

BUW OUTPUT

Forschungsmagazin *Research bulletin* der Bergischen Universität Wuppertal · I / 2009 · buw-output.de



BERGISCHE
UNIVERSITÄT
WUPPERTAL

Auf der Suche nach den
kosmischen Beschleunigern

*Ultra high energy particles –
Searching for their cosmic source*

von / by Karl-Heinz Kampert

Neutrinojagd am Südpol

Hunting neutrinos at the South Pole

von / by Anna Franckowiak

Nach 100 Trillionen Rechenoperationen
beim historischen Ergebnis

Quarks, gluons and QCD

von / by Zoltan Fodor und Christian Hoelbling

Empirie und Mathematik in den Naturwissen-
schaften – historisch und philosophisch

*Empiricism and Mathematics in the Natural
Sciences – an Historical and Philosophical View*

von / by Friedrich Steinle

Gesundheit der Zukunft –
Zukunft der Gesundheit

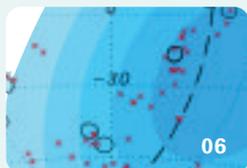
Health of the future – future of health

von / by Rainer Wieland und Kerstin Schneider

INHALT / CONTENTS

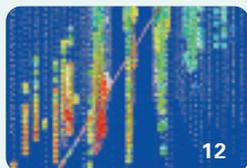
04

Editorial von / by Michael Scheffel



06

Die höchstenergetischen Teilchen des Universums
Auf der Suche nach den kosmischen Beschleunigern
Ultra high energy particles – searching for their cosmic source
von / by Karl-Heinz Kampert



12

Über die Geheimnisse hochenergetischer Teilchen aus astrophysikalischen Quellen
Neutrinojagd am Südpol
Hunting neutrinos at the South Pole
von / by Anna Franckowiak



16

Quarks, Gluonen und die QCD –
Nach 100 Trillionen Rechenoperationen beim historischen Ergebnis
Quarks, gluons and QCD
von / by Zoltan Fodor und Christian Hoelbling



22

Das interdisziplinäre Zentrum für Wissenschafts- und Technikforschung
Empirie und Mathematik in den Naturwissenschaften – historisch und philosophisch
Empiricism and Mathematics in the Natural Sciences – an Historical and Philosophical View
von / by Friedrich Steinle



30

Das Bergische Kompetenzzentrum für Gesundheitsmanagement und Public Health
Gesundheit der Zukunft – Zukunft der Gesundheit
Health of the future – future of health
von / by Rainer Wieland und Kerstin Schneider

36

Research News

40

Forschungseinrichtungen / Research Centers

42

Forschungsförderung / Kontakt / Research Funding Management / Contact

42

Impressum / About this Publication

Neutrinojagd am Südpol



von / by

Anna Franckowiak

2007 Diplom in Physik an der BUW, jetzt
Doktorandin an der Humboldt-Universität Berlin.
anna.franckowiak@physik.hu-berlin.de



Abb. 1: Tief verschneit: Das IceCube Experiment
Fig. 1: The IceCube experiment

Um dem Wuppertaler Winter zu entfliehen und einen Blick über den Tellerrand zu werfen, entschloss ich mich Anfang 2006, mein Physikstudium für ein halbes Jahr im sonnigen Kalifornien fortzusetzen. An der University of California Irvine besuchte ich nicht nur Vorlesungen, sondern schnupperte auch in den Forschungsalltag hinein.

Prof. Dr. Karl-Heinz Kampert hatte mir geholfen, einen Kontakt zu seinem amerikanischen Kollegen Prof. Steve Barwick in Irvine herzustellen, der mich mit dem spannenden Forschungsgebiet der Neutrinoastronomie vertraut machte. Zurück an der Bergischen Universität, vertiefte ich dieses Thema im Rahmen meiner Diplomarbeit bei Prof. Kampert.

{ Hunting neutrinos at the South Pole }

Trillions of neutrinos pass through the universe every second. Produced in cosmic radioactive processes, they carry information about the inner life of stars and planets, but, being uncharged, they interact weakly with matter and hence can be detected, if at all, only in a transparent medium like ice or water. This takes us to the South Pole, where my diploma project was to verify theoretical models connecting Gamma Ray Bursts (GRBs) – 20 second long high energy pulses from deep in the universe – with neutrinos, using data from the AMANDA detector.

