

Milch und Alkohol

Enno Logemann

D-79111 Freiburg im Breisgau, Speckbacherweg 3

Milch macht müde Männer munter.
Ehemaliger Werbeslogan der Milchindustrie

Gesundheitliche, kulturelle und/oder religiöse Aspekte können Motive für eine alkoholfreie Ernährung sein¹. Es ist dann unter Umständen wichtig, die vielfältigen Ursachen für „verdeckte“ Alkoholquellen zu kennen und diese ggf. zu meiden. Nicht selten wird es sich dabei um auf den ersten Blick „unverdächtige“ Nahrungsmittel handeln, wie zum Beispiel Fruchtsäfte und Milchprodukte. Letztere sind Gegenstand dieses Essays.

Milch ist ein Naturprodukt und gilt als gesundes Nahrungsmittel. Normalerweise enthält Milch keinen Alkohol. Auch Fruchtsäfte gelten als sehr gesund, wenn man davon absieht, dass sie oft recht viel Zucker enthalten. Fruchtsäfte haben von Natur aus einen geringen Alkoholgehalt, der selten 0,3 Vol.-% übersteigt. Laut der Lebensmittelinformations-Verordnung (LMIV) muss bei Getränken (z. B. Wein, Bier, Fruchtwein) mit mehr als 1,2 Vol.-% der Alkoholgehalt auf dem Etikett deklariert werden [1]. „Alkoholfreies Bier“ darf nach deutschem Lebensmittelrecht <0.5 Vol.-% Alkohol enthalten.

Wenn stillende Mütter jedoch große Mengen Alkohol trinken, kann sich ein Risiko für das Kind ergeben, da Alkohol in hohem Maße aus der Blutbahn in die Muttermilch übergeht [2]. Aus juristischer Sicht könnten bestimmte Personengruppen (Fahranfänger, Personen, die sich in einem Abstinenzkontrollprogramm befinden) selbst mit geringen Blutalkoholkonzentrationen Probleme bekommen, wenn sie exzessiv hohe Mengen sog. „alkoholfreier“ Getränke konsumieren. „Trockenen Alkoholikern“ wird von Selbsthilfegruppen und Therapeuten oft totale Abstinenz empfohlen, weil nach ihrer Ansicht selbst geringe Alkoholmengen das Verlangen nach mehr und somit einen Rückfall auslösen können. Da die Alkohol-Abstinenzprogramme nur einen geringen Anteil (geschätzt etwa 10 %) der Alkoholiker erreichen, wurden bereits vor Jahrzehnten von Suchttherapeuten zunächst in Kanada/Australien, in den letzten Jahren auch in Deutschland mit Erfolg sog. MAPs (Managed Alcohol Programs) Programme etabliert, bei denen Alkoholikern ein „kontrolliertes Trinken“ angeboten wurde [3].

Bei Trinkversuchen mit 78 Probanden, die innerhalb von 1 Stunde 1,5 Liter alkoholfreies Bier mit einem Alkoholgehalt von 0,41-0,42 Vol.-% tranken, wurden jedoch nur sehr geringe Blutalkoholgehalte von max. 0,0056 ‰ BAK gemessen [4].

Einigen Lebensmitteln wird Alkohol als Konservierungsmittel, als Lösungsmittel für Aromastoffe oder zur Geschmacksverbesserung zugesetzt. Alkohol kann auch auf natürliche Weise in naturtrüben Fruchtsäften, in reifendem Obst oder beim Brotbacken entstehen.

Kuhmilch enthält ca. 4,6 % Milchzucker (Laktose) und 3,2 % Protein. In Deutschland können ca. 85 % aller Menschen Muttermilch bzw. Kuhmilch verdauen, d. h. bei diesen Personen wird im Darm das Disaccharid Laktose durch das körpereigene Enzym Laktase in die beiden Monosaccharide Galaktose und Glukose gespalten. Im Handel sind laktosefreie Milchprodukte erhältlich, bei denen bereits in der Molkerei durch Zusatz des Enzyms β -Galaktosidase der Milchzucker in Galaktose und Glukose aufgespalten wurde [5].

