

Wo wirkt denn jetzt Magnesium wirklich?

Magnesium als Katalysator und Stabilisator

In der Apothekenreklame, im Internet, in Broschüren, aber auch in ernst zu nehmenden Publikationen lesen sie den beeindruckenden und deswegen schon hunderte Male abgeschriebenen und abgewandelten Satz: „*Magnesium ist an über 300 enzymatischen Reaktionen in unserem Stoffwechsel beteiligt*“.

Nun, ein Enzym ist ein sogenannter organischer Reaktionsbeschleuniger, ein Biokatalysator, dessen Eigenschaft es ist, biochemische Reaktionen zu aktivieren, ohne selbst an ihnen teilzunehmen.

Stellen wir uns zum Beispiel eine Heeresparade vor. Der verehrte Staatspräsident schleudert zwar nur Worthülsen und marschiert selbst nicht mit, steht aber als schneidiger Oberbefehlshaber hoch auf der Tribüne, unter der die Truppen defilieren. Unter seinem Blick, der die ganze Macht des Souveräns repräsentiert, wird sich jeder einzelne Soldat zusammenreißen, sein Tritt wird noch präziser, sein Herz schlägt noch begeisterter, sein Gruß ist noch zackiger. Präsident katalysiert Patriotismus.

Magnesium spielt dabei die Rolle des vielarmigen Organisors. Es geleitet den Präsidenten auf die Tribüne, stellt die Parade zusammen, dirigiert die Fahrzeuge und Truppenabteilungen in die Ringstraße, passt auf die richtige Reihenfolge auf und sorgt für die vorgeschriebenen Abstände zwischen präsidialem Katalysator und Reagierenden. Zu guter Letzt teilt es noch Wurstsemmeln aus, um das Durchhaltevermögen aller Beteiligten zu stärken.

Nach dieser kriegerischen Allegorie lasst uns präziser werden:

Diese Klette von Magnesium kann also mit ihren Fangarmen innerhalb der Zelle an den Zellkern, an die Eiweißproduktionsmaschinen, die sogenannten Ribosome, an alle Zellmembranen oder auch an die im Zellsaft herumschwimmenden Riesenmoleküle binden. Eines dieser großen Moleküle im Zellkern ist zum Beispiel die DNS, die Desoxiribonukleinsäure, die Mutter unserer Erbanlagen und die Urmutter unserer Eiweißproduktion.

Man muss sich dabei vorstellen, dass es nur ein sehr geringer Teil des Körpermagnesiums ist, den man im Blut vorfindet und aus dessen Messung wir gezwungen sind, auf die Magnesiumversorgung des gesamten Organismus zu schließen.

Der Löwenanteil von ca. 95 bis 97 Prozent befindet sich – so wie das ebenfalls positiv geladene Kalium – innerhalb der Zellen. Von diesem Löwenanteil sitzen wieder über die Hälfte nicht in der Zellflüssigkeit, sondern direkt im Zellkern, dieser bis heute noch geheimnisvollen Struktur. Zwar gibt es einen Zellkern, bei dessen Anblick den meisten von uns das Wasser im Mund zusammenrinnt, nämlich den appetitlichen, halbweichen, goldgelben Dotter des Spiegeleies auf knusprigem Speck, sonst aber führt der ein aus Gourmetperspektive betrachtet eher unspektakuläres Dasein. Es sei denn, man spräche von den magnesiumreichen Zellkernen von Pflanzensamen wie Walnüssen, Haselnüssen oder Mandeln, sämtlich, wie wir nun verstehen, magnesiumreiche Kraftnahrung.

In unseren Zellkernen ist also ein sehr großer Anteil unseres Magnesiums gespeichert. Es bindet sich an Kernbestandteile wie Nukleinsäuren, also DNS und RNS, und auch an Nukleotide. Dabei ist eine seiner wesentlichsten Aufgaben die Neutralisierung der negativen Ladung

der wichtigen Phosphatgruppen an diesen Kernbestandteilen, auf dass kein unerwünschtes elektrisches Potential entstehe. Eine Stabilisierungsaufgabe also.

