



Student Paper

Calciumabsorption im Mensch und der Mineralwasserverbrauch in der Schweiz

Author(s):

Dober, Julia

Publication Date:

2002

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004423972> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**Calciumabsorption im Mensch
und der
Mineralwasserverbrauch in der Schweiz**

Semesterarbeit von Julia Dober

6. Semester 2002 Bewegungs- und Sportwissenschaften ETH Zürich

Betreuung durch: Dr.P.Colombani

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Allgemeiner Teil
 - 2.1 Calciumbilanz
 - 2.2 Der aktive Calciumtransport
 - 2.3 Der passive Calciumtransport
 - 2.4 Drei Haupthormone regulieren den Calciumhaushalt
 - 2.4.1 Parathormon
 - 2.4.2 Kalzitonin
 - 2.4.3 Kalziferol (Vitamin D-Hormon; 1,25-dihydroxykalziferol)
3. Faktoren, welche die Calciumabsorption direkt beeinflussen
 - 3.1 Oxalsäure
 - 3.2 Phytinsäure
 - 3.3 Glukose
 - 3.4 Vitamin D₃ (Cholekalziferol)
 - 3.5 Laktose
 - 3.6 Genetische Faktoren
 - 3.7 Körperliche Aktivität
4. Faktoren, welche die Calciumabsorption indirekt beeinflussen
 - 4.1 Phosphor
 - 4.2 Proteine
 - 4.3 Koffein
 - 4.4 Medium-Chain-Triacylglycerols
 - 4.5 Vitamin C und Vitamin K
 - 4.6 Natrium
 - 4.7 Östrogen
 - 4.8 Nahrungsfasern
5. Eine optimale Calciumabsorption im Alltag
6. Calciumabsorption aus Mineralwasser
7. Mineralwasserverbrauch in der Schweiz
8. Literaturverzeichnis

Zusammenfassung

Die Calciumabsorption im Menschen erfolgt entweder aktiv oder passiv, wobei die passive parazelluläre Absorption nur bei mittleren bis hohen Calciummengen im Chymus vorkommt. Die Calciumabsorption kann durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden, welche direkt oder indirekt wirken. Eine direkte Beeinflussung erfolgt durch Substanzen (Oxalsäure, Phytinsäure), die Calcium binden und somit die Absorption vermindern, durch Substanzen (Glukose, Vitamin D, Laktose) die die Absorption fördern sowie durch genetische Faktoren und physische Aktivität. Indirekt wird die Calciumabsorption durch eine Reihe verschiedener Substanzen (zum Beispiel Phosphor, Protein, Koffein) entweder vermindert oder erhöht. Mineralwasser kann eine gute Calciumquelle darstellen, sofern der Calciumgehalt nicht tief ist. Der Mineralwasserverbrauch in der Schweiz betrug in der Periode von Januar bis Dezember 2001 768.9 Mio. l, davon entfielen ca. 40 % auf Importe. Der Calciumgehalt der in der Schweiz erhältlichen Mineralwässer schwankte zwischen 8.9 mg/l (San Clemente) und 555.0 mg/l (Eptinger). Mit einem Liter calciumreichen Mineralwasser könnte somit ca. 55 % des täglichen Calciumbedarfs einer erwachsenen Person gedeckt werden.

1. Einleitung

Der tendenziell steigende Pro-Kopf-Verbrauch von Mineralwasser in Europa und Nordamerika gab Anlass für viele Studien, die Mineralstoffgehalte der Mineralwässer und deren Verfügbarkeit zu untersuchen. Eine Studie, die europäische und nordamerikanische Mineralwässer verglich, stellte fest, dass europäische Mineralwässer im Durchschnitt höhere Mineralstoffgehalte aufwiesen als Nordamerikanische (Garzon et al. 1998). Ein europäisches Mineralwasser hatte einen durchschnittlichen Calciumgehalt von 115 mg/l, während dieser Wert bei nordamerikanischen Mineralwässern bei 8 mg/l liegt.

Mineralwasser ist im Allgemeinen gut verträglich und könnte daher auch für laktoseintolerante Personen einen Calciumspender darstellen (Halpern 1991). Calcium wird sonst hauptsächlich aus Milchprodukten aufgenommen.

Die vorliegende Arbeit ist in zwei Teile gegliedert. Im ersten, etwas ausführlicheren Teil sollen Themen der Calciumabsorption sowie deren Regulation betrachtet werden. Im zweiten Teil soll der Verbrauch von Mineralwasser in der Schweiz ermittelt werden sowie die Mineralstoffgehalte der in der Schweiz erhältlichen Mineralwässer tabellarisch verglichen werden, und die Aspekte, welche zur optimalen Calciumabsorption im Alltag beitragen können, zusammengefasst werden.

2. Allgemeiner Teil

2.1 Calciumbilanz

Die Nettocalciumbilanz ist abhängig von der Calciumaufnahme und der Calciumausscheidung. Die Calciumaufnahme im Gastrointestinaltrakt schwankt zwischen 20 % und 35 % der total aufgenommenen Calciummenge (Maid-Kohnert 2001). Verschiedene Faktoren beeinflussen die Calciumaufnahme durch fördernde oder hemmende Wirkungen auf die Aktivität des intestinalen Calciumtransportsystems.

Der Calciumverlust setzt sich aus folgenden Hauptkomponenten zusammen: Fäkale Calciumausscheidung, Urinausscheidung, Einlagerung in Körperhaare und Finger- und Zehennägel, Schweißproduktion (Aulin 2000). Wobei die fäkale Calciumausscheidung und die Calciumausscheidung durch den Urin den grössten Teil ausmachen.

2.2 Der aktive Calciumtransport

Der aktive transzelluläre Calciumtransport findet im Duodenum und im proximalen Ileum statt, sofern die Calciumkonzentration im Chymus gering ist. Drei Schritte charakterisieren den Vorgang (Bronner 1998).

1: Eintritt des Calciums durch die Zellmembran in die Zelle

Der Eintritt durch die Bürstensaummembran folgt einem elektrochemischen Gradienten durch einen Calciumkanal (erleichterte Diffusion).

2: Transport durch das Cytoplasma

Calbindin D_{9K} , ein spezifisches Calciumbindeprotein, transportiert das Calciumion von der Bürstensaummembran zum basolateralen Zellpol.

3: Austritt am basolateralen Zellpol

Calciumionen, welche die basolaterale Membran erreichen, werden dort an die CaATPase gebunden. Durch einen Konformationswechsel der CaATPase wird das

Calciumion ins Interstitium abgegeben. Die CaATPase funktioniert als 3 Na⁺/Ca²⁺-Antiporter.

2.3 Der passive Calciumtransport

Der passive parazelluläre Calciumtransport tritt in Kraft, wenn Calcium in mittleren bis hohen Konzentrationen vorliegt, sowie bei der Calciumabsorption im Kindesalter. Der Prozess läuft entlang dem chemischen Gradienten und findet im ganzen Dünndarm statt. Die grössten Mengen an Calcium werden im distalen Ileum absorbiert, diese Zellen besitzen kein Calbindin D_{9K}, so dass Calcium parazellulär transportiert werden muss.

Wichtige Determinanten der absoluten passiven Calciumabsorption stellen die Löslichkeit des Calciumsalzes, die Permeabilität des intestinalen Epithels und die Absorptionszeit (abhängig von der Verdauungszeit) dar.

