

# Pflanzendrinks – eine Alternative zu Milch?

Kathryn J. Burton-Pimentel, Barbara Walther  
Agroscope, 3003 Bern, Schweiz

Auskünfte: barbara.walther@agroscope.admin.ch

<https://doi.org/10.34776/afs14-214> Publikationsdatum: 28. September 2023



Pflanzenbasierte Getränke werden aus verschiedenen Grundstoffen hergestellt. (Foto: Gabriela Brändle, Agroscope)

## Zusammenfassung

Pflanzenbasierte Getränke (PBD) haben als Ersatz für Milch an Beliebtheit gewonnen. Um die ernährungsphysiologischen Auswirkungen dieser Produkte zu beurteilen, haben wir die Makro- und Mikronährstoffzusammensetzung von 27 in der Schweiz vertriebenen PBDs analysiert und ihren Beitrag zum täglichen Nährstoffbedarf bewertet. Es wurden unterschiedliche Nährwertprofile für PBD untereinander als auch im Vergleich zu Milch festgestellt. PBDs hatten eine geringere Energiedichte als Milch und enthielten weniger Fett und Kohlenhydrate. Der Proteingehalt aller PBDs ist niedriger (0,06/100 g bis 1,8 g/100 g) als der von Milch (3,3 g/100 g) ausser jener der Sojage Getränke (3,8 g/100 g). Die PBDs enthielten tendenziell weniger Mikronährstoffe, die von Natur aus in Milch enthalten sind, insbesondere Vitamin B2, B12, Biotin,

Pantothensäure, Kalzium, Phosphor und Jod. Ausnahmen bildeten Soja, (höherer Biotingehalt) und einige PBD, die mit den Vitaminen B2 und B12 angereichert waren. Getränke auf Sojabasis wiesen im Vergleich zu Milch und anderen PBDs deutlich höhere Gehalte an den Vitaminen B1, B6, E und K1, Folsäure, Magnesium, Mangan, Eisen und Kupfer auf. Die allgemeine Nährstoffzusammensetzung von PBDs kann nicht als gleichwertig mit Milch angesehen werden. Nur Getränke auf Sojabasis enthielten einen angemessenen Proteingehalt, und die meisten PBDs mussten angereichert werden, um den gleichen Gehalt an wichtigen Mikronährstoffen wie Milch zu erreichen.

**Key words:** Plant-based drinks, nutrient composition, milk, protein sources, dietary recommendations.

## Einleitung

Die steigende Weltbevölkerung, welche die natürlichen Ressourcen überdurchschnittlich stark und rasch verbraucht, entzieht sich die eigenen Lebensgrundlagen zunehmend. Ein wichtiger Faktor ist dabei auch die übermässige und unausgewogene Ernährungsweise in den industrialisierten Ländern. Insbesondere die Produktion von tierischen Lebensmitteln (Fleisch, Milch, Eier etc.) ist oft Ressourcenintensiv und wirkt durch einen erheblichen Ausstoss von klimaschädigenden Gasen doppelt belastend (Affairs, 2022). Zudem wird Fleisch im Vergleich zu den Empfehlungen zu häufig und in zu grossen Mengen verzehrt (Chatelan *et al.*, 2017). Die Stimmen, die eine mehr pflanzenbasierte Ernährung zum Schutz von Gesundheit und Umwelt fordern werden häufiger und lauter. Darauf reagiert auch die Lebensmittelindustrie, indem sie stets neue Produkte auf den Markt bringt, die als Ersatz für Fleisch, Fisch, Milch und Eier dienen können (Landwirtschaft, 2021). Pflanzliche Proteinlieferanten in Form von Hülsenfrüchten waren früher auch in der Schweiz ein wichtiger Bestandteil der täglichen Ernährung, insbesondere weil Fleisch als Luxusartikel galt, da selten und teuer. Mit dem Aufkommen von Tofu, ein Grundnahrungsmittel in asiatischen Ländern, war ein Ersatz von Fleisch in der Küchenpraxis nun einfacher zu handhaben und schneller zubereitet, als die Rohprodukte Linsen, Bohnen, Erbsen etc. In der Schweiz als traditionelles Grasland ist die Milchproduktion einer der wichtigsten Bereiche der Landwirtschaft und der Konsum von Milch und Milchprodukten war immer sehr hoch. Der Ersatz von (Kuh)Milch konzentrierte sich lange Zeit vor allem auf die Säuglingsernährung, um für Kleinkinder mit einer Milchproteinallergie, Laktoseintoleranz oder Galaktosaemie eine Alternative zu bieten. Erst in den letzten ca. zehn Jahren verbreiten sich Getränke auf pflanzlicher Basis auf dem Markt auch für die breite Bevölkerung, da sich die Ernährungsgewohnheiten der Konsumenten zunehmend und in verschiedene Richtungen verändern. Die Motivation dazu kann sowohl im gesundheitlichen, sensorischen aber auch ökologischen Bereich liegen. Inzwischen gibt es schon eine Vielfalt an Pflanzendrinks basierend auf den verschiedensten Grundstoffen, welche in den Regalen neben der Trinkmilch angeboten und als gesunde und ökologische Alternative beworben werden (Coop, 2021; Landwirtschaft, 2021).

Sowohl Milch, als auch Fleisch und Eier sind sehr nährstoffdichte Lebensmittel, welche Lieferanten von hochwertigen Proteinen und essentiellen Fettsäuren sind (Schweizerische Gesellschaft für Ernährung Gesund-

heitsförderung Schweiz, 2015). Aus Ernährungsphysiologischer Sicht stellt sich deshalb die Frage, welche Folgen eine (vollständige) Substitution dieser tierischen Produkte durch pflanzenbasierte Varianten für die Nährstoffversorgung hat. Denn die Unterschiede im Nährstoffspektrum der Grundstoffe z. B. von pflanzenbasierten Getränken im Vergleich zu Milch sind recht gross und betreffen nicht nur den Proteingehalt, der bisher meist als Vergleichswert hinzugezogen wurde. Um dies beurteilen zu können, braucht es detaillierte Kenntnisse zu den Gehalten der Makro- und Mikronährstoffe sowohl in der Milch als auch in den Pflanzendrinks, welche zurzeit in grosser Zahl und aus verschiedensten Pflanzenarten und Formulierungen auf den Markt gebracht werden (Coop, 2021).

Das Ziel dieser Studie war daher, eine umfassende Analyse der Nährstoffe in den auf dem Markt erhältlichen Pflanzendrinks zu machen und diese mit der Kuhmilch (im weiteren Verlauf als Milch bezeichnet) zu vergleichen. In einem zweiten Schritt werden die Auswirkungen dieser Getränke auf den Ernährungszustand des Verbrauchers untersucht, indem der Beitrag einer Portion des jeweiligen Getränks zum Nährstoffbedarf des Verbrauchers im Vergleich zu einer Portion Kuhmilch bewertet wird. (Walther *et al.*, 2022).

## Material und Methode

### Produkte

Insgesamt 36 pflanzenbasierte Drinks und zwei Vollmilchproben wurden in den Einkaufszentren rund um Bern gesammelt. Alle Mischgetränke, welche aus verschiedenen Pflanzenarten zusammengesetzt sind, wurden ausgeschlossen, so dass 27 Pflanzendrinks übrigblieben, welche wir basierend auf dem Ausgangsprodukt in acht Kategorien einteilten. Je nach Kategorie wurden zwischen einer und sieben Proben auf dem Markt gefunden. Diese Getränke wurden mit UHT Vollmilch (mit einem Fettgehalt von 3,5%) verglichen. Alle Proben wurden bis zur Analyse bei  $-20^{\circ}\text{C}$  gelagert und die Inhaltstoffe der einzelnen Proben abhängig von der Analysemethode in Duplikaten oder Triplikaten bestimmt. Für die Bestimmung der Vitamine und Mineralstoffe wurden die Proben gefriergetrocknet.

### Makronährstoffe, Energie, Trockenmasse

Die Analysen für die Inhaltstoffe wurden alle in internen und externen akkreditierten Labors mit validierten Methoden durchgeführt und sind in Walther *et al.* detail-

liert beschrieben und referenziert (Walther *et al.*, 2022). Hier in Kurzform: Das Gesamtprotein wurde gemäss Kjeldahl bestimmt und die gemessenen Stickstoffwerte mit dem Faktor 6,38 für Milch, bzw. 5,6 für die pflanzenbasierten Getränke in Rohprotein umgerechnet. Das gesamte Aminosäurespektrum wurde mit UPLC gemäss einer Methode von Jaudzems *et al.* bestimmt (Jaudzems *et al.*, 2019).

Die Digestible indispensable amino acid scores (DIAASs) wurden unter der Annahme berechnet, dass Proteine vollständig verdaut werden (d.h. 100 % Verdaulichkeit). Die Menge an unentbehrlichen Aminosäuren pro Gramm Nahrungsprotein wurde mit den von der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation (FAO, 2013) für verschiedene Altersgruppen angegebenen Werten verglichen, woraus sich der Prozentsatz des Nahrungsproteins ergibt, der die erforderlichen Mengen an unentbehrlichen Aminosäuren pro Gramm Nahrungsprotein abdeckt. Das Gesamtfett wurde gravimetrisch erhoben und die einzelnen Fettsäuren mit Gaschromatographie aufgetrennt und mit Flammenionisationsdetektor gemessen (IDF, 2005). Für die Bestimmung der Kohlenhydratrate, (Laktose, Saccharose, Fructose, Glukose und Stärke) wurde eine angepasste enzymatische Methode welche auf kommerziellen Kits basiert, eingesetzt, die Messung erfolgt mit einem UV-Vis Automaten. Die Energiewerte wurden aus den gemessenen Gehalten der 3 Hauptnährstoffe Protein, Fett und Kohlenhydrat berechnet und mit den Angaben auf der Verpackung verglichen. Die Trockenmasse der Proben wurden gravimetrisch bestimmt (IDF, 2010).

### Mikronährstoffe

In allen Proben wurden die wasserlöslichen Vitamine C, Biotin, Niacin, Pantothenensäure, B1, B2, B6, B12 und Folsäure sowie die fettlöslichen Vitamine A, D2, E, K1, and K2 bestimmt. Für die Analyse der gefriergetrockneten Proben wurde eine mikrobiologische Methode in 96-Transwell Platten mit anschliessender Messung mittels Turbimetry angewandt. Die Vitamine C, A und E wurden mit HPLC aufgeschlossen und mit UV bestimmt (Details siehe Walther *et al.*, 2022).

Für die Bestimmung der Mineralstoffe und Spurenelemente P, Na, Mn, Mg, K, Fe, Cu, Ca und Zn wurden die Proben ebenfalls gefriergetrocknet und anschliessend mittels Mikrowellen aufgeschlossen und mit ICP-OES analysiert. Der Schwefelgehalt wurde mit der Dumas Methode in einem automatischen Analyzer und Chlor argentimetrisch bestimmt. Selen und Arsen wurden nach einem Aufschluss unter Druck mit Mikrowellen aufgeschlossen und die Elemente mittels TQ ICP-MS ge-

messen. Für die Extraktion von Jod wurde eine validierte Methode zur Bestimmung in Flüssigkeiten angewandt. Die Messung erfolgt anschliessend mit Plasma Mass Spektrometrie (Details siehe Walther *et al.*, 2022).

### Beitrag zur Nährstoffversorgung

Der Beitrag der Produkte zur empfohlenen Tagesdosis für die einzelnen Nährstoffe wurde für erwachsene Frauen im Alter von 19 bis 65 Jahren unter Verwendung der Schweizer Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr aus Deutschland, Österreich und der Schweiz (DACH) berechnet (DACH, 2013). Die erwachsenen Frauen wurden ausgewählt, weil es sich um eine grosse Altersgruppe mit den gleichen Empfehlungen handelt und diese Bevölkerungsgruppe auch den grössten Anteil an der vegetarischen und veganen Ernährung ausmacht. Zudem ist es eine vulnerable Gruppe, welche auf eine gute Versorgung von einzelnen Nährstoffen angewiesen ist (Bsp. Kalzium zur Reduktion des Knochenabbaus).

