



FACHDOSSIER:  
PFLANZENBASIERTE ESSEN

# VERGLEICH DER BIOVERFÜGBARKEIT VON VITAMINEN UND MINERALSTOFFEN AUS MILCH UND PFLANZENBASIERTE GETRÄNKEN

Dr. Katrin A. Kopf-Bolanz  
Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-,  
Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL,  
Länggasse 85, 3052 Zollikofen  
katrin.kopf@bfh.ch

Zollikofen, im Januar 2022

swissmilk

Milch und pflanzenbasierte Getränke sind generell schwierig zu vergleichen. Sie haben einen anderen Ursprung, weisen sehr unterschiedliche Gehalte an Nährstoffen auf, und auch ihre Matrix, die anderen Bestandteile im Getränk, ist anders zusammengesetzt. Zudem weisen pflanzenbasierte Getränke auch untereinander eine stark unterschiedliche Nährstoffzusammensetzung entsprechend der Vielzahl an pflanzlichen Quellen auf.

Betrachtet man die Bioverfügbarkeit von Mineralstoffen und Vitaminen – schaut man also, wieviel davon wirklich am Zielort im Körper ankommt –, muss man externe und interne Faktoren berücksichtigen. Externe Faktoren sind zum Beispiel der Einfluss der Verarbeitung oder die Interaktion von Nährstoffen untereinander oder mit der Lebensmittelmatrix. Interne Faktoren sind zum Beispiel eine reduzierte Aktivität der Verdauenzymen oder eine eingeschränkte Transportfunktion.

Wichtig ist auch eine Unterscheidung von zugesetzten und natürlich enthaltenen Nährstoffen. Zur Bioverfügbarkeit von Vitaminen und Mineralstoffen aus Milch gibt es schon einige Studien, zu pflanzenbasierten Getränken sind weniger Informationen zu finden. Dieses Fachdossier gibt einen Überblick.



## INHALTSVERZEICHNIS

---

4	<b>Bioverfügbarkeit von Milchinhaltsstoffen</b>
5	<b>Bioverfügbarkeit von Inhaltsstoffen in Pflanzendrinks</b>
7	<b>Fazit</b>
8	<b>Literatur- und Quellenverzeichnis</b>

---

### **Impressum**

© swissmilk 2022

Herausgeberin: Schweizer Milchproduzenten SMP, swissmilk, Bern

Projektleitung: Susann Wittenberg, Oecotrophologin BSc, swissmilk

Korrektorat: Markus Schütz, Bern

Gestaltung: Stefan Aebi, grafik & illustration, Toffen

Fotos: swissmilk



## BIOVERFÜGBARKEIT VON MILCHINHALTSSTOFFEN

Die Kuhmilch enthält viele Vitamine und Mineralstoffe, die zur Nährstoffversorgung beitragen (Muehlhoff 2013). Insbesondere Vitamin B<sub>12</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>2</sub>, K und D sind hierbei zu beachten. Ausserdem sind die Mineralstoffe Kalzium, Eisen, Selen, Magnesium und Zink in der Milch enthalten.

Die Bioverfügbarkeit von **Kalzium** aus der Milch liegt etwa bei 40 % (Heaney et al. 1989). Vitamin D spielt eine grosse Rolle in der Kalziumregulation und erhöht die Resorption. Milch enthält natürliches Vitamin D; wird sie zusätzlich angereichert, erhöht sich die Kalziumbioverfügbarkeit noch weiter, da unter anderem der Vitamin-D-Transport reguliert ist (Kaushik et al. 2014; Peng et al. 1999).

Die Bioverfügbarkeit von **Magnesium** in Milch (10 mg/100 ml) beträgt etwa 75 % (Ekmekcioglu 2000). Bestimmte Peptide aus der Kaseinfraction der Milch können auch Magnesium, Kalzium, Eisen und Zink binden und möglicherweise ihre Absorption erhöhen (Vegarud et al. 2000). Zudem gibt es Hinweise, dass Laktose die Absorptionsraten von Magnesium und Kalzium verstärken kann (Brink et al. 1992).

