

Begleitheft

Kinderuni Saar

Vorlesungsreihe zum Thema „Quanten“

Thema: „Was versteht die Physik unter Quanten?“

Referent: Dr. Thomas John

Kinderuni – dieses Semester mal ganz anders!

Normalerweise finden die Vorlesungen der Kinderuni immer im Audimax der Universität des Saarlandes statt. Aufgrund der Corona-Pandemie sind weder Besucher auf dem Campus zugelassen, noch dürfen Veranstaltungen stattfinden. Daher haben wir uns überlegt, wie wir dennoch eine Kinderuni anbieten können. Wenn die Kinder schon nicht zu uns kommen können, dann kommen wir zu ihnen! Dies tun wir über den Weg der Schulen, was dem Ganzen ein besonderes Flair verleiht.

Worum geht es in diesem Semester?

Hast du Lust, mit uns in eine Welt einzutauchen, in der alles ein wenig anders zu sein scheint? Dann bist du bei unserer Kinderuni im Sommersemester 2021 genau richtig! Denn dort befassen wir uns mit den sogenannten *Quanten*. Das sind kleinste Teilchen, die so winzig sind, dass du sie mit dem bloßen Auge gar nicht sehen kannst. Und auf der Ebene – also der „Welt“ dieser *Quanten* – ist alles ein wenig anders!

- Kannst du dir vorstellen, dass Teilchen sich scheinbar anders bewegen, wenn sie beobachtet werden?
- Und dass Teilchen gleichzeitig an verschiedenen Orten sein können?
- Oder dass diese Teilchen gar keine Teilchen, sondern Wellen sind?

Mit solchen Fragen beschäftigt sich die sogenannte *Quantenphysik*, also ein Teilgebiet der Naturwissenschaft *Physik*, das speziell Quanten untersucht.

Für dich haben wir Wissenschaftler zur Kinderuni eingeladen, die dir diese Fragen beantworten können. Also, wenn du Antworten auf diese Fragen haben möchtest, schau dir die Videos der Kinderuni zum Thema *Quanten* an.

Wir freuen uns auf dich!

Worum geht es in der Vorlesung?

Dr. Thomas John, Physiker an der Universität des Saarlandes, führt im Rahmen der Kinderuni-Vorlesungsreihe „Quantenwelten“ im Sommersemester 2021 in das Thema *Quanten* und die *Quantenphysik* ein.

Die Quantenphysik erforscht – wie ihr Name bereits vermuten lässt – Quanten. Die Physik hat Anfang des letzten Jahrhunderts festgestellt, dass es physikalische Größen gibt, welche nur in bestimmten Portionen auftreten. Dies können unteilbare Teilchen, aber auch Größen wie die Energie sein. Oft sind diese Portionen so klein, dass wir diese Quantelung im Alltag nicht bemerken, weil sie erst auf atomarer Ebene dominant werden. Jedoch können Quanteneffekte auch mit Experimenten sichtbar gemacht werden. Drei werden im Folgenden näher beschrieben.

Experiment 1:

Laser: Wie unterscheidet sich Laser-Licht vom Licht einer Glühbirne?

Der Begriff *Laser* (von engl. **l**ight **a**mplification by **s**timulated **e**mission of **r**adiation „Licht-Verstärkung durch stimulierte Emission von Strahlung“) beschreibt einen physikalischen Effekt, bei dem besonderes Licht erzeugt wird.

Im Experiment wird Energie in ein Lasermedium „hineingepumpt“. Dieses Pumpen kann optisch (z. B. durch Einstrahlung von Licht) oder elektrisch (z. B. durch Gasentladung, elektrischen Strom) die Atome/Moleküle des Lasermediums in angeregte Zustände bringen.

Es wird ein Resonator benötigt, der im Experiment aus zwei parallelen Spiegeln besteht. Eine Selektion im Resonator sorgt für eine enge Abstrahlung der Laserstrahlung.

