

Werner Kühni

Heilen mit dem  
Zeolith-Mineral

KLINO  
PTILO  
LITH

Ein praktischer Ratgeber

**at**VERLAG

Werner Kühni

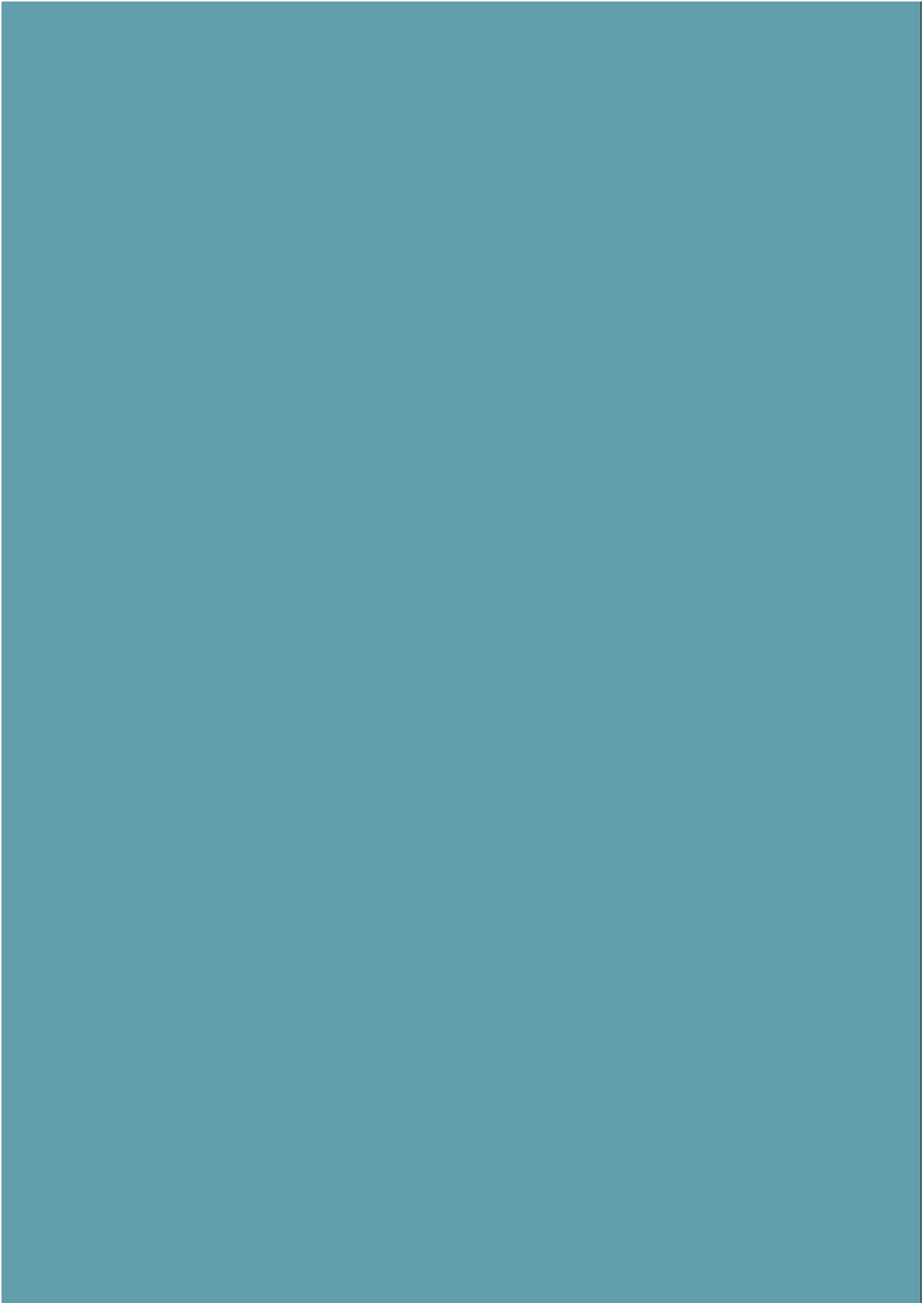
Heilen mit dem  
Zeolith-Mineral

# KLINO PTILO LITH

Ein praktischer Ratgeber

atVERLAG

# KLINOPTILOLITH



Werner Kühni

Heilen mit dem  
Zeolith-Mineral

KLINO  
PTILO  
LITH

Ein praktischer Ratgeber

atVERLAG

# Inhalt

Vorwort  
Erfahrungen mit Klinoptilolith

## **Was ist Klinoptilolith?**

Zeolithgrundlage  
Struktur  
Mineralogie des Klinoptiloliths  
Synthetischer Klinoptilolith  
Entstehung  
Andere Zeolithe  
Paragenese  
Vorkommen  
Produktion