Aktiver und passiver Calciumtransport im Caecum und im absteigenden Kolon konnten bei der Ratte festgestellt werden. Es wird angenommen dass diese Vorgänge auch beim Menschen ablaufen (Bronner, Pansu 1999).

2.4 Drei Haupthormone regulieren den Calciumhaushalt

2.4.1 Parathormon

Parathormon (PTH) wird in den Epithelkörperchen der Nebenschilddrüse gebildet. Ein tiefer Blutcalciumspiegel stimuliert die PTH-Ausschüttung aus den Epithelkörperchen. Ein hoher Blutcalciumspiegel hemmt die PTH-Ausschüttung über Rezeptoren in den Hauptzellen.

Im Knochen führt PTH zur Osteolyse. Bei der Osteolyse werden die Osteoblasten aktiviert, binden das Hormon und setzen nach deren Bindung Kollagenasen und Interleukin-6 frei, was zum Knochenabbau führt.

In der Niere bewirkt PTH die Ca^{2+} - und Mg^{2+} Resorption im distalen Tubulus. Die Ausscheidung von HPO_4^{2-} und H_2PO_4^- im proximalen Tubulus wird gefördert. Ebenfalls in der Niere wird die Synthese von Kalziferol durch PTH stimuliert.

2.4.2 Kalzitonin

Kalzitonin wird in den C-Zellen der Schilddrüse gebildet. Im Knochen hemmt Kalzitonin die Osteolyse. Die Mobilisation von Calcium und Phosphat aus dem Knochen wird durch Kalzitonin gehemmt, was eine Senkung der Calciumkonzentration im Blut zur Folge hat.

In der Niere steigert Kalzitonin die Phosphat- und Calciumausscheidung. Die Calciumkonzentration im Extrazellulärraum reguliert die Kalzitoninsekretion. Dabei wird bei einer Zunahme des Calciumspiegels die Hormonsekretion gesteigert und bei einem Absinken gehemmt.

Einen zusätzlichen Regulationsmechanismus bilden die gastrointestinalen Hormone, welche postprandial die Kalzitoninsekretion durch C-Zell-Stimulation fördern. Das führt zu einem schnellen Einbau des Calciums in die Knochen. Zu diesen Hormonen gehören Gastrin, Cholezystokinin, Pankreozymin und Glukagon. Kalzitonin verlangsamt den Verdauungsprozess.

2.4.3 Kalziferol (Vitamin D-Hormon; 1,25-dihydroxycholekalziferol)

Kalziferol wird aus Cholekalziferol gebildet. D-Vitamine werden unter UV-Strahleneinwirkung in der Haut zu Vitamin D_3 umgewandelt. Diese werden in der Leber in der C-25 Position hydroxyliert und gelangen danach in die Niere. In der Niere wird unter PTH-Einfluss ein Enzym aktiviert, das die 25-hydroxylierten D-Prohormone in der C-1 Position hydroxyliert, wodurch 1,25-dihydroxylierte Vitamin D-Hormone entstehen. Vitamin D-Hormone verstärken am Darmepithel die Calciumresorption und haben eine negative Feedback Wirkung auf die Epithelkörperchen der Schilddrüse.

3. Faktoren, welche die Calciumabsorption direkt beeinflussen

3.1 Oxalsäure

Oxalsäure bildet mit Calcium schwerlösliche Komplexe, welche nicht absorbiert werden können und über die Fäzes ausgeschieden werden. Im Allgemeinen ist die Calciumabsorption umgekehrt proportional zum Oxalsäuregehalt in der eingenommenen Nahrung (Weaver et al. 1999). Oxalsäure ist in hoher Konzentration in Rhabarber, Mangold und Spinat enthalten, in etwas geringeren Mengen auch in Süsskartoffeln.

Dies führt dazu, dass aus Spinat durchschnittlich 5,1 % des enthaltenen Calciums absorbiert werden kann. Bei Milch liegt der durchschnittliche Absorptionswert bei 27,6 % (Heaney et al. 1988). Grünkohl und Broccoli gehören zu den Gemüsesorten mit tiefem Oxalsäuregehalt. Die durchschnittlichen Calciumabsorptionswerte von Grünkohl liegen bei 40,9 % (+/- 10,1 % SD) (Heaney, Weaver 1990).

Soyabohnen enthalten hohe Konzentrationen an Phytinsäure und Oxalsäure, trotzdem weisen sie eine hohe Calciumverfügbarkeit auf (Heaney et al. 1991). Begründungen für diese Beobachtung liegen keine vor in den hier erwähnten Studien.

Substanzen, welche die Calciumabsorption fördern, werden in Gemüse mit tiefem Oxalsäuregehalt vermutet, jedoch wurden diese Stimulatoren noch nicht identifiziert (Weaver et al. 1999). Im Gegensatz dazu scheint Calciumoxalat in Kombination mit Milch die Calcium-absorption nicht zu beeinflussen (Heaney, Weaver 1989).

3.2 Phytinsäure

Phytinsäure bildet mit Calcium ebenfalls Komplexe, die nicht absorbiert werden können und hemmt dadurch die Calciumabsorption (Maid-Kohnert 2001).

3.3 Glukose

Die Zusammensetzung einer Mahlzeit könnte bezüglich der Calciumabsorption vor allem bei gastrointestinalen Krankheiten eine wichtige Rolle spielen. Eine erhöhte

Calciumabsorption wurde festgestellt bei glukosepolymerhaltiger Nahrung (Kelly et al. 1984).

Studien, welche diesen Effekt untersuchten, zeigten, dass Glukose, die von Glukosepolymeren durch Hydrolyse abgeleitet wird, sich positiv auf die Calciumabsorption auswirken könnte (Wood et al. 1987).

Glukose und Fruktose könnten die Calciumabsorption durch einen Effekt auf die Wasserbewegung fördern. Dieser Mechanismus wurde in einer anderen Studie festgestellt und steht noch in Diskussion (Norman et al. 1980). Andere Quellen konnten unter experimentellen Bedingungen feststellen, dass Glukose die Calciumabsorption fördert. Wurden jedoch Glukosepolymere in der Nahrung aufgenommen, zeigte sich keine statistisch signifikante Erhöhung der Calciumabsorption (Sheikh 1988).

Untersuchungen der intestinalen Calciumabsorption an Ratten zeigten, dass Glukose, Laktose und Dextrose eine dosisabhängige Calciumabsorption hervorrufen. Diese Erkenntnisse könnten auf den Menschen übertragen werden (Zheng et al. 1985), was jedoch von vielen Studien kritisiert wird. In einer anderen Studie wurde festgestellt, dass die Calciumabsorption aus Mineralwasser mit der Einnahme einer Spaghettimahlzeit von 37 % (SD 9,8 %) auf 46,1 % (SD 11,7 %) gesteigert werden konnte (Van Dokkum et al. 1996).

Falls Glukose die Calciumabsorption tatsächlich unterstützt, würde dies vor allem für die Calciumsupplementierung eine Möglichkeit darstellen, den Calciumpräparaten eine höhere Absorbierbarkeit zu verleihen.

3.4 Vitamin D₃ (Cholekalziferol)

In der Leber wird aus Cholesterin 7-Dehydrocholesterin gebildet, das später in Kreatinozyten in der Haut zu Cholekalziferol gespalten wird. Für diesen Spaltvorgang ist UV-Strahlung notwendig. Für eine adequate Vitamin D-Produktion im Körper sind 15-30 min Sonnenlicht pro Tag nötig, wobei in dieser Zeit Hände sowie das Gesicht dem Licht ausgesetzt sein müssen (Reaburn 2000).

