

## Anleitung zum Selbstbau einer kontinuierlichen Diffusions-Nebelkammer

Udo Backmund, Thomas Wilhelm

Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Am Hubland, 97074 Würzburg

### Kurzfassung

Der Unterricht zur Radioaktivität steht vor dem Problem, dass wenig motivierende Schulexperimente möglich sind. Ein schöner Schulversuch ist der Einsatz einer Nebelkammer, aber aus Kostengründen beschränken sich viele Schulen auf die Wilsonsche Expansions-Nebelkammer, die nicht gut funktioniert, nur eine kleine Beobachtungsfläche besitzt und eine äußerst kurze Spurenbereitschaft aufweist. Aufgrund ihrer dauerhaften Sensitivität ist eine kontinuierliche Diffusionsnebelkammer viel geeigneter, jedoch sehr teuer. Damit Lehrer oder Schüler selbst eine bauen können, wurde eine Nebelkammer mit Peltier-Elementen konstruiert und ausführliche Bauanleitungen für „Laien“ vorgelegt. Die benötigten Finanzen (300 – 400 €) sind dabei weit unter den Anschaffungskosten vergleichbarer Nebelkammern der Lehrmittelhersteller (1.000 – 2.000 €) - ohne diesen nachzustehen. Schon der Nulleffekt genügt, um Bahnsuren zu beobachten. Die Nebelkammer ist für interessierte und handwerklich begabte Lehrer und Schüler nachbaubar und wurde bereits von einem Schüler nachgebaut. Auf dem Poster wird die Intension der Arbeit sowie die Ideen der Bauweise vorgestellt und ein Einblick in die Baupläne gegeben.

### 1. Intension

Nebelkammern gibt es in den unterschiedlichsten Varianten und Ausführungen. Prinzipiell kann man jedoch die Kammern in zwei Haupttypen, die Expansions- und die Diffusionsnebelkammern, aufteilen [1].

Vermutlich ist die Expansionsnebelkammer derjenige Nebelkammertyp, der - wenn überhaupt - in den meisten Schulen zu finden ist. Aus Kostengründen beschränken sich offenbar viele Schulen auf diesen Kammertyp, da Diffusionsnebelkammern im Vergleich zu Expansionsnebelkammern sehr kostspielig in der Anschaffung sind. Die günstigste Diffusionsnebelkammer der einschlägigen Lehrmittelhersteller Conatex, Cornelsen, Leybold Didactic und Phywe ist die „Kontinuierliche Nebelkammer“ von Conatex für 999 €, danach folgt mit einigem Abstand die „Nebelkammer mit Peltierkühlung“ von Phywe mit 1.826 €. Die Diffusionsnebelkammer von Cornelsen für 150 € wäre mit Sicherheit eine günstige Alternative, jedoch wird diese Kammer mit Trockeneis betrieben, wodurch ein Gerät zur Herstellung von Trockeneis notwendig wird.

Nichtsdestotrotz scheut eine Vielzahl von Lehrerinnen und Lehrern den Einsatz der gängigen Expansionsnebelkammern. Zum einen ist die Beobachtungsfläche der Expansionsnebelkammern für den Gebrauch im experimentellen Unterricht sehr klein bemessen und überdies hinaus stellt sich der erfolgreiche Betrieb der Kammer oftmals als äußerst schwierig dar. Häufig wird eine Vielzahl von Expansionen benötigt, bis sich die ersehnten Bahnsuren beobachten lassen. Dann bleibt nur zu hoffen, dass die Schülerinnen und Schüler die Versuche mit

