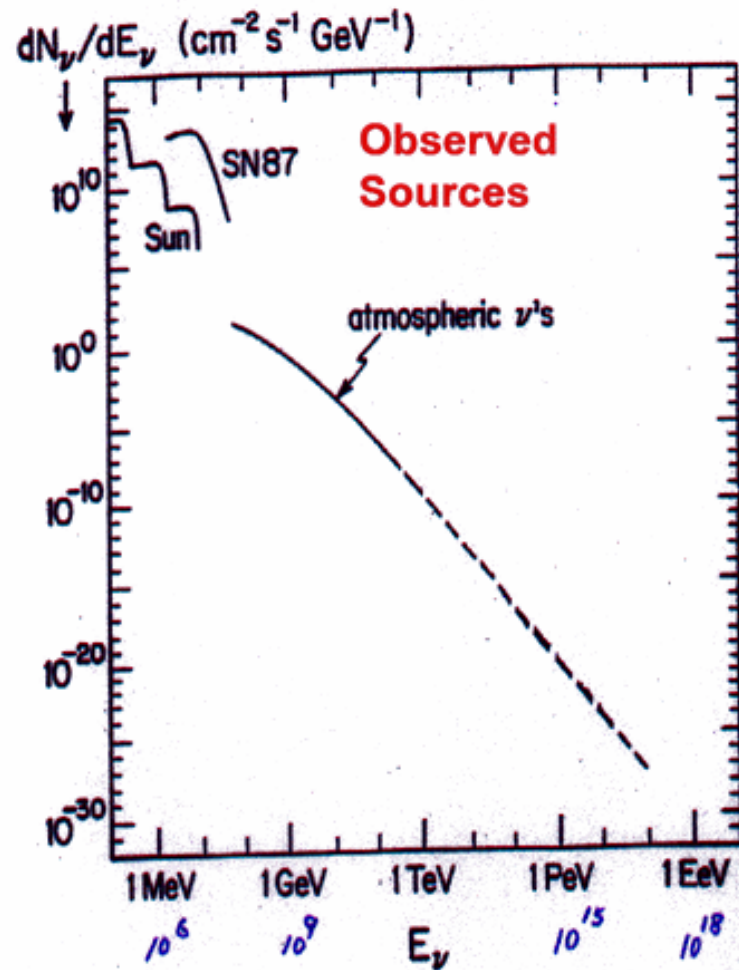
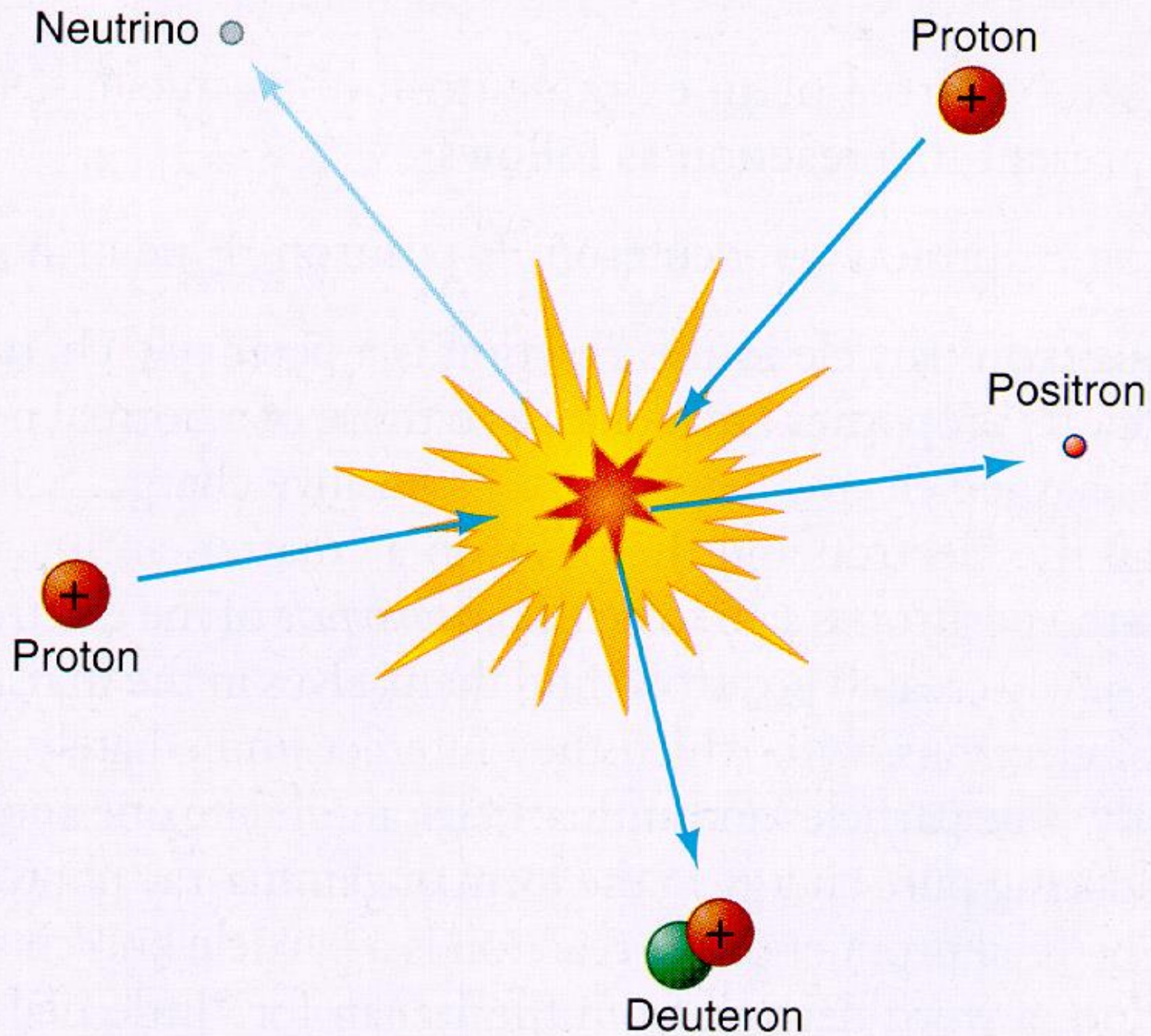


