

Versuche zur Absorption der Höhenstrahlung nach der photographischen Methode I: Zertrümmerungssterne unter Blei-Absorption.

Von

Georg Stetter

korr. Mitglied d. Akad. d. Wiss.

und

Hertha Wambacher

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Mai 1943)

Frühere Versuche¹ hatten gezeigt, daß die Zahl und die Anregungsenergie von Atomkernzertrümmerungen, die durch Höhenstrahlung in der photographischen Emulsion verursacht werden, mit abnehmender Seehöhe stark abnimmt. Dabei wurden die Werte in sechs verschiedenen Seehöhen: 200 *m*, 950 *m*, 1600 *m*, 2175 *m*, 3000 *m* und 3600 *m* bestimmt; vor kurzem wurde ein Vergleichsversuch in 1000 *m* bzw. 2300 *m* gemacht, der innerhalb der Fehlergrenzen den früheren Zahlen entsprechende Werte ergab.

Es lag nahe, außerdem noch Absorptionsversuche mit verschiedenen Absorbern zu machen. Als Vorversuch für eine derartige (inzwischen begonnene) größere Versuchsreihe wurden zunächst zwei Platten mit bzw. ohne 10 *cm* Pb-Absorption in folgender Weise exponiert:

Platte „ohne Abs.“ in einer Fe-Blechkassette (6 × 9 *cm*) auf der Kante stehend,

Platte „Pb“ in einer gleichartigen Kassette, ebenfalls stehend, ringsum, auch unterhalb, von 10 *cm* Pb (vom Plattenrand aus gemessen) umgeben.

Die Exposition erfolgte in 2300 *m* Seehöhe im Höhenstrahlungsforschungsinstitut auf dem Hafelekar² und dauerte 153 Tage.

¹ G. Stetter und H. Wambacher, Ph. Zs., 40, 702, 1939.

² Für die zweckmäßige Anordnung und Zusendung der Platten danken wir Herrn Doz. Dr. R. Steinmayer herzlich.

Es wurden Agfa-K-Platten, 60 bis 70 μ Schichtdecke, verwendet, die sich trotz dieser großen Schichtdecke durch besondere Schleierfreiheit auszeichnen und dadurch das gründliche Durchsuchen größerer Flächen sehr erleichtern.¹

Auf beiden Platten „ohne Abs.“ und „Pb“ werden je 18'2 cm^2 nach Sternen durchsucht. Die zwei Platten wurden abwechselnd stückweise ausgezählt, damit etwa auftretende Fehlerquellen, wie z. B. Ermüdung des Zählers, sich möglichst gleichmäßig auf beide Platten verteilen. Die Auszählung erfolgte in Streifen von 53 mm Länge (dies ergab sich durch den verwendeten Kreuztisch) und 250 μ Breite. Dabei wurden nicht nur die Sterne ausgezählt, deren Zentrum innerhalb dieses Streifens lag, sondern auch diejenigen, von denen nur eine Bahnspur in den Streifen hineinragte. Dadurch wurden die energiereicheren Sterne mit den längeren Bahnspuren bevorzugt. Deshalb muß bei der Betrachtung der absoluten Energieverteilung oder Verteilung der Teilchenzahl der Sterne eine Korrektur angebracht werden. Die Korrektur beruht auf der Bestimmung der mittleren Längsausdehnung der Sterne bestimmter Teilchenzahl, die aus den Längen der gemessenen längsten Bahnstücke in der Schicht ermittelt wurde. Dasselbe gilt für die Einzelbahnen. Für die vorliegenden Vergleichsversuche ist die Korrektur ohne Belang und wurde daher zunächst weggelassen.

Auf den 18'2 cm^2 der Platte „ohne Abs.“ wurden 49, bei „Pb“ 65 Sterne gefunden; die Abweichung vom Mittelwert liegt knapp außerhalb der statistischen Schwankung des Mittelwertes; da aber die Zahl der Einzelbahnen (s. u.) gleich ist, so ist vielleicht der Unterschied bei den Sternen nur zufällig.

Die Figur gibt als Abszisse die Teilchenzahl je Stern, als Ordinate die Häufigkeit der betreffenden Sterne in Prozenten der gesamten Sternzahl an. Dabei sind nur Sterne mit mindestens drei Bahnen mitgerechnet, über Untersuchungen an 2er-Sternen wird an anderer Stelle berichtet werden. Der Vergleich von Platte „ohne Abs.“ und „Pb“ zeigt einen mindestens sehr ähnlichen Verlauf; wenn der geringe Unterschied reell ist, so ist bei „Pb“ eine schwache Bevorzugung der teilchenärmeren, also im allgemeinen auch energieärmeren Sterne vorhanden. Auch die Häufigkeitsverteilung der Korndichten der Sternbahnspuren, die ein gewisses Maß für die Energie der Teilchen liefern, ist bei „ohne Abs.“ und „Pb“ fast gleich, bei „Pb“ kann wieder eine schwache Verschiebung gegen kleinere Energien vorhanden sein.

