

Physiker-Tagung in Wien

15. bis 21. Oktober 1961

Aus den Vorträgen:

Isotopenverschiebungen in Meteoriten und die Frühgeschichte unseres Planetensystems

W. Gentner, Heidelberg

Die gegenüber den Eisenmeteoriten ungefähr 20 mal häufigeren Steinmeteoriten bestehen zum größten Teil aus Chondriten, kleinen Kugelchen bis zur Erbsengröße, die häufig aus Bronzit oder Olivin aufgebaut sind. Wie sie entstanden sind, ist unbekannt. Es scheint sich um Schmelztropfen zu handeln, die auf eine spezielle Art erstarrten. Es gibt alle Übergangsformen vom Steinmeteoriten zum reinen Eisenmeteoriten (z. B. Siderolithe und Lithosiderite).

Die Isotopenhäufigkeit der in den Meteoriten auftretenden Elemente, besonders die der Edelgase, besitzt große Abweichungen gegenüber der Isotopenhäufigkeit irdischer Materie. Dies hat verschiedene Ursachen. So kann der Argon-Gehalt einer Meteoritenprobe aus vier Quellen stammen:

1. Entsteht ^{40}Ar aus dem Zerfall des ^{40}K (HWZ: $1,3 \cdot 10^9$ a)
2. Werden die stabilen Isotope $^{36,38,40}\text{Ar}$ durch Spallationsprozesse der kosmischen Strahlung aus den stabilen Eisenisotopen gebildet.

Die für Neon vorliegenden Werte sind:

Luft-Neon: $^{20,21,22}\text{Ne} \dots 90,9:0,3:8,8$

Spallations-Neon: $^{20,21,22}\text{Ne} = 30:34:36$

3. Enthalten Chondrite mehr oder weniger viel Ur-Argon, d. h. Argon, das bei der Bildung der Protoplaneten durch Adsorptionsprozesse in die erstarrende Materie miteingebaut wurde.

Die für Neon vorliegenden Werte sind:

Luft-Neon: $^{20}\text{Ne}:^{22}\text{Ne} = 10,2$

Ur-Neon: $^{20}\text{Ne}:^{22}\text{Ne} = 13,0$ (Meteor Kapoeta)

4. Hat jede Probe beim Durchdringen der Lufthülle und während der Lagerung irdisches Argon aufgenommen.

Wesentlich für die Beantwortung der Frage nach dem Alter des Planetensystems und der Art seiner Entstehung ist die Frage nach dem Teilchenfluß der kosmischen Ultrastrahlung, der für die Erzeugung vieler radioaktiver und stabiler Isotope verantwortlich ist.

Durch Vergleich des Verhältnisses der Erzeugungsraten der Isotope $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Cl}$ (HWZ: 320 a und 308 000 a) in Eisenmeteoriten und in einem Eisentarget, das mit hochenergetischen Protonen beschossen wurde, kann geschlossen werden, daß die kosmische Strahlung innerhalb der letzten 300 000 Jahre konstant geblieben ist. Durch Verwendung von Radioisotopen noch größerer Halbwertszeit kann mit ziemlicher Sicherheit dieser Zeitraum auf $5 \cdot 10^8$ Jahre ausgedehnt werden. Kennt man die Bahndaten eines Meteors, so kann man seinen Weg im Planetensystem verfolgen. Vergleicht man wiederum die Erzeugungsraten zweier Isotope – im vorliegenden Fall $^{37/39}\text{Ar}$ – an einem Meteor und am Target eines Beschleunigers, so erhält man wiederum Übereinstimmung, so daß geschlossen werden kann, daß im planetarischen Raum kein Gefälle der kosmischen Strahlung auftritt.

Die meist benutzte Methode zur Altersbestimmung ist die Kalium-Argon-Methode. Die weitaus überwiegende Zahl der Meteoriten zeigt dabei ein Alter von $4 \cdot 10^9$ a und $1 \cdot 10^9$ a: Nimmt man eine schnelle erste Kondensation an, so kann durch Erhitzen der Materie (Vorbeigang an der Sonne, Zusammenstoß mit Planetoiden) Gasverlust durch Abdifusion eintreten, d. h. das niedrigere Alter von $1 \cdot 10^9$ a vorgetäuscht werden.