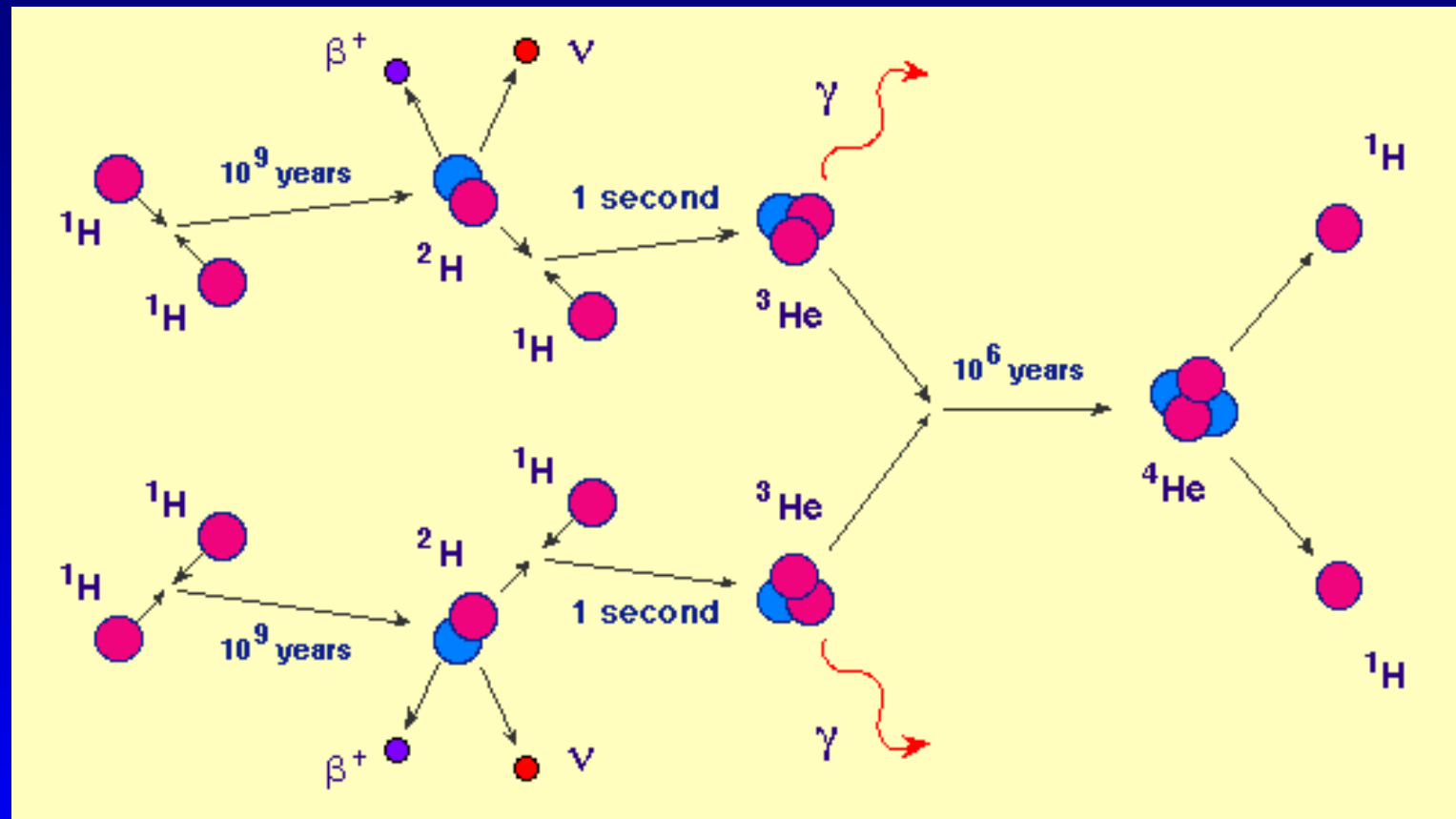
Neutrino Astronomie

The Neutrino Energy Spectrum



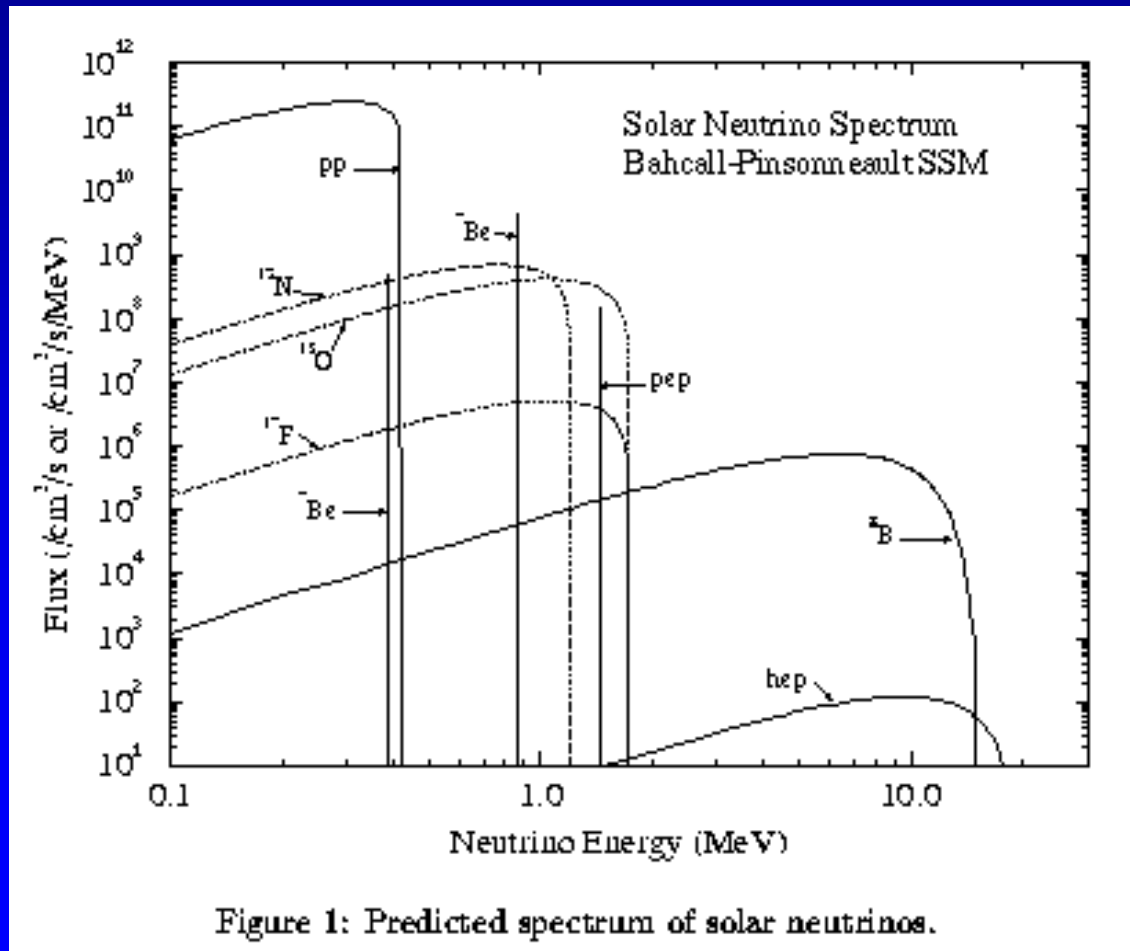
**astronomische Neutrinos entstehen
insbesondere im Zentrum unserer
Sonne**

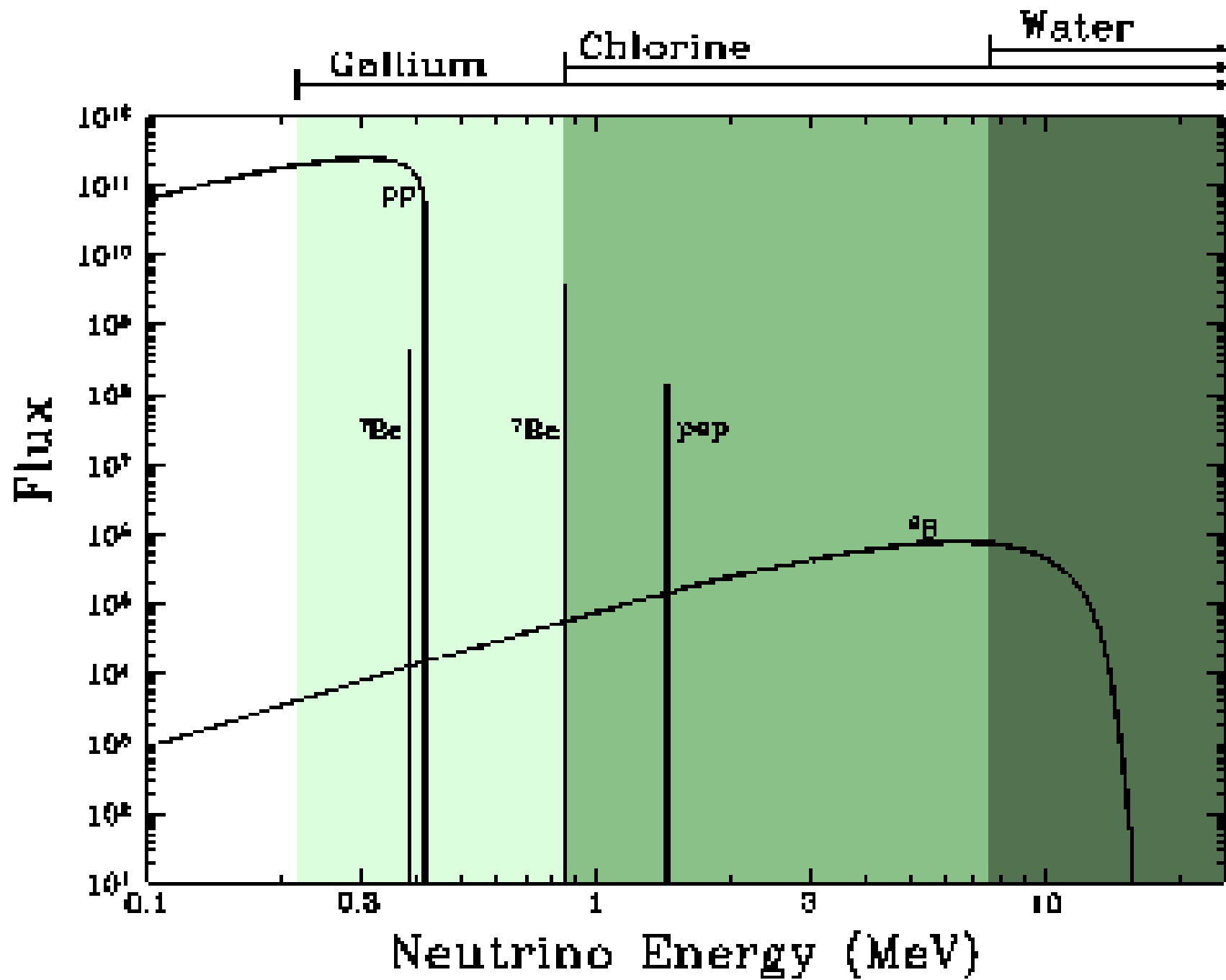




Proton-Proton Zyklus

Das Problem der Sonnenneutrinos





Der Homestake Detektor

erbaut 1967

**erster N-Detektor, welcher
solare Neutrinos nachwies**

Homestake Goldmine, South Dakota

**615 Tonnen Perchloräthylen
in einem Tank, 2 km unter der Erde**

**Leiter: Raymond Davis Jr.,
Nobelpreis 2002**

**(zusammen mit Koshiba
und Giacconi)**



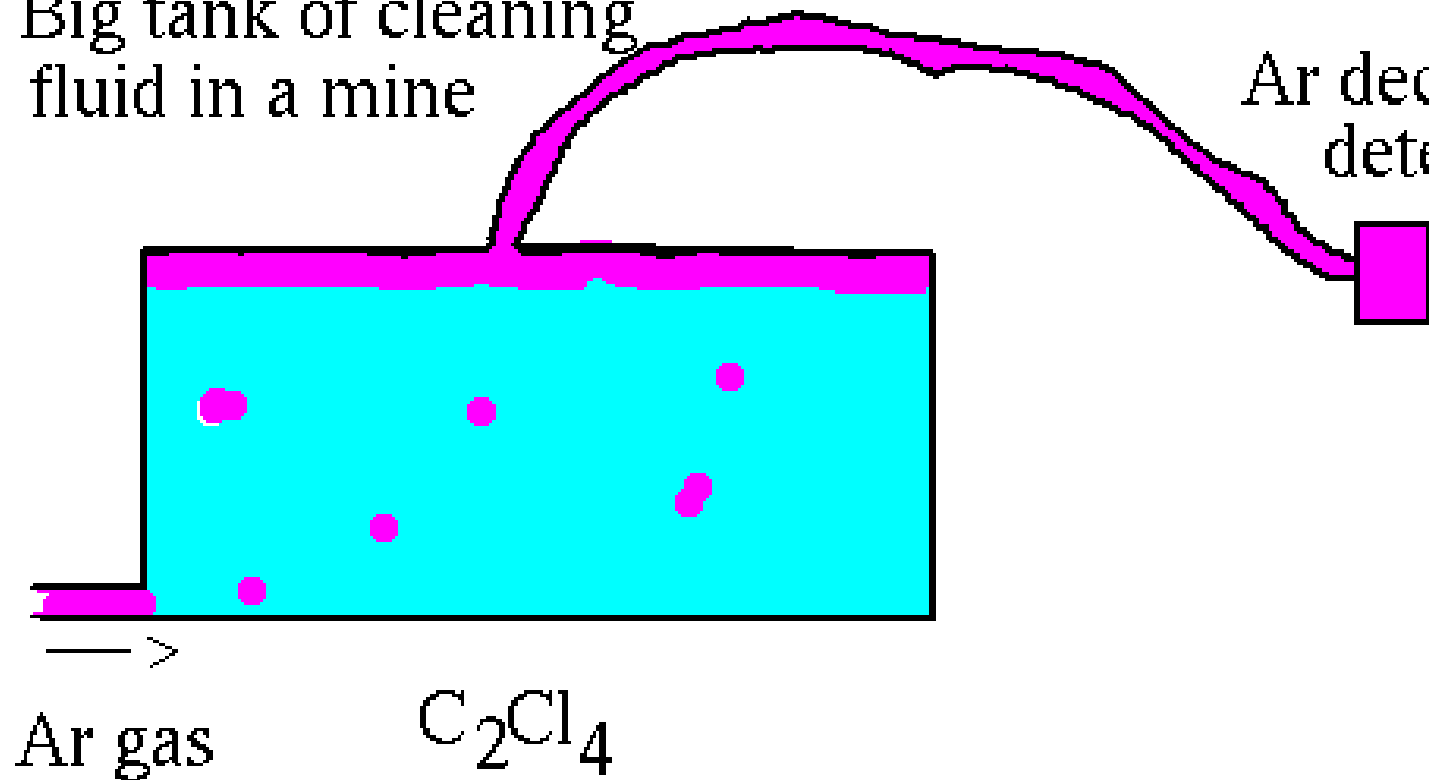
Etwa 2 mal in 3 Tagen reagiert ein Neutrino mit einem Cl-Kern und produziert radioaktives Argon.

