

# Start frei für Gallex : eine Versuchsanlage zur Untersuchung von Sonne-Neutrinos

Autor(en): **Bodmer, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **45 (1987)**

Heft 220

PDF erstellt am: **31.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-898843>

## **Nutzungsbedingungen**

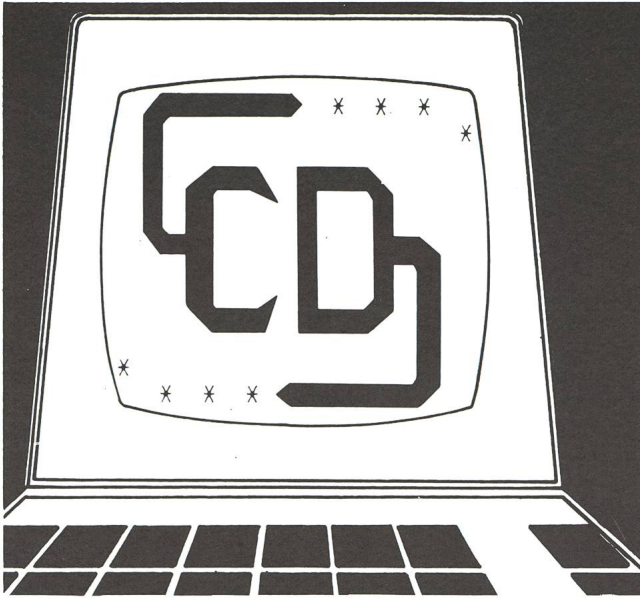
Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



fessionnelles employant des astronomes ou des chercheurs en astronomie (IDPAI).

Les activités de recherche du personnel scientifique du CDS (actuellement huit personnes) sont essentiellement centrées sur la méthodologie statistique et ses applications à l'astrophysique, sur les problèmes de classification, sur les déterminations de distance et de luminosité, ainsi que sur les études d'objets particuliers.

#### Enfin ...

Pour tous renseignements complémentaires sur les CDS, ses activités et les services qu'il fournit, s'adresser à:

Centre de Données - Observatoire Astronomique - 11 rue de l'Université - F-67000 Strasbourg - France.

Téléph.: +33-88.35.82.00 - Telex: 890506 starobs f -

Adresse EARN: FRCCSC21.U01117

#### Adresse de l'Auteur:

Dr. ANDRÉ HECK C.D.S. Observatoire Astronomique Strasbourg, France

## Bibliographie

HECK, ANDRÉ; MANFROID, JEAN: *International Directory of Professional Astronomical Institutions 1987*, CDS special publication, observatoire astronomique, F-67000 Strasbourg, France; pp 276, FF 120.—

L'IDPAI est une publication complémentaire à l'IDAAS (index des associations et sociétés d'astronomie, voir compte rendu de A. Tarnutzer dans Orion 212). Cet ouvrage suit la vocation du Centre de Données Stellaires de Strasbourg (voir article de A. Heck dans le présent numéro d'Orion au sujet du CDS). Il présente toutes les données utiles concernant les instituts qui emploient des astronomes professionnels, soit leurs adresses, numéros de téléphone et de télex, adresses de

réseaux informatiques, coordonnées géographiques des stations d'observations, nombre d'astronomes employés, activités principales, périodiques, etc. Les plus de 1400 rubriques couvrant 68 pays sont présentées sous une forme non codée et simple à utiliser. Un index exhaustif de 40 pages facilite encore plus la recherche d'informations par recoupements.

Cet ouvrage est indispensable pour toute personne qui doit fréquemment se mettre en rapport avec des instituts astronomiques de différents pays. Contrairement à certains ouvrages semblables publiés récemment, où des observatoires importants sont à peine signalés, la qualité de son information est homogène et complète. A notre avis cet ouvrage est le meilleur actuellement disponible sur le marché.

