

Kalzium-«Bindungsformen» in natürlichen Lebensmitteln: Relevant für die Bioverfügbarkeit?

Elisabeth Bühler-Astfalk, Diplom-Ernährungswissenschaftlerin, Feuerthalen

Kalzium ist mengenmässig der wichtigste Mineralstoff des menschlichen Organismus und ein bedeutsamer Bestandteil von Knochen und Zähnen. Der menschliche Körper enthält je nach Körperbau ca. 1 kg Kalzium. Der Tagesbedarf zur Aufrechterhaltung der lebensnotwendigen Funktionen von Kalzium im menschlichen Körper liegt bei mindestens 900 mg. Allerdings weicht die tatsächliche Kalziumzufuhr meist gravierend von diesen Empfehlungen ab. Darüber hinaus schwankt die Bioverfügbarkeit von Kalzium in unseren Nahrungsmitteln stark.

Kalzium kommt in unseren Nahrungsmitteln nicht elementar, sondern als ionisiertes Kalzium vor. Zutreffender ist deshalb die Bezeichnung Elektrolyt (Ca^{++}). Dies ist die eigentlich biologisch aktive Form, in welcher Kalzium auch resorbiert wird. Darüber hinaus kann Kalzium im Lebensmittel auch in sogenannter gebundener Form vorliegen, einerseits als komplexgebundenes Kalzium (z.B. als Komplex mit Zitronensäure) oder als proteingebundenes Kalzium. Die Bioverfügbarkeit von Kalzium ist Schwankungen unterworfen. Seine Resorptionsquote liegt bei 20–60%. Sie ist damit einerseits relativ niedrig, andererseits aber auch starken Schwankungen unterworfen. Dies zeigt, dass die Kalziumresorptionsquote von verschiedenen Faktoren abhängig ist.

Bioverfügbarkeit

Unter Bioverfügbarkeit versteht man den Anteil des mit einem Lebensmittel aufgenommenen Inhaltsstoffs, der in den Blutkreislauf gelangt (resorbiert wird). Dabei spielt die Geschwindigkeit, mit der die Resorption vor sich geht, eine entscheidende Rolle.

Vitamin D

Die Kalziumresorption wird durch Vitamin D kontrolliert. Hier findet man eine adaptive Anpassung der Kalziumresorption an einen Abfall der Konzentration des Blut-Kalzium-Spiegels. Die Kalziumresorption ist also auch abhängig von der Anwesenheit von Vitamin D und der Sättigung des Organismus mit Kalzium.



Begleitsubstanzen und deren Wechselwirkungen

Es gibt Begleitsubstanzen, welche die Kalziumresorption fördern. Dazu gehören z.B. bestimmte organische Säuren wie Apfelsäure und Zitronensäure. Diese bilden mit Kalzium leicht lösliche Komplexe und schützen es gleichzeitig vor Komplexierung durch andere Substanzen.

Das Kalzium (Ca^{++}) kann im Dünndarm frei wegdiffundieren und resorbiert werden. Es sind allerdings auch Begleitsubstanzen bekannt, welche die Kalziumresorption hemmen. Dazu gehören Verbindungen wie Oxalat und Phytinsäure, sogenannte antinutritive Substanzen, die mit Kalzium schwerlösliche Komplexe bilden und es somit der Resorption entziehen. Auch einige Nahrungsfasern wie die Galakturonsäuren und Zellulose können mit Kalzium unlösliche Komplexe bilden. Kolonbakterien bauen jedoch Uronsäuren ab, wodurch eventuell eine Reabsorption des dabei frei werdenden Kalziums ermöglicht wird.

Gleichzeitige Aufnahme von Phosphor oder Magnesium

Studien zur Aufnahme von Kalzium aus Kostformen, die höhere Mengen an Phosphaten aufwiesen, zeigten eine Einschränkung der Kalziumresorption bei im Überschuss aufgenommenem Phosphat. Der Phosphatgehalt der Nahrung sollte der Kalziumzufuhr entsprechen, das Verhältnis möglichst 1:1 bis 1:1,5 betragen. Ebenso ist auch eine gegenseitige Resorptionsbeeinträchtigung nur bei im Überschuss zugeführtem Magnesium zu beobachten.