Bei geringer Calciumeinnahme steigt der PTH-Spiegel an und stimuliert die Bildung der aktiven Form von 1,25-dihydroxyvitamin-D. Dieser Vitamin D-Metabolit ist ein

Steroidhormon, welches über einen Vitamin D-Rezeptor die Expression von vitamin D-abhängigen Genen reguliert. Calbindin D_{9K} , das calciumbindende Protein, wird von einem solchen vitamin D-abhängigen Gen codiert. Es wird vermutet, dass Calbindin D_{9K} die limitierende Substanz im intestinalen Calciumtransport ist (Wood 2000). Wird Calcium in grösseren Mengen eingenommen, läuft die Calciumabsorption über den parazellulären Transport (Wood 2000). Der passive parazelluläre Absorptionsweg von Calcium ist vitamin D-unabhängig, wird aber durch 1,25-alpha-Vitamin D_3 gefördert, indem die parazelluläre Permeabilität für Calcium durch einen noch unbekanntem Mechanismus erhöht wird (Karbach 1994).

Der Vitamin D-Status ist hauptsächlich abhängig von der oralen Vitamin D-Einnahme sowie dem Sonnenlicht dem die Haut ausgesetzt wird.

3.5 Laktose

Im Gastrointestinaltrakt wird Laktose durch die Betagalaktosidase in Glukose und Galaktose gespalten. Diese Spaltprodukte können absorbiert werden. Normalerweise sinkt die Laktaseaktivität nach dem zweiten Lebensjahr, was bei gewissen Menschen zu schlechter Laktoseverdauung führt. Treten dabei Verdauungsstörungen auf, wird das als Laktoseintoleranz bezeichnet. Die meisten laktoseintoleranten Leute können jedoch Laktose in kleinen Mengen (das heisst, z.B. 200 ml Milch) verdauen (De Verse et al 1998).

Bei laktosetoleranten Menschen verlängerte die Einnahme von Laktose die Dauer der Calciumabsorption im Bereich der maximalen Absorptionsrate, was zu einer erhöhten totalen Calciumabsorption geführt hat. In laktoseintoleranten Personen wurde eine Senkung der maximalen Calciumabsorption festgestellt. Daraus wurde geschlossen, dass der Effekt von Laktose auf die Calciumabsorption von der intestinalen Aktivität der Laktase abhängig ist (Cochet 1983).

Für diese Abhängigkeit konnte eine lineare Korrelation nachgewiesen werden. Personen mit normaler Laktaseaktivität absorbieren grössere Mengen an Calcium als Personen mit Laktasemangel.

Die Einnahme von Laktase hatte bei Personen mit normaler Laktaseaktivität keine sichtbare Wirkung: Bei Personen mit Laktasemangel steigerte sich jedoch die Calciumabsorption auf die Calciumabsorptionsrate von Personen mit normaler Laktaseaktivität. Es wird vermutet, dass nicht die Laktase per se die Calciumabsorptionsrate steigert, sondern die Hydrolyseprodukte Glukose und Galaktose (Birlouez-Aragon 1988).

3.6 Genetische Faktoren

Es scheint, dass 60-80 % der maximalen Knochenmassevarianz von genetischen Faktoren abhängt. Trotzdem sind die spezifischen Gene, die die Knochenmineralmasse kontrollieren, noch nicht bekannt (Ferrari et al. 1999).

Eine negative Calciumbilanz aufgrund einer schlechten Calciumabsorption könnte durch eine Allelvariation des VDR-Gens (Vitamin D Rezeptor) zustande kommen. Da das 1,25-dihydroxyvitamin-D die aktive Calciumabsorption weitgehend reguliert, wird vermutet, dass ein Polymorphismus am VDR-3' die Calciumabsorption beeinflusst (Kinyamu et al. 1997).

Es gibt Allel-Polymorphismen an zwei verschiedenen Loci. Am VDR-3' (Bsm1 mit den Genotypen BB, Bb und bb) und am VDR-5' (Fok1 mit den Genotypen FF, Ff und ff). Es wurde gezeigt, dass der PTH- und der Osteocalcinspiegel signifikant mit dem VDR-3' Genotyp korrelieren (Ferrari et al. 1999).

Viele Studien bringen Unterschiede in der Calciumabsorption mit dem Fok1 Polymorphismus in Zusammenhang, doch bleibt es unklar, welches Allel in welchem Ausmass die Calciumabsorption beeinflusst. Tendenziell scheint der Genotyp FF den grössten positiven Effekt auf die Calciumabsorption zu haben (Ames et al. 1999; Kanan et al. 2000). Hingegen ist beim heterozygoten Genotyp Ff und beim homozygoten Genotyp ff keine eindeutige Tendenz aus den mir bekannten Studien ersichtlich.

3.7 Körperliche Aktivität

Es wurde festgestellt, dass Ausdauertraining eine erhöhte Calciumabsorption hervorruft, da der Gehalt an aktiver Vitamin D-Form im Serum ansteigt (Aulin 2000). Einige Studien stellen auch eine Abhängigkeit des PTH Spiegels von körperlicher Aktivität fest. Doch wurde diese Beobachtung durch andere Studien nicht bestätigt.

In diesem Zusammenhang stellt sich nun die Frage, ob Ausdauertraining oft draussen stattfindet und der erhöhte Gehalt an aktiver Vitamin D-Form durch die vermehrte UV-Strahlung hervorgerufen wurde.

Körperliche Aktivität wird als sehr wichtiger Faktor in der Osteoporoseprävention eingestuft. Doch um eine ganzheitlich positive Auswirkung zu erzeugen, ist eine minimale Calciumeinnahme notwendig. Es scheint, dass körperliche Aktivität vor allem den trabekulären Knochenverlust verhindert, während die direkte Calciumeinnahme den cortikalen Knochenverlust verhindern könnte (Aulin 2000).

4. Faktoren, welche die Calciumabsorption indirekt beeinflussen

4.1 Phosphor

Zwischen der Calciumabsorption und der gleichzeitigen Einnahme von Phosphor konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden (Wood 2000). In mehreren Studien wurde aber gezeigt, dass Phosphor auf die Nettocalciumaufnahme zwar keinen Einfluss hat, jedoch auf zwei gegensätzliche Mechanismen, die in gleichem Ausmass wirken, was zu einem Nettoeffekt von Null oder annähernd Null führt. So reduziert Phosphor den Calciumverlust im Urin und steigert gleichzeitig den endogenen fäkalen Calciumverlust im selben Ausmass (Heaney 2000).

4.2 Proteine

Proteine beeinflussen die Calciumabsorption nicht, fördern jedoch die Calciumausscheidung im Urin, was in Abhängigkeit zur Calciumeinnahme zu einer negativen Calciumbilanz führen kann (Wood 2000).

Der calciuretische Effekt der Proteine ist abhängig vom Aminosäureprofil der Proteine. Aminosäuren, die Schwefel enthalten (Methionin und Cystein), erhöhen den Säuregehalt im Urin, was zu grösseren Mengen an ausgeschiedenem Calcium führt. Viele pflanzliche Proteine weisen weniger schwefelhaltige Aminosäuren auf als tierische Proteine. In pflanzlichen Proteinen wurde ein Methionin- und Cysteinanteil von durchschnittlich 25 mg/g Protein nachgewiesen (Weaver et al. 1999).

