

# Tscherenkow-Licht: Ein Schlüssel zum Nachweis kosmischer Teilchen

## Netzwerk Teilchenwelt ermöglicht Jugendlichen eigene Forschungen

UTA BILOW

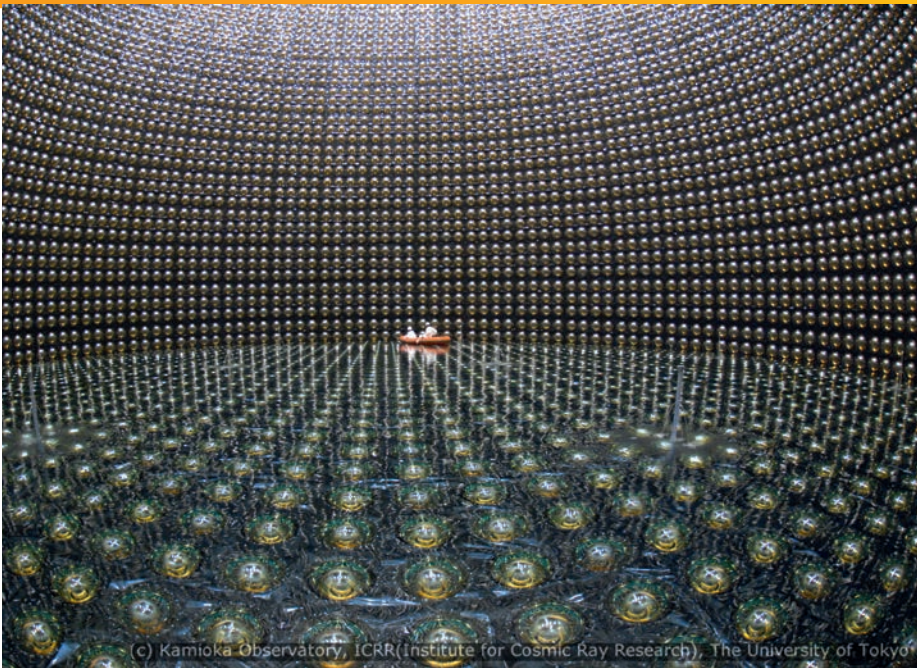
Zu den spektakulärsten Erscheinungen von Licht gehört die Tscherenkow-Strahlung. Sie zeigt sich als blaues Leuchten, wenn schnelle elektrisch geladene Teilchen wie beispielsweise Elektronen durch Wasser hindurchfliegen. Beobachten kann man die blaue Lichterscheinung unter anderem in Abklingbecken von Kernkraftwerken, da die im Wasser aufbewahrten Brennstäbe durch radioaktiven Zerfall schnelle Elektronen freisetzen. Physikalisch betrachtet kommt die Leuchterscheinung auf ähnliche Weise zustande wie ein Überschallknall. Der akustische Effekt tritt auf, wenn Flugzeuge mit Überschallgeschwindigkeit fliegen. Als Resultat hört man einen Knall. Beim Tscherenkow-Licht hingegen sieht man einen blauen Lichtblitz. Er kommt dann zustande, wenn ein geladenes Teilchen sich schneller bewegt, als sich Licht in diesem Medium ausbreiten kann.

Tscherenkow-Licht, das nach seinem Entdecker Pawel Alexejewitsch Tscherenkow benannt ist, sieht aber nicht nur spektakulär aus, sondern hat auch einen ganz praktischen Nutzen: Man kann damit hochenergetische geladene Teilchen nachweisen und so zum Beispiel kosmische Strahlung untersuchen. Unser Universum wird permanent von kosmischer Strahlung durchströmt. Dies sind größtenteils Protonen, die aus den Tiefen des Weltalls kommen und auf die Erdatmosphäre prasseln. Stoßen solche Teilchen mit den Bestandteilen der Atmosphäre zusammen, wird eine Vielzahl neuer Teilchen gebildet wie beispielsweise Myonen, die dann als wahrer Schauer auf die Erdoberfläche treffen. Diese Vorgänge und die dabei entstehenden Teilchen sind für das bloße Auge nicht sichtbar, aber über den Tscherenkow-Effekt können Forscher sie messen und ihre Eigenschaften untersuchen. Anhand der Ergebnisse lässt sich dann wiederum auf Art und Herkunft der kosmischen Strahlung schließen. Solche Untersuchungen bieten neue Möglichkeiten, die Prozesse in Sternen, Galaxien und im Universum besser zu verstehen und das Bild vom Kosmos zu vervollständigen.

Ein bedeutendes Experiment, das den Tscherenkow-Effekt nutzt, ist der Super-Kamiokande-Detektor (<http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/sk/index-e.html>) im japanischen Kamioka. Wissenschaftler wollen mit der Anlage unter anderem Neutrinos genauer untersuchen. Der Versuchsaufbau des Super-Kamiokande-Detektors be-



Mit Kamiokannen können Jugendliche selber forschen (© DESY Zeuthen)  
[Bildquelle: <http://www.schuelerlabor.uni-bonn.de/bilder/kamiokanne-desy/>]



Wissenschaftler kontrollieren von einem Schlauchboot aus das Innere des Super-Kamiokande-Detektors (© Kamioka Observatory, ICRR (Institute for Cosmic Ray Research), The University of Tokyo)  
[Bildquelle: <http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/sk/gallery/wme/PH20-water-withboat-apr23-wm.jpg>]

steht aus einem riesigen Tank, der 50.000 Tonnen Wasser enthält. Die gesamte Innenwand des zylindrischen Behälters ist mit über 11.000 Photomultipliern besetzt, speziellen Bauteilen, die ein Lichtsignal verstärken und in ein elektrisches Signal umwandeln. Fliegt ein Neutrino durch den Tank, kann es sich durch Wechselwirkung mit den Atomen der Wassermoleküle in ein anderes Teilchen umwandeln. Dieses Teilchen erzeugt beim Durchgang durch das Wasser das Tscherenkow-Licht, welches von den Photomultipliern registriert wird.

