

Karl Hecht

Dr. med. Dr. med. habil.

Professor für Neurophysiologie und
emeritierter Professor für experimentelle und klinische pathologische Physiologie
der Humboldt-Universität (Charité) zu Berlin

Member of the International Academy of Science

Member of the International Academy of Astronautic

Mitglied der russischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften

Stress-, Schlaf- Chrono-, Umwelt-, Weltraummedizin

Büxensteinallee 25, 12527 Berlin, Telefon 0049/30/674 89 325, Telefax: 0049/30/674 89 323

Stellungnahme zu Nanopartikelumweltproblemen und zu SiO₂-Wirkungen zur Erhaltung und Wiederherstellung der Gesundheit

- Systemische Umweltschadfaktorenwirkung auf den Menschen beachten
- Mit Schubladendenken sind Umweltprobleme nicht zu lösen
- Siliziummineralien und Gesundheit. Warum wird das älteste Heilmittel der Menschheit von der modernen deutschen Medizin missachtet?
- Internationaler wissenschaftlicher Erkenntnisstand: Ohne SiO₂ ist kein Wachstum, keine Gesundheit, keine Lebensqualität möglich.
- Silikate wie Montmorillonit und Klinoptilolith-Zeolith sind die besten Ausleitwirkstoffe zur Entfernung von Schadstoffen aus dem menschlichen Körper

1 Mit Schubladendenken sind Umweltprobleme nicht zu lösen; systemisches Denken und Handeln ist notwendig

Wenn es Ihnen möglich ist, nehmen Sie bitte Kenntnis vom Themenkomplex „Feinstäube und Nanotechnologie“, wie er in der Ausgabe 4/2003 der Zeitschrift „Umwelt, Medizin, Gesellschaft“ und in einem vorzüglichen Vortrag der Umweltmedizinerin Frau Dr. Dohmen: „Nanotechnologie aus umweltmedizinischer Sicht“ auf der Tagung der evangelischen Akademie Iserlohn unter dem Thema „Körperverletzung durch High-Tech-Gesellschaft“ im September 2003 präsentiert wurde. Es ist mir ein Bedürfnis, Frau Dr. Dohmen, der Redaktion der Zeitschrift Umwelt, Medizin, Gesellschaft“ und auch dem sehr aktiven IGUMED für diese Initiative zu danken.

Die Nanotechnologie bietet zwar allgemein neue Produkte, sie sollte aber dort, wo es um Lebensprozesse geht (z. B. bei der Herstellung und Verwendung von biologischen Wirkstoffen) meines Erachtens mit größter Zurückhaltung, Skepsis und sehr kritisch betrachtet werden und ihre Anwendung sollte erst nach Langzeitforschungen

erfolgen. Die negativen Auswirkungen auf die Menschheit können sich erst nach Jahren oder sogar Jahrzehnten herausstellen und dann ist es bereits zu spät.

Nach der Veröffentlichung des Klimaberichts der UNO-Experten waren viele geschockt. Verantwortungsbewusste Wissenschaftler haben diese Fakten schon vor Jahrzehnten prognostiziert und eindringlich gewarnt. Parallel entwickelt sich zunehmend auch die Schadwirkung und Gesundheitsbeeinträchtigung durch Elektromog, z. B. durch den Geisterwald der Basisstationen und Sendeanlagen. Auch diesbezüglich warnen verantwortungsbewusste Wissenschaftler schon seit Jahrzehnten.

Noch gravierender als die Nanotechnologie sind die Nanopartikel, die täglich durch Verkehrsmittel und Industrie in den Menschen durch Atemluft, Wasser und Nahrungsmittel eindringen.

Leider besteht bei der Beurteilung von Umweltfaktoren ein Schubladendenken. D. h. es werden einzelne Schadfaktoren, wie chemische Schadstoffe, Elektromog, Lärm usw., isoliert für sich betrachtet, ohne die Interaktionen zwischen diesen und die Kombinationswirkungen zu beachten. Der bekannte Berliner Lärmspezialist Prof. Dr. Harmut Ising erregte durch nachfolgende wissenschaftliche Arbeiten, die eine gefährliche Interaktion zwischen Umweltanopartikeln, Abgasen der Verkehrsmittel und lärminduziertem Stress bei Kindern beweist, internationales Aufsehen. Er zeigt welcher Gefahr unsere Kinder ausgesetzt sind.

Ising, H.; H. Lange-Asschenfeldt; M. Eilts (2003): Bronchitis bei Kindern unter Belastung durch Straßenverkehrslärm und Abgase – Bronchitis in Children Exposed to Road Traffic Noise and Exhaust Fumes. *Somnologie* 9(2), S. 105-110

Ising, H.; H. Lange-Asschenfeldt; R. G. F. Liebe; H. J. Moriske; H. Weinholdt (2004): Exposure to traffic related air pollution and noise and the development to respiratory diseases in children. *Journal of child health* 2, S. 145-147

Diese Arbeiten belegten, dass dort, wo beide Faktoren, Lärm und Nanopartikel, in der Luft vorhanden waren, die Atemwegserkrankungen der Kinder viel häufiger auftraten als in lärmarmen Wohnbereichen. Da Verkehrsmittel beides produzieren, Nanopartikel der Abgase (trotz Filter) und Lärm, stellen sie eine besondere Gefahr für die Gesundheit der Menschheit dar, die wir heute noch gar nicht in der Tragweite abzuschätzen vermögen.

Es ist erfreulich, dass eine EU-Kommission diese Erkenntnisse von Hartmut Ising aufgegriffen hat. Anfang dieses Jahres rief sie Experten zu einem Treffen zusammen. Mein Freund und Wissenschaftspartner PD. Dr. Christian Maschke nahm daran teil und wir wurden von dem „EU-Workshop on Combined Environmental Exposure“ beauftragt eine Konzeption zu dem Thema „Mechanisms controlling the interaction between noise and particles“ (PD. Dr.-Ing. habil. C. Maschke; Prof. em. Prof. Dr. med. K. Hecht) auszuarbeiten. Das haben wir bereits getan.

Schon früher haben wir uns bezüglich der verschiedenen Lärmformen (Fluglärm, Straßenlärm usw.) gegen die übliche getrennte Betrachtungsweise ausgesprochen und eine Kombinationsberechnung, z. B. für Flug- und Straßenverkehrslärm, eingeführt [Hecht, K.; C. Maschke; H.-U. Balzer; S. Bärndal; C. Czolbe; A. Dahmen; M. Greusing; J. Harder; A. Knack; T. Leitmann; P. Wagner; I. Wappler (1999c): *Lärmmedizinisches Gutachten. DA-Erweiterung Hamburg*. Institut für Stressfor-

schung (ISF), Berlin]. Auch der Elektrosmog sollte unter dem Aspekt der Interaktionen mit Nanopartikeln gesehen werden. Diesbezüglich besteht eine Erkenntnislücke. Wenn wir die Umweltschadfaktorenwirkungen richtig beurteilen wollen, dürfen wir nicht nur einem Schubladendenken herangehen, sondern mit einer systemischen Ganzheitsbetrachtung der Umweltwirkungen auf den ganzheitlichen Menschen.

Ein Lebewesen ist nicht die Summe seiner einzelnen Teile, sondern ein integriertes dynamisches funktionelles System, eben mehr als nur eine Zusammenstellung von Teilen.

Dieses Lebewesen Mensch ist gleichzeitig, kybernetisch gesehen, ein „offenes System“, welches mit seiner komplexen Umwelt einen geschlossenen Regelkreis bildet. Das Schubladendenken der Wissenschaft, einschließlich der Medizin, und die partikulare Betrachtungsweise des Menschen muss unbedingt überwunden werden.

Der ehemalige Direktor des Max-Planck-Instituts für Experimentelle Medizin, Friedrich Cramer [2001] vertritt zu dieser antiquierten wissenschaftlichen Methodik bezüglich ihrer Anwendung auf Lebensprozesse folgenden klaren Standpunkt:

„Unsere wissenschaftliche Methodik geht auf Descartes zurück, der empfahl: Wenn ein Problem zu komplex und schwierig ist, als das du es auf einmal erfassen und lösen kannst, so zerlege es in viele kleine Unterprobleme, die dann für sich lösbar sind. Diese Methode ist gut und richtig, solange man ein Problem oder ein System zerlegen kann, ohne seine wesentlichen Eigenschaft zu zerstören. Denn man zerlegt ja in der Hoffnung, am Ende die einzelnen Teillösungen zum Mosaik des Ganzen wieder zusammensetzen zu können. Das war in der einfachen Physik von Newton bis hin zur Quantenphysik noch möglich – der Teil und das Ganze wirken zusammen. Seit wir uns dem Lebendigen als Objekt der Wissenschaft zuwenden, funktioniert das nicht mehr. Denn wenn man Lebendiges zerlegt, tötet man es. Man kann dann zwar am Toten noch Anatomie treiben, aber das Leben kann man nicht mehr studieren.

Wir sind heute an dem Punkt, an dem wir das Leben als Ganzes studieren müssen, wenn wir ein gültiges Bild von unserer Welt haben wollen. Das können wir mit den gegenwärtigen Methoden nicht leisten. **Die Verantwortung vor dem Lebendigen, vor den leidenden Patienten, verbietet die Übertragung des Kausalschemas aus der Physik, der bisherigen Leitwissenschaft. Lebenswissenschaft kann niemals partikulär sein.** Sie ist immer ganzheitlich. Mag sein, dass sie dann von den so genannten exakten Wissenschaften belächelt und nicht für voll genommen wird. Das müssen wir auf uns nehmen, denn wir haben es mit Lebendigem zu tun, für das wir Verantwortung tragen. **Wir müssen uns endlich vom Gängelband der physikalischen Wissenschaften befreien, um eine gültige Lebenswissenschaft betreiben zu können.“**

Ich persönlich sehe das Problem wie in folgender Abbildung dargestellt. Wir sollten bei komplexem Herangehen von einer Umweltverschmutzungserkrankung ausgehen, die unspezifische Fehlregulationen darstellt, in denen Dysstress, oxidativer Stress und Dysmineralose eine dominierende Rolle spielen.

Die Folge der aus der verschmutzten Umwelt resultierenden Verseuchung des menschlichen Körpers sind vielfältige Krankheitsbilder mit Verlegenheitsbezeichnungen für einzelne Schadfaktoren, mit denen gewöhnlich ein Arzt Probleme hat, klar zu

kommen. Umweltverschmutzungserkrankung wäre zutreffender und reflektiert das systemische Prinzip.



Abbildung 1: Umweltverschmutzungserkrankung mit verschiedensten Bezeichnungen [Hecht, Hecht-Savoley 1007 (in Druck)]

Die Symptome der in Abbildung 1 dargestellten Krankheitsbilder sind einander ähnlich und sind im wesentlichen wie folgt zu charakterisieren: Allergien, Asthma, Kopfschmerzen, Ganzkörperschmerzen, Schlafstörungen, Rheuma, Bronchitis, Nervosität, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Verdauungsstörungen, Leistungsabfall, Hauterkrankungen verschiedenster Art, nervöse Erschöpfung, Tagesmüdigkeit, Konzentrationsstörungen, Gedächtnisschwund, gesteigerte Infektanfälligkeit, Haarausfall, Osteoporose, Hautjucken, brüchige Fingernägel. Die Entwicklung dieser Symptomatik ist schleichend. Sie kann auch nur teilweise bei den einzelnen Individuen in Erscheinung treten.

Schlussfolgerung: Kein Schubladendenken wenn es um Umweltschadfaktoren geht, wo neue Schadfaktoren installiert werden, z. B. für Sendeanlagen, muss vorher ein Planfeststellungsverfahren mit Analysen der Nanopartikel, des Lärms, des Elektrosmogs usw. erfolgen und geprüft werden, welche Interaktionen diese Schadfaktoren vor Ort im menschlichen Körper bewirken.

2 Siliziumminerale und Gesundheit

Warum wird das älteste Heilmittel der Menschheit auch von der Umweltmedizin verunglimpft? In dem vorzüglichen Vortrag von Frau Dr. Dohmen ist aber ein „schwarzer Fleck auf der weißen Weste“, eine unverzeihliche Fehleinschätzung.

