
Schirmherr: Ties Rabe, Hamburger Schulsenator
IKEA PRINZIP: nachhaltig, modular, effizient
Kooperationspartner: TU-Harburg, Hamburg Wasser, Shell technology centre Hamburg

Liebe Kollegin, lieber Kollege,

Wichtige Sicherheitshinweise werden während des Workshops geliefert. Die Versuche sind in den meisten Fällen in kurzen Worten beschrieben. Deshalb ist es erforderlich, die schriftliche Darstellung des jeweiligen Versuchs didaktisch, unterrichtsmethodisch und fachmethodisch der einzelnen Unterrichtsstunde und den vorherrschenden Unterrichtsbedingungen anzupassen. Im Schülerversuch ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen, Schutzbrille, Kittel und Sicherheitsschirm anzuwenden. Im Workshop wird davon ausgegangen, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Fortbildung in labortechnischen Belangen ausgebildet sind und schließt jede Haftung bei Personen- und Sachschäden aus. Eine Weitergabe an Dritte ist nicht vorgesehen.

Hinweise für Schülerinnen und Schüler zum Einrichten des Arbeitsplatzes

- Methode der „nummerierten Köpfe“ in Vierergruppen
- genauer Aufbau der Arbeitsplätze nach einem Foto
- Kommunikation der Schüler mit dem Lehrer nur mit „Ausweisen“
- die Tropfflaschen und Chemikalien grundsätzlich verschließen und in die Mitte der Unterlage stellen, nach Gebrauch zurückbringen
- die SchülerInnen experimentieren nacheinander
- die Schüler protokollieren während des Versuches, sie legen ihre Protokolle aufgeschlagen neben die Unterlage
- der Protokollant zeigt alle Protokollhefte vor

Übersicht über die Experimente

- 1 Erste Auseinandersetzung mit Wassertropfenexperimenten
- 2 Physikalische Experimente
- 3 Chemische Reaktionen, Erhaltung der Masse, Energieumsatz
 - 3.1 Verbrennungen
 - 3.2 Ist ein Oxid schwerer oder leichter als sein Ausgangsstoff?
 - 3.3 Sauerstoff-Aufnahmereaktionen
 - 3.4 Sauerstoff-Abgabereaktionen
 - 3.5 Sauerstoff-Übertragungsreaktionen
 - 3.6 Sulfidbildungsreaktionen
 - 3.7 Klassische Redoxreaktionen (in Vorbereitung)
 - 3.8 Alkalimetalle und Halogene
 - 3.9 Wärmewirkung des elektrischen Stroms
 - 3.10 Versuche zu Halbleitern
 - 3.11 Endotherme und exotherme Reaktion bei Kupfersulfat
- 4 Säure-Base-Chemie
 - 4.1 Grundlagen
 - 4.2 Salzsäure
 - 4.3 Schwefelsäure
 - 4.4 Reaktion von Metallen und Metalloxiden mit Säuren und Wasser
 - 4.5 Basen
 - 4.6 Neutralisation
 - 4.7 Austreiben von schwachen Säuren und Basen aus ihren Salzen
 - 4.8 Reaktion von Säureteilchen und Baseteilchen in der Gasphase
- 5 Elektrochemie
 - 5.1 Grundlagen
 - 5.2 Leitung des elektrischen Stroms in wässrigen Lösungen
 - 5.3 Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle
 - 5.4 Normalwasserstoffelektrode als Bezugs­elektrode
 - 5.5 Galvanische Zellen
 - 5.6 Elektrolyse
 - 5.7 Akkumulatoren
 - 5.8 Korrosion
- 6 Organische Chemie
 - 6.1 Methanmamba
 - 6.2 Alkohole
 - 6.3 Carbonyl-Verbindungen
 - 6.4 Pyrolyse von Tabak im Kapillarröhrchen
- 7 Lebensmittelchemie und biologische Versuche
- 8 Kunststoffe
- 9 Versuche für die Grundschule
- 10 Kosmetik
- 11 Erdölchemie

1 Erste Auseinandersetzung mit Wassertropfenexperimenten

1.1 Kohäsion, Adhäsion und Linseneffekt

Einige Tropfen Aqua dem. werden auf den Tropfenobjektträger gegeben, den Tropfenobjektträger um 90° und um 180° wenden (Kohäsion/Adhäsion). Gegenstände durch den Tropfen betrachten: in der Nähe z.B. einen Buchstaben (Lupeneffekt), in der Ferne (Umkehreffekt).

Regenbogen-Effekt eines Wassertropfens untersuchen: Sonnenstrahlen oder Lichtstrahlen einer Handy-Taschenlampe durch den Tropfen auf ein weißes Blatt projizieren, vom Bild ein Foto machen und den Regenbogen im Display vergrößern.

1.2 Ansetzen von Lösungen (fest, flüssig)

Gewünschte Lösungen können mit einem Kristall und einem Tropfen Aqua dem. auf dem Tropfenobjektträger angesetzt werden.

1.3 Einen Kristall Kaliumpermanganat lösen

Drei größere Tropfen Wasser auf die Felder 1-3 geben und durch Vorbeistreichen mit einem Mikrospatel ineinanderfließen lassen. Einen sehr kleinen Kristall Kaliumpermanganat mit dem Tropfen in Feld 2 in Berührung bringen. Die Käfiglupe fachmännisch anwenden: Den Objektträger auf der Tropfenobjektträger-Box liegend an das Auge heranführen. Sind genauere Beobachtungen erwünscht, empfiehlt es sich, die Beobachtungen am Fenster im Tageslicht zu machen. Mit Handy: Ein Lineal daneben legen und eine Videoaufnahme mit eingeblendeter Stoppuhr machen. Ein Diagramm erstellen.

1.4 Kohlenstoffdioxid-Nachweis als Barium- oder Calciumcarbonat (gasförmig, flüssig)

Mit einem Trinkhalm die Atemluft über einen Tropfen Bariumhydroxid-Lsg. (oder für Schüler Kalkwasser) leiten.

1.5 Bologneser Tropfen (Prinz-Rupert-Tropfen)

Auf einem Tropfenobjektträger wird ein Tropfen Aqua dem. auf das Feld 1 gegeben. Ein Kapillarröhrchen wird mit Hilfe eines Mikrobrenners an der Spitze erwärmt, geschmolzen. Das flüssige Glas wird im Wassertropfen abgeschreckt. Diese Glasträne weist eine hohe mechanische Belastbarkeit auf und hält aufgrund hoher Eigenspannung selbst Hammerschläge aus. Beim Abbrechen des Schwanzes zerspringt der Glastropfen zu Glasstaub.

1.6 Halogenid-Nachweise

1.6.1 Chlorid-Fällungsreaktion Variante 1 (flüssig, flüssig)

Einen prallen Tropfen Kochsalz-Lsg. herstellen: Dazu einen Kristall Kochsalz in einen Wassertropfen schieben. Auf das gegenüberliegende Feld einen Tropfen Silbernitrat-

Lsg. geben. Beide Tropfen mit dem Mikrospatel in leichte Berührung bringen, so dass die Tropfen langsam ineinanderfließen (Sanduhreffekt).
Das Reaktionsprodukt für den folgenden Versuch 1.6.2 stehen lassen.

1.6.2 Lichtreaktion von Silberchlorid

Gefälltes Silberchlorid aus Versuch 1.6.1 ins Tageslicht halten. Silberchlorid zerfällt bei Lichteinfall in Silber (amorph, deshalb schwarz) und Chlor.

1.6.3 Chlorid-Fällungsreaktion Variante 2 (flüssig, Seife, flüssig)

Einen Tropfen Kochsalz-Lsg. und einen Tropfen Silbernitrat-Lsg. auf den Tropfenobjektträger geben. Zum Verbinden beider Lösungen einen Tropfen Detergenzlösung (Seifenlauge) zwischen die beiden Tropfen geben und warten, bis sie ineinanderfließen.

1.6.4 Chlorid-Fällungsreaktion Variante 3 (flüssig, fest)

Einen Tropfen Silbernitrat-Lsg. auf den Tropfenobjektträger geben. In diesen Tropfen einen Kochsalzkristall schieben.

1.6.5 Chlorid-Fällungsreaktion Variante 4 (fest, flüssig, fest)

Einen Kochsalzkristall und Silbernitrat-Kristall gleichzeitig von gegenüberliegenden Punkten des Tropfens in den Wassertropfen schieben.

1.6.6 Vergleich des Niederschlags von Silberchlorid, -bromid, und -iodid

Drei Tropfen Silbernitrat-Lsg. auf den Tropfenobjektträger geben und jeweils einen Salzkristall eines Chlorids, Bromids und Jodids in einen der drei Silbernitrat-Tropfen schieben. Mit dem Handy die Reaktion aufnehmen.

1.6.7 Anorganischer Sonnenuntergang

Eine gut gehäufte Spatelspitze Natriumthiosulfat auf den Tropfenobjektträger geben. Einen Tropfen Silbernitrat direkt auf das feste Natriumthiosulfat tropfen.

2 Physikalische Experimente

2.1 Löslichkeit von Stoffen

Jeweils ein kleines Körnchen der zu untersuchenden Stoffe (z.B. Schwefel, Zucker, Salz, Wachs, ...) in einen Tropfen verschiedener Lösungsmittel geben (Wasser, Essig, verd. Salzsäure, Brennspritus, Heptan...).