## **Verwendung des Klinoptiloliths**

Klinoptilolith und dessen rechtliche Situation in der EU und den USA  
Medizinische Verwendung  
Bioverfügbarkeit von Silizium  
Physiologie des Siliziums  
Silizium-Mangelerkrankungen  
Theoretischer Einsatz des Siliziums in der Medizin  
Wege der Ausscheidung des Siliziums  
Physiologie des Klinoptiloliths  
Erklärungsmodelle der Wirkung

Migulation als physiologischer Effekt  
Zeolithe neutralisieren freie Radikale  
Das körpereigene Enzymsystem  
Adaptogene Wirkung des Klinoptiloliths  
Klinoptilolith-Patente für medizinische Anwendungen  
Klinoptilolith als Steuerelement der Symbioselenkung  
Klinoptilolith als radioaktiver Entgifter  
Wechselwirkungen zwischen Klinoptilolith und  
Medikamenten  
Nebenwirkung des Klinoptiloliths  
Verwendung in der Tierheilkunde  
Verwendung in der Tierhaltung, Tierzucht und  
Landwirtschaft  
Technische Verwendung  
Synthetische Zeolithe und chemisch veränderter  
Klinoptilolith  
Verwendung im Hoch- und Tiefbau  
Vergleich mit anderen Steinmehlen  
Vergleich mit Tonmineralen (Tonsteine)

## **Anwendungserfahrungen mit Klinoptilolith**

Fallbeispiele

Fallbeispiele aus der Tierwelt

## **Anwendung und Einnahme**

Anwendungsarten

Einnahmeempfehlung

Einnahmeempfehlung für Tiere

Nebenwirkungen

Kontraindikationen

Toxikologie

Erkrankungsausschluss  
Erfahrungen liegen bei folgenden Erkrankungen vor

## **Krankheitsbilder**

Krankheitsbilder, bei denen eine Klinoptilolith-Anwendung sinnvoll erscheint

Autoimmun- und Immunkomplexerkrankungen

Allergien

Hauterkrankungen, Verbrennungen, Überempfindlichkeit

Knochenerkrankungen und Brüche

Schlafstörungen und depressive Verstimmungen

Geriatrische Erkrankungen

Hormonelle Erkrankungen

Tumorerkrankungen und begleitende Krebstherapie

Neuroimmunologische und psychiatrische Erkrankungen

Bluterkrankungen und Durchblutungsstörungen

Bronchialerkrankungen

Magen-Darm- und Verdauungsstörungen

Blasen- und Nierenerkrankungen

Stoffwechselstörungen

Rheumatische Erkrankungen

Infektionserkrankungen und gestörte Infektabwehr

Chemische Belastungserkrankungen

Zahnfleischerkrankungen

Kinderkrankheiten

Nervenerkrankungen

Schmerzzustände

Krankheitsbilder bei Tieren

Tumorerkrankungen bei Hunden

## **Praxis**



Ergänzungstherapie bei Borreliose-Erkrankung  
Klinoptilolith mit anderen Verfahren  
Kombination mit kolloidalen Edelmetallen  
Kolloidales Silber  
Kombination mit ätherischen Ölen  
Kombination mit Heilpflanzenauszügen  
Kombination mit Borax  
Kombination mit Entgiftungsmaßnahmen  
Gifte und Schadstoffe ausleiten  
Aluminium, ein bedenklich »unbedenkliches« Metall  
Schwermetalle und Radionuklide  
Tschernobyl  
Anwendungen in den USA  
Fukushima

## **Alternative Testmethoden zur Wirkung von Klinoptilolith**

Alternative Diagnoseverfahren

## **Wissenschaftskritik und industrielle Politik**

Wissenschaftskritik

Ärzte verschreiben regelmäßig gefährliche Pillen

## **Charakter oder Wesensbild**

Feinstoffliche Wirkung von Klinoptilolith

Klinoptilolith nach der mineralogischen Steinheilkunde

Testungsergebnisse des Forschungsprojekts SHK

Testungsergebnisse des Forschungsprojekts Lavandinum

Das homöopathische Arzneimittelbild von Klinoptilolith

Das homöopathische Arzneimittelbild von Silicea  
Die homöopathische resonante Verreibung  
Frequenzmessungen an Klinoptilolith nach Pelz  
Das Oberon-Diagnosesystem

## Anhang

Geschichte der Zeolith-Anwendungen  
Mineralogische Entstehung (erweiterte Fassung)  
Fremdmineralien als Bestandteil des Klinoptiloliths  
Weltweite Fundstellen vergleichbarer Tonminerale  
Blei als problematisches Fremdmineral  
Metallwirkungen des Siliziums  
Mengenelemente des Körpers  
Umweltgifte und gesundheitliches Risiko  
Umweltbelastungen  
Autoimmunerkrankungen  
Das Mikrobiom  
Mikrobiom bei Schlaganfall und Pneumonie  
Psychische Wirkung des Mikrobioms  
Demenz und das Mikrobiom  
Allergien und Allergene  
Medikamentenwirkungen und deren Interaktion  
Impfungen und Impffolgen  
Kinderkrankheiten als Entwicklungsfaktor  
Verarbeitung des Klinoptiloliths  
Klinische Studien  
Irrtümer, die im Internet verbreitet werden

