

*tionale Beteiligung auslösen. In zwei- bzw. dreigeteilten Petrischalen können verschiedene Vorgänge mit minimalem Substanzeinsatz parallel ablaufen und gleichzeitig wahrgenommen werden. Nach Beschreibung der vorbereitenden Arbeiten werden Experimente aus dem Themenbereich „Elektronen- und Protonenübergänge“ vorgestellt. Sie bilden eine Auswahl des von den Autoren im Unterricht erprobten und auf Lehrerfortbildungen propagierten Konzeptes zur Minimierung von Substanz und Kosten sowie von Aufwand und Zeit für den Lehrenden. In ihm treffen sich die Intentionen des „Abfallfreien Chemieunterrichts“ und der „Low-cost-Experimente“. Dabei werden billige Einwegartikel als Mehrweg- und Vielweggerätesysteme eingesetzt.*

### Vorbereitende Arbeiten

Um die Darstellung der Petrischalen in normaler Overhead-Projektion zu vergrößern, wird eine Sammellinse (Brennweite 150 oder 200 mm) an einem Stativ befestigt und in den Strahlengang mit entsprechendem Abstand zum Objekt geschwenkt.

Zur Aufnahme von Elektroden präpariert man die Petrischalen aus Polystyrol (Durchmesser 9 cm), die im Lehrmittelhandel billig erhältlich sind:

Petrischalenwand mit heißem Nagel (Bunsenflamme) durchstoßen und Lochränder glätten. Gummischlauchring (Abfälle von Moped- oder Motorradschläuchen) von ca. 1 cm Breite schneiden und um die Wand legen (kräftiges Dehnen). Den Ring mit dem Spatel an der durchstoßenen Stelle abheben und ein Gummischlauchstück (roter Gummischlauch aus der Sammlung, ca. 0,7 cm × 2 cm) einschieben. Es entsteht auf diese Weise ein gas- und flüssigkeitsdichtes Wandseptum, das durch den umlaufenden Schlauchring fest auf die perforierte Stelle gedrückt wird.

Durch das Septum können spitze Elektroden (Kanülen, Nägel usw.) in die Petrischale geschoben werden, die dann fest verankert sind und sich gut abgreifen lassen.

Undicht gewordene Septen sind schnell und problemlos austauschbar.

### **Petrischalenexperimente zu Elektronen- und Protonen- übergängen in der Overhead-Projektion**

ROLAND FULL, BERND GRUNWALD

*Petrischalenexperimente ergeben bei Großprojektion wandfüllende Darstellungen von Phänomenen und Reaktionsabläufen, die optimale Beobachtung ermöglichen und emo-*

**Experimente**

(Auswahl aus 14 vorgeschlagenen Experimenten)

**Ionisationsenergie  
innerhalb von Gruppe und Periode****Geräte/Chemikalien**

2 dreigeteilte Petrischalen, Pipette, Spatel, Spritzflasche  
Lithium, Natrium, Kalium, Magnesiumpulver, Aluminiumpulver, Phenolphthalein, Tensid (neutral)

**Durchführung**

Die Segmente der Petrischalen mit Wasser füllen, etwas Tensid und einige Tropfen Phenolphthalein zufügen. In die Segmente der ersten Petrischale gibt man jeweils ein 2 mm großes Stückchen Lithium, Natrium, Kalium (ein Element je Segment). Die zweite Petrischale wird analog mit einem Stückchen Natrium, etwas Magnesium- und Aluminiumpulver beschickt. Dann wird das Wasser aus den Segmenten mit Magnesium und Aluminium abpipettiert und heißes Wasser eingefüllt.

**Reduktion von Kaliumpermanganat****Geräte/Chemikalien**

Petrischale zweigeteilt  
Kaliumpermanganatlösung ( $c = 0,02 \text{ mol/l}$ ), Schwefelsäure verd., Wasserstoffperoxidlösung ( $w = 3 \%$ ), Natriumsulfidlösung (alkalisch)

**Durchführung**

Kaliumpermanganatlösung in beide Halbschalen vorlegen, mit gleicher Portion Wasser verdünnen. Zu einer Halbschale etwas Schwefelsäure und Wasserstoffperoxid geben, zur anderen Natriumsulfidlösung bis zur Entfärbung tropfen.

**Daniell-Element  
(Spannungsreihe, Standardpotentiale)****Geräte/Chemikalien**

Zweigeteilte Petrischale mit zwei Wandsep-

ten, Kabel, Klemmen, Stück Bierfilz ( $3 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$  mit Einschnitt), Spannungsmeßgerät Kupfersulfatlösung ( $c = 1 \text{ mol/l}$ ), Zinksulfatlösung ( $c = 1 \text{ mol/l}$ ), Schwefelsäure verd., Kupfernagel, Zinkstück mit Spitze

**Durchführung**

Zinkstück und Kupfernagel durch die Wandsepten in je eine Halbschale einstecken und die entsprechenden Elektrolyte einfüllen bis die Elektroden gerade bedeckt sind. Bierfilzreiter (vorher mit Schwefelsäure getränkt) als Ionenbrücke auf den Mittelsteg stecken. Spannungsmeßgerät anschließen. Nach diesem Prinzip lassen sich in der dreigeteilten Petrischale auch drei Halbelemente (Kupfer, Zink, Blei) miteinander kombinieren. Wird ein Platindraht eingesetzt, der mit Wasserstoff aus der Einwegspritze gespült wird, können sogar die Standardpotentiale von Kupfer und Zink abgeleitet werden.

