

Qualitätsuntersuchungen an ökologisch erzeugten Produkten

KAREN AULRICH¹

¹ Institut für Ökologischen Landbau, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Trenthorst 32, 23847 Westerau, karen.aulrich@vti.bund.de

1 Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wird ein Überblick über Methoden der Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) gegeben, die am Institut für Ökologischen Landbau in Trenthorst entwickelt und für die Bewertung ökologisch produzierter Futtermittel (Getreide und Körnerleguminosen), Ölsaaten (Raps) und für die Differenzierung ökologisch und konventionell erzeugter Milch eingesetzt wurden.

Die Futterbewertung schließt sowohl die Analyse der Rohnährstoffe als auch die Energieschätzung ein. Hierfür wurden NIR-Kalibrationen auf Basis der Referenzanalytik entwickelt, die zufriedenstellende Schätzungen der Gehalte an Rohprotein, Rohfett, Stärke, Zucker und Energie (Schwein (ME), Nettoenergie-Laktation (NEL)) lieferten. Die Vorhersagegenauigkeit für Rohfaser, Rohasche und die Umsetzbare Energie fürs Geflügel war unbefriedigend.

Die NIRS wurde für die Qualitätsbewertung von Raps geprüft, indem Kalibrationsgleichungen für die Vorhersage des Ölgehaltes und der Gehalte der Fettsäuren erstellt wurden. Im Ergebnis zeigt sich eine sehr gute Eignung der NIRS für diese Anwendung.

Weiterhin wurde geprüft, ob mittels der NIRS der Nachweis der Produktionsweise von Milch möglich ist. Da die Zusammensetzung des Milchfettes wesentlich vom Futter abhängt, sollte eine Differenzierung der Milch über die Gehalte an ω 3-Fettsäuren möglich sein. Die Gehalte an α -Linolen- (C18:3 ω 3) und Eicosapentaensäure (C20:5 ω 3) konnten mit einem geringen Schätzfehler der NIRS vorhergesagt werden. Es zeigten sich deutliche jahreszeitliche Schwankungen der Gehalte der ω 3-Fettsäuren in den untersuchten Milchen, sowohl in den Biomilchen als auch in den konventionell erzeugten. Die Gehalte an ω 3-Fettsäuren in den Biomilchen waren höher als in den konventionellen.

2 Abstract

The present work gives an overview about the development and application of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) methods at the Institute of Organic Farming in Trenthorst. These methods were used for the evaluation of feedstuffs (grains and legumes), oilseeds (rape) and for differentiation of organic and conventional produced milk.

Evaluation of feedstuffs included the analysis of crude nutrients and the estimation of energy. NIRS calibrations were developed on the basis of reference analysis. Predictions of crude protein, ether extract, starch, sugar and energy contents for pigs and dairy cattle showed satisfactory accuracy. The prediction accuracy for crude fibre, crude ash and energy content for poultry was poor.

The ability of NIRS for evaluation of the product quality of oil seed rape was proofed. Calibration equations were developed for the prediction of oil content and fatty acids. The obtained results indicated that the NIRS could be successful used for quality evaluation of oil seed rape.

Further on, the ability of NIRS to differentiate between organically and conventionally produced milk was investigated. The composition of milk fat depends on the feeding and therefore the differentiation of milk should be possible via the contents of ω 3-fatty acids. The contents of α -linoleic acid (C18:3 ω 3) and eicosapentaenoic acid (C20:5 ω 3) were predicted with high accuracy. The contents of ω 3-fatty acids indicated seasonable differences in milk of both origins. The levels of ω 3-fatty acids in organic milk were higher than in conventional produced milk.

3 Einleitung

Die Nachfrage und der Markt für ökologisch erzeugte Produkte hat sich seit den 90 Jahren dramatisch verändert. Der Ökomarkt ist aus seiner „Nische“ hervorgetreten. Im Jahr 2007 stieg der Umsatz mit Öko-Lebensmitteln in Deutschland im Vergleich zum Vorjahr um 18,4% auf 5,45 Milliarden Euro (ZMP, 2008a). Den entscheidenden Beitrag zu dieser Entwicklung hat der Verbraucher geliefert, der mit dem Kauf ökologisch erzeugter Produkte eine gewisse Erwartungshaltung verbindet. Analysen haben gezeigt, dass die Verbraucher bereit sind, höhere Preise für qualitativ hochwertige Öko-Produkte zu akzeptieren, sofern sie von der Herkunft aus ökologischer Erzeugung und der Vorteilhaftigkeit für die eigene Gesundheit bzw. weiteren positiven Folgewirkungen der Produktion auf ökologische, ökonomische und soziale Faktoren überzeugt sind (Rippin, 2008). Dies stellt Produzenten und Händler vor die Herausforderung, sowohl die Herkunft der Produkte nachweisbar sicher zu stellen als auch die Qualität.

Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über die am Institut für Ökologischen Landbau bearbeiteten Projekte zu dieser Thematik, wobei wir uns in unseren Untersuchungen auf die Ebene der Primärproduktion beschränken. Dazu gehören beispielsweise Untersuchungen zur Qualität von Getreide, Körnerleguminosen und Ölsaaten. Weiterhin wird eine Studie zur Unterscheidung ökologisch und konventionell erzeugter Milch vorgestellt.

Der Schwerpunkt der dargestellten Untersuchungen liegt in der Entwicklung und Testung von Schnellmethoden, die auf der Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIRS) beruhen, die aufgrund ihrer Schnelligkeit, Zuverlässigkeit und geringen Kosten seit Jahren Einzug in weite Bereiche der Lebens- und Futtermittelanalytik gehalten hat (Wang et al., 2004).

4 Qualität ökologisch erzeugter Futtermittel: Getreide und Körnerleguminosen

Zur Bestimmung des Futterwertes bzw. der Qualität eines Futtermittels kommen verschiedene analytische Methoden zum Einsatz, die sehr zeit- und kostenaufwendig sind (Rohnährstoffanalytik nach den Methoden der VDLUFA, 1997). Die NIRS als schnelle, ressourcenschonende Methode bietet sich für die Schätzung der wichtigsten Inhaltsstoffe und der Energiegehalte an. Voraussetzung für die Anwendung der NIRS sind stabile Kalibrierungen für jeden zu schätzenden Inhaltsstoff, die auf den Analysendaten aus klassischen Methoden beruhen.

Ziel der Untersuchungen war es, verschiedene Getreide und Eiweißfuttermittel zu bewerten und zu überprüfen, ob die NIRS geeignet ist, die schnelle Bestimmung der Gehalte an speziellen Nährstoffen und Energie in diesen ökologisch angebauten Futtermitteln vorzunehmen.

Aus den auf dem Versuchsbetrieb des Instituts für Ökologischen Landbau in Trenthorst seit dem Jahr 2002 durchgeführten Feldversuchen wurden Proben für die Qualitätsuntersuchungen

entnommen. Die Proben stammen sowohl aus Versuchen zum Mischfruchtanbau von Körnerleguminosen mit Sommergetreide als auch aus Parzellenversuchen zur Anbaueignung der schmalblättrigen Süßlupine. Nach der Ernte wurden die Proben getrocknet, gereinigt und auf 1 mm vermahlen. Die vermahlenden Proben wurden anschließend NIR-spektroskopisch und mittels klassischer Analytik untersucht.

Die Aufnahme der NIR-Spektren erfolgte am FT-NIR-Spektrometer (NIRLab 100, Fa. Büchi, Essen) im Spektralbereich von 1000 – 2500 nm. Die Referenzanalytik zur Bestimmung der wichtigsten Inhaltsstoffe, die für die Futterbewertung erforderlich sind, erfolgte nach den Verbandsmethoden der VDLUFA (1997). Die energetische Bewertung der Ernteproben wurde mit Hilfe der von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie für die Nutztierarten Schwein und Milchkuh entwickelten und von der DLG veröffentlichten Formeln auf Grundlage der Referenzanalytik vorgenommen (Schwein: Umsetzbare Energie (ME), (DLG 1991); Milchkuh: Nettoenergie-Laktation (NEL), (DLG 1997)). Die Ermittlung des Energiegehaltes für das Geflügel erfolgte nach der Schätzformel der WPSA (1984) als N-korrigierte, scheinbare, Umsetzbare Energie (AME_N).

Die mit der Referenzanalytik ermittelten Analysenwerte dienten als Datengrundlage für die Erstellung der Kalibrierungen zur Schätzung der Gehalte an Rohprotein, -faser, -fett, -asche, Trockensubstanz, Stärke, Zucker und der Energiegehalte in den Ernteproben. Die für die Beurteilung der Schätzgenauigkeiten ermittelten statistischen Kennzahlen der erstellten Kalibrationsgleichungen der Inhaltsstoffe und der Energie sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tab. 1: Ergebnisse der NIR-Schätzung: statistische Kennzahlen zur Beurteilung der Schätzgenauigkeit der erstellten Kalibrationsgleichungen (SEE: Standardfehler der Kalibration; SEP: Standardfehler der Validation; RK: Regressionskoeffizient der Kalibration; RV: Regressionskoeffizient der Validation)