Verwendete Literatur  
Weiterführende Literatur  
Adressen und Bezugsquellen

Danksagung  
Über den Autor  
Stichwortverzeichnis

# Vorwort

In den letzten Jahren hat sich in meiner Forschung über die Mineralgruppe der Zeolithe der Klinoptilolith als ein Stoff herauskristallisiert, der sich neben seinen vielfältigen Heilwirkungen auch bei Erkrankungen bewährt hat, bei denen es bislang wenige therapeutische Ansätze gab. Andere Zeolithe, wie etwa der chemisch sehr nahe verwandte Heulandit, oder verschiedene Tonerdeverbindungen weisen prinzipiell ähnliche therapeutische Möglichkeiten auf, bieten jedoch nicht die gleiche Sicherheit des therapeutischen Erfolgs.

Ich habe verschiedene Zeolithe getestet und möchte diese Mineralien in der täglichen Praxis nicht mehr missen. Anfänglich setzte ich Zeolithe nur eingelegt in Wasser ein, das getrunken wurde. Mittlerweile jedoch hat es sich als viel sinnvoller erwiesen, Zeolithe sehr fein verrieben, in Wasser eingerührt, innerlich einzunehmen. Der Grad der Verreibung erschien mitverantwortlich für die enorme Wirkung der Zeolithe. Insbesondere bei Klinoptilolith zeigte sich anfänglich, dass dessen hauptsächliche Wirkung erst mit zunehmender feinerer Zermahlung auftritt. Je länger die Forschung andauerte, desto klarer wurde, dass ein gewisser Verreibungsgrad entscheidend ist, nicht jedoch die extrem feinste Verreibung<sup>1</sup>.

Heute setze ich Zeolithe, auch Klinoptilolith, nicht als alleinige Medikation ein – auch wenn dies in manchen Fällen ausreichend wäre. Meist kombiniere ich Klinoptilolith mit

kolloidalem Silber, Kardentinktur, Koriandertinktur, Indischen Flohsamen, Muskatellersalbeiöl oder einem Muskelrelaxöl und Indischem Weihrauch (Gugul = *Boswellia serata*). Es hat sich herauskristallisiert, dass Klinoptilolith ein wichtiger Träger anderer Stoffe ist (vor allem von Pflanzenauszügen und ätherischen Ölen). Diese adaptogene Wirkung hilft einerseits, Medikamente einzusparen, andererseits kann die Wirkung von Medikamenten dadurch auch verstärkt werden. Der Klinoptilolith ist eine sichere Bereicherung in der Praxis, und er hilft, die Therapieerfolge anderer Mittel, selbst die des kolloidalen Silbers, zu stabilisieren.

Einzig der Einsatz der Heilsteine nach den Kriterien der mineralogischen oder der analytischen Steinheilkunde setzt dem Einsatz von Klinoptilolith enge Grenzen. Meiner Beobachtung nach schwächt Klinoptilolith die Wirkung der Heilsteine ab. Eine Erklärung dazu konnte ich bisher noch nicht finden.

Klinoptilolith, äußerlich getragen oder als homöopathische Verreibung hergestellt, hat einen vollkommen anderen Ansatz. Ich bin der Meinung, dass diese zwei Methoden nicht mit der inneren Einnahme des Klinoptiloliths kombiniert werden sollten.

Die medizinischen Anwendungen von Klinoptilolith haben sich in den letzten 6 Jahren, nach Erscheinen der ersten Ausgabe dieses Buches, vervielfacht, denn durch das Buch war es erstmals möglich, das Zeolith-Mineral Klinoptilolith gezielt einzusetzen.

Mithilfe der Facebook-Gruppe »Klinoptilolith - das Vulkanmineral« konnten zahlreiche Informationen zur Anwendung von Klinoptilolith gesammelt werden. Inzwischen liegen mehrere Tausend Erfahrungsberichte vor. Diese verwende ich als Ersatz für fehlende klinische

Erfahrungen. Wissenschaft und Schulmedizin arbeiten nicht mit Klinoptilolith, klinische Studien in Krankenhäusern werden kaum gemacht. Die wenigen vorhandenen Studien zu diesem Thema basieren auf der Verwendung synthetisch hergestellten Zeoliths. Das Sintermaterial ist im Gegensatz zu den natürlichen Zeolithen chemisch instabil und hat dadurch andere Eigenschaften.