¹Im Folgenden wird vereinfachend der Begriff Alkohol anstelle von Ethanol verwendet.

Bei der alkoholischen Gärung werden in einem enzymatischen Prozess Kohlenhydrate (z. B. Glukose) zu Alkohol und Kohlendioxid abgebaut. Die wissenschaftliche Erforschung der Glykolyse und der alkoholischen Gärung hat eine lange Tradition und ist Lehrbuchwissen, so dass an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen zu werden braucht [6].

Der französische Chemiker und Mitbegründer der medizinischen Mikrobiologie Louis Pasteur (1822-1895) erforschte intensiv viele Gärungsvorgänge (u. a. die Milchsäuregärung) und war der Meinung, dass Gärungsprozesse das Resultat lebender Mikroorganismen seien. Der Chemiker Eduard Alois Buchner (1860-1917; Nobelpreis 1907) konnte jedoch demonstrieren, dass bereits ein zellfreier Hefepresssaft eine alkoholische Gärung auslösen kann [7]. Louis Pasteur prägte den Ausdruck „*fermentation, c'est la vie sans l'air*“, d. h. Fermentation ist Leben ohne Luft. Nach heutiger Definition schließt dieser Begriff aber nicht nur die anaeroben Gärungsprozesse, sondern auch aerob verlaufende (oft als oxidative Gärung bezeichnete) Vorgänge, wie z. B. die Essigsäuregärung ein. Die Herstellung der Essigsäure erfolgt in einer Reaktionsfolge, bei der zur Umwandlung von Zucker und Alkohol Sauerstoff benötigt wird.

Der Biochemiker Otto Fritz Meyerhof (1884-1951, Nobelpreis 1922) erforschte den Stoffwechsel der Glykolyse (Embden-Meyerhof-Parnas-Zyklus) und konnte zeigen, dass bei Sauerstoffmangel die Energie der Muskelkontraktion aus der Umwandlung von Glykogen in Milchsäure durch anaeroben Abbau gewonnen wird [8]. Milchsäure (engl. lactic acid) ist ein wichtiges Stoffwechselprodukt. Bei großer Anstrengung, z. B. beim Sport, spürt man ein „Brennen“ im Muskel, hervorgerufen durch eine vermehrte Bildung von Milchsäure.

Die Glykolyse ist der wichtigste Abbauweg der Kohlenhydrate im Energiestoffwechsel, den fast alle Organismen gemeinsam haben [9]. Im Verlauf von zehn Einzelschritten entstehen aus einem Glukosemolekül zwei Moleküle Pyruvat und durch Energieübertragung zwei Moleküle ATP. Weiterhin wird bei dieser Reaktionsfolge NAD^+ zu $\text{NADH} + \text{H}^+$ umgesetzt. Ein Vergleich der alkoholischen Gärung von Glukose in Gegenwart von Hefe mit der mikrobiellen Milchsäuregärung auf molekularer Basis zeigt, dass jeweils die ersten Reaktionsschritte identisch sind: nämlich die enzymatische Spaltung des Glukosemoleküls in zwei Moleküle Brenztraubensäure (Pyruvat). Das für die Glykolyse benötigte NAD^+ muss anschließend wieder aus dem gebildeten $\text{NADH} + \text{H}^+$ zurückgebildet werden. Bei der alkoholischen Gärung wird nun aus Pyruvat durch Abspaltung von Kohlendioxid Acetaldehyd gebildet, der enzymatisch in Gegenwart von $\text{NADH} + \text{H}^+$ zu Alkohol reduziert wird. Im Gegensatz hierzu wird bei der Milchsäuregärung das Pyruvat in Gegenwart von $\text{NADH} + \text{H}^+$ direkt zu Milchsäure reduziert. Bei diesem Prozess entsteht somit kein Kohlendioxid.

