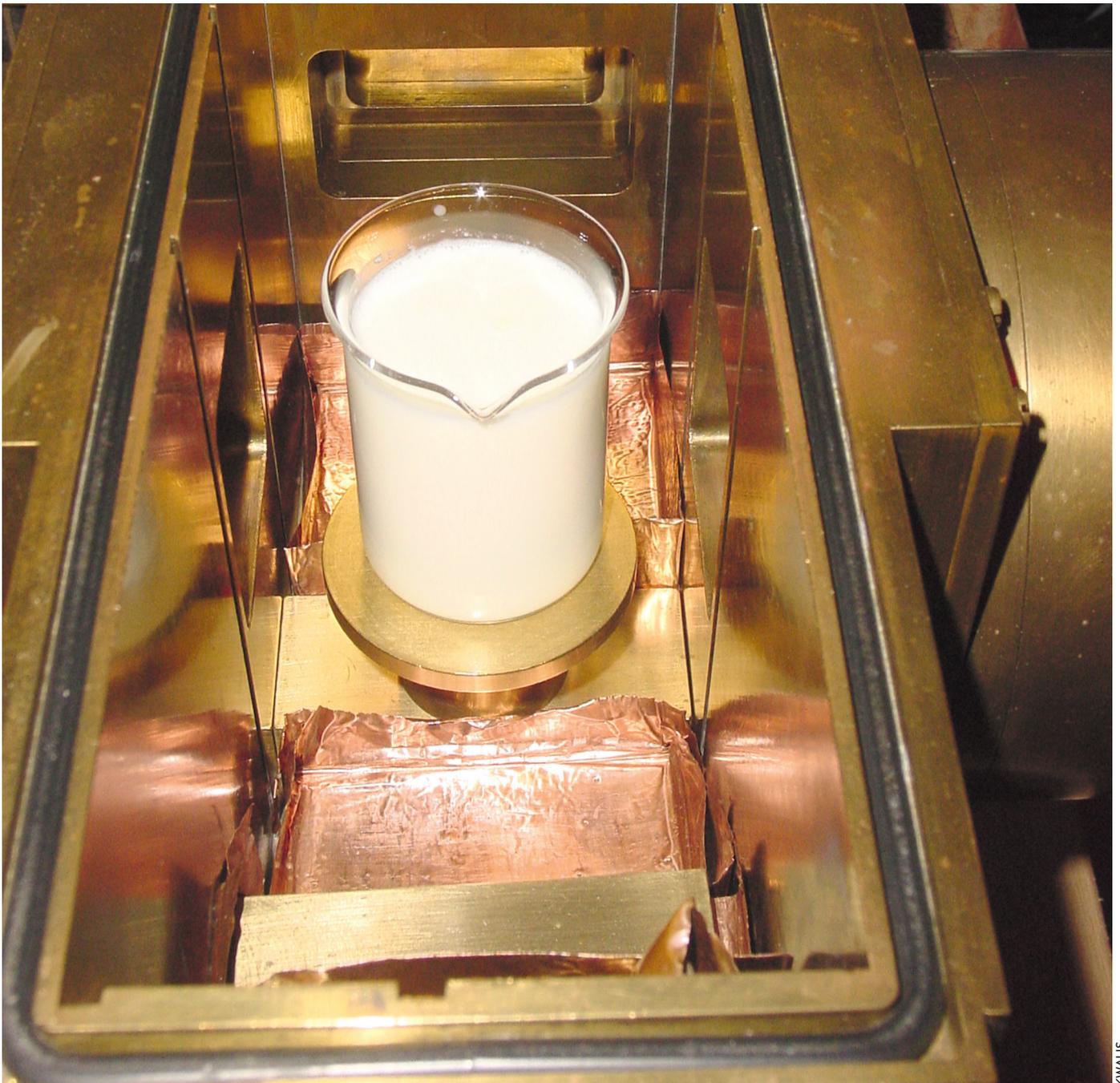


MILCHQUALITÄT IM FORSCHUNGSLICHT

FLUORESZENZ-ANREGUNGS-SPEKTROSKOPIE (FAS)
ZEIGT DIE BESONDERE DEMETER-QUALITÄT



AUTOREN: DR. JENIFER WOHLERS
und DR. PETER STOLZ arbeiten am Institut KWA-
LIS mit dem Ziel, durch Verbindung von moderner
Analytik und ganzheitlichem Denken neue Methoden
und Qualitätsparameter zu entwickeln.
forschung@kwalis.de



Das Institut KWALIS
wurde 1993 von
Dr. Jürgen Strube und
Wolfgang Gutberlet
gegründet.

Seit vielen Jahren wird bei KWALIS die Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie (FAS) zur Qualitätsbeurteilung von Lebensmitteln entwickelt und angewendet. An pflanzlichen Proben konnte gezeigt werden, dass Unterschiede bei Reife- und Düngegrad, Sorten und Wirtschaftsstil messbar waren. Auch tierische Proben (Eier) zeigten entsprechend der Haltungsbedingungen der Hühner deutliche Effekte. Die mittlerweile zehnjährige Erfahrung mit Milchproben bestätigte, dass der Wirtschaftsstil (Demeter, Bio oder Konventionell) mittels FAS auch an Milchproben erkennbar ist, und dass sich dementsprechend eine artgerechte Haltung und wiederkäuergerechte Fütterung in den Messwerten widerspiegelt.

Unterschiedliche Wirtschaftsstile – unterschiedliche Eigenschaften

Um deutlich unterschiedliche Probenqualitäten zu untersuchen, wurden bei der Probenherkunft möglichst große Unterschiede in den Produktionsbedingungen, den Wirtschaftsstilen angestrebt. Es wurden Proben von

- Demeter-Betrieben mit Heufütterung (D),