Dieses radioaktive Argon wird dann nachgewiesen.

**Daten (1969 - 1993): $2,5 \pm 0.2$ SNU
erwartet: 8 SNU**

Big tank of cleaning
fluid in a mine

Ar decay
detector





Das Gallex Experiment

Ort: Gran Sasso Tunnel, Alpen

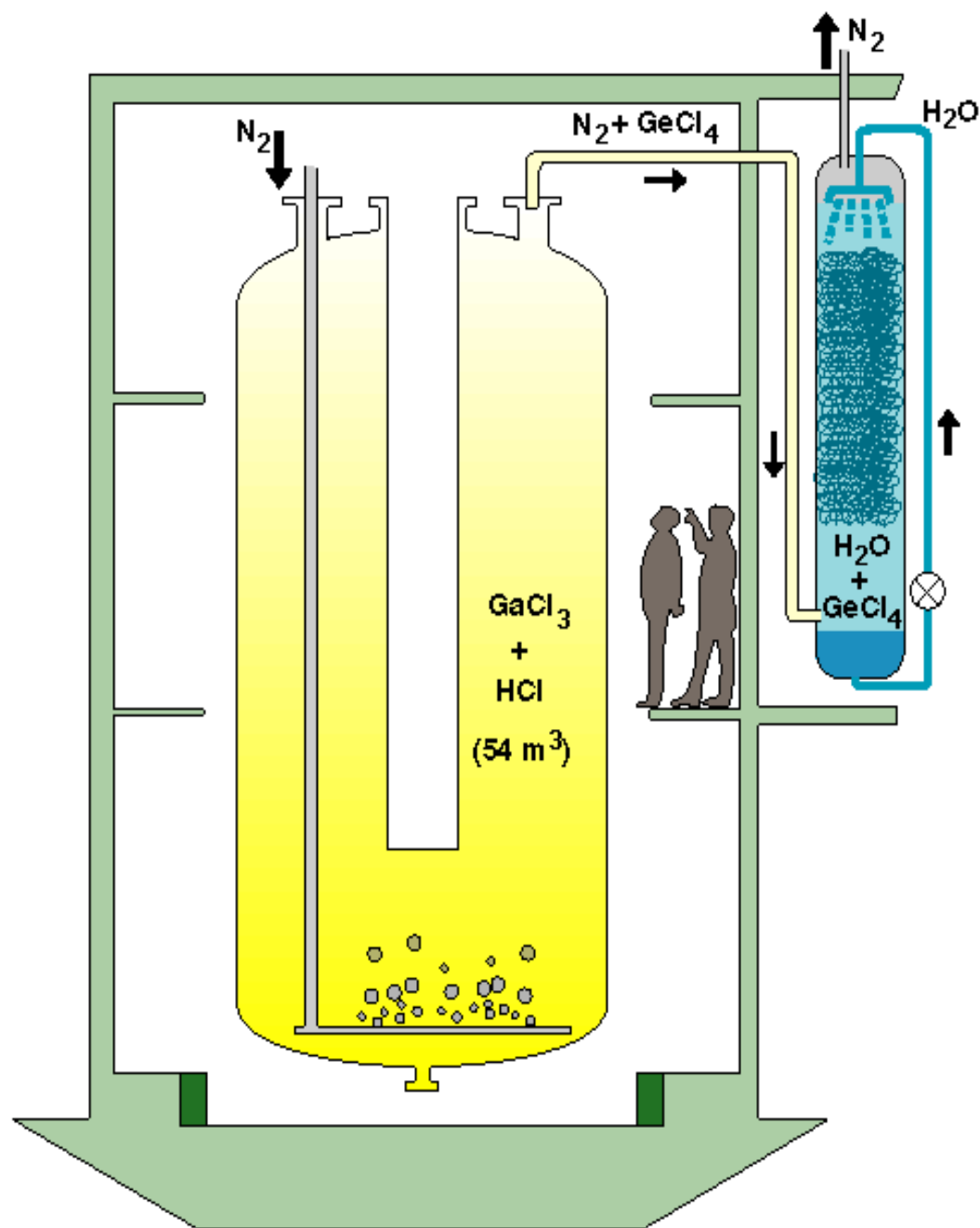
30 Tonnen Gallium



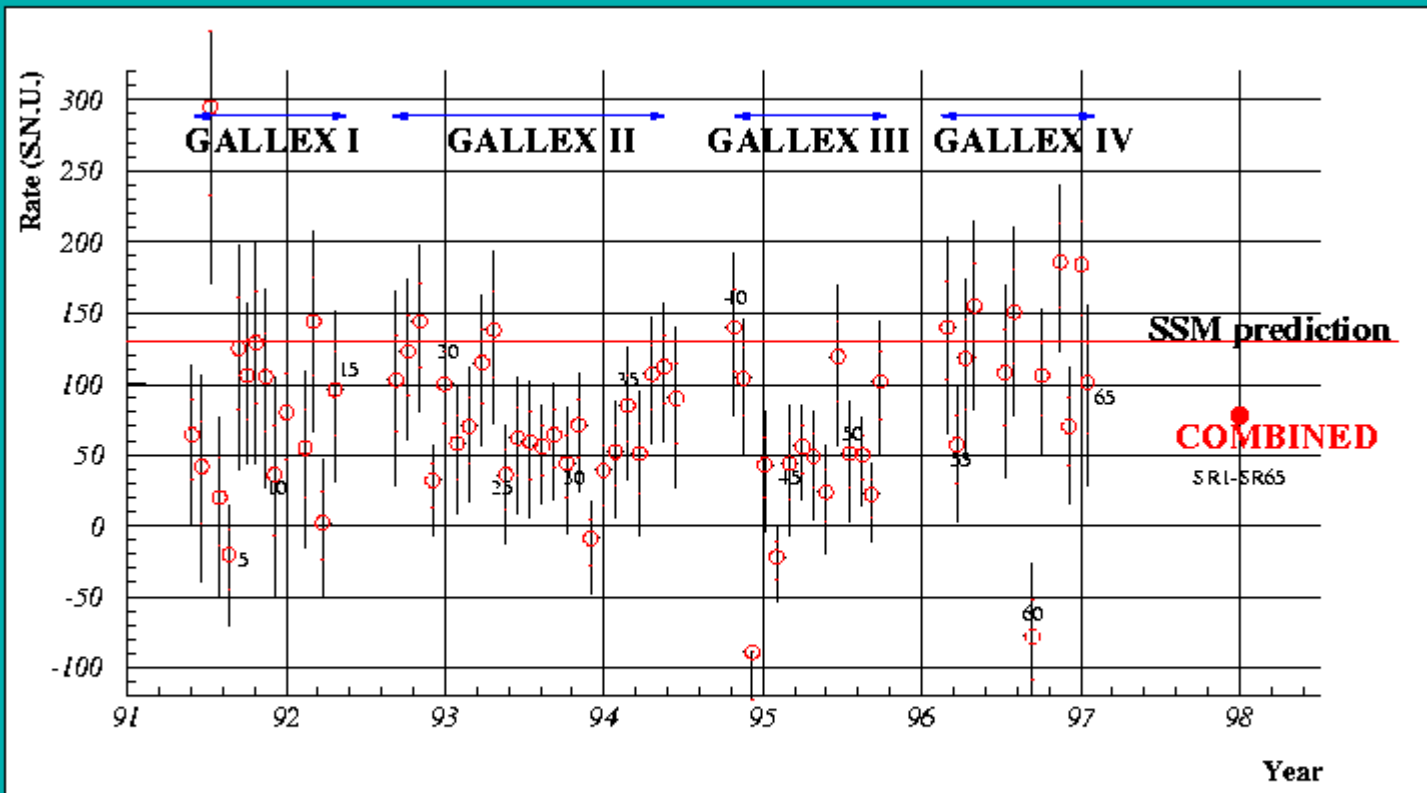
Das radioaktive Germanium wird nachgewiesen