Dabei stabilisiert und strukturiert Magnesium diese Moleküle weit besser als das ebenfalls reichlich vorhandene Kalium, dem ja als Metall auch Konsolidierungseigenschaften zugeschrieben werden. Alle diese Funktionen des Magnesiums zusammen scheinen es sogar als Genregulator ins Spiel zu bringen, als eine Substanz also, die die Wirkungsweise von Genen beeinflussen kann.

Unser Wissen über Genregulation ist noch gering. Die jubelnden Zeitungen, die die Kartierung aller Gene des Menschen besungen haben, übersahen, dass nun zwar das Alphabet einer unbekannteren Sprache bekannt war, aber keine Worte und keine Grammatik, von Büchern und Poesie ganz zu schweigen. Dabei ist auch das Alphabet der Gene dauernd im Umbau und in Reparatur begriffen.

Magnesium bei Eiweißproduktion, Vererbung und Krebs

Hier ist eine der lebenswichtigsten Magnesiumfunktionen im Zellkern die Aktivierung von Reparaturenzymen. Es gibt heutzutage eine neue Art von Druckern, die auf Computerbefehl nicht Text oder Bilder drucken, sondern nach der Vorlage eines lasergescannten Plastikspielzeuges ein identisches Plastikspielzeug schnitzen. So ähnlich funktioniert die Eiweißproduktion in der Zelle.

Allerdings haben die Druckvorlagen, die Drucker und die Schnitzgeräte einen unheimlich hohen Umsatz pro Zeiteinheit zu bewältigen, wobei sich auch beim besten Material Fehler einschleichen. Es muss also dauernd repariert werden, weil sonst fehlerhafte Werkstücke entstehen. Solche fehlerhaften Eiweiße könnten in weiterer Folge gesunde Zellen, in die sie eingebaut werden, zu krankhaftem Verhalten zwingen.

Deshalb gibt es ganze Schwärme von Reparaturenzymen, die so spezialisiert sind, dass manche unsere DNS nur bei Fehlern an den Strangenden reparieren, andere wieder für Arbeiten in der Mitte des Moleküls

zuständig sind. Die Enzyme, die die Molekülmitte reparieren, heißen Endonukleasen und sind zu einem sehr großen Teil magnesiumabhängig. Auch direkte Aktivatoren der Transskription, also des identischen Aufbaues von neuen Eiweißen, sind dabei.

Ohne Magnesiummitwirkung gibt's deshalb Schwierigkeiten nicht nur bei der korrekten Eiweißproduktion, sondern auch bei der korrekten Weitergabe von Erbinformationen, wobei Magnesium die sogenannten Ribozyme stabilisiert. Kein Wunder, dass diese Ribozyme, mit denen bereits gesteuerte Krebstherapien durchgeführt werden, ohne Magnesium schwächeln.

Nicht nur die natürliche Abnutzung der Eiweiß- und DNA-Produktionssysteme erfordert magnesiumbegleitete Reparaturen, sondern auch unsere Umwelt ist fleißig dabei, diese Produktionsanordnungen zu stören. UV-Strahlen, Viren, Kohlenwasserstoffe aus Erdölverbrennungen und Erdölprodukten und ganz besonders freie Radikale, auch bekannt unter dem Namen ROS (Reactive Oxygen Species), versuchen dauernd, Schraubenschlüssel ins Getriebe zu schmeißen. Wenn wir dabei zu wenig Magnesium in die Schlacht werfen können, bremsen wir eine Fülle von Reparaturenzymen, die sich zum Beispiel um das Herausschneiden der durch Viren, Kohlenwasserstoffe, Strahlung und ROS beschädigten Strukturen kümmern.

Wenn die wegen Magnesiummangel schlecht funktionieren, ist der Entstehung entarteter Eiweiße und damit der Krebsentstehung Tür und Tor geöffnet.

