

KUHHORN, MILCHQUALITÄT UND WÄRMEREGULIERUNG

DIE ANALYSE VON STOFFWECHSELPRODUKTEN IN DER MILCH KLÄRT ZUSAMMENHÄNGE



AUTOR: TON BAARS

war Professor in Kassel-Witzenhausen,
Senior-Wissenschaftler am FiBL und
arbeitet aktuell als freiberuflicher Milchforscher.
t.baars@fingerprint.nl



„Die Frage der Hörner scheint eher eine Bedeutung für das Tier selbst zu haben, vor allem für seinen Wärmehaushalt.“

Das Kuhhorn ist als Organ anzusehen, unter anderem ist die Hornbildung eine erweiterte Möglichkeit, die Körperwärme zu regulieren (Baars, 2016). Kühe mit großen, hochstehenden Hörnern, wie die Watussi-Ankole Rinder oder die Ungarischen Steppenrinder entstanden durch Zuchtauswahl unter heißen und trockenen Bedingungen. Diese Tiere bilden sehr große Hörner mit einer dünnwandigen Keratinschicht, der Hornhülle: So geben die intensiv durchbluteten Hörner leicht Wärme ab, ohne knappes Wasser zu verdunsten. Hält man solche Tiere in eher arktischen, kalten Bedingungen, dann erkälten diese Tiere sich über ihre Hörner. Hörner sind Organe, die wie andere Extremitäten nicht erfrieren dürfen, sonst sterben sie ab (Picard et al., 1994). Das erklärt die Tendenz unter den horntragenden Rindern, bei kühlen Verhältnissen eher kleine, dicht am Kopf wachsende Hörner zu bilden, abgeschlossen mit einer dicken Keratinschicht. So verlieren diese Tiere relativ wenig Wärme (Hoefs, 2000). Wenn es klimatisch zu extrem kalt wird, ist selbst Hornlosigkeit ein Zuchtweg, wie beim Fjäll-Rind im Norden Schwedens. Dort wäre die genetische Hornlosigkeit angesichts der niedrigen Umgebungstemperaturen passend.

In der biologisch-dynamischen Landwirtschaft hat die Präsenz der Hörner einen hohen Wert. Dies hängt mit der zentralen Rolle der Kuh im landwirtschaftlichen Organismus, mit der Qualität ihres Dungs und mit der Herstellung der beiden Präparate Hornmist und Hornkiesel zusammen. In seinem landwirtschaftlichen Kurs, der Grundlage der Biodynamischen Wirtschaftsweise (GA 327), erwähnt Rudolf Steiner einen Zusammenhang zwischen Hörnern und Verdauung. Um diese Aussagen zu überprüfen, verfasste Jenifer Wohlers 2011 eine Doktorarbeit. Um ihre Ergebnisse zu bestätigen, wurden zwei neue Untersuchungen durchgeführt. Über eine wird hier berichtet.

Diese Untersuchung geht den Aussagen Steiners nach und untersucht dazu die Milchqualität enthornter bzw. horntragender Milchkühe. Die Hypothese ist, dass die Anwesenheit der Hörner sich im Stoffwechsel sowie in der Milch der Tiere widerspiegelt. Blut und Milch sind eng miteinander verbunden, daher wurde Milch als Ausgangspunkt für diese Forschung gewählt. In Milch können heutzutage hunderte Inhaltsstoffe in einem Messdurchgang gefunden werden. Das geht mittels der sogenannten „-omics-Forschung“, die sich über die Analyse von Stoffwechselzwischenprodukten u.a. mit der Komplexität der Milch beschäftigt: Metabolo-

omics, Proteomics und Lipodomics. Sie beschreibt eine Art „stoffbezogene Feinstofflichkeit“ der Milch. Die Muster dieser stofflichen Differenzierung ergeben so etwas wie einen Fingerabdruck des tierischen Stoffwechsels. Vorteil dieser Analysen ist der Anschluss an die klassische Forschung, so dass Ergebnisse diskutiert werden können, die der Tierphysiologie entsprechen.