### Statistik

Deskriptive Statistiken mit Mittelwert und Standardabweichung oder Minimum/Maximum (für Produkte mit  $n > 1$ ) wurden unter Verwendung von R aus mindestens zwei unabhängigen Messungen berechnet. Die Abbildungen wurden mit der R (Version 4.3.1) (R Core Team, 2023) und ggplot2 (v 3.4.2) (Wickham, 2016) erstellt. Die statistischen Analysen wurden mittels Varianzanalyse (ANOVA) für ausgewählte Inhaltsstoffe (Vitamine und Mineralien) durchgeführt und das Signifikanzniveau auf  $P < 0,05$  festgelegt. Wenn das Ergebnis des ANOVA-Tests signifikant war, wurden paarweise Vergleiche mit Tukey Test durchgeführt, wobei der P-Wert für Mehrfachtests angepasst wurde.

## Resultate und Diskussion

### Produkte

Insgesamt wurden 27 Pflanzendrinks und zwei Vollmilchproben in die Untersuchung eingeschlossen. Folgende pflanzenbasierte Getränke wurden analysiert: Soja ( $n=7$ ), Reis ( $n=5$ ), Hafer ( $n=4$ ), Mandel ( $n=4$ ), Kokosnuss ( $n=3$ ), Cashew ( $n=2$ ), Dinkel ( $n=1$ ) und Hanf ( $n=1$ ).

Die Inhaltsstoffe der Produkte laut Etikett sind in der Tabelle 1 aufgeführt. Die am häufigsten zugesetzte Zutat war Salz (Meer-, Speise- oder Kochsalz), welches in allen Proben ausser in drei Sojagetränken und einem Reisgetränk enthalten war. Stabilisatoren, Emulgatoren und Verdickungsmittel wurden in vierzehn Proben verwendet, wobei Sonnenblumenöl allen Reis- und Ha-

ferdrinks sowie der Hanf- und Dinkelprobe zugesetzt wurde. Zucker und Süsstoffe wurden zehn Proben zugesetzt, während fünf Getränken Aromastoffe hinzugefügt wurden. Zwölf Proben waren mit mindestens einer Vitamin- oder Kalziumquelle angereichert. Kalzium wurde entweder als (Tri)Calciumphosphat (7 Proben) oder als kalziumhaltige Rotalgen (*Lithothamnium calareum*) in fünf Proben zugesetzt.

Der Trockenmassengehalt aller Proben variiert zwischen 2,5g/100g (Minimum in einem Mandeldrink) und 13,4g/100g (Maximum in einem Reisdink). Die durchschnittlichen Gehalte für die Trockenmasse lagen in allen Kategorien unter jener für Milch (12,2g/100g), wobei Reis fast gleichauf liegt (11,8g/100g) (Abb. 1A). Diese teils tiefen Trockenmassengehalte haben einen wesentlichen Einfluss auf die Konzentrationen der einzelnen Makronährstoffe (Abb. 1B) und demzufolge auch auf den Energiegehalt.

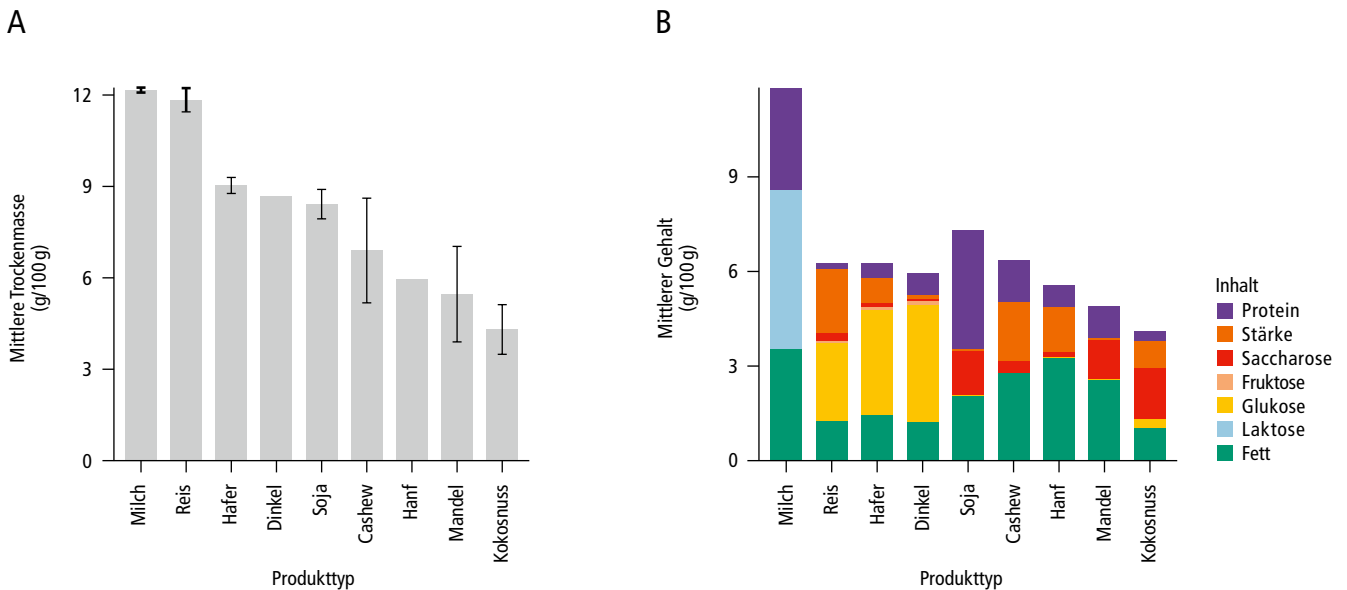
Wie sich dies auf die Ernährung auswirkt, wird deutlich, wenn man den relativen Beitrag einer Portion jedes Produkts zu den ernährungsbezogenen Referenzwerten (RDA) für Makro- und Mikronährstoffe betrachtet (Tab. 4). Während eine Portion Milch zu 7,3 % der Gesamtenergie-RDA beiträgt, lieferten nur Proben von Getränken auf Reisbasis eine gleichwertige oder höhere Energiemenge, während mehrere Getränke auf Mandel-, Kokosnuss- und Hanfbasis eine um 50 % geringere Energiedichte aufwiesen.

Trotz der Entwicklung zahlreicher neuartiger pflanzlicher Getränke waren Sojagetränke zum Zeitpunkt der Analyse auf dem Schweizer Markt immer noch am weitesten verbreitet. Abgesehen von Soja basierten die meisten Getränke auf Nüssen oder Getreide und nur ein Getränk wird aus Samen (Hanf) hergestellt. Die Ergänzung mit ernährungsphysiologischen und sensorischen industriellen Zusatzstoffen war bei allen untersuchten Getränken üblich, aber es gab beträchtliche Unterschiede in der Art und Herkunft der verwendeten Zusatzstoffe.

Insgesamt wiesen die meisten pflanzlichen Getränke eine geringere Energiedichte als Milch auf und enthielten im Allgemeinen einen geringeren Gehalt an allen Makronährstoffen, mit wenigen Ausnahmen. Einerseits bedeutet dies, dass diese Produkte keinen gleichwertigen Nährwert wie Milch bieten, was ein Problem darstellt, wenn diese Produkte als Ersatz für Milch verwendet werden, insbesondere in Bevölkerungsgruppen, die von Unter- bzw. Mangelernährung bedroht sind. Andererseits haben diese Produkte auch das Potenzial, den Kalorienverbrauch zu senken, obwohl die sättigende Wirkung der Getränke möglicherweise geringer ist als

**Tabelle 1 | Liste der Produkte und ihrer Inhaltsstoffe laut Etikett**

Produkt	Inhaltsstoffe
Mandel 1	Wasser, Mandel 7 %, Meersalz.
Mandel 2	Wasser, Zucker, Mandel (2,3 %), Tricalciumphosphat, Meersalz, Stabilisatoren (Johannisbrotkernmehl, Gellan), Emulgator (Sonnenblumenlecithin), Vitamine (Riboflavin (B2) (0,21 mg/100 ml), B12 (0,38 µg/100 ml), E (1,8mg/ml), D2 (0,75 µg/100 ml).
Mandel 3	Wasser, Mandelpaste 8 %, Rohrohrzucker, Kochsalz.
Mandel 4	Wasser, Mandel (2 %), Mineralsalz: Calciumphosphat, Natriumchlorid, Stabilisatoren: Gellan (Soja) und Johannisbrotkernmehl, Emulgator: Sonnenblumenlecithin, Säureregulator: Natriumbicarbonat, natürliche Aromen, Süsstoffe: Steviolglycoside, Vitamine: D (0,75 µg/100 ml) und B12 (0,38 µg/100 ml).
Cashew 1	Wasser, Cashewpaste 6 %, Reismehl 3 %, Meersalz.
Cashew 2	Wasser, Cashewkerne 6,5 %, Meersalz.
Kokosnuss 1	Wasser, Kokosnussextrakt 8 %, Meersalz.
Kokosnuss 2	Wasser, Kokosnussextrakt 6,6 %, Rohrohrzucker, natürliche Aromen, Meersalz, Verdickungsmittel: E 407, Stabilisator: E 418. Gesamtgehalt 98,2 % ohne Wasser, davon Zuckerarten mit Mengenausgleich.
Kokosnuss 3	Wasser, Kokosmilch (5,3 %) (Kokosnusscreme, Wasser), Reis (3,3 %), Tricalciumphosphat, Stabilisatoren (Carrageen, Guarkernmehl, Xanthan), Meersalz, Vitamine (B12 [0,38 µg/100 ml], D2 [0,75 µg/100 ml]), Aromen.
Hanf 1	Wasser, Hanfmehl 5 %, Sonnenblumenöl, Maisstärke, Meersalz.
Milch 1	Kuhmilch, UHT 3,5 % Fett.
Milch 2	Kuhmilch, UHT 3,5 % Fett.
Hafer 1	Wasser, Hafervollkorn 11 %, Sonnenblumenöl, Rotalge 0,4 %, Meersalz.
Hafer 2	Wasser, Hafervollkorn 11 %, Sonnenblumenöl, Meersalz.
Hafer 3	Wasser, Hafer 11 %, Sonnenblumenöl, Meersalz.
Hafer 4	Wasser, Hafer (10 %), Inulin, Sonnenblumenöl, Tricalciumorthophosphat, Maltodextrin, Meersalz, Stabilisator (Gellan), Vitamine (Riboflavin (B2) (0,21 mg/100 ml), B12 [0,38 µg/100 ml], D2 [0,75 µg/100 ml]).
Reis 1	Wasser, Reispulver 8,5 % (Reissirup, Reisstärke, Reismehl), Sonnenblumenöl, Reisstärke, Rohrohrzucker, Reismaltodextrin, Sonnenblumenlecithin, Verdickungsmittel: E 407.
Reis 2	Wasser, Reis 14 %, Sonnenblumenöl, kalziumhaltige Rotalgen ( <i>Lithothamnium calareum</i> ) 0,4 %, Meersalz.
Reis 3	Wasser, Reis 14 %, Sonnenblumenöl, marine Rotalge ( <i>Lithothamnium calareum</i> ) 0,4 %, Meersalz.
Reis 4	Wasser, Reismehl 14 % (Italien), Sonnenblumenöl, kalziumhaltiges Rotalgenpulver ( <i>Lithothamnium calareum</i> ), Meersalz.
Reis 5	Wasser, Reismehl 14 %, Sonnenblumenöl, Meersalz.
Soja 1	Wasser, Sojabohnen 8,5 %
Soja 2	Wasser, Sojabohnen 7,2 %, Zucker, Calciumphosphat, Speisesalz, Vitamin B2 (0,1 mg/100 ml), Vitamin D (0,4 µg/100 ml) und Vitamin B12 (0,2 µg/100 ml)
Soja 3	Wasser, Sojabohnen 8 %, Rohrzucker, Algen <i>Lithothamnium</i> 0,4 %, Meersalz.
Soja 4	Wasser, Sojabohnen ohne Schale (5,9 %), Zucker, Tricalciumphosphat, Säureregulator (Monokaliumphosphat), Meersalz, Aroma, Stabilisator (Gellan), Vitamine (Riboflavin (B2) (0,21 mg/100 ml), B12 [0,38 µg/100 ml], D2 [0,75 µg/100 ml]).
Soja 5	Wasser, Bio-Sojabohnen 9 %.
Soja 6	Sojagetränk 100 %
Soja 7	Sojagetränk 97 % (Wasser, Sojabohnen 7 %), Zucker, Calciumphosphat, Stabilisator: Gellan, natürliches Aroma, Salz, Vitamin D (0,75 µg/100 ml).
Dinkel 1	Wasser, Dinkelmehl (11 %), Sonnenblumenöl, Meersalz.