NOËL CRAMER

## Start frei für Gallex - Eine Versuchsanlage zur Untersuchung von Sonne - Neutrinos

H. BODMER

In jeder Sekunde durchdringen 66 Milliarden Neutrinos, vermutlich von der solaren Energieerzeugung her stammend, jeden Quadratzentimeter der Erde, ohne dass sich dies sonderlich bemerkbar macht. Diese Neutrinos lassen sich nur mit einem aussergewöhnlichen Aufwand messen. In einem mit 30 Tonnen Gallium gefüllten Detektor verursachen sie pro Tag eine Reaktion mit nur einem einzigen Atomkern. Europäische Wissenschaftler bauen nun eine 30 Tonnen Gallium enthaltende Versuchsanordnung zum Nachweis dieser Sonnen- Neu-

trinos. Dank Zuschüssen von 5,5 Mio DM aus der Industrie der BRD und 12,5 Mio. DM des Bundesministeriums für Forschung und Technik ist die Max - Planck - Gesellschaft jetzt in der Lage, den Kauf dieser 30 Tonnen Gallium zu finanzieren. Unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. Till Kirsten des Max - Planck - Institutes für Kernenergie in Heidelberg soll mit Unterstützung französischer, italienischer und israelischer Forscher der «Gallex» genannte Neutrino - Detektor in Italien, 1200 m tief im Gestein der Abruzzen ab Anfang 1990

die ersten Messwerte liefern. Der Nachweis dieser geheimnisvollen Neutrinos soll den ersten experimentellen Beweis dafür liefern wie die Sonne funktioniert. Als einige Zeugen von den Vorgängen im Sonnenzentrum, können diese Elementarteilchen nämlich sofort nach ihrer Entstehung den Sonnenball unbehindert verlassen, während die gleichzeitig freigesetzten Lichtquanten dazu mindestens eine Million Jahre brauchen. Bisher sind die Energieerzeugungsprozesse im Sonneninnern und auch bei den Sternen ausschliesslich theoretisch bekannt. Der Nachweis der solaren Neutrinos gehört zu den zentralen, bisher ungelösten Problemen der Physik. Gallex kann uns den ersten experimentellen Beweis liefern, ob wir wirklich verstehen, warum die Sonne schon so lange regelmässig Licht und Wärme spendet und schliesslich verantwortlich ist, dass Leben auf der Erde sich hat entwickeln können. Auf der ausschliesslich theoretisch begründeten Annahme, dass die Sonne ebenso wie die meisten andern Sterne ihre Energie durch Kernfusion, also der Verschmelzung von Wasserstoffkernen erzeugt, beruht das moderne astrophysikalische Weltbild.

### Energieerzeugungsprozesse im Innern der Sonne

Noch wissen wir also noch nicht wirklich, ob Kernreaktionen die Sonne und die Sterne strahlen lassen. Zwar ist bisher keine andere, ebenso ergiebige Energiequelle bekannt geworden, aber man darf nicht ohne weiteres schliessen, dass es keine gibt. Im Jahre 1926 veröffentlichte Sir Arthur Eddington sein Buch «The Internal Constitution of the Stars» (Der innere Aufbau der Sterne). Man wusste damals schon, wie ein Stern im Prinzip funktioniert - dass Sternmaterie mit ihrem Wasserstoffreichtum ein idealer Energiespender sein könnte. Man wusste, dass bei der Umwandlung von Wasserstoff in Helium Energiemengen frei würden, die ausreichen, um die Abstrahlung der Sonne und der Sterne über Milliarden von Jahren zu bestreiten.

Nun wie wandelt sich der Wasserstoff in Helium um? Diese Antwort gaben uns unabhängig voneinander Hans Bethe in den USA und Carl Friedrich von Weizsäcker in Deutschland. Sie fanden im Jahre 1938 den sogenannten CNO - Zyklus, bei dem Kohlenstoffkerne die Rolle als Katalysatoren spielen. Bei diesem Zyklus werden vier Protonen geschluckt und ein Heliumkern gebildet. Die Sternmaterie wird durch die einzelnen Teilprozesse des Kreislaufes aufgeheizt. Teils sind es die bei den Reaktionen entstehende Strahlungsquanten, die ihre Energie an das Sterngas übertragen, teils sind es die Positronen, die sich rasch mit den freien Elektronen vereinigen und Lichtquanten bilden und ein weiterer Teil tragen die Neutrinos davon. Dazu ist eine gewisse Menge von Kohlenstoff oder Stickstoff notwendig. Die Atome dieser Elemente werden dabei nicht verbraucht. Im selben Jahr haben dann Hans Bethe und Charles Critchfield gezeigt, dass es auch ohne Kohlenstoff oder Stickstoff geht. Es handelt sich hier um den Proton - Proton - Zyklus. In Sternen, bei denen die Temperatur hoch genug ist können beide Prozesse spielen. Bei 10 Mio. Grad überwiegt die Proton - Proton - Kette. Ist die Temperatur wesentlich höher, dann ist die Energieproduktion nach dem Kohlenstoffzyklus (CNO) grösser.