Es wird angenommen, dass die Bioverfügbarkeit von **Zink** aus der Milch etwa 25–30 % beträgt. Es wurde sogar gezeigt, dass eine Milchzugabe die Bioverfügbarkeit von Zink aus phytatreichem Reis erhöhte (Talsma et al. 2017).

**Jod** in der Milch hat eine hohe Bioverfügbarkeit von 90 % (van der Reijden et al. 2019). Für die genannten Mineralstoffe zeigt sich, dass die Matrix der Milch sich förderlich auf deren Bioverfügbarkeit auswirkt.

Die Bioverfügbarkeit von **Vitamin A** aus Milch liegt bei etwa 15 % (Herrero et al. 2002), die von **Vitamin B<sub>2</sub>** (Riboflavin) bei etwa 67 % (Dainty et al. 2007) und die Bioverfügbarkeit von **Vitamin B<sub>12</sub>** etwa bei 65 % (Russell et al. 2001). In einer Tierstudie wurde gezeigt, dass die Bioverfügbarkeit von Vitamin B<sub>12</sub> aus Milch höher ist als diejenige von synthetischem Cyanocobalamin, der Vitamin-B<sub>12</sub>-Form, die in Supplementen zum Einsatz kommt. Die Werte für die Vitamin-B<sub>12</sub>-Bioverfügbarkeit aus Milch in Kombination mit einer gemischten Mahlzeit lagen aber bei nur 8–10 % (Matte et al. 2012).

Die Bioverfügbarkeit von **Vitamin K** – in der Milch vorkommend als Menachinon (Vitamin K<sub>2</sub>) – ist höher als diejenige des in pflanzlichen Lebensmitteln enthaltenen Vitamins K, welches in der Form von Phyllochinon (Vitamin K<sub>1</sub>) vorliegt. Es gibt allerdings keine Informationen zur exakten Bioverfügbarkeit von Vitamin K aus Milch (Gijsbers et al. 1996).



## BIOVERFÜGBARKEIT VON INHALTSSTOFFEN IN PFLANZENDRINKS

Pflanzenbasierte Getränke enthalten ebenfalls wichtige Vitamine und Mineralstoffe. Jedoch werden in den Getränken die niedrigeren oder fehlenden Gehalte an Kalzium, Vitamin D und Vitamin B<sub>12</sub> oft durch Anreicherung an die entsprechenden Gehalte der Milch angeglichen. Die Bioverfügbarkeit aus angereicherten Getränken und diejenige aus natürlichen Quellen muss deshalb getrennt betrachtet werden.

Das wichtigste Beispiel dafür ist **Kalzium**, für das die Milch geschätzt wird. In pflanzenbasierten Getränken ist es in geringeren Mengen enthalten und wird somit oft angereichert. Im Vergleich zum natürlich vorkommenden Kalzium in der Milch ist die Bioverfügbarkeit von zugesetztem Kalzium in Form von Tricalciumphosphat in einem **Sojagetränk** etwa 25 % niedriger (Heaney et al. 2000). Der Gehalt an Phytinsäure, Tanninen und Nahrungsfasern korreliert negativ mit der absorbierbaren Kalziummenge (Ghavidel und Prakash 2007). Die Zugabe von Fasern führte zu einer niedrigeren Kalziumbioverfügbarkeit aus gemischten Mahlzeiten (Ismail-Beigi et al. 1977). Oxalat in **Mandelgetränken** kann auch die Kalziumbioverfügbarkeit senken (Ellis und Lieb 2015).

