

scher Spannungen zu untersuchen, die ja auch bei der normalen Messung des Hall-Effektes auftreten, deren Wirkung aber bisher nie eingehender beachtet worden ist. Tatsächlich konnte Druyvesteyn<sup>4</sup> nachweisen, daß an Folien, die in definierter Weise deformiert wurden, beim Durchgang eines Stromes eine elektrische Transversalspannung auftritt. Vielleicht liegt hier die tiefere Wurzel des Zusammenhangs: Widerstandänderung — Hall-Effekt, der durch die Elektronentheorie

nur teilweise und unter Zuhilfenahme von Annahmen<sup>5</sup>, deren physikalische Bedeutung nicht restlos klar ist — beschrieben werden kann.

Abschließend möchte ich Herrn Dr. W. Schneider, der die Messungen ausgeführt und die den Pseudo-Effekt beschreibende Gl. (3) abgeleitet hat, für seine Mitarbeit danken. Dank gebührt auch dem Bundesministerium für Verkehr und verstaatlichte Betriebe für die finanzielle Förderung unserer Untersuchungen.

<sup>4</sup> M. J. Druyvesteyn, Physica **17**, 748 [1951].

<sup>5</sup> Vgl. hierzu u. a. A. Nedoluha u. K. M. Koch, Z. Phys. **132**, 608 [1952].

## Argon- und Heliumbestimmungen in Eisenmeteoriten

Von W. Gentner und J. Zähringer

Physikalisches Institut der Universität Freiburg i. Br.  
(Z. Naturforschg. **10a**, 498—499 [1955]; eingeg. am 9. Mai 1955)

In den letzten Jahren haben Paneth<sup>1</sup> und Mitarbeiter zeigen können, daß in den Eisenmeteoriten neben He<sup>4</sup> auch He<sup>3</sup> nachzuweisen ist und das Verhältnis dieser beiden Isotope in gewissen Grenzen schwankt. Die Entstehung der He-Isotope konnte sehr überzeugend auf die Wirkung der kosmischen Ultraviolettenstrahlung während des Fluges der Meteorite durch den Weltraum erklärt werden. Es erschien uns wichtig, auch den Argongehalt von Eisenmeteoriten zu untersuchen, da es denkbar war, daß bei der Kernverdampfung des Eisens neben anderen Elementen auch Argon in messbarer Menge gebildet wird. Dabei war nicht auszuschließen, daß die Eisenmeteorite schnelle Argon-Atome der kosmischen Ultraviolettenstrahlung einfangen, oder in den Eisenmeteoriten primäres Argon gelöst ist, und auch A<sup>40</sup> durch kleine Verunreinigung von Kalium entsteht.

Unsere Bestimmungen der Argonmengen und die Analyse des Argons im Massenspektrometer sind in den früheren Arbeiten über die Altersbestimmung schon beschrieben<sup>2</sup>. Inzwischen ist die Empfindlichkeit des Nachweises noch wesentlich erhöht worden. Methodisch wurde so vorgegangen, daß Proben verschiedener Meteoritenfälle im Hochfrequenzofen geschmolzen wurden; die entwichenen Gase wurden gereinigt und nur die Edelgasanteile abgetrennt. Es konnte dann das Helium und das Argon durch Trennung in Aktivkohle bei der Temperatur der flüssigen Luft einzeln dem Massenspektrometer zugeführt werden. Die Gasproben wurden vollständig in die Ionenquelle hineingepumpt und die zeitliche Änderung der Linienintensitäten infolge der Änderung des Druckes automatisch registriert. Zur volumetrischen Bestimmung der Helium- und Argonmengen wurden die maximalen Linienintensitäten mit einer Standardmenge verglichen. Bei den

Vorversuchen stellte es sich heraus, daß das Helium mit dem gefundenen A<sup>36</sup> + A<sup>38</sup> ungefähr parallel geht, und als besonders wichtiges Ergebnis zeigte sich ein ganz anderes Häufigkeitsverhältnis der A<sup>36</sup>- und A<sup>38</sup>-Isotope, als man es vom Luftargon her gewohnt ist. Während das Verhältnis A<sup>36</sup> : A<sup>38</sup> im natürlichen Argon sich wie 1:0,187 verhält, ist das in den Meteoriten gefundene Verhältnis 1:1,7. Wir haben das A<sup>40</sup>-Isotop als Maß für die Verunreinigung durch Luft genommen. Ausführliche Kontrollversuche mit verschiedenen Reinigungsmethoden gegen Kohlenwasserstoff haben uns davon überzeugt, daß es sich um Argon handelt. Im Massenspektrometer waren die betreffenden Störlinien unterhalb der Meßgenauigkeit.