### Was sind Neutrinos?

Das «Neutrino» entstand zuerst in der Phantasie des Kernphysikers Wolfgang Pauli (1900 - 1958). Er hat es «erfunden» um Unstimmigkeiten beim radioaktiven Zerfall mancher Atomarten erklären zu können. Ein Teil der beim sog. «Beta - Zerfall» freiwerdende Energie bleibt nämlich «verschwinden» - eine Situation, die mit den elementaren Grundsätzen der Physik von

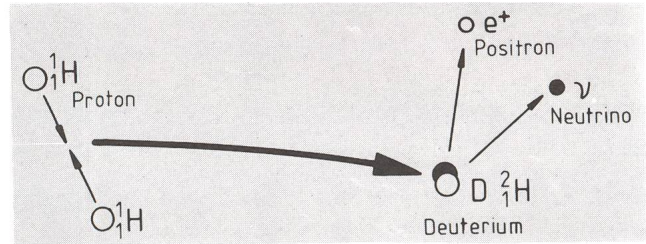


Abb. 1a: Proton - Proton - Kette: Zwei Wasserstoffkerne (Protonen) stossen zusammen und bilden einen Deuteriumkern. Dabei wird ein energiermes Neutrino und ein Positron frei.

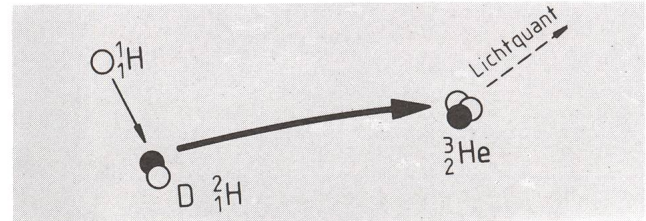


Abb. 1b: Ein Deuteriumkern vereinigt sich mit einem Wasserstoffkern zu einem Heliumisotop.

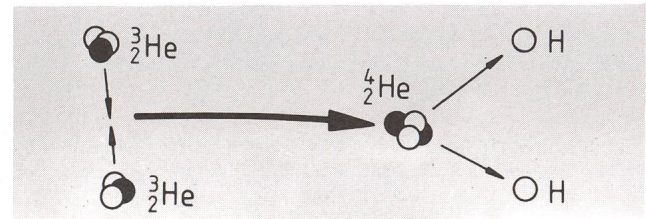


Abb. 1c: Zwei Heliumisotope vereinigen sich zu einem normalen Helium.

der Erhaltung der Energie und des Impulses nicht vereinbar ist. Als verzweifelter Ausweg verfiel Pauli im Jahr 1931 auf die Idee, dass ein bisher unbekanntes Teilchen die fehlende Energie weg-schleppen könnte - es wurde zu Ehren des ital. Kernphysikers Enrico Fermi (1901 - 1957) später «Neutrino» (das kleine Neutrale) genannt. Im Jahre 1956 wurde es dann von amerikanischen Physikern erstmals nachgewiesen.

Das Neutrino ist ein sehr seltsames und das wohl unauffälligste Elementarteilchen. Genau wie das Neutron ist es elektrisch nicht geladen - also neutral - im Gegensatz zum Neutron jedoch extrem leicht. Allenfalls hat es ein fünfzigstel Promille der Masse eines Elektrons - vielleicht sogar die Masse Null! Auf jeden Fall können dem Neutrino weder elektrische noch magnetische Felder das geringste anhaben und es auch nicht zu Wechselwirkungen zwingen und sich so den Wissenschaftlern verraten. Ähnlich wie die kleinsten Portionen des Lichtes, die Photonen, bewegen sich Neutrinos nach den herkömmlichen Vorstellungen mit Lichtgeschwindigkeit, sind jedoch unsichtbar und hinterlassen keine Spuren. Inzwischen kennen die Forscher bisher drei verschiedene Neutrino - Sorten, sowie die zusätzlichen Antiteilchen - vielleicht gibt es noch weitere Neutrinoarten. Man muss davon ausgehen, dass die Neutrinos die häufigsten Partikel überhaupt im Kosmos sind - häufiger als Photonen, deren Zahl ihrerseits die der Baryonen (Protonen und Neutronen). Der Grundbausteine der Materie, noch milliardenfach übertreffen. Jedoch die Schauer ungeheurer Mengen Neutrinos, die alles durchfluten, bleiben nahezu unbemerkt. Die einzige elementare Kraft, die sie spüren, ist die sogenannte schwache Wechselwir-