Soja (n = 7), Reis (n = 5), Mandel (n = 4), Hafer (n = 4), Kokosnuss (n = 3), Cashew (n = 2), Milch (n = 2), Hanf (n = 1), Dinkel (n = 1).

**Abb. 1 | Mittlerer Gehalt der Proben an Trockenmasse (A) und Makronährstoffen (B). Die Proben sind jeweils nach der mittleren Trockenmasse geordnet.**

die von Milch. Die Verwendung von Getränken zur Verringerung der Energiezufuhr ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn die Milchalternativen ähnliche Mengen an essenziellen Nährstoffen enthalten wie Milch, damit die nährstoffreichen Eigenschaften der Milch nicht verloren gehen. Kürzlich wurden Nährstoffnormen für Getränke auf pflanzlicher Basis vorgeschlagen, die als Milchalternativen gedacht sind, um die Angemessenheit des Nährstoffgehalts dieser Getränke zu verbessern und sicherzustellen (Drewnowski *et al.*, 2021). Es wurden Höchstwerte für den Gesamtenergiegehalt festgelegt (85 bis 100 kcal Energie pro 100 g) und Minimalwerte für qualitativ hochwertiges Protein (2,2 g/100 g). Zudem werden Empfehlungen gegeben für einen geringen Gehalt (<0,75 g/100 g) an gesättigten Fetten und zugesetztem Zucker (5,3–6,25 g/100 g). Die Mikronährstoffe Kalzium und die Vitamine A, D, B2 und B12 sollten auf eine mit Milch vergleichbare Konzentration angereichert werden. Die von uns untersuchten Pflanzendrinks erfüllten diese Kriterien nur teilweise.

## Makronährstoffe

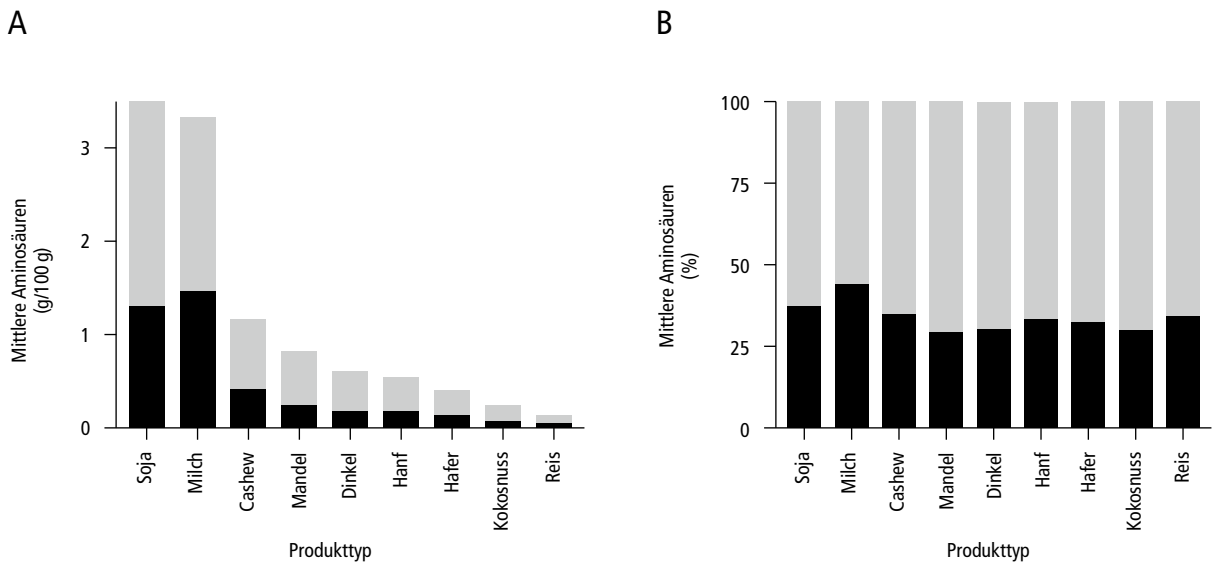
### Protein und Aminosäuren

Der Proteingehalt ist bei den meisten Pflanzendrinks (ausser Soja) im Vergleich zur Milch gering, meist unter 1 g/100 g. Der höchste Gehalt wurde in einem Sojadrink (4,3 g/100 g) gefunden, der tiefste in einem Reisdink

(0,06 g/100 g). Die Soja Getränke weisen auch im Durchschnitt den höchsten Proteingehalt auf (3,8 g/100 g) und liegen damit sogar etwas höher als Milch (3,3 g/100 g). Die durchschnittlichen Gehalte von Cashew und Mandeln liegen bei 1,3 g/100 g bzw. 1,0 g/100 g. Dinkel, Hanf, Hafer, Kokosnuss und Reis weisen geringe Gehalte (< 1 %) auf (Abb. 2 A).

Während Milch mit einer Portion 13,6 % der RDA an Protein liefert, tragen nur Getränke auf Sojabasis signifikant zum täglichen Proteinbedarf bei (Tab. 4). Alle übrigen Getränke liefern meist weniger als 5 % der RDA an Protein pro Portion.

Die Analyse der Aminosäuren zeigt, dass nicht nur der Gesamtproteingehalt stark variiert, sondern auch der relative Anteil an essenziellen Aminosäuren (Histidin, Isoleucin, Leucin, Lysin, Methionin, Phenylalanin, Threonin, Tryptophan, und Valin) bzw. nicht-essenziellen Aminosäuren (Alanin, Arginin, Aspartamsäure, Glutaminsäure, Glyzin, Prolin und Serin) sehr unterschiedlich ist (Abb. 2). Je höher der Anteil an essenziellen Aminosäuren in einem Protein ist, desto höher ist die Qualität einzuschätzen. Obschon Soja Getränke einen etwas höheren Gehalt an Gesamtprotein haben als Milch, übersteigt der Anteil der essenziellen Aminosäuren in der Milch jenen in Soja. Dies bestätigt auch die Berechnung des DIAAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score), das im Moment beste Mass für die Proteinqualität. Gemäss diesem Score deckt Milch den Bedarf an essenziellen



**Abb. 2 |** Verteilung der Aminosäuren in verschiedenen pflanzlichen Milchalternativen im Vergleich zu Milch. Essentielle Aminosäuren (schwarz) und nicht-essentielle Aminosäuren (grau) sind als absolute Werte (A) und relative Werte (B) dargestellt. Die Proben sind nach dem mittleren Gesamtgehalt an Aminosäuren geordnet: Soja (n = 7), Milch (n = 2), Cashew (n = 2), Mandel (n = 4), Dinkel (n = 1), Hanf (n = 1), Hafer (n = 4), Kokosnuss (n = 3), Reis (n = 5).

Aminosäuren für Kinder zwischen sechs Monaten und drei Jahren, welche als Referenzgruppe dienen, zu über 100 %. Soja Drinks erreichen im Mittel einen Deckungsgrad von 92 % alle übrigen Pflanzendrinks können den Bedarf nur zu 33 % (Mandel) bis maximal 66 % (Cashew) decken (Tab.2)

Trotz der ernährungsphysiologischen Qualitäten der in der Kuhmilch enthaltenen Proteine ist die Allergenität auf die in der Milch reichlich vorhandenen Casein- und Beta-Lactoglobulin-Proteine einer der häufigsten Gründe für den vollständigen Ausschluss von Milch aus der Ernährung; Schätzungen zufolge sind 2–3 % der Kinder (Host, 2002; Schoemaker *et al.*, 2015) und < 1 % der Erwachsenen von einer Kuhmilchallergie (KMA) betroffen (Burney *et al.*, 2014). Aufgrund des hohen Proteingehalts und der Verteilung der essenziellen Aminosäuren in alternativen Getränken auf Sojabasis ist dies häufig das bevorzugte Getränk als Ersatz für Milch bei KMA, insbesondere bei Kindern. Allerdings sind Sojaproteinallergien bei KMA relativ häufig (ca. 14 %) (Zeiger *et al.*, 1999), so dass eine Substitution mit Getränken auf Sojabasis, insbesondere bei Säuglingen, erst in Betracht gezogen werden sollte, nachdem eine Toleranz gegenüber Sojaprotein festgestellt wurde (Verduci *et al.*, 2019). Darüber hinaus wurde für einige pflanzliche Getränke auf Nussbasis eine hohe IgE-Reaktivität beschrieben (Vojdani *et al.*, 2018), was darauf hinweist, dass bei der Verwendung von Getränken auf Pflanzenbasis als Ersatz für Milch für Menschen mit Allergien Vorsicht geboten ist.

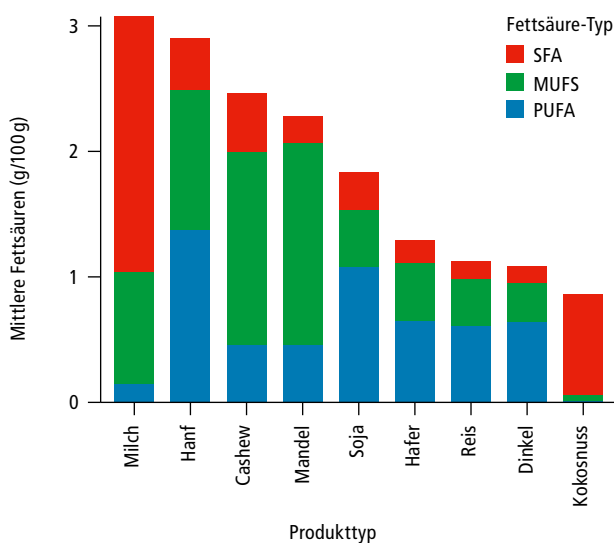
Die alternativen Proteinquellen, die in pflanzlichen Getränken enthalten sind, sind auch für viele Verbraucher wichtig, die die Aufnahme von tierischem Eiweiss reduzieren wollen. Der relativ niedrigere Gesamtproteingehalt und die geringere Qualität der meisten untersuchten pflanzlichen Getränke machen jedoch deutlich, dass bei einer Reduzierung oder einem Verzicht auf Kuhmilch Anpassungen in der Gesamternährung in Betracht gezogen werden müssen, insbesondere bei Bevölkerungs-

**Tabelle 2 |** Berechneter mittlerer DIAAS und erste limitierende essentielle Aminosäuren für verschiedene Pflanzendrinks und Kuhmilch für die von der FAO empfohlene Referenzgruppe.