- Bio-Betrieben mit Silagefütterung (O) und
- konventionellen Betrieben (C) mit hoher Milchleistung (> 8.000l/Jahr) untersucht.

Sechs Mal im Jahreslauf wurden Proben genommen und die jeweils vorliegenden Produktionsbedingungen (Fütterung, Haltung, Gesundheit, Milchleistung) erfasst. Zur Auswertung wurden die insgesamt 70 Proben von 12 Betrieben verwendet, bei denen die angestrebten Produktionsbedingungen ganzjährig erreicht wurden.

Die auf den ausgewählten Betrieben vorgefundenen Produktionsbedingungen (Tab. 1) wurden aufgrund der vielen unterschiedlichen Faktoren als Systemeffekte und nicht als einzelne Einflussfaktoren betrachtet. Dem System entsprechend, waren bei D-Betrieben mit Heufütterung (struktureiche Rationen) zumeist Doppelnutzungsrassen anzutreffen, bei besonders tiergerechten Haltungsbedingungen und einer eher geringen Milchleistung (ca. 5.500l), dafür relativ hohe Gehalte an Fett (3,89%) und Eiweiß (3,29%). Auf O- und C-Betrieben wurden HF-Kühe gehalten, und es wurde Maissilage gefüttert, ergänzt durch relativ große Mengen an ener-

giereichen industriellen Nebenprodukten (Biertreber, Schlempen) bzw. Getreide (siehe Tab. 1). Daraus resultierten mittlere (6.000 l bei O) bis hohe (8.000 l bei C) durchschnittliche Jahresmilchleistungen, wobei der Eiweißgehalt der O-Proben relativ niedrig ausfiel (3,15%), der der C-Proben besonders hoch (3,45%). Die Eutergesundheit, gemessen an der somatischen Zellzahl, war bei den drei Wirtschaftsstilen ähnlich.