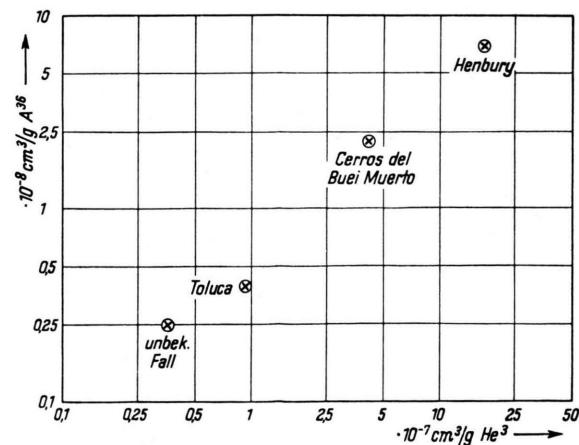


Abb. 1.

In Abb. 1 ist die für vier verschiedene Meteorite gefundene Menge von A<sup>36</sup> gegen He<sup>3</sup> aufgetragen. Es zeigt sich, daß innerhalb der Fehlergrenzen das Verhältnis A<sup>36</sup>/He<sup>3</sup> über zwei Zehnerpotenzen etwa konstant bleibt. Daraus kann man schließen, daß das nachgewiesene Argon auf denselben Entstehungsprozeß zurückzuführen ist wie das He<sup>3</sup> und daß wir es hier mit

<sup>1</sup> J. A. Paneth, P. Reesbeck u. K. I. Mayne, Geoch. Cosmoch. Acta **2**, 300 [1952].

<sup>2</sup> F. Smits u. W. Gentner, Geoch. Cosmoch. Acta **1**, 22 [1950]. W. R. Gentner, Präg u. F. Smits,

Geoch. Cosmoch. Acta **4**, 11 [1953]. W. Gentner, K. Goebel u. R. Präg, Geoch. Cosmoch. Acta **5**, 124 [1954]. F. Smits u. J. Zähringer, Z. angew. Phys. (im Druck).



Argon zu tun haben, das seine Entstehung der Verdampfung des Eisenkerns verdankt.

In Tab. 1 sind die gefundenen Häufigkeiten und Mengen der A- und He-Isotope einzeln aufgeführt.

Aus dem oben angeführten Mengenverhältnis läßt sich erkennen, daß auf hundert He<sup>3</sup>-Atome etwa zehn A<sup>36</sup> + A<sup>38</sup>-Atome entstehen. Für die Bildung der A-Isotope ist es notwendig, daß der Eisenkern rund zwanzig Nukleonen verliert. Führt man ähnliche Überlegungen durch, wie sie bereits von Martin<sup>3</sup> zur Deutung des Heliumgehaltes gemacht wurden, so kommt man zu Zahlen, die sich durchaus mit den von uns gemessenen Werten vergleichen lassen. Man kann annehmen, daß bei der Einwirkung der kosmischen Ultrastrahlung durch Primär- und Sekundärprozesse

legung heraus auch vernünftig, daß das Verhältnis der Isotope A<sup>36</sup>:A<sup>38</sup> im Eisenmeteorit in der Nähe von 1,7 liegt. Nach der Verdampfungstheorie scheint das Verhältnis der Isotope A<sup>36</sup>:A<sup>38</sup> in Eisenmeteoriten auch verständlich, da man erwarten wird, daß benachbarte Isotope ungefähr gleich häufig sind und gewisse Unterschiede nur durch die Lage im Energietal bedingt sind. Zur Beschreibung des gesamten Umwandlungsprozesses des Eisenkerns unter der Einwirkung der kosmischen Strahlen wäre es wichtig, noch weitere Restkerne des Eisens zu finden und ihre Häufigkeit zu bestimmen. Da aber die entstandenen Produkte aus der Abschätzung des Argons beim höchsten Wert in der Größenordnung von 10<sup>-10</sup> der Meteormasse liegen, werden dahingehende Untersuchungen bei vielen Sub-