Zitat: „Fast allen schulmedizinischen Arzneimitteln, aber auch vielen naturheilkundlichen Kapseln und Tabletten, wird zur besseren Durchmischung der Wirksubstanzen gecoatetes hochdisperses Siliciumdioxid zugefügt, dieses ist auch in Wundverbänden, Salben und Hämorrhoidensprays enthalten.“

Und schließlich in der Nahrungsmittelindustrie wird Siliziumdioxid dem Tomaten-Ketchup zur besseren Stabilität beigemischt und ebenso fast allen raffinierten Speisesalzen (bis zu 10 g/kg!), zur besseren Rieselfähigkeit als zudem auch noch gecoatete wasserabweisende Spezialsilikate. Außerdem dürfen Silikate bis zu 10 g/kg allen Trockenlebensmitteln in Pulverform (z. B. Soßenpulver, Fruchtpulver, Trockensuppen, Gemüsepulver) beigemischt werden, ebenso bis zu 10 g/kg Hartkäse und Schmelzkäse zwischen die Scheiben als Antihaftungsmittel. Auch als Trägerstoff für Farbstoffe und Emulgatoren sind Silikate mit der Höchstmenge von 5 % zugelassen.“

Erare humanum est.

Abgesehen von dem „denglischen“ Kauderwelsch „gecoatetes hochdisperses Siliciumdioxid“ werden Begriffe wie Silikate, SiO_2 , hochdisperses SiO_2 usw. unangebracht verwendet. Außerdem stellt Frau Dohmen eine Behauptung ohne eine wissenschaftliche Beweisführung und ohne eine Definition des verwendeten Silikats auf. Hochdisperses SiO_2 (richtiger molekulardisperses SiO_2) wird von ihr im Rahmen von Nanopartikelschadwirkungen gleichberechtigt abgehandelt, obgleich es ein kolloidales SiO_2 ist, welches überhaupt keine Nanopartikel enthält. Auch Dr. Heinz-Gerhard Vogelsang (www.homeopathie-krefeld.de) bietet im Internet ohne jegliche wissenschaftliche Beweisführung das Schlagwort „Der Manipulationsstoff Siliziumdioxid“ an (23.11.2005).

Ich gestatte mir eine wissenschaftlich begründete Richtigstellung:

Vorab möchte ich auf unser Buch verweisen: K. Hecht; E. Hecht-Savoley (2005): Naturminerale, Regulation und Gesundheit. Schibri Verlag, Berlin, Milow. 424 Seiten, mit ca. 1.500 Literaturquellen. Ein zweites Buch von uns verfasst: „Siliziumminerale und Gesundheit“ befindet sich im Druck im gleichen Verlag.

Von dem russischen SiO_2 -Experten M. G. Voronkow wurde 1975 in deutscher Sprache ein Buch herausgegeben: Silizium und Leben. Akademie-Verlag, Berlin mit 5.000 (fünftausend) Literaturquellen.

Zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten liegen von der leider zu früh verstorbenen USA-Siliziumforscherin Edith Muriel Carlisle vor. Ein Buch in deutscher Sprache von dem Deutsch-Kanadier Klaus-Kaufmann „Silizium – Heilung durch Ursubstanz“ wurde 1996 vom Helfer Verlag E-Schwabe GmbH herausgegeben. 1986 fand das Ciba Foundation-Symposium 121: „Silizium biochemistry“ statt.

In den letzten fünf Jahrzehnten wurden die Natursilikate Klinoptilolith-Zeolith und Montmorillonit für die Gesundheit der Menschheit erschlossen. Russland, Japan, Kroatien und China sind führend.

Beispiele für Ausleitung von Radionukliden aus dem menschlichen Körper mit dem SiO₂-reichen Natur-Klinoptilolith-Zeolith und Montmorillonit.

1. Japan 1945 nach Abwurf der Atombomben
2. Tschernobyl/Ukraine 1984 nach Atomreaktor-Katastrophe
Caesium 137
Strontium 90

Der explodierte Atomreaktor in Tschernobyl wurde mit dem SiO₂-reichen Klinoptilolith-Zeolith „eingesargt“.

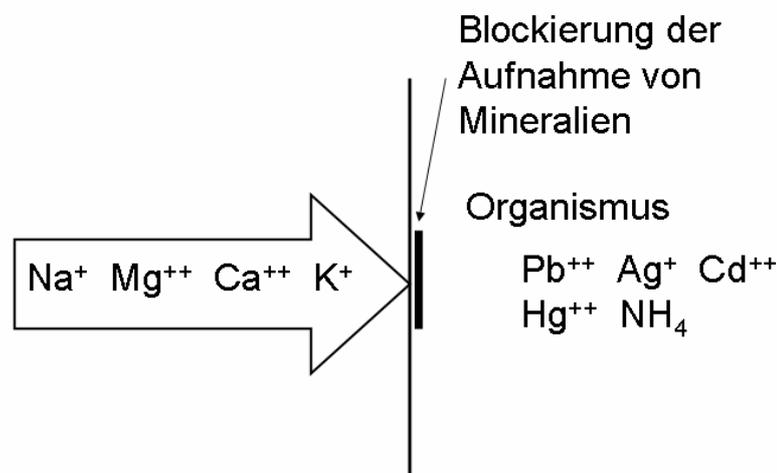
2.1 Was macht Natur-Klinoptilolith-Zeolith gegen die Schadstoffe?

Schadstoffe blockieren gewöhnlich die Aufnahme von nützlichen, dringend vom Menschen benötigten Mineralien. An den Stellen, an denen z. B. Na⁺, Mg⁺⁺, Ca⁺⁺, K⁺ und andere derartige Mineralien im Körper „andocken“ sollen, verwehren die unfreiwillig aufgenommenen Schadstoffe diese Möglichkeit. Somit ist die Einnahme der verschiedensten Mineralien völlig nutzlos. Sie verlassen ohne Wirkung wieder den Körper. Der Natur-Klinoptilolith-Zeolith hat die Eigenschaft, die Schadstoffe auszuleiten und die Andockstellen an den menschlichen Zellen für die dringend benötigten Mineralien frei zu machen. Der Natur-Klinoptilolith-Zeolith hat für die Medizin hoch zu schätzende, unverzichtbare Wirkeigenschaften.

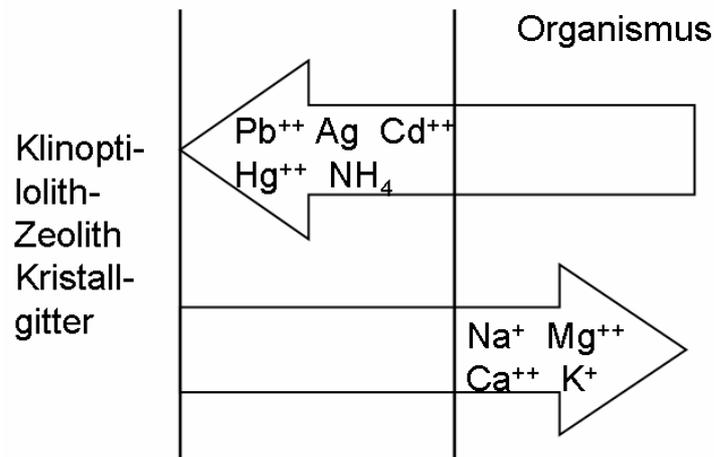
Natur-Klinoptilolith-Zeolith sichert die Aufnahme von Mineralien durch vorherige Ausleitung der im Organismus befindlichen Schadstoffe

Schema zur Schadstoffausleitungs-Wirkung von Natur-Klinoptilolith-Zeolith

1. Zustand des schadstoffverseuchten menschlichen Organismus:



2. Durch Ionenaustausch herbeigeführter Zustand des schadstoffverseuchten menschlichen Organismus nach Einnahme von Natur-Klinoptilolith-Zeolith:



[Hecht, Hecht-Savoley 2007 (in Druck)]

2.2 Siliziumdioxid (Kieselsäure), das älteste Heil- und Gesundheitspflegemittel der Menschheit

Aus dem alten Ägypten wurde berichtet, dass Ton eine antibakterielle Wirkung hat, bei vereiterten Wunden schnell die Heilung besorgte und als ein „natürlicher Sterilisator“ in der Heilkunst Verwendung fand. Ton als Heilmittel und Kosmetikum war schon 3.000 v. Chr. im alten Ägypten verbreitet. Die ägyptische Königin Kleopatra soll nach Überlieferungen mit Gesichtsmasken aus Bentonit ihre Schönheit erhalten haben. Ihre Haare wusch sie mit basischen Tönen und ihre Lippen färbte sie mit rotem Ton [Nekrassova 2000]. Mit grünem Ton (offensichtlich Bentonit) wurden Packungen zur Behandlung von Rheuma, Gelenk- und Gliederschmerzen appliziert. Mineralerde (Ton) wurde zur inneren und äußeren Applikation in der Antike verwendet. Hippokrates (460-370 v. Chr.) soll Vergiftungen und die Pest mit Ton behandelt haben. In der Antike wurde die so genannte Siegelerde geprägt. Das war Ton (Mineralerde), der zu Tabletten geformt wurde und ein Siegel bekam. Dieses sagte aus, aus welcher Region die Heilmineralienerde stammte. Galenos (129-199) hat Mineralerde (Ton) bei Verbrennungen und schlecht heilenden Wunden appliziert.

In seinem Buch „Natürliche Geschichte“ berichtet Plinius der Ältere (24-79, beim Vesuvausbruch ums Leben gekommen) über die heilenden Eigenschaften des Tons. Außerdem berichtet er, dass die Toten mit Ton balsamiert worden sind, um sie zu mumifizieren. Dieser Bericht aus dem Altertum stimmt mit einer Medieninformation aus dem Jahr 2003 überein, aus der hervorgeht, dass in der Schweiz auf Friedhöfen mit tonhaltiger Erde die Leichen nicht verweseten und selbst 60-80 Jahre nach dem Begräbnis noch vollständig erhalten waren.

Jesus Christus von Nazareth verwendete Ton als Heilmittel und soll Blinde damit wieder sehend gemacht haben.

Ibn Sina/Avicenna (980-1037) hat im Canon Medicae Bd. II (der Jahrhunderte lang die medizinische Anschauung beherrschte) die Behandlung mit grauweißem Ton ausführlich beschrieben und bei folgenden Krankheiten angewendet: Wunden, Geschwüre, Hauterkrankungen, Durchfälle, Blasenleiden, „Bluthusten“ (heute als Tuberkulose bezeichnet), Verbrennungen. Er beschreibt auch, dass er Blutungen während der Geburt damit stoppen konnte. In manchen Rezepturen mischte er Essig in den Ton. Avicenna wusste offensichtlich schon, dass SiO₂ (Kieselsäure) die beste Wirkung im schwach sauren Milieu entfaltet.

Paracelsus (1493-1541), Arzt und Naturforscher, lobte die Heilkraft des Tons der griechischen Insel Samos. Von ihm stammt das Postulat: „Nur die Dosis macht den Stoff zum Gift“.

2.3 Heilung mit Ton weltweit: früher und heute!

Auch in Indien gilt Ton seit Jahrtausenden bis heute als Heilmittel. Er wurde u. a. zur Wundheilung, Hautpflege, zur Behandlung von Hauterkrankungen, vor allem aber auch zur Behandlung von Verdauungsstörungen verwendet. Noch heute werden in Indien kleine Beutel mit Tonpulver als Heilmittel auf den Basaren verkauft. In Arabien und Mittelasien werden kleine Tonwürfel in Walnussblätter eingewickelt und zum Kauen verkauft. Sie sollen bei verschiedensten Krankheiten, vor allem bei Hauterkrankungen und Verdauungsstörungen wirken. Diese Gepflogenheit haben wir auf Basaren in Baku (Aserbaidschan) beobachtet. Von Prof. Adolf G. von Strümpell (1853-1925) wird berichtet, dass er im Jahre 1903 in Ostpreußen mittels Tonbehandlung der asiatischen Cholera Einhalt gebot. Prof. Dr. Schlager hat 1934 in der Medizinischen Wochenzeitschrift über die Behandlung von Magen- und Darmerkrankungen mit Ton berichtet.

