

Eine Hands-On-Nebelkammer in 5 Minuten

J. Soentgen

1 Nebelkammern

Die Diffusionsnebelkammer ist ein in der aktuellen Forschung nur noch wenig gebrauchtes, dennoch äußerst eindrucksvolles Gerät, mit dem atomare Prozesse auf ungewöhnliche Weise „sichtbar“ gemacht werden können. Sichtbar bedeutet hier, dass Spuren atomarer Prozesse in etwa so sichtbar werden, wie eine Pistolenkugel, die in den Sand einschlägt, durch den aufgewirbelten Staub sichtbar wird. Für die Entwicklung der Nebelkammer erhielt der Schotte *Charles T.R. Wilson* 1927 den Nobelpreis für Physik. Der von ihm entwickelten Expansionsnebelkammer wurde bald die Diffusionsnebelkammer an die Seite gestellt, die der Amerikaner *Alexander Langsdorf* entwickelte.

Bei Lehrmittelfirmen werden für didaktische Zwecke Nebelkammern angeboten; die Preise bewegen sich zwischen 400 € bis ca. 2000 €, für große Einrichtungen kann man auch 100000 € und mehr ausgeben. Eine Sparvariante (bei *scientificsonline*), die allerdings Trockeneis zur Kühlung benötigt, findet man für 70 €.

Für die Schule wurden verschiedene Realisierungen der Nebelkammer entwickelt, wobei mit guten Gründen meist der Diffusionstechnik der Vorzug gegeben wird. Durch Selbstbau-Anleitungen können die Kosten handelsüblicher Diffusionsnebelkammern dabei auf 300 € bis 400 € reduziert werden, bleiben aber immer noch beträchtlich. Auch der Zeitaufwand rechnet eher nach Tagen als nach Stunden [1]. Allerdings benötigen solche Nebelkammern, die stets mit Peltier-Modulen ausgerüstet sind, für den weiteren Betrieb nur noch etwas Alkohol und Strom und sind, einmal gebaut, rasch betriebsbereit.

2 Die Hands-On-Nebelkammer

Im Folgenden wird eine Möglichkeit beschrieben, mit wenigen Baumarktutensilien eine Hands-on-Nebelkammer zu bauen. Die kostet im günstigsten und nicht unrealistischen Fall (wenn ein Teil der notwendigen Geräte vorhanden sind), dass nur das reine Verbrauchsmaterial in Rechnung zu stellen ist, weniger als 10 €; in dem Fall, dass alles beschafft werden muss, ca. 60 €. Sie ist, wenn alles beisammen ist, in weniger als fünf Minuten betriebsbereit, der Aufbau ist kinderleicht. Dies gelingt

durch folgende Vereinfachungen und Neuerungen:

- 1) Als Kältemittel wird Trockeneis verwendet, das mit einem Wassersprudler selbst bereit wird. (Kosten: 40 € bis 50 € bei Neukauf, empfohlen wird *Wassermass*), ist schon ein Wassersprudler vorhanden, reduzieren sich die Kosten auf die Anschaffung einer CO₂-Patrone, Kosten: ca. 20 € inklusive Pfand. Ist man in Besitz eines Wassersprudlers mit leerem Zylinder, kann man diesen für ca. 5 € gegen einen vollen eintauschen. Wenn Trockeneis beschafft werden oder aus einer CO₂-Gasflasche bereit werden kann, ist der Wassersprudler natürlich entbehrlich.
- 2) Als Kammer wird eine kleine stabile Plastikdose mit Klarsichtdeckel und mit schwarzem (oder dunklem) Grund verwendet, z. B. eine solche, die in Baumärkten als Nagel- oder Schraubenverpackung (mit Nägeln bzw. Schrauben darin) verkauft wird. Verwendbar sind auch Plastik Kästchen, die zur Aufbewahrung von Mineralien angeboten werden. Kosten: ca. 0,50 Ct pro Stück (diese Kästchen werden meist in 10er-Packs angeboten)
- 3) Als Betriebsmittel wird nicht der meist empfohlene, aber nicht leicht zu beschaffende Isopropylalkohol verwendet, sondern Brennspiritus. Die Kammer lässt sich auch mit Whisky und selbst

mit Wasser betreiben, nur sieht man dann die Bahnen aufgrund der Eisbildung schlechter. Man kann dies aber durch Salzen des Kammerbodens beheben. Kosten: 0 € bis 4 €.

