



FREISPRUCH FÜR DIE MILCH!

Ein Überblick über die aktuelle wissenschaftliche Literatur.

Inhalt

Vorwort.....	5
Milch – ein wertvolles Lebensmittel.....	7
Ausgewählte Fragestellungen.....	9
Milchverzehr und Krebsrisiko.....	9
Darmkrebs, Brustkrebs, Prostatakrebs.....	15
Knochendichte, Osteoporose und Frakturrisiko.....	20
Allergiepotenzial der Milch.....	24
Einfluss der Erhitzung auf Milch.....	27
Rohmilch – Allergieschutz oder Gesundheitsgefahr.....	29
Ist Schimmelkäse wirklich ungefährlich.....	32
Verschleimung durch Milch.....	34
Kuhmilch – das perfekte Sportgetränk.....	36
Zusammenfassung des Literaturüberblicks.....	39
Literatur.....	43
Impressum.....	46

Vorwort

Die Zunahme von Zivilisationskrankheiten wie Krebs, Diabetes mellitus Typ 2, Adipositas, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Allergien wird auch mit dem westlichen Ernährungsstil in Verbindung gebracht. Im Internet, in der Laienpresse und in PR-Kampagnen von Konkurrenzprodukten wird auch die Milch immer häufiger als ein Risikofaktor für verschiedene – Ernährungs-mitbedingte – Erkrankungen genannt. Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten hat das Kompetenzzentrum für Ernährung (KErn) in Kooperation mit dem Max Rubner-Institut (MRI) einen Literaturüberblick zum Thema erstellt. Die vorliegende Kurzpublikation ist ein Ausschnitt des erstellten Überblicks. Sie gibt den aktuellen Forschungsstand zu konkreten Fragen zum Thema Milchverzehr wider und versucht Legenden auszuräumen. Die Publikation erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die zu Grunde liegende Primärliteratur ist aus Gründen der Übersichtlichkeit im Bereich der speziellen Fragestellungen nicht aufgeführt. Für nähere Informationen wird auf den gleichnamigen Gesamtbericht verwiesen. Zur Zusammenfassung des Literaturüberblicks finden sich einige Literaturquellen am Ende dieser Kurzpublikation.

Milch – ein wertvolles Lebensmittel

Seit mehr als 8.000 Jahren trinkt der Mensch artfremde Milch – ohne davon krank zu werden. Veränderungen im Laktase-Gen im Verlauf der Evolution ermöglichten auch Erwachsenen die Verdauung von Milchzucker (Laktose). Milch und Milchprodukte sind in 42 Ländern der Erde wichtige Bestandteile der täglichen Ernährung und eine bedeutende Quelle für eine ganze Reihe von Vitaminen und Mineralstoffen. Hervorzuheben sind die Vitamine B2 und B12 sowie der Mineralstoff Kalzium und die Spurenelemente Zink und Jod. 27 % der Vitamine B2 und B12 werden über den Verzehr von Milchprodukten aufgenommen, beim Mineralstoff Kalzium sind es fast 50 %. Kalzium und Vitamin B2 sind zwar auch in pflanzlichen Lebensmitteln enthalten, aus Milch sind sie für den menschlichen Körper aber besonders leicht nutzbar. Die empfohlene tägliche Zufuhr an Kalzium wird in Deutschland weder bei Jugendlichen noch bei Erwachsenen erreicht. Das Vitamin B12 ist ein Sonderfall, es kommt nicht in Pflanzen vor und sein Bedarf kann lediglich über tierische Lebensmittel gedeckt werden. Die Fachgesellschaften vieler



Länder empfehlen etwa 2–3 Portionen Milchprodukte – inklusive Käse – pro Tag. Die gegenwärtigen Zufuhrempfehlungen der DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) liegen bei 200–250 g Milch / Joghurt sowie 50–60 g Käse. Trotz ihrer zahlreichen Nährstoffe und ihrer vielfältigen positiven Eigenschaften wird Milch zunehmend mit einer Reihe von Krankheiten in Verbindung gebracht. Kritiker warnen sogar vor ihrem Verzehr.

Was ist dran an den Vorwürfen, die Milch mit einem erhöhten Risiko für diverse Krankheiten in Verbindung bringen? Die aktuelle wissenschaftliche Literatur zeigt, ein Großteil der Vorwürfe entbehrt jeder wissenschaft-

lichen Grundlage. Aktuellen Studien zufolge geht der Verzehr von Milch und Milchprodukten bei verschiedenen Erkrankungen sogar mit einer potenziell schützenden Wirkung einher.



Für jeden Geschmack das richtige Produkt: Kaum ein Lebensmittel hat mehr zu bieten als die Milch.

Ausgewählte Fragestellungen

Milchverzehr und Krebsrisiko

Krebs ist ein komplexes Krankheitsbild, seine Entstehung hängt von zahlreichen beeinflussbaren und nicht beeinflussbaren Faktoren ab. Neben der Ernährung spielen der gesamte Lebensstil, die Umwelt, die Gene sowie die Psyche eine Rolle. Die Wichtigkeit letzterer zeigt sich in der Entstehung einer ganz neuen Disziplin, der Psychoneuroimmunologie. Sie beschäftigt sich mit den Auswirkungen unbewusster geistiger Prozesse auf das Immunsystem, welche auch bei der Entstehung von Krebserkrankungen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung besitzen. Auch der Einfluss von Viren und Bakterien bei der Entstehung bestimmter Krebserkrankungen ist bekannt. Die Ernährung kann also nur ein Faktor bei der Entstehung von Krebserkrankungen sein, sollte aber im Rahmen einer sinnvollen Prävention ebenso Berücksichtigung finden wie alle anderen Faktoren. Eine systematische Auswertung der wissenschaftlichen Literatur zum Einfluss von Milch und Milchprodukten auf das Krebsrisiko erfolgt alle vier Jahre in dem von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) publi-

zierten Ernährungsbericht. Zusätzlich bewertet der World Cancer Research Fund (WCRF) kontinuierlich die veröffentlichte Literatur zu verschiedenen Krebsarten. Daneben befasst sich eine wachsende Anzahl von Studien mit den verschiedenen Inhaltsstoffen der Milch. Gegenstand der Untersuchungen ist ein möglicher Zusammenhang zwischen dem Verzehr von Milch, Milchprodukten oder auch isolierten Milchinhaltstoffen – Kalzium und Milchprotein – und verschiedenen Krebserkrankungen. In der aktuellen wissenschaftlichen Literatur überwiegen dabei die positiven Einflüsse des Milchverzehrs. Bei den Krebsarten Darmkrebs und Brustkrebs gibt es keine Hinweise auf eine Erhöhung des Krebsrisikos durch Milchverzehr. Einige Milchinhaltstoffe besitzen eher gewisse Schutzeffekte. Die in der Wissenschaft diskutierten molekularen Mechanismen und die daran beteiligten Inhaltsstoffe der Milch werden nachfolgend kurz beschrieben. Wie sich einzelne Milchinhaltstoffe auf das Risiko für Darmkrebs, Brustkrebs und Prostatakrebs auswirken, wird in einem späteren Abschnitt näher beleuchtet.

Potenziell krebsschützende Inhaltsstoffe in Milch:

- Kalzium (möglicherweise auch in Verbindung mit Vitamin D, welches in Milch aber nicht in nennenswerter Menge vorkommt)
- Milchtypische Fettstoffe: CLA, Buttersäure, Sphingolipide, verzweigte Fettsäuren
- Milchtypische Proteine: Kaseine und Molkenproteine

Der Tausendsassa Kalzium

Die schützenden Wirkungen des Kalziums bei verschiedenen Krebsarten werden mit drei Hauptmechanismen in Verbindung gebracht.

- Bindung von konjugierten Gallensäuren und ionisierten Fettsäuren
- Förderung der Differenzierung in gesunde Zellen
- Aktivierung von Selbstmordgenen und Beteiligung am programmierten Zelltod (Apoptose)

Kalzium kann als zweifach-positiv geladenes Ion Gallensäuren und ionisierte Fettsäuren binden und so deren Potenzial verringern, schädliche Ver-

änderungen im Erbgut auszulösen, die möglicherweise einen wachstumsfördernden Effekt auf Zellen besitzen. Das Kalzium kann wohl auch eine Differenzierung in gesunde Zellen fördern und so das Risiko einer Tumorentstehung senken. Auch an der Einleitung des programmierten Zelltods (Apoptose) scheint das Kalzium beteiligt zu sein. Dieses körpereigene Selbstmordprogramm ist bei Krebszellen häufig außer Kraft gesetzt. Normalerweise führt der programmierte Zelltod dazu, dass irreversibel geschädigte Zellen, Krebsvorstufen oder bereits entartete Zellen als krank erkannt und zerstört werden. Auf diese Weise werden Tumorzellen, die tagtäglich in Jedem von uns entstehen, vom Körper unschädlich gemacht.

Kalzium und Vitamin D – ein schlagkräftiges Duo

Obwohl das Vitamin D nicht in nennenswerten Mengen in der Milch vorkommt, muss es auf Grund seiner Kooperation mit dem Kalzium hier kurz erwähnt werden. Zum einen gelangt das Kalzium nur mit Unterstützung der physiologisch aktiven Form des Vitamin D in

größeren Mengen aus dem Darm in den Organismus. Zum anderen arbeiten beide im Stoffwechsel eng zusammen. Zahlreiche valide Studien zeigen: Kalzium und Vitamin D sind auch im Kampf gegen verschiedene Krebsarten ein schlagkräftiges Team. Im Mittelpunkt des Interesses steht die Kooperation bei der Aktivierung des zelleigenen Schutzprogramms (Apoptose). Ob diese kooperative Wirkung die beobachteten positiven Einzelwirkungen von Kalzium und Vitamin D überwiegt, ist noch nicht hinreichend geklärt. Wegen der engen Verbindung zwischen Kalzium und Vitamin D setzen einige Länder – wie beispielsweise die USA – der Trinkmilch Vitamin D zu.

