

# MILCH, QUALITÄT UND HÖRNER

NEUE ERKENNTNISSE DURCH FAS-MESSUNGEN

Die Qualität der Milch ist ein Verkaufsargument für Demeter-Milchprodukte. Um sie zu beschreiben, sind sehr unterschiedliche Methoden entwickelt worden, vor allem, um spezifische Einflüsse der Erzeugungsverfahren oder hinsichtlich einer Ernährungswirkung darzustellen. In der vorliegenden Untersuchung wurde die FAS-Methode verwendet, mit der die durch Beleuchtung angeregte Photonenemission einer Probe gemessen wird.



AUTORENTEAM: DR. JENIFER WOHLERS  
DR. PETER STOLZ

Arbeiten am Institut KWALIS mit dem Ziel, durch Verbindung von moderner Analytik und ganzheitlichem Denken neue Methoden und Qualitätsparameter zu entwickeln.  
forschung@kwalis.de



„Vor diesem Hintergrund ist ein neues Verständnis von Milchqualität zu erarbeiten, ... mit Fokus auf die ernährenden Effekte.“

Schon mehrfach wurde Milchqualität mit Hilfe der Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie (FAS) beurteilt: Im Projekt „Qualitätsbeurteilung von Milch mittels FAS“ zur Darstellung von Wirtschaftsstil-Unterschieden [1] zeigte sich die Bewirtschaftungsform des Betriebes, also Bio, konventionell oder Demeter, als relevanter Einflussfaktor auf die Emissionswerte [2,3]. Ob das Raufutter aber als frisches Gras oder als Heu gefüttert worden war, das schien unbedeutend zu sein für die FAS-Messungen, hingegen zeigten sie den Kraftfutteranteil der Ration deutlich. *Besonders milchtypisch erwiesen sich Demeter-Proben bzw. Milch aus raufutterreichen Situationen.* Um einen detaillierteren Eindruck davon zu bekommen, welche Merkmale der Produktqualität bzw. welche Einflussfaktoren des Erzeugungsprozesses sich in den FAS-Messwerten von Milchproben abbilden, wurden Proben aus einem Versuch der Agroscope (Schweiz) untersucht. Der Faktor horntragende Tiere, aber auch die reine Heufütterung ohne Konzentratergänzung, beeinflussten die Messwerte und zeigten sich als relevant für eine milchtypisch niedrige Emission nach gelber Anregung.

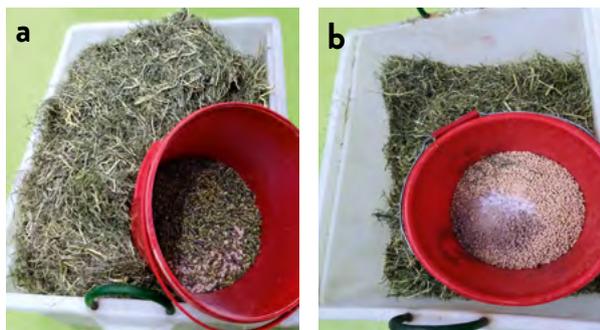
### Versuchsdesign

Im Versuch der Agroscope sollten drei Einflussfaktoren geprüft werden: Enthornung, Fütterung und Umgebungstemperatur. Hierzu wurden 20 Kuh-Individuen der Rasse „Schweizer Braunvieh“ von 17 unterschiedlichen Betrieben aus der Bergregion ausgewählt, davon je 10 horntragend bzw. enthornt, alle in der zweiten Hälfte ihrer zweiten Laktation und mit vergleichbaren Milchleistungen, so dass möglichst keine Unterschiede aufgrund von Alter, Laktationsstadium oder genetisch veranlagter Milchleistung vorlagen. Zwei Futterrationen wurden im Cross-over-Design gefüttert, so dass jede Kuh jede Futtervariante bekam, jedoch in unterschiedlicher Reihenfolge. Gefüttert wurde a) Heu ad libitum, ergänzt mit Luzernepellets als Konzentrat-Placebo, und b) eine restriktive Heumenge, ergänzt mit Kraftfutter, so dass beide Rationen einen vergleichbaren Energiegehalt aufwiesen. In den unteren Foto-Abbildungen sind die vorbereiteten Rationen im Vergleich zu sehen.