Produkt	N	Referenz Kinder (6 Monate bis 3 Jahre)	
		DIAAS (%)	1. Limit. eAS
Mandel	4	32,9	Lys
Cashew	2	66,4	Lys
Kokos	3	62,8	Lys
Kuhmilch	2	123,5	SAA
Hanf	1	46,5	Lys
Hafer	4	49,8	Lys
Reis	5	36,3	Lys
Soja	7	91,9	SAA
Dinkel	1	34,5	Lys

DIAAS: Digestible Indispensable Amino Acid Score, 1. Limit. eAS: erste limitierende essentielle Aminosäure, Lys: Lysin, SAA: Schwefelhaltige Aminosäuren

gruppen (wie Kindern oder älteren Erwachsenen) mit einem höheren Proteinbedarf. In der Tat erfüllten nur Sojagetränke den vorgeschlagenen Mindestnährstoffstandard für hochwertiges Protein (2,2g/100g) für Getränke auf pflanzlicher Basis (Drewnowski *et al.*, 2021). Obwohl der DIAAS für die Bewertung der Proteinqualität empfohlen wird, da die Verdaulichkeit der essenziellen Aminosäuren im Hinblick auf das Aminosäurenreferenzmuster für die Gesundheit berücksichtigt wird (FAO, 2013; Sarwar Gilani *et al.*, 2012; Schaafsma, 2012), sollte noch einmal darauf hingewiesen werden, dass die in unserer Studie berichteten Schätzungen von einer 100%igen Verdauung des Proteins ausgehen. Dadurch wird die Qualität von Getränken auf pflanzlicher Basis wahrscheinlich überschätzt aufgrund antinutritiver Substanzen in diesen Lebensmitteln (Berrazaga *et al.*, 2019; Park *et al.*, 2021). Folglich ist die Diskrepanz zwischen der Proteinqualität von Milch und pflanzlichen Getränken wahrscheinlich grösser, als wir berichten. Eine Möglichkeit, die Proteinzufuhr mit pflanzlichen Getränken zu verbessern, besteht darin, verschiedene pflanzliche Grundstoffquellen strategisch zu kombinieren, um sicherzustellen, dass die limitierende essenzielle Aminosäure der einen Quelle von der zweiten Quelle geliefert wird (z. B. Soja und Cashew). In der Tat wurden in der ursprünglichen Marktbewertung, die für diese Studie durchgeführt wurde, neun gemischte Getränke auf Pflanzenbasis identifiziert. Es gibt jedoch nur wenige



Die Proben sind nach dem mittleren Gesamtgehalt an freien Fettsäuren geordnet: Milch (n=2), Hanf (n=1), Cashew (n=2), Mandel (n=4), Soja (n=7), Hafer (n=4), Reis (n=5), Dinkel (n=1), Kokosnuss (n=3).

**Abb. 3** | Verteilung der freien Fettsäuren nach Hauptfettsäureklassen (rot, gesättigte Fettsäuren; grün, einfach ungesättigte Fettsäuren; blau, mehrfach ungesättigte Fettsäuren).

**Tab. 3** | Angaben zum Verhältnis der Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren in den untersuchten Pflanzendrinks und Milch.

Produkt	Verhältnis Omega-6 zu Omega-3
Mandeldrink (n=4)	(127–235) : 1
Reisdrink* (n=5)	(92–175) : 1
Dinkeldrink* (n=1)	112 : 1
Haferdrink* (n=4)	(84–105) : 1
Cashewdrink (n=2)	78 : 1
Hanfdrink* (n=1)	30 : 1
Kokosnussdrink (n=3)	(11–18) : 1
Sojadrink (n=7)	(7–8) : 1
Kuhmilch (n=2)	(2–3) : 1

Die Bandbreiten sind in Klammern angegeben.

\* Getränke, denen laut Etikett Sonnenblumenöl zugesetzt wurde.

Hinweise für den Verbraucher, wie die Proteinqualität zu bewerten oder zu vergleichen ist, was insbesondere im Zusammenhang mit dem sich rasch entwickelnden Markt für neuartige Getränke auf Pflanzenbasis eine Herausforderung darstellt.

### Fett und Fettsäuren

Den höchsten durchschnittlichen Fettgehalt bei den Pflanzendrinks weisen die Cashewprodukte (2,76g/100g) auf, dicht gefolgt von Mandel- und Soja-Getränken. Der Fettgehalt der übrigen pflanzenbasierten Getränke liegt in einem deutlich tieferen Bereich bei 1,0g/100g (Kokos) und 1,5g/100g (Hafer). Nur das Hanfgetränk erreicht mit 3,3g/100g einen ähnlichen Fettgehalt wie die Vollfettmilch (3,5g/100g) (Abb. 3). Der relative Beitrag einer Portion Vollmilch zum empfohlenen täglichen Fettkonsum ist mit 11,3% recht hoch (Tab. 4). Abgesehen von Hanf tragen die pflanzlichen Getränke weniger als 10% zur RDA für Fett bei, einige sogar nur 3,3%.

Betrachtet man die Zusammensetzung des Fetts so besteht es bei den Pflanzenbasierten Getränken hauptsächlich aus einfach- (Cashew und Mandel) bzw. mehrfach-ungesättigten Fettsäuren (Reis, Hafer, Soja Dinkel und Hanf). Im Gegensatz dazu besteht das Milch- und Kokosfett hauptsächlich aus gesättigten Fettsäuren (Abb. 3).

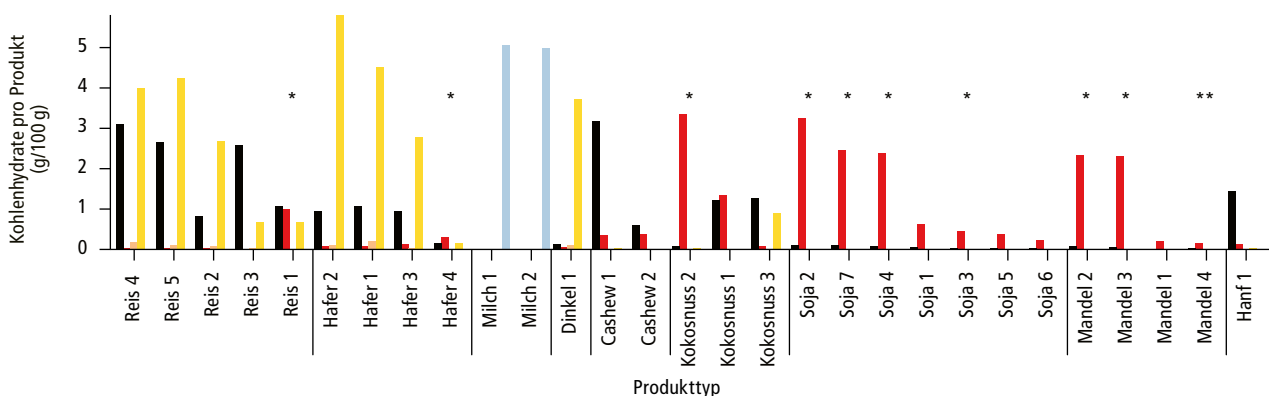
Allerdings ist der Anteil der omega-3 Fettsäuren im Vergleich zu den omega-6 Fettsäuren bei den Pflanzendrinks sehr tief, was wohl durch den Zusatz von Sonnenblumenöl bei der Verarbeitung von Hanf, Hafer, Reis und Dinkel noch verschlechtert wurde. Milch hingegen weist mit 3 : 1 (omega-6 : omega-3) ein fast ausgeglichenes Verhältnis dieser beiden ungesättigten Fettsäuregruppen auf (Tab. 3).

Die Rolle von Milchfetten für die Gesundheit wurde umfassend untersucht, nachdem die Ernährungsrichtlinien zur Reduzierung von Fett, insbesondere von gesättigten tierischen Fetten, zur Verbesserung der kardiovaskulären und metabolischen Gesundheit weit verbreitet waren (Kritchevsky, 1998; Mozaffarian *et al.*, 2018). Ein kausaler Zusammenhang zwischen Gesamtfett, gesättigten Fettsäuren oder Milchprodukten und Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist jedoch nicht erwiesen (Haug *et al.*, 2007; Mozaffarian, 2016; Praagman *et al.*, 2016). Darüber hinaus ist die Rolle von Milchfetten bei kardiovaskulären Erkrankungen inzwischen umstritten, wobei es einige Hinweise auf positive Auswirkungen von Milchfetten auf die Gesundheit gibt (PURE-Studie) (Dehghan *et al.*, 2018).

Der hohe Gehalt an gesättigten Fettsäuren (SFA) von Kokosnussfett wird auch mit schädlichen Auswirkungen auf die kardiovaskuläre Gesundheit in Verbindung gebracht, aber der Zusammenhang ist umstritten. Trotz einiger Belege für die gesundheitsfördernden Eigenschaften von Kokosfetten (Wallace, 2019) wird der Verzehr von Kokosöl durchweg mit einem höheren LDL-Cholesterinspiegel im Vergleich zu nicht-tropischen Pflanzenölen in Verbindung gebracht (Neelakantan *et al.*, 2020). Der Zusammenhang mit der Sterblichkeit durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen ist dagegen weniger eindeutig (Schwingshackl & Schlesinger, 2023). Der kürzlich vorgeschlagene Nährstoffstandard für den SFA-Gehalt von Getränken auf pflanzlicher Basis entspricht dem von fettarmer Milch (1 %ige Milch) (maximal 0,75 g SFA/100 g) (Drewnowski *et al.*, 2021), womit alle untersuchten Kokosmilchprodukte etwas über der Obergrenze liegen würden. Es ist jedoch zu beachten, dass der Gesamtfettgehalt von Getränken auf Kokosnussbasis

relativ niedrig ist und der aktuelle internationale Konsens eher eine Regulierung als eine Beschränkung des Gesamtfett- und gesättigten Fettkonsums befürwortet (European Commission, 2022; Sacks *et al.*, 2017). Ein begrenzter Konsum von Getränken auf Kokosnussbasis als Abwechslung zu anderen Milchalternativen sollte daher nicht problematisch sein.

Die hohen Anteile von einfach- (MUFA) und mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) in den meisten Getränken auf pflanzlicher Basis bietet eine potenziell günstige Gesundheitsqualität für diese Produkte. Die Zusammensetzung der PUFAs in den pflanzlichen Getränken wird jedoch von Omega-6-Fettsäuren dominiert, während der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren relativ gering war. Beide Arten von essenziellen Fettsäuren werden durch dasselbe Enzymsystem verstoffwechselt, so dass der Überschuss der einen Gruppe den Stoffwechsel der anderen einschränkt. Ein geringeres Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren wurde mit einem geringeren Risiko für chronische Krankheiten in Verbindung gebracht (Simopoulos, 2004). Von den acht getesteten pflanzlichen Getränken wiesen nur Soja- und Kokosnussprodukte ein Omega-6- zu Omega-3-Verhältnis von unter 30:1 auf. Ein Faktor, der wahrscheinlich zu dem sehr hohen Omega-6-Gehalt der getreidebasierten Getränke beiträgt, ist das Sonnenblumenöl, das in dieser Gruppe von Produkten häufig als Zusatzstoff verwendet wurde. Formulierungen mit alternativen Ölen könnten die Omega-Fettsäureprofile dieser Getränke möglicherweise verbessern. Die relative Zusammensetzung der Omega-Fettsäuren in der Milch zeigte das niedrigste relative Verhältnis zwischen Omega 6 und Omega 3 (2 bis 3:1), aber der Gesamtgehalt an PUFA in der Milch war sehr niedrig.



\* Zuckerzusatz in der Zutatenliste angegeben; \*\* Zusatz von Süsstoff in der Zutatenliste angegeben.

**Abb. 4** | Verteilung der Kohlenhydrate in den alternativen Getränken. Die Getränke sind nach pflanzlicher Quelle gruppiert und nach dem Gesamtkohlenhydratgehalt geordnet. Die Farben der Balken geben die Art der Kohlenhydrate an: schwarz, Stärke; rot, Saccharose; orange, Fruktose; gelb, Glukose; blau, Laktose-Monohydrat.



## Kohlenhydrate

In den Getränken wurden die Kohlenhydrate Stärke, Saccharose, Fruktose, Glucose und Laktose gemessen. Der höchste gemessene Wert für die Gesamtkohlenhydrate liegt bei 7,3g/100g in einem Reisdrink, der tiefste bei 0,2g/100g in einem Mandeldrink. Dinkel erreicht mit einem Gesamtkohlenhydratgehalt von 4,9g/kg einen fast gleich hohen Wert wie die Milch (5,0g/100g) (Abb. 4). Im Unterschied zu dieser, wo die Laktose den gesamten Kohlenhydratgehalt ausmacht, herrscht bei Dinkel die Glukose vor. Auch Reis und Hafer haben einen hohen Anteil an Kohlenhydraten (4,8g/100g bzw. 3,7g/kg) wobei dieser bei Hafer vor allem aus Glukose besteht, weisen die Reisdinks auch hohe Konzentrationen an Stärke auf. Bei Mandel, Soja, und Kokosnuss wurde vor allem Saccharose gefunden, In Cashew und Hanf Drinks herrscht die Stärke vor. Die Mengen können aber auch innerhalb der Kategorie recht stark variieren (Abb. 4). Reis, Cashew und Hanf weisen mit 2,1g/100g, 1,9g/100g und 1,4g/100g relativ hohe Gehalte an Stärke auf. Bei allen übrigen Getränken ist der Stärkegehalt deutlich tiefer.