Durchführung und Methode

Milchproben wurden von Kühen mit und ohne Hörner des Demeter-Betriebes Juchowo in Silnowo (Polen) genommen. Dazu wurden aus der 300-köpfigen Herde jeweils Kuhpaare der gleichen Rasse (Holstein oder Brown Swiss: HF, BS), des gleichen Alters, der gleichen Laktationstage, gleicher Milchleistung und Zellzahl ausgewählt. Die hornlosen Kühe waren als Kalb enthornt und als Jungtier zugekauft worden; alle horntragenden Kühe waren auf dem Hof geboren worden. Eine Schwachstelle der Untersuchung war die fehlende Möglichkeit, die individuelle Futtermittelaufnahme jeder Kuh festzustellen. Raufutter wurde ad Libitum gefüttert, vor allem mit Heu. Die gepaarten Kühe wurden dreimal im Winter beprobt, insgesamt 2x28 Kuhpaare. In unterschiedlichen Laboren wurden die Fettsäure (FS) des Milchfettes, die Eiweiße und die Metaboliten im Milchserum gemessen. In einem statistischen Verfahren (mixed model) wurden verschiedene Faktoren getestet.

Ergebnisse

Die Probenahme der Milch im Winter erwies sich als entscheidend für die Interpretation der Ergebnisse. Kühe haben eine Komfortzone zwischen -5 und +20 °C. An den Probenahmetagen war es

Dankeschön an die Software AG Stiftung, Darmstadt, für die finanzielle Unterstützung des Projektes. Danke an die Mitarbeiter Juchowos, Silnowo, für die Milchprobennahme. Danke an Georg Soldner, Kinderarzt, für den Austausch über die Frage der Bedeutung der Milchqualität für den Menschen.

Forschungsergebnisse über Milch und Gesundheit werden regelmäßig veröffentlicht auf: www.milkandhealth.com/de

jeweils kalt (-6.5 bis 2.0 °C) und die Temperaturen waren an der unteren Grenze dessen, was Kühe „angenehm“ finden. Unterschiede gab es in der metabolischen Milch-Zusammensetzung (Tabelle 1) und im Fettsäureprofil (Tabelle 2), nicht aber in der Proteinzusammensetzung. Zunächst wurde beurteilt, welche Stoffe sich in den beiden Gruppen signifikant unterscheiden. Im zweiten Schritt wurde versucht, anhand bestehender Erkenntnisse die durch Enthornung bedingten Stoffwechselunterschiede zu erklären. Die Analyse beschreibt nicht den vollständigen Stoffwechsel der Tiere, sondern man versucht, anhand der Verschiebung von Bruchstücken des Stoffwechselzyklus die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu erklären.

Tabelle 1 zeigt bei horntragenden Kühen erhöhte Aminosäurewerte, vor allem glykogene Aminosäuren, die im Energiehaushalt des Tieres eine Rolle spielen. Der erhöhte Kreatinin-Wert weist auf einen erhöhten Stoffwechsel der horntragenden Kühe hin. Umgekehrt sind bei den enthornten Kühen das γ -Glutamylcystein und verschiedene Produkte des Zuckerstoffwechsels erhöht (N-acetyl UDP-Galaktose, UDP-Hexose). Beide Zuckermetaboliten gehören zum Stoffwechsel der Laktose (Milchzucker). Letztendlich findet sich in der Milch horntragender Kühe vermehrt Glyoxylsäure, Bestandteil des Fettsäurestoffwechsels auf dem Schritt zum Abbau zur Glukose. Die erhöhten Harnstoffwerte der Milch horntragender Kühe können ein Hinweis auf eine niedrige Glukosesynthese sein, vor allem in HF-Kühen. Nicht alle Werte sind für beide Kuhrassen gleich signifikant, es gibt geringe Unterschiede zwischen der HF- und der BS-Rasse.