Bei der Herstellung von Sauermilch, Joghurt, Käse, Sauerkraut, Sauerteig etc. spielt die anaerobe Milchsäuregärung eine wesentliche Rolle. Die gebildete Milchsäure senkt den pH-Wert, wirkt auf diese Weise konservierend und erzeugt einen säuerlichen Geschmack. Sauermilchprodukte gehören zu den ältesten Milchprodukten, sind länger haltbar als frische Milch.

Zur „klassischen“ Joghurt-Herstellung werden geeignete Bakterienstämme, z. B. *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, zur Herstellung von Joghurt-„mild“ u. a. *Lactobacillus acidophilus* verwendet. Bei diesen Gärungsprozessen wird die Laktose der Milch teilweise abgebaut. Damit der Joghurt nicht zu dünnflüssig wird, kann der Wassergehalt der Ausgangsmilch durch Eindampfen reduziert werden. In den Molkereien wird bei der Joghurtzubereitung der Milch oft auch Magermilchpulver und/oder Laktose zugefügt, was für den Kunden oft nicht erkennbar ist, weil diese Verfahrensweisen nicht deklarationspflichtig sind. Es ist jedoch auffällig, dass bei der Deklaration der Nährwertangaben auf den Joghurtbechern oft Zuckergehalte angegeben werden, die gleich hoch bzw. höher sind als die Zuckergehalte von Frischmilch.

In Island ist seit der Wikingerzeit ein traditionelles Herstellungsverfahren bekannt, bei dem entrahmte Kuhmilch bzw. Schafsmilch in Gegenwart von Milchsäurebakterien zu einem

Frischkäseprodukt verarbeitet werden, das leicht säuerlich wie eine Mischung aus Magerquark und Joghurt schmeckt. Dieses Produkt wird *Skyr* genannt, enthält wenig Fett und viel Protein und ist deswegen auch in der Bodybuilder-Szene beliebt [10].

Ein dickflüssiges Sauermilchprodukt ist *Kefir* (pH ca. 4,2-4,6), ein fermentiertes Milchgetränk aus Kuh-, Ziegen- bzw. Schafsmilch, dem bei der Herstellung Kefirknollen (ein Kefirpilz, "tibetanischer Pilz") zugesetzt wurde. Die etwa Walnuss-großen Knollen sind häufig aneinandergeliebt und bestehen aus einer Mischung von Hefen, Eiweißstoffen, Lipiden und Polysacchariden, die von einer Symbiose aus Bakterien (u. a. *Lactobacillus kefirianofaciens*, *Lactococcus lactis*) und Hefen (u. a. *Candida utilis*, *Kluyveromyces marxianus*) produziert werden. Diese lassen den Milchsäure vergären, zersetzen das schwer verdauliche Kasein und bewirken die Bildung von Milchsäure, Kohlendioxid und einer geringen Alkoholmenge (0,1-0,6 Vol.-%, abhängig von Gärdauer und Temperatur) [11].

Man kann Kefir mit Kefirknollen selbst bereiten. In Supermärkten wird meist eine Variante "Kefir mild" angeboten, bei deren Herstellung spezielle Kefirkulturen ohne Hefen verwendet werden. Sie bilden keinen Alkohol und kein Kohlendioxid [11]. Nach 24 Stunden ist der Kefir gereift, die Kefirknollen werden entfernt und können wiederverwendet werden. Kefir wird ein besonderer gesundheitlicher Wert nachgesagt. Im Ursprungsland, der Kaukasusregion, gilt Kefir als das Getränk der Hundertjährigen.

