



Bioverfügbarkeit von Calcium in Mineral- und Heilwässern

– derzeitiger Stand der Forschung

Zahlreiche Studien zeigen einheitlich die gute Bioverfügbarkeit des Calciums aus natürlichen Mineral- und Heilwässern. Besonders vorteilhaft ist, dass die Calciumzufuhr über diese Wässer gleichmäßig über den Tag verteilt erfolgt. Damit werden kurzzeitige Spitzenkonzentrationen im Darm vermieden, bei denen die Resorption nicht so effektiv ist wie bei mittleren, gleichmäßigen Konzentrationen. Die gleichzeitige Deckung des Flüssigkeitsbedarfs ist ein weiterer Nutzen.

Die Bioverwertbarkeit des Calciums ist auch dann gut oder sogar besser, wenn das Wasser zu den Mahlzeiten getrunken wird. Damit ist die Zufuhr einfacher, als wenn das Wassercalcium nur auf nüchternem Magen resorbiert werden könnte – »nüchtern« bedeutet mindestens vier Stunden Abstand zur letzten Mahlzeit.

Der mögliche Schutzeffekt gegenüber einer Osteoporose im höheren Alter rundet das positive Bild für die calciumreichen Wässer ab.

Bei oraler Gabe von Calcium entspricht die Bioverfügbarkeit dem im Darm resorbierten Anteil der Gesamtmenge an zugeführtem Calcium. Näherungsweise kann die Bioverfügbarkeit durch die Messung der Plasma- oder Serumkonzentration einer Substanz im zeitlichen Verlauf gemessen werden.

Calciumversorgung

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung nennt für Erwachsene ab dem 19. Lebensjahr einen Tagesbedarf von 1000 mg Calcium, ab dem 50. Lebensjahr sogar 1200 mg¹, da die Resorptionsfähigkeit der Darmschleimhaut für Calcium mit dem Alter abnehmen kann und darüber hinaus dem verstärkten Abbau von Knochensubstanz entgegengewirkt werden muss.

Kinder und Jugendliche haben während des Wachstums einen vermehrten Calciumbedarf, da Knochenmasse

aufgebaut werden muss, ebenso ist der Bedarf bei Schwangeren und Stillenden erhöht – er liegt bei ca. 1200 mg pro Tag.

Diese empfohlenen Tagesmengen werden jedoch häufig nicht erreicht – sei es aufgrund einer Abneigung gegen Milch und Milchprodukte, die einen hohen Calciumgehalt besitzen, sei es aufgrund einer einseitigen Ernährung oder aufgrund eines Vitamin-D-Mangels (s. unten).

Calcium findet sich vor allem in Milch und Milchprodukten, aber auch in Nüssen oder Grünkohl. Da diese Nahrungsmittel jedoch immer öfter abgelehnt werden (hohe Energiedichte, erhöhte Zufuhr von Fett, auch bei fettreduzierten Produkten) oder nicht vertragen (Lactoseintoleranz), besteht Bedarf an alternativen Calciumquellen z.B. Heilwässern mit einem Calciumgehalt von 250 mg/l und mehr.

Calcium im Organismus: Resorption und Funktion

Calcium wird nach oraler Zufuhr vor allem im Jejunum und distalen Ileum resorbiert und anschließend über den Blutkreislauf zu den einzelnen Organen transportiert. Für die Resorption im Darm ist Vitamin D (in seiner aktiven Form als 1,25-Dihydroxycholecalciferol) erforderlich. Vitamin D muss entweder über die Ernährung zugeführt werden oder kann aus körpereigenen Vorläufersubstanzen unter UV-Bestrahlung und anschließender Hydroxylierung in Leber und Niere gebildet werden.

Bei Erkrankungen des Darmes, der Leber oder der Nieren kann es zu einem Mangel an aktivem Vitamin D und somit in der Folge auch zu einem Calciummangel kommen.