Kalziumbindungsformen in verschiedenen Lebensmittelgruppen und ihr Einfluss auf die Bioverfügbarkeit

Milch weist mit 120 mg pro 100 ml einen hohen Kalziumgehalt auf. Nur ein kleiner Teil liegt frei als ionisiertes Kalzium vor. Der überwiegende Teil ist an Kaseine, das sind Phosphorproteine, gebunden. Die thermische Behandlung der Milch führt nicht zur Koagulation von Kasein. Das bedeutet, dass Kalzium auch in der uns zur Verfügung stehenden Trinkmilch an Kasein gebunden ist und als solches aufgenommen wird. Kasein gerinnt (mit Ausnahme von Sauermilchprodukten) erst während der Verdauung im Magen. In welcher Masse das dann frei werdende Kalzium resorbiert wird, ist abhängig von den nun eintretenden Wechselwirkungen mit anderen Bestandteilen der Milch oder von Wechselwirkungen mit Begleitsubstanzen von gleichzeitig verzehrten Nahrungsmitteln.

Milch ist nicht nur reich an Kalzium, sondern dieses ist gleichzeitig auch gut verfügbar. 25–45% des mit der Milch zugeführten Kalziums werden im Darm resorbiert. Das Kalzium der Milch ist an Kasein assoziiert und wird im Magen- Darm-Trakt vollständig abgegeben, das heisst, es kann frei wegdiffundieren und so gut resorbiert werden. Zusätzlich enthält die Milch resorptionsfördernde Faktoren wie Zitronensäure und Milchsäure. Der Milchzucker (Laktose) fördert ebenfalls die Resorption von Kalzium. Milch hat zudem ein günstiges Ca:P-Verhältnis (1,3:1). Ausserdem liefert Milch gleichzeitig Vitamin D, welches die Resorption von Kalzium im Darm fördert. Die Milch selbst enthält keine antinutritiven Faktoren wie z.B. Oxalsäure.



Schweiz. Natürlich.



www.swissmilk.ch

Kalziumbindungsformen in Gemüse

Einige grüne Gemüsesorten wie Broccoli, Fenchel, Grünkohl, Mangold und Spinat enthalten beträchtliche Mengen an Kalzium. Das Kalzium liegt hier in den Zellen des Gemüses teilweise ionisiert und umgeben von Wassermolekülen vor, teilweise ist es aber auch an Plasmaproteine gebunden. Die Bioverfügbarkeit von verschiedenen Gemüsesorten ist unterschiedlich, aufgrund teilweise enthaltener antinutritiver Faktoren. Die Oxalsäure kommt beispielsweise besonders in Mangold und Spinat in hohen Konzentrationen vor und führt zu einer sehr schlechten Bioverfügbarkeit des enthaltenen Kalziums. So liegt die Resorptionsquote von Kalzium im Spinat bei ca. 5%. Hingegen ist Grünkohl eine Gemüsesorte, die besonders viel gut verfügbares Kalzium enthält, die Resorptionsquote des enthaltenen Kalziums liegt bei ca. 30%.

Unsachgemässe Zubereitung von Gemüse

Wird Gemüse roh gegessen, kann das enthaltene Kalzium nur in sehr geringem Umfang aufgeschlossen werden, da die menschlichen Verdauungsenzyme nicht in der Lage sind, die festen pflanzlichen Zellwände «aufzubrechen». Lediglich einige Kolonbakterien vermögen noch einen geringen Abbau und damit eine geringfügige Freisetzung von Kalzium zu bewirken. Durch den Garprozess werden zwar diese festen Strukturen gelockert, das gelöste Kalzium kann aber nun ins Kochwasser austreten und so verloren gehen. Allerdings sind die Kalziumverluste deutlich geringer als die Verluste von anderen Elektrolyten (wie z.B. Kalium, K^+), da Kalzium zum Teil auch an pflanzliche Plasmaproteine gebunden ist. Eine wertvolle Alternative sind das Garen im Dampf und das Dünsten mit etwas Fett, z.B. Bratbutter.

