

Molekularsiebe für Museumskartons:

# Falle für Schadstoffmoleküle

Molekularsiebe nutzt man seit mehr als zehn Jahren u. a. zur Optimierung der Materialeigenschaften von Kartons (z. B. Artcare-Kartons von Nielsen-Bainbridge mit Zeolithen und Aktivkohle als Molekularsiebe), die bei der Konservierung von Archivalien in Bibliotheken und von Objekten in Museen eingesetzt werden. Die Impulse dafür gingen aus von der Library of Congress in Washington. Die größte Bibliothek der Welt ist bekanntlich mit führend auf dem Gebiet der Konservierung und Restaurierung von Büchern, Archivalien und anderem Kunst- und Kulturgut. Die hier gesetzten, hohen Maßstäbe werden von Fachleuten weltweit beachtet.

Bestimmend waren diese Standards auch bei der Entwicklung der Produktserie „MicroChamber“ des amerikanischen Unternehmens Conservation Resources International in Springfield (Virginia), USA. Bei diesen Produkten handelt es sich um Papiere und Kartons unterschiedlicher Dicke. Diese sind nicht nur alkalisch gepuffert, sondern auch mit Molekularsieben ausgestattet. Synthetische, säureresistente und hydrophobe – wasserabstoßende, nicht in Wasser lösliche – Zeolithe werden dabei neben Aktivkohle als Rohstoffkomponenten verwendet.

Mit der Mikrostruktur dieser Zeolithe verbinden sich Eigenschaften, auf die es bei Molekularsieben ankommt, nämlich auf Adsorptionskraft<sup>1</sup>, auf die Fähigkeit zur Wasserabweisung und auf die optimale Größe der internen Hohlräume der Moleküle. Das sind mikroskopisch kleine Kavernen. Hierfür steht der Produktname „MicroChamber“.

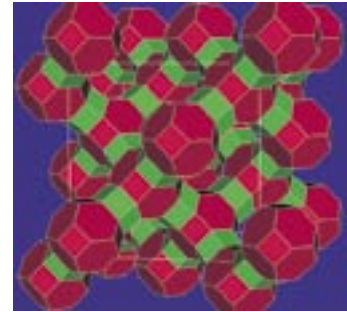
Getestet wurden die „MicroChamber“-Produkte unter Laborbedingungen. Testobjekte waren gerahmte Bilder – hochempfindliche Fotos, Originale und Drucke. Für die Einrahmung verwendete man „MicroChamber“-Kartons und alternativ alkalisch gepufferte Museumskartons. Diese Objekte

setzte man längere Zeit ununterbrochen der massiven Einwirkung von schädigenden Gasen aus, namentlich von Substanzen wie Schwefeloxiden, Stickstoffdioxiden, Essigsäure, Ammoniak, Kohlenstoff, Schwefelkohlenstoff und Formalin. Bei diesen Tests haben, so heißt es beispielsweise in einer Veröffentlichung der Konservierungsabteilung der Bibliothek der Stanford-Universität (<http://palimpsest.stanford.edu>), die „MicroChamber“-Kartons besser abgeschnitten als die Museumskartons.

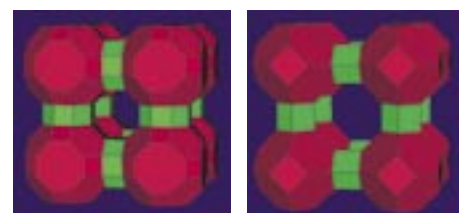
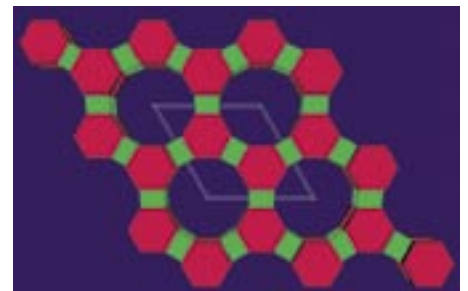
## Materialeigenschaften von Molekularsieben

Das Unternehmen Nielsen-Bainbridge erwarb 1996 exklusiv die Rechte, das patentierte „MicroChamber“-Verfahren anzuwenden, beschränkt allerdings auf die Herstellung von Papieren, Kartons und Foamboards für die Zwecke der konservierenden Einrahmung. „Artcare“ – das englische Wort „care“ (sprich „kär“) hat die Bedeutungen „Sorge, Sorgfalt, Vorsicht, Obhut und Pflege“ – ist der Markenname dieser Produkte, in Deutschland vertrieben von Nielsen-Bainbridge in Rheda-Wiedenbrück.