Weiterhin war die Frage, ob die Umgebungstemperatur eine Bedeutung für die Physiologie der Kühe hat, in Abhängigkeit von Hornstatus und Fütterung. Deshalb wurden Milchproben der Kühe bei jeder Fütterung zuerst bei kühler Umgebungstemperatur (10 °C) genommen, und im Anschluss nach zwei Tagen in warmer Umgebungstemperatur (25 °C) nochmals. Um diese Temperaturbedingungen zu erzielen, wurden die Kühe für die vier Tage, in denen Klimatisierung und Beprobung stattfanden, in Respirationenkammern gehalten. In weiteren zehn Tagen Zwischenzeit standen die Kühe zur Futterumstellung in Anbindehaltung im Versuchsstall der Agroscope. Für die FAS-Untersuchungen wurden Milchproben jeweils des Morgen- und Abendmelks je Variante dem Forschungsinstitut KWALIS zur Verfügung gestellt. Die FAS-Messungen wurden an den frischen Proben vorgenommen. Das Messprinzip ist in Abb. 1 auf der Folgeseite kurz dargestellt.

>>>

### ZWEI VARIANTEN BEIM FUTTER

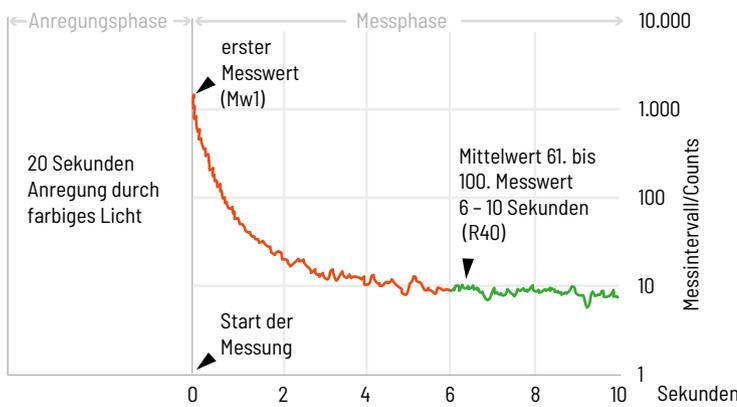


Vorbereitete Ration für :

**a** Heufütterung ad libitum mit Luzernecobs und

**b** Konzentrat-ergänzte Ration mit restriktiver Heumenge.

ABB. 1: DAS PRINZIP DER FAS-MESSUNG (DELAYED LUMINESCENCE)



Die Probe wird mit unterschiedlich farbigem Licht beleuchtet, anschließend wird die Emission der Probe in 100 Zeitintervallen zu 0,1 sec. gemessen. Zur Auswertung werden Parameter wie z.B. der Mw1ge (kurzfristige Emission nach gelber Anregung) oder der Mw1w (kurzfristige Emission nach weißer Anregung) verwendet, deren Wahl auf Erfahrungswerten mit der Methode beruht. Die Grafik zeigt die Abklingkurve der Photonen-Emission nach Anregung mit Licht.

### Einfluss von Individuum und Horn

Die Messergebnisse zeigen auffällig, dass die einzelne Kuh als Individuum von großer Bedeutung für die Emissionseigenschaften der Milchprobe ist. Es ist zu erkennen, dass die insgesamt acht Proben von jeder Kuh (jede Futter- und Klimavariante wurde jeweils morgens und abends beprobt) eine gewisse Variation aufweisen, dass aber einige Kühe immer Milchproben mit niedriger Emission haben, andere hingegen immer mit hoher Emission. Die Ursache dieser Variation könnte in unterschiedlichen Stoffwechseltypen gesehen werden: tierindividuelle Variabilität in Verdauungseffizienz oder Energiehaushalt ist bekannt [4, 5]. Um diesen tierindividuellen Effekt zu berücksichtigen,

wurden die Kühe klassifiziert (gruppiert) aufgrund ihrer Quartils-Zugehörigkeit, so dass ein Vergleich zum Hornstatus zwischen den 25 % der Kühe mit hohen Werten möglich wurde, als auch innerhalb der 50 % Kühe mit mittlerem Niveau, bzw. den 25 % Kühen mit niedrigem Emissionsniveau.