Der bekannte deutsche Naturheiler Sebastian Kneipp (1821-1897) verordnete im Rahmen seiner Hydrotherapie auch Tonbäder und zur Behandlung von Geschwüren, Furunkeln, Krebs und Ekzemen auch Tonpackungen.

In der russischen Volksmedizin spielte und spielt heute noch die Behandlung mit Montmorillonit (grauweißer Ton) und blauem Ton eine bedeutende Rolle, z. B. bei Osteoporose und Muskelschmerzen. Montmorillonit-(Tonerde)einreibungen (Bestreichen der Haut) werden prophylaktisch in Verbindung mit der Sauna oder der Körperpflege verbreitet angewendet. Neben der Munterkeit und Spannkraft soll dadurch die Manneskraft (Potenz) gesteigert werden.

Nekrassova [2000] berichtet von bildenden Künstlern, die ihre Plastiken aus Ton formen. Diese sollten eine gesunde Langlebigkeit ausweisen.

Sie empfiehlt, Kindern montmorillonithaltigen Ton als Spielzeug zum Kneten von Figuren usw. lange Zeit zur Verfügung zu stellen, weil dabei das Immunsystem (durch Eindringen von Montmorillonit über die Haut in die Blutbahn) gestärkt werden kann.

Aus unserer Kindheit sind uns auch Spielsachen aus Ton bekannt. Es ist dem heutigen Plastikspielzeug unbedingt vorzuziehen.

2.4 Entstehung des Lebens mit SiO₂

Sowohl seitens der Wissenschaft als auch in der Schöpfungslehre wird dem SiO₂-haltigen Ton bei der Entstehung des Lebens auf der Erde Bedeutung beigemessen. In der Bibel ist zu lesen: „*Da nahm Gott, der Herr, Ton* von der Erde, formte daraus den Menschen und blies ihm den Lebensatem in die Nase. So wurde der Mensch ein lebendes Wesen.*“ [1. Mose Genesis 2,7 Altes Testament]

*: in manchen Bibeln steht Lehm oder Staub

Ausführliche Darlegung in K. Hecht; E. Hecht-Savoley (2005): Naturminerale, Regulation, Gesundheit. Schibri Verlag, Berlin, Milow. ISBN 3-937895-05-1, 424 Seiten.

2.5 Siliziummangel hat für Mensch und Tier verheerende Folgen.

2.5.1 In-vitro-Untersuchungen bei SiO₂-freier Nährlösung

In-vitro-Untersuchungen von Werner [1968] in siliziumfreier Nährlösung von Zellkulturen zeigten folgende Wirkungen: Stopp der Synthese von Leucosin nach 12-14 Std., von Carotenoid nach 9 Stunden, der RNS nach 6-8 Std., des Chlorophylls nach 6-8 Std., der Proteinsynthese nach 6-8 Std., Verminderung der Stabilität der Zellwände (keine Zeitangabe) und Erhöhung der Synthese von Fettsäuren (um 100 %) nach 6-8 Std.

Diese Untersuchung zeigt, dass der Siliziummangel auf der molekularen Regulationsebene gravierende Spuren hinterlässt und die Lebensprozesse zum Stillstand bringen kann.

2.5.2 In-vivo-Untersuchungen bei SiO₂-Mangel

Neben den Mangelerscheinungen, die im Labor gefunden werden, sollen folgende krankhafte Erscheinungen als Beispiele angeführt werden.

Abnutzungerscheinungen durch Siliziummangel sind seit Jahren vielfach beschrieben:

- Das Fehlen von Silizium im Körper führt zu beschleunigten Abnutzungerscheinungen der Gelenkknorpel. Siliziummangel kann auch Arteriosklerose verursachen.
Die Chondrozyten, die das kollagene Bindegewebe der Gelenkknorpel immer wieder erneuern, um eine Abnutzung zu verhindern, zeigen eine höhere Aktivität, wenn das Gewebe mit Silizium angereichert ist, als bei Mangel an diesem Mineral.
- Bei brüchigen Fingernägeln hat auch der gestörte Siliziumstoffwechsel seinen Anteil.

Siliziummangel verursacht des Weiteren

- Störung des Kalzium- und Magnesiumstoffwechsels im Knochen (Osteoporose). Ohne Gegenwart von Silizium kann den Autoren zufolge kein regulärer Kalzium- und Magnesiumstoffwechsel ablaufen.
- Arteriosklerose: Es werden Fälle beschrieben, bei denen nachgewiesen wurde, dass Patienten mit Arteriosklerose eine sehr niedrige Konzentration

an Silizium ausweisen. Die Ursache für die Arteriosklerose wird in dem durch Siliziummangel gestörten Kalziumstoffwechsel gesehen.

- Dermatosen, Akne und andere Hautkrankheiten bei Siliziummangel wurden vielerorts beobachtet
- Siliziummangel als Ursache von Diabetes mellitus.
- In der umfangreiche einschlägigen Literatur werden durch Siliziummangel verursachte Krankheiten nachfolgende angeführt: Migräne, Epilepsie, Verschlechterung des psychischen Zustands, Gedächtnis- und Konzentrationschwäche, Infektanfälligkeit, Katarakt (grauer Star) Erkrankung der Sehnen bzw. erhöhtes Risiko der Sehnenverletzung, Bildung von Hautfalten.
- Oxidativer Stress

[Romanov 2000; Carlisle 1986a und b; Voronkov und Kusnezov 1984; Voronkov et al. 1975 u. a.]

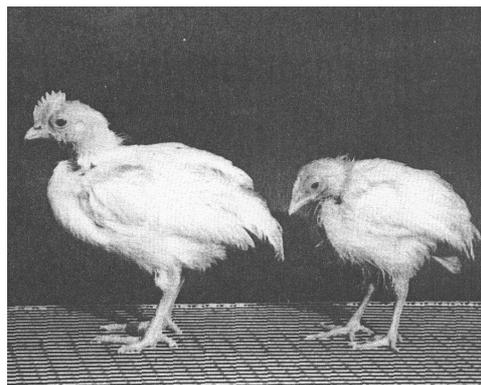
2.5.3 Untersuchungen an Tieren

Die berühmte USA-Siliziumforscherin Prof. Dr. Edith Muriel Carlisle und ihre Mitarbeiter stellten umfangreiche Tierexperimente zu Siliziummangelerscheinungen sowie zur Bedeutung des Siliziums im Mineralstoffwechsel, im Knochenaufbau und vor allem in Wachstumsprozessen an.

Prof. Dr. Carlisle postulierte

Ohne Silizium ist kein Wachstum von Pflanze, Tier und Mensch möglich.

Als Beispiel dafür möchten wir aus Arbeiten von Carlisle Ergebnisse von Untersuchungen zum Wachstum speziell zum Knochenwachstum anführen. Sie konnte zeigen, dass vier Wochen alte Küken mit siliziumreichem Futter wuchsen, mit siliziumarmer Kost dagegen eine kümmerliche Entwicklung nahmen. Diese Wachstumshemmung infolge Siliziummangels konnte auch mit histologischen Untersuchungen an Knochen dieser Tiere bestätigt werden.



**Abbildung 2: Vier Wochen alte Küken.
Links: mit einer durch Silizium ergänzten Kost gefüttert.
Rechts: Kost mit geringem Siliziumanteil [Carlisle 1972]**

2.5.4 Silizium für Mensch und Tier genauso unentbehrlich wie Vitamin C

Silizium in seiner bioaktiven Wirkform ist für die Gesundheit von Mensch und Tier unentbehrlich und genauso wichtig, wie das Vitamin C [Carlisle 1986a]. Wachstum ist ohne SiO_2 im Körper nicht möglich.

Das große Bindungsvermögen von SiO_2 sowie seine große Oberflächenspannung, die nach außen und nach innen wirksam ist, ermöglicht entschlackende Funktionen (Ausscheidung von toxischen, bakteriellen, viruellen Schadfaktoren), regulierende Funktion (Aufrechterhaltung des inneren Milieus), aufbauende Funktion (z. B. bei Strukturverlust), aktivierende, stimulierende und eine schützende Funktion [Kudryashova 2000a und b; Bergner 1998; Kaufmann 1997; Carlisle 1986a und b; Voronkov und Kusnezov 1984, Voronkov et al. 1975, ; Yershov 1981].

2.6 Übersicht über die wichtigsten Wirkungen von SiO_2 im menschlichen Körper

Zu den wichtigsten Funktionen von Siliziumverbindungen werden u. a. folgende gezählt:

- Aktivierung des Zellaufbaus und des Zellstoffwechsels
- Es gibt Anhaltspunkte, dass die Siliziumverbindungen im Organismus die Stabilität der Zellmembranen aufbauen und bei Schädigung durch Reparaturen erhöhen können, Lysome beeinflussen und in den Mitochondrien gespeichert werden können.
- Aufbau des Eiweißstoffwechsels, vor allem in der extrazellulären Matrix
- Regulationsfunktionen in der extrazellulären Matrix
- Aufbau und Fertigung des Bindegewebes, der Haut, des Respirations- und Verdauungstrakts, der Blutgefäßwände sowie der Erhaltung der Elastizität dieser Gewebe
- Verzögerung und Hemmung des biologischen Alterungsprozesses
- Stimulierung des Immunsystems
- Antierreger-Wirkung (Viren, Bakterien, Pilze): kolloidales SiO_2 bindet die Mikroben an sich und scheidet sie aus
- Biosynthese des Eiweißes
- Regulierung der diuretischen Funktion
- Hautelastizität (Elastizität der Haut soll direkt proportional abhängig vom Siliziumgehalt sein)
- Verbesserung der Struktur der Nägel und der Haare
- Baustein des Knochens und der Knorpelgewebe
- Steuerung des Magnesium- und Kalziumstoffwechsels
- Regulierung der Funktionen im Verdauungstrakt
- Freie Radikalfänger
- Gewährleistung der elektrischen Leitfähigkeit des Gewebes
- Adsorptionsfunktion

- Ionenaustausch
- Wachstum allgemein
- Heilung von Wunden
- Genregulation
- Immunregulation
- Silizium in höheren Pflanzen

Silizium befindet sich in vielen Pflanzen und somit in menschlichen Nahrungsmitteln. Hierbei spielt das Silizium in der Stabilisierung, z. B. von Gras, Getreidestengeln, Rohr, Bambus und in vielen anderen Pflanzen eine Rolle. Gleichzeitig ist wichtig zu wissen, wie das pflanzliche Silizium in dem menschlichen und tierischen Körper verarbeitet wird.

Nachfolgend möchten wir noch einige Daten von Pflanzen mit hohem SiO_2 -Gehalt anführen. In diesem Fall wird der prozentuale Gehalt bezogen auf die Asche, die sich nach Verbrennung dieser Pflanzen ergab, angegeben:

Schachtelhalm	50-96 %
Tannennadeln	84 %
Farne und Gräser	ca. 50 %
Samenschalen des Reis	93 %

Bezogen auf die Trockenmasse werden folgende Daten angegeben.

Baum Moquila ca. 50 % SiO_2 . Bäume, die über 0,05 % SiO_2 enthalten, werden als Kieselbäume bezeichnet. Es soll ca. 400 derartige Bäume geben. Die Grasnarbe unter Erlen und Birken soll 15-16 % (bezogen auf die Trockenmasse) SiO_2 führen. In alten Blättern von Dattelpalmen (Phoenix) sind bis zu 20 % SiO_2 (bezogen auf die Trockenmasse) festgestellt worden. Der häufig in Bambusmark enthaltene „Tabaschir“ (ca. 15 g) soll fast vollständig aus SiO_2 bestehen.