2.2 Aggregatzustandswechsel

2.2.1 Sieden und Kondensieren von Wasser

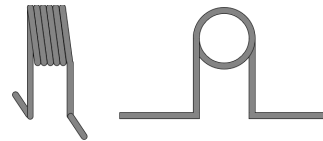
Einen Tropfen Wasser auf einer Teflonunterlage (bzw. dem Tropfenobjektträger) auf einer Heizplatte - mittlere Einstellung - zum Sieden bringen, ein Uhrglas oder Schnapdeckelglas darüber halten.

2.2.2 Erwärmen und Destillieren eines Tropfens auf dem Tropfenobjektträger mit dem Lichtbogenfeuerzeug

Ein Tropfen Aqua dem. wird auf ein Feld des Tropfenobjektträgers gegeben. Ein Lichtbogenfeuerzeug, etwa „Nasum“ mit 6 Elektroden, wird unter den Tropfenobjektträger gehalten. Das Feld des Lichtbogens ist etwa so groß wie ein Feld des Tropfenobjektträgers. Durch Veränderung des Abstandes Feuerzeug/Tropfenobjektträger kann die Wärmezufuhr variiert werden. Den Wasserdampf mit einem offenen Schnapdeckelglas auffangen.

2.2.3 Destillieren im Tropfen durch Erwärmen mit einem gebogenen Nickeldraht

Einen etwa 10 cm langen, im Durchmesser 1 mm starken Nickeldraht auf halber Länge zu einem Auge biegen. Mit Hilfe einer Schnabelzange ein bis zwei weitere Ösen auf das erste Auge legen, wie bei einem Tauchsieder. Ebenso mit dem zweiten Ende verfahren (siehe Abbildung). In dieser mehrschichtigen Öse wird der zu destillierende Tropfen gehalten. Die Öse soll nun in eine auf dem Kopf stehenden Tropfflasche hineinragen. Die Flasche wird dazu in ein Stativ eingespannt. Dann biegt man den Nickeldraht so, dass sich die Öse etwa 1 cm in der Tropfflasche befindet und die Nickeldrahtenden aus der Tropfflasche wie bei einem Schnurrbart herausragen. Der Nickeldraht fixiert zugleich die Öse in der Tropfflasche. Nun werden die Enden des Nickeldrahtes mit dem Mikrobrenner erhitzt. Die Wärme wird zum Tropfen weitergeleitet und sorgt dort für eine kontrollierte Erwärmung.



2.2.4 Siedeverzug

Ein Kapillarröhrchen in eine geöffnete Aqua dem. Tropfflasche stecken. Die Flasche neigen, bis sich das Kapillarröhrchen fast ganz mit Aqua dem. gefüllt hat. Das herausstehende Ende lässt man 1 cm wasserfrei und schweißt es dort zu. Das Kapillarröhrchen wird in eine dritte Hand gespannt. Die offene Seite des Kapillarröhrchens in eine ungefährliche Richtung halten. Mit dem Mikrobrenner wird das Wassers zentimeterweise, beginnend an der offenen Seite, zum Sieden erwärmt.

2.2.5 Vergleich von Siedetemperaturen verschiedener Flüssigkeiten und Flüssigkeitsgemische

Einen Tropfen Brennspiritus neben Wasser und einem Alkohol-Wasser-Gemisch auf eine Teflonunterlage (bzw. einen Tropfenobjektträger) geben und auf einer Heizplatte (mittlere Stufe) erhitzen. Verschiedene Gemische Alkohol/Wasser ausprobieren.

2.2.6 Erstarren

Einige Tropfen Wasser auf einer Teflonunterlage (bzw. einem Tropfenobjektträger) auf einem Kühlkissen zum Erstarren bringen. Alternativ: Den Wassertropfen mit einem Vereisungs-Spray in einem Kapillarröhrchen zum Gefrieren bringen.

2.2.7 Sublimieren

Einen kleinen Kristall Iod auf die Rückseite eines Tropfenobjektträgers geben und eng in eine Frischhaltefolie und anschließend in ein DIN A4-Papier einwickeln, nach 45 Minuten öffnen. Einen kleinen Kristall Iod in ein einseitig zugeschweißtes Kapillarröhrchen geben und vorsichtig erwärmen.

2.3 Modifikationen von Schwefel

Ungefähr 10 mm Schwefelpulver in ein offenes Kapillarröhrchen einfüllen. Den Schwefel im Kapillarröhrchen mit einem Stabfeuerzeug in kleinen Abständen erwärmen. Die Modifikationen des Schwefels beobachten. Weiter bis zur dunkelroten Schwefel-Schmelze erhitzen. Jetzt das heiße Kapillarröhrchen schnell im Wasser der Waschbox abschrecken. Die Spitze des Kapillarröhrchens abbrechen und den gummiartigen Schwefel auf Elastizität prüfen.

2.4 Stofftrennverfahren

2.4.1 Trennung von Eisen und Schwefel

Eine Spatelspitze Eisenpulver und Schwefelpulver auf dem Tropfenobjektträger mit einem (Kunststoff-) Spatel mischen. Den Tropfenobjektträger in das oberste Fach der Tropfenobjektträger-Box schieben und verschließen. Jetzt von außen einen Magneten ansetzen und das Stoffgemisch trennen. (Die getrennten Elemente können mit einem Tropfen verd. Salzsäure geprüft werden.)

2.4.2 Trennung von Eisen und Schwefel im Kapillarröhrchen

Ein Kapillarröhrchen an einem Ende zuschweißen. Etwa 2 mm Eisenpulver einbringen und herunter klopfen. Anschließend 2 mm Schwefelpulver. Das noch offene Ende des Kapillarröhrchen auch verschweißen. Nun das Gemisch im Kapillarröhrchen mischen und mit dem Magneten wieder trennen. (Anschlussversuch siehe 3.6.3)

2.4.3 Trennung von Kochsalz und Sand

Ein Gemisch aus wenigen Körnchen Sand und einigen Kristallen Kochsalz herstellen. Das Kochsalz durch Zugabe eines Wassertropfens lösen und die Salzlösung mit einem Filterpapier vollständig absaugen („indirekte Filtrationsmethode“ im Wassertropfen). Das Filterpapier mit dem „Salzfiltrat“ in einem zweiten Tropfen Aqua dem. auswaschen. In diesem Tropfen mit Silbernitrat Chlorid-Ionen nachweisen. Flammenprobe auf Natrium-Ionen mit dem Mikrobrenner durchführen.

2.4.4 Chromatographie von Filzstiftfarbe

Variante 1: Kreisförmiges Chromatogramm

Auf ein etwa $\varnothing=3-4$ cm großen Filterpapier wird ein z.B. schwarzer Punkt in die Mitte aufgetragen. Auf einem Tropfenobjektträger wird ein Tropfen Leitungswasser gegeben. Mit einem Kapillarröhrchen wird das Wasser aufgenommen und mit mehreren kleinen Tupfern auf den schwarzen Punkt aufgetragen bis der Punkt ausgewaschen ist.

Variante 2: Rechteckiges Chromatogramm

In Kooperation mit der Firma Merck. Auf einem Filterpapierstreifen mit den Maßen 1cm Breite und etwa 6 cm Länge wird 1 cm über dem unteren Rand ein Punkt mit Hilfe eines

farbigen Filzstiftes (zum Beispiel schwarz) aufgetragen. Auf dem Tropfenobjektträger werden 5 Tropfen Wasser aufgebracht und durch Vorbeistreichen mit einem Mikrospatel zu einem Tropfen vereinigt. Der Filterpapier-Streifen wird nun mit dem Wassertropfen in Kontakt gebracht und senkrecht in eine Dritte Hand eingespannt.

3 Chemische Reaktion, Erhaltung der Masse, Energieumsatz

3.1 Verbrennungen

3.1.1 Brennbarkeit von Schwefel

Etwa 10 mm Schwefelpulver in ein offenes Kapillarröhrchen einbringen. Den am Kapillarröhrchen außen anhaftenden Schwefel mit einem Lappen entfernen. Mit dem Mikrobrenner den Schwefel am Ende des Kapillarröhrchens anzünden. Den übrigen Schwefel im Kapillarröhrchen erwärmen und die Schwefelflamme aufrecht erhalten.

3.1.2 Brennbarkeit weiterer Stoffe und Untersuchung der Reaktionsprodukte

Ebenso wie in Versuch 3.1.1 die Brennbarkeit anderer Stoffe mit dem Kapillarröhrchen prüfen: z.B. Magnesiumpulver, Kupferpulver, Eisenpulver, einen Platindraht, (siehe auch Natrium, Lithium; 3.8.1).

Die Reaktionsprodukte auf Farbe, Verhalten mit Wasser und einem Tropfen Indikatorlösung untersuchen.