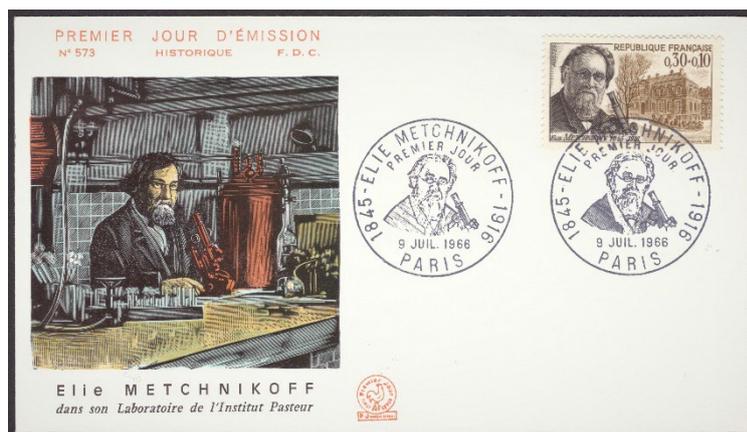


Abb. 1. Ersttagsbrief der französischen Post vom 9. Juli 1966 zum 50. Todestag von Ilja Metschnikow (Sammlung Logemann).

Der Bakteriologe und Immunologe Ilja Iljitsch Metschnikow (1845-1916)² erhielt für seine Arbeiten über die Immunität im Jahr 1908 gemeinsam mit Paul Ehrlich (1854-1915) den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin [12]

Er propagierte eine probiotische Ernährung und meinte: Kefir verlängert das Leben.

Bei asiatischen Steppenvölkern wird traditionell *Kumys*, vergorene Stutenmilch, getrunken. Das Getränk wird in der Mongolei *Airag* genannt und gilt dort als Nationalgetränk, Lebenselixier und Alltagsnahrung, teilweise als Ersatz für frisches Obst und Gemüse. An der Gärung sind neben Milchsäurebakterien auch Hefen beteiligt. Aus diesem Grunde enthält das Getränk etwa 1-3 Vol.-% Alkohol. Es schmeckt säuerlich, ist prickelnd, kühl erfrischend.

²Ilja Iljitsch Metschnikow (französisch Elie Metchnikoff) wurde am 16. Mai 1845 auf dem Gutshof Panassovka in der Provinz Charkow (Russisches Kaiserreich, heute Ukraine) geboren. Bereits mit 8 Jahren zeigte er Interesse an Botanik und Naturwissenschaften. Er besuchte von 1856 bis 1862 die höhere Schule in Charkow, beschäftigte sich dann auf der Insel Helgoland und am Mittelmeer bei Neapel mit Studien zur Meeresfauna. Er bewunderte die Musik von Mozart und Beethoven. Nach seiner Rückkehr nach Russland im Jahr 1867 erhielt er Lehraufträge an den Universitäten von Odessa und St. Petersburg. Ab dem Jahr 1887 arbeitete er bei Louis Pasteur (1822-1895) in dem berühmten Pariser Institut. Im Jahr 1908 erhielt er für seine Arbeiten über die Phagozytose zusammen mit Paul Ehrlich (1854-1915) den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. Weitere Publikationen von Metschnikow beschäftigen sich u. a. mit Infektionskrankheiten und Milchsäure-produzierenden Bakterien. Nach acht Monate währendem Leiden verstarb Ilja Metschnikow am 15. Juli 1916 in Paris. Seine Urne wird im Institut Pasteur aufbewahrt. (siehe Rückseite des Ersttagsbriefes sowie https://de.wikipedia.org/wiki/Ilja_Iljitsch_Metschnikow)

Der Journalist und Weltreisende Gerd Ruge (1928-2021) beschreibt den Geschmack folgendermaßen: „Kumys, das (sibirische) Nationalgetränk aus vergorener Stutenmilch, das für mich ein bisschen wie Joghurt mit Bier schmeckt, ungewöhnlich, aber ganz angenehm.“ [13,14].

Nach der Destillation von Airag erhält man eine hochprozentige Spirituose, einen mongolischen Milchschnaps, *Archi* genannt, der vor allem auf Basis von Yakmilch hergestellt wird [15]. Dessen Alkoholgehalt hängt sicherlich von der Qualität der Destillationsapparatur (und von der Qualifikation des Destillateurs) ab.