Die Calciumkonzentration im Serum wird relativ konstant gehalten (Normbereich für Erwachsene 2,15 bis 2,58 mmol/l bzw. 8,6 bis 10,3 mg/dl für das

Heilwasserflaschen-
gruppe.jpg

Gesamtcalcium; 4,6 bis 5,3 mmol/l bzw. 1,16 bis 1,32 mg/dl für das ionisierte Calcium). Um diese Konzentrationen zu gewährleisten, wird bei Calciummangel der Mineralstoff aus den Knochen freigesetzt. Für die Aufrechterhaltung des Serumcalciumgleichgewichts spielen Wechselwirkungen zwischen Darm, Skelett und Nieren sowie Hormonen (Parathormon, Calcitonin) und Vitamin D eine wesentliche Rolle. Eine im Blut manifeste Hypokalzämie tritt bei intakten Regelmechanismen erst dann auf, wenn bereits erhebliche Calciummengen aus dem Skelett herausgelöst wurden, mit der Folge einer massiven Osteoporose.

Calcium hat im Organismus verschiedene Aufgaben. Die größte Menge an Calcium (99 %, entsprechend ca. 1 kg) ist in Form des mineralischen Komplexes Hydroxylapatit in Knochen und Zähnen gespeichert und dient deren Stabilität und Festigkeit. Aber auch auf zellulärer Ebene hat Calcium wichtige Funktionen: Es ist unter anderem an der Erregungsübertragung von Zelle zu Zelle beteiligt, vermittelt die Weiterleitung von Nervenimpulsen sowie Herz- und Muskelkontraktionen, stabilisiert Zellmembranen und muss als Kofaktor für eine funktionierende Blutgerinnung vorhanden sein.

Bioverfügbarkeit von Calcium aus Mineral- und Heilwässern

Es gibt mehrere Methoden, die Bioverfügbarkeit von Calcium zu messen. Um die Aufnahme nur des aktuell zugeführten Calciums von Calcium aus anderen Quellen (z.B. Freisetzung aus

dem Skelett) zu unterscheiden, kann das verabreichte Calcium mit einem seltenen stabilen (meist ^{44}Ca) oder radioaktiven (^{45}Ca) Isotop angereichert werden, wobei die Konzentrationen dieser Tracer dann verglichen werden. Häufig verwendete Methoden sind:

- Messung der Calciumkonzentration im Serum vor und nach Calciumzufuhr
- Messung der Calciumausscheidung im Urin vor und nach Calciumzufuhr

Die Bioverfügbarkeit von Calcium aus Mineral- und Heilwässern hat sich in der Praxis nach mehreren Übersichts- und Einzelarbeiten mit unterschiedlichen Messmethoden als gut erwiesen, wobei die Streubreite recht hoch ist: Sie reicht von 21,6 bis 48%. Dies liegt unter anderem an unterschiedlichen Studienprotokollen, unterschiedlichen Messmethoden, unterschiedlichen Mengen des zugeführten Calciums.

Gundermann und Mitarbeiter² haben in einer Übersichtsarbeit von mehreren Untersuchungen zur Eignung von Mineral- und Heilwässern zur Mineralstoffsubstitution durchweg eine gute Resorption des Wassercalciums im Darm gefunden.

Ekmekcioglu trug die Ergebnisse mehrerer Studien zusammen, die die Bioverfügbarkeit verschiedener Mineralstoffe aus Getränken – einschließlich Milch und Mineralwässern – untersucht hatten.³ Danach zeigte sich eine grundsätzlich gute Resorption des Calciums aus dem Wasser (Werte zwischen 23,8 und 37%), die der aus Milch und Milchprodukten mindestens

gleichkam.

Böhmer et al.⁴ haben in einer weiteren Übersichtsarbeit vier Originalstudien ausgewertet, die die Calciumresorption aus Mineralwasser mit der aus Milch bzw. Milchprodukten verglichen, und fanden mittlere Resorptionsquoten für das Mineralwassercalcium zwischen 23,8 und 47,5%, entsprechend einer gleich guten oder besseren Bioverfügbarkeit des Mineralwassercalciums.

Eine aktuelle Übersicht von Heaney⁵ wertete fünf Studien zur Bioverfügbarkeit des Calciums aus Mineralwasser aus und fand Resorptionsraten von 23,6 bis 47,5%. Wurde das Mineralwasser zu einer Mahlzeit getrunken, lag die Bioverfügbarkeit höher als beim Trinken des Mineralwassers alleine.