Während der natürliche Süssungseffekt von Kuhmilch auf dem Zweifachzucker Laktose beruht, sind die wichtigsten Kohlenhydratquellen für die meisten pflanzlichen Getränke, vor allem Glukose oder Saccharose, wobei letztere häufig bei der Verarbeitung der Getränke zugesetzt wird. Das Fehlen von Laktose in Getränken auf pflanzlicher Basis ist einer der Gründe für die Verwendung dieser Getränke als Ersatz für Milch (Beacom *et al.*, 2022), auch wenn laktosefreie hydrolysierte Milch für Verbraucher mit Laktoseintoleranz weit verbreitet ist. Das Vorhandensein anderer Kohlenhydrate in Getränken auf pflanzlicher Basis ist jedoch mit anderen gesundheitlichen Bedenken verbunden, insbesondere aufgrund des höheren glykämischen Index (GI) von Glukose und Saccharose (GI 99 bzw. GI 68) im Vergleich zu Lactose (GI 46) (Foster-Powell *et al.*, 2002). Eine kürzlich durchgeführte Studie einer ähnlichen Auswahl von 17 pflanzlichen Getränken auf der Basis von Nüssen, Getreide und Hülsenfrüchten (Jeske *et al.*, 2017) zeigte, dass der GI der Getränke variierte (von 47,53 bis 99,96), aber bei 50% der pflanzlichen Getränke, darunter Reis-, Mandel-, Kokosnuss-, Hanf-, Hafer- und Sojagetränke, lag der GI signifikant über dem von Milch (GI 46,93). Interessanterweise enthielten mit einer Ausnahme alle Produkte mit einem höheren GI keinen zugesetzten Zucker, was die Auswirkungen des natürlich vorhandenen Zuckers und der Stärke in den Getränken auf den Blutzuckerspiegel noch vor der Zugabe von Süßungsmitteln verdeutlicht. Generell sollte der Verzehr von freiem Zucker

eingeschränkt werden, um die Gesundheit zu fördern (WHO, 2015), und neuere Erkenntnisse deuten darauf hin, dass Lebensmittel mit einem hohen glykämischen Index (GI) (>70) nicht nur bei Patienten mit Diabetes, sondern auch zur Vorbeugung von Fettleibigkeit und Diabetes eingeschränkt werden sollten (Schwingshackl & Hoffmann, 2013). Der Konsum von Süßgetränken sollte ebenfalls eingeschränkt werden, und obwohl die aktuellen WHO-Definitionen für gezuckerte Getränke derzeit keine pflanzlichen Getränke umfassen, wurde in einer kürzlich durchgeführten Studie eine neue Definition für Süßgetränke in der Schweiz vorgeschlagen, die neben anderen Änderungen auch diese Getränkekategorie einschliessen würde (Sousa *et al.*, 2020). Die Autoren dieser Studie berichteten, dass der Konsum von Getränken auf pflanzlicher Basis in den nationalen Erhebungsdaten von 2014-2015 im Vergleich zu anderen Getränkekategorien gering war (<10g/Tag), aber ihr potenzieller Beitrag zum Zuckerkonsum wurde erkannt. Es ist bemerkenswert, dass der Gesamtzuckergehalt bei keinem der von uns untersuchten pflanzlichen Getränke 10 g/100 g überstieg. Ein Getränk überschritt jedoch den kürzlich vorgeschlagenen Nährstoffstandard für zugesetzten Zucker in Getränken auf pflanzlicher Basis (maximal 5,3 zugesetzte Zucker/100g) (Drewnowski *et al.*, 2021), was die Notwendigkeit einer Begrenzung des zugesetzten Zuckers unterstreicht, wenn Pflanzendrinks als Ersatz für Milch verwendet werden. Selbst bei Getränken mit demselben Rohstoff wurden erhebliche Unterschiede im Zuckergehalt und bei der Verwendung von Süßungsmitteln festgestellt. Daher könnte die Auswahl von Getränken auf pflanzlicher Basis mit einem von Natur aus niedrigen Glukosegehalt, ohne oder mit geringem Zuckersatz, die Gesundheit im Rahmen einer ausgewogenen Ernährung unterstützen.

## Mikronährstoffe

### Vitamine

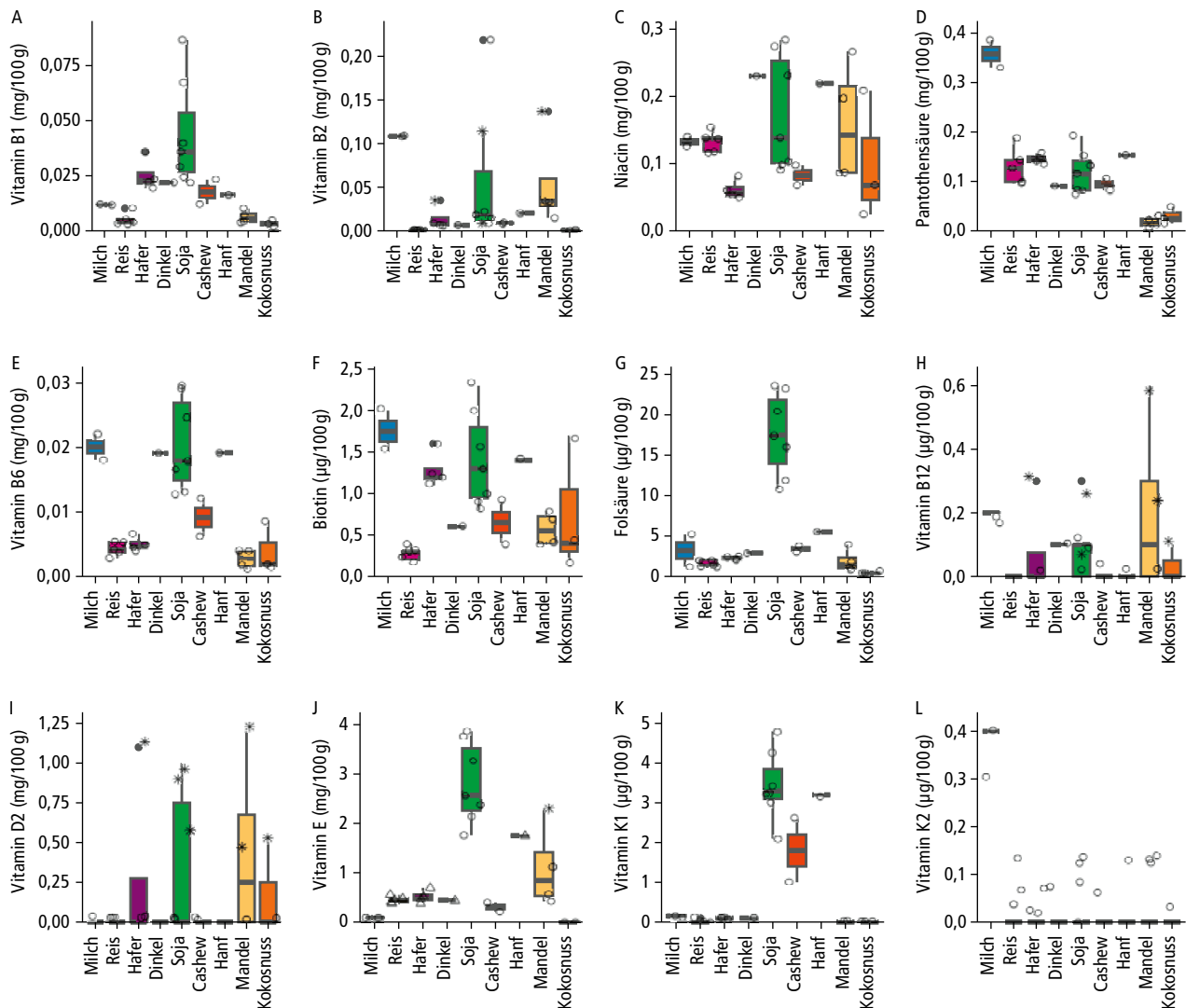
Im Gegensatz zur Milch wurden einige der Pflanzendrinks mit Vitaminen angereichert. Insbesondere Vitamin B2, B12, D und E wurde verschiedenen Getränken zugegeben (Abb. 5). Trotz dieser Supplementierung enthalten die Cashew-, Kokosnuss-, Hafer- und Reisdinks im Vergleich zu den anderen Pflanzengetränken eher geringe Mengen an Vitaminen. Von den Pflanzendrinks enthalten die Sojagetränke relative hohe Gehalte an den gemessenen Vitaminen, insbesondere B1, B2 Niacin, B6, Biotin, Folsäure, Vitamin E und K1. Das Hanfgetränk hat den höchsten Gehalt an Biotin und Pantothenensäure und Dinkel den höchsten Niacingehalt. Dank der Forti-

fizierung liefern die Mandeldrinks am meisten Vitamin B12 und D. Die Milchproben weisen höhere Gehalte an natürlich (d.h. ohne Anreicherung) vorkommenden Vitaminen C, A, K2, B2, Biotin, Pantothersäure und Vitamin B12 auf als die pflanzlichen Getränke (Abb. 5). Da Vitamin K1 nur in Pflanzen vorkommt wurde es in der Milch erwartungsgemäss nicht gefunden. In den Pflanzendrinks kommt Vitamin A nur in Form des Provitamins vor, welches nicht analysiert wurde.

Eine Portion (200 ml) Milch liefert signifikante Beiträge (> 10%) zum empfohlenen täglichen Konsum (RDA) für Vitamin B2, Pantothersäure und Biotin (Tab. 4). Dagegen erreichten nur bestimmte Getränke der Kategorien Soja, Mandeln und Hafer mehr als 10% der RDA für Vit-

amin B2 und Biotin (kein pflanzliches Getränk erreichte 10% der RDA für Pantothersäure), und innerhalb der einzelnen Kategorien wurden grosse Unterschiede festgestellt.

Die Zugabe von Sonnenblumenöl zu den Reis-, Hafer-, Hanf- und Dinkelgetränken hat wahrscheinlich deren Vitamin E Gehalt etwas erhöht, da Sonnenblumenöl natürlicherweise reich an Vitamin E ist. Dies führte dazu, dass die meisten Getränke auf Soja-, Mandel- und Haferbasis einen erheblichen Beitrag zur Vitamin-E-RDA leisten, insbesondere Sojagetränke, die fast 50% des Tagesbedarfs in einer Portion abdecken (Tab. 4). Getränke auf Sojabasis tragen auch erheblich zur Folsäure-Empfehlung bei, indem sie etwa 25% der RDA des



**Abb. 5** | Übersicht über die Vitamingehalte in verschiedenen Pflanzendrinks und Milch: Milch (n=2), Reis (n=5), Hafer (n=4), Soja (n=7), Hanf (n=1), Dinkel (n=1), Cashew (n=2), Mandel (n=4), Kokosnuss (n=3) Mit Median und Interquartilsabstand IQR.

Einzelne Proben durch Symbole dargestellt: Proben mit direkter Anreicherung durch Sterne, Proben mit indirekter Anreicherung (z. B. Sonnenblumenöl) durch Dreiecke, Proben ohne Anreicherung durch leere Kreise.

Vitamins in einer Portion liefern. Während für einige der pflanzlichen Getränke ebenfalls signifikante Beiträge (d. h. > 10 %) zu anderen Vitamin-RDAs (einschliesslich Vitamin B1, Vitamin B12, Vitamin D2 und Vitamin K1) beobachtet wurden, waren die Unterschiede innerhalb und zwischen den Kategorien recht gross.

