

# Freihandexperimente

## Homöopathische Verdünnungsreihen

Werner Rentzsch

### Nicht nur für Röntgenzwecke

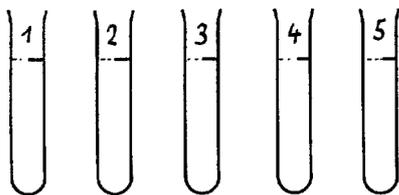
*Material:* Reagenzglasständer, 5 Reagenzgläser, Pipettierhilfe, Meßpipette, Gummistopfen für Reagenzglas, Spritzflasche, Permanentschreiber, 10% Schwefelsäure (1 mol/l), 18% Bariumchloridlösung (1 mol/l)

*Durchführung:* Die 5 Reagenzgläser werden in den Reagenzglasständer gestellt. In das 1. Reagenzglas füllt man 20 ml Schwefelsäure und markiert die Füllhöhe mit dem Permanentstift. Auch die anderen vier Reagenzgläser werden in der gleichen Höhe mit einer Markierung versehen (Lineal anhalten).

Nun entnimmt man dem 1. Reagenzglas mit der Meßpipette 2 ml Schwefelsäure, gibt sie in das 2. Reagenzglas und füllt mit Wasser bis zur Markierung auf. Man verschließt mit dem Gummistopfen und vermischt durch Schütteln. In gleicher Weise verfährt man bis zum 5. Reagenzglas.

Jetzt füllt man mit gereinigter Pipette in jedes Reagenzglas 1 ml Bariumchloridlösung und beobachtet.

Bariumchloridlsq.

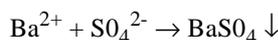


Schwefelsäure

1/10    1/100    1/1000    1/10000    1/100000

*Auswertung:* Vom ersten bis zum letzten Reagenzglas entsteht eine immer schwächer werdende Trübung.

Aus Schwefelsäure und Bariumchlorid bildet sich das fast unlösliche Bariumsulfat.



Die beschriebene Reaktion ist sehr empfindlich; die Trübung ist bis zu einer Verdünnung von 1 : 100 000 zu erkennen.

*Hinweise:*

- *Vorsicht:* auch verdünnte Schwefelsäure zerstört Textilien; nicht mit dem Mund pipettieren – Bariumchloridlösung ist giftig.
- Aufgrund seiner geringen Löslichkeit ist Bariumsulfat im Gegensatz zu Bariumchlorid ungiftig und wird daher als Röntgenkontrastmittel zur Untersuchung des Magen-Darm-Kanals verwendet. Eine Verwechslung der beiden Bariumverbindungen im Spital ist fatal und letal. Das ver-

wendete Bariumsulfat muß chemisch rein sein. Bei Bariumvergiftungen tritt der Tod durch Atemlähmung ein.

### Ein ppm – sichtbar gemacht

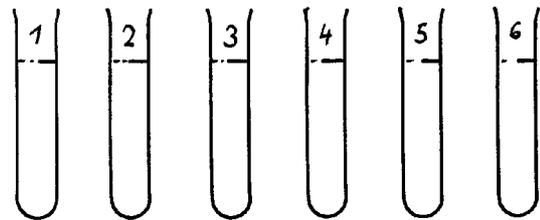
*Material:* Reagenzglasständer, 6 Reagenzgläser, Spatel, Meßpipette, Pipettierhilfe, Gummistopfen, Spritzflasche, Waage, Permanentschreiber, weißes Papier, Kaliumpermanganat oder 1%ige Kaliumpermanganatlösung

*Durchführung:* In das 1. Reagenzglas füllt man 20 ml Kaliumpermanganatlösung und markiert die Füllhöhe mit dem Permanentstift. Bei den anderen Reagenzgläsern wird in gleicher Höhe eine Markierung angebracht.

Nun entnimmt man dem 1. Reagenzglas 2 ml Lösung, gibt sie in das 2. Reagenzglas und füllt bis zur Markierung mit Wasser auf. Man verschließt mit dem Stopfen und vermischt durch Schütteln. Ebenso verfährt man bei den anderen Reagenzgläsern.

Jetzt hält man ein Stück weißes Papier hinter die Reagenzgläser und vergleicht die Farbintensität der Lösungen.

Kaliumpermanganatlsq.