Kalziumbindungsformen in Mineralwasser

Kalzium liegt im Mineralwasser überwiegend als ionisiertes Kalzium (Ca^{++}) vor. Daneben kommt im Mineralwasser gelöst allerdings eine Reihe von Anionen vor, wie z.B. Sulfat, Hydrogencarbonat. Denkbar wäre, dass im alkalischen Milieu des Darms vermehrt schwerlösliche anorganische Salze wie z.B. Kalziumsulfat, Kalziumhydrogencarbonat entstehen, so dass eine nur schlechte Bioverfügbarkeit von im Mineralwasser enthaltenem Kalzium anzunehmen wäre. Verschiedene Studien der letzten Jahre bewiesen allerdings die gute Bioverfügbarkeit von in Mineralwasser enthaltenem Kalzium, so dass offenbar der oben beschriebene Vorgang so nicht abläuft. Die Resorptionsquote von im Mineralwasser enthaltenem Kalzium liegt bei ca. 35%. Diese vergleichsweise hohe Resorptionsquote ist zu erklären mit dem im Magen vorliegenden niedrigen pH-Wert. Aus Kalziumhydrogencarbonat entsteht dann im Magen das gut lösliche Kalziumchlorid. Das Hydrogencarbonat verlässt dabei als Kohlendioxid den Körper. Im Falle von Salzen wie Kalziumsulfat spielt dagegen möglicherweise das sich im Darm einstellende chemische Gleichgewicht des schwerlöslichen Salzes zur gelösten, ionisierten (resorbierbaren) Form die entscheidende Rolle. Werden die gelösten Teilchen durch Resorption entzogen, reagiert ein Teil schwerlösliches Salz zu seiner gelösten Form, sozusagen als Ersatz für die entzogenen Teilchen. Das schwerlösliche Kalziumsalz löst sich so sukzessive auf und wird resorbiert.



Schweiz. Natürlich.



www.swissmilk.ch

Fazit

Kalzium ist ein Mineralstoff von zentraler Bedeutung. Idealerweise sollten kalziumreiche Lebensmittel mit hoher Bioverfügbarkeit und damit hoher Resorptionsquote aufgenommen werden. Allerdings schwankt die Bioverfügbarkeit von Kalzium innerhalb der Gruppe der Kalzium liefernden Lebensmittel stark, unter anderem eine Ursache für Mangelkrankheiten. Die Bioverfügbarkeit kann im Zusammenhang stehen zu den chemischen Bindungsformen von Kalzium im Lebensmittel und ist abhängig von Begleitsubstanzen im kalziumreichen Lebensmittel. Gute Kalziumquellen können verschiedene Gemüsesorten wie z.B. Grünkohl sein, resorptionshemmende Begleitsubstanzen sind hier nur in geringem Umfang enthalten. Eine sachgemässe Nahrungszubereitung muss allerdings gewährleistet bleiben. Nachteilig ist allerdings, dass es den meisten Menschen schwer fallen wird, täglich Kohl zu verzehren. Auch Mineralwasser leistet einen Beitrag zur Kalziumversorgung. Die schlechte Löslichkeit der hier enthaltenen Kalziumsalze wirkt sich nicht nachteilig auf die Bioverfügbarkeit aus. Milch und Milchprodukte sind die Hauptquelle für Nahrungskalzium. Ohne diese Lebensmittel sind die Verzehrsempfehlungen für Kalzium nur schwer zu erfüllen. Bedingt durch eine Vielzahl von resorptionsfördernden Begleitsubstanzen und der lockeren Kalzium-Kasein-Bindung ist dieses Kalzium sehr gut bioverfügbar. Ganz besonders viel gut verfügbares Kalzium ist vor allem in den kaseinreichen Milchprodukten, z.B. Käse, enthalten.

Autorin

Elisabeth Bühler-Astfalk
Diplom-Ernährungswissenschaftlerin
Feuerthalen

Mailaiter März 2002



Schweiz. Natürlich.



www.swissmilk.ch