3.1.3 Brennbarkeit von Phosphor

In einem zweiten Versuch wenig (!!!), etwa 1 mm, roten Phosphor in ein offenes Kapillarröhrchen einbringen. (Anschlussversuch: siehe Abscheidungsversuch 5.3.3)

3.1.4 Der „FLADsche“ Versuch: Viktor Obendrauf trifft Stephan Matussek

Einen Baumwolle-Bindfaden in ein Kapillarröhrchen einfädeln. Etwa 2 cm frei lassen. In diesem Bereich etwa 3 mm roten Phosphor einbringen und mit einem Draht etwa 5 mm im Kapillarröhrchen hochschieben. Mit dem Mikrobrenner den roten Phosphor in Richtung Baumwollfaden sublimieren. Den Baumwollfaden aus dem Kapillarröhrchen ziehen. Vorsicht, es entsteht weißer brennbarer Phosphor. Einfacher kann man statt eines Bindfadens einen Nickeldraht in das Kapillarröhrchen bringen und den Versuch wie oben beschrieben durchführen. (vergl. 5.3.3)

3.1.5 Untersuchung der Zusammensetzung eines Streichholzkopfes

Einen Streichholzkopf zerdrücken und in einer Magnesiumrinne, gehalten von der dritten Hand, anzünden. Zum Vergleich eine Zündkette aus rotem Phosphor, Schwefel und einem Holzstückchen anordnen und mit dem Stabfeuerzeug am Phosphor entzünden.

3.1.6 Verbrennen von Stoffen in „reinem Sauerstoff“ auf der Magnesiumrinne

Verbrennung ohne zusätzlichen Sauerstoff: Einen Krümel Phosphor auf die Magnesiumrinne geben und von unten erhitzen.

Verbrennung mit zusätzlichen Sauerstoff: einen Krümel Phosphor mit einigen Kristallen Kaliumnitrat mischen und von unten erhitzen (bei der Thermolyse wird Sauerstoff frei). (In gleicher Weise können z.B. Schwefelpulver, Kohlenstoff und Eisenpulver ausprobiert werden.) (*Kaliumperchlorat als Sauerstoffspender prüfen.*)

3.1.7 Verbrennen von Stoffen in "reinem Sauerstoff" im Kapillarröhrchenversuch

Einen Krümel Phosphor mit einigen Kristallen Kaliumnitrat mischen und etwa 1mm in ein Kapillarröhrchen einbringen. Am offenen Ende anzünden.

Vergleichsversuch: Phosphor wird ohne Kaliumnitrat im Kapillarröhrchen angezündet.

3.1.8 Welcher Stoff ist für die Verbrennung verantwortlich? (Kupferbriefversuch)

Der Kupferbriefversuch wird als „Kapillarröhrchen-Versuch“ durchgeführt. Ein Kapillarröhrchen mit etwa 10 mm Kupferpulver füllen. Mit dem Mikrobrenner deutlich zum Glühen erhitzen. Dabei das Kapillarröhrchen drehen, um ein Abknicken zu verhindern. (Möglicher Anschlussversuch mit Schwefel zum Thema „Halbleiterherstellung“ siehe 3.10.1)

3.2 Ist ein Oxid schwerer oder leichter als sein Ausgangsstoff?

3.2.1 Verbrennung von Eisenwolle an einer Kapillarwaage

Eine Kapillarwaage durch Ausziehen eines Glasrohres herstellen. Mit der horizontal befestigten Kapillare wird der Massezuwachs veranschaulicht.

Einen kleinen Bausch Eisenwolle an eine Kapillarwaage hängen und das Durchbiegen an einem Hintergrund, einer Pappe, markieren. Nach dem Verbrennen erneut das Durchbiegen markieren. (*In Planung: Mit einer Einmalpipette eine Tauchwaage ähnlich einer Pose herstellen*)

3.2.2 Verbrennung von Eisenpulver in einer Kapillarwaage

Ein Kapillarröhrchen in der Mitte zu einer entsprechend biegsamen Mikrokapillare ausziehen. Nun eine Seite mit etwa 1cm Eisenpulver füllen. Die andere Seite in die dritte Hand einspannen. Die Durchbiegung der Kapillare an einem Blatt Papier hinter der Kapillare markieren. Das Eisenpulver mit dem Stabfeuerzeug erwärmen. Die Durchbiegung nach dem Erkalten neu markieren.

3.2.3 Verbrennung von Eisenpulver in einer Fadenwaage

Ein Kapillarröhrchen in der Mitte an einem Bindfaden, zwei Knoten, festbinden. Beide Seiten mit etwa 1 cm Eisenpulver füllen. Das Kapillarröhrchen austarieren. Das Eisen auf einer Seite mit dem Stabfeuerzeug zum Glühen bringen.

3.2.4 Verbrennung von Magnesium

Ein Kapillarröhrchen an einer Seite zuschweißen. Von der offenen Seite her 1-2 cm Magnesiumpulver in das Kapillarröhrchen hinein füllen und auf mg genau wiegen. Danach das Magnesium zur offenen Luft-Seite kippen. Mit dem Daumen die offene Seite zuhalten. Das Magnesium-Pulver mit dem Mikrobrenner erhitzen und das Kapillarröhrchen nach dem Abkühlen auf mg genau wiegen.

3.3 Sauerstoff-Aufnahmereaktionen

3.3.1 Analyse der Luft, Schnelltest

Ein Kapillarröhrchen mit etwa 10 mm Magnesiumpulver füllen. Die gegenüberliegende offene Seite des Kapillarröhrchens luftdicht in einen großen Tropfen Wasser halten. Den Wasserstand markieren. Nun das Magnesiumpulver mit dem Mikrobrenner anzünden und den Wasserstand nach dem Abkühlen wieder markieren. Den prozentualen Anteil des Sauerstoffes berechnen. (Kapillare $d = 1,1$ mm).

3.3.2 Genaue Analyse der Luft durch Rosten von Eisenpulver

- a) In ein Kapillarröhrchen etwa 10-20 mm Eisenpulver einbringen. Dieses Ende mit Wachs verschließen. Die offene Seite in einen Tropfen Wasser tauchen.
- b) Ein zweites Kapillarröhrchen ebenso mit Eisenpulver füllen, jetzt das Eisenpulver durch Eintauchen in einen Tropfen Aqua dem. anfeuchten und das Kapillarröhrchen mit Wachs verschließen. Beide Kapillarröhrchen mit der offenen Seite in einen Tropfen Wasser tauchen, den Wasserstand markieren und mit Hilfe der dritten Hand fixieren. Die Wasserstände am nächsten Tag ablesen. (Kapillare $d = 1,1$ mm).

3.4 Sauerstoff-Abgabereaktionen

3.4.1 Thermolyse von Silberoxid auf der Magnesiumrinne

Magnesiumrinne in die dritte Hand einspannen. Wenige Krümel Silberoxid auf die Magnesiumrinne geben und mit dem Mikrobrenner von unten erhitzen. Gleichzeitig einen glimmenden Holzspan über die Probe halten.

3.4.2 Thermolyse von Silberoxid im Kapillarröhrchenversuch

- a) ohne Sauerstoffnachweis: 1 cm Silberoxid in ein offenes Kapillarröhrchen einbringen und mit dem Mikrobrenner erwärmen.
- b) mit Sauerstoffnachweis: Eine Kapillare auf einer Seite zuschmelzen. Mit dem offenen Ende des Kapillarröhrchens 10 mm Silberoxid aufnehmen und durch Schnippen und Klopfen ans geschlossene Ende befördern. In eine Klemme der dritten Hand einen Holzspan und in die andere Klemme die mit Silberoxid gefüllte Kapillare einspannen. Die Glut soll später die Öffnung der Kapillare berühren. Nun den Holzspan zum Glühen bringen und das Silberoxid erhitzen.

3.4.3 Zersetzung von Wasserstoffperoxid mit Kaliumpermanganat

Einen Tropfen 4 % Wasserstoffperoxid-Lösung auf das Feld 3 geben. Ein Kapillarröhrchen auf einer Seite zuschweißen. Wenige Krümel Kaliumpermanganat (Gefahr) in die offene Seite des Kapillarröhrchens geben und langsam mit dem Tropfen in Berührung bringen. Die runde Öffnung der Kapillare stabilisiert die nun entstehenden Sauerstoff-Blasen wie eine Öse. Gleichzeitig einen glimmenden Holzspan über die platzenden Sauerstoffblasen halten und das Aufglühen des Glimmspanes beobachten.

3.5 Sauerstoff-Übertragungsreaktionen

3.5.1 Thermit-Versuch mit Eisenoxid und Magnesium

Ein Thermit-Ersatz-Gemisch aus Eisenoxid und Magnesiumpulver herstellen und in ein Kapillarröhrchen geben, mit der dritten Hand fixieren und mit der Mikrobrennerflamme zünden. Das Kapillarröhrchen zerschlagen und das Reaktionsprodukt mit einem Magneten untersuchen.

3.5.2 Thermit-Silberschmelze

Ein Gemisch aus Silberoxid und Magnesium herstellen und auf eine Magnesiumrinne geben. Zwei Silberdrähte so auf eine Magnesiumrinne legen, dass sie sich berühren. Die Drähte vorsichtig mit dem Gemisch überhäufen. Mit dem Mikrobrenner das Gemisch zünden. Die verschweißten Silberdrähte untersuchen.