Magnesium im Stoffwechsel und im Zusammenspiel mit anderen Mineralien

Magnesiummangel, so wurde bereits etwas großsprecherisch festgestellt, könnte wie die Syphilis nahezu alle denkbaren Symptome (Kindbettfieber bei Männern wird ja wohl ausgenommen sein, wie Jerome K. Jerome augenzwinkernd meint) annehmen, weil es an allen nur

denkbaren biochemischen Vorgängen teilnimmt (auch hier behalten wir uns Ausnahmen vor). Wir werden nicht müde, diese universelle Anwesenheit von Magnesium, die sich vorwiegend aus seiner Beteiligung am überall gegenwärtigen Energietransport erklärt, immer wieder zu erwähnen. Damit aber nicht genug.

Unser Essen wird im Magen und Darm nicht nur zerkleinert, sondern auch mit Säure und den bewussten Enzymen chemisch zernagt, sodass nur mehr relativ kleine Einheiten wie Fett- und Eiweißbestandteile und einige Zuckerarten durch die Darmwand ins Blut gelangen.

Vergleichen wir es mit dem Holzmachen für die winterliche Heizung, das bei uns am Land immer populärer wird, seit die Taschen der Ölkonzerne die Gewinne kaum mehr halten können.

Erst einmal wird der Baum gefällt, entastet und entrindet und mit der Motorsäge in meterlange Abschnitte zersägt. Dann werden die meterlangen Abschnitte – früher mit Keilen, jetzt mit einer Maschine – in vier bis sechs längliche Scheiter zerlegt. Das ist der Stand der Dinge, nachdem die Nahrungsbestandteile aus dem Darm ins Blut aufgenommen worden waren. In dem Stadium gehe ich mit einer Kiste Bier zum Nachbarn und borge mir seine Kreissäge aus, um die „Meterprügel“ auf etwa 30 Zentimeter Länge zu kürzen. Dann passen sie in Holzzentralheizung, Tischherd und Kamin.



Die Funktion der Kreissäge übernimmt bei Tier und Mensch eine Anzahl von Aufbereitungszyklen, die in den Biochemiebüchern auch ein bisschen wie Kreissägeblätter dargestellt werden, deren Zacken aus chemischen Formeln bestehen. So ein meterprügelgroßes Fett-, Zucker- oder Eiweißmolekül durchwandert entlang des chemischen Kreissägeblattes einen Zerkleinerungsprozess und wird in handliche Teile zerlegt, die dann im wahrsten Sinne des Wortes verheizt werden können.

Diese Zerkleinerungsprozesse nennen wir, je nachdem von wo die Grundsubstanzen kommen, **Betaoxidation bei Fettbestandteilen, Glykolyse beim Zucker** und letztlich **Zitronensäurezyklus oder Krebszyklus als letzten Zerkleinerungsschritt**.

Innerhalb dieser Zerkleinerungszyklen ist eine große Anzahl der Umwandlungsenzyme von Magnesium abhängig. Bei jeder Zerkleinerung ist entweder Energiegewinn oder Energieverlust im Spiel, sie ist also immer an Energietransport gekoppelt und hat daher mit Magnesium zu tun.

Der Energietransfer aus den Zyklen heraus auf Hochenergieverbindungen wie ATP, ja sogar die Reservehaltung dieser Hochenergieverbindungen, ist strikt magnesiumabhängig.

Je nach momentanem Bedarf bindet sich der Magnesiumkrake an verschiedene Molekülteile, abhängig davon, ob die Situation Energieaufnahme oder Energieabgabe verlangt.