- 4) Auf eine (umständlich einzurichtende) Ionen-Abschirmung wird verzichtet, sie hat sich als entbehrlich erwiesen.
- 5) Als Reservoir für das Betriebsmittel werden Filzgleiter verwendet, wie sie in Baumärkten verkauft werden. Kosten: 1 € bis ca. 6 €.
- 6) Als radioaktive Quelle werden entweder schwach radioaktive Materialien verwendet, die im Mineralienhandel angeboten werden (*Columbit*, ca. 7 € bis 8 €) oder alte Thorium-Glühstrümpfe, die über das Internet erhältlich sind (*Petromax*, 3 €). Verwendet man einen Glühstrumpf als Radioaktivitätsquelle, benötigt man noch eine Einwegspritze (Kosten: wenige Cent). Auf die radioaktive Quelle kann auch verzichtet werden, indem man sich auf die stets vorhandene natürliche Radioaktivität verlässt (i. d. R. Radon-Zerfall) doch muss man sich dann hinsichtlich des Beobachtens von Bahnen in Geduld üben.

Bei der Verwendung radioaktiver Materialien im Unterricht sind in jedem Fall die geltenden Strahlenschutzbestimmungen einzuhalten.

Abb. 1: Die Ausrüstung



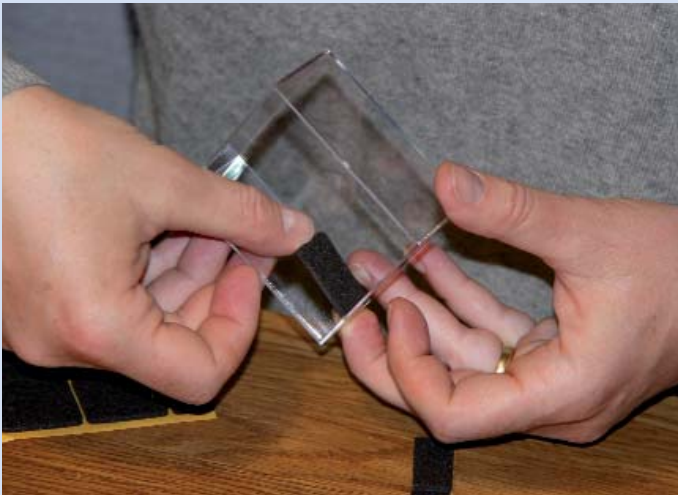


Abb. 2: Filzgleiter werden montiert

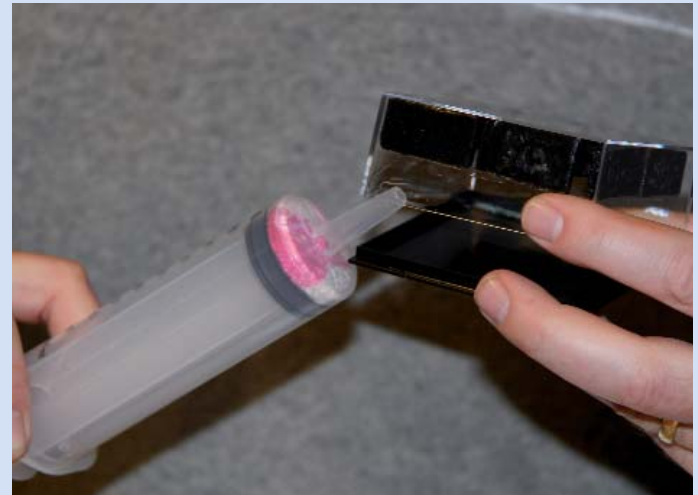


Abb. 3: Einfüllen von Radon in die Kammer

Die hier aufgelisteten Vereinfachungen ermöglichen, eine Hands-On-Nebelkammer in fünf Minuten aufzubauen. Wesentlich ist dabei die Nutzung eines Wassersprudlers als Trockeneisquelle ([2], S. 50f. und [3], S. 205 f.). Ca. 20 bis 40 Minuten können mit der hier beschriebenen Kammer radioaktive Prozesse beobachtet werden; wenn das Trockeneis gut isoliert wird, bzw. größere Mengen zur Verfügung stehen, sicher auch länger. Die Vorzüge, dass nämlich damit ein sehr originelles und für die Geschichte der Naturwissenschaften äußerst bedeutungsvolles Gerät so elementarisiert wird, dass es von Schülern innerhalb einer Schulstunde zusammengesetzt und erprobt werden kann, eröffnet dem Physikunterricht neue Möglichkeiten.

