

Ernährung und Knochengesundheit

Risiko Übersäuerung – der „Nettoeffekt“ entscheidet

Dipl. oec. troph. Stephanie Kissing

Eine andauernde Übersäuerung (Azidose) des Organismus gilt oft als Ursache für verschiedenste gesundheitliche Probleme. Sie wird auch für verstärkten Knochenabbau (Osteoporose) verantwortlich gemacht. Die naturwissenschaftliche Medizin und Ernährungswissenschaft wollte bisher zwar wenig von einer solchen Übersäuerung wissen. In den letzten Jahren haben jedoch neuere Erkenntnisse zu einem Umdenken von Teilen der Ernährungswissenschaft geführt. Der folgende Beitrag vermittelt einen Einblick in die Zusammenhänge von Knochengesundheit, Säure-Basen-Haushalt und Ernährung.



Fleisch, aber auch Käse wirkt säurebildend – der Verzehr sollte daher eingeschränkt werden. Gleichzeitig gilt es, mit reichlich Gemüse und Obst ausgleichende Lebensmittel aufzunehmen.

Die Knochengesundheit des Erwachsenen wird im wesentlichen durch zwei bzw. drei Faktoren bestimmt:

- ▶ zum einen durch das Erreichen des maximalen Knochenmineralgehalts (sog. peak bone mass): dieser Wert wird bei den meisten zwischen 20 und 23 Jahren erreicht;
- ▶ zum anderen durch den Knochenverlust mit zunehmendem Alter: etwa ab dem 50. Lebensjahr verlieren beide Geschlechter pro Jahr 0,5 bis 1 Prozent an Knochenmasse;
- ▶ bei Frauen kommt nach der Menopause (letzte Regelblutung) der durch die Hormonumstellung bedingte Verlust hinzu, er liegt in vielen Fällen sogar über 1 Prozent pro Jahr.

Sowohl beim Erreichen des maximalen Knochenmineralgehalts in jüngeren Jahren als auch beim Verlust von Knochenmasse im Alter spielen genetische, hormonelle, mechanische und ernährungsbedingte Faktoren eine Rolle. Wissenschaftler gehen heute davon aus, daß der genetische Einfluß auf die Knochengesundheit bei ungefähr 75 Prozent

liegt. Immerhin zu 25 Prozent kann sie aktiv mitbestimmt werden. Es wird vermutet, daß Osteoporose unter anderem eine Folge ernährungsbedingter Störungen des Säure-Basen-Haushalts ist.

Der Mensch erzeugt zwar mit der Salzsäure im Magen – zwecks Eiweißverdauung – selbst eine starke Säure. Die meisten biochemischen Prozesse im Organismus verlaufen aber im neutralen oder

basischen Milieu. Von den Körperflüssigkeiten ist zwar auch der Urin meist sauer, aber dies deutet darauf hin, daß der Körper die Säure ausscheiden muß.

Für den Menschen ist die Aufrechterhaltung des Säure-Basen-Gleichgewichts lebensnotwendig. Der Organismus greift auf verschiedene Mechanismen zurück, um den pH-Wert (Maß für Säuregrad einer Lösung) konstant zu halten:

- ▶ in der Extrazellulärflüssigkeit (sämtliche Körperflüssigkeit außerhalb von Zellen) zwischen 6,8 und 7,8 und
- ▶ im Blut sogar im engeren Bereich zwischen 7,37 und 7,45.

Dabei geht es darum, mit den bei der Nahrungsverwertung anfallenden positiven Wasserstoffionen (H^+) fertig zu werden, denn sie verschieben das Gleichgewicht in Richtung sauer. H^+ -Ionen, auch Protonen genannt, werden in Säuren umgewandelt und – um die Säurelast des Organismus zu reduzieren – über die Nieren im Urin ausgeschieden und über die Lunge ausgeatmet.

Körper nimmt Knochenabbau statt Übersäuerung in Kauf

Das menschliche Skelett enthält eine Menge an basischen Mineralien. Die Knochensubstanz bietet also ein riesiges Potential an „Protonenakzeptoren“: an

Wirkt Zitronensaft übersäuernd?

Wie sich eine Nahrungssubstanz auf den Säure-Basen-Haushalt auswirkt, dafür ist nicht ihr pH-Wert, im Reagenzglas gemessen, entscheidend, sondern was mit ihr im Organismus geschieht: bei der Nährstoffaufnahme und im Stoffwechsel.