Die Vitaminprofile der pflanzlichen Getränke unterscheiden sich deutlich von denen der Milch, so dass Massnahmen erforderlich sind, um eine ausreichende Zufuhr von Vitaminen sicherzustellen, die in der Milch reichlich vorhanden sind. Die Supplementierung von Vitaminen wurde in der Regel nur gezielt eingesetzt, je nach der typischen Verfügbarkeit des Vitamins aus anderen Nahrungsquellen. Dazu gehört Vitamin B12, da fast nur in tierischen Lebensmitteln enthalten, kann die Versorgung bei vegetarischer und insbesondere veganer Ernährungsweise kritisch werden. Die Auswahl von mit Vitamin B12 angereicherten Getränken auf pflanzlicher Basis könnte für diese Bevölkerungsgruppe besonders hilfreich sein, aber selbst mit einer Supplementierung enthielten einige der Getränke weniger Vitamin B12 als Milch. Bemerkenswert ist, dass der Vitamin-B12-Gehalt nach der Supplementierung unterschiedlich hoch war und nicht den kürzlich vorgeschlagenen Mindestkriterien für angereicherte Mikronährstoffe in pflanzlichen Getränken, die Milch ersetzen, entsprach (15 % RDA) (Drewnowski *et al.*, 2021).

Interessanterweise wurde Vitamin D2 in mehreren pflanzlichen Getränken supplementiert, und folglich war der Vitamin-D-Gehalt der supplementierten Getränke höher als derjenige von Milch, die in der Schweiz nicht angereichert wird und daher einen tiefen Gehalt aufweist. Bemerkenswert ist auch, dass die Form des Vitamins je nach Lebensmittelquelle unterschiedlich sein kann. So ist Vitamin K in pflanzlichen Getränken als Vitamin K1 enthalten, während Vitamin K2 nur in Milch vorkommt. Beobachtungsdaten deuten auf eine unterschiedliche Rolle von Vitamin K1 und K2 für die kardiovaskuläre Gesundheit hin, doch sollte dies in Interventionsstudien weiter untersucht werden (Shea *et al.*, 2021). Insgesamt wurden beträchtliche Unterschiede in den Vitaminprofilen der pflanzlichen Getränke festgestellt, Getränke auf Sojabasis enthielten im Allgemeinen eher höhere Werte für die untersuchte Gruppe von Vitaminen.

### Mineralstoffe und Spurenelemente

Ähnlich wie bei den Vitaminprofilen gab es auch bei den Mineralstoff- und Spurenelementgehalten der pflanzlichen Getränke erhebliche Unterschiede zwischen den Produkten (Abb. 6). Die Getränke auf Reis-, Hafer-, Din-

kel- und Kokosnussbasis waren im Allgemeinen arm an Mineralstoffen, mit Ausnahme von Natrium und Chlorid, die durch den Zusatz von Kochsalz ähnlich hoch waren wie bei Milch.

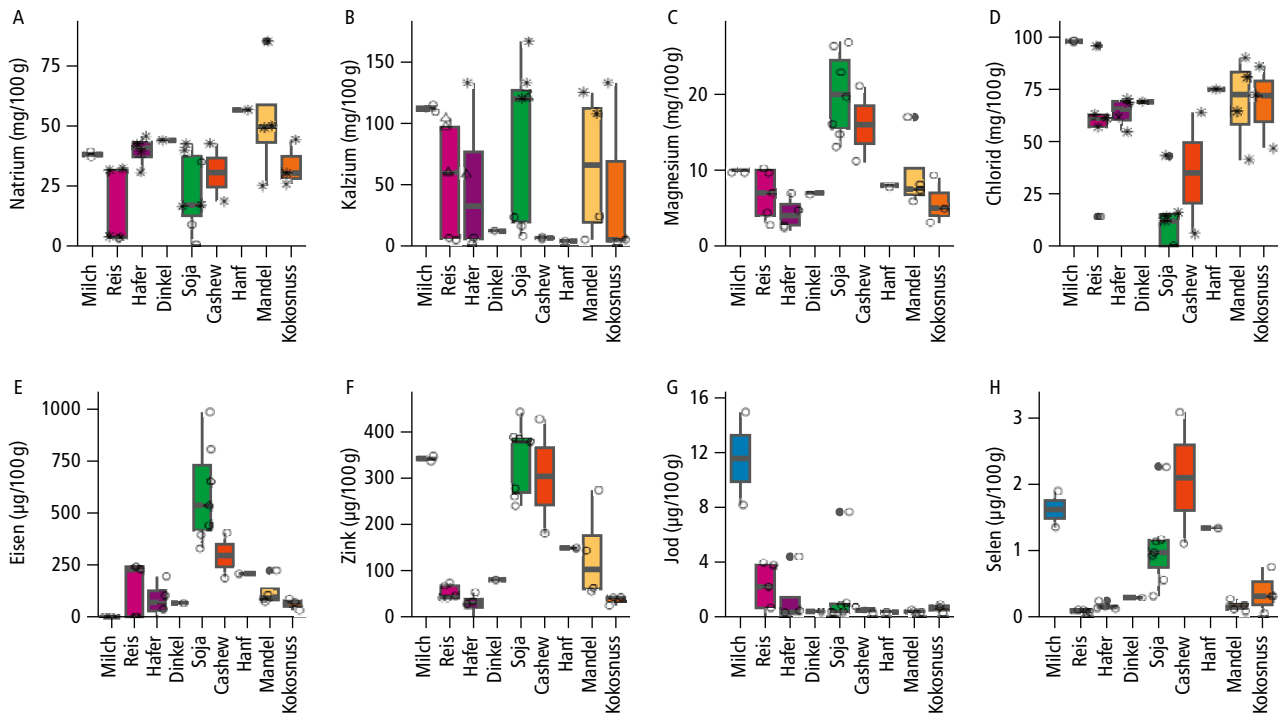
Im Gegensatz dazu waren Getränke auf Soja-, Mandel- und Cashewbasis im Allgemeinen gute Quellen für Mineralstoffe und Spurenelemente, wobei ein Teil der Getränke relevante Beiträge zu den RDAs lieferte (Tab. 4). Insbesondere Sojagetränke waren durchweg reichhaltige Quellen für die meisten Mineralstoffe und Spurenelemente mit Ausnahme von Jod und - sofern kein Salz zugesetzt wurde - Natrium und Chlorid. Sowohl Soja- als auch Cashew-Getränke enthielten ähnliche Mengen an Zink wie Milch, aber höhere Mengen an Magnesium, die im Durchschnitt > 10 % der RDA für Magnesium entsprachen. Selen war in den Soja- und Hanfgetränken in ähnlichen Mengen wie in Milch enthalten, am häufigsten jedoch in bestimmten Cashew-Getränken (mit einem Anteil von mehr als 10 % der Selen-RDA).

Eisen war in Milch nicht vorhanden und in den meisten pflanzlichen Getränken gering, mit Ausnahme der Sojagetränke, die mässige Mengen des Spurenelements enthielten, was den RDA-Werten für Eisen entspricht. Auch Kupfer wurde in Milch nicht nachgewiesen, war aber in allen Soja-, Cashew- und Hanfgetränken reichlich vorhanden.

Von den in der Milch reichlich vorhandenen Mineralstoffen lieferten Phosphor, Kalzium und Jod die wichtigsten Beiträge zu den Mineralstoff- und Spurenelement-RDAs (Tab. 4). Die meisten pflanzlichen Getränke (mit Ausnahme von Reis) sind auch relevante Phosphorquellen, wobei die Mengen zwischen den einzelnen Produkten erheblich variierten. Die Kalzium- und Jodgehalte der pflanzlichen Getränke waren ohne Anreicherung im Allgemeinen sehr niedrig. Vielen Produkten wurde jedoch Tricalciumphosphat oder kalziumhaltige Algen (*L. calcareum*) zugesetzt, darunter Mandel-, Kokos-, Hafer-, Reis- und Sojagetränken. Dadurch erreichten diese Getränke einen Kalziumgehalt, der mit dem von Milch vergleichbar ist, und mit einer Portion etwa 22 % der RDA für Kalzium abdeckt.

Im Gegensatz dazu wurden keine Produkte mit Jod angereichert, und der Zusatz von Algen erhöhte den Jodgehalt nicht wesentlich. Folglich war der Jodgehalt aller pflanzlicher Getränke durchweg niedrig oder vernachlässigbar, während Milch als reichhaltige Jodquelle bestätigt wurde: sie liefert pro Portion zwischen 10–20 % der Jod-RDA (Tab. 4).

Von allen Zusatzstoffen und Ergänzungen, die das Mikronährstoffprofil der pflanzlichen Getränke veränderten, wurde Salz am häufigsten verwendet, wobei alle



**Abb. 6 |** Übersicht über die Gehalte an Mineralien und Spurenelementen in verschiedenen Pflanzendrinks und Milch: Milch (n=2), Reis (n=5), Hafer (n=4), Soja (n=7), Hanf (n=1), Dinkel (n=1), Cashew (n=2), Mandel (n=4), Kokosnuss (n=3). Einzelne Proben durch Symbole dargestellt: Proben mit direkter Anreicherung durch Sterne, Proben mit indirekter Anreicherung (z. B. Rotalgen) durch Dreiecke, Proben ohne Anreicherung durch leere Kreise.

Getränk Klassen mindestens ein Beispiel für ein Produkt mit Salzzusatz enthielten. Interessanterweise war der Natriumgehalt der pflanzlichen Getränke meist mit dem von Milch vergleichbar, während der Chloridgehalt niedriger war als bei Milch. In der Tat erfüllten alle pflanzlichen Getränke in unserer Studie die kürzlich vorgeschlagenen Nährstoffstandards für Natrium (< 120 mg/100 g) (Drewnowski *et al.*, 2021), und die meisten lagen nahe an den in Milch gefundenen Werten.

Da Milchprodukte wichtige Nahrungsquellen für Kalzium und Jod sind, könnten Ergänzungs- oder Anreicherungsstrategien eingesetzt werden, um die von Natur aus tiefen Gehalte pflanzlicher Getränke zu verbessern. Überraschenderweise wurden jedoch keine der untersuchten pflanzlichen Getränke mit Jod angereichert, obwohl Milch in der Schweiz eine wichtige Jodquelle darstellt (Walther *et al.*, 2018). In anderen Ländern sind zumindest einige pflanzliche Produkte mit Jod angereichert (Bath *et al.*, 2017), was darauf hindeutet, dass der Jodgehalt in den in der Schweiz verkauften pflanzlichen Getränken erhöht werden könnte. Im Gegensatz dazu waren viele der von uns untersuchten pflanzlichen Getränke mit Kalzium angereichert. Wenn sie angereichert waren, erfüllte die Mehrheit der Produkte die vorgeschlagenen Mindestkriterien für angereicherte Nährstoffe in

pflanzlichen Getränken, die Milch ersetzen (15 % RDA) (Drewnowski *et al.*, 2021). Die Bioverfügbarkeit von Kalzium variiert jedoch je nach Form des Kalziums und der Lebensmittelmatrix. In unserer Studie wurde Kalziumphosphat oder aus Rotalgen gewonnenes Kalzium zur Ergänzung der pflanzlichen Getränke verwendet. Die Bioverfügbarkeit von Kalziumphosphat wurde in Sojagetränken untersucht und es wurde festgestellt, dass sie deutlich geringer ist als die von Milchkalzium (Heaney *et al.*, 2005). Im Gegensatz dazu zeigte Kalzium aus Rotalgen eine bessere Bioverfügbarkeit, wurde jedoch nicht in Kombination mit pflanzlichen Matrices untersucht (Schlegel & Gutzwiller, 2017; Xu *et al.*, 2020). Weitere Studien zur Bioverfügbarkeit von Kalzium, insbesondere in verschiedenen pflanzlichen Matrices, sind nötig, um die tatsächlichen Auswirkungen auf die Kalziumaufnahme nach dem Ersatz von Milch durch pflanzliche Getränke zu bewerten.