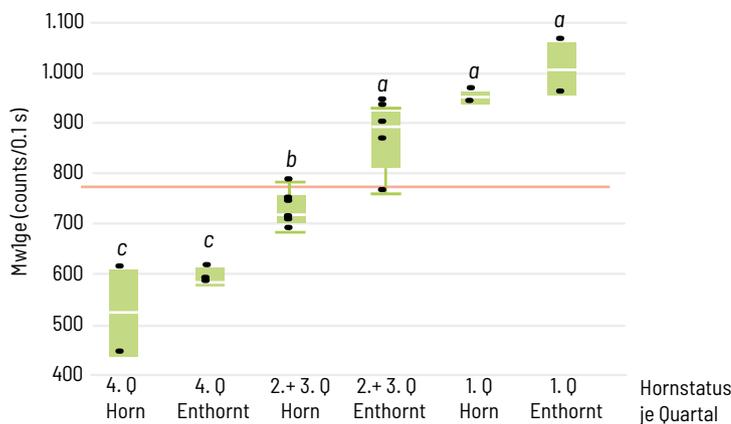
Der Vergleich von horntragenden Kühen mit enthornten Kühen je Quartils-Gruppe zeigt dann, dass horntragende Kühe dazu neigen, niedrigere Werte zu haben als enthornte Kühe (Abb. 2 unten). Diese niedrige Emission bei horntragenden Kühe wurde ähnlich schon im Projekt „Wirtschaftsstil-Unterschiede“ für die Demeter-Milch beobachtet (von horntragenden Kühen), hingegen hatte die Bio-Milch von enthornten Kühen eine höhere kurz-

fristige Emission nach gelber Anregung (FAS-Parameter Mw1ge).

### Einfluss des Futters

Auch Futtereffekte zeigen sich in den FAS-Messwerten. Im vorigen Projekt zum Thema „Wirtschaftsstil-Unterschiede“ konnten Unterschiede zwischen Demeter-Proben von Betrieben mit raufutterlastigen Rationen und Bio-Proben von Betrieben mit höherem Anteil an Konzentrat-Futtermitteln in der Ration gefunden werden. Bisher war also nicht erkennbar, ob die niedrige Emission eher mit den Hörnern, mit der raufutterlastigen Ration, oder mit der Rasse begründet werden könnte (extensive Rassen bei Demeter, Holstein-Friesian

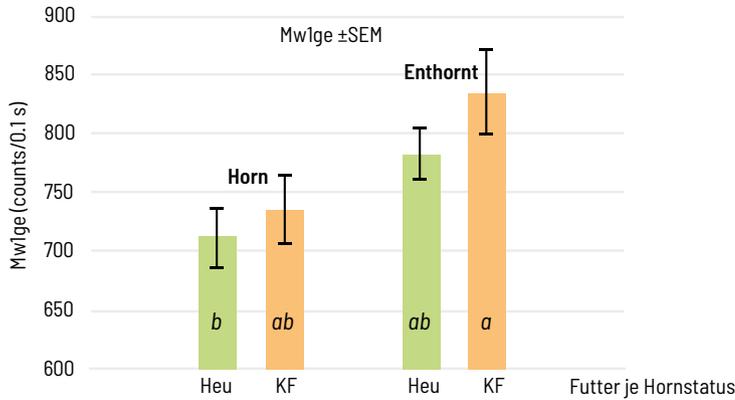
ABB. 2: HORNSTATUS UND TIERINDIVIDUELLES EMISSIONSNIVEAU



### Einfluss des Hornstatus nach Gruppierung

Kuh-individuelles Niveau und Bedeutung des Hornstatus für den FAS-Parameter Mw1ge (=kurzfristige Emission nach gelber Anregung). Enth = enthornt, 1.Q = erstes Quartil (Gruppe mit hohen Werten), 4.Q = viertes Quartil (Gruppe mit niedrigen individuellen Werten). Die Federbalken der Boxplots zeigen den Bereich, in dem 25% der Werte mit hohen bzw. niedrigen Werten liegen, die Kästchen selbst zeigen den Datenbereich, der restlichen 50% der Daten mit mittlerem Niveau. Verschiedene Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede (Tukey-Kramer HSD)