Milchfette stoppen Entzündungsprozesse

Die milchtypischen Fette standen lange Zeit als »schlechte« Fette in der Kritik, nun aber scheint sich eine Neubewertung der einzigartigen Zusammensetzung des Milchfettes abzuzeichnen. Neben dem relativ hohen Gehalt an gesättigten Fettsäuren enthält Milchfett zahlreiche Fettbestandteile in geringer

Menge, denen ein positiver Einfluss auf ein Krebsgeschehen zugeschrieben wird. Das Augenmerk liegt vor allem auf der zweifach ungesättigten konjugierten Linolsäure – kurz CLA. Es gibt aber auch erste Hinweise, dass Sphingolipide, Buttersäure, verzweigt-kettige Fettsäuren und fettlösliche Vitamine das Risiko einer Krebsentstehung verringern können.

Zwei primäre Schutzmechanismen werden diskutiert:

- Bindung bestimmter krebsfördernder Enzyme
- Aktivierung von Selbstmordgenen und Beteiligung an der Apoptose

CLA kommt zwar nur in relativ geringen Mengen (0,6 %) in der Kuhmilch vor, sein positiver Einfluss auf entzündliche Prozesse ist aber wissenschaftlich untermauert. Auch im menschlichen Organismus können Entzündungsprozesse einer Krebsentstehung Vorschub leisten – nicht selten stellen sie sogar die Initialzündung bei der Entstehung bösartiger Tumore dar. Die Entzündungskaskade selbst ist ein kompliziert

regulierter Prozess, an dem zahlreiche Rezeptoren, Enzyme und andere Signalstoffe beteiligt sind. Ein wichtiger Akteur im Entzündungsprozess ist die Arachidonsäure. Arachidonsäure gelangt entweder mit der Nahrung in den Organismus oder wird aus der essentiellen Linolsäure synthetisiert.

Im Körper hat Arachidonsäure zahlreiche Aufgaben, sie findet sich in physiologisch aktiver Form in den Phospholipiden der Zellmembran und wird im Zellplasma durch spezifische Enzyme in Entzündungsbotenstoffe (Prostaglandine) umgewandelt. Diese Umwandlung erfolgt durch die Enzyme Lipoxygenase und Cyclooxygenase, beide werden vermutlich durch CLA aus Milch gehemmt. Das Milchfett kann aber wohl noch mehr, milchtypische Lipide werden ganz ähnlich dem Kalzium und dem Vitamin D mit einer Aktivierung von Selbstmordgenen in entarteten Zellen in Zusammenhang gebracht.

Diese Gene setzen das der Zelle inwohnende Selbstmordprogramm in

Alarmbereitschaft. Irreparabel geschädigte Zellen zerstören sich anschließend selbst und das Heranwachsen einzelner entarteter Zellen zu einem bösartigen Tumor wird verhindert. Wie die genannten Vorgänge im Detail und auf molekularer Ebene ablaufen, ist Gegenstand aktueller Forschungen.

Milchproteine aktivieren Abwehrstoffe

Milchproteine sind weit mehr als bloße Aminosäurenreservoirs, die der Körper zum Aufbau körpereigener Eiweiße nutzt. Zahlreiche wissenschaftliche Studien belegen: Milchproteine können bei Krebs eine schützende Wirkung besitzen. Bestimmte Kaseinpeptide können als Waffe im Kampf gegen entartete Zellen und deren Vorstufen wirken. Zwei unterschiedliche Wege – ein direkter und ein indirekter – werden bei einer möglichen Schutzwirkung unterschieden. Indirekt hemmen Kaseinpeptide die Aktivität von Enzymen bestimmter Darmbakterien, die an der Entstehung von Substanzen beteiligt sind, die eine Krebsentstehung forcieren.

Direkt ist eine Wechselwirkung verschiedener Kaseinpeptide mit dem Immunsystem im Gespräch – die Details sind noch nicht hinreichend geklärt. Es wird spekuliert, dass Kaseinbestandteile die Fähigkeit besitzen, spezialisierte Immunzellen – Fresszellen und Lymphozyten – in Alarmbereitschaft zu versetzen. Diese Immunzellen sorgen anschließend für eine sichere und effiziente Zerstörung irreparabel geschädigter Zellen – eine Tumorentstehung kann verhindert werden. Eine besondere Bedeutung im Abwehrprozess kommt auch den Molkenproteinen zu. Das Lactoferrin besitzt immunostimulierende, antivirale und antibakterielle Eigenschaften und wird mit der Koordination der zellulären Immunantwort auf Infektionen, Krebszellen und bereits entstandene Tumoren in Verbindung gebracht.

Auch wenn der detaillierte Schutzmechanismus durch Lactoferrin im Rahmen der Krebsentstehung im Detail noch nicht verstanden ist – es gibt bereits interessante Thesen. Eine solche These spricht von einer Interaktion mit

wichtigen Rezeptoren, welche bei der Kontrolle des programmierten Zelltods von Bedeutung sind.

Neben dem Lactoferrin sind auch die anderen Molkenproteine (Lactalbumin, Lactoglobulin, Lactoperoxidase) als mögliche Krebschutzstoffe im Gespräch und aktuell Gegenstand zahlreicher wissenschaftlicher Untersuchungen. Molkenproteine mischen sich nicht nur in die zellvermittelte Immunantwort ein, sie verringern auch oxidativen Stress. Im menschlichen Körper entstehen im Rahmen des normalen Stoffwechsels freie Radikale. Durch Umwelteinflüsse, Rauchen oder auch Sport nimmt die Menge der freien Radikale dramatisch zu, so dass oxidativer Stress entsteht, der mit verschiedenen Krankheiten in Verbindung gebracht wird. Ein Zuviel an freien Radikalen kann beispielsweise das Erbgut von Zellen schädigen, weshalb der Körper freie Radikale möglichst schnell unschädlich machen muss. Hierfür besitzt der Organismus ein starkes natürliches Antioxidans – Glutathion.

Glutathion besteht aus den Aminosäuren Glutaminsäure, Glycin und Cystein – wobei letzteres limitierend für die Synthese des Glutathions ist. Molkenproteine sind reich an den Aminosäuren Cystein und Glutaminsäure und verbessern die Syntheserate von Glutathion. In wissenschaftlichen Studien konnte nach dem Verzehr von Molkenproteinen tat-

sächlich eine erhöhte Glutathionkonzentration in zirkulierenden Lymphozyten nachgewiesen werden. Als Antioxidans fängt das Glutathion freie Radikale, macht sie unschädlich und schützt auf diese Weise wichtige zelluläre Makromoleküle, wie beispielsweise die Erbsubstanz, vor einer Schädigung. Das Risiko einer Zelle zu entarten nimmt ab.

Darmkrebs, Brustkrebs, Prostatakrebs

Ein Glas Milch pro Tag reduziert das Darmkrebsrisiko

Der Ernährungsbericht 2012 und das Update des WCRF-Berichtes von 2011 kommen zu der Bewertung, dass der Verzehr von Milch und Milchprodukten das Risiko für Dickdarmkrebs verringern kann. Eine Verringerung des Risikos wurde bereits ab einem Verzehr von 200 ml Milch pro Tag beobachtet, die stärkste Reduktion trat bei einer Menge von 500–800 ml Milch auf. Diese Ergebnisse sind durch aktuelle Meta-Analysen und Daten der europäischen EPIC-Studie bestätigt. Eine Erhöhung der täglichen Kalzium-Aufnahme um 300 mg (entspricht ca. 250 ml Milch, 200 g Joghurt oder 30 g Hartkäse) war hier mit einem verringerten Risiko für Dickdarmkrebs verbunden. Auch zahlreiche andere Studien berichten ab einem Glas Milch pro Tag (>250 g/Tag) von einem verringerten relativen Risiko für Darmkrebs. Wichtigster Schutzfaktor scheint das Kalzium mit seinen zahlreichen positiven Eigenschaften auf das Krebsgeschehen zu sein.

Auch die günstigen Auswirkungen des Zusammenspiels zwischen Kalzium



Wissenschaftliche Studien beweisen:
Milchinhaltstoffe können das Krebsrisiko senken.

und Vitamin D bei der Aktivierung des programmierten Zelltodes (Apoptose), der zur Zerstörung von Krebsvorstufen in der Darmschleimhaut beiträgt, werden durch diverse Studien bestätigt. Die für Milch typischen Fettsäuren CLA (konjugierte Linolsäure) und Buttersäure sind ebenso Bestandteile neuerer Forschungen, die eine Schutzwirkung auf die Darmschleimhaut untersuchen. Dabei wirkt CLA gemäß der oben beschriebenen Mechanismen: Hemmung von Enzymen, die Entzündungsprozesse in Darmschleimhautzellen forcieren und so Krebs Vorschub leisten; Aktivierung

von Selbstmordgenen und Unterstützung bei der Einleitung der Apoptose in bereits irreversibel veränderten Zellen der Darmschleimhaut.

Bei einer möglichen Schutzwirkung durch CLA müssen aber die dafür nötigen Verzehrsmengen – mehr als vier Portionen vollfette Milcherzeugnissen pro Tag – relativierend betrachtet werden. Ob eine ähnliche Schutzwirkung auch für fettarme Milchprodukte gilt ist bisher unklar.

