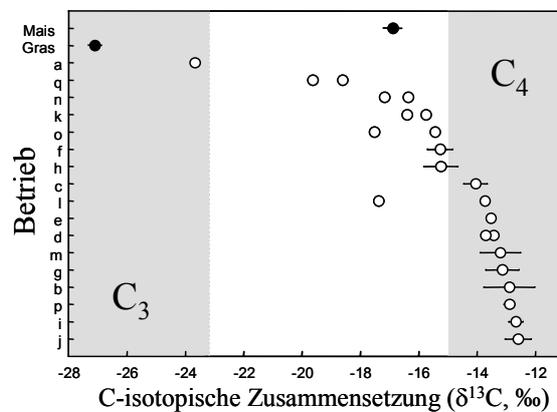


Abb. 1: C-isotopische Zusammensetzung der Fleischproben aus dem Fütterungsexperiment Rengen (●, Mais- oder Grassilage), sowie die C-isotopische Zusammensetzung der Fleischproben von unterschiedlichen landwirtschaftlichen Betrieben (○). Bei mehr als zwei Tieren pro Betrieb wurde der Mittelwert ( $\pm$ Standardfehler) dargestellt. Die grauen Flächen repräsentieren typische  $\delta^{13}\text{C}$  Werte für  $\text{C}_3$  und  $\text{C}_4$  Pflanzen.

Die C-isotopische Zusammensetzung der Fleischproben zeigte den regional typischen hohen Anteil von Mais in den Futterrationen (Abb. 1). Es ergaben sich allerdings signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Betrieben. Die hohe Variabilität in der C-isotopischen Zusammensetzung einzelner Tiere (Betrieb l und o) könnte auf Tierkäufe zurückzuführen sein. Der als Biobetrieb ausgewiesene Betrieb a unterschied sich deutlich in der C-isotopischen Zusammensetzung von den anderen Betrieben.

Die C-isotopische Zusammensetzung der Kohlenhydrate in den Milchproben zeigte eine große Variabilität zwischen den Molkereien, sowie innerhalb der Molkerei zwischen den Abfüllterminen (siehe Molkerei K, Abb. 2). Möglichweise ist der überregionale Milchhandel Ursache für die Unterschiede zwischen den einzelnen Probenahmetermenen innerhalb einer Molkerei. In alpinem Grünlandgebiet produzierte Milch hatte einen durchschnittlichen  $\delta$ -Wert von  $-25,04\text{‰}$  unterschied sich deutlich von der Milch des landwirtschaftlichen Betriebes, der 30% der Futter-TM als Mais füttert ( $-20,75\text{‰}$ ). Einige Milchproben wiesen allerdings noch deutlich negativere  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte auf. Die Ursachen sind nicht bekannt.

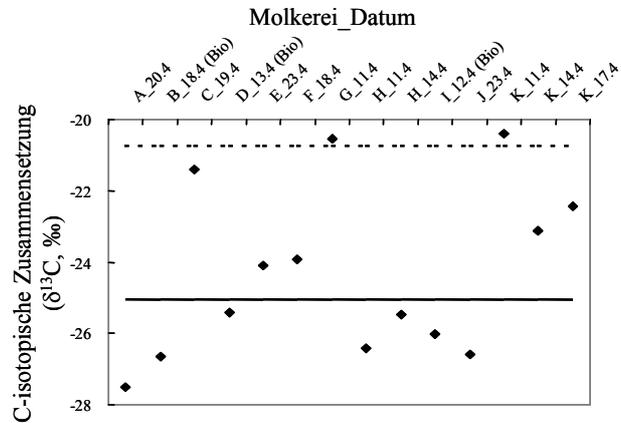


Abb. 2: C-isotopische Zusammensetzung der Kohlenhydrate in den Milchproben. Die Molkereien (Buchstaben) und die Abfülldaten (Zahlen) sowie die Bio-Molkereien wurden unterschieden. Die durchgezogene Linie beschreibt den durchschnittlichen  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert einer Milch aus dem alpinen Raum (kein Mais) und die unterbrochene Linie die Milch eines Betriebes, welcher 30% Mais in der Futter-TM einsetzt.

## Schlussfolgerungen

Isotopenverhältnisse in landwirtschaftlichen Produkten enthalten eine Informationen bzgl. des Produktionsprozesses. In der Milch- und Rindfleischproduktion kann der Einsatz von Mais in der Futtermittelration hinreichend genau durch die Untersuchung der C-isotopischen Zusammensetzung im nachgewiesen werden. Allerdings besteht Unsicherheit über das Zustandekommen sehr negativer  $\delta$ -Werte.

## Literaturverzeichnis

- [En98] Enser, M. *et al.*: Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*; 1998; Bd. 49; S. 329-341.
- [Fr00] French, P. *et al.*: Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate based diets. *Journal of Animal Science*; 2000; Bd. 78; S. 2849-2855.
- [Ke98] Kelly, M.L. *et al.*: Effect of intake of pasture on concentrations of conjugated linoleic acid in milk of lactating cows. *Journal of Dairy Science*; 1998; Bd. 81; S. 1630-1636.
- [FEH89] Farquhar, G.D., Ehleringer, J.R. und Hubick, K.T.: Carbon isotope discrimination and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*; 1989; Bd. 40; S. 503-537.
- [Ho99] Hobson, K.A.: Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review. *Oecologia*; 1999; Bd. 120; S. 314-326.
- [Mü03] Müller, W. *et al.*: Origin and migration of the alpine iceman. *Science*; 2003; Bd. 302; S. 862-866.
- [Va82] Van der Merwe, N.J.: Carbon isotopes, photosynthesis, and archaeology. *American Scientist* 1982; Bd. 70; S. 596-606.