3.5.3 Nachweis von Kohlenstoff in der Ausatemluft

Verbrauchte Luft in ein Kapillarröhrchen pusten, mit etwa 1 cm Magnesiumpulver füllen. Das Magnesiumpulver mit einem Mikrobrenner zum Glühen bringen. Das glühende Magnesium tief in einen mit Ausatemluft gefüllten Erlenmeyerkolben halten. (alternativ: gleichzeitig mit Strohhalmen Ausatemluft in die Magnesiumglut pusten.) Das Reaktionsprodukt in einen Tropfen verd. Salzsäure tauchen. Das Kapillarröhrchen mit einem Hammer zerschlagen und den Rückstand auf ein Papier reiben (Kohlenstoffschreibprobe).

3.5.4 Nachweis von Eisen im Hamburger Trinkwasser, in Rasenstein oder Eisenoxid

Beim Fördern von Trinkwasser wird in Belüftungs- und Filterbecken Eisen als Eisenschlamm herausgefiltert. Den Eisenschlamm des Hamburger Wasserwerks auf ein Filterpapier geben. Das Wasser wird vom Filterpapier abgesaugt. Ein Kapillarröhrchen mit Magnesiumpulver füllen und etwas Schlamm-Probe (bzw. Eisenoxid oder Rasenstein) dazu stopfen. Mit dem Mikrobrenner das Magnesium zum Glühen bringen. Das Kapillarröhrchen zerschlagen und die Eisenteilchen mit dem Magneten nachweisen. (Siehe auch 11.5, Reduktion von Kohlenstoff in Erdöl durch Magnesium.)

3.5.5 Reduktion von Kupferoxid mit Wasserstoff im statu nascendi

Kupferoxid herstellen: Dazu ein kleines Kupferblech etwa 1 cm x 3 cm mit dem Mikrobrenner zum Glühen erhitzen. Das oxidierte Kupferblech als Kathode (Minuspole) an eine 9V-Blockbatterie mit Hilfe eines Prüfkabels anschließen. Eine Nickel-Drahtelektrode als Anode mit Hilfe eines Prüfkabels an den Pluspol der Batterie anschließen. Auf einen Tropfenobjektträger fünf Tropfen Wasser mit 2 % Schwefelsäure als Katalysator geben und verbinden. Das Kupferblech in den Tropfen eintauchen, bis die Oberseite mit der 2 % Schwefelsäure bedeckt ist. Nun die Nickel-Anode, den Pluspol, senkrecht in den Tropfen über dem Kupferblech eintauchen, ohne das Kupferblech zu berühren.

3.5.6 Qualitative Analyse von Wasser

Ein Kapillarröhrchen mit etwa 10 mm Magnesiumpulver füllen. Einen prallen Tropfen Wasser auf den Tropfenobjektträger geben. Die Flamme eines Stabfeuerzeugs in der Nähe des Tropfens bereithalten. Das Magnesiumpulver vollständig mit dem

Mikrobrenner zum Glühen bringen. Das glühende Magnesiumpulver mit den Kapillarröhrchen in den Wassertropfen halten und die entstehenden Gasblasen anzünden. (Unterwasserfackel)

3.6 Sulfidbildungsreaktionen

3.6.1 Reaktion von Eisen und Schwefel

Ein offenes Kapillarröhrchen etwa 10 mm mit einem „stöchiometrischen“ Eisen-Schwefelgemisch füllen. Das Gemisch mit dem Mikrobrenner bis zur Glut erhitzen und zünden. Anschließend das Reaktionsprodukt zusammen mit dem Kapillarröhrchen in einen Tropfen verdünnte Salzsäure eintauchen und auf Schwefelwasserstoffgas prüfen (Geruch, Bleiazetatpapier). Die Schwefelwasserstoffentwicklung wird durch das Eintauchen in das Wasser der Waschbox sicher gestoppt.

3.6.2 Reaktion Kupfer und Schwefel

Ein offenes Kapillarröhrchen etwa 10 mm mit einem „stöchiometrischen“ Kupfer-Schwefelgemisch füllen. Das Gemisch im Kapillarröhrchen mit der Hand erwärmen. Anschließend vorsichtig mit dem Stabfeuerzeug erwärmen.

3.6.3 Boyle-Versuch mit Eisen und Schwefel

Ein Kapillarröhrchen an einer Seite zu schweißen, von der offenen Seite her das Kapillarröhrchen mit ca. 1 cm einem stöchiometrischen Eisen-Schwefelgemisch füllen. Die offene Seite des Kapillarröhrchen auch zuschweißen. Das abgekühlte Kapillarröhrchen mit dem Eisen-Schwefelgemisch auf mg genau auswiegen. Das Eisen-Schwefelpulver-Gemisch mit dem Mikrobrenner bis zur Glut erhitzen und zünden. Nach dem Abkühlen erneut auf mg genau auswiegen.

3.7 Klassische Redoxreaktionen (in Vorbereitung)

- a)** Je einen Tropfen Wasserstoffperoxid-Lsg. (30 %) und Kaliumiodid-Stärke-Lsg. auf Feld 1 und 2 eines Tropfenobjektträgers geben. Mit der Spatelspitze beide Tropfen in Berührung bringen.
- b)** Eisensulfat-Kristalle in ein Kapillarröhrchen geben, dazu verd. Schwefelsäure und Wasserstoffperoxid aufnehmen.
- c)** Silbernitrat-Kristalle in ein Kapillarröhrchen geben, mit Wasserstoffperoxid und dann mit Kaliumhydroxid-Lsg. versetzen.
- d)** Kaliumpermanganat-Lsg. in ein Kapillarröhrchen geben, mit verd. Schwefelsäure „ansäuern“ und mit Wasserstoffperoxid versetzen.
- e)** Einen Kristall Kaliumpermanganat in ein Kapillarröhrchen geben und in konz. Salzsäure halten. (Geruch HCl)
- f)** Zinkpulver und Eisensulfat-Lösung und verd. Salzsäure im Kapillarröhrchen.
- g)** Eisen(II)-Salzlösung und Kaliumiodid und Stärkelösung im Kapillarröhrchen.
- h)** Festes Kaliumnitrat und Zink-Staub in ein Kapillarröhrchen geben, zusammen erhitzen und in verdünnte Natronlauge halten, auf Ammoniak-Geruch prüfen.

- i)** Auf dem Tropfenobjektträger einen Tropfen verd. Schwefelsäure und daneben verd. Salzsäure geben. Wenige Kristalle Kaliumpermanganat in die verd. Schwefelsäure geben, mit dem Salzsäuretropfen verbinden. Geruch nach Chlor, Braunstein entsteht. (In Kapillarröhrchen Kaliumpermanganat geben, in verd. Schwefelsäure und HCl tauchen. Chlor Geruch.)
- j)** Eisen(III)-chlorid in ein Kapillarröhrchen füllen und schweflige Säure dazu geben. (HCl Geruch)
- k)** Kupfer und verd. Schwefelsäure in ein Kapillarröhrchen geben und leicht erwärmen. (SO₂-Geruch)
- Kupfer (b) Zn) und verd. Salpetersäure in eine Kapillarröhrchen geben und vorsichtig erhitzen. (NO-Geruch)
- l)** Kaliumnitrat und Eisensulfat und verd. Schwefelsäure in ein Kapillarröhrchen geben und erhitzen.
- m)** Aluminiumpulver und Natronlauge in ein Kapillarröhrchen geben und leicht erhitzen. (Wasserstoffentwicklung)
- n)** Eisen(II)-chlorid und verd. Salpetersäure und verd. Salzsäure in ein Kapillarröhrchen geben und leicht erwärmen. (NO-Geruch)
- o)** Eisensulfat und Wasserstoffperoxid und verd. Schwefelsäure in ein Kapillarröhrchen geben.
- p)** Verd. Schwefelsäure und Kohlenstoff in ein Kapillarröhrchen geben und erwärmen. (CO₂, SO₂)

3.8 Alkalimetalle und Halogene

3.8.1 Verbrennung von Natrium und Lithium

Aus einer Natrium-Schnittfläche etwa **1 mm** Natrium mit dem Kapillarröhrchen vorsichtig (Bruchgefahr) ausstanzen. Im Abzug das Kapillarröhrchen in die dritte Hand einspannen und mit dem Mikrobrenner anzünden. Gasförmige Produkte werden während des Abbrands mit einem angefeuchtetem pH-Papier untersucht. Ebenso mit Lithium verfahren.

3.8.2 Reaktion von Natrium (Lithium) mit Wasser im Kapillarröhrchen-Versuch

Einen prallen Wassertropfen auf dem Tropfenobjektträger auftragen. Mit dem Kapillarröhrchen etwa 1 mm Natrium (Lithium) ausstanzen. Ein Stabfeuerzeug bereithalten. Das Kapillarröhrchen mit dem Natrium ruhig und tief in den Tropfen Wasser eintauchen, gleichzeitig die Gasblasen mit der Flamme des Stabfeuerzeugs entzünden (Knallgasprobe). Die Öffnung der Kapillare fördert wie eine Öse die Größe der Gasblasen. Anschließend das Reaktionsprodukt in einen Tropfen Universalindikator tauchen.

Berechnung der Natriummenge und der bei der Reaktion entstandenen Wasserstoffmenge: Durchmesser der Kapillare 1,1 mm, Höhe 1 mm.