Daneben bieten wohl auch die direkten und indirekten Wirkungen der aus Kaseinen entstehenden Peptide einen gewissen Schutz vor Krebs. Enzyme bestimmter Darmbakterien, die die Entstehung krebsfördernder Substanzen katalysieren, werden durch Kasein-Peptide offensichtlich gehemmt. Gleichzeitig wird die Immunabwehr durch eine Stimulierung spezifischer Immunzellen wie Makrophagen (Fresszellen) und Lymphozyten aktiviert. Für Peptide aus Molkenproteinen gibt es erste positive Hinweise auf einen Darmkrebschutz aus Tierstudien.

Mit 25 g Käse täglich gegen den Brustkrebs

Für Brustkrebs gibt es laut dem Ernährungsbericht 2012 und dem Update des WCRF von 2010 keine Hinweise auf eine Risikoerhöhung durch den Verzehr von Milch und Milchprodukten. Eine aktuelle Meta-Analyse kommt ebenfalls zu dem Schluss, der Verzehr von Milch und Milchprodukten erhöht das Brustkrebsrisiko wohl nicht. Diverse Studien sprechen sogar für einen schützenden Effekt durch fettarme Milch und Milchprodukte beim Brustkrebs. Als Schutzfaktoren werden – wie im Falle von Darmkrebs – Kalzium, möglicherweise auch in Kooperation mit Vitamin D, sowie bestimmte Peptide aus Milchproteinen genannt.

Auch CLA könnte – trotz der eher geringen Menge in fettarmen Produkten – einen gewissen Schutz im Rahmen der Brustkrebsentstehung bieten, künftige Forschungen müssen dies verifizieren. Erste Hinweise gibt es aus Studien, die einen täglichen Kalziumverzehr aus 25 g Käse mit einer Verringerung des Brustkrebsrisikos in Verbindung

bringen. Frauen, die 1.250 mg Kalzium täglich in Form von Milchprodukten zu sich nahmen, hatten ein niedrigeres Brustkrebsrisiko als solche, die weniger als 500 mg Kalzium in Form von Milchprodukten verzehrten. Kalzium kann wohl nicht nur verhindern, dass gesunde Zellen der Brustdrüse in Krebszellen konvertieren, es stoppt möglicherweise auch deren unkontrolliertes Wachstum.

Als möglicher Schutzmechanismus wird die Aktivierung des Selbstmordprogramms (Apoptose, siehe S. 8) durch Kalzium bzw. Kalzium und Vitamin D diskutiert. Einen möglichen Schutzeffekt scheinen auch Abbauprodukte des Molkenproteins Lactoferrin zu besitzen – die molekularen Mechanismen sind bisher nicht eindeutig geklärt. Diskutiert werden ähnliche Prozesse wie beim Darmkrebs – also eine mögliche Interaktion zwischen Lactoferrinabkömmlingen und wichtigen Rezeptoren im Zellzyklus. Eine Kontrollfunktion wird dem Lactoferrin auch im Rahmen des programmierten Zelltodes zugeschrieben. Außerdem soll es an der Koordination

der zellulären Immunreaktion sowie einer Erhöhung der Konzentration des körpereigenen Antioxidans Glutathion beteiligt sein.

Kalziumspiegel und Prostatakarzinom

Der WCRF-Bericht bewertet eine hohe Kalziumzufuhr (primäre Quellen sind Milch und Milchprodukte) als »wahrscheinlich« das Prostatakrebsrisiko zu erhöhen. Allerdings trat dieser Effekt nur bei einem Kalziumverzehr von mehr als 1,5 g/Tag auf – entsprechend einem täglichen Verzehr von 1,25 l Milch oder 140 g Hartkäse. Die Auswertung der EPIC-Kohorte kommt zu dem Ergebnis, dass die Kalziumaufnahme aus Milchprodukten mit einem erhöhten Prostatakrebsrisiko verbunden ist. Die tägliche Aufnahme von 35 g isoliertem Milchprotein (entspricht einem Liter Milch oder 120 g Hartkäse) erhöhte in dieser Studie das Prostatakrebsrisiko. Auf der Lebensmittelebene (Milch oder Käse) war in dieser Studie jedoch keine Assoziation mit dem Prostatakrebsrisiko feststellbar. Laut einer Studie der Wake Forest University School of

Medicine an der Universität von Wisconsin haben Männer mit einem nicht-physiologischen Kalziumwert im Blut ein fast dreimal so hohes Risiko für ein Prostatakarzinom als Männer mit normalen Kalziumwerten. Allerdings gibt es keinen validen Beweis für einen Zusammenhang zwischen dem Kalziumgehalt im Blut und dem mit der Nahrung aufgenommenen Kalzium.

Die potenzielle Schutzwirkung des Vitamin D beim Prostatakarzinom ist Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Ob ein »zu hoher« Milchverzehr – und damit eine »sehr hohe« Menge an Kalzium – den Vitamin D Spiegel absenken und so indirekt das Risiko für ein Prostatakarzinom erhöhen könnte, wird diskutiert. In Tiermodellen zeigen spezifische Milchfettbestandteile wie das CLA eine

schützende Wirkung beim Prostatakarzinom. Entsprechende Studien am Menschen sind aber entweder selten oder nicht eindeutig. Für eine mögliche Schutzwirkung des CLA sprechen auch Hinweise, dass fettarme Milchprodukte das Risiko für ein Prostatakarzinom eher erhöhen, vollfette Produkte dagegen nicht. Allerdings führte der Verzehr von vollfetten Milcherzeugnissen bei Prostatakrebs-Patienten zu einer erhöhten Sterblichkeit, während fettarme Produkte keine Auswirkung auf das Sterberisiko besaßen.

Einige Studien verweisen auf eine krebsschützende Wirkung der Molkenproteine Lactalbumin, Lactoglobulin, Lactoferrin und Lactoperoxidase und bringen diese mit einer erhöhten Syntheserate des körpereigenen Anti-

Milchinhaltstoff	Darmkrebsrisiko	Brustkrebsrisiko	Prostatakrebsrisiko
Kalzium	Nicht erhöht	Nicht erhöht	Noch unklar
Milchfette (CLA)	Nicht erhöht	Nicht erhöht	Noch unklar
Milchproteine (Kasein, Molkenprotein)	Nicht erhöht	Nicht erhöht	Noch unklar

Zusammenhang zwischen Milchinhaltstoffen und einem möglichen Krebsrisiko



oxidans Glutathion durch die in Molkenproteinen vorhandenen spezifischen Aminosäuren in Verbindung. Insgesamt sind die Daten zum Prostatakarzinom noch widersprüchlich. Bei einer familiären Disposition sollten Männer die

Verzehrempfehlungen berücksichtigen – bei diesen Mengen besteht nach aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen kein erhöhtes Risiko für ein Prostatakarzinom.

Fazit

Milch und Milchprodukte erhöhen im Rahmen der Verzehrempfehlungen das Darmkrebs- und das Brustkrebsrisiko nicht. Verschiedene Milch Inhaltsstoffe scheinen sogar eine Schutzwirkung zu besitzen. Neben dem Kalzium sind die milchtypischen Fette sowie die Milchproteine zu nennen. Beim Prostatakarzinom belegen zahlreiche Studien ein erhöhtes Risiko durch eine unphysiologische Konzentration von Kalzium im Blut. Unklar ist, ob ein direkter Zusammenhang zwischen einem zu hohen Kalziumspiegel im Blut und dem Kalziumgehalt in der Ernährung besteht. Für den Verzehr von Milch und Milchprodukten im Rahmen der empfohlenen Mengen wurde bisher kein erhöhtes Prostatakrebsrisiko bestätigt.

Knochendichte, Osteoporose und Frakturrisiko

Ausreichend Kalzium erhöht die Knochendichte

Das exakte Zusammenspiel zwischen Kalziumaufnahme im Darm, Kalziumeinlagerung in den Knochen und Kalziumausscheidung über die Niere ist noch nicht vollständig verstanden, allerdings erhöht sich die Knochendichte durch eine ausreichende Zufuhr von Kalzium aus Milcherzeugnissen nachweislich. Da die Knochendichte ab dem 30. bis 35. Lebensjahr kontinuierlich abnimmt (rund 1 % pro Jahr), kommt einem ausreichenden Kalziumverzehr in der Kindheit und der Jugend eine besondere Bedeutung zu. Um die maximal mögliche Knochendichte zu erreichen und den Verlust an Knochenmasse über die Zeit zu minimieren, sollten die empfohlenen Kalzium-Verzehrmengen – vor allem bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen – eingehalten werden.

Dass Kalzium bzw. ein erhöhter Milchverzehr das Osteoporose-Risiko nicht verhindern kann, ist im Hinblick auf das Krankheitsbild nicht überraschend. Die Osteoporose ist ein multifaktorielles

Geschehen und von zahlreichen veränderlichen wie unveränderlichen Faktoren beeinflusst. Frauen sind generell häufiger betroffen als Männer und mit zunehmendem Alter nimmt das Risiko für eine Osteoporose zu – wobei Frauen auf Grund des Östrogenmangels in der Menopause häufiger betroffen sind als ältere Männer. Körperliche Aktivität, Muskelmasse, Körperbau und Körpergröße sowie die weiße Hautfarbe spielen ebenfalls eine Rolle bei der Entstehung einer Osteoporose. Risikofaktoren sind auch frühere Knochenbrüche, Hüftknochenbrüche bei einem Elternteil, ein niedriger BMI, eine längere Gabe von Kortikosteroiden, eine rheumatoide Arthritis, Rauchen und ein erhöhter Alkoholkonsum. Neuere Studien zeigen auch eine Abhängigkeit von der Ethnizität (unterschiedliche Mikroarchitektur des Knochens) und der Lebenserwartung in einer Gesellschaft.