1/100    1/1000    1/10000    1/100000    1/1000000    1/10000000

*Auswertung:* Die Farbe wird immer schwächer. Im 6. Reagenzglas erscheint die Lösung farblos.

Im 5. Reagenzglas beträgt die Konzentration 1 : 1 000 000; das entspricht 1 ppm – 1 part per million.

*Hinweis:* Statt eine 1%ige Lösung herzustellen, kann man in das 1. Reagenzglas auch ganz einfach eine Spatel Kaliumpermanganat geben und mit Wasser auf 20 ml auffüllen. Verwendet man viel Stoff, kann sogar noch das 7. Reagenzglas eine schwache Färbung aufweisen.

### Wie lange sieht man rot?

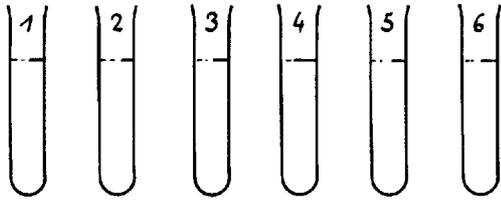
*Material:* Reagenzglasständer, 6 Reagenzgläser, Spatel, Meßpipette, Tropfpipette, Pipettierhilfe, Gummistopfen, Spritzflasche, Waage, Mensur, Permanentschreiber, weißes Papier, Natriumhydroxid oder 1%ige Natronlauge, Phenolphthaleinlösung

*Durchführung:* In das 1. Reagenzglas füllt man 20 ml Natronlauge und markiert die Füllhöhe mit einem Permanentstift. Bei den anderen Reagenzgläsern wird in gleicher Höhe eine Markierung angebracht.

Nun entnimmt man dem 1. Reagenzglas 2 ml Lauge, gibt sie in das 2. Reagenzglas und füllt bis zur Markierung mit Wasser auf. Man verschließt mit dem Stopfen und vermischt durch Schütteln. Bei den anderen Reagenzgläsern verfährt man ebenso.

Jetzt hält man ein Stück weißes Papier hinter die Reagenzgläser und tropft Phenolphthaleinlösung in die Reagenzgläser und achtet auf die Färbung.

### Phenolphthaleinlösung



### Natronlauge

1/100    1/1000    1/10000    1/100000    1/1000000    1/10000000

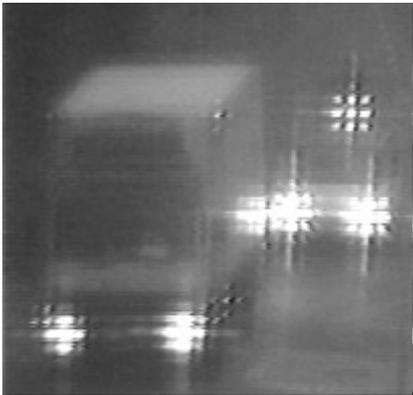
**Auswertung:** Es entstehen verschieden kräftige Rotfärbungen. Bis zum wievielten Reagenzglas die Rotfärbung zu beobachten ist, hängt von der Konzentration der Natronlauge im 1. Reagenzglas ab.

**Hinweis:** Als einfache Abwandlung der drei beschriebenen Versuche kann auch in einem Reagenzglas eine sehr konzentrierte Lösung einer Lebensmittelfarbe hergestellt werden. Dann verfährt man wie vorher beschrieben.

## Wellenoptik im Alltag

Helmut Kühnelt

### Ein Netzvorhang als Beugungsgitter



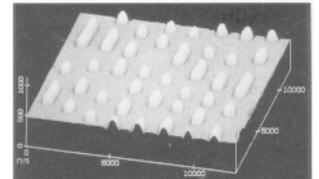
Wer hat noch nie abends durch einen feinen Netzvorhang die Lichter der Straße betrachtet? Obige Abbildung entstand als Videoaufnahme im Gästehaus des CERN, der also nicht nur Beschleunigerphysik zu bieten hat. Für eine halbquantitative Untersuchung eignet sich ein feiner handelsüblicher Gaze-Vorhang (z.B. mit ca. 3 Fäden pro Millimeter) oder ein nicht zu dichter Regenschirmstoff. Zweckmäßigerweise klemmt man ein Stück Stoff glatt gezogen in ein Diarähmchen – bei 80 cm Breite lassen sich so mit einem Meter Vorhangstoff 10 Schulklassen mit Beugungsgittern versorgen. Betrachtet man damit eine weiße Punktlichtquelle (z.B. eine durch den Reflektorrand fast vollständig abgedeckte Halogenlampe), so sieht man sehr gut das farbige Beugungsbild des Kreuzgitters. Blickt man gleichzeitig auf ein mit ausgestrecktem Arm gehaltenes