Alle Arbeiten betonen, dass die Resorptionsquote von der Menge des zugeführten Calciums abhängt: Bei Zufuhr geringerer Calciummengen wird prozentual mehr resorbiert als bei höheren Calciummengen. Die meisten Studien zur Calciumbioverfügbarkeit sind daher auch so angelegt, dass jeweils gleiche Calciummengen (in mg) verabreicht werden (statt gleicher Volumina), deren Resorption dann verglichen wird.

Studien zur Bioverfügbarkeit von Calcium aus Mineralwasser per se

Mehrere Autoren untersuchten Mineralwässer mit verschiedenen Calciumkonzentrationen und prüften die Resorption des enthaltenen Calciums. Die Resorptionsquoten waren durchweg gut und lagen zwischen 21,6 und 37%. Calciumreiche Mineral- und

Heilwässer können danach einen erheblichen Beitrag zu der täglich notwendigen Calciumzufuhr liefern. Eine Übersicht mit den Einzelheiten zu Design und Ergebnissen zeigt Tabelle 1.

Studien zum Vergleich der Bioverfügbarkeit von Calcium aus Mineralwasser mit der aus Milch/Milchprodukten

Drei Arbeiten verglichen direkt die Resorptionsquoten des Calciums aus Milch bzw. Milchprodukten mit denen aus Mineralwässern. Insgesamt erwies sich das Wassercalcium als mindestens ebenso gut verwertbar wie das Milchcalcium, teilweise auch besser (Wassercalcium: 23,8 bis 46,1 %, Milchcalcium 23 bis 42 %). Studiendetails sind in Tabelle 2 dargestellt.

Sonderfall: Studien zur Erhaltung der Knochenmasse durch calciumreiches Mineralwasser

Calcium ist ein wesentlicher Baustein des Skeletts und für dessen Festigkeit und Widerstandsfähigkeit verantwortlich. Wird Calcium aus dem Skelett freigesetzt, kommt es früher oder später zu einer Osteoporose. Die Osteoporose wiederum führt zu einer erhöhten Knochenbrüchigkeit.

Nach der Menopause kommt es grundsätzlich zu einem Knochenmasseverlust, ausgelöst unter anderem durch den Wegfall der knochenprotektiven Östrogene. Diesem Knochenabbau kann jedoch durch eine ausreichend hohe Calciumzufuhr (1200 mg pro Tag) zumindest partiell entgegen gewirkt werden.

Verschiedene Gruppen untersuchten speziell die Wirkung von Calcium

Autoren	Beschreibung Probanden, n	Design	FA Calcium	Bemerkungen
Wynckel et al. ⁶	gesund, n = 12	Crossover-Design: Zufuhr von 100 mg Ca als Wasser mit unterschiedlichen Ca-Konzentrationen	33,3 - 39 % (nach 2 h) 34,1 - 37 % (nach 4 h)	Bestimmung der FA mittels radioaktivem ^{45}Ca Die Ca-Resorption war unabhängig von sonstigen Mineralstoffen und der Ca-Zufuhr aus anderen Quellen.
Bacciottini et al. ⁷	8 Männer (Gruppe 1) 8 prämenopausale Frauen (Gruppe 2) 8 postmenopausale Frauen (Gruppe 3)	Zufuhr von 130 mg Calcium in Form eines Ca-haltigen Mineralwassers (202 mg/l), zusammen mit einer Standardmahlzeit	22,5 % (Gruppe 1) 22,6 % (Gruppe 2) 21,6 % (Gruppe 3)	Bestimmung der FA mittels stabilem ^{44}Ca als Tracer

Tabelle1: Studien zur Bioverfügbarkeit von Calcium (Ca) aus Mineralwasser

Abkürzungen: FA = fraktionale Resorption in Prozent; h = Stunden; n = Anzahl Studienteilnehmer