Untersuchungen zeigten aber, dass der Anteil an schwefelhaltigen Aminosäuren in Getreide ungefähr gleich gross ist wie in tierischen Proteinen (38 mg/g Protein), während in Nüssen und Pflanzensamen ein deutlich höherer Anteil von 46 mg/g Protein festgestellt wurde. Bei stark phosphorhaltigen Proteinquellen wurde eine Verlagerung des Calciumverlusts von der Urinausscheidung zur fäkalen Ausscheidung festgestellt (Weaver et al. 1999).

4.3 Koffein

Grosse Mengen an koffeinhaltigen Getränken steigern kurzfristig die Calciumausscheidung über den Urin. Über 24 h gesehen wurde dieser Effekt aber als vernachlässigbar eingestuft (Weaver et al. 1999).

4.4 Medium-Chain-Triacylglycerols

Es wurde vermutet, dass die Medium-Chain-Triacylglycerols (MCT-Fette) die Calciumabsorption erhöhen könnten. Studien zeigten jedoch, dass die Absorption unter dem Einfluss von MCT-Fetten zwar anstieg, aber kein statistisch signifikanter Unterschied feststellbar war, mit und ohne MCT-Fette (Griessen et al. 1999).

4.5 Vitamin C und Vitamin K

Auch Vitamin C und Vitamin K (K₁ und K₂) sind am Calciummetabolismus beteiligt. Sie sind als Co-Faktoren für Schlüsselenzyme notwendig (Branca et al. 2001), wobei Vitamin K für die Carboxylierung von Osteocalcin in der Knochenmatrix unerlässlich ist (Zittermann 2001).

Mit zunehmendem Alter wurde weniger zirkulierendes Vitamin D in aktiver Form festgestellt. Es wird vermutet, dass ein Zusammenhang zur altersbedingten Abnahme der Vitamin C Produktion besteht. Dadurch vermindert die abnehmende Vitamin C Produktion indirekt die Calciumabsorption. Durch das Fehlen des Vitamin C's wird weniger Vitamin D in die aktive Form transformiert (Reaburn 2000).

4.6 Natrium

Calcium und Natrium benutzen das gleiche Transportsystem im proximalen Tubulus. Es werden pro 2300 mg Na, die von der Niere abgesondert werden, 40-60 mg Calcium mit ausgeschieden. Eine lineare Regressionsanalyse zeigte, dass pro 1 g Na, das von der Niere abgesondert wurde, 26.3 mg Ca²⁺/d im Urin ausgeschieden werden (Weaver et al. 1999). Eine hohe Natriumzufuhr fördert daher indirekt die Calciumausscheidung.

4.7 Östrogen

Eine zu tiefe Energiezufuhr begleitet von körperlicher Anstrengung kann bei Frauen zu einer Körperfettreduktion und einem Mangel an zirkulierendem Östrogen führen. Ein zu tiefer Östrogenpegel wiederum führt zu Demineralisierung in den Knochen (Kerr et al. 2000). Eine erhöhte Calciumzufuhr könnte eine Demineralisierung vermindern.

4.8 Nahrungsfasern

Calcium kann erst absorbiert werden, nachdem die Nahrung teilweise verdaut wurde und Calciumionen in Lösung sind. Es wird daher vermutet, dass Nahrungsmittel, die einen höheren Anteil an Nahrungsfasern enthalten, weniger gute Calciumquellen sind als Nahrungsmittel mit weniger Nahrungsfasern aber gleichem Anteil an Calcium (Bronner, Pansu 1999). Andere Studien verneinen diese Aussage (Weaver et al. 1999). Es wurden Experimente mit extrahierten Nahrungsfasern von Gemüse durchgeführt. Hier konnte keine Reduktion der Calciumabsorption beobachtet werden (Weaver et al. 1999). Experimentelle Resultate von ganzheitlichen Studien liegen keine vor in den erwähnten Studien.

5. Eine optimale Calciumabsorption im Alltag

Die Empfehlungen der täglichen Calciumabsorption sind je nach Land, Geschlecht und Alter der Person verschieden, liegen jedoch normalerweise zwischen 800 mg/d und 1200 mg/d. Bei Empfehlungen der Dosis sollten immer auch Faktoren wie Schwangerschaft, Laktation und postmenopausale Hormontherapie berücksichtigt werden (Aulin 2000). Um die Calciumabsorption zu optimieren, sollten folgende Punkte beachtet werden, wobei diese Auflistung Handlungsansätze im Alltag aufzeigen soll und nicht als vollständige Auflistung zu werten ist.

- Die gleichzeitige Einnahme von Glukose und Calcium könnte die Calciumabsorption unterstützen (Norman et al. 1980; Wood et al. 1987).
- Calciumzitrat und Calciummalat werden besser absorbiert als Calciumkarbonat. Darauf sollte vor allem bei der Einnahme von Calciumpräparaten geachtet werden (Reaburn 2000).
- Um genügend Vitamin D in aktiver Form zu produzieren, sind täglich 15-20 min Sonnenlicht erforderlich, während dieser Zeit müssen Hände und Gesicht der Lichtstrahlung direkt ausgesetzt sein. Auch vitamin D-reiche Nahrungsmittel können dazu beitragen, den Vitamin D-Status aufrecht zu erhalten, was vor allem in Monaten mit wenig Sonnenlicht wichtig ist. Solche Lebensmittel sind unter anderem Sardinen, Thunfisch, Leber, Eier, Margarine und Dorschleberöl.
- Für laktoseintolerante Personen kann calciumreiches Mineralwasser eine alternative Calciumquelle zu Milchprodukten darstellen. Oxalsäurehaltige oder phytinsäurehaltige Nahrungsmittel vermindern jedoch die Absorption des Calciums durch Komplexbildung.
- Joghurt stellt vor allem für Personen mit Laktasemangel oder Laktoseintoleranz eine gute Calciumquelle dar, da infolge der Fermentation des Produktes meistens eine gute Verdaulichkeit vorliegt (Smith et al. 1985).

Zu erwähnen ist jedoch auch, dass eine zu hohe Calciumeinnahme die Bildung von Nierensteinen fördert (Garzon et al. 1998). Die Eisenabsorption wird durch Calcium gehemmt, daher sollte Calcium nicht in Kombination mit Eisen eingenommen werden (Aulin 2000).

6. Calciumabsorption aus Mineralwasser

Verschiedene Studien zeigten, dass die Calciumabsorption aus Mineralwässern mit hohen Calciumanteilen stark mengenabhängig ist. Bei der Einnahme von 100 mg Ca^{2+} wurde 47,5 % absorbiert, während bei Mengen von 1000 mg Ca^{2+} 23,8 % (SD 4,8 %) absorbiert wurden (Guillemant et al. 2000).

Es konnte gezeigt werden, dass Calcium aus Mineralwasser (im Experiment verwendetes Mineralwasser: Sangemini, Italien) mindestens in gleichen Mengen absorbiert werden kann wie aus Milch. Wird Mineralwasser zu einer Mahlzeit eingenommen, so kann dies die Absorbierbarkeit verändern (Heaney, Dowell 1994).

Bei der Einnahme von 0,5 l Mineralwasser mit einem Calciumgehalt von 344 mg/l konnte eine akute Inhibition der PTH-Sekretion von 34% festgestellt werden nach 1 h (Guillemant et al. 2000).