Generell sind die verschiedenen Kalziumformen, die zur Anreicherung genutzt werden, unterschiedlich bioverfügbar (Heaney et al. 2005). Es wurde gezeigt, dass die Absorption von Kalzium (zugesetzt als Mischung von unterschiedlichen Formen) und Magnesium aus einem **Sojagetränk** reduziert war (Brink et al. 1992). Der Grund dafür ist die im Sojagetränk enthaltene Phytinsäure, welche zweiwertige Kationen wie Zink, Magnesium und Eisen binden kann und ihre Bioverfügbarkeit reduziert (Sandberg et al. 1989). Auch die oft eingesetzte marine Rotalge *Lithothamnium calcareum* (32 % Kalzium und 1,6 % Magnesium) weist eine niedrigere Bioverfügbarkeit auf (González-Vega et al. 2015; González-Vega et al. 2014). Eine Supplementierung mit Kalziumkarbonat resultiert in einer besseren Bioverfügbarkeit als eine mit Tricalciumphosphat; sie ist vergleichbar mit der Bioverfügbarkeit von Kalzium aus Milch

(Zhao et al. 2005). In den Getränken ist aber zu beachten, dass die Löslichkeit vieler Kalziumsupplemente eher schlecht ist und es zur Ablagerung eines Bodensatzes im Getränk kommen kann, welche unabhängig von der Kalziumquelle ist und bei welcher der Bodensatz meist auch durch starkes Schütteln des Getränkes nicht vollständig gelöst wird (Heaney und Rafferty 2006). Auch das Kalzium-Phosphat-Verhältnis spielt für die Kalziumbioverfügbarkeit eine Rolle. Ist das Verhältnis höher als 1:2 oder 2:1, kann sich unlösliches Kalziumphosphat bilden und die Kalziumbioverfügbarkeit senken (Dubey und Patel 2018).

Die enthaltene Phytinsäure kann zudem auch andere divalente Kationen wie Eisen und Zink binden und ihre Absorption reduzieren. Ein molares Verhältnis von Phytinsäure zu Mineralstoff unter 0,4 scheint dessen Bioverfügbarkeit nicht stark zu beeinträchtigen (bei Eisen schon unter 0,2) (Hurrell 2004). Auch Polyphenole können die Bioverfügbarkeit von Eisen aus pflanzlichen Quellen reduzieren (Gibson et al. 2006). Ausserdem konkurrieren Magnesium und Eisen um dasselbe Transportprotein und können sich gegenseitig inhibieren (Lynch 2000).

Eine aktuelle Studie aus Brasilien zur Bioverfügbarkeit von Mineralstoffen nach In-vitro-Verdauung von unterschiedlichen pflanzenbasierten Getränken hat gezeigt, dass nicht angereicherte Getränke eine niedrigere Kalziumbioverfügbarkeit aufweisen als Milch. Dagegen lieferten von den in der Studie analysierten Getränken die mit Kalzium angereicherten Getränke aber eine ähnliche Bioverfügbarkeit oder sogar manchmal höhere Werte als Milch. Auch die Bioverfügbarkeit von Eisen und Zink war teilweise in den untersuchten pflanzenbasierten Getränken höher als in Kuhmilch (Silva et al. 2020).



**Kokosbasierte Getränke** haben höhere Mengen an Eisen, Kalzium, Kalium, Magnesium und Zink, ausserdem Vitamin C und E (Seow und Gwee 1997). Hier kann es bezüglich Bioverfügbarkeit wieder zu einer Verstärkung der Bioverfügbarkeit von Eisen durch Vitamin C und einer kompetitiven Hemmung der Eisenaufnahme durch Kalzium kommen (Hurrell und Egli 2010). Dies kann auch bei **reisbasierten Getränken** zutreffen, welche Kalzium, Magnesium, Eisen und Vitamin A und E enthalten (Verduci et al. 2019).

Nicht angereicherte **Sojagetränke** enthalten auch nur niedrige Mengen an Vitamin D (Vitoria 2017) und kein Vitamin B<sub>12</sub>; beides wird aber oft zugesetzt (Verduci et al. 2019).

**Mandelgetränke** weisen einen höheren Gehalt an Magnesium auf. Zudem ist der Gehalt an Vitamin E sehr positiv zu bewerten. Das Vitamin E liegt dabei in Form von Alpha-Tocopherol vor, welches eine stark variable Bioverfügbarkeit von 10–79 % aufweist, abhängig von der Zusammensetzung der Mahlzeit oder des Lebensmittels (Borel et al. 2013). Der Fettgehalt korreliert positiv mit der Bioverfügbarkeit von fettlöslichen Vitaminen (Yeum und Russell 2002).