Unter dem Elektronenmikroskop zeigen Materialproben von Zeolithen die Struktur dreidimensionaler Kristallgitter, die wie Kunstwerke anmuten. Tetraeder – räumliche Gebilde wie Pyramiden aus vier gleichseitigen Dreiecken – dominieren dabei. Durch winzige Poren von einheitlich weitem Durchmesser sind sie tunnelartig miteinander verbunden. Die Porenweite ist



Die Bilder im Text zeigen verschiedene Beispiele für unterschiedliche Strukturen von Zeolithen (wasserhaltige Aluminiumsilikate), die als Molekularsiebe eingesetzt werden



<sup>1</sup> Als Adsorption (geschrieben mit „d“ wie Dora, Wortbedeutung „Ansaugung“) bezeichnet man die Anlagerung von Gasen oder gelösten Stoffen an der Oberfläche eines festen Stoffes. Im Unterschied dazu ist unter Absorption (geschrieben mit „b“ wie Berta, Wortbedeutung „Verschluckung“) das Aufsaugen von Gasen und Dämpfen durch Flüssigkeiten oder feste Körper gemeint



## Kleines Glossar von Fachbegriffen

### Absorption:

Absorption (lat. absorbere = verschlucken) bedeutet die Aufsaugung von Gasen durch Flüssigkeiten. Dabei können die Gase in den Flüssigkeiten entweder physikalisch gelöst sein oder sich mit dem Absorptionsmittel (z. B. Aktivkohle) chemisch verbinden. Achtung: Absorption nicht mit Adsorption verwechseln (s. u.).

### Adsorption:

Unter Adsorption (von lat. adsorbere = an sich binden, ansaugen) versteht man das Festhalten von Gasen oder gelösten Stoffen an der Oberfläche eines festen Stoffes oder an der Oberfläche von dessen Einzelteilchen. Durch Adsorption werden Stoffe getrennt. So kann z. B. Wasser durch Aktivkohle gereinigt werden. Sie bindet die in Flüssigkeiten gelösten Stoffe und nimmt Gase auf. Adsorption (geschrieben mit „d“) ist nicht zu verwechseln mit Absorption (geschrieben mit „b“).

### Aktivkohle:

Kohlenstoff aus mikroskopisch kleinen Graphit-Kristallen, gewonnen beispielsweise durch Verkohlen von Holz (Holzkohle), Knochen (Knochenkohle) und Tierblut (Blutkohle). Aktivkohle ist ein wichtiges Adsorptionsmittel für die Reinigung von Dämpfen, Gasen und Flüssigkeiten. Aktivkohle nutzt man wie Zeolithe als Molekularsiebe. In den Artcare-Kartons von Nielsen-Bainbridge sind diese als Fallen für Schadstoffmoleküle wirksam.

### „MicroChamber“:

Patentrechtlich geschützter Name für Produkte, die mit Zeolithen und Aktivkohle als Molekularsiebe ausgestattet sind. Es handelt sich um Produkte, die von der amerikanischen Firma Conservation Resources International, USA, entwickelt wurden. Nielsen-Bainbridge erwarb 1996 exklusiv die Rechte, das patentierte „MicroChamber“-Verfahren bei der Herstellung von Materialien (Kartons, Foamboards) für die konservierende Bildeinrahmung anzuwenden.

### Molekularsieb:

Zeolithe sind neben Aktivkohle aufgrund ihrer Mikrostrukturen Molekularsiebe par excellence. Molekularsiebe – der Fachausdruck wurde von dem bedeutenden amerikanischen Chemiker James William McBain geprägt – wirken als Fallen für Schadstoffmoleküle.