Schon ein Tausendsassa, das Magnesium – nicht? Dabei haben wir die gedrittelten Meterprügel erst angefertigt und noch gar nicht verheizt. Nicht nur der ganze Mensch hat eine Lunge, sondern auch jede einzelne Zelle. Man nennt diese winzigen, aber recht effizienten Strukturen Mitochondrien. Ihr Spitzname „Zelllunge“ kommt daher, dass in ihnen mit Hilfe von Sauerstoff die letzte Energie aus den sorgsam zerhackten Nahrungsbestandteilen ausgepresst wird. Das gelingt über hochreaktive Substanzen, sogenannte Sauerstoffradikale, die, wenn sie unter Dauerstress aus den Mitochondrien entkommen, im Körper Zellwände und Erbsubstanzen benagen und zerstören. Zur Energiegewinnung sind sie allerdings unverzichtbar.

Dass diese Energiegewinnung nicht einem Waldbrand, oder besser, einer Knallgasreaktion gleicht, sondern in geordneten Bahnen verläuft, dazu ist – wen wundert's noch – die regulierende Wirkung von Magnesium erforderlich. Es ist, um wieder einiges Latein einzuflechten, ein

wichtiger Bestandteil des Cytochromoxidase-C-Komplexes (ein Komplex entsteht gerne durch fangarmartig herangezogene Moleküle, die dann einen Verband bilden).

Diese lebenswichtige Zellatmung kann mit Hilfe der Magnesiumkontrolle entweder zur Energiegewinnung oder zur Wärmeproduktion verwendet werden.

Das funktioniert wie der Dampfkessel einer Lokomotive, unter dem Feuer gemacht wird. Wenn Wasser drinnen ist, regt die Feuerwärme die Wassermoleküle zum Hitzetanz an, sie werden so schnell und voller Energie, dass aus der Flüssigkeit Dampf entsteht, der über einen Kolben und eine Pleuelstange die Räder antreibt.

Wenn aber die energieübertragende Pleuelstange abgekoppelt ist, wird es nur mehr sehr, sehr heiß. Natürlich ist diese entkoppelte Wärmeproduktion nicht so groß, dass der Körper schmilzt, aber sie reicht aus, um Bären, Siebenschläfer und Eichhörnchen im Winterschlaf mollig warm zu halten. Viel Energie zum Herumhüpfen brauchen sie im Schlaf ja auch nicht.

Dass dieser zentrale, lebenserhaltende Prozess auch zur Regulation der Lebensdauer verwendet wird, sollte uns nicht verwundern. Magnesium hat beim Ein- und Austritt von gefährlichen Feuerungssubstanzen aus dem Feuerraum der Mitochondrien eine wichtige Rolle über: Es schließt die Austrittsporen. Zu wenig Magnesium – die Poren werden undicht, die gefährlichen Sauerstoffradikale gelangen in die Zellen, schädigen sie und können sogar den kontrollierten Zelltod, die sogenannte Apoptose, einleiten. Es gelangen dann also AIFs (Apoptose Inducing Factors) vom Mitochondrium in den Zellsaft, die diesen Zelltod veranlassen.

Magnesium kontrolliert die Mineralzusammensetzung der Zellen

Wir sehen nun mit gewissem Erstaunen, dass Magnesium offenbar eine Schlüsselrolle in der Regulation der Zellen im Allgemeinen spielt und im Besonderen ihr Volumen, ihren Energiehaushalt, ja auch ihre Lebenszeit und ihre Zusammensetzung kontrolliert.

Auch ihre Zusammensetzung?

Schauen wir uns das Beispiel einer magnesiumabhängigen Selektion der Mineralstoffe der Zellen an.

Wenn Kalzium in die Zelle einströmt, bedeutet das meistens „action“, wie unser Schwarzenegger sagt. Deshalb sehen wir auch ein, dass es eine der wichtigsten Handlungen unserer Stresshormone ist, möglichst viel Kalzium in die Zellen zu bringen, um möglichst viel „action“ zu verursachen.

Weil aber nichts über das Ziel hinausschießen sollte, um Lebensgefahr zu vermeiden, ist unser Magnesium, das vernünftige Ion, da, um dem Einhalt zu gebieten. Eine der Kalziumwirkungen besteht in der Förderung der Muskelkontraktion. Sowohl beim Terminatorbizeps als auch in den Muskeln der Blutgefäße. Wenn die sich zusammenziehen, steigt der Blutdruck. Magnesium verhindert dabei einen zu exzessiven Eintritt von Kalzium durch Kalziumkanäle in die Muskelzellen, was besonders bei Hochdruckpatienten deutlich wird.