**Hafergetränken** fehlt Kalzium, und sie enthalten auch Phytinsäure und höhere Mengen an Fasern, die die Mineralstoffbioverfügbarkeit reduzieren (Verduci et al. 2019).

Ein weiterer Punkt ist, dass die stärkere Verarbeitung von pflanzenbasierten Getränken – wie etwa Flockung, Blanchieren, heisse Vermahlung und UHT-Behandlung – zu Vitaminverlusten führen kann (Sethi et al. 2016); gleichzeitig werden dadurch aber auch antinutritive Substanzen reduziert.



## FAZIT

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Vitamine und Mineralstoffe in der Milch durch die Matrix in ihrer Bioverfügbarkeit zum Teil unterstützt werden. Bei den pflanzenbasierten Getränken kann es durch stärkere Verarbeitung zu Nährstoffverlusten kommen, und die enthaltenen antinutritiven Substanzen senken die Mineralstoffbioverfügbarkeit. Die Vitamin- und Mineralstoffderivate, die für die Anreicherung von pflanzenbasierten Getränken benutzt werden, sollten eine hohe Bioverfügbarkeit haben. Weitere Studien zum Thema sind erforderlich, um Ergebnisse zu bestätigen und weitere Zusammenhänge aufzudecken.



## LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS

- Borel, Patrick; Preveraud, Damien; Desmarchelier, Charles (2013): Bioavailability of vitamin E in humans: an update. In: *Nutrition reviews* 71 (6), S. 319–331. DOI: 10.1111/nure.12026.
- Brink, E. J.; Dekker, P. R.; van Beresteijn, E. C.; Beynen, A. C. (1992): Bioavailability of magnesium and calcium from cow's milk and soya-bean beverage in rats. In: *The British journal of nutrition* 68 (1), S. 271–282. DOI: 10.1079/bjn19920084.
- Dainty, Jack R.; Bullock, Natalie R.; Hart, Dave J.; Hewson, Alan T.; Turner, Rufus; Finglas, Paul M.; Powers, Hilary J. (2007): Quantification of the bioavailability of riboflavin from foods by use of stable-isotope labels and kinetic modeling. In: *Am J Clin Nutr* 85 (6), S. 1557–1564. DOI: 10.1093/ajcn/85.6.1557.
- Dubey, Mahendrakumar R.; Patel, Vipul P. (2018): Probiotics: A Promising Tool for Calcium Absorption. In: *TO-NUTRJ* 12 (1), S. 59–69. DOI: 10.2174/1874288201812010059.
- Ekmekcioglu, C. (2000): Intestinal bioavailability of minerals and trace elements from milk and beverages in humans. In: *Nahrung* 44 (6), S. 390–397. DOI: 10.1002/1521-3803(20001201)44:6<390::AID-FOOD390>3.0.CO;2-Y.
- Ellis, Demetrius; Lieb, Jessica (2015): Hyperoxaluria and Genitourinary Disorders in Children Ingesting Almond Milk Products. In: *The Journal of pediatrics* 167 (5), S. 1155–1158. DOI: 10.1016/j.jpeds.2015.08.029.
- Ghavidel, Reihaneh Ahmadzadeh; Prakash, Jamuna (2007): The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds. In: *LWT – Food Science and Technology* 40 (7), S. 1292–1299. DOI: 10.1016/j.lwt.2006.08.002.
- Gibson, Rosalind S.; Perlas, Leah; Hotz, Christine (2006): Improving the bioavailability of nutrients in plant foods at the household level. In: *Proc. Nutr. Soc.* 65 (2), S. 160–168. DOI: 10.1079/pns2006489.
- Gijsbers, B. L.; Jie, K. S.; Vermeer, C. (1996): Effect of food composition on vitamin K absorption in human volunteers. In: *The British journal of nutrition* 76 (2), S. 223–229. DOI: 10.1079/bjn19960027.
- González-Vega, J. C.; Walk, C. L.; Stein, H. H. (2015): Effects of microbial phytase on apparent and standardized total tract digestibility of calcium in calcium supplements fed to growing pigs. In: *Journal of animal science* 93 (5), S. 2255–2264. DOI: 10.2527/jas.2014-8215.
- González-Vega, J. Caroline; Walk, Carrie L.; Liu, Yanhong; Stein, Hans H. (2014): The site of net absorption of Ca from the intestinal tract of growing pigs and effect of phytic acid, Ca level and Ca source on Ca digestibility. In: *Archives of animal nutrition* 68 (2), S. 126–142. DOI: 10.1080/1745039X.2014.892249.
- Heaney, R. P.; Dowell, M. S.; Rafferty, K.; Bierman, J. (2000): Bioavailability of the calcium in fortified soy imitation milk, with some observations on method. In: *Am J Clin Nutr* 71 (5), S. 1166–1169. DOI: 10.1093/ajcn/71.5.1166.
- Heaney, R. P.; Recker, R. R.; Stegman, M. R.; Moy, A. J. (1989): Calcium absorption in women: relationships to calcium intake, estrogen status, and age. In: *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research* 4 (4), S. 469–475. DOI: 10.1002/jbmr.5650040404.
- Heaney, Robert P.; Rafferty, Karen (2006): The settling problem in calcium-fortified soybean drinks. In: *Journal of the American Dietetic Association* 106 (11), 1753; author reply 1755. DOI: 10.1016/j.jada.2006.08.008.
- Heaney, Robert P.; Rafferty, Karen; Dowell, M. Susan; Bierman, June (2005): Calcium fortification systems differ in bioavailability. In: *Journal of the American Dietetic Association* 105 (5), S. 807–809. DOI: 10.1016/j.jada.2005.02.012.
- Herrero, C.; Granado, F.; Blanco, I.; Olmedilla, B. (2002): Vitamin A and E content in dairy products: their contribution to the recommended dietary allowances (RDA) for elderly people. In: *The journal of nutrition, health & aging* 6 (1), S. 57–59.
- Hurrell, Richard; Egli, Ines (2010): Iron bioavailability and dietary reference values. In: *Am J Clin Nutr* 91 (5), 1461S–1467S. DOI: 10.3945/ajcn.2010.28674F.