Name des Meteoriten	He <sup>3</sup> + He <sup>4</sup> in 10 <sup>-6</sup> cm <sup>3</sup> /g	He <sup>3</sup> /He <sup>4</sup>	He <sup>3</sup> in 10 <sup>-7</sup> cm <sup>3</sup> /g	gefundenes Isotopenverhältnis A <sup>36</sup> : A <sup>38</sup> : A <sup>40</sup>	Auf A <sup>40</sup> = 1 korrigiertes Verhältnis A <sup>36</sup> : A <sup>38</sup>	A <sup>36</sup> in 10 <sup>-8</sup> cm <sup>3</sup> /g
Henbury (Zentralaustralien)	9,6	0,22	17,3	1:1,37 : 58	1:1,66	6,9
Cerro del Buei Muerto (Chile)	3,1	0,16	4,3	1:0,95 : 148	1:1,7	2,2
Toluca	0,5	0,21	0,9	1:0,50 : 234	1:1,6	0,38
Meteoreisen von unbek. Fall	0,4	0,11	0,4	1:0,42 : 256	1:1,8	0,25
verwendete Isotopenhäufigkeit von Luftargon				1:0,187:296		

Tab. 1.

für ein einfallendes Teilchen rund acht Teilchen abdampfen, die zu 37% aus He<sup>4</sup>, He<sup>3</sup> und H<sup>3</sup> bestehen, während der Rest Protonen und Neutronen sind. Diese rohen Überlegungen lassen vielleicht vermuten, daß in der Nähe der Argonmasse ein mehr oder weniger ausgeprägtes Maximum der Häufigkeiten entsteht. Sicher werden die niedrigen Elemente weniger häufig gebildet. Das läßt sich auch experimentell dadurch bestätigen, daß die Neonisotope mindestens um den Faktor 5 seltener sind als A<sup>36</sup>. Es scheint aus dieser Über-

stanzen sehr schwierig sein, zumal man nicht ohne massenspektrometrische Prüfung der Isotopenverhältnisse auskommt und mehrere Elemente unterhalb des Eisens auch als natürliche Beimengungen in den Eisenmeteoriten bekannt sind. Weitere Untersuchungen des Argons könnten für die Bestimmung des He-Anteils wertvoll sein, der durch die kosmische Ultrastrahlung gebildet wird, und damit deren Intensität in vergangenen größeren Zeiträumen abschätzen lassen.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft hat diese Arbeit mit Sachbeihilfen unterstützt.

### Untersuchung großer Schauer auf Sternzeitgang

Von A. Citron\* und P. Kehler\*\*

Physikalisches Institut der Universität  
Freiburg i. Br.

(Z. Naturforsch. 10a, 499—501 [1955]; eingeg. am 4. Mai 1955)

Von Oktober 1953 bis Oktober 1954 wurden auf dem Schauinsland (1230 m) bei Freiburg i. Br. (48°N, 8°E) große Luftschauder mit einer Zählrohrapparatur ständig registriert. Die Apparatur<sup>1</sup> stellt eine Erweiterung einer früher<sup>2</sup> beschriebenen dar. Sie besteht aus zehn Zählrohrgruppen von je 1860 cm<sup>2</sup> effektiver Zählfläche (Abb. 1). Fünf dieser Gruppen (1, 2, 3, 4, 5) sind parallel zueinander in gleichmäßigen Abständen auf einer Geraden so angeordnet, daß die äußeren Gruppen 1

und 5 einen Abstand von 11 m haben. Es werden Koinzidenzen zwischen 1, 5 und der mittleren Gruppe 3 registriert (I<sub>3</sub>) sowie Koinzidenzen aller fünf Gruppen (I<sub>5</sub>). Die fünf Gruppen (6, 7, 8, 9, 10) der Apparatur II sind unmittelbar neben denen der Apparatur I angeordnet (6 neben 1, 7 neben 2 usf.), und in analoger Weise wie oben werden Koinzidenzen II<sub>3</sub> und II<sub>5</sub> registriert. Da die beiden Apparaturen gleichwertig und elektrisch unabhängig sind, kontrollieren sie sich gegenseitig. Für eine weitere Koinzidenzanordnung sind die nebeneinanderliegenden Gruppen der beiden Apparaturen jeweils parallel geschaltet; es werden hier Koinzidenzen M<sub>3</sub> und M<sub>5</sub> mit verdoppelter Zählfläche registriert. Für jede Anordnung entsprechen die fünf-fachen Koinzidenzen im Mittel den dichtesten Schauern, die Differenz der drei- und der fünf-fachen den dünn-

\* Z. Zt. CERN-PS Genf/Schweiz.

\*\* Diplomarbeit Freiburg i. Br.

<sup>1</sup> A. Langenbacher, unveröffentlichte Diplomarbeit Freiburg i. Br.

<sup>2</sup> A. Citron, Z. Naturforsch. 7a, 712 [1952].