Autoren	Beschreibung Probanden, n	Design	FA Calcium	Bemerkungen
Heaney u. Dowell ⁸	gesunde Frauen, n = 18	Crossover-Design: Zufuhr von 100 mg Ca als 300 ml Ca-reiches Mineralwasser (318 mg/l) und 90,3 ml Milch	43 % (Milch) 48 % (Wasser)	Bestimmung der FA mittels radioaktivem ⁴⁵ C Trend zu geringerer FA mit zunehmendem Alter
Couzy et al. ⁹	gesunde Frauen, n = 10	Crossover-Design: Zufuhr von 248 mg Ca als Ca-reiches Mineralwasser (448 mg/l) oder als Milch	23,8 % (Wasser) 25 % (Milch)	Markierung des oral zugeführten Ca mit dem stabilen Isotop ⁴⁴ Ca 2 Std. nach der Flüssigkeit Injektion von radioaktivem ⁴⁵ Ca. Sulfat im Mineralwasser führte zu keiner Beeinträchtigung der Ca-Aufnahme
Van Dokkum et al. ¹⁰	gesunde Frauen, n = 12	Crossover-Design: Zufuhr von – 2 Arten von Frischkäse (Ca-Menge 150 mg) – Ca-reichem Mineralwasser (Ca-Menge 150 mg) – Ca-reichem Mineralwasser plus Standardmahlzeit (Ca-Menge 181 mg)	37 % (Wasser) 37,7 bzw. 42,2 % (Frischkäse) 46,1 % (Wasser plus Mahlzeit)	Markierung der oralen Calciumquellen mit stabilem ⁴⁴ Ca und ⁴³ Ca Injektion eines radioaktiven Calciumisotops (⁴⁵ Ca) als Bezugsgröße Statistisch signifikant bessere Ca-Aufnahme bei Wasser mit Mahlzeit als bei Wasser alleine

Tabelle 2: Studien zum Vergleich der Bioverfügbarkeiten von Calcium (Ca) aus Mineralwasser und Calcium aus Milch

Autoren	Beschreibung Probanden, n	Design	Ergebnis	Bemerkungen
Cepollaro et al. ¹¹	postmenopausale Frauen (48 bis 57 Jahre), n = 45	Längsschnittuntersuchung über 1 Jahr tägliche Zufuhr von jeweils 1 Liter Mineralwasser (Gruppe A Ca-reich = 408 mg/l, n = 23 Gruppe B Ca-arm = 80 mg/l, n = 22)	BMD deutlich höher in Gruppe A, außerdem Abnahme der BMD in Gruppe B über die 13 Monate	BMD-Messung vor Studienbeginn und 13 Monate später
Costi et al. ¹²	Frauen (mittleres Alter 53 Jahre), n = 155	Querschnittsstudie: Gruppe A (n = 75): dauerhafte Zufuhr eines Ca-reichen Mineralwasser (318 mg/l) Gruppe B (n = 80): dauerhafte Zufuhr eines Ca-armen Wassers; Calciumzufuhr aus sonstigen Quellen war in beiden Gruppen gleich	BMD im Wirbelsäulenbereich signifikant höher bei postmenopausalen Frauen der Gruppe A als bei postmenopausalen Frauen der Gruppe B	BMD-Messung einmalig
Guillemant et al. ¹³	gesunde junge Männer, n = 12	Crossover-Design: Zufuhr von 0,5 Liter eines Ca-reichen Wassers (344 mg/l) 0,5 l eines Ca-armen Wassers (knapp 10 mg/l)	Parameter für Knochenabbau signifikant niedriger nach Ca-reichem Wasser	Messung der Serumkonzentration von Parathormon (Stimulation der Ca-Freisetzung aus dem Skelett) und von knochenspezifischen Kollagenresten im Urin (Hinweis auf Knochenabbau) früher Aufbau von Knochen substanz kann vor späterer Osteoporose schützen