## Schlussfolgerungen

Unsere Studie zeigt, dass die auf dem Schweizer Markt erhältlichen pflanzlichen Getränke eine sehr vielfältige Gruppe von Produkten basierend auf unterschiedlichen Rohstoffen und mit unterschiedlichen Nährstoffquali-

täten umfassen. Die ernährungsphysiologischen Auswirkungen des Konsums von pflanzlichen Getränken hängen davon ab, wie sie in die Ernährung integriert werden. Wenn sie als kompletter Ersatz für Milch verwendet werden, gibt es eine Reihe von ernährungswissenschaftlichen Bedenken, die berücksichtigt werden müssen. Milch ist eine wichtige Quelle für viele essenzielle Nährstoffe, darunter mehrere, die in der Ernährung, insbesondere in der vegetarischen Ernährung, nicht reichlich vorhanden sind und auch in pflanzlichen Ge-

tränken nicht natürlicherweise vorkommen. In unserer Studie wurde festgestellt, dass verschiedene Nährstoffe in einigen Getränken auf pflanzlicher Basis viel höher sind als in Milch. Dazu gehören zwar einige nützliche essenzielle Nährstoffe (wie Folsäure und Vitamin E), andere wie zugesetzter Zucker und Natrium, sollten jedoch in Massen verzehrt werden.

Um sicherzustellen, dass der Ersatz von Milch durch pflanzliche Getränke den Nährstoffstatus des Verbrauchers nicht beeinträchtigt, können verschiedene Stra-

**Tabelle 4 | Mittlere % RDA und Bandbreite der Makro- und Mikronährstoffkonzentrationen und Energie pro Portion (200 ml) für verschiedene pflanzliche Getränke und Kuhmilch, die von erwachsenen Frauen (im Alter von 19–65 Jahren) konsumiert werden.**

	Mandel	Cashew	Kokosnuss	Kuhmilch	Hanf	Hafer	Reis	Soja	Dinkel
n	4	2	3	2	1	4	5	7	1
Vitamin C	–	–	–	0,5 (0,2–0,9)	–	–	–	–	–
Biotin	3,7 (2,4–5,6)	4,4 (2,8–6,1)	5,0 (1,0–11,3)	11,5 (9,8–13,3)	9,5	8,5 (7,5–10,9)	1,9 (1,3–2,8)	9,4 (5,2–15,0)	3,8
Niacin	2,7 (1,4–4,5)	1,4 (1,1–1,6)	1,7 (0,4–3,5)	2,2 (2,1–2,3)	3,7	1,0 (0,8–1,4)	2,2 (1,9–2,6)	2,9 (1,5–4,7)	3,8
Pantothenensäure	0,6 (0,2–1,1)	3,1 (2,7–3,6)	1,0 (0,5–1,6)	11,9 (11,0–12,9)	5,1	4,9 (4,5–5,2)	4,4 (3,2–6,3)	3,9 (2,5–6,4)	3,0
Vitamin B1	1,3 (0,8–2,0)	3,5 (2,4–4,6)	0,7 (0,4–0,9)	2,4 (2,4)	3,3	5,0 (3,9–7,1)	1,0 (0,6–2,0)	8,7 (4,4–17,3)	4,4
Vitamin B2	10,0 (2,7–24,9) <sup>1</sup>	1,6 (1,5–1,7)	0,1 (0–0,3)	19,7 (19,6–19,8)	3,7	2,6 (1,1–6,3) <sup>1</sup>	0,2 (0,2–0,3)	10,5 (1,5–39,7) <sup>1)</sup>	1,1
Vitamin B6	0,4 (0,2–0,6)	1,3 (0,9–1,7)	0,6 (0,2–1,2)	2,9 (2,6–3,2)	2,7	0,7 (0,6–0,9)	0,6 (0,4–0,8)	2,9 (1,8–4,2)	2,7
Vitamin B12	9,3 (0–29,6) <sup>1</sup>	–	1,4 (0–4,2) <sup>1</sup>	7,8 (7,6–8,1)	–	3,8 (0–15,2) <sup>1</sup>	–	3,8 (0–13,8) <sup>1)</sup>	5,0
Folsäure	2,5 (1,1–5,2)	4,5 (4,0–5,0)	0,7 (0,5–0,9)	4,3 (1,6–7,0)	7,3	3,1 (2,7–3,4)	2,1 (1,6–2,6)	23,5 (14,4–31,4)	3,9
Vitamin A	–	–	–	5,8 (5,5–6,2)	–	–	–	–	–
Vitamin E	18,4 (7,0–38,4) <sup>1</sup>	5,1 (3,5–6,6)	–	1,5 (1,4–1,6)	29,2 <sup>1</sup>	8,6 (6,3–11,6) <sup>1</sup>	7,6 (6,4–9,3) <sup>1</sup>	47,0 (29,3–64,4)	7,4 <sup>1)</sup>
Vitamin D2	5,5 (0–15,6) <sup>1</sup>	–	2,3 (0–6,9) <sup>1</sup>	–	–	3,5 (0–14,1) <sup>1</sup>	–	4,9 (0–13,7) <sup>1)</sup>	–
Vitamin K (K <sub>1</sub> +K <sub>2</sub> )	–	6,0 (3,4–8,6)	–	1,9 (1,9)	10,6	0,4 (0,3–0,4)	0,0 (0–0,1)	11,5 (7,1–15,9)	0,4
P	12,4 (3,1–18,7)	9,6 (6,5–12,8)	8,5 (1,5–18,9)	26,4 (24,9–27,9)	7,6	8,3 (3,1–20,9)	2,0 (1–3,8)	23,1 (13,1–37,0)	8,9
Na	7,0 (3,3–11,4)	4,1 (2,5–5,7)	4,5 (3,4–5,9)	5,1 (4,9–5,2)	7,6	5,3 (4,1–6,1)	2,0 (0,4–4,3)	3,1 (0,1–5,7)	5,9
Mn	2,3 (1,1–4,6)	6,0 (2,5–9,5)	2,0 (1,7–2,3)	–	7,0	0,9 (0–1,8)	0,5 (0–2,3)	12,3 (7,8–16,4)	2,7
Mg	6,3 (4,2–11,6)	10,6 (7,4–13,7)	3,9 (2,1–6,3)	6,7 (6,5–6,8)	5,1	2,8 (1,3–4,7)	4,5 (2,1–6,5)	13,4 (8,7–18,2)	4,8
K	1,7 (0,8–3,2)	2,3 (2,2–2,4)	3,6 (0,7–9,0)	8,1 (7,9–8,3)	2,0	1,5 (1,3–1,7)	1,5 (0,5–3,0)	8,2 (4,7–14,7)	2,1
Fe	1,6 (1,0–3,0)	3,9 (2,5–5,4)	0,8 (0,4–1,2)	–	2,8	1,1 (0–2,6)	1,9 (0–3,2)	7,9 (4,4–13,2)	0,9
Cu	7,6 (3,4–14,8)	20,6 (15,7–25,5)	4,1 (0–9,2)	–	13,0	1,1 (0–4,3)	–	21,3 (16,3–27,4)	4,4
Ca	13,1 (1,1–25,0) <sup>1</sup>	1,3 (1,2–1,4)	9,4 (0,7–26,6) <sup>1</sup>	22,4 (21,9–23)	0,9	10,0 (0,3–26,7) <sup>1</sup>	10,9 (1,0–20,8) <sup>1</sup>	16,8 (1,7–33,5) <sup>1)</sup>	2,4
Zn	3,3 (1,4–6,9)	7,6 (4,5–10,7)	0,9 (0,6–1,1)	8,6 (8,4–8,7)	3,7	0,7 (0–1,3)	1,3 (1,0–1,8)	8,5 (6,0–11,1)	2,0
Se	0,5 (0,3–0,9)	7,0 (3,7–10,3)	1,2 (0,2–2,5)	5,4 (4,5–6,3)	4,5	0,5 (0,4–0,8)	0,3 (0,2–0,4)	3,5 (1,0–7,6)	1,0
I	0,5 (0,3–0,7)	0,7 (0,4–1,0)	0,8 (0,4–1,2)	15,4 (10,9–20,0)	0,5	1,7 (0–5,9)	2,8 (0–5,3)	2 (0–10,2)	0,5
Cl	6,0 (3,5–7,8)	3,0 (0,5–5,5)	5,9 (4,0–7,4)	8,5 (8,5)	6,5	5,6 (4,8–6,0)	5,0 (1,2–8,3)	1,0 (0–3,7)	6,0
Protein	3,8 (2,0–6,8)	5,0 (4,5–5,4)	1,2 (0,4–2,3)	13,6 (13,6)	2,7	1,7 (1,0–2,2)	0,7 (0,3–1,1)	14,1 (11,7–17,9)	2,5
Kohlenhydrate	1,0 (0,1–1,9)	1,0 (0,8–1,2)	1,5 (0,8–2,7)	4,1 (4,1)	0,7	3,1 (0,3–5,8)	2,4 (0,5–3,2)	2,8 (0,4–6,5)	3,9
Fett	8,2 (3,5–15,9)	8,8 (8,3–9,4)	3,3 (0,4–6,3)	11,3 (11,2–11,5)	10,4	4,7 (4,2–4,9)	4,0 (3,1–7,0)	6,6 (5,2–9,0)	3,9
Energie*	3,6 (1,4–6,7)	4,6 (3,8–5,4)	2,6 (1,3–4,1)	7,2 (7,1–7,3)	3,4	4,6 (4,3–5,0)	6,1 (5,3–7,6)	4,6 (3,9–5,8)	4,7
Mittlere % RDA pro Portion	4,6	4,4	2,3	7,5	5,4	3,3	2,1	10,4	3,1

\* Frau (20–50 Jahre, PAL 1,4, 1800 kcal/Tag); <sup>1)</sup>enthält Produkte mit Supplementierung; in grau höchste RDA für den jeweiligen Nährstoff.  
– Die Konzentration der Nährstoffe lag unter der Nachweisgrenze, daher wurde kein Wert für die RDA in % berechnet.

tegien angewandt werden, darunter die Anreicherung von Lebensmitteln, die Diversifizierung der für pflanzliche Getränke verwendeten Rohstoffe und die Anpassung der Gesamternährung. Mehrere Mikronährstoffe müssen möglicherweise in pflanzlichen Getränken angereichert werden, um gleichhohe Werte wie bei Milch zu erreichen, darunter die Vitamine B2, B12, Kalzium und Jod. Darüber hinaus kann die Anreicherung mit Vitamin D die Knochengesundheit unterstützen. Es ist jedoch zu beachten, dass die Bioverfügbarkeit einiger aus Milch gewonnener Nährstoffe (z. B. Kalzium) in pflanzlichen Getränken aufgrund der Eigenschaften des Nährstoffzusatzes und der in der Pflanzenmatrix vorhandenen Nährstoffinhibitoren geringer sein kann als in Milch, selbst wenn ein gleichwertiger Nährstoffgehalt durch die Anreicherung mit Lebensmitteln erreicht wird. Die Auswahl von Nährstoffquellen mit guter Bioverfügbarkeit, wie z. B. Rotalgen, könnte dazu beitragen, diese Herausforderung zu bewältigen, doch sind weitere Studien erforderlich, um die Bioverfügbarkeit der Supplemente in den pflanzlichen Getränken zu erfassen.