Darüber hinaus gibt es auch typische Verschiebungen im Fettsäuremuster (Tabelle 2). Die ungeraden, kurzkettigen, gesättigten Fettsäuren (C7:0, C9:0, C11:0, C13:0) sind erhöht bei enthornten Tieren. Umgekehrt sind die iso-Fettsäuren und einige omega-3 (n3)-Fettsäuren erhöht bei horntragenden Tieren, bei diesen ist auch eine n7-Fettsäure erhöht, C18:1c11. Deren Herkunft ist wahr-

scheinlich das Körperfett der Tiere. Bei Fadenwürmern zeigt sich auch ein Anstieg von C18:1c11, wenn sie unter kalten Bedingungen leben. Zwei erhöhte Gehalte an iso-Fettsäuren bei horntragenden Kühen weisen auf eine etwas veränderte Pansenverdauung hin. Es sind vor allem die Pansenmikroben, welche die Verhältnisse der iso-Fettsäuren in der Milch bestimmen. Im Euter werden Fettsäuren bis zum C14:0 völlig neu aufgebaut, ab C18:0 stammen sie direkt aus dem Futter. Die Ausgangsprodukte für ihren Aufbau sind Acetat (C2), Propionat (C3) und Butyrat (C4). Gesättigte Fettsäuren werden durch eine schrittweise C2-Verlängerung gebildet. Dabei entstehen „Familien“ mit einer geraden oder ungeraden Anzahl C-Atome. Beim Milchfettaufbau ist der Weg über die C2- und C4-Fettsäuren dominant gegenüber dem Aufbau über C3.

Letztlich erklärt sich die Verschiebung der Metaboliten und Fettsäuren aus der Stoffwechselkonkurrenz um die C3-Produkte. Diese werden im Körper für die Bildung der ungeraden Fettsäuren oder für die Glukosebildung (zwei C3 bilden eine C6) verwendet. In einer kalten Umgebung kämpfen die Kühe damit, einerseits Wärme zu produzieren, um die Kerntemperatur des Körpers zu erhalten und andererseits Milch zu produzieren. Beide Prozesse brauchen dazu die C3-Produkte. Die Energie dafür kommt aus dem Futter oder aus dem eigenen Fettpolster. Glukose und kurzkettige Fettsäuren sind sehr geeignet für die Wärmeproduktion.

Horntragende Kühe zeigen, dass sie für die Wärmeproduktion mehr Energie unter kalten Bedingungen einsetzen. Die ungeraden Fettsäuren in der Milch werden heruntergestuft, und etwas mehr Körperfett wird abgebaut. Die glykogenen Aminosäuren sind erhöht, ein Indiz dafür, dass die horntragenden Kühe auch den Abbau von Aminosäuren für ihre Wärmebildung nutzen. Die horntragenden Tiere zeigen insgesamt einen erhöhten Stoffwechselmodus. Die erhöhten Werte an ungesättigten Fettsäuren in der Milch horntragender Kühe (C18:1c11, C16n4, C18:3n3 und C20:4n3) könnten damit zu tun haben, dass die Tiere diese Fettsäuren nutzen, um die

TABELLE 1: UNTERSCHIEDE BEI STOFFWECHSELMETABOLITEN

Mittelwert der signifikanten Metaboliten im Milchserum aller horntragender und enthornter Kühe (log2-transformiert) und Signifikanz aller Tiere sowie nur innerhalb der jeweiligen Rasse Holstein Frisian (HF) oder Brown-Swiss (BS).

Metabolite	Horn-Status		Signifikanz		
	Horn	Enthornt	Alle	HF	BS
Cystin	13,67	12,97	***	n.s.	n.s.
Glycin	18,33	17,80	**	n.s.	n.s.
Kynurenin	14,01	13,48	*	n.s.	n.s.
Prolin	21,32	21,10	**	n.s.	n.s.
N-acetyl UDP-Galaktose	15,65	15,87	***	n.s.	n.s.
α -Glutamylcystein	10,89	11,45	*	n.s.	n.s.
Kreatinin	21,98	21,65	~	n.s.	*
Glyoxylsäure	20,05	19,92	*	n.s.	*
α -Ketoglutarinsäure	16,94	16,86	n.s.	*	*
UDP-Hexose	17,90	18,28	n.s.	**	n.s.
Harnstoff	18,26	18,76	~	**	n.s.