kung. Sie beträgt nur ein Hundertmilliardstel der elektromagnetischen Kraft und ihre Reichweite ist auf den millionstel Teil eines milliardstel Zentimeter begrenzt. So ist auch einzusehen, dass es äusserst selten ist, dass ein Neutrino mit einem andern Atomkern reagiert. Neutrinos können so durch eine Million hintereinander aufgereihte Sonnen fliegen, ohne nur ein einziges Mal irgendwo beeinflusst zu werden. Dies macht ihre Beobachtung so geheimnisvoll und so schwierig.

Auf diese nahezu unbegrenzte Durchdringungsfähigkeit setzen nun die Wissenschaftler, denn damit sind die Neutrinos in der Lage, den Ort ihrer Entstehung inmitten der Sonne zu verlassen und anschliessend wegen ihrer sehr geringen Wechselwirkung mit der Materie, den gesamten, knapp 700000 km im Radius messenden Sonnenball unverändert zu durchqueren. Mit Lichtgeschwindigkeit erreichen sie in 8 1/3 Minuten die Erde als die einzigen Zeugen aus dem Sonneninnern als Kernfusion. Die Beobachtung dieser Neutrinos bietet somit die einzige Möglichkeit, die Theorien der Energieerzeugung in den Sternen experimentell zu überprüfen. Da man in das Zentrum der Sterne nicht hineinschauen kann, sind diese Informationen auf keinem andern Weg zu erhalten. Die ebenfalls im Sonneninnern erzeugten Lichtquanten, die Photonen, brauchen Millionen an Jahren, bis sie vielfach umgewandelt schliesslich die Sonnenoberfläche erreichen und sichtbar werden.

#### Labore im Untergrund - Das Neutrino - Problem

Ein im Vergleich zur Sonne fast unendlich kleiner Detektor auf der Erde soll die äusserst geringfügigen Wirkungen einer, wenn auch ungeheuer grossen, Zahl von Teilchen erfassen. Dies liegt heute durchaus im Bereich des Möglichen, wie es Vorversuche gezeigt haben. Das Messprinzip ist einfach; Notwendig ist ein Stoff, der als «Falle» für Neutrinos wirkt. Die durchflutenden Neutrinos sollen mit einigen wenigen Atomkernen so wechselwirken, dass diese radioaktiv werden und so registriert werden können. Dabei muss allerdings gewährleistet sein, dass solche Treffer nur von Neutrinos stammen und nicht etwa von andern schnellen Teilchen wie sie in der kosmischen Strahlung allgegenwärtig vorkommen. Dies ist auch der Grund, dass dieses Labor im tiefen Erdinnern erstellt werden muss, wo die kosmische Strahlung weitgehend vermindert ist. Mitten unter dem Grand-Sasso - Massiv in einem Strassentunnel durch die Abruzzen in Italien, abgeschirmt durch 1200 m Gestein, hat das italienische INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) den Bau eines europäischen Untergrund - Labors fast vollendet. Zwei der insgesamt drei unterirdischen Räumen sind weitgehend fertiggebaut - die Bauarbeiten für Gallex werden noch in diesem Jahr beginnen. In 1200 m Tiefe ist die natürliche kosmische Strahlung mehr als eine Million mal schwächer als an der Erdoberfläche. Im Erdboden lauern jedoch noch andere Störenfriede, natürliche radioaktive Elemente wie Uran, Thorium, Radium oder auch Kalium. Diese sind auch im Baumaterial und sogar in Messinstrumenten vorhanden. Aus diesem Grund können für Gallex nur sorgfältig auserlesene Werkstoffe eingesetzt werden.