7. Mineralwasserverbrauch in der Schweiz

In der Schweiz betrug der Verbrauch an Mineralwasser in der Periode Januar bis Dezember 2001 768.9 Mio. l. Davon entfielen 251.8 Mio. l auf Importe (Tabelle 7.1) was rund 40 % des Gesamtverbrauchs der Schweiz ausmacht.

Land	%-Anteil vom Gesamtmineralwasserimporte in der Schweiz
Italien	59.1
Frankreich	39.26
Belgien	1.04
Deutschland	0.42
Portugal	0.15
Grossbritannien	0.11
Jugoslawien	0.11
Österreich	0.07
Slowenien	0.05
Spanien	0.05
Kroatien	0.01
Türkei	< 0.01
Norwegen	< 0.01
Schweden	< 0.01
Israel	< 0.01
Ungarn	< 0.0001
Thailand	< 0.0001
U.S.A.	< 0.0001
Dänemark	< 0.0001
Niederlande	< 0.00001

Tab.7.1 Angaben gemäss Oberzolldirektion Bern

Die Aufschlüsselung der Prozentanteile der importierten Mineralwassermarken ist nicht vollständig möglich, da am Schweizer Zoll nur die Mengen sowie das Herkunftsland registriert werden, nicht aber Marken (Angaben gemäss Oberzolldirektion Bern).

Im Folgenden wurde eine Übersicht der Mineralstoffgehalte erarbeitet von Mineralwässern, welche in der Schweiz erhältlich sind. Allgemein sind sehr grosse Schwankungen im Calciumgehalt festzustellen. Mit dem Verzehr von einem Liter Mineralwasser mit einem Calciumgehalt von 555 mg/l könnten ca. 55 % der empfohlenen Calciumeinnahme eines Erwachsenen gedeckt werden. Wird jedoch ein Liter calciumarmes Mineralwasser eingenommen, mit einem Calciumgehalt von 8.9 mg/l, macht das weniger als 1 % der empfohlenen Tagesdosis aus.

Tabelle 7.2: Fortsetzung

Alle Angaben sind in mg/l; falls nichts anderes erwähnt

k.A.= keine Angaben

SMS = Verband Schweizer Mineralquellen und Soft-Drink-Produzenten

Name	Adelbodner	Adelbodner	Allegra	Appenzeller	Aproz
		(Oeybad)	(Malix)		
Herkunft	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz
Datenangabe	SMS	SMS	SMS	SMS	Seba Aproz SA
Kationen					
Ammonium NH ₄	0.06	0.08	< 0.01	0.56	< 0.05
Lithium Li	< 0.01	< 0.01	0.002	< 0.1	< 0.1
Natrium Na	4.30	6.00	1.50	2.10	7.40
Kalium K	1.40	1.70	0.50	0.85	2.60
Magnesium Mg	26.00	32.00	23.10	18.00	67.00
Calcium Ca	460.00	532.00	90.00	112.00	369.00
Strontium Sr	7.40	9.40	0.01	0.40	3.80
Mangan Mn	< 0.005	< 0.005	< 0.01	0.06	< 0.002
Anionen					
Fluorid F	0.13	0.20	< 0.05	0.65	< 0.1
Chlorid Cl	3.30	7.40	1.20	2.00	6.30
Bromid Br	< 0.05	< 0.05	0.02	< 0.1	< 0.05
Iodid J	0.05	0.025	0.01	0.03	< 0.005
Nitrat NO ₃	2.80	0.18	1.80	< 0.1	1.70
H ⁻ karbonat HCO ₃	250.00	287.00	335.60	410.00	254.00
Sulfat SO ₄	1020.00	1190.00	42.20	3.50	967.00
Undissoziierte Bestandteile					
m-Kieselsäure H ₂ SiO ₃	6.40	6.50	8.30	11.00	2.70
o-Borsäure H ₃ BO ₃	0.12	0.14	0.20	0.12	< 0.05
Spurenelemente in mg/l					
Arsen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 1
Barium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 10
Selen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 2
Cadmium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 5
Chrom	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 20
Kupfer	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 20
Blei	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 2.5
Quecksilber	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 0.4
Aluminium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Zink	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 50
Eisen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 5
Gesamt-mineralisation					
	1780.00	2070.00	504.00	553.00	1679.00

Tabelle 7.2: Fortsetzung

Alle Angaben sind in mg/l; falls nichts anderes erwähnt

k.A.= keine Angaben

SMS = Verband Schweizer Mineralquellen und Soft-Drink-Produzenten

Name	Arkina	Aven	Buffy Adello	Cristalp (Saxon)	Elmer Mineral
Herkunft	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz
Datenangabe	SMS	Seba Aproz SA	Etikette	SMS	Etikette
Kationen					
Ammonium NH ₄	0.03	< 0.05	k.A.	< 0.05	0.01
Lithium Li	0.01	< 0.1	k.A.	< 0.1	< 0.1
Natrium Na	6.10	4.40	5.60	19.90	2.50
Kalium K	2.70	1.80	k.A.	1.80	0.70
Magnesium Mg	23.00	18.00	37.00	40.00	7.10
Calcium Ca	39.00	153.00	505.00	115.00	114.00
Strontium Sr	2.50	1.40	k.A.	1.80	0.80
Mangan Mn	0.01	< 0.05	k.A.	< 0.05	< 0.1
Anionen					
Fluorid F	1.20	< 0.05	0.20	1.40	0.04
Chlorid Cl	3.50	7.60	4.30	11.50	0.30
Bromid Br	< 0.1	< 0.05	k.A.	< 0.01	< 0.1
Iodid J	0.03	< 0.05	k.A.	< 0.05	0.01
Nitrat NO ₃	0.10	3.30	< 0,1	1.80	0.58
H ⁻ karbonat HCO ₃	238.00	144.00	297.00	306.00	242.00
Sulfat SO ₄	11.00	264.00	1140.00	211.00	119.00
Undissoziierte Bestandteile					
m-Kieselsäure H ₂ SiO ₃	21.00	4.60	k.A.	13.10	9.20
o-Borsäure H ₃ BO ₃	0.26	< 0.01	k.A.	< 0.01	0.086
Spurenelemente in mg/l					
Arsen	k.A.	< 2	k.A.	k.A.	k.A.
Barium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Selen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Cadmium	k.A.	< 5	k.A.	k.A.	k.A.
Chrom	k.A.	< 50	k.A.	k.A.	k.A.
Kupfer	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Blei	k.A.	< 5	k.A.	k.A.	k.A.
Quecksilber	k.A.	< 1	k.A.	k.A.	k.A.
Aluminium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Zink	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Eisen	k.A.	< 5	k.A.	k.A.	k.A.
Gesamt-mineralisation	349.00	602.00	2010.00	718.00	497.00