### **Zur Recherche**

Diesem Buch liegen neben eigenen Erfahrungen und Erfahrungen, die aus dem Meinungsaustausch mit Kollegen stammen, sowie Recherchen in Bibliotheken und Fachliteratur auch viele im Internet veröffentlichte Berichte zugrunde. Das Internet mit seiner Informationsbreite ist trotz all seiner Schwächen ein Informationsmedium, das immer wieder neue Ansätze liefert, sich mit dem ganzen Spektrum der Klinoptilolith-Anwendung auseinanderzusetzen, und auch der Bestätigung eigener Erfahrungen dienen kann.

Da das Internet ein sehr bewegliches Medium ist und sich die Erstellung dieses Buches über einen Zeitraum von über drei Jahren erstreckte, können einzelne Seiten, auf die ich in den vergangenen Jahren zurückgegriffen habe, heute andere Informationen enthalten.



*Abbau von Klinoptilolith im Tagebau.*

Eine Suche im Internet nach dem Stichwort »Klinoptilolith« ergibt eine Unmenge an Informationen, die sich etwa ab der dritten Seite jedoch fast alle als inhaltsgleich erweisen. Auf den meisten Seiten werden die Fehler und Unzulänglichkeiten der vorherigen Internetseiten wiederholt, wobei die Basisinformationen schon älter sind.

Der Seitenaufruf unter Google führte zu folgenden Ergebnissen:

	September 2011	Januar 2020
Klinoptilolith	28 000 Ergebnisse	86 800 Ergebnisse
Zeolith- Klinoptilolith	312 000 Ergebnisse	59 400 Ergebnisse
Zeolith	119 000 Ergebnisse	53 500 Ergebnisse

Radioaktivität	Ergebnisse	
Zeolith Entgiftung	14 900 Ergebnisse	345 000 Ergebnisse
Klinoptilolith	680 Ergebnisse	7960 Ergebnisse
Chemotherapie		

Interessanterweise ergab die Eingabe der gleichen Begriffe in Englisch eine erheblich höhere Trefferzahl.



# Erfahrungen mit Klinoptilolith

Im Laufe der letzten Jahre hat sich das Zeolithmineral Klinoptilolith als ein wirksames Medikament in der Naturheilpraxis erwiesen. Diese Erfahrung wird mir immer wieder von Kollegen bestätigt.

Seit über zwanzig Jahren findet Klinoptilolith vor allem in Osteuropa Anwendung. Das vulkanische Mineral wurde dort in extrem fein gepulverter Form hergestellt und bei verschiedenen Erkrankungen eingesetzt. Um das Jahr 2000 wurde Klinoptilolith von Professor Hecht in Deutschland eingeführt und anfangs hauptsächlich wegen dessen unspezifischer Immunmodulation eingesetzt.

Die Wirkung des Klinoptiloliths konnte jedoch nur teilweise, widersprüchlich und oft weitgehend spekulativ erklärt werden. Die meisten Ärzte gehen selbst heute immer noch davon aus, dass Klinoptilolith nicht ins Blut aufgenommen und verstoffwechselt wird, es angeblich den Körper »nur« passiert. Dass dies als Erklärung seiner breiten therapeutischen Wirkung nicht hinreichend ist, war mir bald klar, doch gestaltete sich die Forschung über den Wirkungsmechanismus als sehr schwierig.

In meiner Praxis setze ich nun seit Jahren Klinoptilolith regelmäßig ein. In den ersten Monaten teilte ich die Patienten in zwei Gruppen, vollkommen unabhängig vom Beschwerdebild bzw. der Erkrankung. Eine Gruppe bekam kein Klinoptilolith, die zweite Gruppe bekam prinzipiell Klinoptilolith, zusätzlich zu der sonstigen Medikation.

Es stellte sich schon nach sechs Monaten heraus, dass bei allen Patienten, die Klinoptilolith als zusätzliche Medikation bekamen, sich die Symptome schneller und grundlegender besserten, als in der Vergleichsgruppe, die kein Klinoptilolith einnahm. Nach dieser Übergangszeit bekamen prinzipiell alle meine Patienten, von wenigen Ausnahmen abgesehen, das gemahlene Klinoptilolith. Bei der Anwendung eines homöopathischen Mittels repertorisiert<sup>2</sup> nach den klassischen Regeln der Homöopathie ist die zusätzliche Medikation von Klinoptilolith jedoch nicht angezeigt.

Da viele Patienten – für mich überraschend – mit einer Veränderung der Stuhlgangssituation reagierten, war eine Übergangszeit von sechs Monaten notwendig, um die sichere Einnahme von Klinoptilolith in den Griff zu bekommen. Abhängig vom Patienten ergab sich eine Dosierung von 3–8 g.<sup>3</sup>

Sehr früh zeigte sich, dass bei Patienten mit Diabetes Typ II der Blutzucker mithilfe des Vulkan-Minerals stabiler einzustellen gelang. Heute gehört für mich bei jedem Diabetes-Typus Klinoptilolith zur Standardtherapie. Speziell bei Altersdiabetes (Typ II) ist der Einsatz von Klinoptilolith das Mittel – neben der Stabilisierung des Zuckers –, das viele sekundäre Erscheinungen dieses Krankheitsbilds bessert und bis dahin noch nicht aufgetretene langfristige Folgeschäden mindern oder vermeiden hilft.