Die ganze Uebung wurde schon einmal ausprobiert. In einem Goldbergwerk der Homestake - Mine im amerikanischen Bundesstaat South - Dakota nahm in 1500 m Tiefe Dr. Raymond Davis im Jahre 1970 das erste Neutrino - Registrierinstrument in Betrieb. Einen mit 400000 Liter fassenden Tank, gefüllt mit Perchloräthylen bildete den Kernpunkt der Anlage. Die Chloratome dieser Substanz reagieren mit energiereichen Neutrinos und zwar leider nur mit diesen. In dieser Materie verding sich nur ein knappes Drittel des Neutrino - Anteils, der gemäss Theorie des allgemein anerkannten Standard - Sonnenmodells erwartet wurde. Nachdem auch die letzten Skeptiker überzeugt worden waren, ist

man der Ansicht, dass diese Messwerte reell sind. Durch diese Erkenntnis wurden die Vorstellungen des Sternaufbaus in eine ernsthafte Krise gestürzt - das sogenannte Neutrino - Problem.

- Stimmt das Standard - Modell von der Sonne, oder enthält es grundsätzliche Fehler?
- Funktioniert die Sonne nach einem ganz andern Prinzip, oder steckt gar ein «Schwarzes Loch» dahinter?
- Oder macht die Sonne zur Zeit eine Pause?
- Stossen den Neutrinos auf dem langen Weg zwischen Sonne und Erde etwas Unbekanntes zu, sodass nur eine bestimmte Sorte bei uns eintrifft?

Das Sonnenneutrino - Problem hat unsere Wissenschaftler seither nicht mehr in Ruhe gelassen. So ersannen sie neue Messmethoden, die zu Gallium führten. Das Chlor reagiert nur mit einem winzigen Bruchteil etwa einem hundertstel Prozent der insgesamt in der Sonne freigesetzten Neutrinos, die aus einem für die Energieerzeugung unbedeutendem Nebenzweig, der sechs gleichzeitig nebeneinander ablaufenden Prozesse, stammen.

#### Das Gallium - Experiment

Gewissheit darüber kann das Gallium - Experiment bringen. Dieses Material reagiert mit den ungefähr 10000 mal häufigeren energieärmeren Neutrinos, die bei den wichtigsten von allen sechs Fusionsreaktionen in der Sonne freigesetzt werden, nämlich wenn zwei Wasserstoffkerne (Protonen) zu einem Deuteriumkern verschmelzen. Dieser Prozess geschieht im Sonnenkern, etwa 1/5 der gesamten Sonnenkugel einnehmenden Teil bei 15 Millionen Grad unter der Last des gesamten Sonnengewichtes bei mehr als 200 Milliarden bar. Von diesem Zentrum aus nach aussen sinkt die Temperatur ständig: zunächst unter Werte, bei denen die Verschmelzung der Atomkerne abklingt und schliesslich auf rund 6000 Grad an der Sonnenoberfläche in der Photosphäre. Da also der Wasserstoff nur im Zentrum verbrennt und die Sonnenmaterie sich jedoch bis knapp unter die Oberfläche nicht umwälzt, geschieht der Energietransport nach aussen ausschliesslich durch Strahlung.

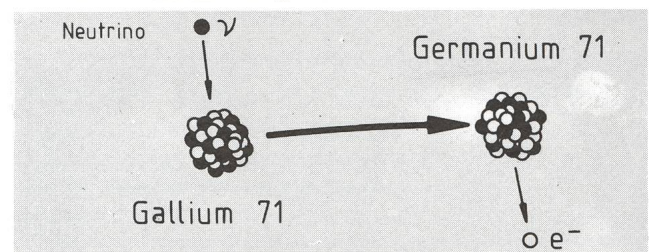


Abb. 2: Ein Neutrino kann ein Galliumatom in ein Germaniumatom umwandeln. Dabei wird ein Elektron frei.