Theoretiker erwarten hier eine Ausbeute von
132 SNU

Gallex beendet: 1997



GALLEX RESULTS



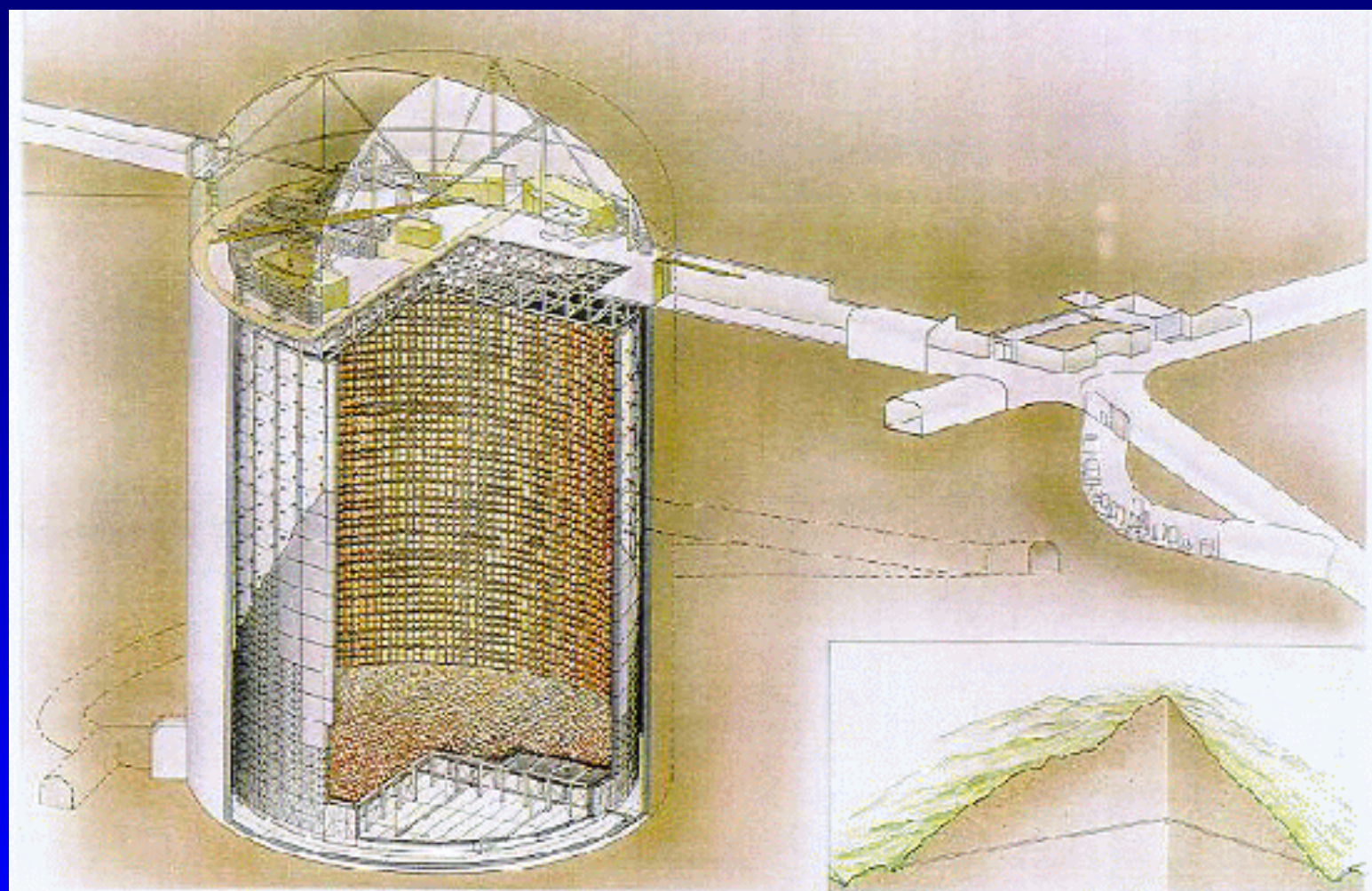
Combined Result (SR1-SR65): 77.5 ± 6.2 (stat) $^{+4.3}_{-4.7}$ (sys)