Lineal, so gelingt es, den scheinbaren Abstand der Beugungsmaxima und dadurch ihren Winkelabstand abzuschätzen. Mit dem genannten Vorhangstoff ergibt sich eine scheinbare Größe des Beugungsbildes von 1,5 mm auf dem 75 cm entfernten Lineal, daher ein Winkel von  $\sin \alpha = 0,0015/0,75 = 0,002$ . Aus der Bedingung für das erste Beugungsmaximum ( $d \sin \alpha = \lambda$ ,  $d = 0,33 \text{ mm} \pm 20\%$ ) ergibt sich  $\lambda$  zu 670 nm, etwa 25% größer als dem Maximum des sichtbaren Lichts entspricht – für die bescheidenen Mittel ein sehr gutes Resultat!

Für eine quantitativ bessere Bestimmung der Größenordnung der Lichtwellenlänge eignet sich ein Laserzeiger als monochromatische Lichtquelle. Durchstrahlt man das Beugungsgitter und läßt das Beugungsbild auf eine entfernte Wand fallen, läßt sich der Abstand der Beugungsmaxima bequem ausmessen und die Wellenlänge des roten Laserlichts folgt sofort daraus. Dreht man das Diarähmchen so, daß der Laserstrahl nicht mehr senkrecht auf die Stoffebene trifft, so verkleinert sich die effektive Gitterkonstante (ein Trick, den bereits 1925 Arthur Compton zur Beugung von Röntgenstrahlen an optischen Gittern verwendete) und die Beugungsmaxima rücken auseinander – eine eindrucksvolle Demonstration der quantenphysikalischen Unschärferelation.

### CD-ROM als Beugungsgitter

Das BMUK empfiehlt den Einsatz geeigneter CD-ROM im Unterricht. Aus der Warte des Physikers sind auch didaktisch schlechte CD-ROMs und Musik-CDs unterrichtsgesamt geeignet: als Beugungsgitter mit einer Gitterkonstanten von  $d = 1,6 \mu\text{m}$  (s. Abb.). Damit ergeben sich größere Beugungswinkel als mit dem Vorhangstoff. Bei senkrechtem Einfall ergibt sich für das erste Beugungsmaximum  $d \sin \alpha = \lambda$ , wobei  $\alpha$  vom einfallenden Strahl gerechnet wird. Für sichtbares Licht ergeben sich daher Winkel für das erste Beugungsmaximum von  $16^\circ$  (bei 400 nm) und  $32^\circ$  (bei 760 nm) - mit dem Laserpointer maßen wir  $24^\circ$ . An der kurzwelligen Grenze lassen sich 3 Beugungsmaxima beobachten, bei streifendem Einfall entsprechend mehr, an der langwelligen Grenze jedoch nur eines.



Vergleicht man das Beugungsbild eines Temperaturstrahlers mit einem kontinuierlichen Spektrum mit dem einer Leuchtstofflampe (Energiesparlampe), so wird wohl den meisten Beobachtern bald ein Unterschied auffallen: Das weiße Licht der Leuchtstofflampe wird aus 3 oder 4 Phosphoren gewonnen (die durch UV zum Leuchten angeregt werden), dies schlägt sich in einem diskreten Spektrum nieder. Leuchtdioden erweisen sich – für den Physiker keineswegs überraschend – als praktisch monochrom.

Da man für das CD-Spektrometer durchwegs mit einem Achtel einer CD auskommt, lassen sich für alle Schüler einer Klasse aus Ausschuß-CDs kostengünstig Beugungsgitter herstellen, lediglich das Zerschneiden der CDs ist mühsamer als beim Vorhangstoff.

Die Teilnehmer an der Eröffnungssitzung der 51. Fortbildungswoche konnten beide Arten von Beugungsgittern nach Hause tragen. (Gaze ist gegen Kostensatz und Angabe der gewünschten Menge beim Förderverein erhältlich.)