dem nötigen Interesse verfolgt haben und nicht gelangweilt durch eine Reihe von Fehlversuchen ihre Aufmerksamkeit anderen Dingen gewidmet haben, da die Bahnsuren für höchstens eine Sekunde sichtbar bleiben. Leider stellt sich die Reproduktion des Versuchs häufig genau so schwer wie das Erzielen der ersten Bahnsuren dar. Gewiss ist der eine oder andere Fehlversuch auf eine falsche Bedienung der Kammer zurückzuführen. Jedoch ist es ein offenkundiges Defizit dieses Kammertyps, dass offensichtlich die Erfolgswahrscheinlichkeit des Versuchs durch eine gute und intensive Vorbereitung nicht wesentlich erhöht werden kann. Anders bei einer Diffusionsnebelkammer, welche einen kontinuierlichen Betrieb der Kammer ermöglicht. Dadurch kann diese längere Zeit vor dem Unterricht vorbereitet und in Betrieb genommen werden. Infolgedessen lassen sich die Erfolgchancen, im Vergleich zur Expansionsnebelkammer, beachtlich verbessern. Für den Einsatz einer Nebelkammer im Unterricht spricht eine Vielzahl von Gründen. Die Nebelkammer ist zweifelsohne eines der wichtigsten und faszinierendsten Demonstrationinstrumente des Stoffgebiets der Atom- und Kernphysik [1]. Um diesen Einsatz zu fördern ist es wichtig, eine Nebelkammer zur Verfügung zu haben, mit welcher der Versuchserfolg in der jeweiligen Unterrichtseinheit gewährleistet ist. Dieses Ziel ist nach Meinung der Autoren nur mit einer kontinuierlichen Diffusionsnebelkammer zu erreichen. Da sich aber dieser Kammertyp in der Vergangenheit wahrscheinlich auf Grund der hohen Kosten nicht durchsetzen konnte, ist es entscheidend, die Kosten - besonders in Zeiten leerer öffentlicher Kassen - so gering wie möglich zu hal-

ten. Deshalb wurde der Versuch unternommen eine kostengünstige kontinuierliche Diffusionsnebelkammer mit Peltier-Elementen zu konstruieren und infolgedessen eine ausführliche Bauanleitung für „Laien“ vorzulegen.

Hierzu wurde die Nebelkammer so konstruiert, dass diese von handwerklichen Laien angefertigt werden kann und bei der Herstellung ausschließlich konventionelle Werkzeuge aus dem Heimwerkerbereich zur Anwendung kommen.

Die Materialkosten für den Bau der Diffusionsnebelkammer bewegen sich je nach eingesetzten Materialien zwischen 300 € und 400 €. Dabei belaufen sich alleine die Kosten für die Peltierelemente auf 147 €. Die Unkosten für das Gehäuse bewegen sich zwischen 60 € und 100 €.

## 2. Bauweise

Bei der beschriebenen Nebelkammer handelt es sich, wie schon erwähnt, um eine kontinuierliche Diffusionsnebelkammer mit Peltierkühlung. Das wesentliche Funktions-Prinzip einer Diffusionsnebelkammer ist die Erzeugung eines Temperaturgefälles zwischen Deckel und Boden der Kammer, wodurch in einer bestimmten Zone der Kammer ein übersättigter Zustand eines Luft-Alkohol-Gemisches entsteht [1]. Bei der hier beschriebenen Diffusionsnebelkammer wird die Bodenplatte der Kammer mit Hilfe von sechs Peltierelementen auf  $-10^{\circ}$  bis  $-15^{\circ}$  C gekühlt (siehe Abb. 1). Peltierelemente transportieren Wärme von einer Peltierelement-Seite (Kaltseite) zur anderen Seite (Warmseite). Dabei muss für eine korrekte Funktion der Elemente die Wärmemenge auf der Warmseite der Peltierelemente abgeführt werden. Um einen ausreichenden Wärmeabtransport zu gewährleisten, liegen die Peltierelemente mit ihrer Warmseite auf einer 4 mm starken Aluminiumplatte, die mit Wasser gekühlt wird. Die eigentliche Kammer besteht aus einer 8 mm starken Bodenplatte aus Aluminium und wird seitlich durch Glaswände abgeschlossen.