Dieses aufwändige Großexperiment stand Pate für einen schlichten Versuchsaufbau, mit dem Schüler und Studenten experimentieren können: der sogenannten Kamiokanne, deren Name sich ableitet von Kamiokande und Thermoskanne. Es besteht aus einer handelsüblichen Thermoskanne, deren verspiegeltes Inneres mit Wasser gefüllt ist. Anstelle des Deckels verschließt ein Photomultiplier, der Tscherenkow-Strahlung detektieren kann, die Öffnung.

Das einfach zu handhabende Kamiokanne-Experiment gibt Jugendlichen die Möglichkeit, selbst auf dem Gebiet der Astroteilchenphysik zu forschen. In Deutschland stellen Forschungsinstitute in einer Reihe von Städten im Rahmen des Projektes *Netzwerk Teilchenwelt* ([www.teilchenwelt.de](http://www.teilchenwelt.de)) Kamiokannen für Schüler

zur Verfügung. *Netzwerk Teilchenwelt* ist ein Zusammenschluss von 24 deutschen Forschungsinstituten sowie dem CERN in Genf. Jugendliche und Lehrkräfte erhalten über *Netzwerk Teilchenwelt* einen Zugang zur Teilchen- und Astroteilchenphysik. Sie können mit verschiedenen Experimenten kosmische Teilchen messen, aber auch Daten vom Teilchenbeschleuniger LHC des CERN auswerten oder Workshops am CERN besuchen. Das Kamiokanne-Experiment wurde an der Universität Mainz entwickelt und im Rahmen von *Netzwerk Teilchenwelt* an der Universität Göttingen weiterentwickelt.

Mit der Kamiokanne können Schüler eine Reihe verschiedener Messungen durchführen. Diese Versuche zielen auf Myonen ab, die von der kosmischen Strahlung in der Erdatmosphäre erzeugt werden. Jugendliche erforschen beispielsweise, wie viele Myonen die Erde in einem bestimmten Zeitraum erreichen. Beim Messen im Keller und auf dem Dachboden oder beim Einbau der Kamiokanne in Bleiziegel lässt sich die Abschirmung untersuchen. Mit zwei Kamiokannen sind Koinzidenzmessungen möglich. Man bestimmt dabei, wie viele Teilchen beide Kannen durchdringen. Da sich die Anordnung der Kamiokannen – nebeneinander oder übereinander – einfach verändern lässt, kann man so die Richtung ermitteln, aus der

die Myonen hauptsächlich kommen. Eine dritte Variante stellen Versuche dar, mit denen man die Lebensdauer von Myonen bestimmt.

Neben dem Super-Kamiokande-Detektor gibt es weitere Großexperimente, die aus dem Kosmos stammende Teilchen wie Neutrinos, hochenergetische Gammastrahlung, Protonen oder schwere Atomkerne unter Zuhilfenahme von Tscherenkow-Strahlung nachweisen. Dazu gehört *IceCube* (<http://icecube.wisc.edu/>) am Südpol, eine tief ins antarktische Eis installierte Anlage mit einem Detektorvolumen von 1 km<sup>3</sup>, mit der hochenergetische Neutrinos nachgewiesen werden. Eine weitere Anlage ist das Pierre-Auger-Observatorium ([www.auger.org](http://www.auger.org)) in Argentinien, das mit Hilfe von 1.600 gleichmäßig in der Pampa verteilten Wassertanks – jeder mit einem Volumen von zwölf m<sup>3</sup> – eine Fläche von 3.000 km<sup>2</sup> abdeckt. Mit den Wassertanks wird die kosmische Strahlung vermessen, darunter auch die Teilchen mit den höchsten Energien, die äußerst selten auf die Erde gelangen: Die Rate liegt bei nur etwa einem Teilchen pro Quadratkilometer und Jahrhundert. Die Forscher wollen diese Teilchen mit Hilfe von Tscherenkow-Licht aufspüren und so dazu beitragen, neue Erkenntnisse über die Vorgänge im Universum zu gewinnen.

#### Weiterführende Links:

*Netzwerk Teilchenwelt:*

[www.teilchenwelt.de](http://www.teilchenwelt.de)

*Super-Kamiokande:*

<http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/sk/index-e.html>

*IceCube-Observatorium:*

<http://icecube.wisc.edu/>

*Pierre-Auger-Observatorium:*

[www.auger.org](http://www.auger.org)

#### KONTAKT:

**Dr. Uta Bilow**

Netzwerk Teilchenwelt

**TU Dresden, Institut für Kern- und Teilchenphysik**

01062 Dresden

Telefon: 0351 463 32956

Telefax: 0351 463 33114

E-Mail: [uta.bilow@physik.tu-dresden.de](mailto:uta.bilow@physik.tu-dresden.de)

Internet: [www.teilchenwelt.de](http://www.teilchenwelt.de)