Gibt es mehr Osteoporose in Milchnationen?

Ein Großteil der als valide eingeschätzten Studien sieht keinen direkten Zusammenhang zwischen der Entstehung

einer Osteoporose und einem erhöhten Verzehr von Milcherzeugnissen – weder in positiver noch in negativer Hinsicht. Eine Osteoporose hängt wie oben erwähnt von zahlreichen Faktoren ab, dazu zählt auch die Bewegung. Hier könnte eine Ursache liegen, dass vereinzelte Studien gehäufte Fälle von Osteoporose in den westlichen Nationen

sahen. Die Milchnationen sind meist hochindustrialisiert und eine große Anzahl von Menschen bewegt sich sehr viel weniger als dies in weniger entwickelten Regionen wie Afrika und Asien noch immer der Fall ist.

Auch die helle Hautfarbe scheint ein Risikofaktor für eine Osteoporose zu



Regelmäßiger Milchverzehr erhöht die Knochendichte.

sein, da dunkelhäutige Menschen in sonnenreichen Gegenden leben und deshalb eine höhere endogene Vitamin D Synthese aufweisen. Vitamin D wird für den Einbau von Kalzium in den Knochen benötigt. Auch die längere Lebenserwartung in den westlichen Industrienationen kann ein gehäuftes Vorkommen der Osteoporose erklären. Da die Krankheit im Alter gehäuft auftritt, führt eine geringere Lebenserwartung zu weniger diagnostizierten Fällen von Osteoporose. Hinzu kommen weitere Risikofaktoren in westlichen Nationen wie Rheuma und die weit verbreitete Nutzung von Kortikosteroiden in der Medizin. Alkoholgenuss und Rauchen – in den Industrienationen noch immer stärker verbreitet als in Afrika oder Asien – sind weitere Risikofaktoren einer Osteoporose. Außerdem gibt es erste Hinweise, dass die Skelettgeometrie von Asiaten mehr zu Wirbelfrakturen und weniger zu Hüftfrakturen neigt. In Studien wird die Häufigkeit der Osteoporose aber nicht selten mit der Anzahl an Hüftfrakturen assoziiert.

Einfluss des Milchverzehrs auf das Säure-Basen-Gleichgewicht

Die Hypothese, dass saure Lebensmittelbestandteile Einfluss auf das Säure-Basen-Gleichgewicht haben, ist noch immer ein Einwand zahlreicher Kritiker, die sich gegen den Verzehr von Milchprodukten aussprechen, ja, sogar vor ihm warnen. Die Milchproteine zählen auf Grund verschiedener Aminosäuren und einem relativ hohen Anteil an Phosphoproteinen tatsächlich zu den eher sauren Nahrungsmittelbestandteilen. Die Hypothese vom Säure-Basen-Gleichgewicht geht nun davon aus, dass zur Neutralisation der sauren Bestandteile Puffersubstanzen wie Hydrogencarbonat und Kalzium dem Knochen entzogen werden, womit es langfristig zu einer Abnahme an Knochenmasse und zur Entstehung einer Osteoporose kommen könnte. Neue Meta-Analysen widerlegen diese Hypothese nun. Zwar führt eine höhere Proteinzufuhr zu einer verringerten Rückresorption von Kalzium in der Niere, gleichzeitig wird aber vermehrt Kalzium aus dem Darm absorbiert und weniger über den Darm ausge-

schieden. Das Gleichgewicht ändert sich also kaum. Auch ein spezifischer Marker für den Knochenabbau – das N-terminale Telopeptid – ändert sich mit dem Verzehr einer primär sauren Ernährung nicht. Die Behauptung, eine Ernährung mit vielen Säurebildnern führe zu einer vermehrten Freisetzung von Kalzium aus dem Knochen, ist

wissenschaftlich nicht nachweisbar. Erste Hinweise bestätigen sogar, dass ein erhöhter Proteinverzehr mit einer Zunahme der Knochendichte einhergeht. Aktuell wird untersucht, ob eine erhöhte Proteinzufuhr möglicherweise auch das Knochenbruchrisiko verringern kann.

Fazit

Ein erhöhter Verzehr von Milchprodukten geht auf Grund des hohen Kalziumgehaltes nachweislich mit einer erhöhten Knochenmasse und Knochendichte einher. Ein konsistenter Zusammenhang zwischen dem Milchverzehr und der Entstehung einer Osteoporose sowie dem Frakturrisiko im Rahmen einer Osteoporose konnte bisher nicht nachgewiesen werden. Kalzium aus Milch verhindert noch fördert es eine Osteoporose bzw. einen damit einhergehenden Knochenbruch. Als hochgradig komplexes Krankheitsbild ist die Osteoporose von zahlreichen Faktoren abhängig. Selbst unter optimalen Bedingungen und einer ausreichenden Kalziumversorgung mit der Ernährung, lässt sich ein Knochenabbau im Laufe des Lebens nicht aufhalten. Für die These des Säure-Basen-Gleichgewichtes, wonach eine erhöhte Kalziumausscheidung durch eine saure Ernährung – wozu auch verschiedene Milcherzeugnisse zählen – mit einer abnehmenden Knochendichte in Verbindung steht, ist wissenschaftlich nicht belegt. Erste Studien zeigen eine zunehmende Knochendichte durch eine erhöhte Proteinzufuhr..

Allergiepotezial der Milch

Laktoseintoleranz und Kuhmilchallergie sind verschiedene Phänomene

Lebensmittelunverträglichkeiten haben ganz unterschiedliche Ursachen und können sich gegen jedes Lebensmittel und jeden Nahrungsbestandteil entwickeln. Wie die meisten Unverträglichkeiten, ist auch die Laktoseintoleranz lediglich unangenehm und weniger gefährlich. Keinesfalls darf eine Unverträglichkeit, die meist gegen Milchzucker (Laktose) auftritt, mit einer potenziell gefährlichen Kuhmilchproteinallergie verwechselt werden. Auch wenn die Symptome einer Unverträglichkeit gegen Milchzucker und einer Kuhmilchproteinallergie – Bauchschmerzen, Blähungen, Durchfall – ähnlich sein können, beide haben nichts miteinander zu tun.

Rund 10 % aller Menschen in den westlichen Nationen sind von einer Laktoseintoleranz betroffen. Milchprodukte müssen im Falle einer Laktoseintoleranz aber nicht völlig gemieden werden. Sauermilchprodukte und bestimmte Käsesorten enthalten meist weniger

Milchzucker und können auch bei einer Laktoseintoleranz ohne größere Probleme verzehrt werden. Während die Laktoseintoleranz auf einen Mangel oder eine zu geringe Aktivität des Enzyms Laktase (β -Galaktosidase) zurückzuführen ist, geht die Kuhmilchproteinallergie mit einer überschießenden Reaktion des Immunsystems auf bestimmte Bruchstücke der Milchproteine einher. Die bei einer Laktoseintoleranz auftretenden Symptome beruhen auf einer mangelhaften Aufnahme nicht gespaltener Laktose im Dünndarm. Diese wird anschließend im Dickdarm von bestimmten Darmbakterien abgebaut, was zu den erwähnten Symptomen führt.

Bei der Milchproteinallergie läuft dagegen eine Immunreaktion ab, wobei häufig bestimmte Antikörper gegen das jeweilige Proteinbruchstück gebildet werden. Diese zu den Immunglobulinen E (IgE) zählenden Antikörper erkennen das Milchprotein irrtümlicherweise als schädlichen Eindringling und greifen es an. Im Rahmen der Abwehrreaktion kommt es zur Ausschüttung von Histamin und den Symptomen einer



allergischen Reaktion. Auch eine nicht-IgE vermittelte Immunreaktion auf Milchprotein ist möglich.

Kuhmilchproteinallergie – ein sehr seltenes Phänomen

Bestimmte Bruchstücke von Kuhmilchproteinen können eine Allergie auslösen, sie ist aber extrem selten und kommt meist nur bei Kindern vor. Zwischen 0,5 bis 7,0 % aller Kinder unter zwei Jahren und 0,7 bis 1,2 % der Erwachsenen sind von einer Milchproteinallergie betroffen. Bei Kindern verliert sich die Allergie nicht selten mit zunehmendem Alter. Die Hauptallergene der Milch sind die Milchproteine α S1-Kasein, β -Lactoglobulin, β -Kasein sowie α -Lactalbumin. Ziegen- und Schafmilch

eignen sich bei einer Allergie nur bedingt als Ersatz für Kuhmilch. Auf Grund der Ähnlichkeit der allergenen Eiweißstrukturen besteht nicht selten eine Kreuzreaktivität. Vor einem Ersatz der Kuhmilch durch Ziegen- oder Schafmilch muss deshalb unbedingt ein Allergietest stehen.

Bei einer Allergie werden für Säuglinge und Kleinkindern vollständig hydrolysierte Kindernährmittel empfohlen. Die darin enthaltenen Aminosäuregemische können nicht mehr mit Antikörperbindungsstellen in Wechselwirkung treten, so dass eine allergische Reaktion ausbleibt. Die ebenfalls im Handel verfügbaren partiell hydrolysierten Kindernährmittel

bieten dagegen keine hundertprozentige Sicherheit für Allergiker.

Einfluss von Erhitzung und Homogenisierung auf das allergene Potenzial

Bisher liefert die wissenschaftliche Literatur keine hinreichenden Beweise für eine relevante Erhöhung des

allergenen Potenzials der Milchproteine durch Verarbeitungsprozesse wie Pasteurisierung und Homogenisierung. Insgesamt wird zwar eher von einer Abnahme des allergenen Potenzials ausgegangen, das Bundesinstitut für Risikoforschung bemängelt jedoch die nicht ausreichenden Daten zu diesem Themenkomplex.