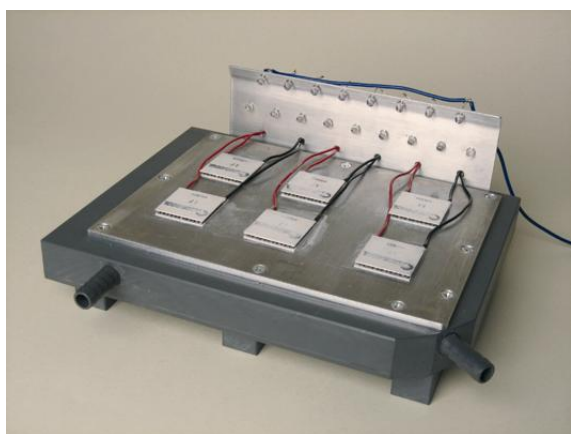


Abb. 1: Wassergekühlte Aluminiumplatte mit Peltierelementen

Auf den Glaswänden sitzt abschließend ein Rahmen aus PVC, der ein Hochspannungsgitter für den Io-

nenabtransport („Ionensauger“), die Verdampferquelle (zwei beheizte Isopropanol [Kondensationsmedium] führende Kupferrinnen), den Isopropanol-Zulauf und eine Einmündung für die Einbringung radioaktiver Gase beherbergt (siehe Abb. 2). Abgeschlossen wird die Kammer mit einem Deckel aus Glas.

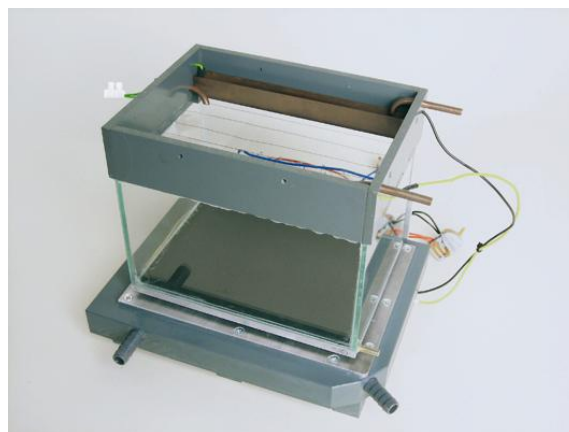


Abb. 2: Die Kammer mit Verdampfungsquelle und Hochspannungsgitter

Als Spannungsquelle für nahezu alle elektrischen Bauteile der Kammer dient ein ausrangiertes Computer-Netzteil (mind. 220W). Ausschließlich die Versorgung des „Ionensaugers“ mit Hochspannung (1,5 kV bis 3 kV) muss von einem externen Hochspannungsnetzgerät, welches in Schulen vorhanden ist, übernommen werden. Außerdem wurden eine eigene Beleuchtung und eine Pumpe zur Alkoholzuführung per Knopfdruck integriert.

Die Kammer ist sowohl von oben, als auch von der Seite einsehbar und besitzt eine ca. 18 x 13 cm große Beobachtungsfläche (siehe Abb. 3). Die nötige Verdampferquelle kann entsprechend geregelt werden.



Abb. 3: Die fertige Nebelkammer

Überdies ist eine Vorrichtung zur Injektion radioaktiver Gase integriert. Beispielsweise kann Radongas in die Kammer eingeblasen werden, welches von leicht radioaktiven Glühstrümpfen freigesetzt wird.

Prinzipiell ist es auch möglich, radioaktive Feststoffe in die Kammer einzubringen.

### 3. Bauanleitungen

Die Bauanleitung beinhaltet unter anderem die folgenden wesentlichen Punkte.