Inhaltsstoff	Spannbreite	SEE	R _K	SEP	R _V
In: %					
Rohprotein (< 20%)	5,6 – 19,1	0,68	0,98	0,71	0,98
Rohprotein (> 20%)	19,4 – 46,7	1,09	0,98	1,08	0,98
Rohfett	1,4 – 13,7	0,32	0,99	0,34	0,99
Rohfaser	2,5 – 39,7	1,93	0,97	1,93	0,96
Rohasche	1,7 – 10,8	0,47	0,94	0,50	0,94
Stärke	29,5 – 70,3	1,18	0,99	1,33	0,98
Zucker	1,8 – 15,2	0,68	0,96	0,74	0,95
In: MJ/kg T					
ME	15,26– 16,55	0,09	0,93	0,10	0,90
NEL	8,16 – 9,66	0,08	0,95	0,08	0,95
AME _N	8,16 – 9,66	0,69	0,92	0,65	0,92

Für die Schätzung der Rohproteingehalte wurden die Datensätze geteilt, so dass die Schätzungen für Proben mit Gehalten unter 20 % Rohprotein (Getreide) vorgenommen wurden und in einem zweiten Datensatz die Eiweißfuttermittel Eingang fanden. Die Schätzgenauigkeiten sind sowohl für die proteinärmeren Getreideproben als auch für die Eiweißfuttermittel als gut einzustufen. Die Schätzfehler von 0,68 bzw. 1,09 % (SEP) wurden mit Hilfe der PLS (partial least square) Regression erreicht. Die Regressionskoeffizienten von 0,98 bestätigen die gute Übereinstimmung zwischen den analysierten und den geschätzten Proteingehalten, wie in Abbildung 1 ersichtlich wird.

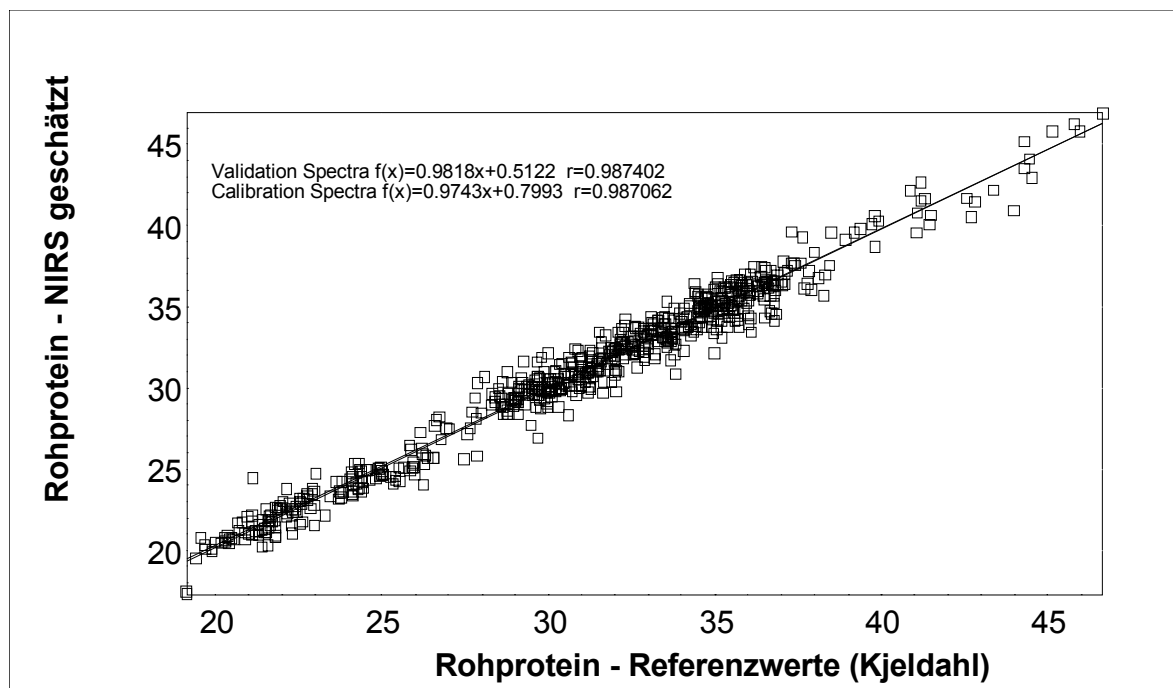


Abb. 1: NIRS geschätzte Proteingehalte vs. chemisch ermittelter Referenzwerte (Kjeldahl-Methode)