Auf die Theorie der Nebelkammer ebenso wie ihre Historie [4] oder die vielfältigen Experimentiermöglichkeiten, die anderswo gut beschrieben sind [5] soll hier nicht eingegangen werden.

3 Ausrüstung

Im Folgenden wird die nötige Ausrüstung detailliert beschrieben (vgl. Abb. 1).

- CO₂-Sprudler (der zur Bereitung von Sprudel aus Leitungswasser verwandt wird; die CO₂-Patrone muss frisch sein) bzw. Trockeneis. Den Sprudler braucht man zur Bereitung von Trockeneis. Dieses kann man vielerorts auch kaufen oder über das Internet bestellen, dann braucht man den Sprudler nicht. Nachteil: Trockeneis hält sich nur ein bis zwei Tage, auch wenn es in einer Styroporbox aufbewahrt wird.
- Sehr empfehlenswert: Glühstrumpf für Gaslaterne, thoriumhaltig (= radioaktiv). (Im Internet erhältlich oder im Outdoorfachgeschäft.) Thoriumhaltig sind z. B. einige eigens so gekennzeichnete Produkte der Firma Petromax. Auch

Pechblende, die man im Mineralienhandel erhält, eignet sich oder Columbit.

- Plastik-Einwegspritze (40 ml), falls man Thorium-Glühstrümpfe als radioaktive Quelle nutzt.
- Filzgleiter (gibt es im Baumarkt, sie werden unter Stuhl- und Tischbeine geklebt, um Parkettböden zu schonen). Ersatzweise kann man auch Pflaster verwenden.
- Brennspiritus (oder anderen hochprozentigen Alkohol, auch Whisky funktioniert bzw. auch der oft empfohlene Isopropanol, der in vielen Desinfektionsmitteln enthalten ist). Man kann als Betriebsmittel auch Wasser verwenden, die Bahnen sind dann aber aufgrund der Eisbildung nur als Schatten wahrnehmbar.
- Geschirrtuch aus grobem Leinen oder ein Synthetikgewebe.
- Styroporplatte (oder andere schlecht wärmeleitende Unterlage. Das Styropor kann von einer beliebigen Verpackung stammen. Ohne Styropor verschwindet das Trockeneis schneller und die Partikel beenden ihre Vorstellung eher.)
- Plastikdose mit klarem Deckel und schwarzem Boden, z. B. leere Dübel- oder Schraubendose aus dem Baumarkt oder Dose für Büroklammern aus dem Schreibwarenhandel. Zur Not geht auch ein grauer oder dunkelgrüner Boden. Als „Jousi-Dosen“ werden gut geeignete Dosen im Mineralienfachhandel verkauft.
- Taschenlampe.

4 Der Aufbau

Wenn die Ausrüstung einmal beisammen ist, ist der Aufbau der Nebelkammer problemlos. Zunächst nimmt man die Dose, reinigt sie gegebenenfalls und klebt die Filzgleiter an die Seiten. Gegebenenfalls

müssen die Filzgleiter dafür noch etwas zurechtgeschnitten werden. Der Deckel muss weiterhin schließen können! (siehe Abb. 2) Jetzt trinkt man die Filzgleiter mit Brennspiritus (oder Isopropylalkohol oder Whisky), indem dieser auf die Filzgleiter, die mittlerweile an der Dosenwand kleben, getropft wird; die Dose wird ein wenig geschwenkt, schütten Sie überschüssigen Alkohol weg. Nun nimmt man den Wassersprudler, hält diesen kopfüber und drückt auf den Knopf – nebeliges Gas kommt aus der Spitze heraus. Man formt aus dem Geschirrtuch eine Art Säckchen, das fest um die Spitze gehalten wird, und drückt etwa eine halbe bis eine Minute (Abb. 3). Die Kohlensäure strömt in das Säckchen, es dampft und nebelt beträchtlich, und wenn das Säckchen vorsichtig(!) – damit nichts herausfällt – geöffnet wird, ist darin dank des Joule-Thomson-Effekts etwas Kohlendioxid. Man muss vorsichtig beim Hantieren mit diesem Schnee sein: Gut ist es, Lederhandschuhe anzuziehen. Es ist aber auch, trotz mancher übertriebener Warnhinweise, möglich, den Schnee mit bloßen Händen zu hantieren. Man darf ihn allerdings nicht länger in der Hand halten, da sonst Brandblasen bzw. Frostbeulen entstehen können. Der Schnee wird auf dem Geschirrtuch so zurechtgestoßen, dass er eine flache, möglichst ebene Fläche ergibt, die nicht zu dünn sein sollte. Darauf wird die Dose gesetzt. Das Ganze kommt auf die Styroporplatte, damit es länger kalt bleibt.