Abgesehen von dem Milchschnaps *Archi* gelten die oben beschriebenen Milchprodukte als sehr gesund, auch wenn sie geringe Mengen Alkohol enthalten können. Die Frage muss offen bleiben, ob geringe Mengen (ein „Mikrodosing“ von) Alkohol in Lebensmitteln geschmacksverbessernd, bewusstseinsverändernd oder gar lebensverlängernd sein können [16]. Andererseits sollte man sich dessen bewusst sein, dass ein Alkoholkonsum auch gesundheitsschädliche Folgen haben kann. Alkohol kann Krebs verursachen. Als Ergebnis einer globalen Studie haben Rungay et al. (Internat. Agency for Research on Cancer, Lyon, France) festgestellt, dass etwa 4 % aller im Jahr 2020 dokumentierten Krebserkrankungen mit dem Konsum von Alkohol zusammenhängen können [17]: Unter den mit einer Krebslast („cancer burden“) positiv getesteten Personen waren etwa 14 % Kasuistiken, bei denen ein „moderates“ Trinkverhalten (ca. 20 g Alkohol/Tag entsprechend etwa einem halben Liter Bier) in Rede stand.

Bei Gerichtsverfahren werden Sachverständige oft gefragt, ob die gemessenen Blutalkoholkonzentrationen (BAK) mit den Angaben der Angeklagten zum Alkoholgenuss vereinbar sind [18]. Die Verteidigung stellt dabei oft Fragen wie: Kann man nach dem Genuss von alkoholhaltigen Pralinen oder nach dem Verzehr von Weihnachtsstollen, der mit hochprozentigem Rum hergestellt wurde, über die Promillegrenze kommen? [19,20]. Als grober Richtwert kann gelten, dass ein 70 kg schwerer Mann ca. 40 Pralinen durchschnittlicher Qualität naschen müsste, um eine BAK von ca. 0,22 ‰ zu erreichen [19].

Das menschliche Blut hat eine „natürliche“ Alkoholkonzentration von ca. <0,03 ‰, hervorgerufen im Darm durch Vergärung von Zucker. In Deutschland ist ab einer Blutalkoholkonzentration von 0,3 ‰ eine relative Fahruntüchtigkeit gegeben. In der wissenschaftlichen Literatur sind jedoch auch Kasuistiken beschrieben, bei denen sehr hohe Konzentrationen von Alkohol im Blut (z. B. 200 mg/dL, ca. 1,9 ‰) gemessen wurden und die betreffenden Personen behauptet haben, sie hätten keinen Alkohol getrunken. In einigen seltenen Fällen konnten diese Angaben bestätigt werden. Diese Fälle sind unter dem Namen Eigenbrauer-Syndrom (auto-brewery syndrome, ABS, gut fermentation syndrome) bekannt geworden [21]. Es handelt sich um eine seltene Darmerkrankung, bei der nach Aufnahme von Kohlenhydraten Hefepilze im Darm sich so stark vermehren, dass in großem Ausmaß, wie in einem Braukessel, durch Gärungsprozesse Alkohole (Ethanol, Methanol, Butanol) entstehen, die ungewollt zu einem hohen Alkoholisierungsgrad führen, mit allen Folgerisiken. Es gibt verschiedene Ansätze, diese schwere Erkrankung zu bekämpfen; u. a. mit einer antimykotischen Medikation (antifungal therapy), einer Kohlenhydrat-reduzierten Nahrung (low-carb diet), Kohlenhydrat-freier Diät, probiotischen Bakterien oder einer Stuhl-Transplantation (faecal microbiotica transplantation) [21].

Im oben genannten Fall wurden im Stuhl der betreffenden Person neben der normalen bakteriellen Darmflora die Hefepilze *Saccharomyces cerevisiae* („brewer's yeast“) und *Saccharomyces boulardii* nachgewiesen [21]. Bei *S. cerevisiae* handelt es sich um einen einzelligen Pilz aus der Abteilung *Ascomycota*, ein „Zuckerpilz des Bieres“, der seit Jahrtausenden im Nahrungsmittelsektor Verwendung gefunden hat [22]. Wegen seiner vielseitigen Eigenschaften wurde dieser Hefepilz zur „Mikrobe des Jahres 2022“ erklärt in der Erwartung, „dass die Erfolgsgeschichte der Mikrobe des Jahres 2022 noch lange nicht zu Ende geschrieben ist. *S. cerevisiae* wird für die Grundlagenforschung im 21. Jahrhundert noch lange unverzichtbar bleiben.“ [22].