Die Schätzgenauigkeit für Rohfett mit einem Schätzfehler von 0,32 vs. 0,34 % ist als sehr gut einzuschätzen. Die Ergebnisse der Rohfaser- als auch der Rohascheschätzung sind bisher nicht zufriedenstellend. Die Vorhersage der Stärkegehalte, die in einem Bereich von 29,5 bis 70,3 % in die Erarbeitung der Schätzgleichungen einbezogen wurden, ist mit einem Fehler von 1,2 vs. 1,3 % als zufriedenstellend einzustufen. Die Regressionskoeffizienten von 0,99 und 0,98 belegen die Güte der Schätzung. Die Ergebnisse der Zuckerschätzung mit einem Fehler von 0,68 % in der Kalibration und 0,74 % in der Validation ist befriedigend.

Werden die Ergebnisse zur Energieschätzung betrachtet, so wird deutlich, dass die Vorhersage für die Umsetzbare Energie (Schwein) und die Nettoenergie-Laktation (Milchkuh) sehr gut ist. Die Schätzfehler von 0,1 MJ/kg T für ME bzw. 0,08 MJ/kg T für NEL sind sehr klein und erlauben eine genaue Energieschätzung. Die Vorhersage der N-korrigierten, scheinbaren, Umsetzbaren Energie fürs Geflügel kann bisher nur mit einem hohen Schätzfehler vorgenommen werden. Ähnlich schlechte Schätzergebnisse für AME_N wurden von (Valdes & Leeson, 1992) beschrieben. An der Ursachenklärung muss künftig gearbeitet werden. Ein weiteres wichtiges Ziel muss es sein, ausreichend robuste Kalibrierungen für alle Inhaltsstoffe und die Energieschätzung für alle Tierarten zu entwickeln. Die Schätzfehler für die noch nicht mit Zufriedenheit zu bestimmenden Inhaltsstoffe müssen durch Erhöhung der Stichprobenanzahl, Erweiterung der Spannweite bzw. gezielte Entwicklung von Kalibrationsgleichungen für Einzelkomponenten in den kommenden Anbaujahren minimiert werden.

5 Ölsaaten

Raps aus ökologischem Anbau wird stark nachgefragt, da er aufgrund der Fettsäurezusammensetzung ein wertvolles Öl für die Humanernährung liefert und der Rapspresskuchen ein hochwertiges Futtermittel darstellt.

Zur Qualitätsbewertung des ökologisch erzeugten Raps sind vor allem der Ölgehalt und das Fettsäuremuster von Bedeutung. Es sollte geprüft werden, ob die NIRS als Schnellmethode

zur Schätzung dieser Parameter eingesetzt werden kann. Weiterhin sollte geprüft werden, ob es möglich ist, die Bestimmung dieser Parameter durch NIR-Messung der Ganzkörner vorzunehmen. Dadurch könnte der enorme Aufwand, der für die Probenvorbereitung, im besonderen für die Fettsäureanalytik, erforderlich ist, deutlich reduziert werden.

Ziel der Untersuchungen war es daher, Kalibrierungen für den Ölgehalt und die Fettsäuren im Raps zu erstellen und diese auf ihre Güte zur Vorhersage der genannten Inhaltsstoffe zu prüfen.

In den Jahren 2003 und 2004 wurden Anbau- und Sortenversuche mit Raps am Institut für Ökologischen Landbau in Trenthorst durchgeführt. Nach der Ernte erfolgte die Reinigung und Nach Trocknung der Proben bei ca. 30 °C. Anschließend wurden die Proben NIR-spektroskopisch als auch mittels klassischer Analytik untersucht. Dazu erfolgte die Aufnahme der NIR-Spektren der Ganzkörner am FT-NIR-Spektrometer (NIRLab 200, Fa. Büchi, Essen) im Spektralbereich von 1000-2500 nm.

Für die Referenzanalytik wurden die Proben 16 h bei 105 °C getrocknet. Im Anschluss daran erfolgte die Bestimmung des Ölgehaltes in den Ganzkörnern durch magnetische Kernresonanzspektroskopie (NMR) nach den Vorschriften der VDLUFA (1997). Die Fettsäuren wurden nach Homogenisierung der Proben, Extraktion des Fettes und Veresterung der Fettsäuren gaschromatographisch mit einem Flammenionisationsdetektor bestimmt (VDLUFA, 1997).

Die mit Hilfe der Referenzanalytik ermittelten Daten dienten der Erstellung der Kalibrationsgleichungen (zwei Drittel der Daten) für die Schätzung des Ölgehaltes und der Gehalte der einzelnen Fettsäuren. Validiert wurde mit einem Drittel der Daten.