### Zeolithe:

Bei Zeolithen handelt es sich um eine Gruppe von wasserhaltigen Aluminiumsilikaten. Man unterscheidet zwischen natürlichen und synthetisch hergestellten Zeolithen. Sie werden bestimmten verschiedenen Strukturtypen zugeordnet nach Art des Mikro-Tunnelsystems, das sie bilden. Zeolithe sind ausgezeichnete Molekularsiebe und werden in vielen Gebieten der Chemie, Physik, Biologie und Materialwirtschaft genutzt, beispielsweise auch zur Wasseraufbereitung. In „MicroChamber“-Produkten gehören Zeolithe zu den Rohstoffkomponenten.

winzig, kleiner als 1 Nanometer. Das ist weniger als ein Milliardstel Meter (= 0,000 000 001 m). Mit mikroskopisch kleinen Größen wie diesen hat es bekanntlich die Nanotechnologie zu tun.

Die Mikroflächen in den Kavernen eines einzigen Gramms Zeolith addieren sich zu einer Gesamtläche, die sage und schreibe bis 2000 m<sup>2</sup> groß ist, fast halb so groß wie ein Fußballfeld. Hier werden kristallgitterfremde Moleküle, die aus der Umgebung in die Mikrokammern eindringen, festgehalten, und zwar durch Adsorption (geschrieben mit „d“ wie Dora). In diese Falle geraten diese Moleküle allerdings nur dann, wenn ihr Durchmesser kleiner ist als die Weite der Poren. Von der Porenweite hängt es also ab, welche Moleküle in die Kavernen eindringen, an die Innenflächen angesaugt werden, und welche außen vor bleiben.

Die Porenstruktur eines Zeoliths fungiert mithin als Sieb für Moleküle. Molekularsieb – geprägt wurde dieser Fachausdruck von dem bedeutenden amerikanischen Chemiker James William McBain (1882–1953), der an der Stanford-Universität in Kalifornien lehrte und forschte.

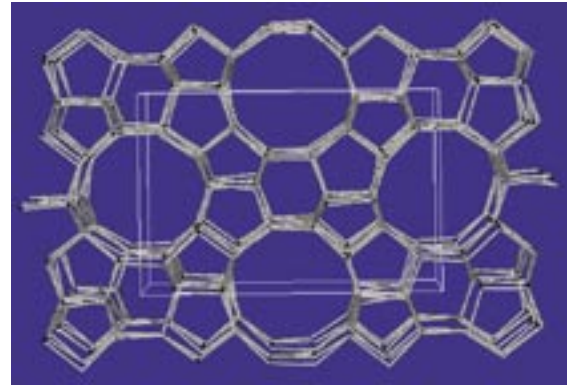
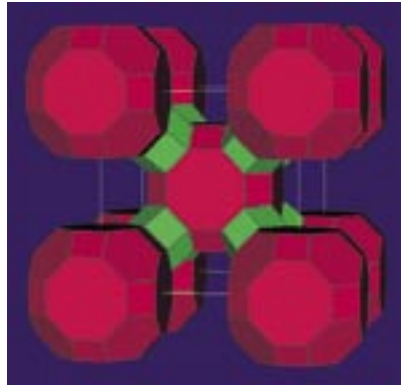
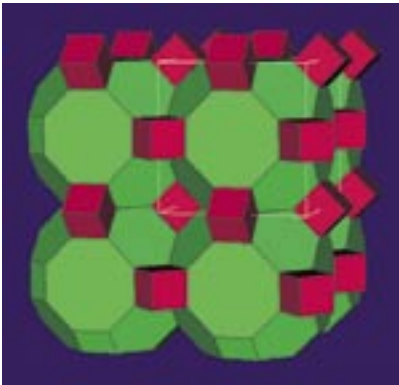
Zeolithe in der Natur wurden bereits 1756 von dem schwedischen Mineralogen Axel F. Cronstedt entdeckt. Das Mineral – ein Aluminiumsilikat – gab beim Erhitzen größere Mengen Wasser frei. Das dabei auftretende brodelnde Sieden hielt Cronstedt für eine Materialeigenschaft dieser Substanz. In diesem Irrtum befangen, gab er ihm den wissenschaftlichen Namen „Zeolith“ (hergeleitet von griech. zeein = kochen, lithos = Stein), der mit „Kochstein“ oder „Siedestein“ wiederzugeben wäre.