Fazit

Die immunologisch durch IgE-Antikörper vermittelte Allergie gegen Kuhmilchprotein ist nicht zu verwechseln mit einer Laktose-Intoleranz, welche eine Unverträglichkeit gegenüber Milchzucker (Laktose) darstellt. Kuhmilch stellt zwar ein häufiges Nahrungsmittelallergen vor allem bei Kindern dar, das Phänomen der Allergie ist aber selten, nur zwischen 0,5 und 7 % sind betroffen. Zu den wichtigsten Allergenen der Kuhmilch zählen Bruchstücke der Proteine α -Lactalbumin und β -Lactoglobulin aus der Molke sowie aus verschiedenen Kaseinfraktionen. Klinisch relevant ist eine Kreuzreaktivität der Milchallergene verschiedener Säugetierspezies (Ziege, Schaf). Das bedeutet, dass sehr ähnliche allergene Aminosäuresequenzen und Peptidstrukturen sowohl in Kuhmilch als auch in Schaf- und Ziegenmilch auftreten können. Die Allergenität der Kuhmilchproteine wird durch Kochen, Pasteurisieren, UHT-Behandlung oder Trocknung (Milchpulver) wohl weder verringert noch erhöht. Bei einer eindeutig diagnostizierten Allergie sollte konsequent auf den Verzehr von Kuhmilch (bei Kreuzreaktivität auch auf Schaf- und Ziegenmilch) verzichtet werden.

Einfluss der Erhitzung auf Milch

Veränderung hitzelabiler Inhaltsstoffe

ESL steht für »Extended Shelf Life«, ist ein neueres Verfahren zur Keimreduktion in Milch und trägt zu einer deutlich verlängerten Haltbarkeit bei. Jedes Erhitzungsverfahren geht mit einem Verlust an hitzeempfindlichen Inhaltsstoffen einher. Bei der Wärmebehandlung von Milch ist vor allem auf die Vitaminverluste zu achten. In der klassischen Frischmilch (pasteurisiert) gehen bis maximal 10 % der hitzelablen B-Vitamine und des Vitamin C verloren. Bei H-Milch liegen die Verluste an den genannten Vitaminen bei bis zu 20 %. Zahlreiche Studiendaten geben keine Hinweise auf wesentlich höhere Verluste an wichtigen Vitaminen in ESL (Extended-Shelf-Life) Milch im Vergleich zu pasteurisierter Milch.

Vereinzelt finden Studien etwas höhere Vitaminverluste, Experten schätzen diese aber als nicht gravierend ein. Im Rahmen der längeren Lagerung kommt es bei ESL-Milch zu etwas höheren Vitaminverlusten. Diese lassen sich aber durch diverse Vorsichtsmaßnahmen

minimieren: dazu zählen Kühlagerung (Einhaltung der Kühlkette), ein möglichst geringer Restsauerstoffgehalt im Produkt selbst sowie optimale Verpackungsbedingungen (Sauerstoff im Kopfraum und Lichtdurchlässigkeit der Verpackung niedrig halten). Nachgewiesen ist die in ESL- und H-Milch, im Gegensatz zu pasteurisierter Milch, stärkere Denaturierung der Molkenproteine.

Die etwas höhere Denaturierung schätzen Institutionen wie das Max Rubner-Institut als nicht nährwertrelevant ein, sondern sehen eher einen verdauungsförderlichen Charakter. Ob durch die Denaturierung die möglicherweise schützenden Wirkungen der Molkenproteine bei verschiedenen Krebsarten und bei Allergien verändert werden, ist bisher nicht hinreichend untersucht.

Veränderung des Geschmacks

H-Milch wird auf Grund ihres Kochgeschmacks oft als weniger schmackhaft empfunden als pasteurisierte Milch. Laut Max Rubner-Institut ist ESL-Milch geschmacklich mit pasteurisierter Frischmilch vergleichbar. Testpersonen

konnten keine signifikanten Unterschiede in der Wahrnehmung traditioneller Frischmilch und der beiden ESL-Milchsorten »hocherhitzt« und »mikrofiltriert« erkennen. Da die sensorische Wahrnehmung individuell verschieden ist, sehen einige Studien einen Zusammenhang zwischen einem Kochgeschmack und dem jeweiligen ESL-Erhitzungsverfahren. Ein möglicher Kochgeschmack in ESL-Milch sollte sich im Verlauf der Lagerung durch oxidative Prozesse in der Milch aber kontinuierlich ab-

bauen. Bezüglich möglicher negativer geschmacklicher Veränderungen in ESL-Milch sind auch Abbauprozesse an Fetten und Proteinen im Gespräch. Während der längeren Lagerung von ESL-Milch werden Fette und Proteine kontinuierlich abgebaut, was zu Fehl aromen führen könnte. Derartige Abbaureaktionen treten aber wohl im Rahmen der für ESL-Milch typischen Lagerzeit nicht in einem sensorisch wahrnehmbaren Umfang auf. Hier wären weitere Studien sinnvoll.

Fazit

Die bisherigen wissenschaftlichen Daten zeigen, dass ESL-Milch hinsichtlich des Abbaus hitzeempfindlicher Vitamine mit pasteurisierter Milch vergleichbar ist. In Abhängigkeit vom Erhitzungsverfahren können sich die tatsächlichen Vitaminverluste aber marginal unterscheiden. Beim Kochgeschmack gehen die Meinungen auseinander – was an der individuellen sensorischen Wahrnehmung der Testpersonen liegen dürfte. Eine relevante Denaturierung der Molkenproteine findet im Rahmen der höheren Erhitzung statt, ob dies Auswirkungen auf potenzielle Schutzwirkungen haben könnte, ist nicht ausreichend untersucht.

Rohmilch – Allergieschutz oder Gesundheitsgefahr?

Risiken des Rohmilchverzehr

Rohmilch ist unbehandelte Milch von Kühen, Schafen oder Ziegen, die nicht über 40° C erhitzt ist. Auf Grund dieser niedrigen Temperatureinwirkung bleibt die natürliche Bakterienflora der Milch erhalten, gleichzeitig können jedoch potenziell krankmachende Keime in die Milch gelangen. Neben Listerien sind hier Toxoplasmen, EHEC, Campylobacter, Salmonellen und MRSA (Methicillinresistente Staphylococcus aureus) zu nennen. Der die Infektionskrankheit Listeriose auslösende Keim *Listeria monocytogenes* stellt für gesunde Erwachsene meist kein Gesundheitsrisiko dar.

Anders sieht es bei älteren Menschen, Immungeschwächten (dazu zählen auch Neugeborene), chronisch Kranken sowie Schwangeren aus. In der ersten Schwangerschaftshälfte kann eine Listeriose zu Fehl- oder Frühgeburten führen. Im letzten Schwangerschaftsdrittel ist die Gefahr der Übertragung auf das Kind besonders hoch. Bei Säuglingen kann es zu schweren, manchmal sogar tödlichen Verlaufsformen oder zu Organschäden kommen. Aus diesen

Gründen warnen verschiedene renommierte Institutionen bei den erwähnten Risikogruppen vor dem Verzehr roher Lebensmittel – zu denen auch Rohmilchprodukte zählen. Entsprechende Empfehlungen geben auch die WHO (World Health Organisation), die staatlichen Lebensmitteluntersuchungsämter, der Verbraucherservice Bayern e. V., die Landesvereinigung der Bayerischen Milchwirtschaft und das Robert Koch Institut.

Rohmilchverzehr reduziert das Allergierisiko

Der Gefahr durch pathogene Keime steht eine immunmodulierende Wirkung auf das angeborene Immunsystem gegenüber. Mehrere Studien zeigen, dass Rohmilchverzehr im ersten Lebensjahr das Allergie- und Asthmarioisiko im Kindergartenalter verringert. Eine Studie am »Tropen- und Public Health Institut« fand erste Hinweise auf einen direkten Einfluss unbehandelter Kuhmilch auf das Immunsystem von Kindern. Es konnte eine stärkere Aktivierung der angeborenen kindlichen Immunantwort nachgewiesen werden.

Kinder, die vor ihrem ersten Geburtstag regelmäßig nicht erwärmte Rohmilch tranken, hatten zudem eine erhöhte Syntheseleistung bestimmter immunrelevanter Rezeptoren.

Schutzfaktoren: Molkenproteine und Fettsäuren

Zahlreiche Studien deuten darauf hin, dass die Fraktion der unveränderten Molkenproteine – die bei höheren Temperaturen leicht denaturieren und dadurch Struktur und Funktion verlieren – eine überschießende Immunreaktion verhindern und so vor Allergien schützen könnten. Der exakte Mechanismus ist bisher nicht bekannt.



Unbehandelte Milch scheint das Allergierisiko bei Kindern zu senken.

Diskutiert wird eine Signalwirkung verschiedener Molkenproteine, die den Aufbau der Darmflora beeinflussen. Die Darmflora besitzt eine bedeutende Rolle bei der Reifung des kindlichen Immunsystems.

Das in der Milch enthaltene TGF-beta (transforming growth factor) fördert die Stabilität der Darmbarriere, auf diese Weise gelangen weniger Allergene – die

das Immunsystem in Alarmbereitschaft versetzen könnten – durch die Barriere. Neben den Proteinen kristallisiert sich auch ein schützender Einfluss bestimmter Milchfette heraus. Bei Kühen, die auf der Weide grasen, finden sich in der Milch vermehrt bestimmte Transfettsäuren. Die trans-Vaccensäure scheint dabei einen besonders beruhigenden Einfluss auf das kindliche Immunsystem zu besitzen.