Mit dem Gallium - Experiment suchen wir also nach den niederenergetischen Neutrinos, die das Chlor - Experiment gar nicht sehen kann, d.h. über 95% aller Neutrinos, welche die Sonne überhaupt produziert und die in direktem Zusammenhang mit ihren primären Energieerzeugungsprozessen und damit auch ihrer Leuchtkraft stehen. Die Sonne bietet vermutlich die einzige Möglichkeit kosmische Neutrinos nachzuweisen. Vom nächsten Fixstern, dem Proxima Centauri erreicht uns pro Sekunde kaum noch ein Neutrino pro  $\text{cm}^2$ . Wohl sind dabei Ausnahmen denkbar, z.B. wenn ein Stern sein Leben aushaucht. Bei einer Supernova - Explosion rechnet man mit einem gewaltigen Neutrino - Schwall, allerdings nur von weniger als einer Sekunde Dauer. Ausserdem sind solche Ereignisse sehr selten; im Durchschnitt etwa alle 30 Jahre beendet in unserer Milchstrasse ein Stern auf diese Art sein Leben.

### Erfolgreiches Pilotprojekt

Es bestand ursprünglich die Absicht das Gallium - Experiment mit dem Labortest von Dr. Raymond Davis und seinen Mitarbeitern gemeinsam zu verwirklichen. Im März 1979 begann das Heidelberger Max - Planck - Institut die Zusammenarbeit mit den beim Neutrino - Nachweis damals erfahrenen Amerikanern. Die Heidelberger Kernphysiker entwickelten die äusserst schwierige Zähltechnik für den Nachweis einzelner radioaktiver Atome aus Tonnen - Mengen von Detektormaterial. Das amerikanisch - deutsche Forscherteam demonstrierte in dieser Pilot - Anlage, in der 1,3 t Gallium in Form von Gallium - Chlorid - Lösung eingesetzt waren, dass der Nachweis von Neutrinos nach dieser Methode technisch möglich ist. Für den Neutrino - Detektor, der ebenfalls in der Homestake - Goldmine aufgestellt werden sollte waren 45 t Gallium vorgesehen. Leider kam dann das Projekt aus verschiedenen Gründen nicht zustande.

### Gallium - Ein Nebenprodukt des Aluminiums

Der grosse Aufwand an Energie bei der Herstellung von Gallium ist sehr teuer; ein Gramm dieses Stoffes kostet rund einen Franken. Gallium wird aus Bauxit als Nebenprodukt der Aluminium - Erzeugung gewonnen und muss von diesem erst mit Hilfe der Elektrolyse abgeschieden werden. In reiner Form ist Gallium ein silberweisses dehnbares Metall, das bei ca. 30°C schmilzt und äusserlich dem Quecksilber ähnelt. Besondere Bedeutung hat Gallium für die Elektronikindustrie bekommen. Hier wird es vor allem als Halbleiter - Material Gallium - Arsenid für Leuchtdioden und auch für besonders wirkungsvolle Solarzellen zur Stromerzeugung eingesetzt.

### Der Gallium - Detektor und die Messmethode

Für den Neutrino - Physiker ist jedoch entscheidend, dass Gallium ca. 15 mal mehr Neutrinos geringerer Energie einfangen kann, als das bisher verwendete Chlor - 37. Trifft ein Kern eines Gallium - Atoms auf ein Neutrino, so wandelt es dieses in ein Proton um - ein Elektron wird abgespalten. Die so veränderte