3.8.3 Herstellung von Chlorgas, Chlorgas-Entwickler

Eine Seite eines Kapillarröhrchens mit etwa 5 mm Kaliumpermanganat füllen, in konzentrierte Salzsäure tauchen und mit Wachs verschließen. Auf Chlorgeruch achten.

3.8.4 Herstellung von Kochsalz aus den Elementen

In ein Kapillarröhrchen etwa 1 mm Natrium einstanzen. Am anderen Ende des Kapillarröhrchens in analoger Weise zu 3.8.3 aus konzentrierter Salzsäure und Kaliumpermanganat Chlorgas entwickeln. Das Kapillarröhrchen waagrecht in die dritte Hand einspannen. Im Verlauf von etwa 5 bis 30 Minuten rechtzeitig die sich bildenden Kristalle (Kristalle sind hygroskopisch) mit der Lupe beobachten. Alternativ kann auf diese Weise Lithiumchlorid hergestellt werden.

3.9 Wärmewirkung des elektrischen Stroms

3.9.1 Elektrisches Zünden von Eisenwolle

Ein kleines Eisenwollknäuel wird auf den Tropfenobjektträger gelegt. Das Eisenwollknäuel wird mit zwei Kupferelektroden berührt, die mit Prüfkabel an einer 9V-Batterie angeschlossen sind. Durch den Stromfluss erwärmt sich die Eisenwolle und entzündet sich. Die Masse des kaum wägbaren Eisenknäuels soll vorher und nachher mit der Hand geschätzt werden.

3.9.2 Tauchsieder-Effekt

Ein Eisenwollknäuel wird mit einem Tropfen Wasser auf dem Tropfenobjektträger bedeckt. Wie in a) wird Strom durch die Wolle geleitet und die Temperaturerhöhung des Wassers mit einem Infrarot-Thermometer gemessen.

3.10 Versuche zu Halbleitern

3.10.1 Halbleiterherstellung

Ein Kapillarröhrchen wird mit etwa 10 mm Kupfer gefüllt. 1 mm Schwefelpulver wird hinzugefügt. Dieser wird mit dem Mikrobrenner bis zum Aufglühen erhitzt. Nach dem Abkühlen kann mit Nickelelektroden am Kupfersulfid und Kupferpulver die einseitige Durchgängigkeit des Stromes gemessen werden.

3.10.2 Herstellung von Kupfersulfid

Ein Gemisch aus Kupferpulver und Schwefelpulver herstellen. Das Gemisch in ein Kapillarröhrchen füllen und kurz mit dem Mikrobrenner erhitzen. (Kupfersulfid ist der Stoff der Beschichtungen in Sonnenkollektoren.)

3.11 Endotherme und exotherme Reaktion bei Kupfersulfat

Ungefähr 10 mm Kupfersulfat-Hydrat im Kapillarröhrchen mit dem Mikrobrenner vorsichtig erhitzen und das Kristallwasser aus den Kristallen treiben. Nach dem Abkühlen das Kapillarröhrchen mit dem grauen Pulver in einen Tropfen Wasser halten. Gleichzeitig den Temperaturanstieg mit dem Infrarot-Thermometer messen. Das Wasser kann nach dem Zerschlagen des Kapillarröhrchens mit Watesmo-Papier nachgewiesen werden.

4 Säure-Base-Chemie

4.1 Grundlagen

4.1.1 pH-Wert von Stoffen

Je einen Tropfen Wasser, Salzsäure-Lsg. und Natriumhydroxid-Lsg. (beide $c = 0,1$ mol/L) u.a. auf den Tropfenobjektträger geben, den Tropfen mit dem Universal-pH-Papier berühren. Durch die Farbveränderung den pH-Wert ablesen.

Anschlussversuche: In gleicher Weise kann der pH-Wert von Lebensmitteln oder Reinigungsmitteln etc. gemessen und verglichen werden.

4.1.2 Bedeutung des Lösungsmittels für Säure-Base-Reaktionen

a) Ein Universalindikator-Papier mit Wasser und ein anderes mit Paraffin tränken. Mit einer Einmalpipette aus dem Gasraum einer Flasche mit konz. Salzsäure Chlorwasserstoffgas aufnehmen. Über beide Indikatorpapiere das Chlorwasserstoffgas leiten.

b) Anschließend mit einer Einmalpipette aus dem Gasraum einer Flasche mit konz. Ammoniak-Lsg Ammoniak-Gas aufnehmen und dann dieses über dieselben Indikatorpapiere leiten bis zum Farbumschlag.

4.1.3 Nachweis von sauren und alkalischen Salzen

Einen Kristall saures/alkalisches Salz in einen Universalindikator-Tropfen schieben.

4.2 Salzsäure

4.2.1 Nachweis des Säure-Restes in Salzsäure und ihren Salzen

Auf einem Tropfenobjektträger vier Tropfen Silbernitrat-Lsg. auftragen. Zu einem der Tropfen einen Tropfen verdünnte Salzsäure geben. In die anderen drei Tropfen einen Kristall Natriumchlorid, Calciumchlorid bzw. Aluminiumchlorid schieben.

4.2.2 Herstellung von Chlorwasserstoffgas und Nachweis von Salzsäure

In ein Kapillarröhrchen wird 10 mm Kochsalz eingebracht. Dieses Kochsalz in einen Tropfen konzentrierte Schwefelsäure halten und das Kapillarröhrchen an dieser Stelle mit Wachs verschließen. Am offenen Ende das austretende Chlorwasserstoffgas mit einem angefeuchtetem Lackmus-Indikatorpapier (blau) nachweisen. Hinweis: Das angefeuchtete Lackmus-Indikatorpapier vorher über der Öffnung einer Ammoniakflasche deutlich blau färben. Anschlussversuch: 4.2.3.

4.2.3 Löslichkeit von Chlorwasserstoffgas in Wasser und Heptan

Löslichkeit des Chlorwasserstoffgases: Ein zweites Indikator-Papier wird mit Heptan angefeuchtet und in den Gasstrom aus Versuch 4.2.2 gehalten. Keine Farbänderung.

4.2.4 Elektrische Leitfähigkeit: Chlorwasserstoffgas über Wasser und Paraffin leiten

Eine Einmalpipette mehrfach im Gasraum einer Konz. Salzsäureflasche spülen. Die Leitfähigkeit von fünf verbundenen Wassertropfen messen (siehe 5.2.2). Das Chlorwasserstoffgas über die fünf verbundenen Tropfen Aqua dem. pusten (gegebenenfalls mehrfach) und dabei den Anstieg der Leitfähigkeit beobachten. Einen Tropfen Universalindikator dazu geben (rot).

Im Vergleich dazu die Leitfähigkeit von fünf Tropfen Paraffin messen. Anschließend Chlorwasserstoffgas mit der Einmalpipette über die fünf Tropfen Paraffin pusten, die Leitfähigkeit messen. Abschließend einen Tropfen Universalindikator dazu geben (gelb). Parallelversuch mit Ammoniakgas: siehe 4.5.2.

4.2.5 Springbrunnenversuch mit Chlorwasserstoff

Eine Einmalpipette mit Chlorwasserstoffgas füllen. Dazu die Pipettenspitze in den Gasraum einer geöffneten Flasche rauchender Salzsäure halten und mehrfach mit dem Chlorwasserstoffgas spülen. Die mit Chlorwasserstoffgas gefüllte Pipette in ein mit Wasser gefülltes Becherglas eintauchen und geduldig ca. 5 Min. beobachten. Anschlussversuch: Das Wasser mit einem Indikator anfärben.

4.2.6 Salzbildung bei der Reaktion von Salzsäure mit Metall, Metalloxid und Metallhydroxid

Auf die Felder 1 bis 3 wenige Körnchen 1) Magnesiumpulver, 2) Kupfer(II)-oxid-Pulver und 3) einen Tropfen Natriumhydroxid-Lsg. ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) auf den Tropfenobjektträger geben. Die drei Proben mit je einem Tropfen verd. Salzsäure versetzen. Die Reaktionsprodukte auf der Heizplatte bei mittlerer Stufe eindampfen. Die entstandenen Salze mit einem Tropfen Silbernitrat-Lsg. auf Chlorid-Ionen prüfen. Alternativ: Anstelle des Tropfenobjektträgers eine Teflonunterlage benutzen.

4.2.7 Reaktion von Natrium und Lithium mit Chlorwasserstoffgas

Lehrerversuch: Natrium mit dem Kapillarröhrchen ausstanzen. Mit der anderen Kapillarröhrchen-Öffnung konzentrierte Salzsäure hinter dem Schutzschirm aufnehmen und diese Öffnung mit Wachs verschließen.

Alternativ: Vom Lehrer ausgestanztes Natrium im Kapillarröhrchen direkt über einen Tropfen konz. Salzsäure auf dem Tropfenobjektträger halten.

Ebenso mit Lithium verfahren.

4.3 Schwefelsäure

4.3.1 Nachweis von Sulfat in Schwefelsäure und ihren Salzen

Einen Tropfen verd. Schwefelsäure und zwei Tropfen Aqua dem. auf einem Tropfenobjektträger platzieren. Einen Kristall Natriumsulfat bzw. Eisensulfat in je einem der Wassertropfen lösen. Gegenüber den vorbereiteten Tropfen jeweils einem Tropfen Nachweismittel (Bariumchlorid-Lsg.) auftragen und mit dem jeweiligen Probentropfen in Berührung bringen.