Fazit

Es gibt zahlreiche Hinweise, dass Rohmilchverzehr das Allergierisiko bei Kindern senken kann. Als Schutzfaktoren werden vor allem native Molkenproteine, die bei der Erhitzung relativ leicht Struktur und Funktion verlieren, diskutiert. Molkenproteine können den Aufbau der Darmflora beeinflussen, diese spielt bei der Reifung des kindlichen Immunsystems eine Rolle. Einer möglichen Schutzwirkung steht allerdings die nicht zu unterschätzende Gefahr pathogener Keime in nicht erhitzter Milch gegenüber. Institutionen wie die WHO und das Robert-Koch-Institut raten vom Rohmilchverzehr ab.

Ist Schimmelkäse wirklich ungefährlich?



Edelschimmel sorgt für ein ganz spezielles Aroma und ist völlig ungefährlich.

Schimmelkäse werden mittels spezieller Edelschimmelpkulturen hergestellt, die dem Käse absichtlich zugesetzt werden. Diese Edelschimmelpkulturen haben nichts mit dem gesundheitsschädlichen Schimmel gemein, der sich unerwünscht auf Lebensmitteln breitmacht und so zu deren Verderb beiträgt. Edelschimmel bildet ausschließlich Aro-

mastoffe, die dem jeweiligen Käse seine unverwechselbare Note geben und ihn bekömmlich machen. Toxine (Mykotoxine) wie beim gesundheitsschädlichen Schimmel entstehen dabei nicht. Da der Edelschimmel im Verlauf des Reifungsprozesses auch Laktose abbaut, eignet sich der Käse auch für Menschen mit einer Laktoseintoleranz.

Außerdem schützen Edelschimmel den Käse vor einem möglichen Befall mit Fremdschimmel. Ein geschlossener Schimmelrasen auf der Käsoberfläche unterdrückt das Wachstum von Schadschimmel – ein Befall mit gesundheitsschädlichem Schimmel ist deshalb eher selten. Bei einer schwarzen Färbung des Schimmels sollte der Käse aber nicht mehr gegessen werden, denn dann

besteht die Gefahr, dass es sich um gesundheitsschädlichen Schimmel handelt. Wer sich nicht sicher ist, für den ist die Nase eine gute Orientierungshilfe: Riecht der Käseschimmel wie der Schimmel auf schimmeligem Brot, handelt es sich um einen unerwünschten Schimmel und der Käse ist meist nicht mehr zum Verzehr geeignet.

Fazit

Schimmelkäse sind völlig ungefährlich für die Gesundheit und können ohne Einschränkungen gegessen werden. Die Edelschimmelkulturen produzieren nur Aromen und verleihen dem jeweiligen Käse seine ganz spezielle Note. Edelschimmel bilden keine giftigen Verbindungen und schützen Käse zudem vor einem Befall durch gesundheitsschädlichen Schimmel.

Verschleimung durch Milch?

Im 12. Jahrhundert empfahlen Ärzte Asthmapatienten auf Milch zu verzichten, da diese zur Verschleimung der Atemwege beitragen würde. Auch die traditionelle chinesische Medizin betrachtet Milch als ein die Schleimbildung förderndes Lebensmittel. Diese, ins Reich der Legenden gehörende Eigenschaft von Milch wird noch heute gegen den Milchverzehr angeführt.

Die Schleimbildung ist ein elementarer Vorgang der Schleimhäute, ohne die Lunge und Intestinaltrakt ihre Funktionen nicht erfüllen könnten. Auch der Speichel enthält Schleimstoffe, die sogenannten Mucine. Milch ist chemisch gesehen eine Öl-in-Wasser-Emulsion, die durch Proteine stabilisiert wird. Der Kontakt dieser Emulsion mit dem Speichel in der Mundhöhle kann – in Abhängigkeit vom pH-Optimum eines Proteins – zum Ausflocken von Proteinen führen. Die damit einhergehende Viskositäts-erhöhung könnte fälschlich als eine vermehrte Schleimproduktion interpretiert werden. Eine Folge der Verschleimungshypothese ist die Warnung, bei Asthma auf Milch zu ver-

zichten. Mehrere Studien, durchgeführt überwiegend in den 1990er Jahren, zeigen jedoch keine Verstärkung der Asthma-Symptome durch Milchverzehr.



Nur in wenigen Einzelfällen zeigten Kuhmilch-Allergiker nach dem Verzehr von Milch asthmaähnliche Symptome. Keine wissenschaftlich validen Hinweise gibt es zur Aussage der traditionellen chinesischen Medizin, dass Milchproteine unverdaut in den Darm gelangen, wo sie sich auf den Darmzotten ablagern und so die Nährstoffaufnahme behindern sollen.

Bei gesunden Individuen, die über alle für die Verdauung notwendigen proteolytischen Enzyme verfügen, beginnt die Hydrolyse der mit der Nahrung aufgenommenen Proteine bereits im Magen und setzt sich im Dünndarm fort. Auf diese Weise kommen nur Proteinbruchstücke – Peptide und Aminosäuren – mit den Darmzotten in Berührung.

Fazit

Dass Milch zu einer Verschleimung von Atemwegen und Darmzotten führt, ist nach aktueller wissenschaftlicher Datenlage eine Legende. Im Mund kann der Speichel zu einer Ausflockung von Proteinen führen, die als eine vermehrte Schleimbildung interpretiert werden kann. Protein wird bei einem gesunden Individuum im Verdauungstrakt in kleinere Bruchstücke zerlegt, nur diese gelangen in den Darmbereich, in dem eine Nährstoffabsorption durch die Darmzotten erfolgt.

Kuhmilch – das perfekte Sportgetränk?

Das Interesse an Kuhmilch als Sportgetränk wächst, und das nicht ohne Grund. Ein Blick auf die Inhaltsstoffe der Milch zeigt, das proteinhaltige Getränk ähnelt einem idealen Erholungsgetränk nach dem Sport. Milch ist flüssig, enthält leicht verdauliche Kohlenhydrate in Form von Laktose und eine optimale Mischung aus Molken- und Kasein-Proteinen. Hinzu kommt, dass zahlreiche wissenschaftlich fundierte Studien das Potenzial der Milch nach Kraft- und Ausdauersport bestätigen. Der Verzehr von fettreduzierter Milch hat nachweislich positive Einflüsse auf den Proteinstoffwechsel – Muskelproteinsynthese und Bilanz des Nettomuskelproteins verbessern sich sichtlich.

Milch und Kraftsport

Beim Krafttraining führt der Verzehr von Milch zur erwünschten Muskelhypertrophie – einem überproportionalen Wachstum der Skelettmuskulatur. Der Zuwachs an Muskelmasse ist durch Milchverzehr sogar größer als durch kommerziell erhältliche Sportgetränke. Bei einem Vergleich zwischen Milch, einem Getränk aus Sojaprotein und einem Koh-

lenhydratgetränk (Maltodextrin) war die Milch klar im Vorteil. Zahlreiche weitere Studien bestätigen dies. Neben dem größeren Zuwachs an Muskelmasse fanden sich bei den Milchtrinkern auch deutlich mehr der für Kraftsport wichtigen Typ-II-Muskelfasern.

Milch und Ausdauersport

Was für den Kraftsport gilt, scheint auch beim Ausdauersport zu funktionieren. Milch schneidet auch bei Ausdauersportarten wie dem Radfahren nicht schlechter ab als konventionelle Sportgetränke. In einer US-Studie waren Radsportler nach dem Verzehr von Schokomilch der Kontrollgruppe, die ein Regenerationsgetränk aus Kohlenhydraten und Elektrolyten erhalten hatte, nachweislich überlegen. Bei einem Rennen trat die Erschöpfung in der Milchgruppe deutlich später ein und auch die erzielte Gesamtleistung war in der Milchgruppe besser. Wie lässt sich dies erklären? Der erhöhte Energiebedarf wird beim Ausdauertraining vermehrt auch durch verzweigtkettige Aminosäuren, so genannte BCAA (branched chain amino acids) gedeckt.



Milch ist eine gute Alternative zum konventionellen Sportgetränk.

Die in Milch enthaltenen Molkenproteine sind reich an BCAA und können so dazu beitragen, den erhöhten Energiebedarf zu decken. So wirken Molkenproteine nicht nur dem Muskelproteinabbau entgegen, sondern erhöhen auch die Muskelproteinsynthese während der anschließenden Erholungsphase. Hinzu kommt die Erhöhung der Syntheserate von Glutathion durch die in Molkenproteinen zahlreich vorhandenen schwefeligen Aminosäuren. Glutathion bindet die beim Sport in größeren Mengen anfallenden reaktiven Sauerstoffspezies, vermindert dadurch oxidativen Stress und führt zu einer rascheren Erholung.

Milch und Rehydrierung

Auf Grund seiner Nährstoffdichte eignet sich Milch auch für eine effiziente Rehy-

drierung nach dem Sport. Im Vergleich mit anderen Sportgetränken und Wasser schneidet fettreduzierte Milch bei der Wiederauffüllung der Flüssigkeitsspeicher nach einem dehydrierenden Training deutlich besser ab. Da nährstoffdichtere Getränke wie Milch eine höhere Verweildauer im Magen besitzen, wird weniger Flüssigkeit pro Zeiteinheit über die Nieren wieder ausgeschieden. Diese retardierte Flüssigkeit kann dann zu einer schnellen und effizienten Wiederauffüllung der verbrauchten Flüssigkeitsspeicher im Körper beitragen. Milch besitzt also eine bessere Flüssigkeitsretention als mit Kohlenhydraten angereicherte Sportgetränke und stellt deshalb eine gute Alternative zur Wiederherstellung des Flüssigkeitshaushaltes nach einem schweißtreibenden Training dar.