Tab. 2: Statistische Kennzahlen zur Beurteilung der Schätzgenauigkeit (SEE: Standardfehler der Kalibration, SEP: Standardfehler der Validation, RK: Regressionskoeffizient der Kalibration, RV: Regressionskoeffizient der Validation) der erstellten Kalibrationsgleichungen zur Vorhersage des Ölgehaltes und der Fettsäuregehalte in Raps

Inhaltsstoff	Spannbreite (%)	SEE	R _K	SEP	R _V
Ölgehalt	45-58	0,42	0,97	0,42	0,97
Palmitinsäure C16:0	3,9-4,8	0,082	0,87	0,085	0,86
Stearinsäure C18:0	1,67-2,27	0,033	0,96	0,044	0,95
Ölsäure C18:1	59,6-65,6	0,34	0,95	0,34	0,97
Linolsäure C18:2	16,4-21,4	0,24	0,97	0,38	0,97
Linolensäure C 18:3	7,75-10,67	0,15	0,98	0,20	0,97
Eicosansäure C 20:0	0,51-0,70	0,02	0,89	0,02	0,89
Eicosensäure C 20:1	0,94-1,67	0,06	0,90	0,06	0,91
Behensäure C 22:0	0,19-0,41	0,01	0,94	0,01	0,89
Erucasäure C 22:1	0,006-0,9	0,1	0,55	0,09	0,58
Lignocerinsäure C 24:0	0,001-0,07	0,009	0,84	0,009	0,84
Nervensäure C 24:1	0,19-0,49	0,017	0,93	0,018	0,91

Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 aufgeführt. Der Ölgehalt im Raps, der bei den Referenzproben in der Spannbreite von 45 und 58 % lag, konnte mit einem Schätzfehler von 0,42 % vorhergesagt werden. Die Regressionskoeffizienten für Kalibration und Vorhersage betragen 0,97 und können als sehr gut eingeschätzt werden. Auch die Vorhersagequalitäten für die überwiegende Anzahl der Fettsäuren sind als sehr gut einzuschätzen. So ist der Fehler der Vorhersage des Ölsäuregehaltes mit 0,34 % bei Gehalten von 59-65 % sehr gering, auch der Regressionskoeffizient von 0,97 belegt die Güte der vorangegangenen Kalibration. Die ungesättigten Fettsäuren können mit der erstellten Kalibration erfolgreich geschätzt werden, was an den geringen Fehlern von 0,38 % für Linolsäure bzw. 0,2 % für Linolensäure deutlich

wird. Lediglich die Vorhersage der Erucasäuregehalte ist unbefriedigend, die allerdings mit 0,006-0,9 % sehr gering sind und zudem stark schwanken.

Die erstellten Kalibrationsgleichungen sind gut geeignet, den Ölgehalt und die langkettigen Fettsäuren in Raps mit Hilfe der NIRS vorherzusagen.

Die Untersuchungen zeigen weiterhin, dass eine aufwendige Probenvorbereitung entfallen kann. Die Ergebnisse der Schätzungen an Ganzkörnern unterscheiden sich nur marginal von denen der gemahlten Rapsproben (Ergebnisse hier nicht dargestellt). Damit bietet sich die NIRS an, Raps einfach und schnell direkt nach der Ernte auf seine Qualität zu prüfen.

6 Differenzierung von Milch: ökologisch oder konventionell erzeugt?

Das allgemeine Wachstum der Biobranche spiegelt sich auch bei dem Produkt Bio-Milch wieder. So ist der Anteil angelieferter ökologisch erzeugter Milch 2007 in Deutschland um 4,7 Prozent auf 424.000 Tonnen gewachsen (ZMP, 2008b) und beträgt damit derzeit 1,5 Prozent an der gesamten Milchanlieferung. Auch die Erzeugerpreise stiegen 2007 um 20 % auf 41,8 Cent/kg (ZMP, 2008b). Um Falschdeklarationen aufgrund der höheren Erzeugerpreise zu begegnen und somit den Verbraucher zu schützen, bedarf es Methoden, die in der Lage sind, zwischen ökologisch und konventionell erzeugter Milch zu unterscheiden. Sowohl nach den Richtlinien aller Ökoverbände als auch der EU-Öko-Verordnung 2092/91 ist Milchkühen Weidegang zu gewähren und der Anteil an Grobfutter in der Ration soll 60 % der Trockenstoffaufnahme betragen. Damit bietet sich die Differenzierung der Milch über die Analyse des Fettsäuremusters an, da dieses stark vom aufgenommenen Futter beeinflusst wird. Arbeiten von Molкетин & Giesemann (2007) haben gezeigt, dass die Differenzierung ökologisch und konventionell erzeugter Milch anhand der Gehalte an α -Linolen- und Eicosapentaensäure sowie der Stabilisotopenanalyse des Kohlenstoffs möglich ist. Diese Methoden sind allerdings relativ zeit- und kostenintensiv.