ABB. 3: EINFLUSS VON FUTTERRATION UND HORNSTATUS



FAS-Parameter Mw1ge für die Interaktion Futter\*Horn.  
SEM = Standardabweichung vom Mittelwert

Verschiedene Buchstaben in den Säulen kennzeichnen statistische Unterschiede.

bei Bio-Betrieben). Die aktuellen Daten zeigen nun, dass die Emission bei einigen Kühen durch die Kraftfutter-Ration erhöht war, und zwar insbesondere bei den Kühen mit einem hohen tierindividuellen Emissionsniveau, das besonders häufig bei enthornten Kühen auftrat. Das deutet darauf hin, dass die Fütterung ebenfalls von Bedeutung ist, aber in einer gewissen Interaktion mit dem Tierindividuum steht. Werden beide Faktoren, also Futter und Horn, kombiniert berücksichtigt, so wird erkennbar, dass bei den enthornten Kühen bei Kraftfutter-Rationen die höchsten Werte auftreten, hingegen bei den horntragenden Kühen und reiner Heurration die niedrigsten Werte.

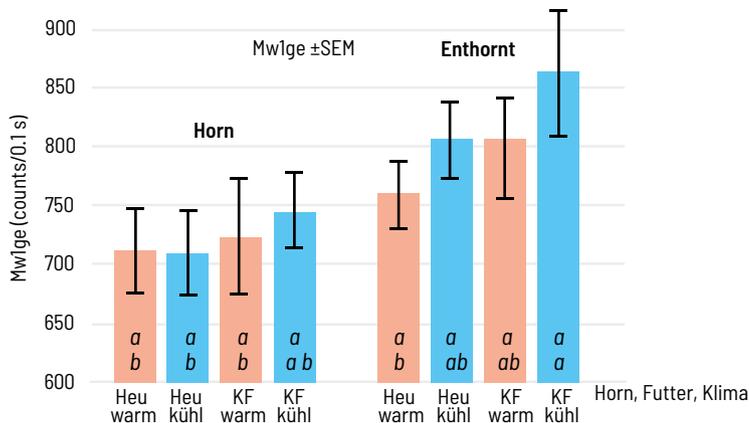
An dieser konstant auftretenden Veränderung ist erkennbar, dass die Heufütterung, aber auch die Unversehrtheit der Hörner dazu beitragen, dass niedrige Emissionswerte auftreten. Wenn die Verdauung als Ursache angenommen wird, könnte man vermuten, dass die enthornten Kühe eine für Kraftfütterergänzung charakteristische Verdauung, also Mikrobiologie, haben, evtl. bedingt durch die Stallherkunft – die Kühe stammen ja aus verschiedenen Betrieben – hingegen die horntragenden Kühe mit ihrer gesamten Enzym- und Mikrobiologie-Aktivität auf die Verdauung von reinem Raufutter gut vorbereitet (spezialisiert) sind, und deshalb diese stufenweisen Unterschiede auftreten. Als Phänomen zeigt sich hier: Sowohl die Heu-Fütterung

als auch die Horn-Kühe tragen dazu bei, dass niedrige Emissionswerte auftreten.

Interessant ist, dass die Umgebungstemperatur, die aus physiologischer Sicht als relevanter Interaktionsparameter für den Faktor Horn gilt [6], in den FAS-Werten nur eine geringe Bedeutung zu haben scheint. Im statistischen Modell ist dieser Effekt für den Mw1ge nicht-signifikant, während Horn und Futter signifikante Bedeutung für die Datenvariation haben. Jedoch tritt der Effekt relativ gleichartig auf und zeigt bei warmem Klima niedrigere Werte (Abb. 4). Bei den enthornten Kühen ist ein Klima-Effekt („Hitzestress“) besonders deutlich zu erkennen – dort fehlen die Hörner, die ansonsten die Wärme der Verdauung ableiten könnten.