Phys.Lett. B447 (1999) 127

erwartet: 130 SNU

Der Kamiokande und Superkamiokande Detektor

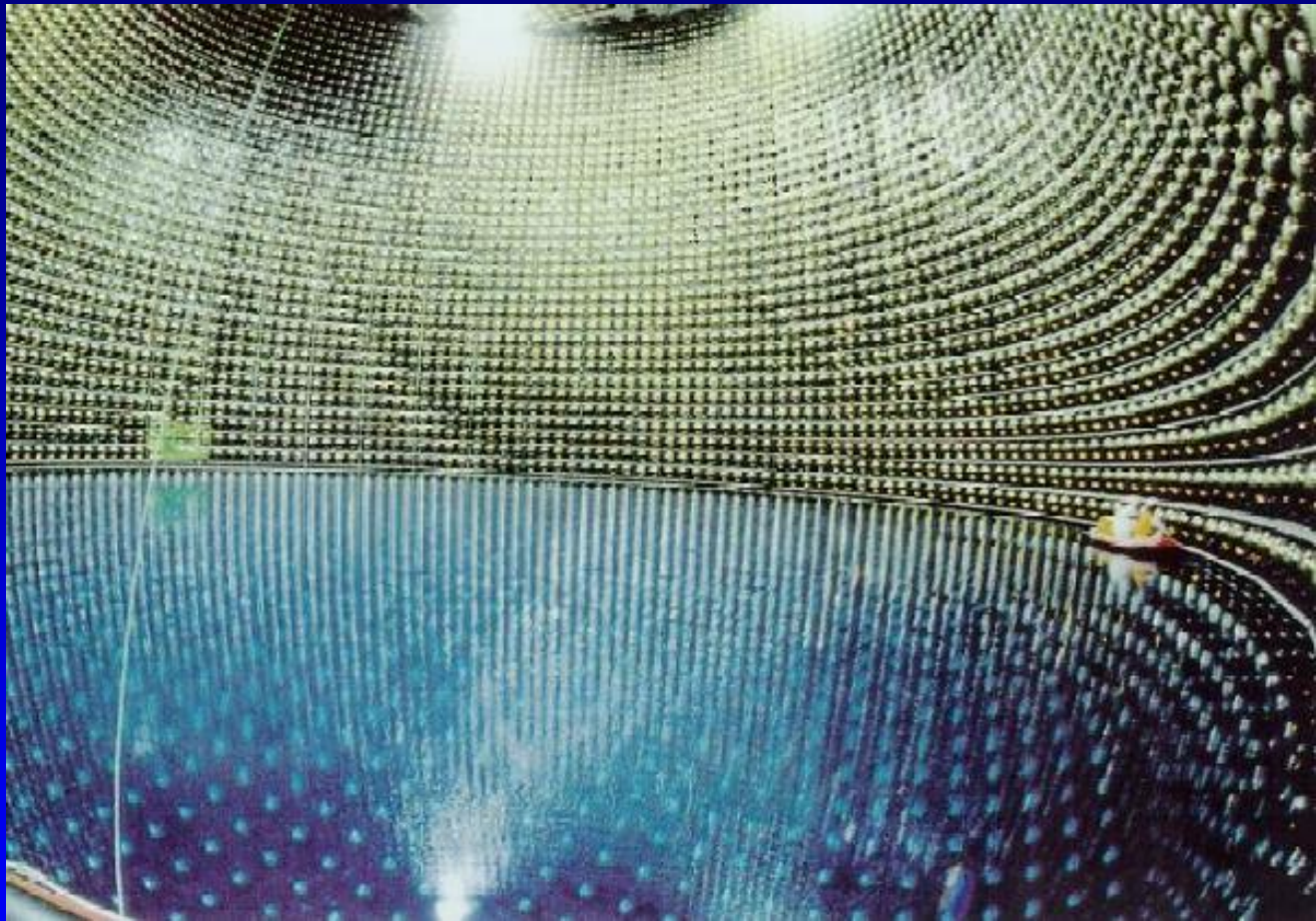


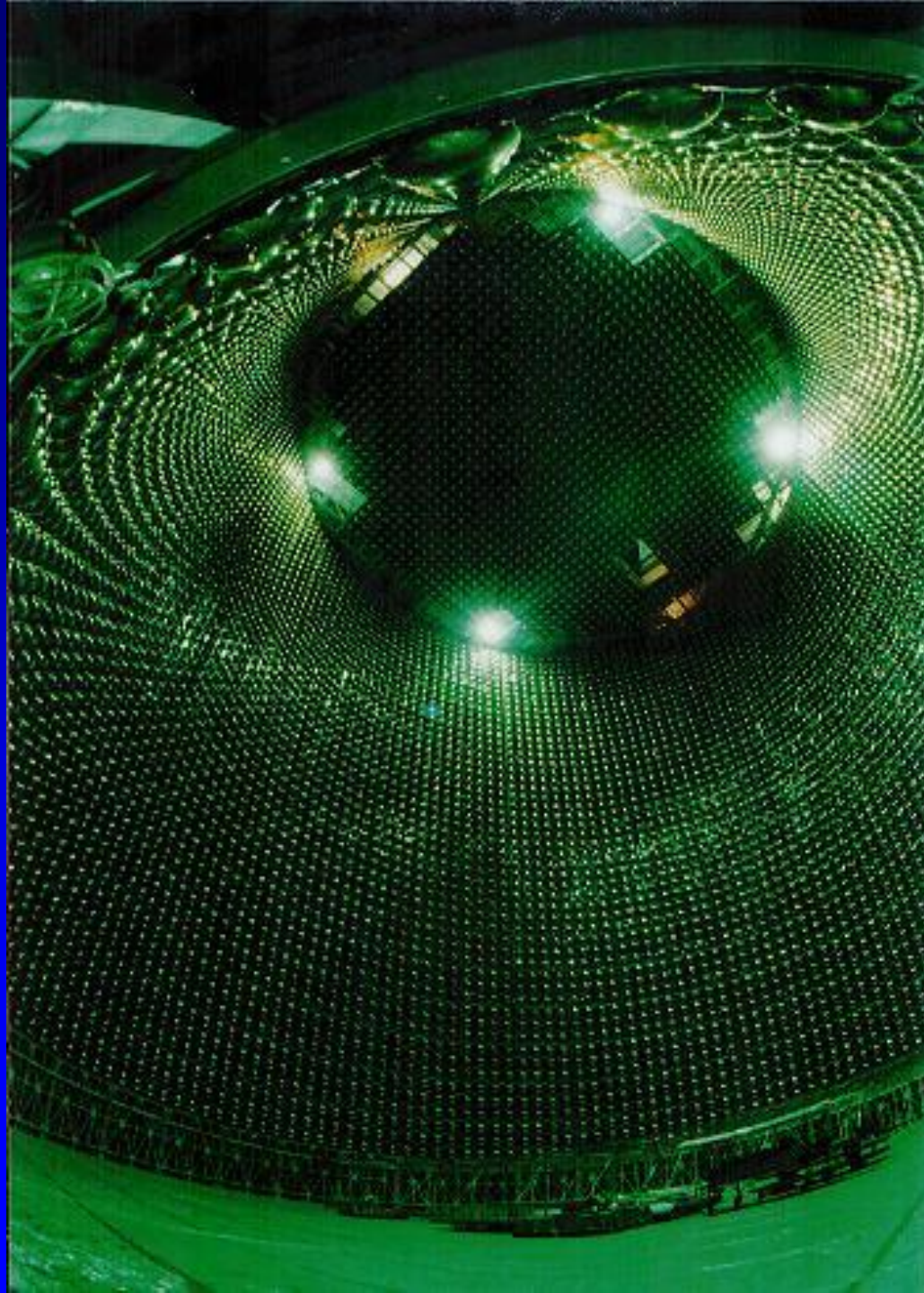


SUPERKAMIOKANDE

INSTITUTE FOR COSMIC RAY RESEARCH UNIVERSITY OF TORONTO

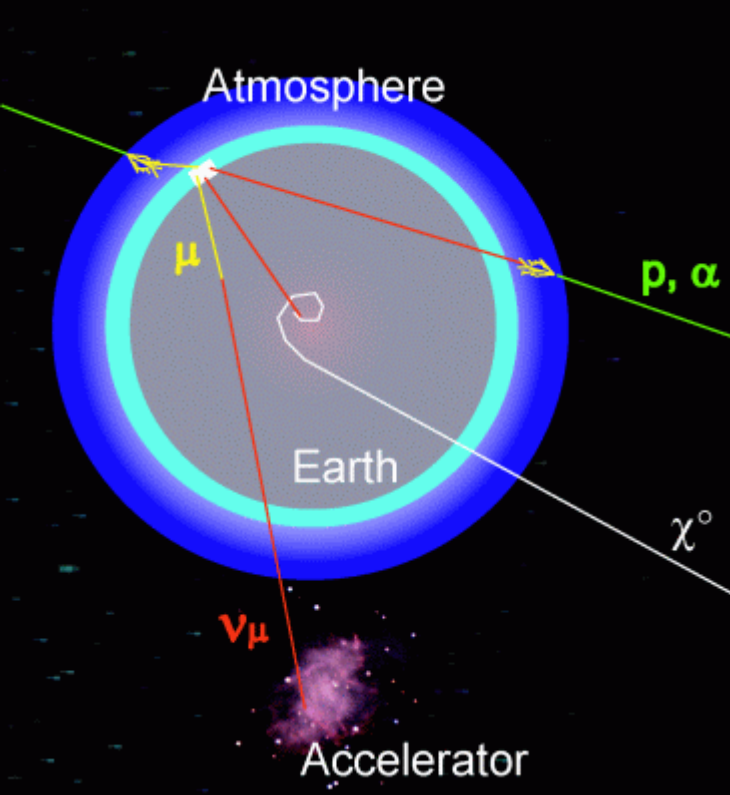
NIOSH SERKE



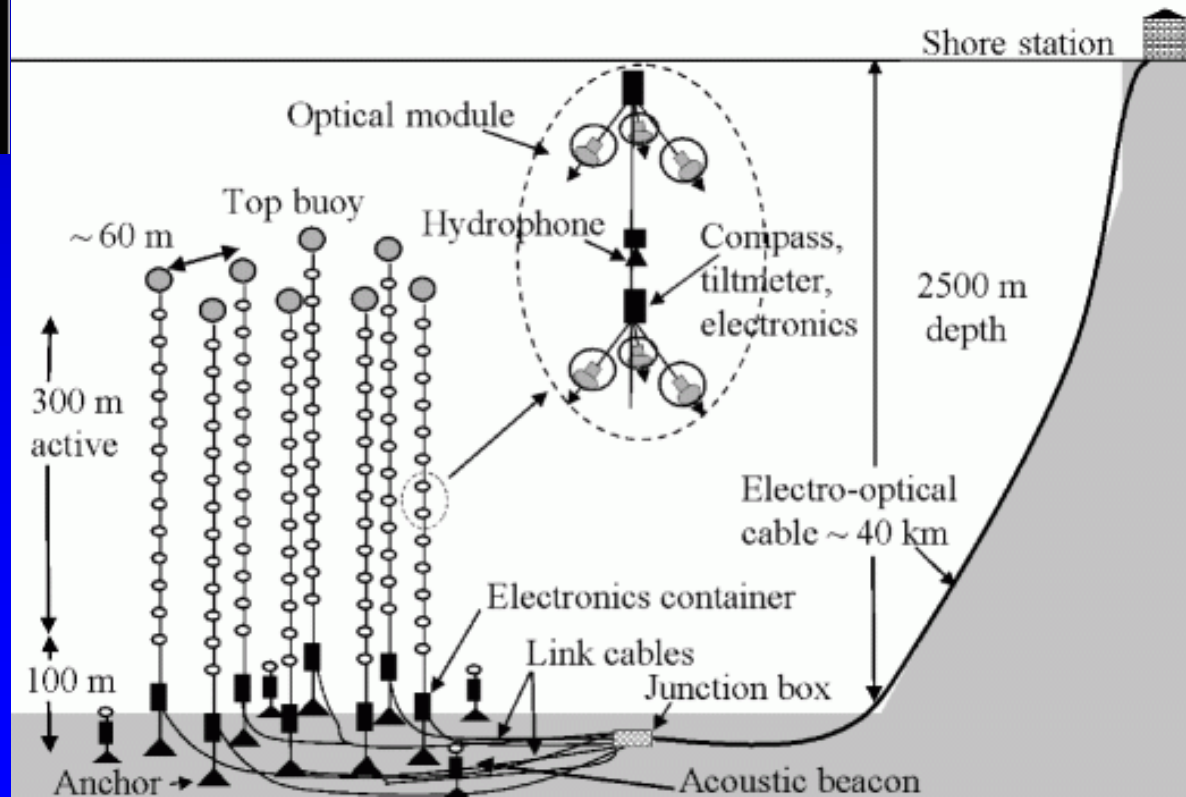


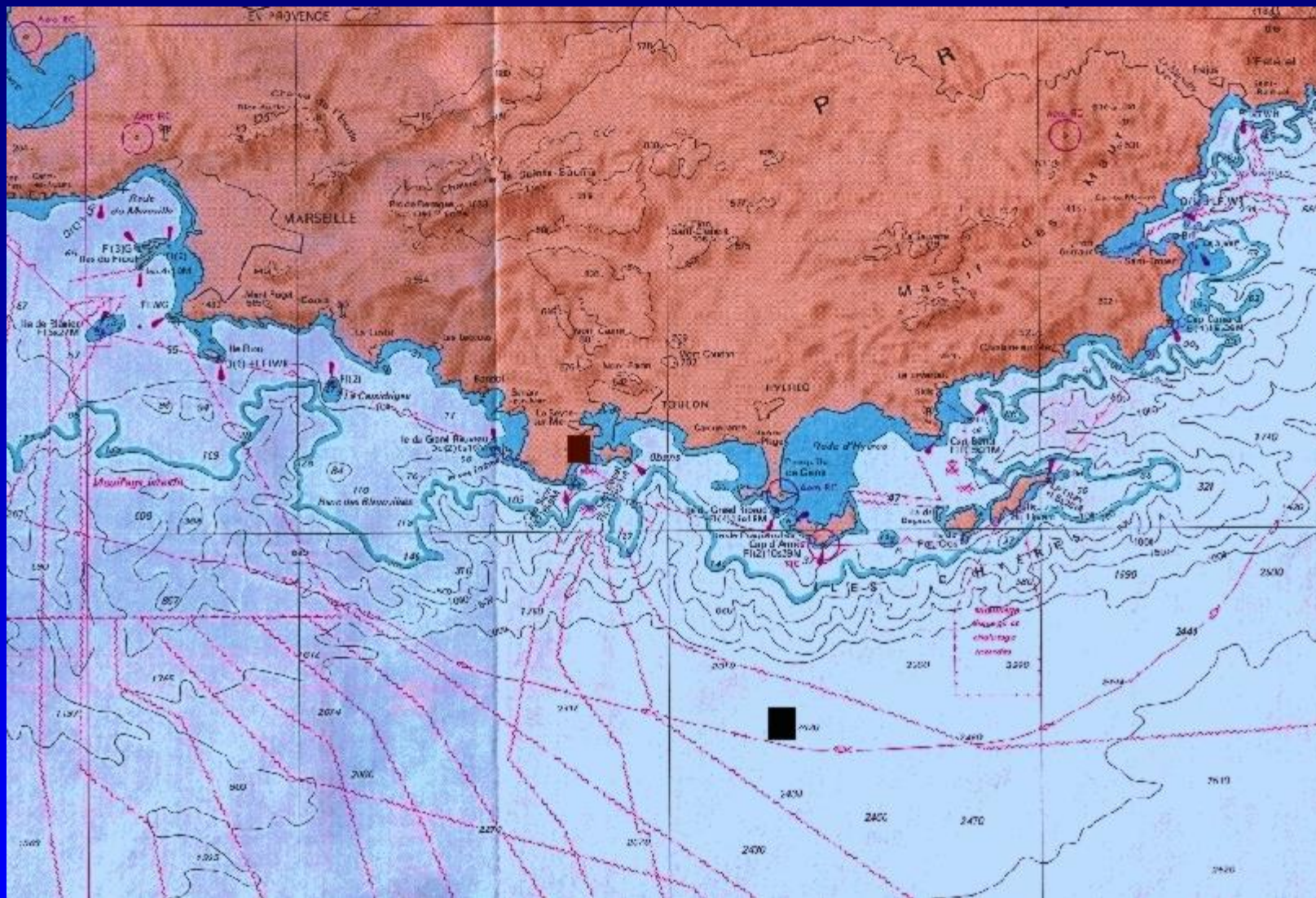
ANTARES

Astronomy with a Neutrino Telescope
and Abyss environmental RESearch