Tabelle 7.2: Fortsetzung

Alle Angaben sind in mg/l; falls nichts anderes erwähnt

k.A.= keine Angaben

SMS = Verband Schweizer Mineralquellen und Soft-Drink-Produzenten

Name	Eptinger	Fontessa Elm	Heidiland Castels	Henniez	Knutwiler
Herkunft	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz
Datenangabe	SMS	SMS	SMS	SMS	SMS
Kationen					
Ammonium NH ₄	< 0.005	0.005	< 0.01	< 0.01	< 0.005
Lithium Li	< 0.1	< 0.1	0.011	< 0.1	< 0.1
Natrium Na	2.70	2.50	3.80	7.00	5.00
Kalium K	2.50	0.70	< 0.1	1.00	1.10
Magnesium Mg	127.00	7.10	37.40	19.00	26.20
Calcium Ca	555.00	114.00	91.70	106.00	80.00
Strontium Sr	5.70	0.80	12.50	0.19	0.40
Mangan Mn	0.008	< 0.01	< 0.005	< 0.01	< 0.1
Anionen					
Fluorid F	1.80	0.04	1.04	< 0.1	0.12
Chlorid Cl	1.80	0.30	0.50	8.00	6.60
Bromid Br	< 0.1	< 0.1	k.A.	< 0.05	< 0.1
Iodid J	< 0.01	0.01	k.A.	< 0.01	< 0.01
Nitrat NO ₃	< 0.1	0.58	0.90	16.00	< 0.1
H ⁺ karbonat HCO ₃	281.00	242.00	125.70	392.00	376.00
Sulfat SO ₄	1630.00	119.00	291.00	13.00	20.00
Undissoziierte Bestandteile					
m-Kieselsäure H ₂ SiO ₃	20.00	9.20	11.35	15.00	17.00
o-Borsäure H ₃ BO ₃	0.55	0.086	< 0.06	0.20	0.05
Spurenelemente in mg/l					
Arsen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Barium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Selen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Cadmium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Chrom	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Kupfer	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Blei	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Quecksilber	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Aluminium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Zink	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Eisen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Gesamt-mineralisation	2630.00	497.00	576.00	581.00	543.00

Tabelle 7.2: Fortsetzung

Alle Angaben sind in mg/l; falls nichts anderes erwähnt

k.A.= keine Angaben

SMS = Verband Schweizer Mineralquellen und Soft-Drink-Produzenten

Name	Lostorfer	M-Budget	Mineralwasser Kapuzinerquelle	Nendaz	Passugger Theophil
Herkunft	Schweiz	Schweiz	Elm Schweiz	Schweiz	Schweiz
Datenangabe	SMS	Seba Aproz SA	Etikette	Seba Aproz SA	SMS
Kationen					
Ammonium NH ₄	< 0.005	< 0.05	k.A.	< 0.05	0.15
Lithium Li	< 0.1	< 0.1	k.A.	< 0.1	0.06
Natrium Na	4.20	3.00	2.60	2.00	39.90
Kalium K	2.70	3.00	k.A.	1.00	2.20
Magnesium Mg	7.80	70.00	5.60	20.00	24.60
Calcium Ca	279.00	310.00	127.00	84.00	211.50
Strontium Sr	2.20	6.10	k.A.	1.00	2.00
Mangan Mn	0.011	< 0.002	k.A.	< 0.002	0.03
Anionen					
Fluorid F	2.00	< 0.05	< 0,1	< 0.05	0.10
Chlorid Cl	3.60	6.90	0.60	2.00	15.00
Bromid Br	< 0.1	< 0.05	k.A.	< 0.05	< 0.1
Iodid J	< 0.1	< 0.005	k.A.	< 0.005	< 0.1
Nitrat NO ₃	< 0.1	2.10	0.40	1.00	0.60
H'karbonat HCO ₃	254.00	247.00	270.00	103.00	769.80
Sulfat SO ₄	780.00	842.00	120.00	190.00	56.80
Undissoziierte Bestandteile					
m-Kieselsäure H ₂ SiO ₃	16.00	3.40	k.A.	6.00	11.30
o-Borsäure H ₃ BO ₃	0.61	< 0.1	k.A.	0.10	0.40
Spurenelemente in mg/l					
Arsen	k.A.	< 1	k.A.	< 5	k.A.
Barium	k.A.	< 10	k.A.	< 2	k.A.
Selen	k.A.	< 2	k.A.	< 1	k.A.
Cadmium	k.A.	< 5	k.A.	< 0.5	k.A.
Chrom	k.A.	< 20	k.A.	< 2	k.A.
Kupfer	k.A.	< 20	k.A.	< 2	k.A.
Blei	k.A.	< 2.5	k.A.	< 2	k.A.
Quecksilber	k.A.	< 0.4	k.A.	< 0.1	k.A.
Aluminium	k.A.	k.A.	k.A.	< 5	k.A.
Zink	k.A.	< 50	k.A.	< 5	k.A.
Eisen	k.A.	< 5	k.A.	< 5	k.A.
Gesamt-mineralisation	1420.00	1494.00	ca. 536.00	410.00	1135.00

Tabelle 7.2: Fortsetzung

Alle Angaben sind in mg/l; falls nichts anderes erwähnt

k.A.= keine Angaben

SMS = Verband Schweizer Mineralquellen und Soft-Drink-Produzenten

Name	Rhätzünser	San Clemente	Sassal	Swiss Alpina	Valser
Herkunft	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz
Datenangabe	SMS	SMS	SMS	SMS	SMS
Kationen					
Ammonium NH ₄	0.43	k.A.	0.012	0.15	< 0.005
Lithium Li	0.24	k.A.	0.10	0.15	0.02
Natrium Na	122.80	1.90	11.00	68.40	10.70
Kalium K	5.50	0.70	3.00	3.20	2.00
Magnesium Mg	44.10	1.70	43.00	47.40	54.00
Calcium Ca	210.20	8.90	258.00	154.20	436.00
Strontium Sr	2.80	k.A.	2.00	2.30	8.80
Mangan Mn	0.520	k.A.	0.70	0.35	0.025
Anionen					
Fluorid F	0.81	k.A.	0.16	0.24	0.63
Chlorid Cl	17.60	1.00	16.00	11.10	2.50
Bromid Br	< 0.1	k.A.	< 0.01	0.10	< 0.05
Iodid J	0.04	k.A.	0.017	0.035	0.018
Nitrat NO ₃	0.26	4.10	0.29	< 1.0	< 0.1
H ⁻ karbonat HCO ₃	1071.50	22.60	932.00	776.30	386.00
Sulfat SO ₄	120.40	8.30	59.00	93.90	990.00
Undissoziierte Bestandteile					
m-Kieselsäure H ₂ SiO ₃	49.50	7.00	15.00	35.90	25.00
o-Borsäure H ₃ BO ₃	4.60	k.A.	0.30	2.70	0.71
Spurenelemente in mg/l					
Arsen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Barium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Selen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Cadmium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Chrom	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Kupfer	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Blei	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Quecksilber	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Aluminium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Zink	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Eisen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Gesamt-mineralisation	1643.00	44.00	1340.00	1191.00	1918.00

Tabelle 7.2: Fortsetzung

Alle Angaben sind in mg/l; falls nichts anderes erwähnt

k.A.= keine Angaben

SMS = Verband Schweizer Mineralquellen und Soft-Drink-Produzenten

Name	Zurzacher
Herkunft	Schweiz
Datenangabe	SMS
Kationen	
Ammonium NH ₄	0.07
Lithium Li	1.50
Natrium Na	302.00
Kalium K	7.70
Magnesium Mg	0.25
Calcium Ca	15.80
Strontium Sr	0.57
Mangan Mn	0.042
Anionen	
Fluorid F	3.40
Chlorid Cl	132.00
Bromid Br	0.72
Iodid J	< 0.01
Nitrat NO ₃	< 0.1
H ⁻ karbonat HCO ₃	285.00
Sulfat SO ₄	270.00
Undissoziierte Bestandteile	
m-Kieselsäure H ₂ SiO ₃	34.00
o-Borsäure H ₃ BO ₃	2.30
Spurenelemente in mg/l	
Arsen	k.A.
Barium	k.A.
Selen	k.A.
Cadmium	k.A.
Chrom	k.A.
Kupfer	k.A.
Blei	k.A.
Quecksilber	k.A.
Aluminium	k.A.
Zink	k.A.
Eisen	k.A.
Gesamt-mineralisation	1050.00