- Hurrell, Richard F. (2004): Phytic acid degradation as a means of improving iron absorption. In: International journal for vitamin and nutrition research. Internationale Zeitschrift für Vitamin- und Ernährungsforschung. Journal international de vitaminologie et de nutrition 74 (6), S. 445–452. DOI: 10.1024/0300-9831.74.6.445.
- Ismail-Beigi, F.; Reinhold, J. G.; Faraji, B.; Abadi, P. (1977): Effects of cellulose added to diets of low and high fiber content upon the metabolism of calcium, magnesium, zinc and phosphorus by man. In: The Journal of nutrition 107 (4), S. 510–518. DOI: 10.1093/jn/107.4.510.
- Kaushik, Ravinder; Sachdeva, Bhawana; Arora, Sumit; Kapila, Suman; Wadhwa, Balbir Kaur (2014): Bioavailability of vitamin D<sub>2</sub> and calcium from fortified milk. In: Food Chemistry 147, S. 307–311. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.09.150.
- Lynch, S. R. (2000): The effect of calcium on iron absorption. In: Nutrition research reviews 13 (2), S. 141–158. DOI: 10.1079/095442200108729043.
- Matte, J. Jacques; Guay, Frédéric; Girard, Christiane L. (2012): Bioavailability of vitamin B<sub>12</sub> in cows' milk. In: The British journal of nutrition 107 (1), S. 61–66. DOI: 10.1017/S0007114511002364.
- Muehlhoff, Ellen (2013): Milk and dairy products in human nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO.
- Peng, J. B.; Chen, X. Z.; Berger, U. V.; Vassilev, P. M.; Tsukaguchi, H.; Brown, E. M.; Hediger, M. A. (1999): Molecular cloning and characterization of a channel-like transporter mediating intestinal calcium absorption. In: The Journal of biological chemistry 274 (32), S. 22739–22746. DOI: 10.1074/jbc.274.32.22739.
- Russell, R. M.; Baik, H.; Kehayias, J. J. (2001): Older men and women efficiently absorb vitamin B-12 from milk and fortified bread. In: The Journal of nutrition 131 (2), S. 291–293. DOI: 10.1093/jn/131.2.291.
- Sandberg, A.-S.; Carlsson, N.-G.; Svanberg, U. (1989): Effects of Inositol Tri-, Tetra-, Penta-, and Hexaphosphates on In Vitro Estimation of Iron Availability. In: J Food Science 54 (1), S. 159–161. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1989.tb08591.x.
- Seow, Chee C.; Gwee, Choon N. (1997): Coconut milk: chemistry and technology. In: International Journal of Food Science & Technology 32 (3), S. 189–201. DOI: 10.1046/j.1365-2621.1997.00400.x.
- Sethi, Swati; Tyagi, S. K.; Anurag, Rahul K. (2016): Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: a review. In: Journal of food science and technology 53 (9), S. 3408–3423. DOI: 10.1007/s13197-016-2328-3.
- Silva, Joyce Grazielle Siqueira; Rebellato, Ana Paula; Caramês, Elem Tamirys Dos Santos; Greiner, Ralf; Pallone, Juliana Azevedo Lima (2020): In vitro digestion effect on mineral bioaccessibility and antioxidant bioactive compounds of plant-based beverages. In: Food research international (Ottawa, Ont.) 130, S. 108993. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.108993.
- Talsma, Elise F.; Moretti, Diego; Ly, Sou Chheng; Dekkers, Renske; van den Heuvel, Ellen Ghm; Fitri, Aditia et al. (2017): Zinc Absorption from Milk Is Affected by Dilution but Not by Thermal Processing, and Milk Enhances Absorption of Zinc from High-Phytate Rice in Young Dutch Women. In: The Journal of nutrition 147 (6), S. 1086–1093. DOI: 10.3945/jn.116.244426.
- van der Reijden, Olivia L.; Galetti, Valeria; Bürki, Sarah; Zeder, Christophe; Krzystek, Adam; Haldimann, Max et al. (2019): Iodine bioavailability from cow milk: a randomized, crossover balance study in healthy iodine-replete adults. In: Am J Clin Nutr 110 (1), S. 102–110. DOI: 10.1093/ajcn/nqz092.
- Vegarud, G. E.; Langsrud, T.; Svenning, C. (2000): Mineral-binding milk proteins and peptides; occurrence, biochemical and technological characteristics. In: The British journal of nutrition 84 Suppl 1, S91–8. DOI: 10.1017/s0007114500002300.