>>>

ABB. 4: EINFLUSS DER UMGEBUNGSTEMPERATUR (KLIMA)



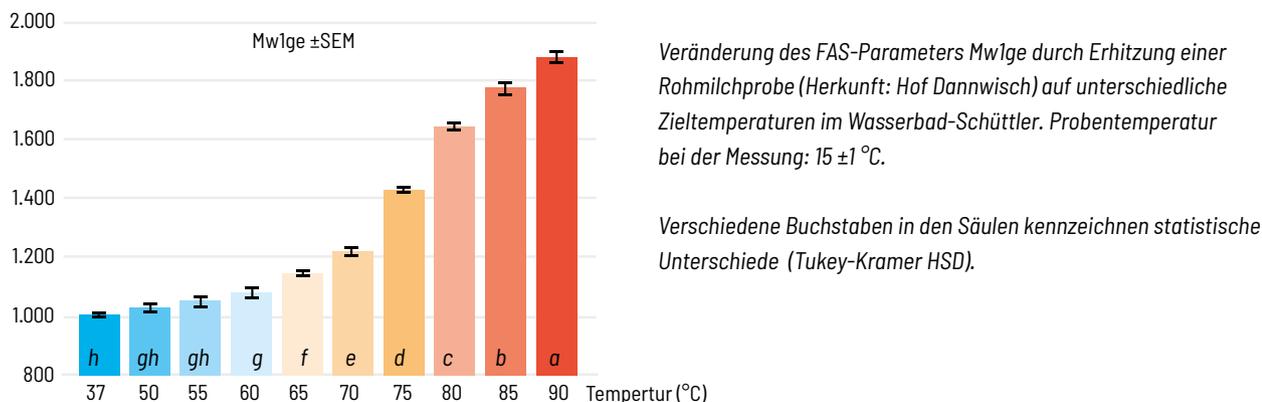
FAS-Parameter Mw1ge für die Interaktion von Klima mit Futter x Horn, Signifikanz wegen geringem Probenumfang nicht ermittelbar, bzw. nur für die zwei Extreme ganz links bzw. ganz rechts..

Verschiedene Buchstaben in den Säulen kennzeichnen statistische Unterschiede.

Erste Zeile: ermittelbar (Tukey-Test)

Zweite Zeile: Extreme (T-Test)

ABB. 5: WIRKUNG DES ERHITZENS VON ROHMILCH



### Bedeutung von Klima, Futter und Horn für die Verdauung sowie die Milchqualität

Bei Hitzestress verändert sich die Pansenmikrobiologie, ist die Verdauung verlangsamt [7], und wird bei raufutterreichen Rationen tendenziell mehr Wärme produziert. Auch der Verdauungsprozess ist langsamer und aufwendiger, weil die Energie über Acetat gewonnen werden muss, zudem führten beide Situationen zu niedrigeren FAS-Werten. So könnte geschlossen werden, dass die Verdauungsphysiologie bzw. die Mikrobiologie bei horntragenden Kühen (mit niedrigen Mw1ge-Werten) eine auf Raufutter spezialisierte Verdauungssituation darstellt, die auf langsame Verstoffwechslung ausgerichtet ist.

Allgemein wird für eine maximale Pansenzottenbildung eine Konzentratergänzung in der Kälberfütterung als notwendig angesehen, welche die Zottengröße fördert [8]. Die oben geschilderten Ergebnisse lassen jedoch die Frage aufkommen, warum die horntragenden Kühe vermehrt diese langsamere, „anstrengendere“, raufutter-typische Verdauung zu haben scheinen: Ob bei ihnen ein anderer Stoffwechselprozess, evtl. durch die Hörner begünstigt, einen Ausgleich schaffen kann? Oder ob das maximale Größenwachstum der Pansenzotten zwar zu maximalen Gewichtszunahmen führt, aber nicht zu arttypischer Physiologie?

