

Präsolare Körner: Chemische Isolierung und Identifikation

Vor etwa 25 Jahren begannen einige Wissenschaftler einen Teil des Meteoriten Allende mit unterschiedlichen aggressiven Chemikalien (Abb. 1) zu „bearbeiten“. Indem sie den Großteil des Meteoriten (99,9 %) auflösten, verblieben ihnen nur chemisch äußerst beständige Mineralphasen (Abb. 2), wie z.B. Diamant. Dieses Verfahren wird in einer optimierten Form, z.B. unter Zuhilfenahme moderner Aufschlußgeräte wie der Mikrowelle (Abb. 3), nicht nur in unserem Chemielabor (Abb. 4) prinzipiell auch heute noch angewandt (Abb. 5). Für die Trennung der isolierten Minerale voneinander macht man sich - neben der Anwendung chemischer Verfahren - die unterschiedliche Größe und Dichte der einzelnen Minerale zunutze. Dazu werden physikalische Trennverfahren (z.B. Zentrifugieren) eingesetzt, so daß die Minerale letztendlich „einzeln“ den unterschiedlichsten Untersuchungsmethoden zur Verfügung stehen.



Abb. 1: Chemikalien zur Isolierung präsolarer Körner



Abb. 4: Chemielabor

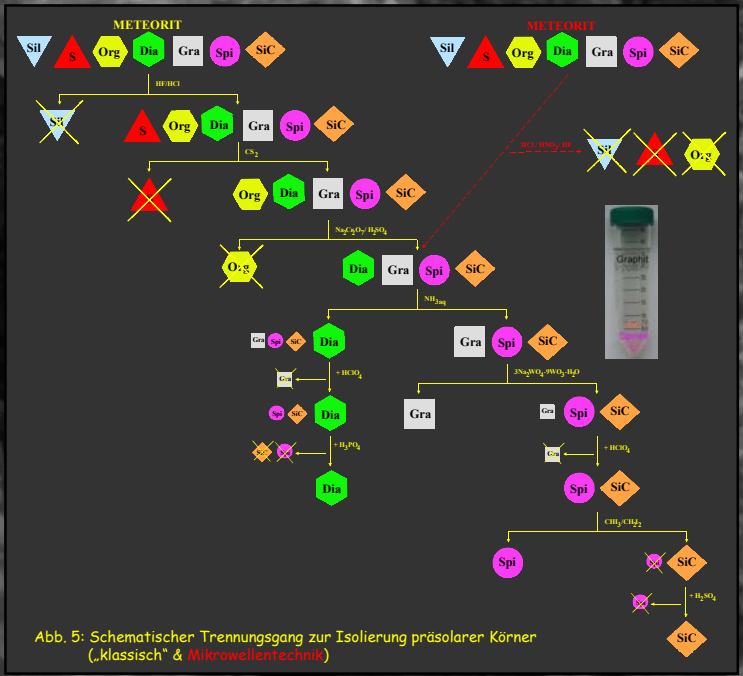


Abb. 5: Schematischer Trennungsgang zur Isolierung präsolarer Körner („klassisch“ & Mikrowellentechnik)

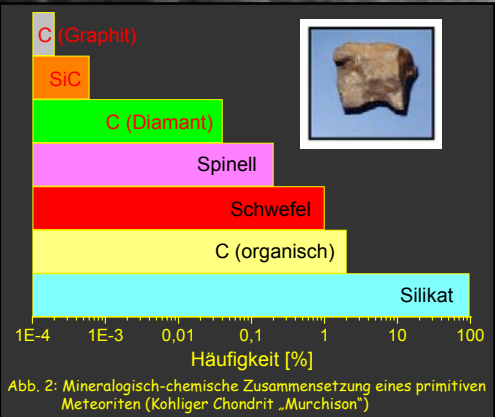
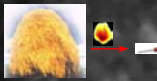


Abb. 2: Mineralogisch-chemische Zusammensetzung eines primitiven Meteoriten (Kohliger Chondrit „Murchison“)



Abb. 3: Mikrowelle für den Aufschluß von Meteoriten

Die Vorgehensweise ähnelt stark der sprichwörtlichen „Suche nach der Nadel im Heuhaufen“. Selbst im günstigsten Fall besteht ein Meteorit nur etwa zu 0,15 % aus diesen sehr interessanten Phasen, und bisher können diese nur durch „Niederbrennen des Haufens“ isoliert werden!



Mikroskopaufnahmen (Abb. 6) der isolierten präsolaren Minerale zeigen, daß die einzelnen Körner im Falle des Siliziumkarbids (SiC) und des Graphits nur wenige Mikrometer (Tausendstel Millimeter!) groß sind, und die Diamanten sogar noch tausendmal kleiner. Jeder der nur nanometer (Millionstel Millimeter!) großen Diamanten besteht demnach nur aus etwa 1000 Kohlenstoff-Atomen. Massenspektrometrische Untersuchungen (siehe Poster 3) konnten bis heute fünf Mineralphasen in den säureresistenten Rückständen identifizieren, die für unser Sonnensystem untypische, sogenannte „anomale“, Isotopenmuster aufweisen (siehe Tabelle). Diese „Isotopenhäufigkeitsanomalien“ bestätigen nicht nur, daß es sich um präsolare Körner handelt: Unter Zuhilfenahme astrophysikalischer Beobachtungen und Modellrechnungen kann man sogar auf den Ursprungsort dieser Körner Rückschlüsse ziehen. So können z.B. die Diamanten und ein Teil der Siliziumkarbid-Körner nur in Supernovae entstanden sein. Ein anderer Teil der Siliziumkarbid-Körner hingegen wurde durch Winde von sogenannten „AGB“-Sternen[#] in das interstellare Medium und von dort in unser Sonnensystem und damit in die Meteorite eingebracht (siehe Poster 1). Der genaue Bildungsmechanismus der Phasen steht im Mittelpunkt ausgiebiger Diskussionen und Forschungsprojekte.

[#] AGB = asymptotic giant branch; „massearme“ Sterne, d.h. solche mit höchstens achtfacher Masse unserer Sonne, in ihrer „letzten“ Entwicklungsstufe



Abb. 6: Elektronenmikroskopaufnahmen präsolarer Körner

Mineral	Größe	Isotopisch anomale Elemente	Ursprung
C (Diamant)	~ 2 nm	N, Sr, Te, Ba, Edelgase	Supernovae
SiC (Siliziumkarbid)	0,3-20 µm	C, N, Mg (Al), Si, Ca, Ti, Sr, Zr, Mo, Ba, Nd, Sm, Dy, Edelgase	AGB-Sterne Supernovae (Typ X)
C (Graphit)	1-20 µm	C, N, O, Mg (Al), Si, K, Ca, Ti, Edelgase	Novae Supernovae AGB-Sterne
Al ₂ O ₃ (Aluminiumoxid, Korund)	0,5-3 µm	O, Mg (Al)	Rote Riesen AGB-Sterne Supernovae
Si ₃ N ₄ (Siliziumnitrid)	1 µm	C, N, Mg (Al), Si	Supernovae