*** P<0.001; ** P<0.01; * P<0.05; ~ P<0.10; n.s. = nicht-signifikant

TABELLE 2: UNTERSCHIEDLICHE FETTSÄUREMUSTER

Mittelwert der signifikanten Fettsäuren im Milchfett aller horntragender bzw. enthornter Kühe und Signifikanz aller Tiere sowie innerhalb den Erstkalbinnen (<2 Jahre) sowie älterer Kühe (>3 Jahre).

Fettsäure	Horn-Status		Signifikanz		
	Horn	Enthornt	Alle	<2	>3
C7:0	0,050	0,057	*	n.s.	n.s.
C9:0	0,031	0,037	**	n.s.	n.s.
C11:0	0,060	0,072	**	n.s.	n.s.
C13:0	0,107	0,117	*	**	n.s.
C15 iso	0,313	0,291	n.s.	n.s.	**
C17 iso	0,327	0,307	*	n.s.	n.s.
C18:1c11 (n7)	0,321	0,283	*	n.s.	n.s.
C16:4 (n1)	0,279	0,259	*	n.s.	n.s.
α -C18:3c9c12c15 (n3)	0,741	0,671	n.s.	n.s.	*
C18:4c6c9c12c15 (n3)	0,018	0,015	*	n.s.	n.s.

*** P<0.001; ** P<0.01; * P<0.05; ~ P<0.10; n.s. = nicht-signifikant



Ton Bears

Roh ist besser: Die Milchqualität wird am stärksten von der Erhitzung beeinflusst.

Verfestigung der Zellmembranen zu reduzieren; denn je kälter es ist, desto mehr ungesättigtes Fett ist dafür erforderlich.

Im statistischen Model wurden verlässliche Merkmale gesucht, um zu verstehen, anhand welcher Stoffe die Unterschiede der beiden Gruppen am deutlichsten darstellbar sind. Es zeigte sich, dass die gesättigten, ungeraden Fettsäuren C7:0 bis C11:0, C18:1c11, und die glykogenen Aminosäuren Cystin, Glycin und Kynurenin als Metaboliten am besten die Unterschiede zwischen den beiden Tiergruppen unter kalten Bedingungen markieren.

Milchkonsum anthroposophisch gesehen

Eine zusätzliche Frage war, inwieweit diese Ergebnisse Hinweise auf eine positive Ernährungswirkung für den Menschen geben. Zu Rudolf Steiners Lebzeiten gab es noch keine detaillierte Erforschung der Milchinhaltsstoffe. Die Vitamine wurden gerade entdeckt und Erkenntnisse zwischen Krankheiten und Nahrung wurden eher am Lebensmittel als an Inhaltsstoffen festgemacht. So wurde Skorbut mit dem Mangel an frischem Obst und Gemüse in Beziehung gebracht, heute spricht man über den stofflichen Mangel

an Vitamin-C. Zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts wurde Milch weltweit noch als Rohmilch und vor allem als roh fermentiertes Produkt konsumiert. Eine flächendeckende Pasteurisierungspflicht entstand erst ab den 1950er Jahren. Heutzutage werden Milchkonsum und Milchqualität heiß diskutiert in Bezug auf Zivilisationskrankheiten wie Übergewicht, Herz-Kreislaufproblemen, Asthma oder Allergien.