- detaillierte Anleitungen für „Laien“
- Einführung in grundlegende Techniken (Bohren, Sägen, Löten)
- umfangreiche Zeichnungen (Baupläne, Beispiel: siehe Abb. 4)
- vollständige Bemaßungen
- individuelle Schaltpläne
- dreidimensionale Abbildungen der Bauteile
- vollständige Materialbedarfslisten
- Alternativen bezüglich verwendeter Materialien und Methoden
- ausführliche Betriebsanleitung
- wertvolle Tipps

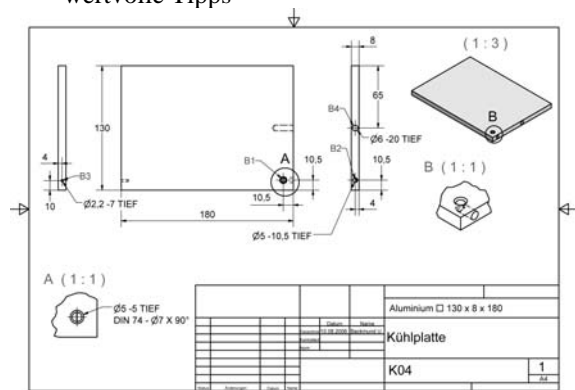


Abb. 4: Beispiel eines Bauplans

Auf der Tagungs-CD befindet sich die Arbeit [2], in der der Bau genau beschrieben wird. Dort finden sich auch die detaillierten Bauanleitungen.

### 4. Erfahrungen

Überall, wo die Nebelkammer bisher im Einsatz war, fand sie sehr großes Interesse – bei Schülern, Studenten und Lehrern. Es verblüffte z.B., dass schon der Nulleffekt genügt, um Bahnspuren zu beobachten. Besonders schön sind Nebelkammeraufnahmen von radioaktivem Gas, das von Glühstrümpfen freigesetzt wird (siehe Abb. 5) und von schwach radioaktiven Mineralien (siehe Abb. 6).

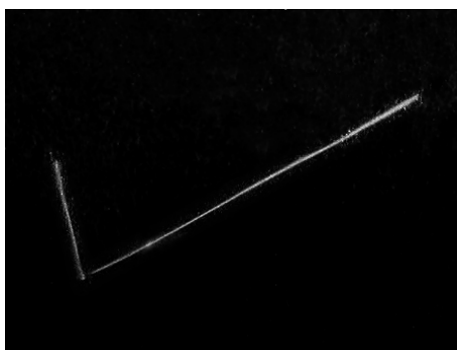


Abb. 5: Nebelspur von Radongas (aus Glühstrumpf)



Abb. 6: Nebelspur von einem radioaktiven Mineral

Es zeigte sich, dass für eine intensive Nutzung die Bodenplatte eloxiert und nicht lackiert sein sollte, da das Isopropanol Lack angreift.

Die Nebelkammer wurde bereits von einem Schüler der Jahrgangsstufe 13 im Rahmen einer Seminararbeit nachgebaut. Dadurch wurde gezeigt, dass ein Nachbau möglich ist. Seine Kammer hat sehr gut funktioniert.

### 5. Literatur

- [1] GLÄSER, MANFRED (1976): Die Nebelkammer im experimentellen Unterricht, Praxis Schriftenreihe Physik, Band 33, Köln, Aulis Verlag Deubner
- [2] BACKMUND, UDO (2008): Anleitung zum Selbstbau einer kontinuierlichen Diffusions-Nebelkammer, In: NORDMEIER, V.; OBERLÄNDER, A.; GRÖTZEBAUCH, H. (Hrsg.): Didaktik der Physik - Berlin 2008, Lehmanns Media – LOB.de, Berlin, auf dieser Tagungs-CD

### 6. Adresse

Udo Backmund, AR Dr. Thomas Wilhelm, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik, Physikalisches Institut der Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Tel. 0931/888-5788,

[ub79@gmx.de](mailto:ub79@gmx.de)

[wilhelm@physik.uni-wuerzburg.de](mailto:wilhelm@physik.uni-wuerzburg.de)

[www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm](http://www.physik.uni-wuerzburg.de/~wilhelm)