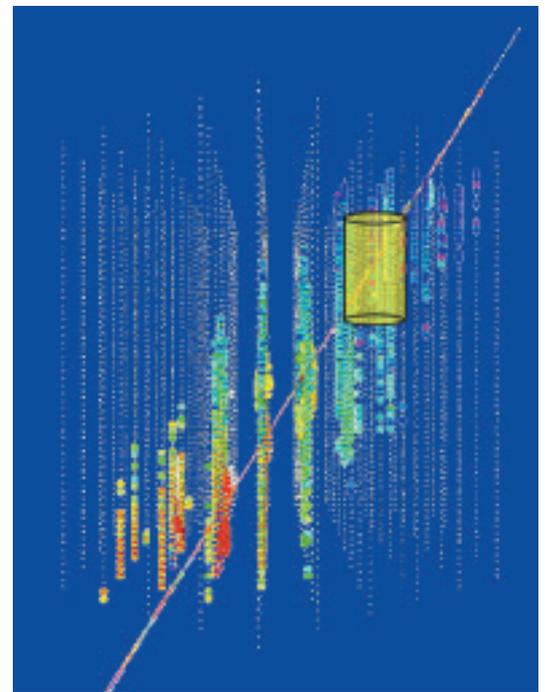
In the 64 GRBs observed between 2000-2004 no neutrino traces were found, so further work must wait for the completion of the 100 times bigger (1km²) IceCube experiment, currently under construction. The analytic methods developed at AMANDA can then be used on far higher data volumes. My current doctoral project is connected with neutrinos at another level: conveying information about neutrino “events” to optical astronomy centers worldwide, which then search the skies for GRBs or other likely sources. 

Abb. 2: Simuliertes Neutrinoereignis im IceCube Detektor

Fig. 2: Simulated neutrino event in the IceCube detector

Neutrinos sind ungeladene, fast masselose Elementarteilchen, die nur schwach mit anderer Materie wechselwirken. 70 Milliarden Neutrinos aus der Sonne passieren pro Sekunde die Fläche unseres Daummennagels. In unserem Leben wechselwirkt jedoch im Mittel nur eins dieser Sonnenneutrinos mit einem Atomkern in unserem Körper. Sie entstehen in radioaktiven Prozessen auf der Erde, in der Sonne und höchstwahrscheinlich anderen Objekten im Universum.

Neutrinos können große Mengen von Materie ungehindert durchdringen und auf diese Weise Informationen aus dem Inneren von Sternen und von weit entfernten Objekten im Universum liefern. Aus dem gleichen Grund sind die Neutrinos allerdings sehr schwer nachzuweisen. Dies gelingt nur mit Hilfe eines sehr großen Detektorvolumens. Findet eine seltene Wechselwirkung statt, dann entsteht ein anderes, geladenes Teilchen, das eine Lichtspur im Detektor hinterlässt. In einem transparenten Medium (Eis oder Wasser) kann diese Teilchenspur mit Lichtsensoren beobachtet werden.



Der Bau eines solchen Neutrinodetektors, des AMANDA Detektors am geographischen Südpol, begann 1995 und wurde 2000 abgeschlossen. Seine Aufgabe ist die Detektion von hochenergetischen Neutrinos aus astrophysikalischen Quellen.

Von besonderem Interesse ist der Nachweis von Neutrinos in Koinzidenz mit Photonen (Licht) von Gamma Ray Bursts (GRBs). Diese Gamma Ausbrüche sind während ihrer kurzen Dauer von ca. 20 Sekunden die hellsten Objekte im Universum. Ihr Energieausstoß in wenigen Sekunden ist vergleichbar mit dem der Milchstraße in mehreren Jahren oder dem der Sonne in 10 Milliarden Jahren. Ihre enorme Helligkeit erlaubt es, GRBs in kosmologischen Abständen zu beobachten. Der Nachweis »