4.3.2 Hydratationsenergie beim Verdünnen von Schwefelsäure in Wasser (Reaktionswärme)

Ein Kapillarröhrchen in einen Tropfen konz. Schwefelsäure tauchen. Mit einem Infrarot-Thermometer die Temperatur messen. Nun das mit Schwefelsäure befüllte Kapillarröhrchen in einen Tropfen Wasser tauchen. Dabei die Erwärmung des Kapillarröhrchens mit dem Infrarot-Thermometer verfolgen.

4.3.3 Konzentriere Schwefelsäure und organische Stoffe

a) In eine Kapillare Zucker geben. Auf die Rückseite eines Tropfenobjektträgers im Abzug einen Tropfen konzentrierte Schwefelsäure geben. Das Kapillarröhrchen in den Schwefelsäuretropfen tauchen.

b) Mit einem mit konz. Schwefelsäure gefüllten Kapillarröhrchen ein Stück Zellulose, Taschentuch oder Baumwolltuch benetzen.

4.3.4 Lichtblitze erzeugen (noch bearbeiten)

Einen Tropfen Brennspiritus auf Feld 1 geben. Einen Tropfen konzentrierte Schwefelsäure auf das Feld 2 geben. Einen Kristall Kaliumpermanganat zwischen Feld 1 und Feld 2 schieben. Beide Tropfen verbinden.

4.4 Reaktion von Metallen und Metalloxiden mit Säuren und Wasser

4.4.1 Reaktion von Magnesium mit Wasser

Ein Stückchen Magnesiumband blankschleifen und in einen Tropfen Aqua dem. schieben. Mit der Lupe die Gasentwicklung beobachten.

Alternativ: In ein Kapillarröhrchen Magnesiumpulver einbringen und diese Kapillarröhrchen-Öffnung in einen Tropfen Aqua dem. tauchen.

4.4.2 Vergleich der Säurestärke von Salzsäure und Wasser

Einen Tropfen verd. Salzsäure und einen Tropfen Wasser getrennt auf einen Tropfenobjektträger geben. In beide Tropfen zeitgleich einen blankgeschliffenen Magnesium-Span schieben.

4.4.3 Reaktion von Salzsäure mit Metallen

Auf einem Tropfenobjektträger jeweils einen (wenige) Metallkrümel, Metallpulver wie Magnesium, Eisen, Kupfer, Silber geben. Einen Tropfen verdünnte Salzsäure ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) auf die Metalle tropfen. Gasbildung beobachten.

4.4.4 Reaktionen von verdünnter Schwefelsäure mit Metallen und Metalloxiden

Auf einer Teflonunterlage (bzw. Tropfenobjektträger) wenige Krümel Metalle (wie Magnesiumpulver, Aluminiumpulver) und Metalloxide (wie Kupferoxid, Eisenoxid) in einen Tropfen verd. Schwefelsäure schieben auf der Heizplatte leicht erhitzen.

Alternativ: Die Stoffe als Pulver in eine Kapillare geben und in einen Tropfen verd. Schwefelsäure halten, mit dem Stabfeuerzeug leicht erwärmen.

4.4.5 Reaktion des Halbedelmetalls Kupfer mit konzentrierter Schwefelsäure

Kupferpulver und konz. Schwefelsäure auf einer Teflonunterlage (bzw. dem Tropfenobjektträger) vereinigen und auf der Heizplatte bei mittlerer Stufe erwärmen. Die Flüssigkeit mit einem Filterpapier absaugen und den grauen Feststoff in einem Tropfen Wasser lösen. Zu dieser Lösung einen Tropfen Bariumchlorid-Lsg. zum Sulfat-Nachweis hinzufügen.

4.4.6 Reaktion von verdünnter Salpetersäure mit unedlen Metallen und dem Halbedelmetall Kupfer

Durchführung analog zu Versuch 4.4.5.

4.4.7 Reaktion von Salzsäure mit Metalloxiden

Auf einer Teflonunterlage (bzw. einem Tropfenobjektträger) mehrere Tropfen verdünnte Salzsäure (etwa 3,7 %) ($c \approx 1 \text{ mol/L}$) positionieren. Jeweils einen Krümel Metalloxid (Kupferoxid, Eisenoxid,) in einen Tropfen Salzsäure schieben. Den Tropfenobjektträger auf der Heizplatte bei mittlerer Stufe erwärmen.

4.5 Basen

4.5.1 Metalloxide bilden Laugen

Auf einen Tropfenobjektträger auf Feld 1 einen Tropfen Wasser und auf Feld 2 einen Tropfen Universalindikator geben. In den Wassertropfen einen Krümel Calciumoxid schieben. Die beiden Tropfen mit dem Mikrospatel vereinigen. Den Versuch mit Magnesiumoxid wiederholen.

4.5.2 Elektrische Leitfähigkeit: Ammoniakgas über Wasser und Paraffin leiten

Die Leitfähigkeit von fünf verbundenen Wassertropfen messen (siehe 5.2.2). Eine Einmalpipette mehrfach im Gasraum einer Flasche mit konz. Ammoniak-Lsg. spülen. Das Ammoniak-Gas über die fünf verbundenen Tropfen Aqua dem. pusten und dabei den Anstieg der Leitfähigkeit messen. Einen Tropfen Universalindikator dazu geben. Im Vergleich dazu die Leitfähigkeit von fünf Tropfen Paraffin messen. Anschließend Ammoniak-Gas mit der Einmalpipette über die fünf Tropfen Paraffin pusten, die Leitfähigkeit messen. Abschließend einen Tropfen Universalindikator dazu geben (gelb). Parallelversuch mit Chlorwasserstoffgas: siehe 4.2.4.

4.5.3 Ammoniak-Springbrunnen

Eine Einmalpipette mit Ammoniakgas füllen. Dazu die Pipettenspitze in den Gasraum einer geöffneten Ammoniakflasche tauchen und mehrfach mit dem Ammoniakgas spülen. Die mit Ammoniakgas gefüllte Pipette kopfüber in ein mit Wasser gefülltes Becherglas stellen, die Pipette am Rand anlehnen und geduldig ca. 5 Min. beobachten. Anschlussversuch: Das Wasser mit einem Indikator anfärben.

4.6 Neutralisation

4.6.1 Neutralisation von Salzsäure und Natronlauge

Einen kleinen Tropfen Universalindikator auf Feld 1 und 3 tippen. Auf Feld 1 einen Tropfen Salzsäure-Lsg. und auf Feld 3 einen Tropfen Natriumhydroxid-Lsg. (jeweils $c = 0,1 \text{ mol/L}$) geben. Die Tropfen mit dem Mikrospatel vereinigen. Alternativ: flüssig-Seife-flüssig-Methode: Die Tropfen auf den Feldern 1 und 3 mit Hilfe eines Detergens auf Feld 2 ineinanderfließen lassen.

4.6.2 Neutralisation von Salzsäure und Natronlauge im Indikatorpapier

Einen Tropfen Salzsäure-Lsg. ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) und Natriumhydroxid-Lsg. ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) auf die Felder 1 und 3 geben. Ein Universalindikator-Papier gleichzeitig in beide Tropfen schieben. Den Bereich der Neutralisation mit der Lupe betrachten.

Anschlussversuch siehe 5.2.6: Welche Ladung haben Hydronium- bzw. Hydroxid-Ionen?

4.6.3 Anschlussversuch: Nachweis der Natrium- und Chlorid-Ionen)

Aus Versuch 4.6.2 den neutralen Bereich in der Mitte ausschneiden und in einem Tropfen Aqua dem. auswaschen. Mit Silbernitrat-Lsg. den Chlorid-Nachweis durchführen, Flammenprobe aus dem Waschwasser mit einem Magnesiastäbchen und Mikrobrenner versuchen.

4.7 Austreiben von schwachen Säuren und Basen aus ihren Salzen

4.7.1 Austreiben von Essigsäure aus einem Acetatsalz durch Salzsäure

Einen Tropfen verd. Salzsäure ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) auf einen Tropfenobjektträger geben. Ein Acetatsalz in ein Kapillarröhrchen aufnehmen und in den Tropfen Salzsäure eintauchen. Den Geruch von Essigsäure wahrnehmen bzw. in eine stärkere Base/Säure tauchen (Was ist damit gemeint?).

4.7.2 Austreiben von Kohlensäure und Kohlenstoffdioxid aus Carbonaten

Verschiedene Stoffe wie Eierschale, Marmor und Backpulver der Reihe nach mit verd. Salzsäure auf dem Tropfenobjektträger versetzen. Weniger ist mehr. Einen Tropfen Kalkwasser bzw. Bariumhydroxid-Lösung an einem Kapillarröhrchen über die reagierenden Tropfen halten.

4.7.3 Aus welchem Salz besteht Muschelkalk?

Muschelkalk und verdünnte Salzsäure auf Feld 1 geben und in die Tropfenobjektträger-Box in das unterste Fach schieben. Darüber im obersten Fach der Tropfenobjektträger-Box einen hängenden Tropfen Bariumhydroxid (bzw. Kalkwasser) platzieren und die Reaktion bei geöffneter Tropfenobjektträger-Box beobachten. CO_2 -Nachweis.