Ziel der hier vorgestellten Untersuchungen war es daher, die NIRS auf ihre Eignung zur Differenzierung ökologisch und konventionell erzeugter Milch zu prüfen und dabei jahreszeitliche Schwankungen aufgrund des wechselnden Futterangebotes einzubeziehen.

Über einen Zeitraum von 1,5 Jahren (Dezember 2005 bis Mai 2007) wurden vierzehntägig jeweils zwei konventionell und eine ökologisch erzeugte pasteurisierte Milchprobe aus dem Einzelhandel beschafft. Zusätzlich wurde im gleichen Intervall je eine ökologisch erzeugte Probe ab Hof beschafft, sofort pasteurisiert und in die Untersuchungen einbezogen. Alle Milchproben wurden sowohl NIR-spektroskopisch als auch mittels klassischer Fettsäureanalytik untersucht. Die Aufnahme der Spektren erfolgte direkt in den auf 20°C temperierten frischen Milchproben am FT-NIR-Spektrometer (NIRLab 200, Fa. Büchi, Essen) im Spektralbereich von 1000-2500 nm. Für die Referenzanalytik wurde das MilCHFett aus der pasteurisierten Milch nach Röse-Gottlieb extrahiert. Nach Überführung in die Fettsäuremethylester erfolgte die Analyse mittels Gaschromatographie. Analytische Details sind bei Molкетин & Giesemann (2007) beschrieben.

Die mit Hilfe der Referenzanalytik ermittelten Fettsäuregehalte, die auf den MilCHFettanteil bezogen sind (Gew.%), dienen der Erstellung der Kalibrationsgleichungen für die Schätzung der Gehalte der einzelnen Fettsäuren. Zwei Drittel der Daten (n=96) wurden für die Kalibration verwendet, ein Drittel für die Validierung (n=48).

Die Methode der PLS (Partial Least Squares) wurde zur Erstellung der Kalibrationsgleichungen verwendet. Der Standardfehler der Vorhersage der Gehalte an C18:3 ω 3 betrug 0,099 %, der an C20:5 ω 3 0,014 %. Die Regressionskoeffizienten der Kalibrierung betrugen für C18:3 ω 3 0,9 und für C20:5 ω 3 0,84. Mit den Kalibrationsmodellen wurden die Gehalte an ω 3-Fettsäuren geschätzt, die erwartungsgemäß jahreszeitliche Schwankungen zeigten, die bei der

ökologisch erzeugten Milch deutlicher und vor allem auf höherem Niveau ausfielen als bei der konventionell erzeugten (Abbildung 2 und 3). So waren die Gehalte an ω 3-Fettsäuren bei der Bio-Milch im Mittel deutlich höher als bei der konventionellen. Der Gehalt an C18:3 ω 3 betrug in der Bio-Milch im Mittel $0,73\% \pm 0,16$, in der konventionellen Milch $0,42\% \pm 0,10$. Der Gehalt an C20:5 ω 3 lag in der Bio-Milch im Mittel bei $0,12\% \pm 0,02$, in der konventionellen Milch bei $0,08\% \pm 0,01$.

Betrachtet man die Ergebnisse unter jahreszeitlicher Auflösung (Abbildung 2), so zeigt sich zu allen Beprobungsterminen eine Differenz in den Gehalten an C18:3 ω 3 zwischen Bio- und konventioneller Milch, lediglich zu einem Zeitpunkt ist keine Differenzierung möglich (20.02.2005).