Tabelle 7.3: Natürliche Mineralwässer aus ausländischen Quellen und ihre Mineralstoffgehalte

Alle Angaben sind in mg/l; falls nichts anderes erwähnt

k.A.= keine Angaben

Name	Aqua Panna	Badoit	Contrex	Evian	Ferrarelle
Herkunft	Italien	Frankreich	Frankreich	Frankreich	Italien
Datenangabe	Etikette	Etikette	Nestlé Waters SA	Etikette	Etikette
Kationen					
Ammonium NH ₄	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Lithium Li	k.A.	k.A.	0.05	k.A.	k.A.
Natrium Na	6.50	150.00	9.10	5.00	49.00
Kalium K	0.90	10.00	3.20	1.00	43.00
Magnesium Mg	6.90	85.00	84.00	24.00	18.00
Calcium Ca	30.20	190.00	486.00	78.00	362.00
Strontium Sr	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Mangan Mn	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Anionen					
Fluorid F	k.A.	1.00	0.34	k.A.	k.A.
Chlorid Cl	7.10	40.00	8.60	4.50	21.00
Bromid Br	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Iodid J	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Nitrat NO ₃	5.70	k.A.	2.50	3.80	5.00
H ⁻ karbonat HCO ₃	100.00	1300.00	403.00	357.00	1372.00
Sulfat SO ₄	21.40	40.00	1178.00	10.00	0.80
Undissoziierte Bestandteile					
m-Kieselensäure H ₂ SiO ₃	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
o-Borsäure H ₃ BO ₃	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Spurenelemente in mg/l					
Arsen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Barium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Selen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Cadmium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Chrom	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Kupfer	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Blei	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Quecksilber	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Aluminium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Zink	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Eisen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Gesamt-mineralisation	137.00	1200.00	2174.79	309.00	1270.00

Tabelle 7.3: Fortsetzung

Alle Angaben sind in mg/l; falls nichts anderes erwähnt

k.A.= keine Angaben

Name	Fonte Guizza	Hildon sport	Perrier	Rocchetta	San Benedetto
Herkunft	Italien	Deutschland (Quelle:GB)	Frankreich	Italien	Italien
Datenangabe	Etikette	Etikette	Nestlé Waters SA	Etikette	Etikette
Kationen					
Ammonium NH ₄	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Lithium Li	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Natrium Na	7.10	k.A.	14.00	4.40	6.80
Kalium K	1.10	k.A.	1.00	0.50	1.10
Magnesium Mg	31.00	1.70	3.50	3.40	30.00
Calcium Ca	k.A.	197.00	142.00	59.00	46.00
Strontium Sr	k.A.	k.A.	k.A.	0.11	k.A.
Mangan Mn	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Anionen					
Fluorid F	k.A.	< 0.02	k.A.	0.14	< 0,1
Chlorid Cl	2.80	16.00	30.90	7.70	2.80
Bromid Br	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Iodid J	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Nitrat NO ₃	k.A.	6.00	k.A.	1.10	6.80
H ⁻ karbonat HCO ₃	296.00	k.A.	347.70	185.00	293.00
Sulfat SO ₄	4.60	4.00	51.40	7.90	4.90
Undissoziierte Bestandteile					
m-Kieselsäure H ₂ SiO ₃	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
o-Borsäure H ₃ BO ₃	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Spurenelemente in mg/l					
Arsen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1.00
Barium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Selen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Cadmium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Chrom	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Kupfer	k.A.	< 0.8	k.A.	k.A.	5.00
Blei	k.A.	0.15 +/-0.1	k.A.	k.A.	5.00
Quecksilber	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Aluminium	k.A.	< 0.01	k.A.	k.A.	k.A.
Zink	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	10.00
Eisen	k.A.	< 10.00	k.A.	k.A.	k.A.
Gesamt-mineralisation	405.60	320	590.50	179.00	393.30

Tabelle 7.3: Fortsetzung

Alle Angaben sind in mg/l; falls nichts anderes erwähnt

k.A.= keine Angaben

Name	S.Pellegrino	Ulmeta	Valle Noble	Vichy Celestine	Vittel
Herkunft	Italien	Italien	Frankreich	Frankreich	Frankreich
Datenangabe	Etikette	Etikette	Rivella AG	Henniez Laboratorium	Nestlé Waters SA
Kationen					
Ammonium NH ₄	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 0,01
Lithium Li	0.18	k.A.	k.A.	3.00	0.088
Natrium Na	42.00	0.90	100.00	1172.00	7.60
Kalium K	2.80	0.40	85.00	66.00	4.80
Magnesium Mg	53.50	4.80	36.00	10.00	21.00
Calcium Ca	208.00	34.00	k.A.	103.00	97.00
Strontium Sr	3.50	k.A.	k.A.	k.A.	0.87
Mangan Mn	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 0,001
Anionen					
Fluorid F	0.61	k.A.	0.96	5.00	0.169
Chlorid Cl	68.00	1.50	15.00	235.00	3.60
Bromid Br	0.40	k.A.	k.A.	k.A.	0.032
Iodid J	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 0.001
Nitrat NO ₃	0.77	1.50	2.50	2.00	< 0,1
H ⁻ karbonat HCO ₃	222.70	116.00	660.00	2989.00	261.00
Sulfat SO ₄	534.60	4.50	40.00	138.00	118.00
Undissoziierte Bestandteile					
m-Kieselensäure H ₂ SiO ₃	k.A.	4.30	k.A.	k.A.	k.A.
o-Borsäure H ₃ BO ₃	1.20	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Spurenelemente in mg/l					
Arsen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	4.00
Barium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	10.00
Selen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 2,0
Cadmium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 0,05
Chrom	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 1,0
Kupfer	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 1,0
Blei	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 1,0
Quecksilber	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 0,03
Aluminium	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 2,0
Zink	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 1,0
Eisen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	< 0,001
Gesamt-mineralisation	1147.66	k.A.	k.A.	4758.00	425.00

Tabelle 7.3: Fortsetzung

Alle Angaben sind in mg/l; falls nichts anderes erwähnt
k.A.= keine Angaben

Name	Volvic
Herkunft	Frankreich
Datenangabe	Etikette
Kationen	
Ammonium NH ₄	k.A.
Lithium Li	k.A.
Natrium Na	9.40
Kalium K	5.70
Magnesium Mg	6.10
Calcium Ca	9.90
Strontium Sr	k.A.
Mangan Mn	k.A.
Anionen	
Fluorid F	k.A.
Chlorid Cl	8.40
Bromid Br	k.A.
Iodid J	k.A.
Nitrat NO ₃	k.A.
H ⁻ karbonat HCO ₃	65.30
Sulfat SO ₄	6.90
Undissoziierte Bestandteile	
m-Kieselsäure H ₂ SiO ₃	k.A.
o-Borsäure H ₃ BO ₃	k.A.
Spurenelemente in mg/l	
Arsen	k.A.
Barium	k.A.
Selen	k.A.
Cadmium	k.A.
Chrom	k.A.
Kupfer	k.A.
Blei	k.A.
Quecksilber	k.A.
Aluminium	k.A.
Zink	k.A.
Eisen	k.A.
Gesamt-mineralisation	141.70