4.7.4 Austreiben von Ammoniak aus einem Ammoniumsalz durch eine starke Base

Einen Tropfen verd. Natronlauge ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) auf einen Tropfenobjektträger geben. Ein Ammoniumsalz in ein Kapillarröhrchen aufnehmen und in den Tropfen Natronlauge eintauchen. Den Geruch von Ammoniak wahrnehmen.

4.7.5 Hitzestabilität von Ammoniumsalzen

Ammoniumsulfat oder Ammoniumcarbonat in ein Kapillarröhrchen geben, in die dritte Hand einspannen und mit dem Mikrobrenner erwärmen. Den Geruch prüfen. Die Reaktionsprodukte über ein angefeuchtetes hängendes Indikator-Papier streichen lassen.

Alternative: Ammoniumsalz in ein Kapillarröhrchen geben. Die gegenüberliegende Seite des Kapillarröhrchens in einen Tropfen Universalindikator-Papier tauchen. Das Ammoniumsulfat in die dritte Hand einspannen und erwärmen. Die Farbe des Universalindikators beobachten.

4.8 Reaktion von Säureteilchen und Baseteilchen in der Gasphase

4.8.1 Konz. Salzsäure und konz. Ammoniaklösung in der Tropfenobjektträger-Box

Die folgenden Arbeiten werden hinter dem Sicherheitsschirm ausgeführt. Einen Tropfen rauchende Salzsäure auf das Feld 1 eines Tropfenobjektträgers geben, auf einen zweiten Tropfenobjektträger ebenfalls auf Feld 1 einen Tropfen konzentrierte Ammoniak-Lsg. platzieren. Tropfenobjektträger 1 in das unterste Fach der Tropfenobjektträger-Box und Tropfenobjektträger 2 mit dem hängenden Tropfen in das oberste Fach der Tropfenobjektträger-Box schieben, so dass sich die Tropfen diagonal gegenüber hängen. Bei offener Tropfenobjektträger-Box wird die Rauchbildung beobachten. Durch den Ort der Rauchbildung können die Diffusionsgeschwindigkeiten der Gase (mm) abgeschätzt werden.

4.8.2 Konz. Salzsäure und konz. Ammoniaklösung im Kapillarröhrchen-Versuch

Ein Kapillarröhrchen mit der einen Seite in einen Tropfen konz. Salzsäure und mit der anderen Seite in einen Tropfen konz. Ammoniaklösung tauchen. Die Stelle im Kapillarröhrchen markieren, an der die Rauchbildung sichtbar wird. Durch das Ausmessen (mm) dieser Strecken kann die Diffusionsgeschwindigkeit der Gase abgeschätzt werden.

4.8.3 Säure-Base-Reaktion in der Gasphase: Rauchentwicklung mit Chlorwasserstoffgas und Ammoniakgas

Rauchentwicklung: Ammoniakgas in die Nähe der Kapillaröffnung aus 4.2.2 bringen.

5 Elektrochemie

5.1 Grundlagen

5.1.1 Elektrostatik

Auf einen Tropfenobjektträger werden einige etwa 1 cm große Papierschnitzel gelegt. Mit einem Wolltuch reibt man kräftig die Oberfläche der Tropfenobjektträger-Box. Diese hält man dann über den Tropfenobjektträger mit den Papierschnitzel. (Erklärung: Beim Reiben werden Elektronen auf die Oberfläche der Tropfenobjektträger-Box übertragen. Dadurch ist die Oberfläche negativ geladen. Die Papierschnitzel werden durch diese Ladung angezogen.)

5.1.2 Elektroskop

Ein etwa 2 mm breiter und etwa 10 cm langer Aluminiumfolien-Streifen wird in der Mitte gefaltet und an der Knickstelle über ein Kapillarröhrchen gelegt. Die Tropfenobjektträger-Box wird mit einem Wolltuch kräftig gerieben. Nun berührt man mit dem hängenden Aluminiumstreifen die aufgeladenen Tropfenobjektträger-Box.

5.2 Leitung des elektrischen Stroms in wässrigen Lösung

5.2.1 Hinweis auf den Dipol-Charakter von Wassermolekülen

Einen Tropfen Wasser auf den Tropfenobjektträger geben. Einen geeigneten Gegenstand (Luftballon oder Plastiklineal) durch Reiben an einem Kleidungsstück elektrisch aufladen. Den am Tropfenobjektträger hängenden Tropfen dem aufgeladenen Gegenstand bis auf wenige Millimeter nähern.

5.2.2 Elektrische Leitfähigkeit von Salz- und Säure-Lösungen sowie Laugen

Materialien: Zwei Nickelelektroden mit Öse, drei Kabel, eine 9-V-Blockbatterie, ein Amperemeter. Die Öse dient bei diesen Versuchen dazu, die Benetzung der Drahtelektrode mit dem Elektrolyten zu vergrößern und zu standardisieren, sodass jeweils ein gleichlanges Stück Draht in den Elektrolyten eintaucht.

Einen Stromkreis zur Leitfähigkeitsmessung mit Strommessgerät über eine Stromflussmessung aufbauen. Das Amperemeter an der 10 A und COM Buchse anschließen. Als Messbereich 10 A Stellung wählen.

a) **Kalibrierung:** Fünf Tropfen Aqua dem. auf den Tropfenobjektträger geben. Die fünf Tropfen ineinanderfließen lassen. Die Elektroden auf die Positionen 1 und 5 mit der dritten Hand fixieren. Messwert festhalten.

b) **Messung 1:** Nach der Kalibrierung einen Kristall Kochsalz auf das Feld 3 geben und die Veränderung der Stromstärke messen.

c) **Messung 2:** Die Vorbereitung aus a) wiederholen. Mit einer Einmalpipette aus dem Gasraum einer Salzsäure-Flasche durch mehrmaliges Spülen Chlorwasserstoffgas auffangen. Über dem Wassertropfen auf Feld 3 das Salzsäure-Gas mehrmals pusten, im zweiten Versuch Ammoniak-Gas pusten. Die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit messen.

d) **Messung 3:** Die Vorbereitung aus a) wiederholen. Mit einer Einmalpipette aus dem Gasraum einer Ammoniak-Flasche durch mehrmaliges Spülen Ammoniak-Gas auffangen. Über dem Wassertropfen auf Feld 3 das Ammoniak-Gas mehrmals pusten. Die Änderung der elektrischen Leitfähigkeit messen.

5.2.3 Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit durch Fällungsreaktion

a) **Chlorid-Fällung:** Über drei Felder eines Tropfenobjektträgers pralle Tropfen Kochsalz-Lsg geben, damit diese ineinanderfließen. Auf Feld 1 und 3 wie in Versuch 5.2.2 eine Leitfähigkeitsmessung anbringen. Messwert notieren. Auf Feld 7 einen Tropfen Silbernitrat-Lsg. aufbringen. Mit dem Spatel durch leichte Berührung ein Ineinanderfließen mit der Kochsalz-Lsg. bewirken.

b) **Sulfat-Fällung:**

Über drei Felder eines Tropfenobjektträgers pralle Tropfen verd. Schwefelsäure-Lsg. geben, damit diese ineinanderfließen. Auf Feld 1 und 3 wie in Versuch 5.2.2 eine Leitfähigkeitsmessung anbringen. Messwert notieren. Auf Feld 7 einen Tropfen Bariumchlorid-Lsg. aufbringen. Mit dem Spatel durch leichte Berührung ein Ineinanderfließen mit der verd. Schwefelsäure-Lsg. bewirken.

In gleicher Weise Natriumsulfat- oder Eisensulfat-Lsg. untersuchen.

Ü: Nachweis, dass Teilchen elektrisch negativ oder elektrisch positiv geladen sind.

5.2.4 Die elektrische Ladung der „Permanganat-Teilchen“

Fünf große Wassertropfen auf den Feldern 1 bis 5 eines Tropfenobjektträgers miteinander verbinden. Zwei Nickelelektroden mit Ösen mit Hilfe zweier Prüfkabel an eine 9-V-Blockbatterie anschließen. Die Elektroden mit der dritten Hand auf Feld 1 und 5 fixieren. Auf Feld 3 einen winzigen Kristall Kaliumpermanganat ins Wasser hineinschieben. Wanderung der sich im elektrischen Feld bewegenden Teilchen beobachten.

Man kann auch zuerst Versuch 1.3 (Diffusion der Permanganat-Teilchen) durchführen und dann die Elektroden in die Lösung einbringen.

Die Diffusion der Permanganat-Ionen ist ungerichtet. Durch das Anlegen des elektrischen Feldes bewegen sich die Permanganat-Ionen in Richtung des Pluspols. Es entsteht dadurch ein Ort hoher Konzentration an Permanganat-Ionen. Wird das elektrische Feld abgeschaltet, kommt es von diesem Ort hoher Konzentration zu einer erneuten Diffusion. Die Permanganat-Ionen wandern auch wieder „zurück“. Wechselt man zwischen Diffusion und elektrischem Feld mehrmals hin und her, sieht man im Wandern der Permanganat-Ionen einen Jo-Jo-Effekt.

Ü: Nachweis, dass auch Säuren und Basen in Ionen zerfallen sind.