So einen Kalziumkanal darf man sich übrigens nicht wie den Suezkanal oder eine andere fest vorgegebene Wasserstraße vorstellen. Eher wie ein Schlamm- oder Sumpfloch im Horrorfilm, das sich öffnet, um das unglückliche Kalziumion mit üblem Schmatzgeräusch ins Dunkel der Zelle hinabzuziehen, wobei sich das Loch hinter ihm sofort wieder schließt. Und das im Zeitraffertempo mit unglaublicher Geschwindigkeit. Wenn nun weniger Kalzium in die Gefäßmuskelzelle kommt und sie sich daher nicht so stark zusammenziehen kann, wirkt das natürlich blutdrucksenkend, was wiederum leicht messbar ist.

Im Falle von Kalium, dem wichtigsten Mineralstoff im Zellinneren, reagiert das Magnesium mit ähnlichem Effekt.

Es beeinflusst die bioelektrische Aktivität des Herzens (ist ja auch ein Muskel) zum Beispiel dadurch, dass es den Ausstrom von Kalium fördert und damit die Repolarisation des Herzens nach der Kontraktion. Auch in diese Reaktion sind ähnliche Kanäle eingebunden, wie wir sie gerade beschrieben haben.

Magnesiumabhängige Regulation von anderen Kanälen, die sich sowohl in Herzmuskeln als auch in Skelettmuskeln und sogar in Nerven- und Hirnzellen finden, schützen diese Gewebe im Falle von schlechter Sauerstoffversorgung. Magnesium setzt offenbar gelenkte Beruhigung

als Voraussetzung zu nachhaltigem Funktionieren und Schadensverhütung im Gefahrenfall ein.

Durch die magnesiumkontrollierte Regulation des Gehaltes an Zellmaterialien werden demnach wesentliche Lebens- und Überlebensprozesse gesteuert.

Magnesium im Zuckerhaushalt und bei der Immunabwehr

Unter Belastung oder bei Aufregung wird über Anstoß erhöhter Adrenalinmengen aus der Leber Zucker ausgeschleust, der dann als Brennstoff dem Körper und vor allem dem Hirn zur Verfügung stehen soll. Dabei scheint sich eine lebhafteste Verknüpfung zwischen Magnesium, Insulin und Zuckerveränderungen abzuzeichnen.

Die Insulinausschüttung aus der Bauchspeicheldrüse, die Verfügbarkeit des Hormones, die dem Treibstoff Zucker erst den Weg in die Muskelzellen ebnet, ist offenbar magnesiumabhängig.

Wie genau, das kommt auf das Zusammenspiel von Insulin, Magnesium und Stresshormonen an, wie auch wir vor geraumer Zeit herausgefunden haben. Magnesium regelt auf alle Fälle die Insulinausschüttung mit.

Auch beim eingangs erwähnten Zuckerausstrom aus der Leber, bei dem Magnesium eine bedeutende Rolle spielt, beeinflussen sich Zucker und Magnesium wechselweise. Eine wohldurchdacht gesteuerte Zuckerversorgung der Muskeln und des Gehirns aus dem wichtigsten Speicherorgan, der Leber, ist lebenswichtig, das heißt, die gute Steuerung ist lebenswichtig, um uns unbeschadet durch energieraubende Herausforderungen, die in ganz verschiedener Dauer und Intensität auftreten können, zu navigieren. Deshalb führen parallel zu diesem Steuersystem Adrenalinregulationssensoren aus der Leber ins Gehirn an den Boden des dritten Ventrikels (sogenannte afferente Nervenfasern), um über die Messung des Zuckerausstromes den Adrenalinnachschub zu regulieren, der wiederum den lebenswichtigen Zuckernachschub aus der Leber bestimmt.