Im Laufe der letzten Jahre wurden eine Vielzahl Borreliose-Patienten mit kolloidalem Silber und unserer speziellen Entgiftungstherapie behandelt.<sup>4</sup> Auch hier erweist sich inzwischen Klinoptilolith als hervorragende Therapieergänzung mit vollkommen neuem Ansatz. Alle Borreliose-Patienten waren mit einer bis sechs Antibiotika-Therapien vorbehandelt und erlebten erst durch die

Kombinationsbehandlung kolloidales Silber/Klinoptilolith eine erhebliche Besserung.

Gute Erfahrungen liegen inzwischen bei verschiedenen Immunstörungen, Autoimmunerkrankungen am Skelett und der Lunge, Lebererkrankungen, Osteoporose, Atrophien und Schmerzzuständen vor sowie bei schwierigen Hauterkrankungen, speziell Neurodermitis und Psoriasis (Schuppenflechte).

Nachdem die Dosierungsfrage gelöst war, wurde das Pulver Leistungssportlern, Schwangeren und älteren Menschen empfohlen und festgestellt, dass aufgrund der guten Verträglichkeit auch Gesunde davon profitieren können: Gesteigerte Leistungsfähigkeit, bessere Konzentration, erholsamerer Schlaf und eine allgemein bessere Regeneration sind zu beobachten; ebenso eine Verbesserung des Hautbilds, des Haarwachstums und eine auffällig verringerte Infektanfälligkeit.

In diesem Buch werden eingehend Erfahrungen zu verschiedenen Erkrankungen sowie der therapeutische Ansatz und die theoretische Überlegung dazu beschrieben. Zudem werden Klinoptilolithbehandlungen mit Tieren vorgestellt. Meine Forschungen gehen weiter: Nach wie vor sammle ich Patientenberichte, um den Einsatz von Klinoptilolith auch für therapeutische Bereiche zu sichern, bei denen das Mineral bisher noch nicht angewandt oder nur unzureichend beschrieben wurde.

Zur Anwendung von Klinoptilolith bei radioaktiv verstrahlten Patienten konnte ich bisher selbst noch keine Erfahrungen machen, weder durch direkte Beobachtung noch durch den Erfahrungsaustausch im Kollegenkreis. Da Klinoptilolith aber einer der wenigen Stoffe ist, die radioaktives Caesium oder Strontium aufnehmen und binden können, dürfte es jedoch nur noch eine Frage der

Zeit sein, bis eine fundiertere Auseinandersetzung mit diesem Thema möglich ist.

---

1 Ist die Zermahlung zu fein, wird die Kristallstruktur aufgebrochen, so weit, dass nur noch reine Tetraeder zurückbleiben; dadurch geht die Molekularsiebwirkung verloren (nach Dr. Schmitt, Greifswald).

2 Ein *Repertorium* ist ein Nachschlagewerk, welches aus der homöopathischen Arzneimittellehre extrahiert wird und der Ermittlung eines geeigneten Mittels dienen soll. In einem Repertorium sind die verschiedenen Symptome nach homöopathischen Kategorien in Rubriken mit ausführlichen gestaffelten Angaben aufgelistet und dazu alle passenden Mittel, bei deren Anwendung diese Symptome beschrieben wurden (gekürzt aus Wikipedia).

3 Siehe hierzu auch das Kapitel »Nebenwirkungen«, Seite 75.

4 Siehe Kühni/von Holst, *Naturheilverfahren bei Borreliose*, 2011.

# Was ist Klinoptilolith?



## Zeolithgrundlage

Zeolithe sind natürliche, hydratisierte Alumo-Gerüstsilikate. Sie besitzen aufgrund ihrer Hohlraumstruktur mit zahlreichen Poren und Kanälen eine große innere Oberfläche, die eine außergewöhnlich hohe Adsorptionsfähigkeit für Schwermetalle und andere Schadstoffe bewirkt.

Zeolithe: Entdeckt und benannt wurde diese Silikatgruppe 1756 durch den schwedischen Mineralogen Cronstedt. Er beobachtet, dass Zeolithe beim Erhitzen Wasser abgeben, sodass sie scheinbar sieden und schließlich zu einer weißen Glasperle schmelzen. Die ersten entdeckten Kristalle waren Stilbit und Levyn. Heute gibt es mittlerweile über 140 verschiedene Zeolitharten mit unterschiedlicher Gerüststruktur, wobei davon 60 natürlich und 9 in abbauwürdigen Lagerstätten in Australien, China, Japan, Kroatien, in der Türkei, Ukraine und den USA vorkommen.