Häufig wird behauptet, daß „sures“ Obst oder „saure“ Getränke, wie beispielsweise Zitronensaft, zu einem Absinken des Urin-pHs führen und damit die Übersäuerung des Organismus durch diese Lebensmittel belegen. Tatsache ist jedoch, daß Zitronensäure, Milchsäure und andere Säuren in derartigen Säften überwiegend in Form ihrer Natrium- und Kaliumsalze, d. h. in ihrer anionischen Form, vorliegen. Im Anschluß an ihre Aufnahme werden diese Anionen zu Bikarbonat verstoffwechselt. Bikarbonat ist der hauptsächlichste Puffer bzw. Neu-



Was sauer schmeckt, wirkt nicht unbedingt säurebildend im Organismus. Obstsaft hat überwiegend einen leicht basischen, Gemüsesäfte einen stark basischen Effekt.

tralisator gegen Säure. Aus diesem Grund kommt es netto eher zu einer Alkalisierung von Blut und Urin als zu einer Ansäuerung. Obst oder Saft können also

sauer sein (einen niedrigen pH-Wert aufweisen) und dennoch im Stoffwechsel basenbildend wirken, da sie netto mehr Bikarbonat entstehen lassen als sie Säure zuführen.

Eine Ausnahme bilden aromatische organische Säuren, in Form von Phenolsäure und Benzoesäure, die mitunter in beträchtlichen Mengen in verschiedenen Früchten, wie z. B. Preiselbeeren, enthalten sind. Diese aromatischen Säuren können, im Gegensatz zu anderen mit der Nahrung aufgenommenen organischen Säuren, im Stoffwechsel nicht zu Bikarbonat und Wasser oxidiert werden. Sie werden zunächst inaktiviert bzw. entgiftet und anschließend als Säure hauptsächlich über die Niere ausgeschieden. Sie haben also einen ansäuernden Effekt auf den Organismus.

Molekülen, die H^+ -Ionen neutralisieren können.

Für den Fall, daß Niere und Lunge nicht imstande sind, das Säure-Basen-Gleichgewicht in physiologischen Grenzen konstant zu halten, stehen diese anorganischen Mineralien letztlich als eine Art Basenreserve zur Pufferung zur Verfügung. Das heißt, die Auflösung von Knochensubstanz kann dabei helfen, das Absinken des pH-Wertes zu mildern. Der Organismus nimmt dies in Kauf, er hat dafür – zum Schutz vor Übersäuerung – sogar einen eigenen Mechanismus entwickelt: Die knochenabbauenden Zellen (Osteoklasten) werden im sauren Milieu aktiv. Der Abbau der Knochenmineralsubstanz als Folge von chronischer Übersäuerung (Azidose), wie sie z. B. im Falle von Niereninsuffizienz auftritt, wird beinahe vollständig durch Osteoklasten vermittelt.

Latente Azidose durch säureüberschüssige Nahrung

Die Azidose durch Nierenschwäche kennen Naturwissenschaft und Medizin schon lange, von einer latenten chronischen Azidose wollten sie bisher aber wenig wissen. Jüngere Forschungsergebnisse weisen jedoch darauf hin, daß die heutzutage in den Industrieländern übliche säureüberschüssige Ernährung

tatsächlich eine stoffwechselbedingte „Azidose geringen Grades“ verursacht. Der Grad der Azidose steigt – verbunden mit den üblichen, altersabhängigen Funktionseinbußen der Niere – mit zunehmendem Alter. Ein weiterer Umstand ist die im Alter abnehmende Qualität der Blutversorgung des Körpers. Das Knochenmark wird immer schlechter mit Blut (und daher mit Sauerstoff) versorgt, bis hin zu einer ausgeprägten Mangel durchblutung. Als Folge kommt es zu Sauerstoffmangel, der die Bildung von Osteoklasten anregt und eine lokale Azidose verursacht, die die Aktivität der reifen Osteoklasten fördert. Im Ergebnis führt dies zur Entkalkung bzw. Demineralisierung der Knochen.

Es stellt sich die Frage, bis zu welchem Grad eine Azidose akzeptabel ist. Da die Osteoklasten bei sinkendem pH-Wert aktiv werden, erscheint es wahrscheinlich, daß auch eine nur leicht ausgeprägte Azidose über einen längeren Zeitraum ausreicht, um zu nennenswertem Knochenverlust zu führen.

Nicht nur Protonen, sondern auch Bikarbonat entscheidend

Wenn im Rahmen des Stoffwechsels Säuren entstehen, werden die meisten Protonen durch Bikarbonat (HCO_3^-) gepuffert. Bikarbonat kann Protonen aufneh-

men und wird dadurch zu Kohlensäure (H_2CO_3) umgewandelt. Diese kann von der Lunge in Form von Kohlendioxid (CO_2) abgeatmet werden. Der Säureüberschuß des Organismus hängt also nicht nur von der Masse an anfallenden Protonen, sondern auch von der Kapazität an Bikarbonat ab.