Fazit

Es gibt zunehmend wissenschaftliche Beweise, die den Einsatz von fettarmer Milch nach dem Sport als sinnvoll erachten und ihren Verzehr als Sportgetränk – sowohl im Kraftsport als auch im Ausdauersport – als sinnvoll erachten. Bei Kraft- wie Ausdauersportarten wirkt Milch positiv auf den Erholungsprozess und schneidet nicht schlechter als konventionelle Sportgetränke ab. Im Kraftsport erhöht Milch die Muskelhypertrophie und fördert das Wachstum von Typ-II-Muskelfasern. Im Ausdauersport ist Milch beim Abruf zusätzlicher Leistung konventionellen Sportgetränken überlegen. Letzteres spricht dafür, dass Milch wohl auch die Auffüllung der Glykogenspeicher fördert. Wissenschaftliche Beweise dazu gibt es bisher aber nicht. Auf Grund der Nährstoffdichte stellt Milch eine gute Alternative zur Wiederherstellung des Flüssigkeitshaushaltes nach einem dehydrierenden Training dar.

Zusammenfassung des Literatur- überblicks

Der Milchverzehr hat in Mitteleuropa eine über 8.000-jährige Tradition und ging mit einem enormen evolutionären Vorteil für die Menschheit einher. Milch und daraus hergestellte Produkte enthalten zahlreiche essentielle Nährstoffe sowie wichtige Mikronährstoffe und sind deshalb in vielen Ländern elementare Bestandteile der Ernährung. Die einzigartigen Bestandteile des Milchfettes, lange Zeit als ernährungsphysiologisch ungünstig eingestuft, werden aktuell neu bewertet. Obwohl die DASH-Studie (Dietary Approaches to Stop Hypertension) gezeigt hat, dass ein Ernährungsmuster, das zusätzlich zu ausreichend Obst, Gemüse und Vollkornprodukten noch 2–3 Portionen fettarme Milchprodukte enthält, einer Ernährung ohne Milchprodukten überlegen ist, reißen die Legenden rund um die Milch nicht ab. Mit der Realität haben sie meist nicht viel zu tun, wie der Überblick über die aktuelle wissenschaftliche Literatur bestätigt.

Milchverzehr: Schutz oder Krankheitsrisiko

Zahlreiche Studien belegen, dass ein erhöhter Verzehr von Milch und Milch-

produkten das Risiko für Koronare Herzkrankheit (KHK) und Schlaganfall nicht erhöht (12, 13). Ein vermehrter Verzehr führt nachweislich zu einem geringeren Risiko für Bluthochdruck (14, 15, 16) und Diabetes mellitus Typ 2 (12, 17, 18, 19), außerdem nehmen Knochenmasse und Knochendichte zu. Das multifaktorielle Krankheitsgeschehen einer Osteoporose scheint durch die Ernährung alleine nicht beeinflussbar zu sein. Das Kalzium in der Milch hat weder positive noch negative Auswirkungen auf das Erkrankungsrisiko und ein möglicherweise damit einhergehendes Knochenbruchrisiko.

Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Milchverzehr und Erkrankungen wie Adipositas und metabolischem Syndrom ist bisher nicht bestätigt. Das Risiko für Darmkrebs wird durch Milchverzehr reduziert, erste Hinweise für einen positiven Einfluss bestimmter Milch Inhaltsstoffe gibt es auch beim Brustkrebs (20, 21, 22, 23).

Nicht physiologische Kalziumkonzentrationen im Blut stellen wohl ein erhöhtes

Risiko für ein Prostatakarzinom dar (24, 25). Unklar ist bisher, ob ein direkter Zusammenhang zwischen der Einstellung des Kalziumspiegels im Blut und dem mit der Ernährung aufgenommenen Kalzium besteht. Studien belegen zwar einen dosisabhängigen Zusammenhang zwischen Kalziummenge und dem Risiko für ein Prostatakarzinom, Verzehrstudien mit Milch ließen aber keinen eindeutigen Zusammenhang erkennen.

Unzureichend erforscht ist, inwieweit ein erhöhter Verzehr von Milch bei Jugendlichen zu einem verstärkten Auftreten von Akne beitragen könnte. Das Kariesrisiko wird durch Milch und Milchprodukte weder erhöht noch gesenkt.

Allergenes Potenzial und Allergieschutz durch Rohmilch

Bestimmte Proteine der Milch besitzen ein allergenes Potenzial (28–30), dennoch ist eine Allergie ein eher seltenes Phänomen. Die Häufigkeit einer Kuhmilchproteinallergie schwankt in Europa zwischen 0,5 bis 7,0 % bei Kindern und 0,7 bis 1,2 % bei Erwachsenen. Bei Kindern verliert sich eine Allergie in

einigen Fällen mit zunehmendem Alter wieder (31). Dem allergenen Potenzial verschiedener Aminosäuresequenzen in Kaseinen und Molkenproteinen steht eine mögliche Schutzwirkung durch native Molkenproteine in Rohmilch gegenüber. Auch wenn Rohmilch einen gewissen Allergieschutz bieten könnte – Forschungen dazu stehen noch am Anfang – darf die Gefahr durch pathogene Keime in Rohmilch nicht unterschätzt werden. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt raten Institutionen wie die WHO, das Robert Koch-Institut, das Max Rubner-Institut und die staatlichen Untersuchungsämter von einem Rohmilchverzehr ab. Bei eindeutig diagnostizierter Milchproteinallergie ist die Kreuzreaktivität verschiedener Säugetierspezies (Ziege, Schaf) zu beachten, ein Ausweichen auf Schaf- oder Ziegenmilch ist nur nach vorheriger Allergietestung möglich (32, 33).

Milch: Ein optimales Sportgetränk?

Der Einsatz von fettarmer Milch als Ersatz für teure Sportgetränke wird seit längerem in der Fachwelt diskutiert und erste Studien mit Kraft- und Ausdauer-

sportlern bestätigen positive Wirkungen im Rahmen der Sporternährung. Die Zusammensetzung des Milchproteins wirkt sich bei Kraft- und Ausdauersportarten positiv auf den Erholungsprozess aus. Im Kraftsport erhöht Milch die Muskelhypertrophie und fördert das Wachstum von Typ-II-Muskelfasern (34). Im Ausdauersport ist Milch beim Abruf zusätzlicher Leistung konventionellen

Sportgetränken sogar leicht überlegen (35). Letzteres spricht zwar dafür, dass Milch auch die Auffüllung der Glykogenspeicher fördert, valide Beweise hierzu stehen aber noch aus. Auf Grund seiner Nährstoffdichte eignet sich Milch gut zur Wiederherstellung des Flüssigkeitshaushaltes nach einem dehydrierenden Training (36), gleichzeitig muss aber der Fettgehalt berücksichtigt werden.

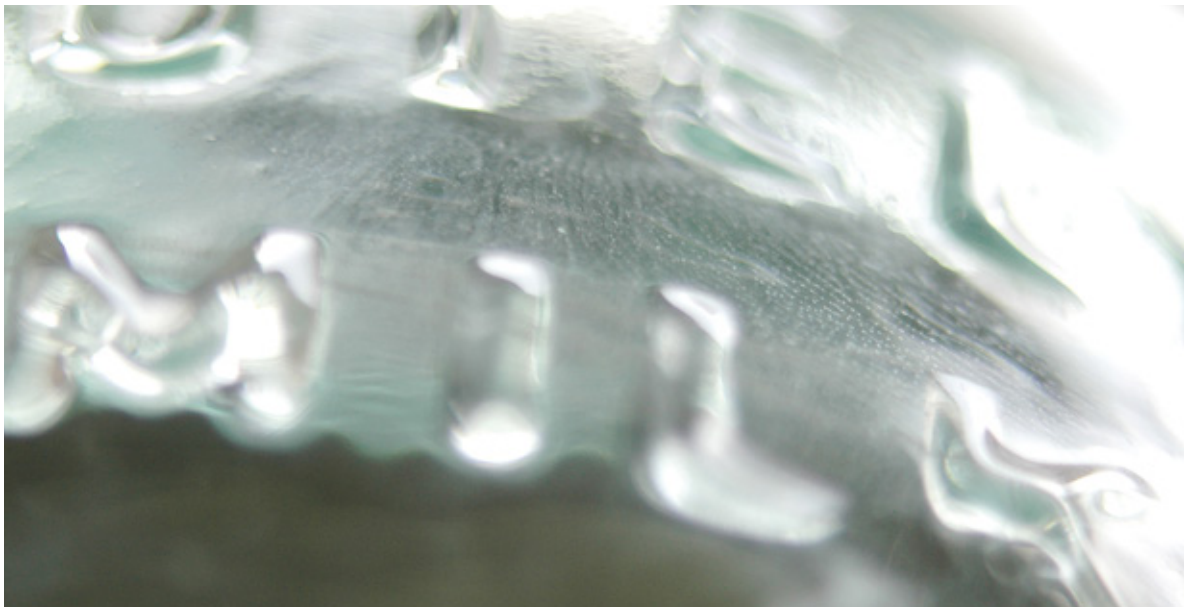
Fazit

Epidemiologische Studien bringen den »heute üblichen« Verzehr von Milch und Milchprodukten überwiegend mit positiven Eigenschaften für die Gesundheit in Verbindung. Die von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfohlenen 200 bis 250 g Milch und Milchprodukte sowie 50 bis 60 g Käse sollten deshalb für eine ausgewogene und gesunde Ernährung eingehalten werden.