Die ganzheitliche Milchqualität wurde mittels Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie (FAS) beurteilt. Die Probe wird hierzu mit Licht in unterschiedlichen Wellenlängen beleuchtet, und anschließend wird gemessen, wie viele Photonen (Lichtenergie) wieder abgegeben werden (Stolz et al. 2019). Die Emissions-Abklingkurven je Farbanregung dienen zur Beurteilung der Probenqualität, insbesondere deren Anfangs- und Endwert (Mw1 und R40).

Aufgrund des unterschiedlichen Emissionsverhaltens der Proben wurden Unterschiede in der Probenqualität sichtbar: Demeter-Proben zeigten insgesamt ein relativ geringes Nachleuchten nach Anregung mit hellrotem oder gelbem Licht, während O-Proben insgesamt ein relativ intensives Nachleuchten aufwiesen. >>>

TAB. 1: UNTERSUCHTE WIRTSCHAFTSSTILE

	Demeter (D)	Bio (O)	Konventionell (C)
Rasse	Alte DN-Rassen	HF	HF
Betriebsform	gemischt	Milchvieh	Milchvieh
Winter-Futter	Heu	Gras-, Maissilage	Gras-, Maissilage
Sommer-Futter	Weide/Grünfütter	Weide/Grünfütter	ohne Weide
Tiergerechte Haltung (TGI)	96 %	70 %	35 %
Milchleistung (L/Kuh/Tag)	18	24	30
Strukturwert der Ration	3,0	2,1	1,3
Futtermittel (%TM, Jahresmittel)			
Grünfütter	41	17	1
Heu	46	5	4
Gras-Silage	0	42	24
Mais-Silage	0	10	20
Konzentrate	13	26	53
Sonstiges	1	1	1

DN = Doppelnutzung, HF = Holstein-Friesian, TM = Trockenmasse, TGI = Tier-Gerechtheits-Index (Bartussek 1996)

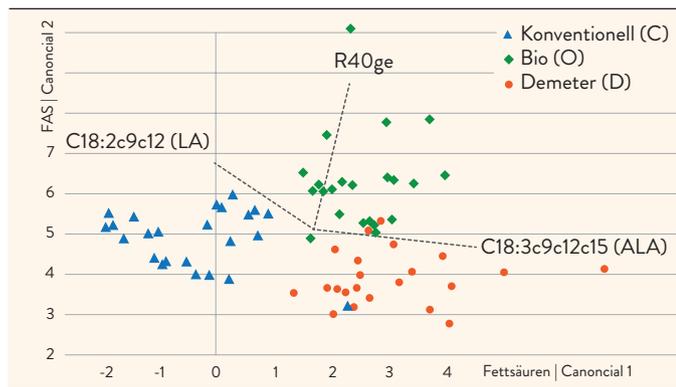


Abb. 1: In den Fettsäuren unterscheiden sich Bio- von Konventionellen Proben; in den FAS-Werten sind Unterschiede zwischen Bio und Demeter erkennbar. Die Grafik zeigt die Anordnung der Proben entsprechend ihrer Fettsäuregehalte (LA + ALA, vorrangig auf der x-Achse) und einem FAS-Parameter (R40ge, vorrangig auf der y-Achse). Die gestrichelten Linien (Vektoren) weisen vom Mittelpunkt aus in die Richtung, in die der jeweilige Parameter erhöhte Werte hat.

C-Proben zeigten kurzfristig ein intensives Nachleuchten, das aber rasch deutlich abfiel. Aufgrund dieses speziellen Emissions-Verhaltens konnten die meisten Proben (83%) entsprechend der Wirtschaftsstile unterschieden werden. Die zusätzlich gemessenen Fettsäuren der Proben zeigten ebenfalls Unterschiede zwischen den Wirtschaftsstilen, jedoch waren D- und O-Proben hier im Sommer einander sehr ähnlich wegen des Weideganges (Grünfütter), im Winter gab es deutlichere Unterschiede, da die Heu-Fütterung mit einem höheren Strukturgehalt der Ration einherging, die O-Betriebe aber Silage und Getreide fütterten, und dieses sich auf das Fettsäuremuster auswirkte.