Die entweichende Laserstrahlung ist immer einfarbig und kann z. B. durch das Hinhalten einer Hand sichtbar gemacht werden.

Experiment 2:

Superkälte: SuperCOOL – Kann Luft flüssig werden?

Ein mit Wasser gefülltes Glas wird von unten erhitzt. Man sieht, dass das Wasser bei 100 °C kocht und zu Gas wird. Wird die Temperatur der Heizung reduziert und ein paar Minuten gewartet, kühlt das Wasser ab und kocht nicht mehr. Wenn dann ein Reagenzglas mit einer anderen Flüssigkeit (Ether) in das nicht mehr kochende Wasser gegeben wird, beginnt dieses zu kochen, da Ether bereits ab 35 °C zu kochen beginnt.

Eine andere Flüssigkeit (flüssiger Stickstoff) wird in ein Gefäß gegeben und beginnt direkt zu kochen, da der flüssige Stickstoff bereits bei einer Temperatur von -200 °C kocht, das Gefäß aber Raumtemperatur hat. Wenn Gase (wie z. B. Luft) abgekühlt werden, ziehen sie sich zusammen. Wir zeigen dies mit einem gefüllten Luftballon. Wird dieser wieder aus der kalten Flüssigkeit entnommen, erwärmt sich die Luft im Luftballon wieder und er bläst sich von alleine auf.

Das Experiment kann zu Hause nachgemacht werden, indem eine leere, dünnwandige Plastikflasche verschlossen und für ein paar Stunden in den Gefrierschrank gelegt wird. Die Flasche wird zusammengedrückt und bläst sich wieder auf, wenn sie zurück in die warme Raumluft kommt.

Auch das bekannte Gas Helium wird bei -270 °C flüssig. Jedoch ist diese Flüssigkeit sehr seltsam: Sie ist suprafluid, sie hat keine innere Reibung mehr. Dieses flüssige Helium kann von alleine die Wände des Gefäßes hochkriechen und abtropfen.

Experiment 3:

Supraleitung: Können Elektronen bei Stromfluss ohne Widerstand durch einen Leiter fließen?

Strom bedeutet, dass kleine Elektronen durch einen Draht fließen (z. B. bei einer Glühbirne), diesen zum Heizen/Glühen (Glühbirne leuchtet) bringen und wieder zur Quelle zurückkommen.

Im Experiment wird ein Stromkreislauf mit einer leuchtenden Glühbirne aufgebaut und der Drahtleiter mit einem Bunsenbrenner erhitzt. Die Glühbirne leuchtet nicht mehr so hell wie vorher: Die Elektronen können nicht mehr so gut durch den Draht fließen, weil sie zu oft an die Atome stoßen, wodurch die Glühbirne weniger leuchtet.

Kühlt man den Draht mit flüssigem Stickstoff ab, leuchten die Glühbirnen etwas heller als zu Beginn des Experimentes. Die Elektronen fließen bei Abkühlung leichter durch den Draht, wodurch die Glühbirne stärker leuchtet.

Supraleiter sind Materialien, welche beim Unterschreiten der sogenannten Sprungtemperatur den Elektronen gar keinen Widerstand leisten. Wenn dort ein Strom im Kreis fließt, wird er nie aufhören.

Ein Magnet wird auf einen noch nicht abgekühlten Supraleiter gelegt. Nichts passiert. Der Supraleiter wird mit dem flüssigen Stickstoff abgekühlt. Als der Magnet wieder „auf den“ Supraleiter gelegt wird, schwebt er über dem Supraleiter und kann nicht mehr herunterfallen. Der Supraleiter erzeugt, wenn der Magnet an ihn kommt, selbst Kreisströme und ein Magnetfeld, das genau entgegengesetzt ist zu dem des Magneten, der über ihm schwebt. Deshalb stoßen sich die beiden Materialien ab.