Ausblick

Da Milch und Milchprodukte eine zentrale Bedeutung für die Ernährung des Menschen spielen, werden die Kenntnisse bezüglich Inhaltsstoffen und ernährungsphysiologischer Bedeutung kontinuierlich ausgebaut. Inwieweit die Fütterung der Rinder Auswirkungen auf die ernährungsphysiologische Wirkung der Milch besitzt, ist Gegenstand der Forschung. Außerdem werden die Wirkungen, die aus Milchproteinen im Dünndarm entstehenden Peptide, und die Rolle von Mikroorganismen

und deren Metaboliten in fermentierten Milchprodukten auf den Darm untersucht. Auch das Vorkommen von Rinder-spezifischer microRNA in der Milch und deren Bioverfügbarkeit sowie Bioaktivität beim Menschen stellen eine gesundheitlich relevante neue Forschungsfrage dar. Erste Hinweise zu unterschiedlichen Eigenschaften der genetischen Varianten A1 β -Casein und A2 β -Casein und deren mögliche Auswirkungen auf die Gesundheit werden in diversen Studien thematisiert.



Literatur

Sekundärliteratur:

Legenden und Fakten rund um die Milch – Stand der wissenschaftlichen Forschung zum Thema Kuhmilchverzehr und dessen Einfluss auf die menschliche Gesundheit. Ein Kooperationsprojekt mit dem Max Rubner-Institut, unterstützt vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Auszug aus der Primärliteratur:

- (1) Saneei, P., et al., *Influence of Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet on blood pressure: A systematic review and meta-analysis on randomized controlled trials*. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2014.
- (2) Salehi-Abargouei, A., et al., *Effects of Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH)-style diet on fatal or nonfatal cardiovascular diseases-incidence: a systematic review and meta-analysis on observational prospective studies*. Nutrition, 2013. **29**(4): p. 611–8.
- (3) Shirani, F., A. Salehi-Abargouei, and L. Azadbakht, *Effects of Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet on some risk for developing type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis on controlled clinical trials*. Nutrition, 2013. **29**(7-8): p. 939-47.
- (4) Asemi, Z., et al., *Favourable effects of the Dietary Approaches to Stop Hypertension diet on glucose tolerance and lipid profiles in gestational diabetes: a randomised clinical trial*. Br J Nutr, 2013. **109**(11): p. 2024–30.
- (5) Wüthrich, B., et al., *Milk consumption does not lead to mucus production or occurrence of asthma*. J Am Coll Nutr, 2005. **24**(6 Suppl): p. 547s–55s.
- (6) Calvez, J., et al., *Protein intake, calcium balance and health consequences*. Eur J Clin Nutr, 2012. **66**(3): p. 281–95.
- (7) Darling, A.L., et al., *Dietary protein and bone health: a systematic review and meta-analysis*. Am J Clin Nutr, 2009. **90**(6): p. 1674–92.
- (8) Fenton, T.R., et al., *Causal assessment of dietary acid load and bone disease: a systematic review & meta-analysis applying Hill's epidemiologic criteria for causality*. Nutr J, 2011. **10**: p. 41.
- (9) Heaney, R.P., *Ethnicity, bone status, and the calcium requirement*. Nutrition Research, 2002. **22** p. 153–178.
- (10) Heaney, R.P., *Low calcium intake among African Americans: effects on bones and body weight*. J Nutr, 2006. **136**(4): p. 1095–8.

-
- (11) Putman, M.S., et al., *Differences in skeletal microarchitecture and strength in African-American and white women*. J Bone Miner Res, 2013. **28**(10): p. 2177–85.
- (12) Elwood, P.C., et al., *The consumption of milk and dairy foods and the incidence of vascular disease and diabetes: an overview of the evidence*. Lipids, 2010. **45**(10): p. 925–39.
- (13) Gibson, R.A., et al., *The effect of dairy foods on CHD: a systematic review of prospective cohort studies*. Br J Nutr, 2009. **102**(9): p. 1267–75.
- (14) Ralston, R.A., et al., *A systematic review and meta-analysis of elevated blood pressure and consumption of dairy foods*. J Hum Hypertens, 2012. **26**(1): p. 3–13.
- (15) Soedamah-Muthu, S.S., et al., *Dairy consumption and incidence of hypertension: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies*. Hypertension, 2012. **60**(5): p. 1131–7.
- (16) Dong, J.Y., et al., *Effect of probiotic fermented milk on blood pressure: a meta-analysis of randomised controlled trials*. Br J Nutr, 2013. **110**(7): p. 1188–94.
- (17) Gao, D., et al., *Dairy products consumption and risk of type 2 diabetes: systematic review and dose-response meta-analysis*. PLoS One, 2013. **8**(9): p. e73965.
- (18) Tong, X., et al., *Dairy consumption and risk of type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of cohort studies*. Eur J Clin Nutr, 2011. **65**(9): p. 1027–31.
- (19) Aune, D., et al., *Dairy products and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies*. Am J Clin Nutr, 2013. **98**(4): p. 1066–83.
- (20) Aune, D., et al., *Dairy products and colorectal cancer risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies*. Ann Oncol, 2012. **23**(1): p. 37–45.
- (21) Huncharek, M., J. Muscat, and B. Kupelnick, *Colorectal cancer risk and dietary intake of calcium, vitamin D, and dairy products: a meta-analysis of 26,335 cases from 60 observational studies*. Nutr Cancer, 2009. **61**(1): p. 47–69.
- (22) Ralston, R.A., et al., *Colorectal cancer and nonfermented milk, solid cheese, and fermented milk consumption: a systematic review and meta-analysis of prospective studies*. Crit Rev Food Sci Nutr, 2014. **54**(9): p. 1167–79.
- (23) Dong, J.Y., et al., *Dairy consumption and risk of breast cancer: a meta-analysis of prospective cohort studies*. Breast Cancer Res Treat, 2011. **127**(1): p. 23–31.

-
- (24) Boeing, H., *Prävention durch Ernährung*, in *12. Ernährungsbericht 2012*. 2012, Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. p. 340–357.
- (25) Allen, N.E., et al., *Animal foods, protein, calcium and prostate cancer risk: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition*. *Br J Cancer*, 2008. **98**(9): p. 1574–81.
- (26) Strachan, D., Perkin, M.: *Which aspects of the farming lifestyle explain the inverse association with childhood allergy?* In: *J Allergy Clin Immunol*. 117, p. 1374–1381, 2006.
- (27) Loss, G. et al., *The protective effect of farm milk consumption on childhood asthma and atopy: The GABRIELA study*. In: *J Allergy Clin Immunol* 128, p. 766–773, 2011.
- (28) Cordle C. T., *Soy Protein Allergy: Incidence and Relative Severity*. *The Journal of Nutrition* 2004; 134: p. 1213–1219.
- (29) Mills E. N. C., Breiteneder H., *Food allergy and its relevance to industrial food proteins*. *Biotechnology Advances* 2005; 23: p. 409–414.
- (30) Sicherer S. H., Sampson H. A., *Food allergy*. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2006; 117: p. 470–475.
- (31) Bahna, Heiner, *Allergies to milk*, Verlag Grüne und Straton, New York 1980.
- (32) Sabbah A., S. Hassoun, M. Drouet, *L'allergie au lait de vache et sa substitution par le lait de chèvre*. In: Freund G.: *Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre*, INRA, Paris 1997, p. 111–118.
- (33) Crawford L. V., F. T. Grogan, *Allergenicity of cow's milk proteins IV. Relationship to goat's milk proteins as studied by serum-agar precipitation*. *J. Pediatr.* 59, 347–350 (1961).
- (34) Hartman JW, Tang JE, Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Lawrence RL, Fullerton AV, Phillips SM, *Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters*. *Am J Clin Nutr* 2007, 86: p. 373–381.
- (35) Karp JR, Johnston JD, Tecklenburg S, Mickleborough TD, Fly AD, Stager JM, *Chocolate milk as a post-exercise recovery aid*. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2006, 16: p. 78–91.
- (36) John Seifert, Joseph Harmon, and Patty DeClercq, *Protein Added to a Sports Drink Improves Fluid Retention*. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2006, 16, p. 420–429.
-

Impressum

Herausgeber:

Kompetenzzentrum für Ernährung (KErn)
an der Bayerischen Landesanstalt für
Landwirtschaft (LfL)

Redaktion:

Bereich Wissenschaft
Am Gereuth 4
85354 Freising

E-Mail:

poststelle@KErn.bayern.de

Internet: www.kern.bayern.de

Copyright: KErn Freising

Primärliteratur:

Grundlage dieser Kurzpublikation ist die Literatur-
recherche des zugehörigen Abschlussberichts
»Legenden und Fakten rund um die Milch.«

Fotos:

Titel: Richard Bartz, Munich Makro Freak;

Creative Commons License: CC BY-SA 3.0 |

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bos_taurus_taurus_relaxing.jpg

5: Gortincoiel/photocase.de | ID 208319

6: photocreww/fotolia.com | #30539380

13: Alliance/fotolia.com | #56619341

17: Francesca Schellhaas/photocase.de | ID 239480

19: jd-photodesign/fotolia.com | #68260300

23: nailiaschwarz/photocase.de | ID 283083

28: Waldemar Milz/fotolia.com | #60049322

30: petervogelphoto/fotolia.com | #64908186

32: biloba/photocase.de | ID 228518

35: daniel.schoenen/photocase.de | ID 151763

40: topse/photocase.de | ID 34643