Baars beobachtete aufgrund der Metabolit-Untersuchungen an Milchproben, bei denen die horntragenden Kühe weniger energiehaltige Glucose-Vorstufenmoleküle in der Milch hatten, dass der Zuckerstoffwechsel der Kühe betroffen sein könnte [9]. Seine Schlussfolgerung „bei kaltem Klima (Frost) bringt das Horn den Tieren Nachteile und führt zu Energieverlusten (Zuckermangel)“ könnte aber auch bedeuten, dass horntragende Kühe von sich aus weniger Zuckerstoffwechsel haben (was als Mangelsituation gedeutet werden könnte – die Verstoffwechslung erfolgt hier vermutlich einfach langsamer). Das aber scheint das Potenzial zu haben, zu anderer Milchqualität zu führen, die evtl. besser verträglich ist.

### Exkurs: Allergie und Rohmilch

Vielfach wird berichtet, dass durch Milchkonsum allergische Reaktionen auftreten können. In Fütterungsversuchen mit Mäusen wurde jüngst gezeigt, dass die Anfälligkeit für Allergiesymptome besonders hoch ist, wenn die Milch erhitzt wurde, bei Rohmilch hingegen (in diesem Fall eine Demeter-Heumilch aus Norddeutschland, Hof Dannwisch) traten bei den allergischen Mäusen deutlich weniger Symptome auf [10]. In diesem Zusammenhang ist interessant, dass bei Erhitzung der Milch auch die FAS-Messwerte verändert sind: erhitze

Milch hat besonders hohe Mw1ge-Werte, und die nicht bzw. gering erhitzten Proben hatten niedrige Werte. Ein Verlust der ursprünglichen Qualität durch Erhitzung ist somit deutlich.

Hier kann die Frage auftreten, ob die niedrigen FAS-Werte auf eine hochwertigere, typischere Milch hinweisen, die auch bei Allergietendenz weniger Symptome hervorruft. Auf jeden Fall zeigt sich, dass die „milchtypisch niedrige Emission“ nur bei der Rohmilch vorliegt, nicht bei erhitzter Milch.

### Diskussion: biodynamische Gesichtspunkte der Milchqualität

Weil die FAS-Messdaten bisher kaum mit einzelnen Substanzen in Verbindung gebracht werden konnten (für analytische Befunde gibt es offensichtlich geeignetere Methoden), sondern eher auf das Gesamtsystem bzw. die Physiologie des untersuchten Organismus und die artspezifische Charakteristik der Probe reagieren, kann die Frage auftauchen, ob mit den Messungen mehr als nur die Substanz abgebildet wird: die Struktur der Substanz, die Funktionalität, die potenzielle Resilienz des Systems, vielleicht sogar etwas, das mit den Lebenskräften bzw. dem Ätherischen der Probe und seinen Bildekräften [11] in Verbindung steht?

Milch hat – betrachtet mit Merkmalen der FAS – im Vergleich mit anderen Substanzen eine denkbar geringe Emission nach vorheriger Anregung. Man könnte auch sagen, „Milch zeigt auf Licht wenig Resonanz“. Hingegen gibt es viele Substanzen mit hoher Emission, z. B. frische grüne Blätter oder sprossende Samen, aber auch das Eigelb (im Gegensatz zum Eiweiß mit niedriger Emission). Daran wird erkennbar: Proben mit „aktivem Eigenleben“ zeigen eine intensive, breitbandige Emission. Bei der Milch mit geringer Emission ist kein „Eigenleben“ mit Struktur aufbauenden Prozessen zu beobachten. Milch erscheint eher wie „passiv“ oder „dienend“ für andere Lebensprozesse (der „aktive Bildungsprozess“ obliegt der Kuh bzw. dem Euter-Drüsengewebe). Bei Säuerung der Milch z. B. wird die Emission intensiver: Mikroorganismen besiedeln das Substrat und geben „Lebenszeichen“. Aber solange die Milch in ihrer passiven Form ist, stellt sie ein Nährmedium dar, das für die Entwicklung des Körpers zu Beginn des Lebens sehr dienlich sein kann – es gibt seine Eigenheit auf zu Gunsten des Organismus, in den es eintritt. Wird die Wirkung der Milch auf den konsumierenden Menschen mittels Wirksensorik beobachtet, so kann man wahrnehmen, dass die Milch, insbesondere von horntragenden Kühen, ein Empfinden von „sanft-liebevoll inkarnierend“ hervorrufen kann, was u.U. wie ein Geschenk des Himmels erlebt wird.