Im Jahre 1920 ließ sich mithilfe der Röntgendiffraktion zum ersten Mal die interne Struktur der Zeolithe entschlüsseln. Kurz danach wurde das erste Mal ein Zeolith erfolgreich zum Ionenaustausch eingesetzt.

Zeolithe sind kristalline Na-, K- oder Ca-Alumosilikate<sup>5</sup>, deren Struktur durch ein Kristallgitter aus miteinander verbundenen Tetraedern charakterisiert wird. Zeolithe können farblos bis weiß oder hellrot bis grünlich gefärbt sein. Weitere Verfärbungen sind durch Verunreinigungen und/oder zusätzliche Mineralien möglich. Durch ihre Struktur können Zeolithe Wasser speichern, das beim Erhitzen

wieder abgegeben wird. Ein Zeolith kann das Wasser auch wieder aufnehmen, ohne dass seine Struktur zerstört wird.

Zeolithe sind eine eigenständige Mineralgruppe, die aus 72 eigenständigen Mineralien besteht. Im deutschsprachigen Raum, insbesondere im Verkauf, wird Klinoptilolith immer wieder als Zeolith bezeichnet. Allgemein wird auch von einer Zeolith-Anwendung gesprochen. Diese Gleichsetzung ist jedoch falsch.

Leider setzt sich diese Verwirrung auch im wissenschaftlichen und medizinischen Bereich fort. Der Begriff Zeolith umfasst hier einerseits den natürlichen, andererseits auch die synthetischen Zeolithe. Deswegen ist bei allen wissenschaftlichen oder klinischen Arbeiten genau zu prüfen, ob sie sich mit natürlichen oder synthetischen Zeolithen befassen. Beide Stoffgruppen sind nicht miteinander vergleichbar, da sie auf unterschiedliche Weise entstehen und auch andere physikalische Eigenschaften besitzen.

## Struktur

Klinoptilolith besteht aus einer mikroporösen Gerüststruktur von  $AlO_4$ - und  $SiO_4$ -Tetraedern. Dabei sind die Aluminium- und Siliziumatome untereinander durch Sauerstoffatome verbunden. Dieses Kristallgitter enthält offene Hohlräume in Form von Käfigen und Kanälen. Die Käfige können Stoffe adsorbieren. In der Natur ist dort in der Regel Wasser adsorbiert, das durch Erhitzen aus den Poren entfernt werden kann, ohne dass sich die Zeolithstruktur ändert.

Da nur solche Moleküle in den Poren adsorbiert werden, welche einen kleineren kinetischen Durchmesser besitzen

als die Porenöffnungen der Zeolithstruktur, gehört Klinoptilolith daher auch in die Gruppe der Molekularsiebe. Die Hohlräume entstehen durch die Ringbildung des Grundbausteines (Al, Si), sie können bis zu 50 Prozent seines Volumens ausmachen.

Die einfachste Form ist hierbei ein Kanal, ein theoretisch sich unendlich in eine Richtung fortsetzender Hohlraum. Teile des Zeolithkristallgitters enthalten nicht geschlossene Hohlräume, sogenannte Käfige, welche an die Kanäle angeschlossen sind: Die Käfige sind so groß, dass zusätzliche Atome oder Moleküle in das Kristallgitter mit aufgenommen werden können. Dadurch eignen sie sich für technische Anwendungen, etwa als Katalysatoren für zahlreiche Prozesse der chemischen Industrie, als Materialien zur Trennung von chemischen Substanzen oder als Wasserenthärter. Auf die Adsorptionskraft ist die medizinisch unverzichtbare entgiftende Wirkung zurückzuführen.





*Hohlraum im Klinoptilolith-Kristallgitter*

Durch Aluminiumatome hat Klinoptilolith eine anionische Gerüstladung. An der inneren und äußeren Oberfläche befinden sich daher bei aluminiumhaltigen Zeolithen Kationen, das heißt bewegliche negativ geladene Elektronen. In Klinoptilolith liegen diese Kationen häufig in gelöster Form in dem Kanalsystem der Zeolithe vor, sind also relativ leicht zugänglich und damit austauschbar. Übliche Kationen sind  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  und  $\text{Mg}^{2+}$ . Diese wichtigen Mineralstoffe können somit vom Körper leicht aufgenommen werden.