¹ Wir sind Herrn Prof. Dr. J. Eggert und seinen Mitarbeitern für die Herstellung und Überlassung dieser Spezialemulsion zu großem Dank verpflichtet.

Bei dieser Gelegenheit zeigte sich, daß der Anteil an 3er-Sternen bei den hier verwendeten Platten größer ist als bei früheren Versuchen mit Ilford-Platten. Offenbar werden auf den K-Platten wegen der größeren Schleierfreiheit kleinere Sterne weniger leicht übersehen; man muß also mit einem etwas steileren Anstieg der Sternhäufigkeit gegen kleinere Teilchenzahl und daher kleinere Energie rechnen als in einer früheren Arbeit¹ angegeben wurde.

Die Zahl der Einzelbahnsuren wurde für je $1/2 \text{ cm}^2$ auf der Platte „ohne Abs.“ zu 181, auf der Platte „Pb“ zu 176, also

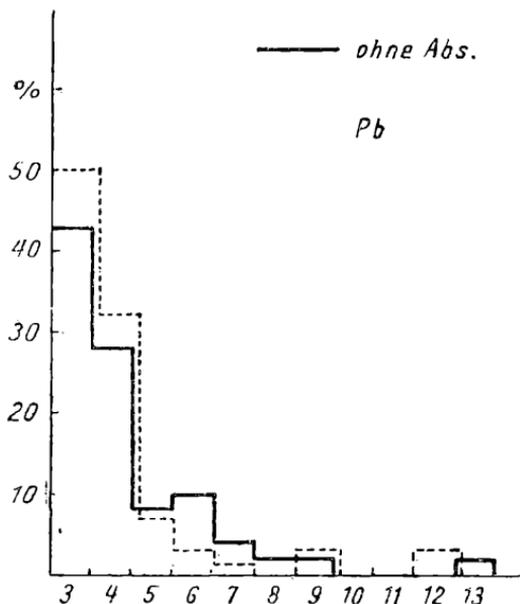


Fig. 1.

praktisch gleich, bestimmt. Auch die Korndichtenverteilung war praktisch dieselbe mit einer sehr geringen Abweichung bei „Pb“ gegen kleine Energien. Da die Einzelbahnen zum Teil auf dem Umweg über Sternneutronen erzeugt werden, müssen sich allerdings Variationen der Primärstrahlung bei diesem Nachweis etwas verwischen.²

¹ H. Wambacher, Mitteil. d. Inst. f. Ra-Forschung Nr. 435, 149,

² A. Widhalm, Zs. f. Phys., 115, 481, 1940.
157, 1940.

Diskussion.

Die Beobachtung, daß die Zahl der Einzelbahnen durch eine Pb-Absorption von 10 cm nicht verändert wird, steht einigermaßen im Widerspruch mit einer uns inzwischen bekanntgewordenen Arbeit von Heitler¹, welcher zunächst ein Anwachsen der Zahl der Einzelbahnen mit der Pb-Absorberdicke bis zu 1'2 cm fand, von da ab wieder eine langsame Abnahme, so daß bei zirka 7 cm der Ausgangswert erreicht und bei 10 cm bereits unterschritten wurde. Zertrümmerungssterne wurden nicht registriert. Die Exposition von Heitler's Platten erfolgte in 3400 m Seehöhe (Jungfrauoch) gegenüber 2300 m in unserem Fall; außerdem war die unterste Grenze der Bahnlänge, von der ab die Einzelbahnsuren gezählt wurden, bei Heitler 10 cm, bei uns 11'7 cm. Es handelt sich also nicht ganz um dasselbe Spektrum. Auch fehlen genauere Angaben über die Geometrie seiner Anordnung.

Wie Bagge² zeigte, entspricht der Verlauf der Sternzahl mit der Höhe dem der weichen Komponente sowie dem der Zertrümmerungsneutronen. Daraus ergab sich der Schluß, daß diese Kernprozesse von den Photonen der weichen Komponente ausgelöst werden. Diese Auffassung, für die auch die Abhängigkeit der Anregungsenergien der Sterne von der Seehöhe sprach, war vereinbar mit unseren Impulsrechnungen,³ nach denen ein Teilchen von der Masse 1 die Prozesse auszulösen schien, wenn durch das Photon im Kern ein schweres Teilchen in Bewegung gesetzt wird, das dann auf die übrigen Kernteilchen einwirkt.

Die erstaunliche Tatsache, daß sowohl die Zahl der Sterne wie die damit zusammenhängende² Zahl der Einzelbahnen durch 10 cm Pb nicht verringert wird, kann zwar mit einer Vervielfältigung der auslösenden Strahlung in Pb zusammenhängen, doch kommen die Photonen der Kaskadenkomponente bei 10 cm Pb wohl nicht mehr in Frage.