2.7 Aufnahmeprozess des pflanzlichen SiO_2 im Körper von Tier und Mensch

In der Pflanze werden drei Formen von SiO_2 unterschieden: Phytolithe innerhalb der Zellen und an der Zellwand abgelagerte Kieselsäure oder nicht abgelagerte freie Kieselsäure. Die freie Kieselsäure ist gewöhnlich der lösliche Anteil, da sie im Gegensatz zu den anderen, die polymer sind, oligomeren Charakter hat. Im menschlichen und tierischen Organismus können der Transport und die Resorption von SiO_2 im Gastrointestinaltrakt bzw. im Blut nur in gelöster oder, wie wir noch später sehen werden, auch in kolloidaler Form erfolgen. Es muss also für die Aufnahme in den Organismus Monokieselsäure vorliegen. Diese wird, auch wenn sie nicht verwertet wird, mit dem Harn ausgeschieden. Die Ausscheidung des polymeren SiO_2 erfolgt über den Kot.

Die Löslichkeit des pflanzlichen SiO_2 hängt von einer Reihe von Faktoren ab: pH-Wert und Temperatur. Im sauren Milieu ist die Löslichkeit sehr niedrig, im neutralen Bereich steigt die Löslichkeit stark an. Auch die Temperatur spielt bei der Löslichkeit des SiO_2 eine Rolle. Eine relativ hohe Löslichkeit wurde bei einem pH-Wert von 7 und 40 °C gefunden. In der nachstehenden Abbildung wird der Lösungsvorgang der

Kieselsäure der Pflanze und die Verwertung zur Bioverfügbarkeit schematisch dargestellt.

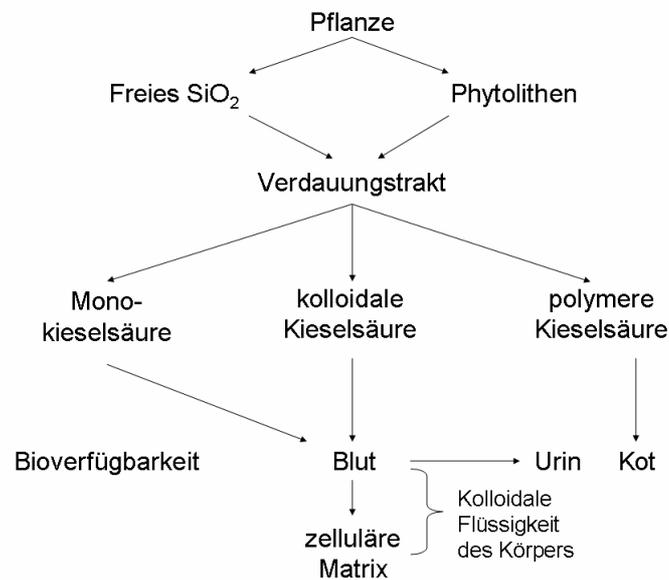


Abbildung 3: Modell des Lösungsvorgangs der Kieselsäure (SiO₂) im Verdauungstrakt nach Aufnahme SiO₂-haltiger Pflanzen

2.8 Zum „hochdispersen“ SiO₂

Das molekulardispense SiO₂ ist eine kolloidale Zubereitung und wird wie auch Natur-Bentonit und Motmorillonit seit Jahrzehnten international als Adjuvans verwendet (nicht als Füllmittel, wie die beiden genannten Autoren behaupten). Es ist, wie auch das in Reformhäusern erhältliche Silicea ein aus Natur-SiO₂ technisch hergestelltes kolloidales SiO₂. Ich persönlich ziehe zwar die Natursilikate Klinoptilolith-Zeolith, Montmorillonit/Bentonit als natürliche Donatoren von kolloidalem SiO₂ vor. Dieses „Urgesteinmehl“ nehmen meine Frau und ich täglich (ca. 5 g Tagesdosis) seit über 7 Jahren ein. Mit 72 bzw. 83 Jahren sind wir körperlich und geistig noch sehr fit. Seit der Einnahme dieser Silikate haben wir keine Infekte mehr.

SiO₂ in kolloidaler Form oder als monomere Kieselsäure hat antiviruelle, antibakterielle, antimykotische Wirkung. Schon im alten Ägypten vor 3.000-5.000 Jahren wurde SiO₂-haltiger Ton als „Konservierungsmittel“ verwendet. Kolloidales SiO₂ kann in Nahrungsmitteln und Medikament nur nützlich, nicht schädlich sein.

2.9 Was ist ein Adjuvans?

Adjuvans: lat. adiuvarre = helfen, unterstützen. Ein Adjuvans ist ein medizinisch-pharmakologisch-pharmazeutischer Bestandteil einer Arznei, der die Wirkung des Hauptwirkstoffs verstärken, abschwächen, verzögern, verkürzen oder in eine gewünschte Wirkrichtung lenken kann. Ein Adjuvans vermag unter Umständen auch Nebenwirkungen abzuschwächen. Diese Eigenschaften und noch andere besitzt das kolloidale SiO₂ und kolloidales SiO₂ enthaltende oder freisetzende Silikate, wie das

Bentonit/Montmorillonit, Klinoptilolith-Zeolith und das hochdisperse (kolloidale) SiO₂. Bentonit wird schon seit Jahren als Adjuvans verwendet.

Das kolloidale (aber auch monomere) SiO₂ hat Adsorbenzeigenschaften, vermag Ionenaustausch zu realisieren, hat die Fähigkeit zur Detoxikation und vermag auch den pH-Wert zu regulieren. Hierbei spielen vor allem biophysikalische Gesetzmäßigkeiten als Eigenschaft des kolloidalen SiO₂ im menschlichen Körper eine Rolle: Die Aktivitäten der van-der-Waals-Kräfte und der physikalischen Adsorption. Beide Funktionen des kolloidalen SiO₂ vollziehen sich schneller als die chemische Adsorption, die ebenfalls durch die kolloidale Kieselsäure vollzogen werden kann. Auch das mit den Silikaten Bentonit/Montmorillonit und Klinoptilolith-Zeolith dem Menschen zugeführte kolloidale SiO₂ entwickelt alle oben angeführten Funktionen.

2.10 Was ist Adsorption?

Adsorption (lat. adsorbere = an sich binden)

Adsorption = Konzentrationsverschiebung einer Substanz im Bereich der Grenzschicht zweier benachbarter Phasen.

Positive Adsorption → Anreicherung

Negative Adsorption → Verdrängung

} physikalische Adsorption

van-der-Waals-Kräfte

} chemische Adsorption

Die Adsorption von gelösten oder dispersen Stoffen in Flüssigkeiten ist von deren Konzentration und von der Temperatur abhängig. Biochemisch wird unter Adsorption die Aktivierung, z. B. von Enzymen, oder die Aufnahme von bioaktiven Stoffen durch Oberflächen vergrößernde aktive Stoffe verstanden. Die Adsorbenzien bringen die entsprechenden Stoffe in die Nähe des Wirkungsfelds und erhöhen den positiven Effekt.

Adsorbenzien sind Stoffe, die gelöste, disperse oder gasförmige Substanzen (Stoffe) zu binden vermögen. Adsorbenzien sind Stoffen mit einer großen Oberflächenvergrößerungswirkung, z. B. Aktivkohle, Tonerde, **disperses Silizium**, Kieselgur, Kaolin, **Klinoptilolith-Zeolith**, Bentonit, Montmorillonit.

Es ist in diesem Zusammenhang auch der Begriff **Resorption** zu erläutern: Resorption - Aufsaugung, d. h. Aufnahme von Stoffen durch die Haut oder Schleimhaut in die Blut- und Lymphbahn.

Auch der Begriff **Absorption** = Aufsaugen, in sich aufnehmen, bedarf einer Beschreibung.

Chemisch bedeutet **Absorption**: Aufnahme oder/und Verteilung eines Stoffs mittels Diffusion durch eine Phasengrenzfläche, z. B. Eindringung von Gasen in eine Flüssigkeit.

Physiologisch wird unter **Absorption** die Aufnahme von Substanzen (Nährstoffen, Medikamenten) über Haut oder Schleimhäute bzw. aus dem Gewebe in die Blut- und Lymphbahnen verstanden.

Adsorbenzien sind Stoffe mit einer großen Oberflächenvergrößerungswirkung. Durch die Adsorption wird die Aktivierung von Enzymen und damit eine Katalysatorfunktion bewirkt. Bioaktive Stoffe, also zugeführte Bioregulatoren, können durch die Adsorption in ihrer Wirkung erheblich vergrößert werden, weil ein Adsorbens diese in die Nähe des Wirkungsfeldes bringt.

Kolloidales SiO₂ vermag die Adsorptionsfläche im Körper um das 300fache zu vergrößern.

2.11 Was ist Kolloid?

Aus meinen Vorträgen und Diskussionen habe ich entnommen, dass Heilberufler im Westeuropa relativ wenig oder nichts von der kolloidalen Phase wissen. In Biochemielehrbüchern vermisst man größtenteils die Kolloidchemie. Das ist deshalb verwunderlich, weil sich alle unsere Körperflüssigkeiten in der kolloidalen Phase befinden. Ohne sie wäre kein Leben möglich.

2.12 Was man sonst noch von den Kolloiden wissen sollte

(griechisch Kolla = Leim) Kolloide sind Stoffe in einem Verteilungszustand, bei denen die dispersen Teilchen nur ultramikroskopisch nachzuweisen sind. Der kolloidale Zustand ist eine besondere Verteilungs- oder Zustandsform der Materie. Diese kann im Prinzip jeder Stoff annehmen.

- Begründer der Kolloidchemie ist der britische Chemiker Thomas Graham (1805-1869).
- Die dispersen Teilchen (Partikel) können lichtmikroskopisch nicht sichtbar gemacht werden.
- Licht wird durch die Kolloidphase gestreut (Tyndall-Effekt).
- Die Dispersionsmittel in Kolloiden können fest, flüssig und gasförmig sein.
- Sol liegt vor, wenn die Partikel der dispersen Phase relativ frei voneinander existieren.
- Gel liegt vor, wenn die Teilchen der dispersen Phase netzartig miteinander verbunden und schwer gegeneinander verschiebbar sind.
- Folgende Wechselbeziehungen zwischen Sol und Gel sind möglich
Sol ↔ Gel reversibel
Gel → Sol irreversibel
- Nachweis von Kolloiden:
 - ultra- und elektronenmikroskopisch
 - indirekte Analyse
 - Streulichtmessung
 - Sedimentationsmessung
 - osmotische Messung

Kolloide zeichnen sich durch ausgeprägtes Adsorptionsvermögen aus, welches durch die physikalischen Oberflächenspannungskräfte der Teilchen gewährleistet wird. Dient Wasser als Dispersionsmittel, wird von hydrophilen und hydrophoben Kolloiden gesprochen.

Der menschliche Körper besteht bekanntlich zu einem großen Teil aus Körperflüssigkeit (Blutserum, Urin, Lymphe, Verdauungssäfte, Liquor, Galle, Tränenflüssigkeit). Alle diese Flüssigkeiten haben kolloidalen Charakter und alle Lebensvorgänge spielen sich in der **kolloidalen Phase** ab.

Flüssige Kolloide werden Sole genannt, Kolloidgele sind relativ formbeständig und elastisch, z. B. Elastin und Kollagen. Fibrilläre Eiweiße, wie Myosin und Fibrin, liegen im Körper in Gelform vor. Körperflüssigkeiten in Solform. Hydrophile Kolloide, z. B. die Eiweiße, verfügen über die Fähigkeit, Ausflockungen hydrophober Kolloide zu verhindern. Das ist eine biologische, kolloidale Schutzfunktion. Z. B. können dadurch wasserunlösliche Stoffe (z. B. Harnsäure, Cholesterin) im Plasma, in der Galle und im Harn in **feindispersen Zustand** aufrechterhalten werden [Rappoport 2002].

Die vielfältigen Eigenschaften des Kolloids, z. B. kolloidosmotischer Druck, Wechselwirkungen zu den Mineralsalzen und das Verhalten der Kolloide in elektrischen Feldern (das elektrische Potential der Kolloidoberfläche, ein negativ geladenes Potential, wird als „Zetapotential“ bezeichnet) bedingen ihren oszillierenden Charakter.