Schon jetzt kann man, wenn man sich mit Geduld rüstet, gerade Nebellinien, die über den schwarzen Dosenboden huschen und rasch wieder verschwinden, sehen: Meist handelt es sich um Spuren aus dem Zerfall von Radon. Zeigt aber die Nebelkammer wenig oder nichts Richtiges, wird mit etwas Radon nachgeholfen. Hierzu be-

nötigt man den (unbenutzten) Glühstrumpf und die Einwegspritze [1]. Man zieht den Stempel aus der Einwegspritze und bugsieren den Glühstrumpf hinein. Jetzt wird der Stempel wieder in das Rohr geschoben. Sinn dieser Aktion ist folgender: Der Glühstrumpf ist mit Thoriumnitrat getränkt. Dieses ist schwach radioaktiv und setzt insbesondere Radon frei. Wenn nun mit der Spritze Luft in die Dose geblasen wird, spült diese Luft durch den Glühstrumpf hindurch und nimmt auf ihrem Weg Radon mit (Abb. 3). Dies kann man etliche Male wiederholen, der Glühstrumpf liefert immer neues Radon nach. Man gibt also mit der Spritze etwas radonhaltige Luft in die Dose, verschließt diese wieder gut und setzt sie auf das Trockeneis. Nach einigen Minuten Kühlung erkennt man deutliche Nebelbahnen, die durch die Kammer sausen (Abb. 4). Diese Geschossbahnen sind Spuren des radioaktiven Zerfalls des Radons. Wenn verdunkelt wird und mit der Taschenlampe horizontal durch die Nebeldose geleuchtet wird, sind die Spuren besser sichtbar.

Anstelle des Radons im Glühstrumpf kann ein kleines Stück des schwach radioaktiven Minerals Columbit, das Radium enthält, in die Kammer gelegt werden. Radial wegschießende Spuren von α -Teilchen werden sichtbar (Abb. 6). ■

Literatur

[1] U. Backmund & T. Wilhelm, *Selbstbau einer kontinuierlichen Diffusions-Nebelkammer*, Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule 58, Nr. 1, 2009, S. 27-32

[2] J. Soentgen, *Von den Sternen bis zum Tau. Eine Entdeckungsreise durch die Natur. Mit 120 Phänomenen und Experimenten. Illustriert von Vitali Konstantinov*. Wuppertal: Peter Hammer Verlag 2011

[3] J. Soentgen, *CO₂-Experimente für den Küchentisch*. In: Jens Soentgen, Armin Reller: *CO₂ – Lebenselixier und Klimakiller. Stoffgeschichten Bd. 5*, S. 205-221

[4] P. Galison & A. Assmus, *Artificial clouds, real particles*. In: David Gooding, Trevor Pinch, Simon Schaffer: *The uses of experiment. Studies in the Natural Sciences*. Cambridge University Press 1989, S. 225-274

[5] M. Gläser, *Die Nebelkammer im experimentellen Unterricht*. Aulis Verlag Deubner & Co, Köln 1976

Anschrift des Verfassers

Dr. Jens Soentgen, Wissenschaftszentrum Umwelt, Universität Augsburg, Universitätsstraße 1a, 86159 Augsburg,
E-Mail: soentgen@wzu.uni-augsburg.de
WWW: www.wzu.uni-augsburg.de



Abb. 4: V-förmige Bahnen des Radon-Zerfalls in der Hands-on-Nebelkammer



Abb. 5: Bereitung von Trockeneis mit dem Wassersprudler

Abb. 6: Radiale Bahns Spuren, ausgehend von einem kleinen Stück Columbit