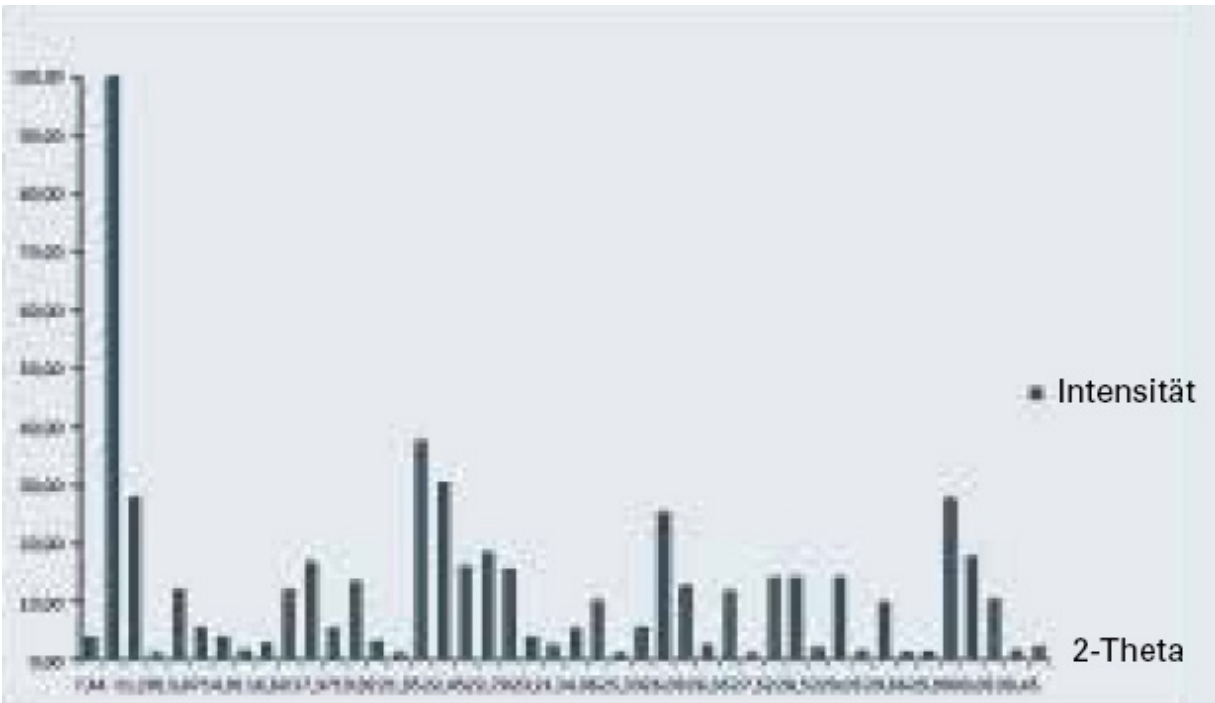
Nicht austauschbar sind die Aluminiumatome, die fest in das Gitter eingebaut sind und sich chemisch wie Siliziumatome verhalten. Daher ist die oft geäußerte Sorge, seinen Körper bei der Einnahme von Klinoptilolith mit Aluminium zu belasten, völlig unbegründet.

## Mineralogie des Klinoptiloliths

Klinoptilolith ist ein wasserhaltiges Alumo-Gerüstsilikat der Gruppe der Blätterzeolithe und der Barrerit-Stilbit-Gruppe. Die Bezeichnung wird normalerweise dann verwendet, wenn mangels Analyse das dominante Kation unbekannt ist und es deshalb nicht einem der anerkannten Minerale der Gruppe exakt zugeordnet werden kann: Klinoptilolith-Ca, Klinoptilolith-K und Klinoptilolith-Na. Im allgemeinen Sprachgebrauch werden alle drei Minerale zusammen als Klinoptilolith verwendet.

Je nach Vorkommen besteht das Mineral aus 82–97 Prozent Klinoptilolith. Es kommt in der Natur nie rein vor, sondern immer zusammen mit Cristobalit, Feldspat, Illit, Quarz und Karbonatmineralien. Der meiste im Handel befindliche Klinoptilolith enthält 84–95 Prozent Klinoptilolith, Cristobalit 9 Prozent, Feldspat 5–8 Prozent und Glimmer 2–3 Prozent, dazu Quarz in Spuren.

Empirische Formel:  $(\text{Na}_2, \text{K}_2, \text{Ca}, \text{Mg})_4 \text{Al}_8 \text{Si}_{40} \text{O}_{96} \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ .  
In geringen Mengen kann Eisen (bis 1,5 %), Titan (bis 0,05 %), Mangan (bis 0,04 %), Blei (0,017 ‰), Arsen, Zink, Quecksilber und Cadmium enthalten sein. *Chemische Zusammensetzung:*  $\text{SiO}_2$  64,18–75,50 %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  10,93–14,80 %;  $\text{MgO}$  0,29–1,43 %;  $\text{K}_2\text{O}$  1,24–4,24 %;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0,12–2,45 %;  $\text{CaO}$  1,43–11,68 %;  $\text{Na}_2\text{O}$  0,1–2,97 %.



Röntgenstrukturanalyse von Klinoptilolith-Na.