Den körpereigenen Kolloiden sehr adäquat sind kolloidale Mineralverbindungen, z. B. das hydrophobe Siliziumdioxid und das solförmige Natriumchlorid. Das kolloidale Silizium bewirkt z. B. eine erhöhte Wasserverbindungsfähigkeit der Proteine, reguliert die Säure-Basen-Protein-Homöostase und verhindert die Dehydrierung des alternden Gewebes [Fischer 1951].

2.13 Kolloide Mittelstellung der Dispersionen

Unter dem Aspekt der Dispersion werden nach der Größe der in einem Dispersionsmittel verteilten Teilchen drei Formen unterschieden.

Grobdisperse Phase = Suspension, also eine grobe Aufschwemmung. Sie besteht aus Teilchen größer als 100 nm.

Kolloiddisperse Verteilung = kolloidale Lösung. Sie besteht aus Teilchengrößen 1-100 nm. Die Teilchen stehen untereinander in einem Spannungsverhältnis und entziehen sich daher der Gravitation. Beispiel: Kolloidales Siliziumdioxid. **Es handelt sich dabei nicht um SiO₂-Nanopartikel!!!**

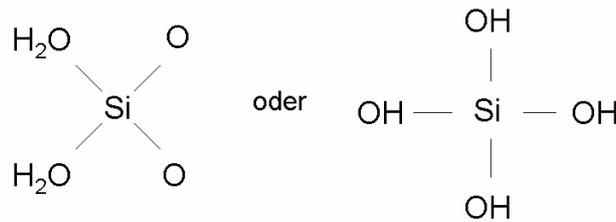
Molekulare oder Ionendispersive Verteilung mit Teilchengrößen unter 1 nm. Beispiel: Alle Lösungen von niedermolekularen Substanzen in molekularer oder ionisierter Form, z. B. Kochsalzlösung.

Die kolloidale Verteilung nimmt also eine Mittelstellung zwischen Suspensionen und echten Lösungen ein.

Klaus Kaufmann hat in seinem Buch: „Silicium-Heilung durch Ursubstanz“ 1996, Helfer Verlag E. Schwabe GmbH ausführlich und bildhaft die Kolloidale Phase beschrieben.

2.14 Für das kolloidale Siliziumdioxid (kolloidale Kieselsäure) ist wissenswert:

Hauser [1995] charakterisierte das kolloidale Siliziumdioxid (Kieselsäure) als ein hydratisiertes Molekül. Die Summenformel gab er als H₄SiO₄ an. Die Strukturformel des an das SiO₂ gebundenen Wassers wird in zwei Formen angegeben:



Die Größe der Teilchen (Moleküle größeren Ausmaßes oder Aggregate kleinerer Moleküle, Ionen oder Atome) die in der Flüssigkeit verteilt sind, entscheidet, ob ein kolloidales Medium vorliegt. Kolloidale Flüssigkeit liegt vor, wenn die Teilchen zwischen 10 und 10.000 Ångström messen. Ein Ångström = 10^{-8} cm. Ein kolloidales Sol ist durchsichtig wenn die Teilchen kleiner 300 Ångström sind. Es ist opalisierend, wenn die Teilchen ein Außenmaß zwischen 300 und 5.000 Ångström haben. Zum Vergleich: Die Wellenlänge des Lichts liegt zwischen 3.500 und 7.000 Ångström.

Je kleiner die kolloidalen Teilchen dieser Form des hydratisierten SiO_2 , umso physiologisch adäquater ist ihre Funktion. Der erstrebenswerte ideale Phasenzustand des Siliziumdioxidkolloids soll < 100 nm betragen.

Es soll hier noch einmal betont werden. Es handelt sich um **hydratisierte SiO_2 -Moleküle** und um **keine Nanopartikel!**

2.15 Alterungsprozess - eine kolloid-physikalische Veränderung des lebenden Gewebes

Ausführlich hat sich auch Kober [1955] mit der Kieselsäure im Kolloidsystem des menschlichen Körpers beschäftigt. Er geht davon aus, dass jedes Kolloid die Eigenschaft besitzt, mit fortschreitendem Alter seine Teilchen zu vergrößern, Wasser abzugeben (Synäresis) und somit seine Oberfläche zu verkleinern. Kober [1955] vertritt die Auffassung, dass sich das exogene kolloidale Kieselsäuregel genauso wie das endogene Kolloidsystem im menschlichen Körper verhält. Er führt als Beispiel an:

Wenn man Kieselsäuregel luftdicht in ein Glas einschließt, „dann bildet sich wasserärmeres Gel und gleichzeitig das Synäresiswasser“. Wird das Kieselsäuregel mit Fett verrieben, entsteht eine Emulsion, die kein Wasser mehr abspalten und in bestimmten Grenzen beständig bleiben kann.

Ausgehend von der Tatsache, dass der kindliche und jugendliche Organismus mehr Kieselsäure besitzt, diese aber in aktiver, fein verteilter Form der kolloidalen Phase und der Organismus eines alten Menschen weniger Kieselsäure ausweist und diese nur in einer inaktiven, groben, abgelagerten Form, ist das Altern als eine kolloidphysikalische Veränderung durch Verkleinerung der „inneren Oberfläche“ aufzufassen, die ihrerseits eine Teilchenvergrößerung verursacht und somit auch ein Verminderung des Wassergehalts des Organismus. Infolge dessen verliert das Gewebe seine Straffheit und Elastizität.

Kolloidale Kieselsäure vermag in ihrer feinverteilten aktiven Form derartige Altersvorgänge reversibel zu machen. Die jugendliche Aktivität des Gewebes wird durch die verbesserten Stoffwechselforgänge und eine aktivere Zellteilungsfähigkeit bewirkt.

Die in sehr geringen Mengen vorkommende Kieselsäure im kolloidalen Gewebe des menschlichen Organismus vermag nach Kober [1955] eine übermäßige Quellung des Gewebes zu verhindern, eine optimale Durchlässigkeit für Nährstoffe und Stoffwechselprodukte zu sichern und durch die adsorptive Konzentrationserhöhung wichtige biochemische Umsetzungen im Zellbereich zu realisieren.

Folglich können biochemische Vorgänge der Zelle nur durch kolloid-physikalische Prozesse der Kieselsäure gewährleistet werden.

Die Wirkung der Kieselsäure (Siliziumdioxid) ist weniger ein chemischer als vielmehr ein kolloidphysikalischer Prozess.

2.16 Das kolloidale Siliziumdioxid im Alterungsprozess des Menschen

Der bekannte deutsche Internist Max Bürger [1958] postulierte, dass mit fortschreitendem Alter (Biomorphose, Biorheuse) das Gewebe des Menschen durch langsamen Wasserverlust einen Verdichtungsprozess erfährt. Er erkannte, dass hierbei kolloidale physikalische Vorgänge eine Rolle spielen und eine Dehydration des Eiweißes stattfindet. Unter diesem Aspekt kam die kolloidale Kieselsäure, auch als molekulardisperse Monokieselsäure bezeichnet, ins Gespräch. Die wichtigste Voraussetzung für die sich im Plasma vollziehenden Regulationsprozesse ist die optimale Wasserbindung und Quellung des Eiweißstoffs, die durch das „Verhältnis Base zu Säure im Proteinat“ beeinflusst wurde.

Die optimale Wasserbindung wird dann erreicht, wenn faktisch der Zustand physiologischer Kochsalzlösung (0,9 %) gegenwärtig ist. Hierbei ist von Bedeutung, dass auf diese Weise 400 % und mehr Wasser gebunden werden können. Es handelt sich dabei um gebundenes Hydratwasser und nicht um Wasser im freien Zustand.

Das SiO_2 verfügt über eine spezifische Wasserchemie.

Alle elementaren Lebensvorgänge, z. B. der Stoffwechsellauf- und -abbau, Fermentreaktionen, können nur im hochhydrierten Eiweiß ablaufen. Sind Störungen der Hydratation im Eiweißstoffwechselprozess vorhanden, wie es im Alterungsprozess bzw. bei Verhärtungen des Gewebes, bei Gerinnungen und Blutdruckerhöhungen (Gefäßwandverkalkung) der Fall ist, so ist die Anregung des Hydratationsprozesses angezeigt, welche z. B. durch die kolloidale Kieselsäure erreicht werden kann. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass kolloidale Kieselsäure in der Lage sein kann, aus Aminosäuren hochmolekulare Eiweißkörper im menschlichen Körper zu „synthetisieren“ [Birkhofer und Ritter 1958; Scholl und Letters 1959]. In jüngster Zeit wurden diese älteren Befunde erneut bestätigt. So berichteten Duvis et al. [2002] über die synthetisierende Funktion von Siliziumdioxid bei dem Aufbau von bioaktiven Peptiden, insbesondere des RGD-Peptids (Arg-Gly-Asp).

Das Silizium ist nach dem Sauerstoff das zweithäufigste Element unseres Planeten. Ohne Sauerstoff können wir nicht leben; ohne SiO_2 auch nicht. Sauerstoff kann aber unter bestimmten Umständen eine Gefahr für unsere Gesundheit werden (oxidativer Stress). Auch das SiO_2 kann uns unter bestimmten Umständen schaden (Silikose). Unter der chemischen Formel SiO_2

laufen verschiedenste Formen des Siliziumdioxids (Synonym Kieselsäure) mit sehr unterschiedlichen Wirkungen.

Der Umgang mit SiO_2 in der Medizin erfordert natürlich mehr als die pure Schulweisheit. SiO_2 hat nicht nur biochemische, sondern auch kolloidphysikalische bzw. chemische, physikalische und chemophysikalische Wirkeigenschaften im menschlichen und tierischen Körper. Abgesehen von den vielen SiO_2 -Verbindungen in der Technik gibt es fünf verschiedene Formen des SiO_2 im Naturvorkommen, die mit der Medizin zu tun haben können. Trotz der gemeinsamen chemischen Formel SiO_2 haben diese Verbindungen sehr unterschiedliche Wirkungen im menschlichen Körper, wie dies aus folgender Tabelle hervorgeht.

3 SiO₂ (Kieselsäure) vielgestaltig und Multifunktionell

Siliziumdioxid (Synonym Kieselsäure) wirkt nicht gleich wie Siliziumdioxid!

Fünfmal dieselbe Formel SiO₂

fünf verschiedene bioaktive Wirkungen

1. **Monokieselsäure SiO₂ in Quellen, Pflanzen**
schwachsaures Milieu, schwache Konzentration, hat physiologische Wirkung
2. **Kolloidales SiO₂ (Kieselsäure) in Sol- oder Gelform**
Pflanzen, Quellen
Natur-Klinoptilolith-Zeolith, Bentonit, Montmorillonit
als Präparat Silicea im Handel, hat physiologische Wirkung
3. **Polymere Kieselsäure SiO₂**
neutral oder toxisch wirkend
4. **Amorphes SiO₂ als Staub**
toxisch und pathogen wirkend
Je kleiner die Partikel, umso stärker die Toxizität und Pathogenität
5. **Kristallines SiO₂ als Staub**
hoch toxisch und hoch pathogen → Silikose
Je kleiner die Partikel, umso stärker die Toxizität und Pathogenität

Außerdem Verwirrung durch Begriffe beachten:

Deutsches Wort Silizium englisch = silicon

Deutsches Wort Silikon englisch = silicone
(technische Siliziumverbindung)

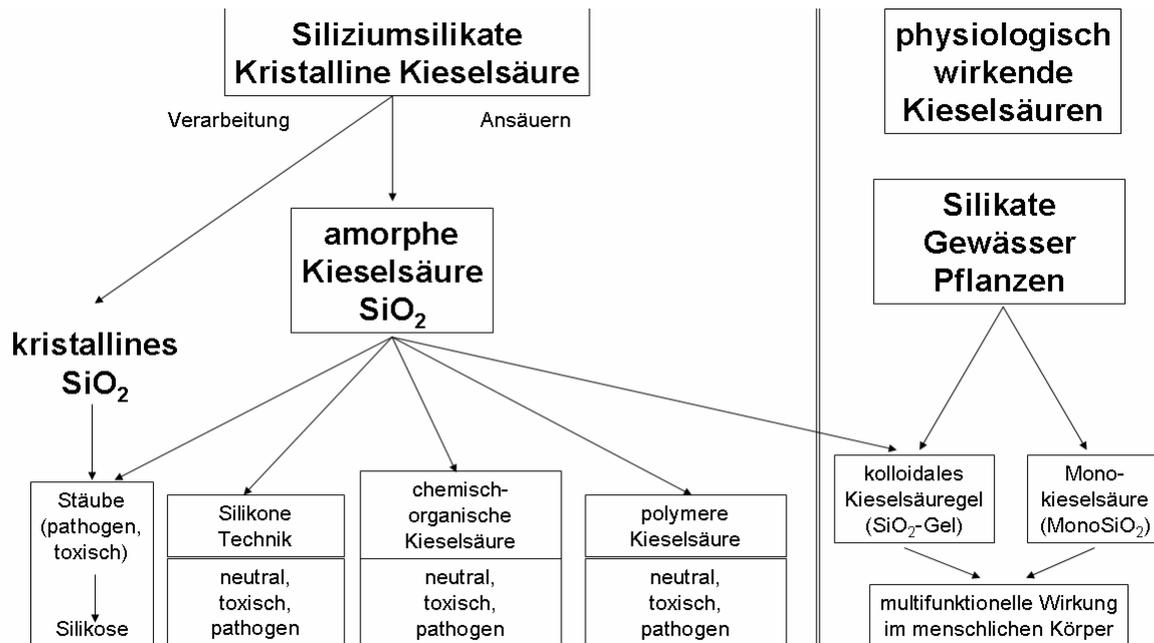


Abbildung 4: Sehr vereinfachtes Schema zu Formen und Funktion des SiO₂ nach technischer Verarbeitung und aus Naturquellen

Da es biochemische, biophysikalische und chemophysikalische Eigenschaften ausweist, bestehen nicht selten Unklarheiten zu den Siliziumstrukturen, besonders was das SiO₂ anbetrifft. Dazu nachfolgend einige Erläuterungen.