8. Literaturverzeichnis

Hintergrundliteratur:

Aulin KP. Minerals: Calcium. In: Nutrition in sport. Maughan RJ (ed.), Blackwell Science, Oxford, 318-325, 2000

Kerr D, Khan K, Bennell K. Bone, exercise, nutrition and menstrual disturbances. In: Clinical sports nutrition. Burke L, Deakin V (eds.), McGraw Hill, Roseville NSW, 241-272, 2000

Maid-Kohnert U. Lexikon der Ernährung a bis fettk. Maid-Kohnert U (ed.) Spektrum, Heidelberg, Berlin, 214-218, 2001

Reaburn P. Nutrition and the ageing athlete. In: Clinical sports nutrition. Burke L, Deakin V (eds.), McGraw Hill, Roseville NSW, 603-639, 2000

Williams MH. Mineralstoffe: die anorganische Regulation. In: Ernährung Fitness und Sport, Richard Rost (ed.). Mullstein Mosby, Berlin, Wiesbaden, Kapitel 8, 1997

Thews G. Gastrointestinaltrakt. In: Anatomie Physiologie Pathophysiologie des Menschen. Thews G, Mutschler E, Vaupel P (eds.), Wiss Verl-Ges, Stuttgart, 339-406 1999

Thews G. Nebenschilddrüsen und hormonale Kalzium- und Phosphatregulation. In: Anatomie Physiologie Pathophysiologie des Menschen. Thews G, Mutschler E, Vaupel P (eds.), Wiss Verl-Ges, Stuttgart, 496-499, 1999

Fachliteratur:

Ames SK, Ellis KJ, Gunn SK, Copeland KC, Abrams SA. Vitamin D receptor gene fok1 polymorphism predicts calcium absorption and bone mineral density in children. J Bone Miner Res, 14, 740-746, 1999

Biroulez –Aragon J. Effect of lactose hydrolysis on calcium absorption during duodenal milk perfusion. Reprod Nutr Dev, 28, 1465-1472, 1988

Branca F, Valtuena S. Calcium, physical activity and bone health-building bones for a stronger future. Public Health Nutr, 4, 863, 2001

Bronner F. Calcium absorption – a paradigm of mineral absorption. J Nutr, 128, 917-920, 1998

Bronner F, Pansu D. Nutritional aspect of calcium absorption. J Nutr, 129, 9-12, 1999

Cochet B, Jung A, Griessen M, Bartholdi P, Schaller P, Donath A. Effects of lactose on intestinal calcium absorption in normal and lactase-deficient subjects. Gastroenterology, 84, 935-940, 1983

Ferrari S, Manen D, Bonjour J-P, Slosman D, Rizzoli R. Bone mineral mass and calcium and phosphate metabolism in young men: relationships with vitamin D receptor allelic polymorphisms. J Clin Endocrinol Metab, 84, 2043-2048, 1999

Garzon P, Eisenberg MJ. Variation in the mineral content of commercially available bottled waters: implications for health and disease. Am J Med, 105, 125-130, 1998

Griessen M, Amman P, Selz L, Bartholdi P, Arnold MJ, Bonjour J-P, Blanchard J. Comparison of the effect of medium-chain and long-chain triacylglycerols on calcium absorption in healthy subjects. Am J Clin Nutr, 69, 1237-1242, 1999

Guillemant J, Huyen-Tran L, Accarie C, Tézenas du Montcel S, Delabroise AM, Arnaud MJ, Guillemant S. Mineral water as a source of dietary calcium: acute effects on parathyroid function and bone resorption in young men. Am J Clin Nutr, 71, 999-1002, 2000

- Halpern M, Van de Water J, Delabroise AM, Keen CL, Gershwin ME. Comparative uptake of calcium from milk and calcium-rich mineral water in lactose intolerant adults: implications for treatment of osteoporosis. *Am J Prev Med*, 7, 379-383, 1991
- Heaney RP, Dowell MS. Absorbability of the calcium in a high-calcium mineral water. *Osteoporosis Int*, 4, 323-324, 1994
- Heaney RP. Dietary protein and phosphorous do not affect calcium absorption. *Am J Clin Nutr*, 72, 758-761, 2000
- Heaney RP, Weaver CM, Recker RR. Calcium absorption from spinach. *Am J Clin Nutr*, 47, 707-709, 1988
- Heaney RP, Weaver CM. Calcium absorption from kale. *Am J Clin Nutr*, 51, 656-657, 1990
- Heaney RP, Weaver CM, Titzsimmons MI. Soybean phytate content: effect on calcium absorption. *Am J Clin Nutr*, 53, 745-747, 1991
- Heaney RP, Weaver CM. Oxalate: effect on calcium absorbability. *Am J Clin Nutr*, 50, 830-832, 1989
- Kanan HK, Varanasi SS, Francis RM, Parker L, Datta HK. Vitamin D receptor gene start codon polymorphism (Fok1) and bone mineral density in healthy male subjects. *Clinical Endocrinology*, 53, 93-98, 2000
- Karbach U. New findings on the mechanism and regulation of intestinal calcium absorption. *Z Gastroenterol*, 32, 500-513, 1994
- Kelly SE, Chawla-Singh K, Sellin JH, Yasillo NJ, Rosenberg IH. Effect of meal composition on calcium absorption: enhancing effect of carbohydrate polymers. *Gastroenterology*, 87, 596-600, 1984
- Kinyamu HK, Gallagher JC, Knezetic JA, Deluca HF, Prael JM, Lanspa SJ. Effects of vitamin D receptor genotypes on calcium absorption, duodenal vitamin D receptor concentration, and serum 1,25 dihydroxyvitamin D levels in normal women. *Calcif Tissue Int*, 60, 491, 1997
- Nordin BE C. Calcium requirement is a sliding scale. *Am J Clin Nutr*, 71, 1381-1383, 2000
- Norman DA, Morawski SG, Fordtan JS. Influence of glucose, fructose, and water movement on calcium absorption in the jejunum. *Gastroenterology*, 78, 22-25, 1980
- Sheikh MS, Santa Ana CA, Nicer MJ, Schiller LR, Fordtan JS. Calcium absorption: effect of meal and glucose polymer. *Am J Clin Nutr*, 48, 312-315, 1988
- Smith TM, Kolars JC, Savaiano DA, Levitt MD. Absorption of calcium from milk and yogurt. *Am J Clin Nutr*, 42, 1197-1200, 1985
- Van Dokkum W, De La Gueronniere V, Schaafsma G, Bouley C, Luten J, Latge C. Bioavailability of calcium of fresh cheeses, enteral food and mineral water. A study with stable isotopes in young adult women. *Br J Nutr*, 75, 893-903, 1996
- Weaver CM, Proulx WR, Heaney RP. Choices for achieving adequate dietary calcium with vegetarian diet. *Am J Clin Nutr*, 70, 543-548, 1999
- Wood RJ. Searching for the determinants of intestinal calcium absorption. *Am J Clin Nutr*, 72, 675-676, 2000
- Wood RJ, Gerhardt A, Rosenberg IH. Effects of glucose and glucosepolymers on calcium absorption in healthy subjects. *Am J Clin Nutr*, 46, 699-701, 1987

Zeng JJ, Wood RJ, Rosenberg IH. Enhancement of calcium absorption in rats by coadministration of glucose polymer. *Am J Clin Nutr*, 41, 243-245, 1985

Zittermann A. Effects of vitamin K on calcium and bone metabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 4, 483-487, 2001