Lässt man durch einen Supraleiter bei Raumtemperatur Strom fließen, so ist dieser schlecht leitend und leistet einen großen Widerstand gegen die Elektronen. Dies sieht man an einer sehr schwach leuchtenden Glühbirne.

Kühlt man den Supraleiter (langsam und vorsichtig) mit flüssigem Stickstoff ab, nimmt der Widerstand gegen die Elektronen bis zu einer Temperatur von ca. -140 °C langsam und stetig

ab. Ab einer Temperatur von ca. -140 °C nimmt der Widerstand deutlich stärker ab und die Glühbirne leuchtet sehr hell. Solche Supraleiter werden z. B. bei Computertomografen eingesetzt. Dazu werden starke Magnetfelder benötigt. Man erzeugt einmal einen Kreisstrom, dieser führt zu einem starken Magnetfeld und weil der Strom immer weiter im Kreis läuft, wird das Magnetfeld nicht schwächer – es sei denn, jemand schaltet die Kühlung aus. Dann passiert der Graus.

Wie kann das Thema mit Kindern behandelt werden?

Das Thema *Quanten* ist komplex – vor allem für Kinder! Zugleich ist es aber sehr spannend, interessant und bietet eine Vielzahl an Lernchancen und -gelegenheiten. Aus diesem Grund sollen die folgenden Beispiele Impulse darstellen, wie das Thema mit Kindern (auch im Grundschulunterricht) behandelt werden kann.

Max Plancks Quantentheorie (Einführungstext):

Das Thema kann behandelt werden, indem mit Kindern der Einführungstext gelesen wird, der über den folgenden Link zugänglich ist:

<https://www.wasistwas.de/archiv-wissenschaft-details/max-plancks-quantentheorie.html>

So erfahren Kinder die theoretischen Hintergründe über *Quanten* und deren Theorie.

Professor Albert und das Geheimnis der Quantenphysik (Buchtipps):

Es kann auch das Buch „*Professor Albert und das Geheimnis der Quantenphysik*“ von Sheddad Kaid-Salah Ferrón und Eduard Altarriba gelesen werden, um das Thema *Quanten* mit Kindern zu behandeln. Das Buch enthält neben für Kinder verständlichen Texten auch Bilder und Skizzen. Aufgrund der kindgerechten Darstellungen und Erklärungen ist das Buch zu empfehlen. (Aus dieser Empfehlung ziehen wir keinen finanziellen Vorteil!)

Quantentheorie – Ein Sachcomic (Comic):

Dem Thema *Quanten* kann sich auch mithilfe eines Comics angenähert werden. Hierfür ist beispielsweise der Comic „*Quantentheorie – Ein Sachcomic*“ von J.P. McEvoy und Oscar Zarate mit seinen Informationstexten und erklärenden Bildern geeignet. Die Informationstexte sind in einfacher Sprache verfasst und für Kinder gut verständlich. Eine Besonderheit des Comics ist, dass die für die Quantenphysik relevanten Wissenschaftler*innen vorgestellt werden. (Aus dieser Empfehlung ziehen wir keinen finanziellen Vorteil!)

Laser (Praxistipp für den Unterricht):

Mit den Kindern kann eine Glühlampe in einem abgedunkelten Raum zum Leuchten gebracht werden. Zuvor äußern die Kinder Vermutungen, was nun passiert bzw. ob es im Raum hell wird. Anschließend wird das gleiche Prozedere mit einem Laserpointer oder einem Wecker, der mit einem Laser die Uhrzeit an die Decke projiziert, durchgeführt.

Den Kindern wird auffallen, dass der Raum durch die Glühbirne erleuchtet wird, während man beim Laser nur einen Punkt erkennt, der angestrahlt wird.

Sicherheitshinweise:

- **Es kann nicht jeder Laser genutzt werden.**
- **Mit dem Laser darf nicht in die Augen geleuchtet werden.**