Zur Erklärung der bei Heitler gefundenen Vermehrung (der Einzelbahnen!) bei 1'2 cm Pb ist eine Vervielfältigung der auslösenden Strahlung nicht erforderlich; es kann schon genügen, daß die Zertrümmerungswahrscheinlichkeit mit wachsendem Atomgewicht zunimmt. Für die Elemente der photographischen Emulsion trifft dies zu. Die Einzelbahnen rühren ja, wie auch Bagge rechnerisch begründen konnte, in der Hauptsache von den Zertrümmerungen her.

¹ W. Heitler u. C. F. Powell u. H. Heitler, Nature, 145, 65, 1940.

² E. Bagge, Annal. d. Phys., 39, 512, 1941.

³ G. Stetter und H. Wambacher, Ph. Zs., 40, 702, 1939.

Wenn aber ein derartiger Vermehrungseffekt, wie anzunehmen, zur Erklärung nicht ausreicht, warum wird dann diese harte, in Pb fast gar nicht absorbierbare Strahlung in der Atmosphäre so stark absorbiert? Nehmen wir als primäre Strahlung sehr schnelle schwere Teilchen, also z. B. sehr harte Neutronenstrahlen, an, so kann der experimentelle Befund zumindest qualitativ mit der Bremsung durch die leichten Elemente, besonders den H_2 , der Atmosphäre erklärt werden.

Die Zertrümmerung selbst (Stern) erfolgt erst nach Verlangsamung der Primärteilchen durch einige Streuprozesse. Dies müssen wir auch deswegen verlangen, weil die Impulsbetrachtungen alle möglichen Richtungen im Raum ergeben. Die vereinzelt vorkommenden sehr großen Sternenergien können durch Vervielfältigung im getroffenen Kern ebensogut erklärt werden, wie dies bei Bagge für die Photonen geschieht.

Schließlich wäre noch an die Mesotroneu und ihren Zerfall in der Atmosphäre zu denken.

Für die Entstehung einer durch Höhenstrahlung ausgelösten neutralen Strahlung in Pb sprechen Versuche von Froman und Stearns,¹ die allerdings von Cacconi² nicht bestätigt werden konnten.

Durch weitere im Gang befindliche Versuche mit verschiedener Pb-Dicke und mit anderen Substanzen, insbesondere mit Wolfram, sowie mit Paraffinabsorbieren hoffen wir über den vermuteten Prozeß nähere Anhaltspunkte zu gewinnen.

Zusammenfassung.

Die sternförmigen Bahnspuren, die, durch Höhenstrahlung hervorgerufen, in photographischen Emulsionen gefunden werden, zeigen nach früheren Versuchen eine starke Abnahme an Zahl mit der Dicke der darüberlagernden Luftschicht (Seehöhe). Nunmehr durchgeführte Versuche auf dem Hafelekar unter einer Absorption von 10 cm Blei ergaben überraschenderweise, daß die Zahl durch diese Absorption praktisch nicht geändert wird. Auch die Zahl der Einzelbahnen erscheint gleich; in der Energieverteilung ergibt sich, sowohl was die Teilchenzahl im Stern als auch die Energie der einzelnen Teilchen betrifft, wenn überhaupt, nur eine sehr kleine Verschiebung gegen kleinere Energien.

¹ D. K. Froman u. J. C. Stearns, Phys. Rev., 54, 969, 1938.

² Cacconi u. Tongirogi, Naturwiss., 27, 211, 1939.

6 G. Stetter und H. Wambacher, Versuche zur Absorption usw.

Verschiedene andere Deutungsversuche werden diskutiert. Zur Aufklärung der Diskrepanz mit den Resultaten von Heitler sind weitere Versuche im Gang.

Nachtrag bei der Korrektur.

Wie Bagge¹ vor kurzem in einem Vortrag nachgewiesen hat, sind die Ergebnisse Heitler's analog der Rossi-Kurve erklärbar: das Auftreten eines Teilchenmaximums bei zirka 1'5 cm Pb-Absorption durch die Kaskadenkomponente, der folgende, schwach abfallende Teil der Kurve (Abszisse: Pb-Absorption, Ordinate: Teilchenzahl) durch die Babha-Schauer der Mesotronen. Doch sind unsere Resultate von inzwischen beendigten Versuchen mit denen von Heitler vorläufig nicht in Einklang zu bringen. Darüber soll später ausführlich berichtet werden.

¹ Physikalische Gesellschaft, Berlin 1943. Wir danken Herrn Dr. Bagge für die Diskussion dieser Fragen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1943

Band/Volume: [152_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Stetter Georg, Wambacher Hertha

Artikel/Article: [Versuche zur Absorption der Höhenstrahlung nach der photographischen Methode I: Zertrümmerungssterne unter Blei-Absorption. 1-6](#)