Literatur

- [1] Lebensmittelinformations-Verordnung (LMIV) (EU) Nr.1169/2011; Artikel 28, Anhang XII, (25.10.2011).
- [2] Anderson PO, Alcohol Use During Breastfeeding. *Breastfeeding Medicine* 13(5), 315-317 (2018); <https://doi.org/10.1089/bfm.2018.0053>
- [3] Süddeutsche Zeitung Magazin vom 11. Mai 2018; <https://sz-magazin.sueddeutsche.de/die-loesung-fuer-alkoholiker-therapie-erfolg-85690>.
- [4] Thierauf A, Große Perdekamp M, Auwärter V, Maximale Blutalkoholkonzentration nach forciertem Konsum von alkoholfreiem Bier. *Rechtsmedizin* 22, 244-247 (2012).
- [5] Logemann E, Geschmacksstoffe – Über den Geschmack soll man nicht streiten. *Toxichem Krimtech* 82(1), 31-39 (2015).
- [6] Karlson P, Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler, S. 242-248, G. Thieme Verlag, Stuttgart (1964).
- [7] Buchner E, Cell-Free Fermentation, Nobel Lecture (December 11, 1907). <https://www.nobel-prize.org/prizes/chemistry/1907/buchner/lecture>
- [8] Meyerhof O, Energy Conversions in Muscle, Nobelpreis 1922, Nobel Lecture gehalten am 12.12.1923; <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1922/meyerhof/lecture>
- [9] <https://de.wikipedia.org/wiki/Glykolyse>
- [10] <https://de.wikipedia.org/wiki/Skyr>
- [11] <https://www.milchhessen.de/milch-abc>
- [12] Mechnikov I, On the Present State of the Question of Immunity in Infectious Diseases, Nobel Lecture. <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1908/mechnikov/lecture>
- [13] Ruge G, Sibirisches Tagebuch, Begegnungen in einem unbekanntem Land, S. 204, Berlin Verlag, Berlin, (1998).
- [14] <https://de.wikipedia.org/wiki/Kumys>
- [15] [https://de.wikipedia.org/wiki/Archi_\(Spirituose\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Archi_(Spirituose))
- [16] Logemann E, Gewürze und illegale Drogen, *Toxichem Krimtech* 89(2),45-49 (2022).
- [17] Rungay H, Shield K, Charvat H, Ferrari P, Sornpairsam B, Obot I, Global burden of cancer in 2020 attributable to alcohol consumption (a population based study), *The Lancet Oncology* 22(8). 1071-1080 (2021).
- [18] Forster B, Joachim H, Blutalkohol und Straftat, G. Thieme Verlag, Stuttgart (1975).
- [19] Wehner F, Moosmayer A, Wehner HD, Packungsgröße, Flüssigkeitsvolumen, Ethanolkonzentration und Begleitstoffspektrum alkoholhaltiger Pralinen, *Blutalkohol* 37, 440-448 (2000).
- [20] Nebel A, Veit F, Lasczkowski G, Martz W, How Significant is Alcohol Loss from Baked Food? A Case Study, *Toxichem Krimtech* 84(3), 191-194 (2017).
- [21] Malik F, Wickremesinghe P, Saverimuttu J, Case report and literature review of auto-brewery syndrome: probably an underdiagnosed medical condition, *BMJ Open Gastro* 2019; 6:e000325. doi:10.1136/bmjgast-2019-000325
- [22] Westermann B, Klecker T, Vom Bierbrauen zur Forschung im 21. Jahrhundert, Hefe *Saccharomyces cerevisiae* – Mikrobe des Jahres 2022. *BIOspektrum* 28(1), 11-13 (2022).

Alle Internetseiten wurden zuletzt am 11.04.2022 eingesehen.

Rückseite des Ersttagsbriefes von Abbildung 1.