Eine Unterscheidung der Proben entsprechend der Wirtschaftsstile war besonders gut möglich (95% korrekt), wenn die Messung von Fettsäuren (Linolsäure = LA sowie α -Linolensäure = ALA) mit FAS-Parametern (R40ge) kombiniert wurden (Abb. 3).

Was verursacht die Unterschiede?

Der Unterschied, der sich im kurzfristigen Nachleuchten nach gelb oder hellrot (Mw1ge, Mw1hr) zwischen den Wirtschaftsstilen ergibt (zunehmende Werte von D, über O zu C), lässt sich auch bei anderen Faktoren finden, welche für die Wirtschaftsstile als charakteristisch gelten können (Tab. 1). Die Milchleistung und somit auch Rationsparameter wie der Energiegehalt, der Anteil an Konzentratfuttermitteln oder der Strukturgehalt zeigten lineare Zusammenhänge mit den FAS-Werten, jedoch immer mit relativ großer Streuweite der Daten. Das ist auch bei der Intensität der Betreuung der Herde durch den Landwirt der Fall: bei D-Betrieben verbringt der Landwirt deutlich mehr Zeit bei seinen Tieren, die Ställe und Tiere waren sauberer, gepflegter, bei C- und O-Betrieben wird hier weniger Zeitaufwand betrieben, sich um die Tiere zu kümmern.

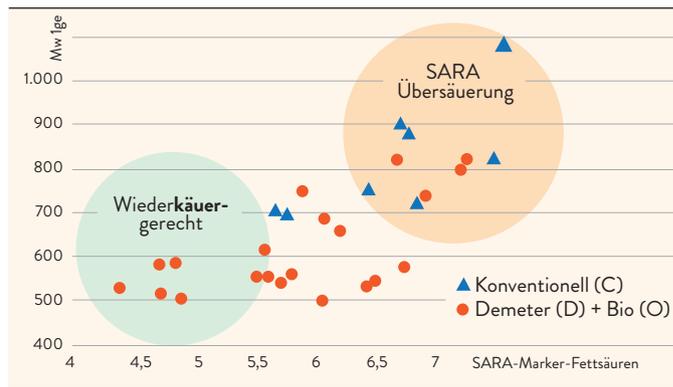


Abb.2: FAS-Messung zeigt auch Futterungleichgewicht und SARA-Marker-Fettsäuren in Relation zum FAS-Parameter Mw1ge; Daten von vier auffälligen Betrieben (n=30 Proben).

Der auffälligste Zusammenhang mit dem kurzfristigen Nachleuchten (Mw1) konnte auf die Stoffwechsellage der Kuh zurückgeführt werden, die sich aus dem Strukturgehalt der Ration ergibt: Bei energiereichen (strukturarmen) Rationen, wie diese für eine intensive Milchleistung nötig sind und wie sie auf C-Betrieben üblicherweise vorliegen, besteht die Gefahr der subakuten Pansen-Übersäuerung (SARA = subacute rumen acidosis). Unter derartigen Bedingungen entsteht ein spezielles Fettsäuremuster, und spezifische Fettsäuren können als Marker für SARA angesehen werden (Mitchell et al. 2016). Auf einzelnen Betrieben zeigten sich nun auffällige Zusammenhänge zwischen dem FAS-Parameter Mw1ge und diesen SARA-Marker-Fettsäuren (Abb. 2, Daten von vier auffälligen Betrieben). Es ist somit naheliegend, dass die FAS-Werte Mw1ge und Mw1hr, die einen Zusammenhang mit den Wirtschaftsstilen zeigten, genauso gut Fütterungseinflüsse spiegelten, insbesondere den Strukturgehalt der Ration bzw. die Neigung zu SARA, oder – übertragen auf das Bedürfnis der Tiere – die „wiederkäuergerechte“ Rationsgestaltung.