Das Bestrahlungsalter von Meteoriten kann über die Mengen der vorhandenen Spallationsisotope ermittelt werden. Es ist wesentlich geringer als das „radioaktive Alter“. Dabei unterscheiden sich Steinmeteorite und Eisenmeteorite – wahrscheinlich bedingt durch die Unterschiede in der mechanischen Festigkeit und der Eindringtiefe der Strahlung – um den Faktor 10. (Steinmeteorite: $\sim 25 \cdot 10^6$ a, Eisenmeteorite: $\sim 250 \cdot 10^6$ a).

Eine Aussage über die Zeitlücke zwischen dem Ende der Elementsynthese und der Bildung von Meteoriten erhält man, wenn es gelingt, die erhebliche Überhöhung des ^{129}Xe -Gehaltes von Steinmeteoriten gegenüber dem ^{129}Xe -Gehalt der Luft zu deuten: ^{129}Xe ist das Endprodukt des Zerfalls von ^{129}J (HWZ: $17 \cdot 10^6$ a); in einer Zeit, als der allgemeine Prozeß der Elementsynthese ablief, wurde auch ^{129}J gebildet. Als dann die Urbestandteile der planetarischen Massen in größerer Sonnenentfernung mit der Kondensation zur festen Phase begannen, muß ^{129}J noch in erheblicher Menge vorhanden gewesen sein, da sonst derartige Konzentrationen der Tochtersubstanz ^{129}Xe in den Steinmeteoriten nicht zu verstehen sind, die die des Luft-Xenons weit übersteigen. Eine ähnliche Anomalie zeigt das Isotop ^{107}Ag in Eisenmeteoriten, das eine Tochtersubstanz des mit einer Halbwertszeit von $7,5 \cdot 10^6$ a zerfallenden ^{107}Pd ist.

Durch Rückrechnung erhält man dann unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse für die Zeitlücke zwischen Elementsynthese und Meteoritenbildung (Bildung fester Materie) den Wert von $\sim 5 \cdot 10^7$ a.

Versuche zur K-Ar-Altersbestimmungsmethode im Bereich von 1 bis $5 \cdot 10^5$ Jahren

H. J. Lippolt, Heidelberg

Die Frage der Entwicklung der K-Ar-Methode zu kleinen Altern hin ist gleichzusetzen mit der Frage nach der Entwicklung der Meßtechnik kleinster Edelgasmengen. Daneben tritt die Frage nach bei kleinen Altern geeigneten Mineralien. Es hat sich gezeigt, daß Biotit im allgem. viel atmosphärisches Argon enthält, das nicht durch Ausheizen entfernt werden kann, ohne daß empfindliche Verluste an radiogenem Argon eintreten. Sanidine jedoch enthalten erstaunlich wenig atmosphärisches Argon. Je nach dem Herkommen solcher Sanidine, aus Bomben, Tuffen, Gesteinen oder Sanidiniten ist aber mit einem erheblichen Überschuß an radiogenem Argon zu rechnen, das schon bei der Bildung des Probenmaterials eingebaut war. Nur in wenigen Fällen ist das zu vernachlässigen. Je zwei Proben aus der Günzezeit und der Waal-Warmzeit ergaben ein brauchbares Alter, auf Grund dessen angenommen wird, daß die Milankovitch-Skala nicht stichhaltig ist und die Emiliani-Kurve für die Eiszeiten leicht gebeugt werden sollte.

Massenspektrometrische Untersuchungen von Kalium aus Eisenmeteoriten

H. Voshage und H. Hintenberger, Mainz

Während die Meteorite auf ihrer Bahn im interplanetarischen Raum der Einwirkung der kosmischen Strahlung ausgesetzt sind, werden durch hochenergetische Kernreaktionen aus der Meteoritensubstanz die „kosmogenen“ Spallationsprodukte gebildet. In Eisenmeteoriten entsteht u. a. kosmogenes Kalium, wobei sich die Produktionsraten für die Isotope 39, 40 und 41 etwa wie 0,7:0,6:1 verhalten. Da der Gehalt der