Die Diversifizierung der in pflanzlichen Getränken verwendeten Rohstoffe wird durch die zunehmende Verfügbarkeit von Mischgetränken auf pflanzlicher Basis veranschaulicht, die in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt wurden. Das Potenzial, den Nährstoffgehalt von Getränken auf pflanzlicher Basis durch die Herstellung von Mischgetränken zu verbessern, zeigt sich deutlich in den unterschiedlichen Nährstoffprofilen, die bei den verschiedenen von uns untersuchten Getränketypen beobachtet wurden. Diese Strategie ist von besonderer Bedeutung für die Verbesserung der Proteinqualität, da die geeignete Kombination von pflanzlichen Getränken zu komplementären Aminosäureprofilen führen kann. Ebenso können Nährstoffe, die in pflanzlichen Getränken fehlen oder zu viel enthalten sind, durch die Anpassung anderer Aspekte der allgemeinen Ernährung (Diversifizierung der Ernährung) ausgeglichen werden. Eines der auffälligsten Ergebnisse bei den Nährstoffprofilen der pflanzlichen Getränke waren die unterschiedlichen Gehalte an Makro- und Mikronährstoffen sowohl zwischen den verschiedenen Getränkekategorien als auch innerhalb der einzelnen Getränkekategorien, die auf demselben Material basieren. Diese Unterschiede sind zum Teil auf die verschiedenen Arten von Rohstoffen zurückzuführen, die zur Herstellung von Getränken auf pflanzlicher Basis verwendet werden, die unterschiedlichen Gehalte an Trockenmasse und zum Teil auf die uneinheitliche Verwendung und den Umfang der Anreicherung. Im Gegensatz zu Milch, deren Zusammensetzung und Inhaltsstoffe teilweise standardisiert

sind (Fettgehalt) oder aber per se geringe Unterschiede aufweisen (Protein, Laktose, Vitamine und Mineralstoffe), gibt es für Getränke auf pflanzlicher Basis derzeit keine vergleichbaren Vorgaben. Im Zusammenhang mit der Verwendung von Getränken auf pflanzlicher Basis als Ersatz für Milch ebnen die kürzlich vorgeschlagenen Nährstoffstandards für Getränke auf pflanzlicher Basis jedoch den Weg für die Umsetzung von Mindeststandards für die Nährstoffzusammensetzung von diesen Produkten (Drewnowski *et al.*, 2021). Diese könnten je nach ernährungsspezifischen Bedürfnissen auf nationaler Ebene erweitert und angepasst werden, um beispielsweise Nährstoffe wie Jod einzubeziehen. Die häufige Verwendung von Zusatzstoffen zur Verbesserung der sensorischen Eigenschaften von Getränken auf pflanzlicher Basis sollte bei der künftigen Regulierung von Getränken auf pflanzlicher Basis ebenfalls berücksichtigt werden.

Angesichts der zunehmenden Werbung für pflanzliche Produkte ist es wichtig, die ernährungsphysiologischen Unterschiede zwischen pflanzlichen Getränken und Milch zu erkennen. Rechtlich gesehen dürfen pflanzliche Getränke in der Schweiz nicht als „Milch“ bezeichnet werden (Eidgenossenschaft, 2019), und wenn diese Getränke als Ersatz für Milch in der Ernährung verwendet werden, sind wahrscheinlich zusätzliche Massnahmen erforderlich, um die ernährungsbedingten Unterschiede auszugleichen. Eine Regulierung der Nährstoffzusammensetzung von pflanzlichen Getränken könnte eine wirksame Strategie sein, um Mindestnährstoffstandards für diese heterogene Getränkekategorie festzulegen und so dazu beizutragen, die Verbraucher vor den möglichen Nährstoffdefiziten beim Austausch von Milch durch pflanzenbasierte Getränke zu schützen. ■

#### Dank

Wir danken allen, die zur Erarbeitung der Daten und zur Präsentation der Ergebnisse in dieser Publikation beigetragen haben.

## Literatur

- Berrazaga, I., Micard, V., Gueugneau, M., & Walrand, S. (2019). The Role of the Anabolic Properties of Plant- versus Animal-Based Protein Sources in Supporting Muscle Mass Maintenance: A Critical Review. *Nutrients*, **11**(8), 1825. <https://doi.org/10.3390/nu11081825>
- Bundesamt für Landwirtschaft (2021). *Der Schweizer Fleischersatz-Report*. BLW. <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/markt/marktbeobachtung/land--und-ernaehrungswirtschaft/fleischersatz.html>
- Burney, P. G., Potts, J., Kummeling, I., Mills, E. N., Clausen, M., Dubakiene, R., Barreales, L., Fernandez-Perez, C., Fernandez-Rivas, M., Le, T. M., Knulst, A. C., Kowalski, M. L., Lidholm, J., Ballmer-Weber, B. K., Braun-Fahlander, C., Mustakov, T., Kralimarkova, T., Popov, T., Sakellariou, A., Papadopoulos, N. G., Versteeg, S. A., Zuidmeer, L., Akkerdaas, J. H., Hoffmann-Sommergruber, K., & van Ree, R. (2014). The prevalence and distribution of food sensitization in European adults. *Allergy*, **69**(3), 365-371. <https://doi.org/10.1111/all.12341>
- Chatelan, A., Marques-Vidal, P., Bucher, S., Siegenthaler, S., Metzger, N., Zuberbühler, C. A., Camenzind-Frey, E., Reggeli, A., Bochud, M., & Beer-Borst, S. (2017). Lessons Learnt About Conducting a Multilingual Nutrition Survey in Switzerland: Results from menuCH Pilot Survey. *Int J Vitam Nutr Res*, **87**(1-2), 25-36. <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000429>
- Coop, Link Institut (2021). *Plant Based Food Report 2021*. <https://www.coop.ch/content/dam/Medien/Medienmitteilung/2020/Pflanzenbasierte-Ersatzprodukte-werden-immer-beliebter/Coop-Plant-Based-Food-Report-2021-DE.pdf>
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung. (2013). *Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr* (1 ed., Vol. 1. Auflage, 5. Nachdruck). Neuer Umschau Buchverlag.
- European Commission. (2022). *Food-Based Dietary Guidelines in Europe - Summary of FBDG recommendations for oil and fats for the EU*.
- FAO. (2013). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAO Expert Consultation*. Food and Agriculture Organization.
- Haug, A., Høstmark, A. T., & Harstad, O. M. (2007). Bovine milk in human nutrition--a review. *Lipids Health Dis*, **6**, 25. <https://doi.org/10.1186/1476-511x-6-25>
- Host, A. (2002). Frequency of cow's milk allergy in childhood. *Ann Allergy Asthma Immunol*, **89**(6 Suppl 1), 33-37. [https://doi.org/10.1016/s1081-1206\(10\)62120-5](https://doi.org/10.1016/s1081-1206(10)62120-5)
- International Dairy Federation. (2005). ISO 8262-2, Milk products and milk-based foods – Determination of fat content by the Weibull-Berntrop gravimetric method (Reference method). In *ISO Standard*.
- International Dairy Federation. (2010). International Standard ISO 6731 IDF 21: determination of total solids content. Milk, cream and evaporated milk. In *ISO Standard*. Geneva: International Dairy Federation.
- Jaudzems, G., Guthrie, J., Lahrichi, S., & Fuerer, C. (2019). Total Amino Acids by UHPLC–UV in Infant Formulas and Adult Nutritional, First Action 2018.06. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, **102**(5), 1574-1588. <https://doi.org/10.1093/jaoac/102.5.1574>
- Kritchevsky, D. (1998). History of recommendations to the public about dietary fat. *J Nutr*, **128**(2 Suppl), 449S-452S. <https://doi.org/10.1093/jn/128.2.449S>
- Mozaffarian, D. (2016). Dietary and Policy Priorities for Cardiovascular Disease, Diabetes, and Obesity: A Comprehensive Review. *Circulation*, **133**(2), 187-225. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018585>
- Mozaffarian, D., Rosenberg, I., & Uauy, R. (2018). History of modern nutrition science-implications for current research, dietary guidelines, and food policy. *BMJ*, **361**, k2392. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2392> (s.)
- Park, S., Church, D. D., Schutzler, S. E., Azhar, G., Kim, I. Y., Ferrando, A. A., & Wolfe, R. R. (2021). Metabolic Evaluation of the Dietary Guidelines' Ounce Equivalents of Protein Food Sources in Young Adults: A Randomized Controlled Trial. *J Nutr*, **151**(5), 1190-1196. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa401>
- Praagman, J., Beulens, J. W., Alsema, M., Zock, P. L., Wanders, A. J., Sluijs, I., & van der Schouw, Y. T. (2016). The association between dietary saturated fatty acids and ischemic heart disease depends on the type and source of fatty acid in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Netherlands cohort. *Am J Clin Nutr*, **103**(2), 356-365. <https://doi.org/10.3945/ajcn.115.122671>
- R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing*. In R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Sacks, F. M., Lichtenstein, A. H., Wu, J. H. Y., Appel, L. J., Creager, M. A., Kris-Etherton, P. M., Miller, M., Rimm, E. B., Rudel, L. L., Robinson, J. G., Stone, N. J., Van Horn, L. V., & American Heart, A. (2017). Dietary Fats and Cardiovascular Disease: A Presidential Advisory From the American Heart Association. *Circulation*, **136**(3), e1-e23. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000510>
- Sarwar Gilani, G., Wu Xiao, C., & Cockell, K. A. (2012). Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. *Br J Nutr*, **108** Suppl 2, S315-S332. <https://doi.org/10.1017/S0007114512002371>
- Schaafsma, G. (2012). Advantages and limitations of the protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS) as a method for evaluating protein quality in human diets. *Br J Nutr*, **108** Suppl 2, S333-336. <https://doi.org/10.1017/S0007114512002541>
- Schoemaker, A. A., Sprikkelman, A. B., Grimshaw, K. E., Roberts, G., Grabenhenrich, L., Rosenfeld, L., Siegert, S., Dubakiene, R., Rudzeviciene, O., Reche, M., Fiandor, A., Papadopoulos, N. G., Malamitsi-Puchner, A., Fiocchi, A., Dahdah, L., Sigurdardottir, S. T., Clausen, M., Stanczyk-Przyluska, A., Zeman, K., Mills, E. N., McBride, D., Keil, T., & Beyer, K. (2015). Incidence and natural history of challenge-proven cow's milk allergy in European children--EuroPrevall birth cohort. *Allergy*, **70**(8), 963-972. <https://doi.org/10.1111/all.12630>
- Schweizerische Eidgenossenschaft (2019). Verordnung des EDI über Lebensmittel tierischer Herkunft. <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20143409/index.html>
- Schweizerische Gesellschaft für Ernährung Gesundheitsförderung Schweiz, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV (2015). *Schweizer Lebensmittelpyramide*. <https://www.sge-ssn.ch/ich-und-du/essen-und-trinken/ausgewogen/schweizer-lebensmittelpyramide/>
- Schwingshackl, L., & Schlesinger, S. (2023). Coconut Oil and Cardiovascular Disease Risk. *Curr Atheroscler Rep*, **25**(5), 231-236. <https://doi.org/10.1007/s11883-023-01098-y>
- Simopoulos, A. P. (2004). Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acid Ratio and Chronic Diseases. *Food Reviews International*, **20**, 77-90.
- United Nations and Department of Economic Social Affairs (2022). *The Sustainable Development Goals Report 2022*. U. DESA. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/>
- Verduri, E., D'Elios, S., Cerrato, L., Comberiati, P., Calvani, M., Palazzo, S., Martelli, A., Landi, M., Trikamjee, T., & Peroni, D. G. (2019). Cow's Milk Substitutes for Children: Nutritional Aspects of Milk from Different Mammalian Species, Special Formula and Plant-Based Beverages. *Nutrients*, **11**(8). <https://doi.org/10.3390/nu11081739>
- Vojdani, A., Turnpaugh, C., & Vojdani, E. (2018). Immune reactivity against a variety of mammalian milks and plant-based milk substitutes. *J Dairy Res*, **85**(3), 358-365. <https://doi.org/10.1017/s0022029918000523>
- Wallace, T. C. (2019). Health Effects of Coconut Oil-A Narrative Review of Current Evidence. *J Am Coll Nutr*, **38**(2), 97-107. <https://doi.org/10.1080/07315724.2018.1497562>
- Walther, B., Guggisberg, D., Badertscher, R., Egger, L., Portmann, R., Dubois, S., Haldimann, M., Kopf-Bolan, K., Rhyn, P., Zoller, O., Veraguth, R., & Rezzini, S. (2022). Comparison of nutritional composition between plant-based drinks and cow's milk [Original Research]. *Frontiers in Nutrition*, **9**. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.988707>
- Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. In Springer-Verlag, New York.