Verzehr von Eiweiß bildet Hauptquelle der Übersäuerung

Um den Nettoeffekt eines Nahrungsmittels zu bestimmen, muß man seine Verstoffwechslung vom ersten bis zum letzten Schritt betrachten. Es gibt eine Reihe von Nahrungsmitteln (Äpfel, Tomaten, Zitronen, Sauerkraut, Molke), die als solche zunächst sauer sind, aber im Endergebnis von Verdauung und Stoffwechsel basenbildend wirken. Dies trifft vor allem auf die schwachen organischen Säuren aus Obst zu (siehe Kap. 10).

Der Großteil der **Kohlenhydrate und Fette** wird durch den Stoffwechsel letzt-

lich in neutrale Produkte umgewandelt und hat deshalb keinen Effekt auf die Säure-Basen-Balance. Nur ein geringer Anteil dieser Moleküle wird in organische Säuren umgewandelt. Ein normaler Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel führt also nur zu einer leichten Ansäuerung der Körperflüssigkeiten.

Die **Nahrungsproteine** dagegen setzen bei ihrer Verstoffwechslung grundsätzlich Protonen frei und stellen die Hauptquelle für das Anfallen von Säure im Stoffwechsel dar. Warum das so ist, zeigt sich beim Blick auf den Eiweißstoffwechsel: Der erste Schritt ist die Zerlegung der Proteine in ihre Bausteine, die Aminosäuren. Er hat keinen Einfluß auf das Säure-Basen-Gleichgewicht. Anschließend werden die Aminosäuren verstoffwechselt.

Aminosäuren werden durch ihre „Seitengruppe“ charakterisiert. Der Säure-Basen-Effekt des Aminosäurestoffwechsels hängt ausschließlich von dieser Seitengruppe ab:

- ▶ Seitengruppen, die positiv geladene Teilchen (Kationen) enthalten, z. B. Lysin und Arginin, setzen Protonen frei; schwefelhaltige Seitengruppen, z. B. Cystein und Methionin, setzen ebenfalls Protonen frei.
- ▶ Seitengruppen, die negativ geladene Teilchen (Anionen) enthalten, z. B. Glutamat und Aspartat, verbrauchen hingegen Protonen.
- ▶ Neutrale Seitengruppen, die keinen Schwefel enthalten, z. B. Alanin, Valin und Leucin, haben keinen Effekt.

In den meisten Nahrungseiweißen sind allerdings mehr kationische oder Schwefel enthaltende Aminosäuren vorhanden. Sie setzen Protonen frei. Der Anteil anionischer Aminosäuren, die Protonen verbrauchen, ist geringer. Unter dem Strich führt der Eiweißverzehr bzw. der Eiweißstoffwechsel daher eher zu einer Ansäuerung der Körperflüssigkeiten. Bei der normalen, (zu) eiweißreichen Mischkost der Bewohner der Industriegesellschaften entstehen pro Tag etwa 210 mmol H^+ -Ionen aus schwefelhalti-

gen und kationischen Aminosäuren. (Mol bzw. Minimol sind Einheiten für Molekülmengen.) Demgegenüber entstehen pro Tag nur etwa 160 mmol OH⁻-Ionen aus anionischen Aminosäuren sowie aus den Salzen organischer Säuren (aus pflanzlicher Kost, siehe unten). Netto verbleiben also 50 mmol H⁺ als Säureüberschuß pro Tag, der ausgeschieden werden muß. Die Säure-Ausscheidungskapazität der Niere bei Gesunden ändert sich aller Wahrscheinlichkeit nach entsprechend der Proteinzufuhr, d. h. die Niere stellt sich auf die jeweilige Säurelast ein und eliminiert sie. Dies drückt sich im meist sauren pH-Wert des Urins aus – mal mehr, mal weniger sauer, je nach Eiweißgehalt der Kost. Die dadurch bedingte Mehrbelastung der Niere kann eventuell zu frühzeitigen Abnutzungserscheinungen führen.

Pflanzliches Eiweiß wirkt weniger übersäuernd

Der Verzehr von säurebildenden, eiweißreichen Nahrungsmitteln sollte also eingeschränkt werden. Dies betrifft insbesondere Fleisch und Fleischprodukte sowie Käse, davon wiederum die besonders proteinreichen festen Käsesorten wie Emmentaler, Gouda oder Tilsiter.