- Silikate = Salze des Si.
- Si hat in Salzen gewöhnlich Vierwertigkeit und somit Tetraederform, die in der Regel mit vier O-Atomen mit je einer freien Valenz gebunden sein kann.
- Amorphe Kieselsäure SiO₂
- Durch Bearbeitung kann amorphe Kieselsäure (SiO₂) entstehen. Diese hat eine starke Tendenz zur Hydratation. Es gibt eine spezielle Wasserchemie des Siliziums.
- Schichtsilikate (Al-Silikate), Tonmaterialien u. a. haben auch amorphes SiO₂ in sich verborgen, das durch so genannte Verwitterungsprozesse in sekundären geologischen Prozess entstanden ist.
- Kolloidales SiO₂ kann aus amorphem Silizium im Zusammenhang mit einem hoch dispersen Hydratationsprozess gewonnen werden. Wir finden kolloidales SiO₂ auch in Gewässern, Quellen, Pflanzen und in Zeolithen. Wenn diese in tierische oder menschliche Organismen gelangen, wird vor Ort kolloidales SiO₂ produziert.
- In Pflanzen finden wir monomere und kolloidale Kieselsäure.
- Aus monomerem SiO₂ kann polymeres entstehen, welches auch in Pflanzen und Gewässern zu finden ist. Die Polymerisation ist eine zu beachtende Eigenschaft des SiO₂.

- Kristallines SiO_2 finden wir z. B. im Quarz, Bergkristall, Feldspat, Glimmer usw.
- Staub von kristallinem (aber auch amorphem) SiO_2 kann nach Einatmen feinsten Teilchen zur Silikose (Pneumokoniose) führen.
- Hoch konzentrierte Kieselsäure kann zur Gewebe-Silikose an den betroffenen Stellen, z. B. an den Beinen, führen.
- Es gibt des Weiteren chemisch-organische Kieselsäureverbindungen. Bei ihnen sind z. B. Methylgruppen bzw. andere chemische Verbindungen eingebaut. Auch hier muss man wieder solche unterscheiden, die in der Technik eine Rolle spielen und auch toxisch sein können und jene, die im Metabolismus des Körpers des Menschen gebildet werden und gewöhnlich physiologisch wirksam sind. Das sind biochemisch-organische Kieselsäureverbindungen, die unter Umständen auch pathogen sein können, wie z. B. bei der Silikose. Technische organisch-chemische Verbindungen werden in der Industrie zu den verschiedensten Zwecken hergestellt, z. B. auch für medizinisch-technische Zwecke, z. B. Schläuche für Infusionen, Abdruckmaterialien des Zahnarztes usw. Diese sind für die innere Einnahme nicht zu gebrauchen.

Für den menschlichen und tierischen Organismus physiologisch wirksam sind monomeres SiO_2 in schwacher Konzentration und leicht saurem pH-Wert sowie kolloidales SiO_2 in Sol- bzw. Gelform.

4 Was ist die Silikose?

Die Inhalation von größeren Mengen an SiO_2 -Staub führt zu Erkrankungen der Atmungsorgane, die man Pneumokoniose nennt. Die Silikose entsteht vor allem beim Einatmen von Staub des kristallinen Siliziumdioxids.

Die Silikose, auch als Quarzstaublunge bezeichnet, entsteht durch Einatmen von alveolengängigem kieselensäureanhydrithaltigem Staub und äußert sich in kollagenösen Veränderungen in der extrazellulären Matrix. Die Silikose ist faktisch eine „Erkrankung des Bindegewebes“. Im Bindegewebe (extrazelluläre Matrix) der Lunge bilden sich Silikoseknötchen (Granulome) und andere fibrotische Veränderungen bis zu sklerotischen Entartungen.

Silikose kann entstehen durch Stäube des kristallinen SiO_2 , z. B. durch Quarz-, Cristobalit-, oder Tridymitpartikel, aber auch durch Talkum, Asbest-, Olivin-, Nephelin-, Diatomeen-Staub, die $<5 \mu\text{m}$ groß sind. Betroffen sind von der Silikose vorwiegend Bergleute, Steinmetze, Porzellan- und Glasarbeiter, Sandstrahler, Gießereiarbeiter und Industrieofenmaurer. Die Entstehung der meistens chronisch verlaufenden Silikose ist nach dem heutigen Erkenntnisstand abhängig

- von der fibrogenen Potenz des inhalierten Staubs
- von der Expositionsdauer und
- von der Intensität des Wachstums der Silikosegranulome.

Zur Silikoseentstehung gibt es viele Theorien und Hypothesen. Dies bedeutet, dass man noch wenig darüber weiß. Heute weiß man, dass auch viele andere Stoffe Pneumokoniose auslösen, z. B. Kohlenstaub, Ruß von Abgasen (Anthrakose), Schwerspatstaub (Barytose), Eisenstaub (Lungensiderose), Schimmelpilzsporen (Käsewäscherlunge), Getreide- und Grasstäube (Farmerlunge), Zuckerrohrstaub (Bagassose). Des Weiteren gibt es Aluminose, Berylliose und Pneumokoniose durch Hartmetallstäube.

5 Schlussbemerkungen

Somit sind wir wieder bei den Nanopartikeln angelangt, mit denen wir täglich konfrontiert sind, die wir täglich einatmen und die z. B. zur Pneumokoniose führen können. SiO_2 z. B. in Form von Quarzteilchen kann auch dabei sein, aber nur in Spuren. In größeren Mengen zum Beispiel nur bei einem Sandsturm. Die meisten Nanopartikel atmen wir aber durch die Abgase der Autos und Industrie ein. Diese sind es, die für unsere Gesundheit gefährlich sind, besonders dann, wenn wir permanent unter Dysstress, oxidativem Stress und Dysmineralose stehen.

Die Silikate Klinoptilolith-Zeolith und Montmorillonit können dabei nützlich sein, weil sie Schadstoffe aus dem Körper ausleiten, als Antioxidantien und Sorbenten wirken usw. Diese Silikate sollten ganz besonders für die Umweltmediziner, z. B. zur Verwendung als Basistherapeutikum oder prophylaktisch beachtet werden. Was aber notwendig ist, wir müssen uns als Ärzte unbedingt von dem Schubladendenken und den dogmatischen Vorstellungen freimachen. Einseitige Betrachtungen haben schon viel Schaden angerichtet. Denken wir nur an das Selen.

Einseitige und fehlinterpretierte Wirkung des Selens haben Jahrzehnte lang dieses Mineral in die „Verachtung verbannt“ bis man erkannte, dass es für den Menschen essentiell und sehr notwendig ist. Ähnlich ergeht es gegenwärtig dem SiO_2 , obgleich es das älteste Heilmittel der Menschheit ist. Klaus Kaufmann hat schon 1990 mit seinem Buch „Silicea – The Forgotten Nutrient“ (Silizium, der vergessene Naturstoff) an die Essentialität dieses „Spurenelements“ erinnert.

Sind Tiere klüger als Menschen?

Tiere schätzen SiO_2 -haltige Getränke und Gesteine.

Diese siliziumhaltige sahnartige zarte Masse an den Böden von Gewässern ist bei Tieren, besonders in der Brunstzeit, aber auch in der Trächtigtkeits- und Laktationsperiode sehr beliebt. Es wurde beobachtet, dass Tiere aller Art mit den Pfoten dies Wasser an seichten Stellen umrühren und dann trinken.

Wir selbst haben diese Beobachtung in der sehr tonreichen Westtürkei (Kusadasi) gemacht. Mit üblichen Bewässerungssystemen wurde im Sommer tonreiches Land bewässert, auf dem sich drei Pferde und zwei Esel befanden. Als das Wasser in die vorbereitete Erdrinne strömte, tranken sie nicht etwa das klare Wasser, sondern verrührten dies per Vorderpfote mit dem Tongrund und erst dann nahmen sie es zu sich.

Bei Tieren Sibiriens und des fernen Ostens Russlands wurde beobachtet, dass die Tiere vor allem siliziumhaltige Mineralien der Zeolith-Gruppe, z. B. Klinoptilolith, Hellandit, Montmorillonit u. a. sowie tonartige Stoffe und kolloidales Silizium enthaltendes Wasser mit milchartigem Aussehen, das sich in Flussbetten oder Bächen und Seen befindet, bevorzugen. Diese Lithophagie wurde bei Wildtieren und bei sich im Freien befindlichen Haustieren (Kühe, Schafe, Ziegen, Vögel, Hühner, Gänse, Enten) beobachtet. Die am Boden von Gewässern befindliche Gesteinmilch wird von den Tieren mit den Pfoten aufgerührt, damit im Wasser eine gute Mischung entsteht und dann getrunken. Besonders intensiv wird die Lithophagie in der

Brunstzeit von Tieren beider Geschlechter und während der Trächtigkeit und Laktationsperiode von den weiblichen Tieren betrieben. Wissenschaftliche Untersuchungen zeigten:

Alle von den Tieren instinktiv aufgenommenen Gesteine bzw. Gesteinmilch wiesen Ionenaustausch- und Sorptionseigenschaften aus. Neben den Silikaten und dem kolloidalen Silizium enthielten sie alkalische (Na, K) und erdalkalische Elemente (Mg, Ca, Ba) sowie verschiedene Spurenelemente.

Auch die dem Zeolith eigenen aktiven hydroxylen Gruppen, die sich in den Kristallgittern befinden, spielten in den Stoffwechselprozessen der lithophagen Tiere eine Rolle. Lithophagie = wörtlich übersetzt „Gesteinfressen“.

Auch wir sind Lithophagen: Meine Frau und ich nehmen seit mehr als 7 Jahren täglich Klinoptilolith-Zeolith. Mit 72 bzw. 83 Jahren sind wir nicht nur geistig und körperlich hoch aktiv, sondern fühlen uns mit unserem biologischen Alter wie 50 Jahre. Infekte kennen wir nicht.

Roger Bacon (1214-1294, englischer Franziskaner):

„Es gibt vier große Hindernisse auf dem Wege zur Wahrheit,

- das Beispiel kläglicher und unwürdiger Autoritäten
- die Meinung des Unkundigen
- die Macht der Gewohnheit und
- das Verbergen der eigenen Unwissenheit durch vorgetäuschte Weisheit“.