Klinoptilolith kann seine freien Kationen ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) gegen andere Metallionen ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cs}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Sr}_2^+$ ,  $\text{Zn}$ ) austauschen, wofür eine größere Selektivität ( $\text{Cs}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{Pb}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Ba}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$ ) besteht.<sup>6</sup> *Kristallsystem:* monoklin; *Härte* nach Mohs: 2-3; *Dichte:* 2,2-2,5; *Porosität:* 32-40 %; *effektiver Porendurchschnitt:* 0,4 nm; *Wasseraufnahmefähigkeit:* 39 %; *Farbe:* Klinoptilolith ist farblos, kann aber durch Fremd Beimischungen auch braun, rot, dunkel- oder hellgrün sein. Makroskopischer Klinoptilolith ist ein kompaktes Gestein von hellgrüner Farbe (feucht) und mit muschelartigem Schnitt. Das Trockenmaterial ist hellgraugrün. Klinoptilolith ist stabil gegenüber Säuren und Laugen, thermisch stabil bis 450 °C und nicht wasserlöslich.

Obwohl Zeolithe als Alumo-Schichtsilikate mit den Feldspäten eng verwandt sind, sind die physikalischen

Eigenschaften deutlich niedriger ausgeprägt: Zeolithe haben eine Härte von 3,5–5,5; Feldspäte von 6–6,5. Die Dichte der Zeolithe beträgt etwa 2,0–2,4 g/cm<sup>3</sup>, die der Feldspäte 2,5–2,8 g/cm<sup>3</sup>.

*Vergleichbare Schichtsilikate der 9 EC 40* Montmorillonit-Gruppe sind: Beidellit (Schichtsilikat), Hectorit, Montmorillonit, Nontronit, Saponit, Swinefordit oder Volkonskoit. Ihr Aufbau ist ähnlich, mit sehr ähnlicher Wirkung.

Schichtsilikate sind Silikate, deren Silikatanionen aus Schichten eckenverknüpfter SiO<sub>4</sub>-Tetraeder bestehen. Zu dieser Abteilung der Silikate zählen bedeutende Gruppen gesteinsbildender Minerale wie beispielsweise die Glimmer-, Chlorit-, Kaolin- und Serpentin-Gruppe. Die in bindigen Böden allgegenwärtigen und in Sedimentgesteinen verbreiteten Tonminerale sind ebenfalls Schichtsilikate, die auch technisch und alternativmedizinisch wichtig sind. Schichtsilikate sind oft quellfähig und mit ihrer Kationenaustauschkapazität wichtig für die Fruchtbarkeit von Böden.

Schichtsilikate sind die Mineralien der Gruppen 9 EA 05 bis 9 EJ 15 in der Systematik der Mineralien nach Strunz. Die 9 EC Gruppe bilden die Schichtsilikate mit Glimmertafeln, die 9 AC 40 Gruppe ist die Montmorillonitgruppe.

Das wichtigste Mineral der 9 EC 40 Gruppe ist das Montmorillonit, ein Tonmineral und wesentlichster Bestandteil (60–80 Prozent) von Bentonit. Im medizinischen und tiermedizinischen Bereich wird Montmorillonit als Inhaltsstoff für Antidiarrhoika verwendet.

## Synthetischer Klinoptilolith

Synthetische Zeolithe kommen unter der Bezeichnung »metallorganische Gerüstverbindungen« (engl. Metal Organic Frameworks = MOF) in den Handel. Das hochporöse Mineral kann mehr als das 1,3-fache seines Gewichtes an Wasser aufnehmen und eignet sich dadurch für thermische Wärmepumpen.

Die ersten synthetischen Zeolithe wurden 1956 in Japan hergestellt. Durch ihren Nutzen für die Industrie wuchs die Anzahl der neuen synthetischen Zeolithe auf über 100 an.

Die jährliche Produktion der Zeolithe soll bei etwa 1 Million Tonnen liegen, die der synthetischen Zeolithe bei 300 000 Tonnen.<sup>7</sup>

Die Synthese von Klinoptilolith kann – wie bei anderen Zeolithen auch – aus einer Mischung aus Aluminium- und Silizium-Hydroxiden in Natronlauge bei Temperaturen zwischen 50 und 90 Grad Celsius durchgeführt werden. Die Hydroxide können mit Natronlauge frisch aus Aluminiumpulver und Tetraethylorthosilikat getrennt hergestellt und dann vermischt werden. Vorteilhaft ist ein Überschuss von Aluminium.

Die etwa 120 synthetisch hydralisierten Alumosilikate<sup>8</sup> gelten jedoch nicht als Minerale.

Die Strukturkommission der IZA ordnet die Zeolithe in Gruppen mit gleichem Bauplan des Alumosilikatgerüsts. Aktuell sind 231 solche Strukturtypen beschrieben worden, von denen jedoch viele nur bei synthetischen Zeolithen gefunden wurden. Für jeden Strukturtyp führen sie ein Kürzel aus drei Buchstaben ein, das sich aus dem Namen des Typminerals ergibt. Strukturtypen, in denen gerüstunterbrechende Anionen wie (OH)-Gruppen auftreten, sind durch ein vorangestelltes »-« gekennzeichnet.