Die Aussagen Steiners über die Milch beziehen sich eher auf Vegetarismus oder die Hilfe zur Inkarnation (Erdenbürger werden). Steiner unterscheidet zwischen dem Genuss dessen, was vom lebenden Tier kommt und dem Verzehr des toten Tieres: „die Milch (statt dem Fleisch) wurde freiwillig von dem Tier hergegeben“ (GA266). Steiner (GA145): „als Wanderer auf der Erde sollten wir uns in einer gewissen Weise beschweren lassen durch den Milchgenuss und durch den Genuss von Milchprodukten“. Dabei geht es darum, dass man seine Aufgabe auf der Erde als freier Mensch erfüllen kann. Den Fleischgenuss weist er eher ab, weil er uns Menschen zu fest an die Erde fesseln kann: Anders gesagt, man würde zu materialistisch und dadurch eher geistige Welten ablehnend. Die Milchbildung ist mit dem Ätherleib (= Lebensleib) verbunden, die Fleischbildung mit

dem Astralleib (= Seelenleib), (GA57). „So ist auch die Milch, die die Kuh gibt, nicht von astralischer Substanz durchzogen und hat daher nicht den schädlichen Einfluss wie Fleischnahrung“ und „was die Fette anbelangt, so sollten wir der aus der Milch bereiteten Butter den Vorzug geben“ (GA266). Wenn es auf den Eiweißbedarf ankommt, sagt Steiner (GA57), „daß der Mensch, insofern der Eiweißbedarf nicht in ihm, in der menschlichen Natur selbst zubereitet ist, sich in der tierischen Nahrung beschränkt auf dasjenige, was noch nicht von Leidenschaften durchglüht ist, wie Milch.“

Betrachtet man die Zunahme nichtübertragbarer Krankheiten (Immunkrankheiten, Allergien, Asthma, Diabetes, usw.) weltweit, steht als Ursache oft die ungenügende Auseinandersetzung des Körpers mit Bakterien in der Kindheit im Vordergrund. Damit ändert sich das Immunsystem. Bezieht man Steiners Einsicht auf heutige Forschungsergebnisse, fällt auf, dass heute die Diskussion der Milchwirkungen sich um die Frage roh- oder erhitzt, um fermentierte Milchprodukte, um die Qualität der MilCHFette und um den MilCHFettkonsum generell dreht. In den 1920er Jahren bemerkte Steiner zur Milchleistung der Kühe (GA351): „man könnte irgendwie stark bemerken, dass die Milch nun nicht dieselbe Kraft hätte wie eine Milch, die unter natürlichen Verhältnissen kommt.“ Auch er sah schon die Hochleistungszucht als Bedrohung der Viehwirtschaft.

Die heutigen Forschungsergebnisse zeigen, dass es zuerst die MilCHFettzusammensetzung ist, die sich parallel mit der Hochleistungszucht ändert. Kühe können dann nicht mehr allein von Raufutter satt werden. Sie brauchen täglich große Menge an Energie, die sie nur über entsprechende Futtermittel, wie Futtermais, Getreide und Kraftfutter decken können. Dadurch wird als erstes die MilCHFettqualität beeinträchtigt, was sich im Verhältnis der omega-6- zu den omega-3-Fettsäuren der Milch zeigt, das durch raufutterarme Fütterung steigt. Zu Asthma und Allergien sagt Steiner nichts – die gab es damals fast noch nicht. Heute weiß man, dass eine funktionierende Immunantwort des Kleinkindes mit dem Muttermilchkonsum (Menge, Dauer), der Geburt (vaginal), dem Verzicht auf Antibiotika, dem Rohmilchkonsum und dem Konsum fermentierter Produkte zusammenhängt. Nach Steiner soll der Mensch als geistiges Wesen in die Außenwelt hineinwachsen, wozu, über die Muttermilch vorbereitet, die Stoffe der Außenwelt aufgenommen werden sollen (GA310). Dies könnte man als Immunvorbereitung verstehen, denn das Darmmikrobiom entwickelt sich in den ersten Lebensjahren. Hinweise auf eine Beziehung zwischen Hörnern und Milchqualität findet man bei Steiner nicht.