**Bildung und Löslichkeit von  
Chlorwasserstoff (Springbrunneneffekt)****Geräte/Chemikalien**

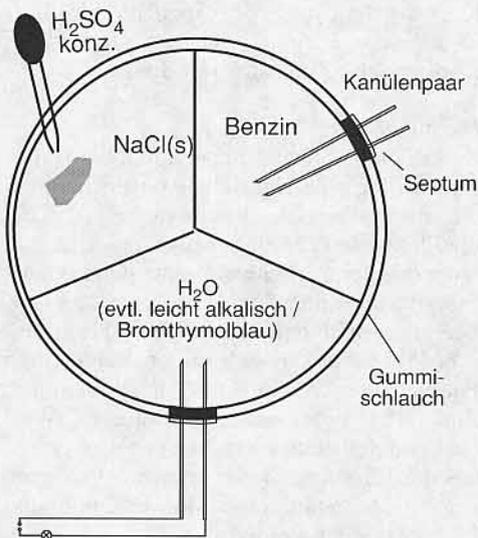
Petrischale mit Wandseptum, Spritzenkanüle, Fön, Spatel, Pipette, Reagenzglas mit halbiertem Stopfen  
Natriumchlorid, Schwefelsäure konz., Ammoniakwasser verd., Bromthymolblaulösung

**Durchführung**

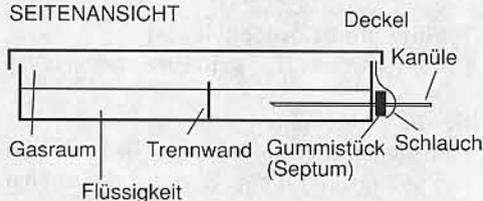
Kanüle vom Innenraum der Petrischale durch das Septum nach außen stechen. Petrischale mit stark verdünntem Ammoniakwasser füllen und einen Tropfen Bromthymolblau zufügen. In das Reagenzglas 3 Spatelspitzen Natriumchlorid und 2 Pipetten Schwefelsäure geben. Reagenzglas verschließen, Kanüle durch den flachen Gummistopfen stoßen und nach Abschluß der Gasentwicklung das Reagenzglas mit dem Fön kurz erwärmen. Die gesamte Anordnung liegt waagrecht auf dem Overhead-Projektor.

Es kommt zunächst zur HCl-Bildung mit Farbumschlag des Indikators in der Petrischale. Dann spritzt die Lösung in Gegenrichtung durch die Kanüle ins Reagenzglas (Springbrunneneffekt, induziert durch Erwärmen).

## DRAUFSICHT



## SEITENANSICHT



## Protolyse von Chlorwasserstoff

**Geräte/Chemikalien**

Dreiteilige Petrischale mit Deckel und 2 Wandsepten (darunter je 2 Löcher; hier Kanülenpaare als Elektroden einstechen), Krokodilklemmen, Kabel, 2 Lampensockel mit Trafo, Spatel, Pipette, Spritzflasche, Natriumchlorid, Siedegrenzenbenzin (110–140 °C), Schwefelsäure konz.

**Durchführung**

Je ein Segment mit Wasser, Benzin bzw. 2 Spatelspitzen Natriumchlorid füllen (elektrodenfreies Segment) und Elektrodenpaare mit dem Lampensockel verbinden. 2 Tropfen Schwefelsäure auf das Kochsalz geben und Petrischale mit dem Deckel verschließen. Die Lampe leuchtet nur auf der Wasserseite (zusätzlich: Elektrolysevorgänge an den Elektroden; Wasser evtl. mit Ammoniakwasser und Bromthymolblau versetzen).

**Weitere Experimente**

Abscheidungstension, Oxidation von Eisen (II), Rosten von Eisen, Lokalelementbildung, Konzentrationselement, Farbumschläge von Indikatoren, Verteilungsgleichgewichte  $\text{HCl(g)}/\text{HCl(aq)} - \text{NH}_3\text{(g)}/\text{NH}_3\text{(aq)}$ , Protolysegrad und Säurestärke

## Neutralisationstitation

**Geräte/Chemikalien**

Petrischale mit einem Wandseptum, Vollpipette 10 ml mit Pipettierhilfe, Einwegspritze 10 ml (ohne Gummikappe am Stempel) Salzsäure ( $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ), Natronlauge ( $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ), Bromthymolblaulösung

**Durchführung**

10 ml Natronlauge in die Petrischale pipettieren und Wasser zugeben; Indikator zusetzen. 10 ml Salzsäure blasenfrei in die Spritze aufziehen, Kanüle durch das Wandseptum stechen und Spritze so auf den Overhead-Projektor legen, daß die Skaleneinteilung in der Projektion scharf erscheint. Salzsäure bis zum Umschlag des Indikators injizieren und Substanzverbrauch an der projizierten Skala ablesen.