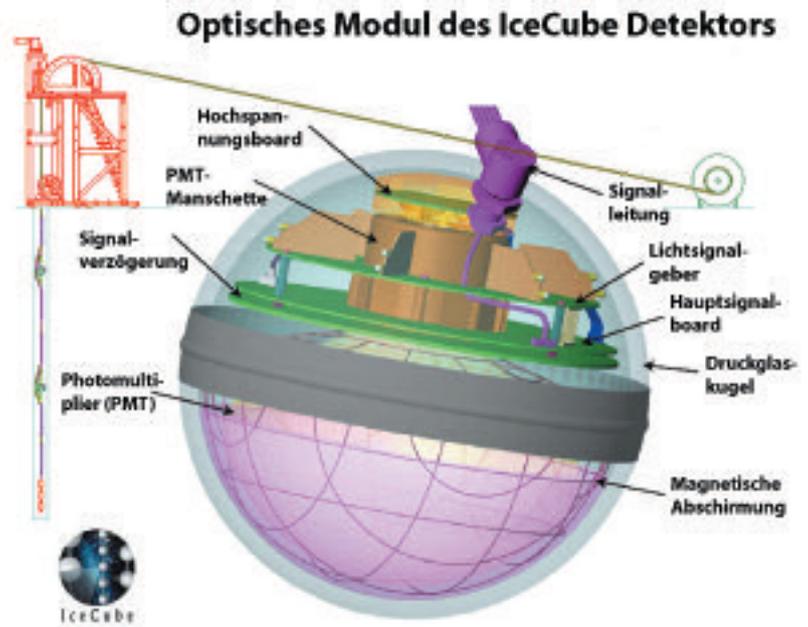
» von Neutrinos würde maßgeblich zum Verständnis der physikalischen Prozesse bei der Entstehung der GRBs beitragen. Darüber hinaus würde der Nachweis solch einer Koinzidenz die GRBs als mögliche Quelle für die höchst-energetische kosmische Strahlung identifizieren.

In meiner Diplomarbeit habe ich die Daten des Neutrino-Detektors AMANDA in den Jahren 2000 – 2004 auf Koinzidenz mit 64 bekannten GRBs untersucht. Die GRBs wurden von Satelliten gemessen, die mit Gamma und Röntgeninstrumenten ausgestattet sind. Die untersuchte Gruppe von GRBs zeichnete sich dadurch aus, dass die Position der GRBs durch die Satelliten nicht exakt bestimmt, sondern nur auf eine bananen-förmige Region am Himmel eingeschränkt werden konnte.

Ergebnis der Arbeit ist, dass in den Daten kein Neutrino in Koinzidenz mit einem der GRBs gefunden werden konnte. Die von AMANDA gesammelte Datenmenge reicht nicht aus, um die gängigen theoretischen Modelle zu widerlegen. Daher erlaubt uns das Ergebnis lediglich eine obere Schranke auf den von theoretischen Modellen vorausgesagten Neutrinofluss von GRBs anzugeben.

Um die theoretischen Modelle bestätigen oder widerlegen zu können, wird derzeit der größere Neutrinodetektor IceCube am Südpol aufgebaut, der mit einem Volumen von 1 km^2 ca. 100-mal größer als AMANDA ist und viele theoretische Modelle in wenigen Jahren überprüfen wird. Die bisher durchgeführten Analysen von AMANDA Daten legen einen Grundstein für die zukünftigen IceCube Arbeiten. So kann auch die in dieser Arbeit entwickelte Analysemethode auf IceCube Daten angewendet werden.

Seit Abschluss meines Studiums an der Bergischen Universität 2007 arbeite ich als Doktorandin an der Humboldt-Universität zu Berlin an der Entwicklung eines optischen Nachfolgeprogramms für den Neutrinodetektor



IceCube. Interessante Neutrinoseignisse werden online selektiert und ihre Herkunftsrichtung gemessen. Finden wir so ein Ereignis, so alarmieren wir unmittelbar ein Netzwerk von optischen Teleskopen, damit diese die entsprechende Region am Himmel beobachten können. Die astrophysikalischen Quellen dieser Neutrinos, z.B. GRBs, könnten so von den Teleskopen identifiziert werden.

Im Rahmen meiner Promotion bekam ich die Gelegenheit, Anfang diesen Jahres beim Aufbau von IceCube vor Ort am Südpol mitzuwirken.

Mein Doktorvater, Dr. Marek Kowalski, hat einen Ruf an die Universität Bonn erhalten, der Ende des Jahres auch mich zurück ins Rheinland führen wird. ☉

Abb. 3: Ein Photosensor des IceCube Experiments

Fig. 3: Photosensor of the IceCube experiment