Fazit

So wie wir heute den Zusammenhang zwischen Milchqualität und Gesundheit verstehen, ist es nachvollziehbar, auf eine Raufutter betonte Milchleistung, auf Fettqualität und auf wesensgemäße Fütterung der Kühe zu achten. Mehr gesundheitlichen Einfluss aber scheint die Erhitzung der Milch zu haben, sowie der Konsum (roh) fermentierter Milchprodukte. Die meiste Milch von Demeter-Betrieben wird heutzutage pasteurisiert genossen. Es bleibt die Frage, ob sich mit der flächendeckenden Pasteurisierung die Beziehung von Milch und Gesundheit bereits grundsätzlich geändert hat. Durch die Pasteurisierung ruft der Milchverzehr offenbar leichter Asthma und Allergien hervor, dafür sprechen epidemiologische und (pre-)klinische Forschungsergebnisse. Ob die Rohmilch von horntragenden Kühen stammt oder ob die Milch zusätzlich noch homogenisiert ist, spielt dabei wahrscheinlich keine oder nur eine untergeordnete Rolle (Abbring et al., 2019). Die Erhitzung löst die Probleme aus. Die Frage der Hörner scheint eher eine Bedeutung für das Tier selbst zu haben, vor allem für seinen Wärmehaushalt. Damit ist es wichtig, auf umweltangepasste Hörner zu züchten und nicht unbedingt nur auf deren Größe zu schauen. Hörner kann man verstehen als lebende Organe, welche die Physiologie der Tiere und vor allem seine Wärmesteuerung beeinflussen. •

Literatur: Abbring S, Kusche D, Roos TC, Diks MAP, Hols G, Garssen J, Baars T, Van Esch BCAM. 2019: Milk processing increases the allergenicity of cow's milk – preclinical evidence supported by a human proof-of-concept provocation pilot. *Clinical & Experimental Allergy*. • Baars T. 2016: Hörner und Wärmeregulierung, Schlüsse aus Hornformen und Wärmebildern. *Lebendige Erde* 3/2016, 36–39. • Baars T, Jahreis G, Lorkowski S, Rohrer C, Vervoort J, Hettinga K. 2019: Changes under low ambient temperatures in the milk lipodome and metabolome of mid-lactation cows after dehorning as a calf. *Journal of dairy science*, 102(3), 2698–2702. • Hoefs M. 2000: The thermoregulatory potential of Ovis horn cores. *Can. J. Zool.* 78:1419–1426. • Picard K, Thomas DW, Festa-Bianchet M, Lanthier C. 1994: Bovid horns – An important site for heat loss during winter? *J. Mammal.* 75: 710–713. • Schad W. 2012: Säugetiere und Mensch. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart. • Steiner R. 1908/1909: Wo und wie findet man den Geist? Vorträge (GA57), R. Steiner Verlag, Dornach. • Steiner R. 1904: Aus den Inhalten der esoterischen Stunden, Band I (GA266-1), R. Steiner Verlag, Dornach. • Steiner R. 1913: Welche Bedeutung hat die okkulte Entwicklung des Menschen für seine Hüllen (physischer Leib, Ätherleib, Astralleib) und sein Selbst? (GA145), R. Steiner Verlag, Dornach. • Steiner R. 1923: Mensch und Welt. Das Wirken des Geistes in der Natur. Über das Wesen der Bienen, Vorträge (GA 351), R. Steiner Verlag Dornach. • Steiner R. 1924: Der pädagogische Wert der Menschenerkenntnis und der Kulturwert der Pädagogik, Vorträge (GA 310), R. Steiner Verlag, Dornach. • Steiner R. 1924: Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihender Landwirtschaft, acht Vorträge (GA 327), R. Steiner Verlag, Dornach. • Wohlers J. 2011: Ermittlung geeigneter Methoden zur Differenzierung und Qualitätsbeurteilung unterschiedlicher Milchqualitäten aus verschiedenen on-farm-Experimenten. Dissertation, Univ. Kassel, Witzenhausen.