Verduci, Elvira; D'Elios, Sofia; Cerrato, Lucia; Comberiati, Pasquale; Calvani, Mauro; Palazzo, Samuele et al. (2019): Cow's Milk Substitutes for Children: Nutritional Aspects of Milk from Different Mammalian Species, Special Formula and Plant-Based Beverages. In: *Nutrients* 11 (8). DOI: 10.3390/nu11081739.

Vitoria, Isidro (2017): Limitaciones nutricionales de las bebidas vegetales en la lactancia y la infancia. In: *Nutr Hosp* 34 (5), S. 1205–1214. DOI: 10.20960/nh.931.

Yeum, Kyung-Jin; Russell, Robert M. (2002): Carotenoid bioavailability and bioconversion. In: *Annual review of nutrition* 22, S. 483–504. DOI: 10.1146/annurev.nutr.22.010402.102834.

Zhao, Yongdong; Martin, Berdine R.; Weaver, Connie M. (2005): Calcium bioavailability of calcium carbonate fortified soymilk is equivalent to cow's milk in young women. In: *The Journal of nutrition* 135 (10), S. 2379–2382. DOI: 10.1093/jn/135.10.2379.



**Schweizer Milchproduzenten SMP**  
**swissmilk**  
**Ernährung & Kulinarik**

Weststrasse 10  
CH-3000 Bern 6

+41 31 359 57 28  
marketing@swissmilk.ch  
[www.swissmilk.ch](http://www.swissmilk.ch)

© swissmilk 2022

Schweiz. Natürlich.