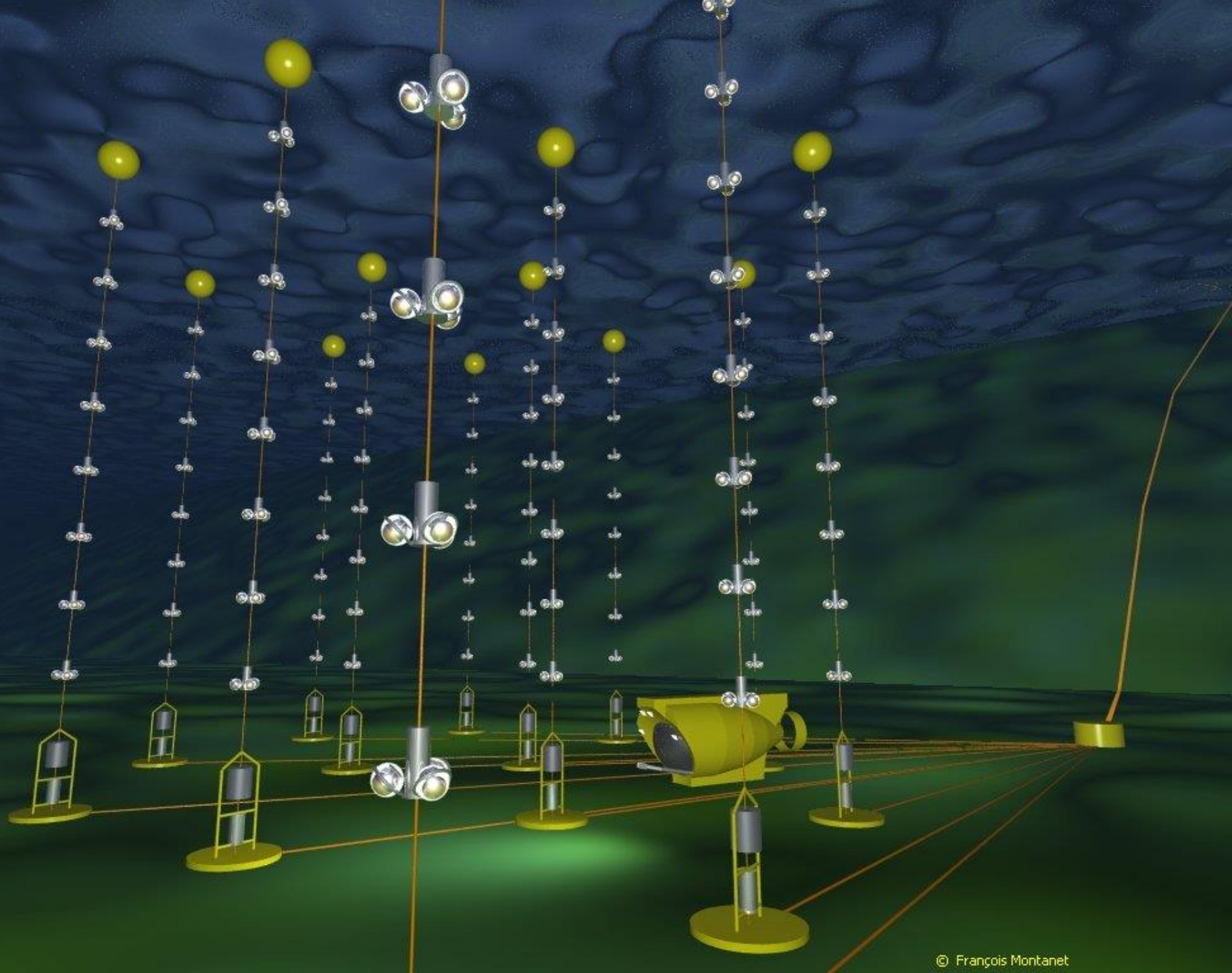


man will die Cherenkov Strahlung
der Muonen messen



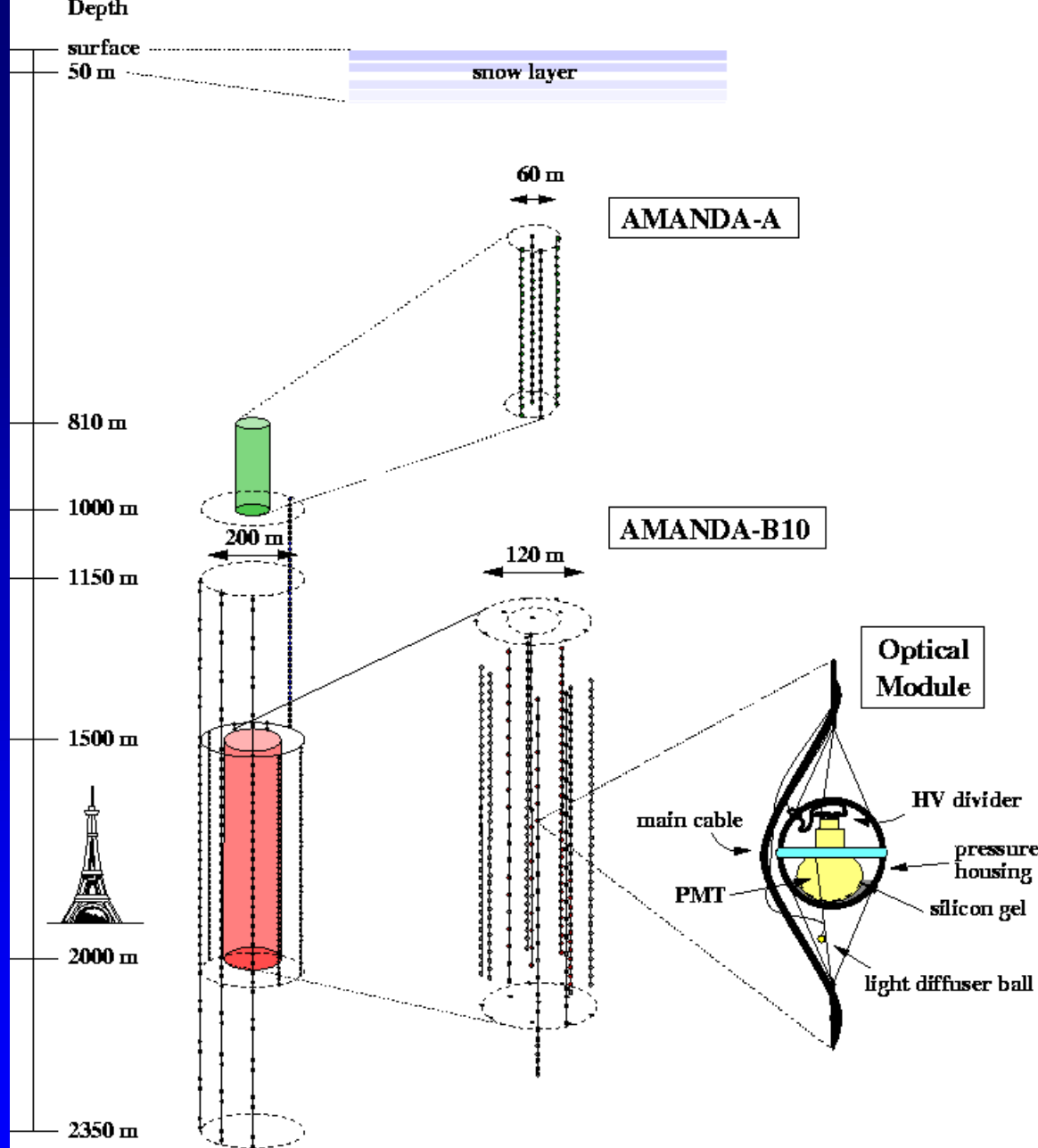


ANTARES



AMANDA

Antarctic Muon AND Neutrino Detector Array



AMANDA as of 2000
Eiffel Tower as comparison
(true scaling)

zoomed in on
AMANDA-A (top)
AMANDA-B10 (bottom)

zoomed in on one
optical module (OM)

Sudbury Neutrino Observatory

(Canada, UK, USA)

Das Sudbury Neutrino Observatorium (SNO)