Die im Text angeführten Quellenangaben bitten wir aus unserem Buch „Naturmineralien, Regulation, Gesundheit“ Schibri Verlag Berlin, Milow, ISBN 2-938895-05-1 zu entnehmen.

Anhang

Karl Hecht

Dr. med. Dr. med. habil.

Professor für Neurophysiologie und
emeritierter Professor für experimentelle und klinische pathologische Physiologie
der Humboldt-Universität (Charité) zu Berlin

Stress-, Schlaf- Chrono-, Umwelt-, Weltraummedizin

Büxensteinallee 25, 12527 Berlin, Telefon + Telefax: 0049/30/674 89 325

Kurzinformation zur Wirkung von Natur-Klinoptilolith-Zeolith im menschlichen Körper

Informationsmaterial für
Ärzte, Heilpraktiker, Therapeuten,
Pharmazeuten, Apotheker und
Naturwissenschaftler

1 Wissenschaftlicher Erkenntnisstand

1.1 Was ist Zeolith?

Zeolith

= mikroporöses Tuffgestein

= Aluminiumsilikat mit Kristallgitterkanälchen von 0,4 nm, die mit Ionen und Kristallwasser angefüllt sind

Die Kristallgitterstruktur des Zeoliths entstand vor Millionen von Jahren durch bei Eruptionen ausgestoßene vulkanische Lavaerde und –asche, die pur in das Meer fiel und eine Kombination mit dem zum Sieden gebrachten, soligen Meerwasser hervorbrachte.

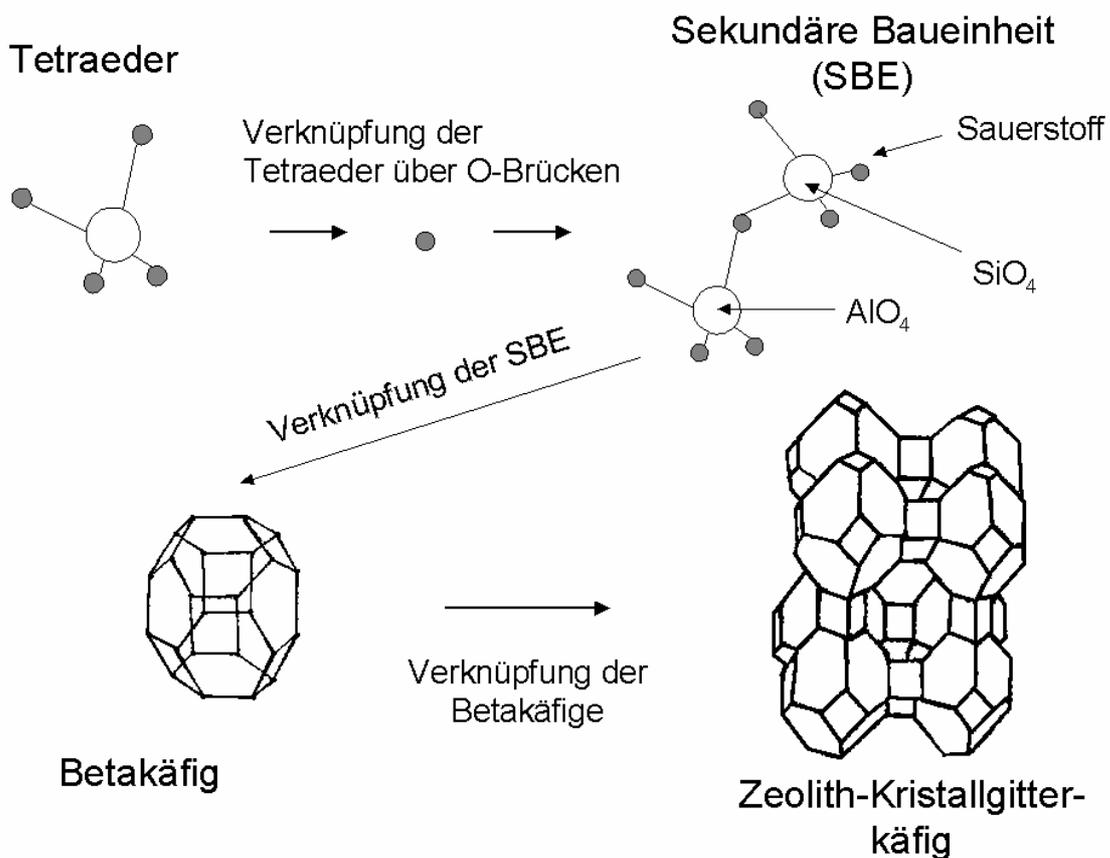
Im Zeolith können alle Elemente des periodischen Systems enthalten sein.

Zeo von zein (griechisch) = sieden

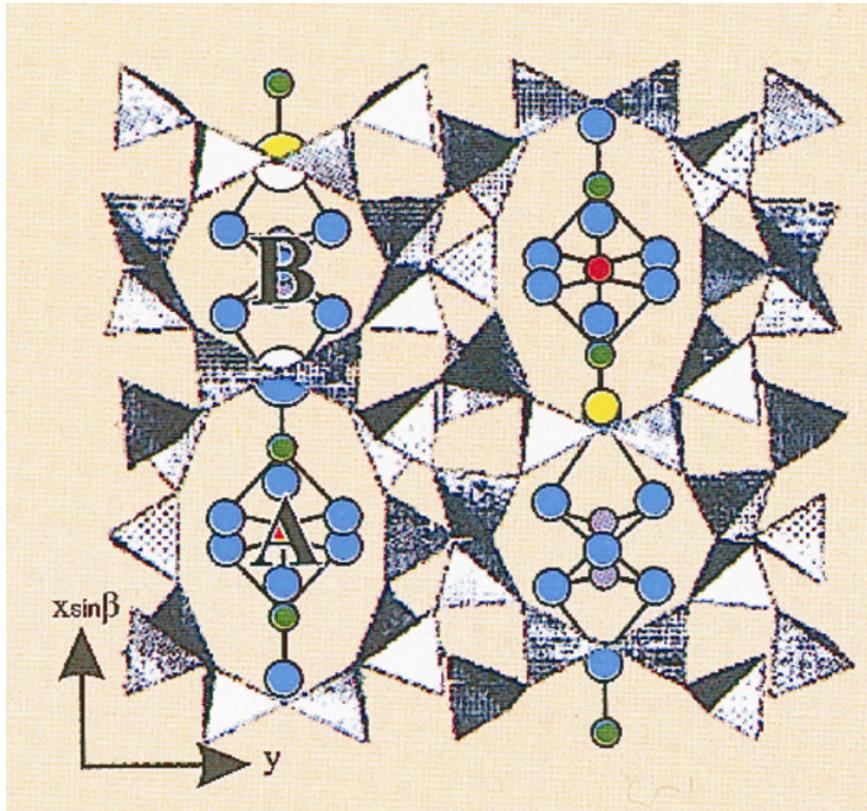
lith von litho (griechisch) = Gestein, Stein

Der schwedische Mineraloge Cronstedt beschrieb 1756 erstmals den Zeolith.

Kristallgitterstruktur des Zeolithgitters



Zeolith-Kristallgitter-Kanäle verschiedener AusmaÙe (A = 4,0-5,6; B = 4,4-7,2; C = 4,1-4,7 Ångström) mit verschiedenen Ionenbesetzungen und Achsenbezeichnungen [nach Belizkij und Novoselov]

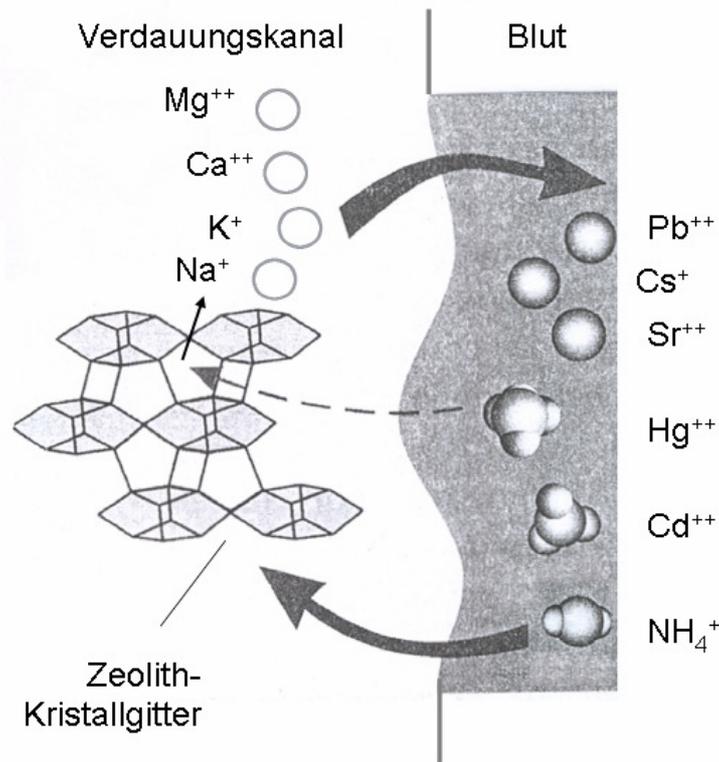


2 Welche Wirkeigenschaften hat Natur-Klinoptilolith-Zeolith?

Eigenschaften des Natur-Klinoptilolith-Zeoliths im menschlichen Organismus:

1. Adsorption
2. Ionenaustausch
3. Katalysatorfunktion
4. Zufuhr von kolloidalem SiO₂
5. Steuerung des Elektrolythaushalts
6. Molekularsiebfunktion
7. Autoregulation im Organismus
8. biogen geprägt

Zum Ionenaustausch durch Natur-Klinoptilolith-Zeolith im Organismus [modifiziert nach Veretenina et al. 2003]. Ionenaustausch ist pH-abhängig und wird durch biophysikalische Mechanismen bewirkt (van-der-Waals-Kräfte).



Schema zum Ionenaustausch

3 Was bedeutet SiO_2 für den Menschen?

SiO_2 , das biogen geprägte Urmineral aller Lebewesen

Die Hauptfunktion des Natur-Klinoptilolith-Zeoliths wird vom SiO_2 , auch als Kieselsäure bezeichnet, welches in kolloidaler Form dem menschlichen Körper zugeführt wird, ausgeübt.

Silizium ist bekanntlich das zweithäufigste Element nach dem Sauerstoff auf unserem Planeten. SiO_2 nimmt dabei den Hauptanteil ein.

SiO_2 , welches nicht nur im Natur-Klinoptilolith-Zeolith, sondern auch in Ton und Montmorillonit sowie in vielen Pflanzen (z. B. Schachtelhalm, Bambus, Brennnessel, Nadelbäume) vorkommt, ist das älteste Heil- und kosmetische Mittel der Menschheit.

Obgleich eine Unmenge von wissenschaftlicher Literatur dazu vorliegt, kennen heute nur wenige Ärzte oder anderer Heilberufler in Deutschland die Wirkung des SiO_2 .

Die russische Forschergruppe um M. G. Voronkov gab 1975 ein Buch „Silizium und Leben“ in deutscher Sprache heraus. Darin sind allein über 5.000 wissenschaftliche Literaturquellen angegeben. Von der amerikanischen Siliziumforscherin E. M. Carlisle wurden in den Jahren 1970-1986 viele wissenschaftliche Ergebnisse publiziert. 1986 fand ein Siliziumsymposium der Ciba-Foundation statt; dazu wurde ein Kongressband veröffentlicht.