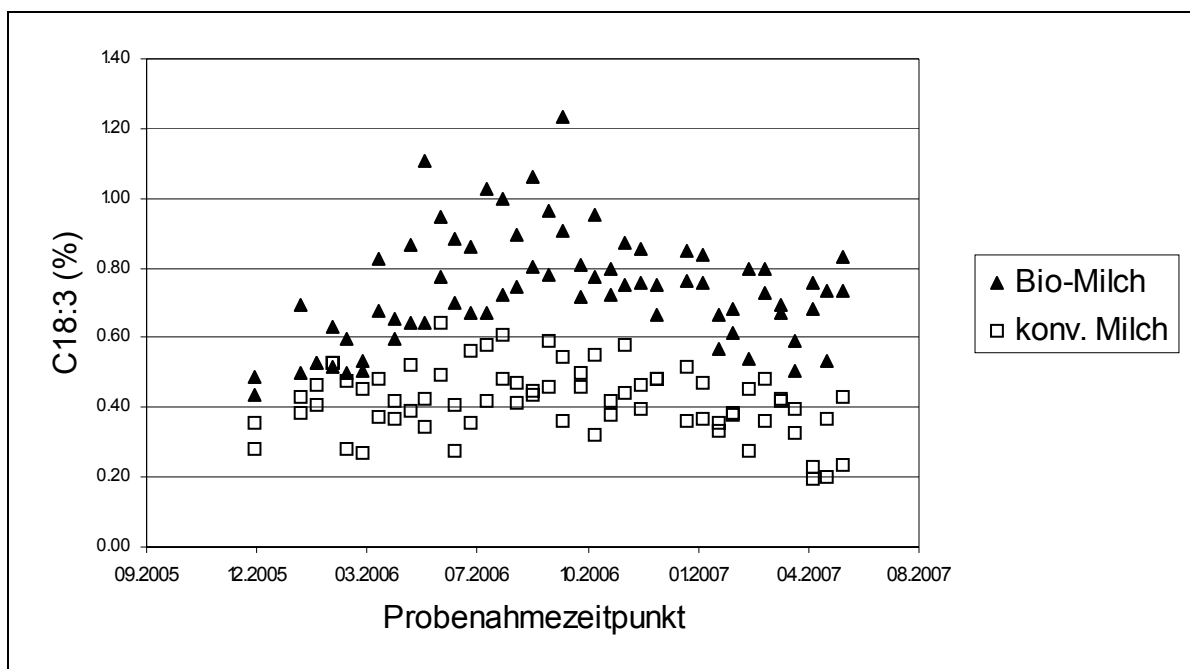


Abbildung 2: Jahreszeitliche Variation des Gehaltes an C18:3 im Fett ökologisch und konventionell erzeugter Milch

Bei jahreszeitlicher Auflösung der ermittelten Gehalte an C20:5 ω 3 (Abbildung 3) werden ebenso Differenzen zwischen Bio- und konventioneller Milch über alle Probenahmezeitpunkte deutlich. Auch hier fällt lediglich ein Zeitpunkt heraus, an dem eine Unterscheidung der Milchproben nicht möglich ist (20.02.2005). Werden die Ergebnisse für die Einzelhandels- und ab Hof gewonnenen Bio-Proben getrennt ausgewertet, so wird ersichtlich, dass die Milch ab Hof deutlich höhere Gehalte an ω 3-Fettsäuren während der Weideperiode aufweist als die Handelsmilchen. So weist der Gehalt an C18:3 ω 3 bei den ab-Hof Bio-Proben mit $0,94 \pm 0,13\%$ den höchsten Mittelwert für die Weideperiode von April bis Oktober auf. Im Vergleich dazu betragen die Werte für die Bio-Handelsmilch $0,72 \pm 0,08\%$, die für konventionelle Handelsmilch $0,46 \pm 0,09\%$. Für C20:5 ω 3 bestätigt sich das Ergebnis für die Weideperiode: der mittlere Gehalt in den ab Hof-Bio-Proben beträgt $0,13 \pm 0,02\%$, in den Bio-Handelsproben $0,11 \pm 0,01\%$ und in den konventionellen Handelsmilchen $0,08 \pm 0,01\%$.

Die Ergebnisse zeigen, dass unter Berücksichtigung der jahreszeitlichen Variation die NIRS Potential bietet, als Schnellmethode zur Überprüfung der Produktionsweise durch Schätzung der Gehalte der ω 3-Fettsäuren genutzt zu werden. Möglich erscheint auch die Verfolgung der

Einhaltung der Vorgabe des Weideganges, was in gezielten Untersuchungen abgeklärt werden müsste.