Ein weiterer FAS-Parameter (R40hr), der insbesondere bei O-Proben auffällig hohe Werte zeigte, wurde vor dem Hintergrund der Physiologie der Kühe ebenfalls erklärbar: Neben seinem engen linearen Zusammenhang zum Rationsanteil an Grassilage, besonders extrem bei einem Silage fütternden Demeter-Betrieb (hellblaue Punkte in Abb. 3), konnten besonders hohe Werte bei knapper Futtermittelverfügung beobachtet werden oder bei Verfütterung energiereicher Grassilagen. Im ersten Fall herrschte infolge des trockenen Sommers 2015 Futtermangel, weshalb auf einzelnen Betrieben sehr sparsam gefüttert wurde, im zweiten Fall war versehentlich energiereiche Jungviehsilage verfüttert worden, mit der Folge vieler Euter-Erkrankungen. In beiden Situationen wiesen die Kühe einen Energiemangel (negative Energie-Bilanz, NEB) auf. Da die O-Betriebe wie die C-Betriebe milchleistungsstarke Rassen (zumeist HF) hielten, die O-Ratio-

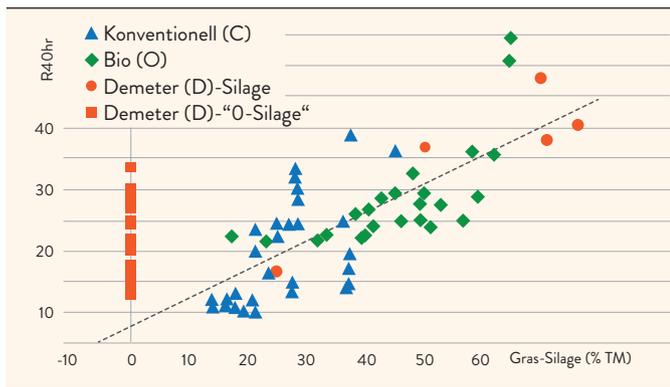


Abb. 3: Der Anteil an Gras-Silage spiegelt sich im FAS-Parameter R40hr. Bei Heufütterung (grüne Punkte = D-Proben; zum Vergleich abgebildet bei „Null Silage“;) reagiert der Parameter ebenfalls, v. a. in Relation zum Energiegehalt der Ration (bzw. NEB).

nen aber deutlich geringere Anteile energiereicher Konzentratfütterung aufwiesen, ist denkbar, dass die hohen R40hr-Werte der O-Betriebe nicht auf den hohen Grassilage-Gehalt der Ration, sondern eher auf die zu geringe Energieversorgung der Kühe hinweisen. Auch die zugleich niedrigen Eiweißgehalte der O-Betriebe und das Fettsäuremuster deuten auf einen Zusammenhang mit NEB hin. Insofern kann angenommen werden, dass sowohl auf den C- als auch auf den D-Betrieben eine bedarfsgerechte Energieversorgung vorlag; der Bedarf der DN-Rassen konnte offenbar mit den raufutterreichen, konzentratarmen D-Rationen gedeckt werden.

Wie lässt sich die Qualität beurteilen?

Damit eine hochwertige Milchqualität entstehen kann, sind offensichtlich mehrere Faktoren von Bedeutung. Die Fütterungseinflüsse (reduziert in diesem Fall auf SARA und NEB), aber auch andere Einflussfaktoren (Betreuung der Tiere, tiergerechte Haltungsbedingungen) scheinen einen Bezug zu den FAS-Messwerten zu haben. Ein insgesamt niedriges FAS-Emissionsniveau für MW1 sowie R40 wurde unter physiologisch „gesunden“ Produktionsbedingungen beobachtet. Diese beiden Parameter, die kurzfristige und die langfristige Emission, können in einem Relativparameter zusammengeführt werden – in diesem Fall der Quotient aus $Mw10:R40hr$ (Abb. 4). Hier werden nun die Extreme (O mit NEB und C mit SARA) als Abweichungen vom Normalen deutlich erkennbar – die ausgewogene, „normale“ Situation (zumeist D-Proben) liegt im Mittelfeld.