Tabelle 3: Studien zur Erhaltung der Knochenmasse durch calciumreiches Mineralwasser
Abkürzungen: BMD = Knochendichte; n = Anzahl Studienteilnehmer

aus Mineralwässern auf Parameter des Knochenabbaus wie Knochenmassendichte (BMD), Ausscheidung von Markern des Knochenabbaus im Urin sowie die Konzentration des den Knochenabbau fördernden Parathormons im Serum. Grundsätzlich zeigte sich eine knochenprotektive Wirkung des Mineralwassercalciums, sowohl bei Frauen in der frühen Postmenopause als auch bei jüngeren Männern. (Tabelle 3)

- 1 Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE) et al. (Hrsg). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1. Aufl., 3., Neustadt: Umschau-Buchverlag 2008
- 2 Gundermann G, Gutenbrunner C, Karagülle O. Eignen sich Heil- und Mineralwässer zur Mineralstoffsubstitution? Ernährung & Medizin 2004;19:63–8
- 3 Ekmekcioglu C. Intestinal bioavailability of minerals and trace elements from milk and beverages in humans. Nahrung 2000;44:390–7
- 4 Böhmer H, Müller H, Resch KL. Calcium supplementation with calcium-rich mineral waters: a systematic review and

meta-analysis of its bioavailability. Osteoporos Int 2000;11:938–43

- 5 Heaney RP. Absorbability and utility of calcium in mineral waters. Am J Clin Nutr 2006;84:371–4
- 6 Wynckel A, Hanrotel C, Wuillai A, Charnard J. Intestinal calcium absorption from mineral water. Miner Electrolyte Metab 1997;23:88–92.
- 7 Bacciotini L, Tanini A, Falchetti A et al. Calcium bioavailability from a calcium-rich mineral water, with some observations on method. J Clin Gastroenterol 2004;38:761–6
- 8 Heaney RP, Dowell MS. Absorbability of the calcium in a high-calcium mineral water. Osteoporos Int 1994;4:323–4
- 9 Couzy F, Kastenmayer P, Vigo M, Clough J, Munoz-Box R, Barclay DV. Calcium bioavailability from a calcium- and sulfate-rich mineral water, compared with milk, in young adult women. Am J Clin Nutr 1995;62:1239–44
- 10 Van Dokkum W, De La Guéronnière V, Schaafsma G et al. Bioavailability of calcium of fresh cheeses, enteral food and mineral water. A study with stable calcium isotopes in young adult women. Br J Nutr 1996;75:893–903
- 11 Cepollaro C, Orlandi G, Gonnelli S et al.

Effect of calcium supplementation as a high-calcium mineral water on bone loss in early postmenopausal women. Calcif Tissue Int 1996;59:238–9

- 12 Costi D, Calcaterra PG, Iori N et al. Importance of bioavailable calcium drinking water for the maintenance of bone mass in post-menopausal women. J Endocrinol Invest 1999;22:852–6
- 13 Guillemant J, Le HT, Accarie C, du Montcel ST et al. Mineral water as a source of dietary calcium: acute effects on parathyroid function and bone resorption in young men. Am J Clin Nutr 2000;71:999–1002
- 14 Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (ehemals Bundesgesundheitsamt). Monographie: Calciumhaltige Heilwässer. Bundesanzeiger 1990; 115:3239

Praktische Anwendung

Calciumreiches Heilwasser (ein Arzneimittel, im Gegensatz zu Mineralwässern!) ist ausgezeichnet zur Prophylaxe und Therapie eines Calciummangels geeignet. Von besonderer Bedeutung ist dies für peri- und postmenopausale Frauen, bei denen der Verlust von Calcium aus der Knochenmasse zur Osteoporose und in der Folge zu Frakturen führen kann.

Gemäß den Vorgaben des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte¹⁴ besteht eine Indikation für calciumreiche Heilwässer:

- bei alimentären Calciummangelzuständen
- zur unterstützenden Behandlung der Osteoporose
- bei chronischen Harnwegsinfekten, auch unterstützend bei gleichzeitiger Antibiotikabehandlung
- zur Prophylaxe und Metaphylaxe von Oxalat-, Carbonat- und Phosphat-Harnsteinen, auch postoperativ und nach Lithotripsie



Verfasserin:

Dr. med. Dipl.-Biol. Elke Ruchalla
Schmutterstr. 1
78647 Trossingen