Man unterscheidet zwischen natürlichen und synthetischen Zeolithen. Bei der Synthese lassen sich Zeolithe sogar modifizieren, um sie als spezifische Molekularsiebe tauglich zu machen. So lässt sich beispielsweise die Porenweite variieren. Sowohl die natürlichen als auch die synthetischen Zeolithe ordnet man verschiedenen Strukturtypen zu, nach der Art des Tunnelsystems, das sie bilden. Unterschieden wird dabei zwischen ein-, zwei- und dreidimensionalen Kanälen. Dementsprechend ist die Rede von Faser-Zeolithen, lamellaren Zeolithen und Würfel-Zeolithen. Als Kriterium für die technologische Zuordnung gelten die Porengrößen. Die kann, wie bereits gesagt, durch Modifikation bei der Synthese verändert werden.

## Anwendungspotenziale zeolithischer Molekularsiebe

„Zeolithe besitzen eine wohldefinierte und streng regelmäßige Porengestalt und Porengröße“, erläutert Professor W. Reschetilowski, der an der TU Dresden im Fachbereich „Technische Chemie“ lehrt. „Zeolithe sind außerdem oberflächenreich und thermisch stabil. Das prädestiniert diese Festkörper für breite Anwendungen in verschiedenen Bereichen der industriellen Chemie und des Umweltschutzes, besonders auf dem Gebiet der selektiven Katalyse und Adsorption. Die Untersuchungen der letzten Jahre zeigen, dass das Anwendungspotenzial zeolithischer Molekularsiebe noch lange nicht erschöpft ist und viele Teilgebiete der Chemie, Physik, Biologie und Materialwissenschaft für diese Feststoffe zunehmendes Interesse entgegenbringen“.

Nicht nur in Dresden, sondern weltweit auch an vielen anderen Universitäten und Forschungseinrichtungen arbeiten Wissenschaftler über Zeolithe. Sehr wahrscheinlich werden sich dadurch viele weitere Felder für die Anwendung dieser Molekularsiebe erschließen.



Neben Zeolithen zählt Aktivkohle zu den Adsorbentien<sup>1</sup>. Das sind Stoffe, die gelöste Substanzen und Gase physikalisch an sich binden können. Unter Aktivkohle verstehen Chemiker Kohlenstoff-Strukturen aus mikroskopisch kleinen Graphit-Kristallen, aus amorphem – gestaltlosem – Kohlenstoff mit poröser Struktur mit inneren Oberflächen in der Größenordnung bis 2500 m<sup>2</sup>/g. Unerwünschte, schädliche Moleküle aus Gasen, Dämpfen und Flüssigkeiten unterschiedlicher Herkunft werden hier an die Binnenflächen der Mikrokavernen angesaugt (= adsorbiert<sup>1</sup>).

Die Anwendung von Aktivkohle als Arzneimittel ist jedermann vertraut. Sie dient hier zur Adsorption von Giftstoffen im Magen-Darm-Trakt. Auch Gasmasken enthalten Aktivkohle als Filtermaterial. Die Dunstzughauben in unseren Küchen arbeiten nach demselben Prinzip. In den Museen dient Aktivkohle wegen ihres hohen Adsorptionsvermögens seit langem als Hilfsmittel für die Luftfilterung. Als besonders wirksam haben sich hier Aktivkohlefilter an den Lüftungsöffnungen von Vitrinen erwiesen. Uninformierte hört man bisweilen sagen, die Rede von den Molekularsieben sei Mumpitz. Das ist sie mitnichten. *Horst Weidmann*