Aber warum soll die Milch horntragender Kühe diese Eigenschaft ganz besonders deutlich ausgeprägt haben? Die von Wohlers [12] beschriebene Bildekräftewirkung\* der Milch enthornter Kühe war stärker „wärmend“ wirksam und schien wie „Substanzmasse einzulagern“: ein Hinweis auf ein System, das zu Massenwachstum tendiert. Die Milch der horntragenden Kühe bewirkte eher einen Zustand von „wachstrukturiert“. Die strukturierende Wirkung kann, im Sinne des anthroposophischen Weltbildes, als Hinweis auf einen aus dem Geistigen einwirkenden Impuls angesehen werden – der Geist kann sich gut inkarnieren, und den Leib gestalten. Übertragen auf allgemeine Bildeprinzipien kann diese Strukturwirkung aber auch auf Stickstoffmangelsituationen hindeuten: Pflanzen wachsen in strukturierter-differenzierteren Formen, wenn sie nicht übermäßig gedüngt wurden und sind widerstandsfähiger gegenüber Krankheiten. In dieser verallgemeinerten Sicht erscheint es sinnvoll, Milch enthornter Kühe als „zu vermehrter Massenbildung neigend“ einzustufen und somit als geringere Produktqualität zu beurteilen – das spiegelt sich in den FAS-Daten (höhere Mw1-gelb-Werte), sowie in den Bildekräftewirkungen (Wärme, Massenwachstum ohne Struktur), und deutet sich in den metabolomischen Ergebnissen an (mehr energiehaltige Glucose-Vorstufen [9]).

Schlussendlich stehen wir hier vor der Frage: Ist eine Maximierung sinnvoll? Es kann auch der Gedanke aufkommen, dass die Ganzheit des Organismus – die Kuh mit Hörnern – von Bedeutung ist, damit die ganzheitliche Qualität der Milch gebildet werden kann.

### Ausblick

Vor diesem Hintergrund ist ein neues Verständnis von Milchqualität zu erarbeiten, jenseits von Aspekten der Produktionsmaximierung, mit Fokus auf die ernährenden Effekte – im Sinne eines Nahrungsmittels als Kulturgut. Eine reine Heufütterung, aber ebenso die horntragenden Individuen wie sie in der biodynamischen Wirtschaftsweise geschätzt werden, tragen offensichtlich dazu bei, dass diese milchtypische Qualität entstehen kann. •

**DANK** Wir danken dem Personal der Agroscope sowie den Sponsoren, dass wir diese Untersuchungen durchführen konnten (Software-AG Stiftung, Rudolf-Steiner-Fonds, Zukunftsstiftung Landwirtschaft, Demeter/Forschungsring, Alnatura, tegut..., Edeka Nord, Edeka Hannover-Minden).

\* die Bildekräftewirkung ist die Wirkung einer Gestaltungskraft, die mit dem denkenden Bewusstsein wahrnehmbar ist. Sie beinhaltet Wahrnehmungen und Empfindungen, die auftreten, wenn man eine Probe auf sich wirken lässt (z.B. verkostet).