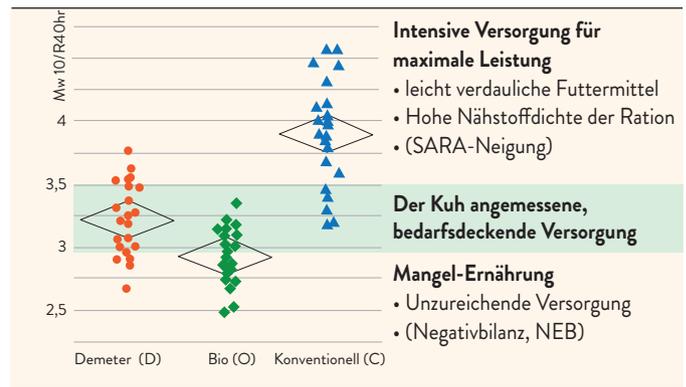


Abb. 4: Der FAS-Parameter $Mw10/R40hr$ spiegelt die Prozess-Qualität zwischen Extremen: Eine der Kuh angemessene Fütterung (und Haltung) findet sich bei Demeter-Heu-Betrieben. Bio-Betriebe tendieren zu einer Unterversorgung (NEB), konventionelle Betriebe zu einer Überversorgung (SARA). Die Raute beschreibt das 95 %-Konfidenzintervall um den Mittelwert.

Ausblick

Weitere Untersuchungen müssten die hier an Einzelfällen beobachteten Zusammenhänge bestätigen. Die Ideale, die in der biologisch-dynamischen Wirtschaftsweise verfolgt werden, darunter Heufütterung, hörnertragende Tiere und ein gute Mensch-Tier-Beziehung, können als der Tierart gemäße Haltungs- und Umgangsformen angesehen werden. Der Zusammenhang zwischen diesen bedarfsgerechten Bedingungen und den ganzheitlichen Qualitätsaspekten der Milch konnte mit der FAS messtechnisch abgebildet werden. •

DANKSAGUNG

Im Rahmen von zwei Forschungsprojekten konnten diese Ergebnisse erarbeitet werden. Wir danken der Software AG-Stiftung, dem DAMUS-DONATA e.V., dem Demeter e.V., der Schrozberger Molkerei und dem tegut...Milchfond für finanzielle Unterstützung.

Literatur: Bartsusek, H. (1996): Tiergerechtheitsindex für Rinder, TGI 35 L/1996, Stand Mai 1996, Veröffentlichungen der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft (BAL) Gumpenstein, A8952
Irdning. www.raumberg-gumpenstein.at (2014) bzw. <http://www.bartsusek.at/pdf/tgirinder.pdf> (BAL Gumpenstein) (Zugriff am 23.3.2015) • Mitchell, C., O. Alzahal, M.M. Or-Rashid, M.A. Steele, B.W. McBride (2016): The Effects of Subacute Ruminant Acidosis on Milk Fatty Acid Profile in Dairy Cattle. Am. J. Anim. Vet. Sci. 11:55-60. • Stolz P, J. Wohlers, G. Mende (2019): Measuring delayed luminescence by FES to evaluate special quality aspects of food samples – an overview. Open Agriculture 4:410-417. DOI: 10.1515/opag-2019-0039 • Wohlers J, P. Stolz (2019): Differentiation between milk from low-input biodynamic, intermediate-input organic and high-input conventional farming systems using Fluorescence Excitation Spectroscopy (FES) and fatty acids. Biol. Agric. Hort. 35:172-186, DOI: 10.1080/01448765.2019.1580615