**Literaturempfehlungen zum Thema Molekularsiebe:**

- J. Weitkamp und S. Ernst, „Zeolithe: Herstellung, Eigenschaften und technische Anwendungen“, Lehrgangshandbuch zum Dechema-Weiterbildungskurs
- D. W. Breck: Zeolite Molecular Sieves, Verlag J. Wiley and Sons, New York, 1974

Rahmen verleimen und Leimfugen sichern (II):

# Aus Leisten werden Rahmen

## Hilfsmittel für das Verleimen von Rahmen

	Bezeichnung des Hilfsmittels	Wichtigste Eigenschaften, Vor- und Nachteile bei der Anwendung
1	Spannklammern + Spreizzange	Spannklammern aus gebläutem oder glanzvernickeltem Federstahl, erhältlich in sechs verschiedenen Größen (für unterschiedliche Profilbreiten zwischen 25 und 90 mm) mit spitzen oder abgeschrägten Enden, gehören zu den von Profis am meisten benutzten Hilfsmitteln für das Verleimen von Gehrungen. Sie werden mit Hilfe einer eigens hierfür konstruierten Spreizzange in den Gehrungsecken (meist am Rahmenrücken) angesetzt. Sie sorgen für adäquaten Pressdruck beim Verleimen der Gehrungsflächen der Rahmenseiten, halten diese in ihrer Position, bis der Leim abgebunden hat, und können auch beim Zusammenfügen großer Rahmen benutzt werden. Die Handhabung ist einfach. Die Klammern hinterlassen allerdings Löcher, die nach dem Abnehmen gekittet werden müssen. Dies ist mit zusätzlichem Zeitaufwand verbunden. Der Fachhandel bietet Spannklammern einzeln oder in Form eines in der Praxis bewährten Sets an. Die Spreizzange gehört dazu.
2	Spannringe	Spannringe sind den Spannklammern verwandt, haben dieselbe Funktion wie diese, sind ebenfalls erhältlich in sechs verschiedenen Größen, können jedoch ohne Hilfe einer Spreizzange von Hand an das Profil des Rahmens (meist am Rahmenrücken) angesetzt werden. Die Handhabung ist daher besonders einfach und zeitsparend. Spannringe hinterlassen wie die Spannklammern Löcher im Holz, die gekittet werden müssen. Spannringe werden von Rahmen-Schreibern (Beispiel: Konrad Berger, 85646 Anzing bei München) bevorzugt eingesetzt.
3	Gehrungs-Spannklammern	Gehrungs-Spannklammern aus Federstahl (gebläut oder verzinkt) sind das Mittel der Wahl, wenn es gilt, kleine Rahmen mit zierlichen, schmalen Profilen (Beispiel: Inlet-Rahmen) verleimend zusammenzufügen. Ihre Kontur erinnert an die Form der Beißzange. Gehrungs-Spannklammern werden von Hand, ohne Hilfe einer Spreizzange, am Rahmenholz angesetzt. Dabei drückt man die Bügel des Handgriffs leicht zusammen, die Klammer öffnet sich dabei, und ihre spitzen Enden krallen sich in das Holz. Die nach dem Entfernen der Klammern zurückbleibenden Verletzungen fallen kaum auf, müssen in der Regel jedoch verputzt werden.
4	Metall-Eckenverbinder (Spagl-Bleche)	Die L-förmig gebogenen Bleche, ausgestattet mit austauschbaren Nägeln, Lochreihen und Schutzfilz, sind in drei verschiedenen Ausführungen erhältlich. Sie werden in Kombination mit Spannklammern (s. 1) angewandt. Der wesentliche Vorteil ihrer Anwendung: Der Rahmenrücken bleibt unversehrt, weil sich die Klammernspitzen nicht in das Holz des Rahmens krallen können.

Um das Verleimen von Rahmen profigerecht und sicher auszuführen, stehen dem Glaser zahlreiche Hilfsmittel zur Verfügung. Es lohnt sich, diese zu kennen. Gleiches gilt für die unterschiedlichen Methoden, die Leimfugen der Gehrungen zu sichern, um die Stabilität der Holzverbindungen an den Rahmenecken zu erhöhen. Nachstehend eine Übersicht der gebräuchlichsten Werkzeuge.