### Quellen

- 1 Wohlers J, Stolz P, Mende G, 2017: Projektbericht zu Projekt: CS-P 11364 Qualitätsbeurteilung von Milch mittels Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie. Optimierung und Anwendung der Methode. KWALIS, Dipperz.
- 2 Wohlers J, Stolz P, 2020: Milchqualität im Forschungslicht. Fluoreszenz-Anregungs-Spektroskopie (FAS) zeigt die besondere Demeter-Qualität. Lebendige Erde, 1-2020, 34-37.
- 3 Wohlers J, Stolz P, 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 2019, 35:3, p. 172-186. DOI: 10.1080/014448765.2019.1580615.
- 4 Sniffen C J, Beverly R W, Mooney C S, Roe M B, Skidmore A L, Black J R 1993: Nutrient Requirements Versus Supply in the Dairy Cow: Strategies to Account for Variability. J. Dairy Sci. 76, 3160-3178. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(93)77655-9.
- 4 McNamara, J P, 2015: Triennial Lactations Symposium: Systems biology of regulatory mechanisms of nutrient metabolism in lactation. J. Anim. Sci. vol. 93, p. 5575-5585. DOI: 10.2527/jas.2015-9010.
- 5 Fernandez E E, Oltjen J R, Sainz R D, 2020: Mitochondrial abundance and function in muscle from beef steers with divergent residual feed intakes. Animal vol. 14 (3), p. 560-565. DOI: 10.1017/S175173119002209.
- 5 Olijhoek D W, Lavendahl P, Lassen J, Hellwing A L F, Höglund J K, Weisbjerg M R, Noel S J, McLean F, Højberg O, Lund P, 2018: Methane production, rumen fermentation, and diet digestibility of Holstein and Jersey dairy cows being divergent in residual feed intake and fed at 2 forage-to-concentrate ratios. J. Dairy Sci. vol. 101, p. 9926-9940. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14278>
- 5 Hendriks J, Scholtz M M, Naser F W C, 2013. Possible reasons for differences in residual feed intake: An overview. S. Afr. J. Anim. Sci. vol. 43 (Suppl. 1), p 103-106. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v43i5.19>
- 6 Hoefs M, 2000: The thermoregulatory potential of Ovis horn cores. Canad J Zoology Volume 78/8, p. 1419-1426. DOI: 10.1139/z00-075
- 6 Parés-Casanova P M, Kucherova I, 2014: Possible tendency of longer horns towards shorter ears in goats. Adv. Agric. Biol. 2014, volume 1(1), p. 17-19. DOI: 10.15192/PSCP.AAB.2014.1.1.Article4
- 6 Parés-Casanova P M, Caballero M. 2014: Possible tendency of polled cattle towards larger ears. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias volume 27, p. 221-225. Available from <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci.arttext&pid=S0120-06902014000300008&lng=en&nrm=iso> (accessed: 09.Mar. 2022).
- 6 Taylor, C R, 1966: The vascularity and possible thermoregulatory function of the horns in goats. Physiol. Zool. vol 39, p. 127-139. DOI: 10.1086/physzool.39.2.30152426
- 7 Conte G, Ciampolini R, Cassandro M, Lasagna E, Calamari L, Bernabucci U & Abeni F 2018: Feeding and nutrition management of heat-stressed dairy ruminants, Italian Journal of Animal Science, 17:3, 604-620, DOI: 10.1080/1828051X.2017.1404944
- 7 Yadav B, Singh G, Verma AK, Dutta N and Sejian V, 2013: Impact of heat stress on rumen functions. Veterinary World 6(12): 992-996. doi: 10.14202/vetworld.2013.992-996
- 8 Kertz AF, 2021: Calf rumen development: Is roughage beneficial? <https://www.progressivedairy.com/topics/calves-heifers/calf-rumen-development-is-roughage-beneficial>
- 8 Kertz AF et al., 2019: A 100-Year Review: Calf nutrition and management. J. Dairy Sci. 100:10151-10172. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13062>
- 9 Baars T, Jahreis G, Lorkowski S; Rohrer C, Vervoort J, Hettinga K, 2019: Short communication: Changes under low ambient temperatures in the milk lipodome and metabolome of mid-lactation cows after dehorning as a calf. J Dairy Sci 2019, volume 102 (3), p. 2698-2702. DOI: 10.3168/jds.2018-15425
- 10 Abbring S et al. 2020: Loss of Allergy-protective Capacity of Raw Cow's Milk After Heat Treatment. Food & function, v. 11, 6 pp. 4982-4993. DOI: 10.1039/d0fo01175d.
- 11 Schmidt D, 2010: Lebenskräfte – Bildekräfte – Methodische Grundlagen zur Erforschung des Lebendigen. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart
- 12 Wohlers J 2010: Milchqualität aus Sicht der Bildekräfteforschung. Bericht zur Darstellung der Erfahrungen und Ergebnisse aus den Jahren 2007 bis 2010. Bezug über: Gesellschaft für Bildekräfteforschung, <https://www.bildekraefte.de/literatur>