**in 2070-m Tiefe in der Creighton Mine
bei Ontario, Canada**

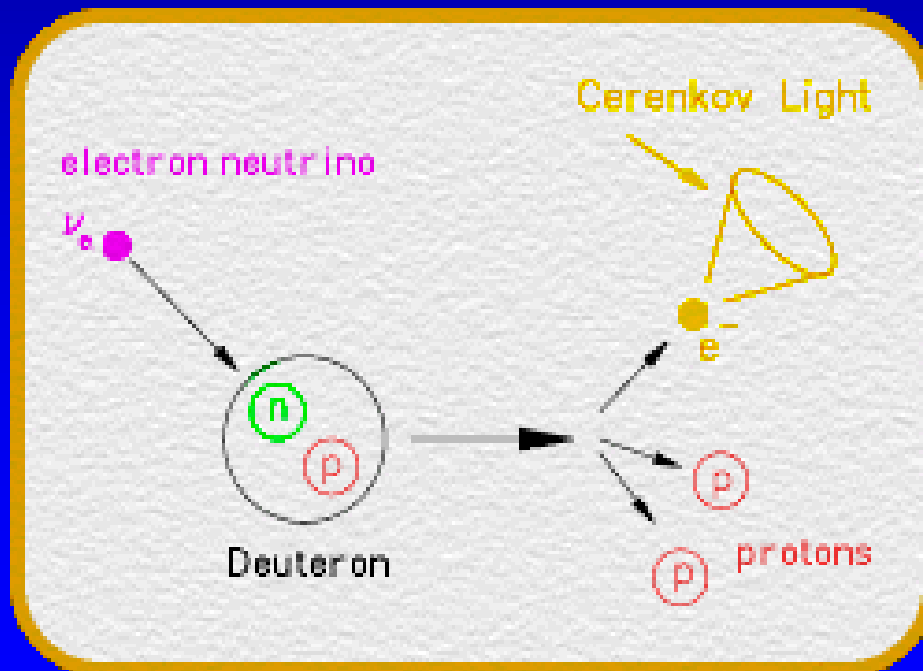
Schwerwasser Cherenkov-Detektor

**1000 Tonnen schweres Wasser in Acrylgefäß
(12-m Durchmesser)**

**9600 Photomultiplier zum Nachweis der
Cherenkov Strahlung**

SNO: 3 Wege, Neutrinos nachzuweisen

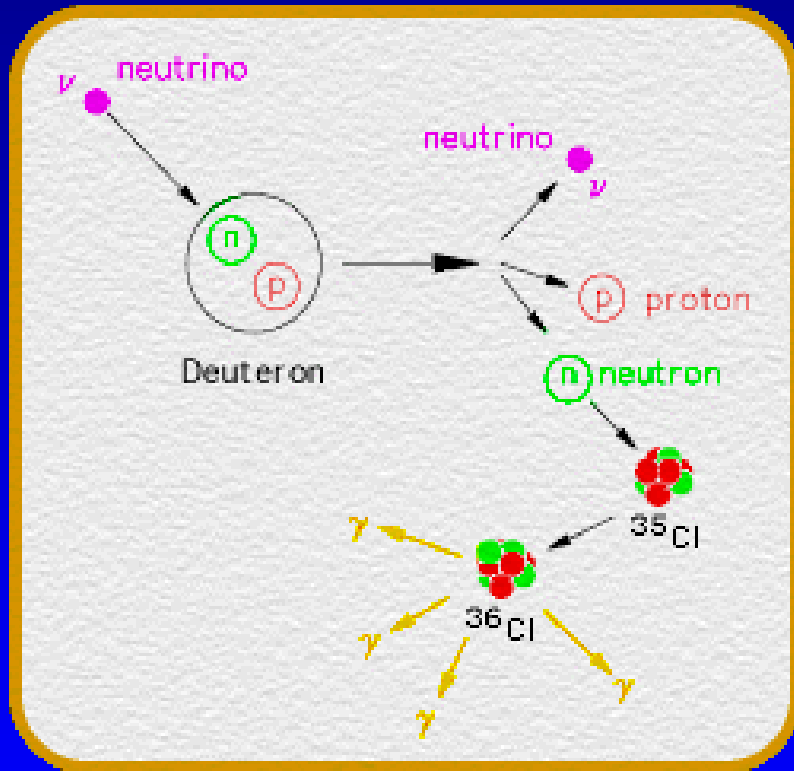
1. Reaktionen mit geladenen Teilchen



Erwartung:

30 Ereignisse/Tag

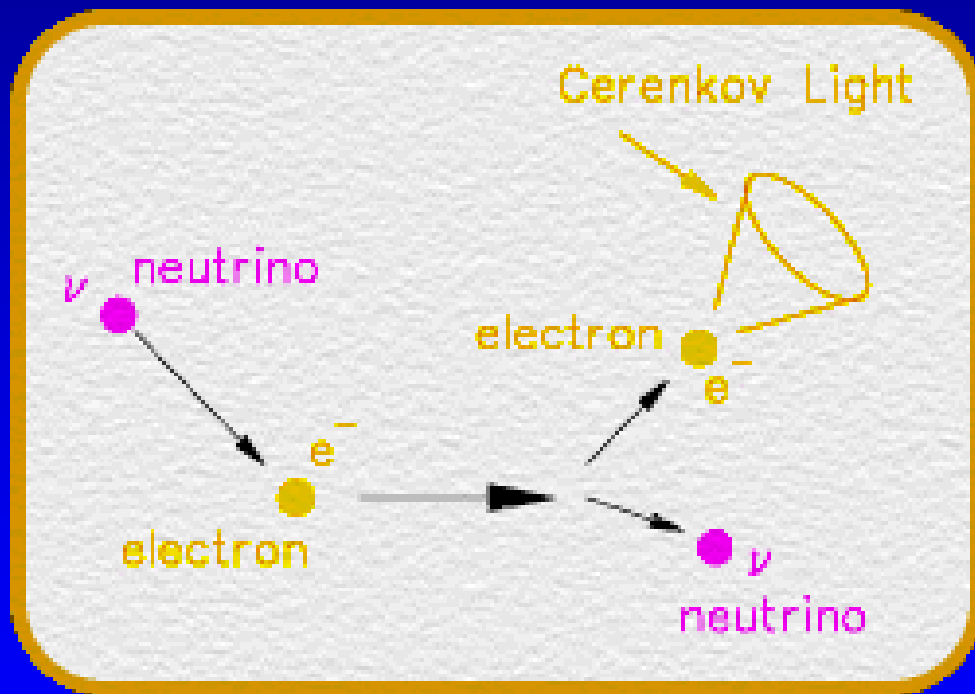
2. Reaktionen mit neutralen Teilchen (Z Boson)



Erwartung:

30 Neutronen/Tag

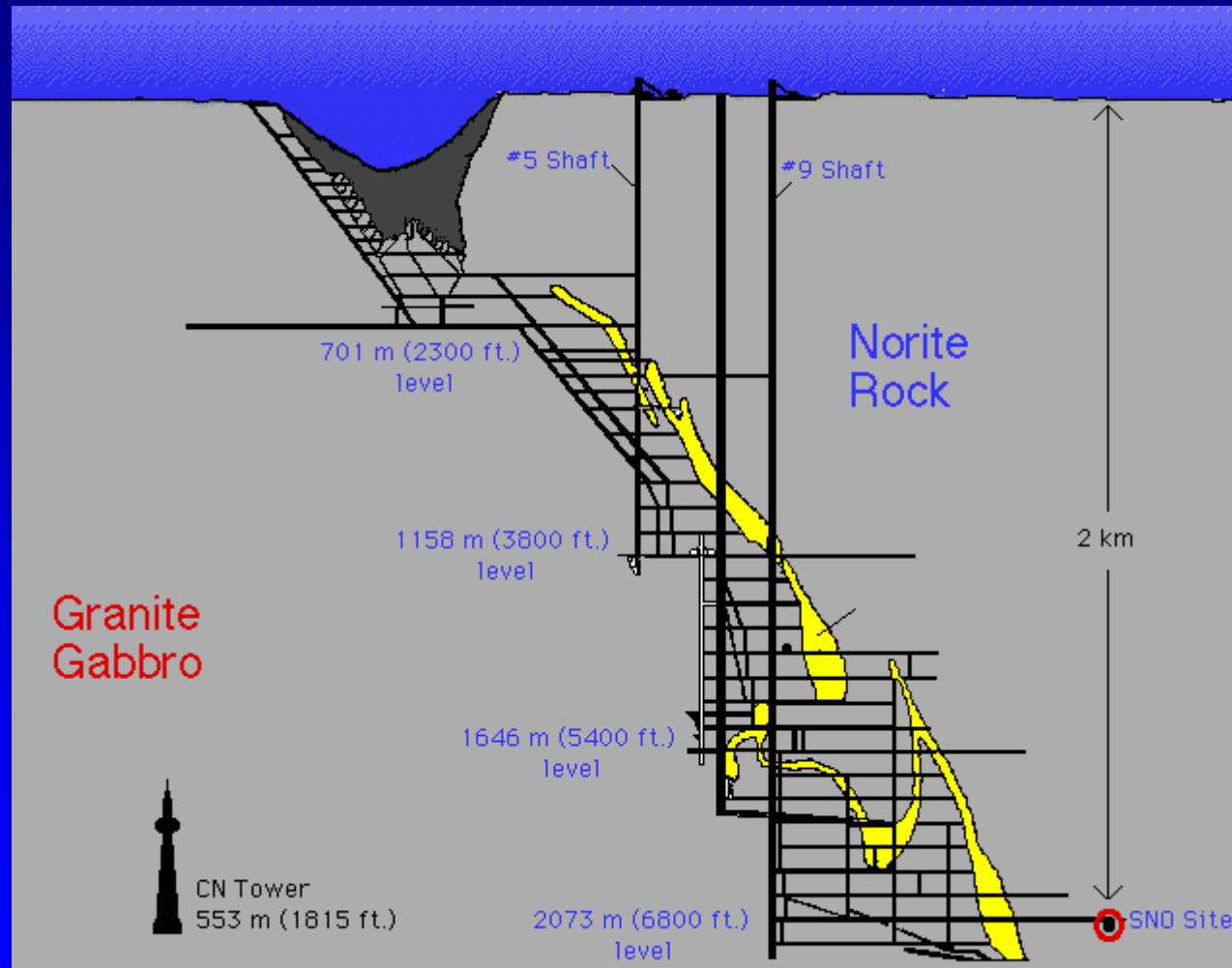
3. Elektronenstreuung

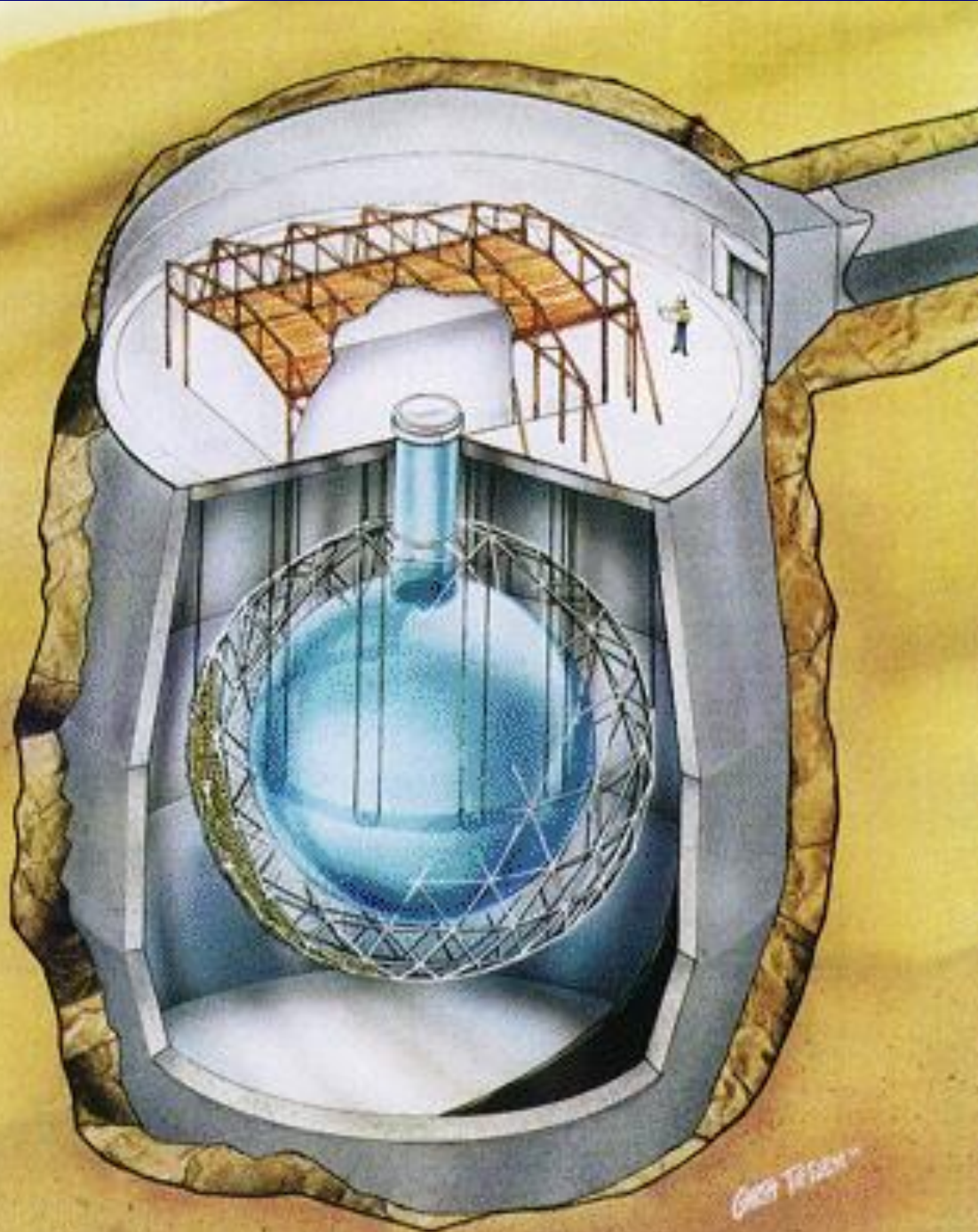


Erwartung:

3 Streuereignisse/Tag





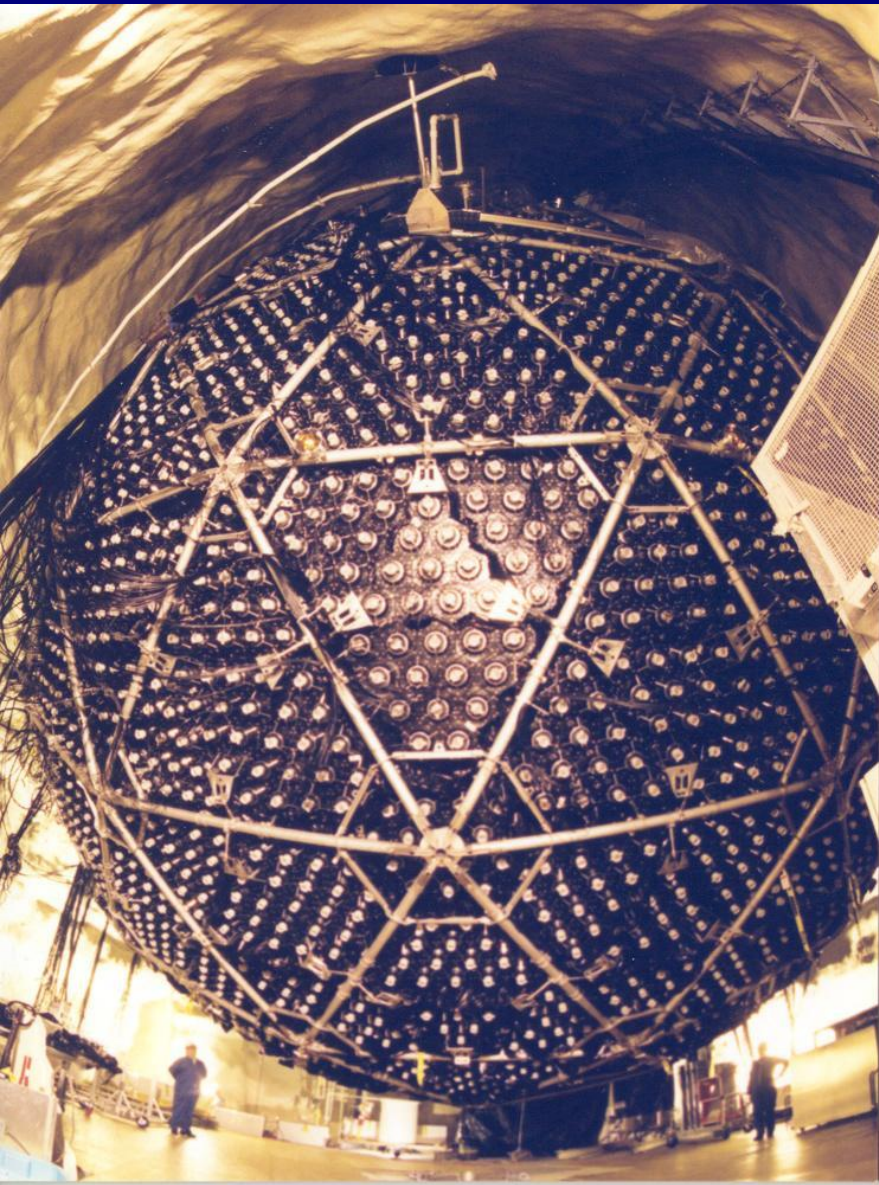


Sudbury
Detektor

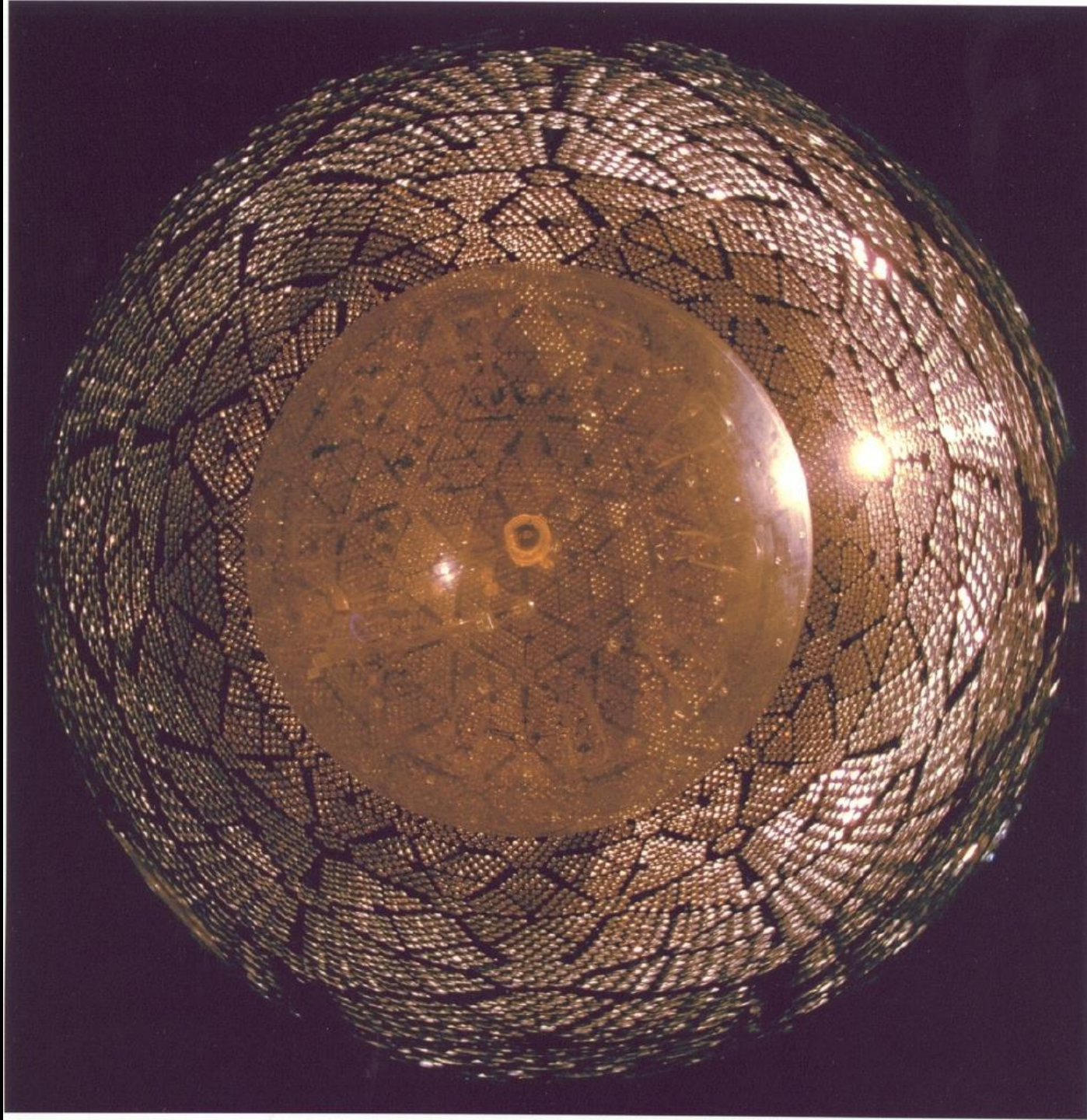


Trägerkonstruktion
für die Photomultiplier





Die
Photomultiplier Kugel



Mit dem SNO können nicht nur die Elektron-Neutrinos sondern auch die Muon- und Tau-Neutrinos nachgewiesen werden.

RESULTAT: Gesamtzahl der solaren Neutrinos ist im Einklang mit dem Standardmodel der Sonne

aber: nur 33% sind Elektron-Neutrinos

--> die e-Neutrinos der Sonne wandeln sich während ihres Fluges durch Oszillationen teilweise in mu- und tau-Neutrinos um