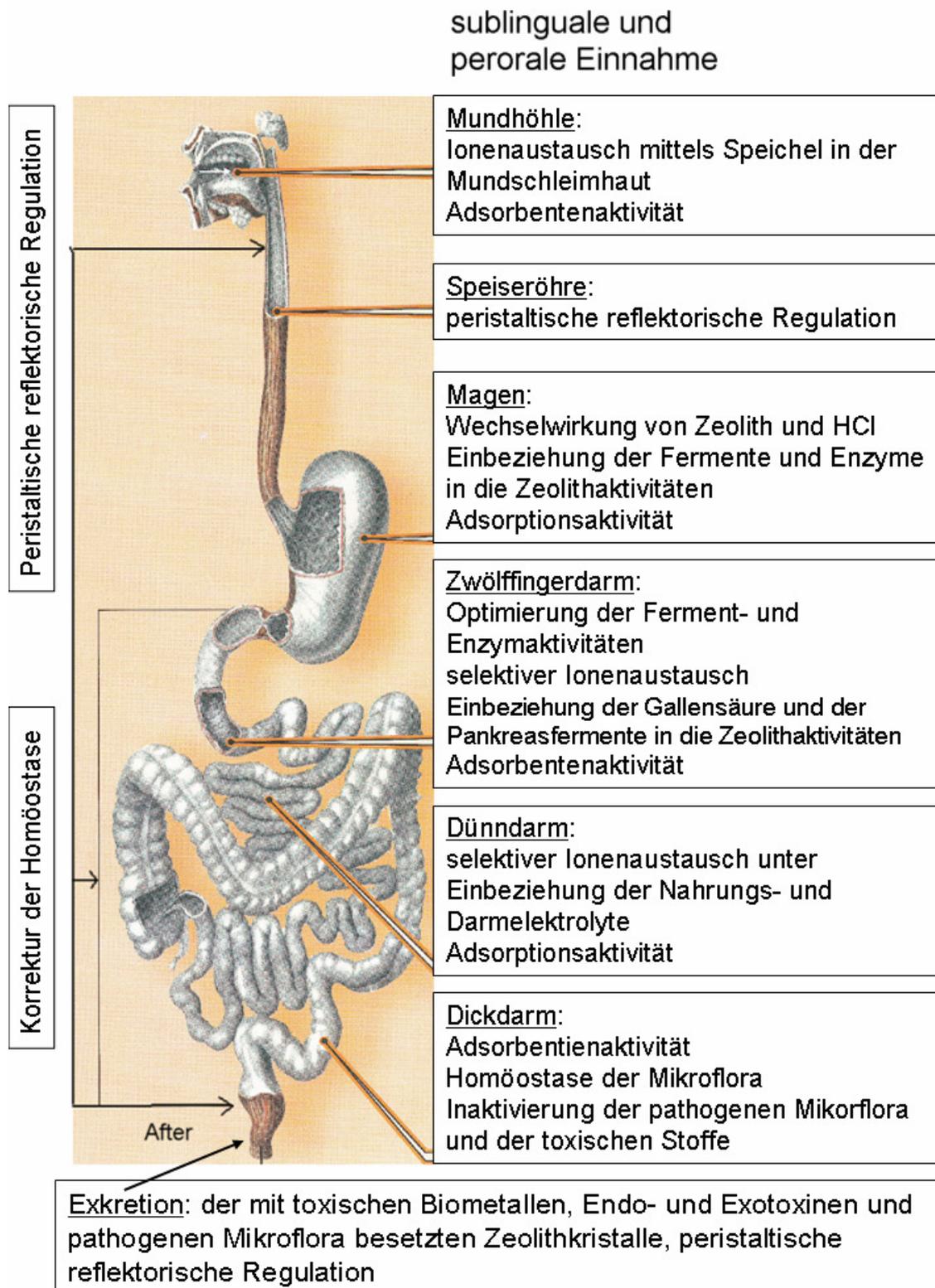
Siliziumdioxid ist das Grundelement des Lebens. Ohne SiO_2 ist kein Lebensprozess, kein Wachstum, keine Bioelektrizität möglich. Siliziumarme Lebewesen altern und erkranken schnell.

4 Welches sind die hauptphysiologischen Funktionen des SiO_2 ?

- Mineralstoffwechselregulation (Autopilotfunktion)
- Schadstoffausleitung aus dem Organismus (Detoxikation)
- Regulierung der Darmtätigkeit und somit auch der Resorption von Wirkstoffen
- Stärkung des unspezifischen Immunsystems in der extrazellulären Matrix
- Beseitigung freier Radikale = Antioxidantienwirkung
- Beschleunigte Wundheilung
- Antientzündliche Wirkung
- Regeneration der Zell- und Mitochondrienmembranen
- Hydratation des Gewebes
- Desinfektion
- Desodoration
- Antiagingeffekt
- Regulierung der hämolytischen Funktion
- gegen Zerstörung der Pankreasinseln durch aggressive Makrophagen
- antibakterielle und antiviruelle Wirkung
- antimykotische Effekte
- Interaktionen
- Steuerungsfunktion mit anderen Mineralien im Organismus

SiO_2 wurde seit Menschengedenken als das Verjüngungs- und Schönheitsmineral bezeichnet, weil es den biologischen Alterungsprozess aufhalten, Haut und Haare glatt erhalten kann.

5 Was geschieht nach der Einnahme von Natur-Klinoptilolith-Zeolith?



Zeolith-Verarbeitung und –wirkung im Verdauungstrakt [modifiziert nach Belizkij und Novoselov 2005]

6 Wie kommen die im Zeolith enthaltenen Mineralien in die Zelle?

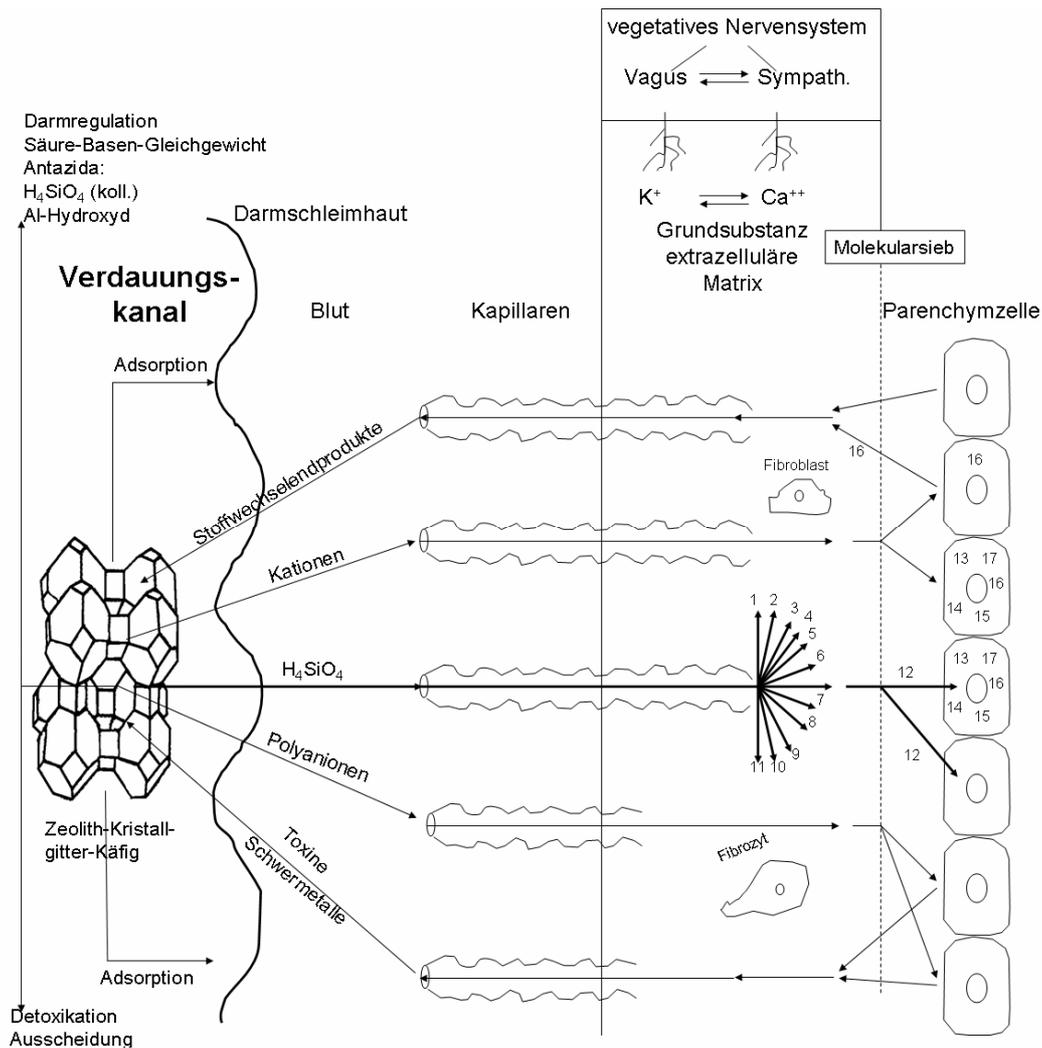
Wenn der Zeolith in den Verdauungstrakt gelangt, vollziehen sich grob dargestellt folgende biologische Regulationsprozesse:

- **Kationenaustausch** gegen Schwermetalle, Toxine usw.
- generelle Adsorptionssteigerung durch das im Kristallgitter befindliche hydratisierte SiO_2 (H_4SiO_4)
- **generelle Detoxikation** durch physikalische Oberflächenprozesse des Natur-Klinoptilolith-Zeoliths und auch des SiO_2
- **Polyanionenangebot**
- durch gesteigerte Adsorptionsbereitschaft → verbesserte Resorption der im Verdauungskanal befindlichen Stoffe, vor allem der Mikro- und Makroelemente (Spuren- und Mengenelemente)
- **Abgabe von Kristallflüssigkeit** aus der Hydrathülle des Kristallgitters des Natur-Klinoptilolith-Zeoliths
- **Aufspaltung der AlO_4 - SiO_4 -Tetraeder** unter Nutzung des jeweilig herrschenden pH-Milieus, z. B. HCl des Magens.
- **Freiwerden von hydratisiertem SiO_2** (kolloidal = H_4SiO_4) und Überführung in die extrazelluläre Matrix
- damit verbunden weitere **Freisetzung von Kationen**

- **Aufarbeitung des Aluminiums**
 - als Salz, z. B. zur Ausscheidung
 - bei Bedarf Transfer in die extrazelluläre Matrix
 - Bildung von Aluminiumhydroxyd und Aluminium-Magnesiumsilikat zur Verwendung als Antazida zur Regulierung der Säure-Basen-Balance im Darm
- bei Bedarf wird auch das hydratisierte SiO_2 als Antazidum, vor allem im Darm, verwendet
- die Adsorbensfunktion kann auch Darmgase entfernen und eine bessere Resorption erlangen.

Vom Organismus nicht benötigter Natur-Klinoptilolith-Zeolith wird mit dem Kot ausgeschieden.

Über das Blut gelangen die im Natur-Klinoptilolith-Zeolith enthaltenen Wirkstoffe in die Grundsubstanz der extrazellulären Matrix (flüssiges Bindegewebe) und von dort aus zur Zelle. Folgendes Schema stellt diesen Vorgang vereinfacht dar.



Vereinfachtes Übersichtsschema zur Funktion des Natur-Klinoptilolith-Zeoliths im menschlichen Körper

Vorgänge im Organismus nach der peroralen Applikation von Natur-Klinoptilolith-Zeolith und Funktion des kolloidalen Siliziums (H_4SiO_4) in der extrazellulären Matrix, Zellmembran, Zelle und Mitochondrien

- | | | |
|---|---|--|
| 1 Katalysatorfunktion | 6 Wachstum, Heilung | 13 Intrazelluläre Matrix: |
| 2 Hydratation | 7 unspezifische Immunfunktion | Atmungskette → |
| 3 Adsorption | 8 elektrostatische Bindung | Energie- und Informationsaustausch |
| 4 Rhythmustaktung | 9 kolloidale Phase | 14 Atmungskette → |
| 5 Proteinsynthese, | 10 Mineralhomöostase | Mitochondrienmatrix |
| Synthese von Mukopolysacchariden, Kollagen, Glukosaminoglykanen, Fibronektinen u. a. | 11 Säure-Basen-Homöostase | → Informationsaustausch → ATP-Mechanismus |
| | 12 Zellmembranaufbau, -stabilisierung, -schutz, -reparatur | 15 Genregulation |
| | | 16 Na ↔ K: intra- ↔ extrazelluläre Matrix |
| | | 17 Gentransaktion |

Quelle: Karl Hecht, Elena Hecht-Savoley (2005): „Naturminerale Regulation Gesundheit“, Schibri-Verlag Berlin – Milow