Zwar kann auch pflanzliches Eiweiß, z. B. aus weißen Bohnen, Erbsen oder Linsen, durchaus hohe Mengen an Schwefel enthalten. Die Wirkung auf den Säure-Basen-Haushalt ist in der Regel dennoch geringer:

- ▶ Pflanzliche Nahrung ist pro Gramm Protein zumeist reicher an „Bikarbonat-Vorläufern“ als tierische Nahrung, sie liefert die neutralisierenden Basen also gleich mit.
- ▶ Die Entstehung von Säuren und Basen im Stoffwechsel hängt auch von der „Bioverfügbarkeit“, also von der Verdaulichkeit oder Verwertbarkeit der jeweiligen Nahrungsbestandteile, ab. So



Dipl. oec. troph. Stephanie Kissing, Jahrgang 1976, Studium an der Universität Bonn, schrieb 2004 ihre Diplomarbeit über „Obst und Gemüse, Protein und Kalzium als Determinanten der Knochengesundheit“, darin werden Forschungsergebnisse zu Säure-Basen-Haushalt und Knochenstoffwechsel verglichen.

führt die Aufnahme von Eiweiß mit geringer Bioverfügbarkeit (und das sind pflanzliche Eiweiße in der Regel), bei gleichem Anteil an schwefelhaltigen Aminosäuren, zu einer geringeren Ansäuerung als der Verzehr von Protein mit hoher Bioverfügbarkeit (tierisches Eiweiß).

Obst und Gemüse zum Ausgleich für Eiweiß

Eine hohe Eiweißzufuhr geht jedoch nicht zwangsläufig mit einer starken Säurebelastung einher: Werden in Verbindung mit eiweißreicher Kost gleichzeitig ausreichend hohe Mengen an basenreichen Lebensmitteln, in Form von Obst und Gemüse, aufgenommen, erfolgt sozusagen eine gegenseitige Neutralisation im Stoffwechsel.

Bei der Verstoffwechslung verschiedener organischer „Salze“ aus Obst und Gemüse, vor allem Kalium- und Magnesiumsalze, wird im Organismus Bikarbonat gebildet. Dieses kann dazu dienen, die Ansäuerung durch andere Nahrungsmittel auszugleichen. Besonders basisch wirken z. B. Spinat, Fenchel und Grünkohl. Aber auch Kohlrabi, Karotten, Zucchini, Kartoffeln und viele andere Gemüsesorten haben einen deutlich basischen Effekt. Wie stark säurebildend oder basisch ein Lebensmittel wirkt, wird seit einiger Zeit in Tabellen mit sog. PRAL-Werten festgehalten. PRAL steht dabei für „potentielle renale Säurelast“ (auf engl. heißt Säure „Acid“, daher A), die Einheit ist mEq (milli-Äquivalent). So entsprechen z. B. 100 Gramm Emmentaler einer Säure-

belastung von 21,1 mEq. Da 100 Gramm Kartoffeln einen negativen PRAL-Wert, also eine basenbildende Wirkung von –4,0 haben, müßte man, um den Emmentaler auszugleichen, mehr als ein Pfund Kartoffeln essen oder 100 g Spinat (–14,0) plus 100 g Fenchel (–7,9).

Säure-Basen-Haushalt nicht das einzige Kriterium

Die derzeitige Empfehlung für die Eiweißzufuhr liegt bei 0,8 g pro kg Körpergewicht und Tag: etwa 50 g Eiweiß bei einer 60 kg schweren Person, etwa 56 g bei einem Körpergewicht von 70 kg. Bekanntlich liegt der Eiweißverzehr der meisten Menschen in Industrieländern erheblich darüber, im Durchschnitt bei 150 Prozent der Empfehlung. Allerdings ist es zur Verbesserung der Knochengesundheit weder notwendig noch wünschenswert, eiweißhaltige Nahrung ganz zu meiden. Denn grundsätzlich ist Eiweiß wichtig für den Organismus, auch für den Knochen: Die Knochensubstanz besteht zu 70 Prozent aus Mineralien, zu 22 Prozent aus Protein und zu fast 8 Prozent aus Wasser. Außerdem stimuliert Eiweiß im Organismus die Bildung eines Hormons (IGF-1), das die Knochenbildung fördert.

Der Säure-Basen-Aspekt ist also nicht das einzig maßgebliche Kriterium für eine (knochen)gesunde Ernährung. Die akzeptable, und zum Teil durchaus notwendige Aufnahme von säuernden Nahrungsmitteln sollte aber unter dem Gesichtspunkt des Säure-Basen-Haushalts maßvoll sein und möglichst durch eine ausreichende Aufnahme von Obst und Gemüse ausgeglichen werden. Zur Orientierung dienen dabei verschiedene Faustregeln. Eine lautet „5 mal am Tag“ (Obst und Gemüse essen). Aber auch die in manchem Laienratgebern zu lesende Formel „4 mal soviel“ (basenbildende wie säuernde Lebensmittel verzehren) geht in diese Richtung. ■