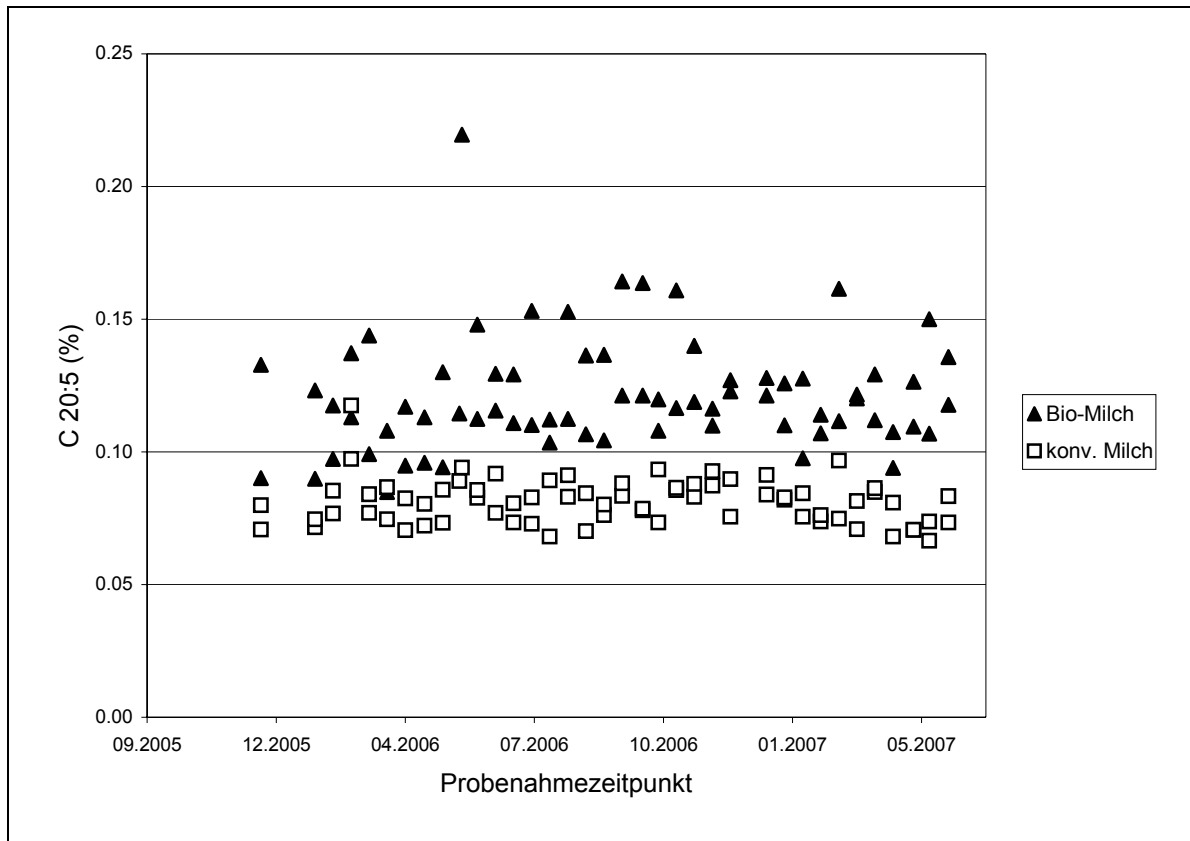


Abb. 3: Jahreszeitliche Variation des Gehaltes an C20:5 im Fett ökologisch und konventionell erzeugter Milch

7 Literatur

- DLG (1991): DLG-Futterwerttabellen - Schweine. Universität Hohenheim - Dokumentationsstelle (ed) 6., erw. und völlig neu gestaltete Auflage. Frankfurt am Main : DLG-Verlag
- DLG (1997): DLG-Futterwerttabellen - Wiederkäuer. Universität Hohenheim - Dokumentationsstelle (ed) 7., erw. und überarbeitete Auflage. Frankfurt am Main : DLG-Verlag
- Molkentin J, Giesemann A (2007): Differentiation of organically and conventionally produced milk by stable isotope and fatty acid analysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 388: 297-305
- Rippin M (2008): Analyse von Forschungsergebnissen im Hinblick auf die praxisrelevante Anwendung für das Marketing von Öko-Produkten. Zusammenfassung – vergleichende Betrachtung und Erarbeitung von Empfehlungen für die Praxis. *AgroMilagro research*, Bornheim, Deutschland, S. 104. www.agromilano.de
- Valdes E V, Leeson S (1992): The Use of Near-Infrared Reflectance Spectroscopy to Measure Metabolizable Energy in Poultry Feed Ingredients. *Poultry Science* 71(9):1559-1563
- VDLUFA (1997): Methodenbuch Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Darmstadt : VDLUFA-Verlag

- Wang D J, Zhou X Y, Jin T M, Hu X N, Zhong J E, Wu Q T (2004): Application of near-infrared spectroscopy to agriculture and food analysis. *Spectroscopy and Spectral Analysis* 24: 447-450
- WPSA (1984): The prediction of apparent metabolizable energy values for poultry in compound feeds. *World's Poultry Science Journal* 40:181-182
- ZMP (2008a):
http://www.zmp.de/presse/pressemitteilungen/2008/pdf/2008_02_20_biofach.pdf
- ZMP (2008b):
http://www.zmp.de/agrarmarkt/branchen/oekomarkt/2008_07_30_bio_milch_biomilch_preis_milchpreis_biomilchpreis.asp