elektrische Ladung des Atomkerns bedeutet aber, dass ein anderes chemisches Element entstanden ist; nämlich Germanium - 71. Dieses Element ist radioaktiv, mit einer Halbwertszeit von 11,4 Tagen, d.h. in dieser Zeit ist die Hälfte des durch Neutrino - Einfang neugebildeten Materials wieder in Gallium - 71, der Ausgangssubstanz zerfallen. Die Folge davon ist, dass der Neutrino - Detektor nicht beliebig lange mit Neutrinos beschossen werden kann, sondern er erreicht, ähnlich einer Photoplatte, eine Sättigung. Im Gallium - Detektor halten sich neue und wieder zerfallene Germanium - 71 - Atome nach ca. einem Monat die Waage. Bis spätestens dann müssen die neu entstandenen Ge - 71 - Kerne registriert werden. Das ist auch der heikelste Teil des Experimentes. Denn die 66 Milliarden Sonnenneutrinos, die pro Sekunde jeden  $\text{cm}^2$  der Erde durchfluten, verursachen in 30 t Gallium pro Tag durchschnittlich nur eine Reaktion, d. h. sie erzeugen pro Tag nur ein einziges Ge - 71 - Atom. Das ungeheure daran ist nun, dass nach ca. einem Monat 20 Ge - 71 - Atome aus 30 t Gallium herausgefischt werden müssen! Doch dass dies machbar ist haben die Heidelberger Kernphysiker bereits an ihrer Pilotanlage bewiesen. Das Gallium wird nicht in seiner metallischen Art benutzt, sondern als Gallium - Chlorid. Dieser flüssige Stoff hat verfahrenstechnische Vorteile. Wird in dieser Lösung von einem Neutrino ein Treffer erzielt, entsteht ein gasförmiges Germanium - Tetrachlorid. Es wird mit Luft oder einem andern Gas aus der Lösung herausgeblasen und in einem Behälter mit Wasser absorbiert. Dieser Extraktionsprozess wird ca. alle zwei Wochen durchgeführt. Anschliessend folgt der Konversionsprozess; das radioaktive Germanium - Tetrachlorid wird chemisch in das Gas Germanium - Wasserstoff in Germangas umgewandelt, da es nur so sich zur Zählung eignet. Dieses Germangas kann jetzt direkt in ein Zählrohr eingeleitet werden, das die radioaktiven Zerfälle - vor allem in Form von abgestossenen Elektronen oder Röntgenstrahlen zählt. Daraus lässt sich dann die Zahl der eingefangenen Sonnenneutrinos bestimmen - das eigentliche Ziel des Experimentes. Welche Neutrino - Häufigkeiten nun wirklich gemessen werden ist noch ungewiss. Dies hängt unter anderm davon ab, ob es stimmt, dass Neutrinos masselose Teilchen sind. Trifft dies zu, sollte Gallex den gesamten, von der Sonne ausgehenden Neutrino - Fluss in voller Stärke erfassen. Dies wäre dann auch der Beweis, dass die Sonne grundsätzlich ihre Energie durch die Fusion von Wasserstoffkernen erzeugt. Stimmt die Theorie von den masselosen Neutrinos nicht, so ändern die Neutrinos ihre Eigenschaft auf dem langen Weg von der Sonne zur Erde.

Die Erfolgsaussichten für das ungewöhnlich schwierige Forschungsvorhaben wird von Prof. Till Kirsten als zuversichtlich beurteilt, da an diesem Experiment ausschliesslich Wissenschaftlergruppen teilnehmen, die anerkannte Spitzenleistungen an vorderster Front der internationalen Forschung gezeigt haben. Doch nicht nur ideellen Zuwachs an Grundlagenwissen lässt das Gallex - Projekt erwarten, denn das Gallium - Material bleibt beim Experiment unverändert und kann als Elektronik - Werkstoff eventuell sogar mit Gewinn nach Abschluss der Versuche wieder verkauft werden.

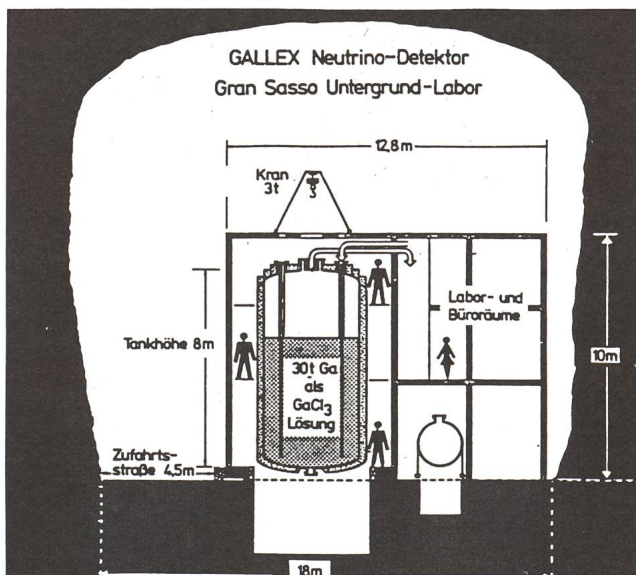


Abb.3: Noch in diesem Jahr sollen die Arbeiten an dem Gebäude beginnen, das in einer Kaverne des europäischen Untergrund-Labors im Gran Sasso-Bergmassiv den 80'000-Liter-Tank für den Gallium-Trichlorid-Detektor des «Gallex»-Versuchs aufnimmt. Skizze: MPG

Adresse des Autors:

HANS BODMER, Postfach 1070, CH-8606 Greifensee