5.2.5 Wanderung von Kupfer-Ionen und Chromat-Ionen

Fünf pralle Tropfen Aqua dem. miteinander verbinden. In das mittlere Feld einen Kristall Kupfersalz, im zweiten Versuch Chromatsalz hineingeben.

Zwei Nickelelektroden-Spitzen mit Hilfe zweier Prüfkabel an eine 9-V-Blockbatterie anschließen. (vgl. 5.2.4)

5.2.6 Welche Ladung haben Hydronium- bzw. Hydroxid-Ionen?

Einen Tropfen HCl ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) und NaOH ($c = 0,1 \text{ mol/L}$) auf die Felder 1 und 3 geben. Ein Universalindikator-Papier gleichzeitig in beide Tropfen schieben. Den Neutralisationspunkt suchen.

Zwei Nickelelektroden-Spitzen mit Hilfe zweier Prüfkabel an eine 9V-Blockbatterie anschließen. Die Elektroden in der Nähe der gelben Neutralisationslinie in den sauren (roten) und basischen (blauen) Bereich halten. Etwa eine Minute abwarten. Gegebenenfalls die Elektroden, Pluspol und Minuspol, tauschen. Daraus auf die Ladung der Hydronium- und Hydroxid-Ionen schließen.

5.3 Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle (Lösungstension)

5.3.1 Lädt sich ein Metall in wässriger Lösung negativ auf?

Ü: Wie die Aufladung zustande kommt.

In 5 Tropfen Elektrolytlösung (Kochsalzlösung) taucht man gleichzeitig:

- 1) eine Zink- und eine Kupfer-Elektrode und misst die Spannung (Volt)
- 2) eine Kupfer- und eine Platin-Elektrode und misst die Spannung.

Alle Metalle, an denen sich in einer wässrigen Lösung Kationen bilden, laden sich negativ auf.

In einer Metallkombination von unedlem und edlem Metall ist das unedlere Metall die Kathode und das edlere Metall die Anode.

Ü: Wie groß ist die Lösungstension von Metallen.

Die Lösungstension von Metallen ist unterschiedlich. Deshalb kann man mit einem unedleren Metall in Wasser gelöste Ionen eines edleren Metalls aus dieser verdrängen.

5.3.2 Verdrängungsreihe der Metalle

- a) Zinkdraht in einem Tropfen Kupfersulfat-Lsg.
- b) Kupferdraht in einem Tropfen Zinkiodid- / Zinkchlorid-Lsg.
- c) Silberdraht in einem Tropfen Kupfersulfat-Lsg.
- d) Kupferdraht in einem Tropfen Silbernitrat-Lsg.
- e) Eisennagel in einem Tropfen Kupfersulfat-Lsg.
- f) Kupferdraht in einem Tropfen Eisenchlorid-Lsg.
- g) Eisennagel in einem Tropfen Zinkchlorid-Lsg.
- h) Zinkdraht in einem Tropfen Eisenchlorid-Lsg.

Ü: In diese Reihe lässt sich auch das Nichtmetall Wasserstoff einreihen, da es wie Metalle Kationen bilden kann. Ordnet man die Metalle und den Wasserstoff nach ihren Potentialen in eine Reihe, so setzen die links vom Wasserstoff stehenden Metalle sich unter Wasserstoffentwicklung um, rechts stehende nicht. Die Oxidierbarkeit der Metalle nimmt von links nach rechts ab, die Reduzierbarkeit ihrer Kationen nimmt zu.

5.3.3 Vergleich der Lösungstension Kupfer/Phosphor

Hinweis: Weißer Phosphor ist in der Schule nicht zugelassen. Es muss geprüft werden, ob der Versuch in dieser Form zugelassen werden kann.

In einem Kapillarröhrchen etwas roten Phosphor geben und erwärmen (anzünden; siehe 3.1.3). Das Kapillarröhrchen mit dem sublimierten Phosphor in einen Tropfen Kupfersulfat halten.

Ü: Gibt es auch für Nichtmetalle (außer Wasserstoff) eine „Lösungstensionsreihe“?

5.3.4 Vergleich der Lösungstension Kupfer/Phosphor

Ein Stück weißen Phosphors in ein Kapillarröhrchen geben und in einen Tropfen Kupfersulfat halten. Eine kleine Menge weißen Phosphors kann man beim Erwärmen von rotem Phosphor im Kapillarröhrchen gewinnen. Dazu verschließt man ein Kapillarröhrchen, gibt etwa 1 mm Phosphor hinein und erwärmt. An der Stelle des Kapillarröhrchens, an der sich weißer Phosphor gebildet hat, abbrechen und in einen Tropfen Kupfersulfat halten. Hinweis: Verwendung von geringsten Mengen weißem Phosphor im Mikromaßstab in der Schule muss noch geprüft werden.

5.3.5 Verdrängungsreihe der Halogenide

Herstellung der Halogenwasser (Bromwasser etc.) durch Elektrolyse
Auf dem Tropfenobjektträger jeweils einen Tropfen:

- a) Kaliumjodid-Lösung + Bromwasser

b) Kaliumbromid-Lösung + Iodwasser

a) Kaliumbromid-Lösung und Chlorwasser

b) Kaliumchlorid-Lösung und Bromwasser

a) entfällt

b) Natriumfluorid-Lösung und Chlorwasser

Bei a) jeweils zur Extraktion des entstandenen Halogens einen Tropfen Tetrachlormethan dazugeben.

5.4 Galvanische Zellen

5.4.1 Verschiedene Halbzellen gleicher Konzentration

Als Halbzellen werden jeweils zwei mal 3 Tropfen einer Metallsalz-Lösung ($c = 0,1$ mol/L) mit einem entsprechende Metalldraht geschaltet (siehe Tabelle). Mit dem Voltmeter wird die Spannung gemessen.

Halbzelle 1	Halbzelle 2	Spannung	Kathode
1) Cu / 0,1 mol/L Cu^{2+}	// Zn / 0,1 n Zn^{2+}	U= 1,1 V	Zink-Halbzelle
2) Cu / 0,1 mol/L Cu^{2+}	// Ag / 0,1 n Ag^+	U= 0,4 V	Kupfer-Halbzelle
3) Zn / 0,1 mol/L Zn^{2+}	// Ag / 0,1 n Ag^+	U= 1,5 V	Zink-Halbzelle

5.4.2 Einfluss der Konzentration der Salzlösungen

Auf die Felder 1 bis 3 werden 3 Tropfen Zinksulfat-Lösung ($c = 1$ mol/L) gegeben. Auf die Felder 4 bis 6 werden 3 Tropfen Zinksulfat-Lösung unterschiedlicher Konzentration gegeben: a) $c = 1$ mol/L, b) $c = 0,1$ mol/L c) $c = 0,01$ mol/L. In Feld 1 und 6 werden mit Hilfe der dritten Hand zwei Zink-Elektroden gesteckt (auf elektrische Isolation achten) und mit einem Voltmeter verbunden. Beide Lösungen werden mit dem Mikrospatel in Berührung gebracht. Mit dem Voltmeter wird die Spannung und mit dem Amperemeter die Richtung des Elektronenflusses gemessen.

Der Versuch kann mit Kupferelektroden und Kupfersulfatlösungen wiederholt werden.

Ü: Jedes Metall muss also mit einer Lösung definierter Konzentration an Eigenionen gemessen werden (Standardbedingungen).

5.4.3 Lithium-Batterie

Einen Kupferdraht an der Spitze zu einer Öse biegen. Die Kupfer-Öse als Elektrode auf den Tropfenobjektträger legen. Kupfersulfat-Lösung als Elektrolyt in die Öse füllen. Ein mit Kupfersulfat-Lösung getränktes Filterpapier als Trennschicht auf die Öse legen. Darauf einen Lithium-Span legen. Auf das Lithium eine Bleistiftmine halten. Nun die Spannung zwischen der Kupfer- (Kathode) und Kohle-Elektrode (Anode) messen.

5.5 Standardpotenziale - Normalwasserstoffelektrode als Bezugselektrode

Zunächst wird die Herstellung verschiedener Normalwasserstoffelektroden beschrieben. Eine Anleitung zur Anwendung der Normalwasserstoffelektrode folgt unter 5.5.4.

5.5.1 Herstellung einer Normalwasserstoffelektrode mit einer Bleistiftmine

Eine Bleistiftmine wird elektrolytisch mit Wasserstoff gesättigt. Dazu werden auf einem Tropfenobjektträger 6 Tropfen 2 % Schwefelsäure wie zur Elektrolyse von Wasser vorbereitet (vergl. 5.6.1). Die Bleistiftmine wird mithilfe von Prüfklemmen und einer 9-V-Blockbatterie als Kathode (Minuspol) geschaltet. Als Anode wird eine Platinelektrode verwendet. Bei der Elektrolyse verfangen sich Wasserstoffbläschen in der Bleistiftmine und bilden so eine mit Wasserstoff umspülte Graphitelektrode.

5.5.2 Herstellung einer Normalwasserstoffelektrode mit einer versilberten Bleistiftmine

Um die Beständigkeit der Graphitelektrode (siehe 5.5.1) zu erhöhen, wird die Bleistiftmine zuvor in wenigen Tropfen Silbernitrat-Lsg. elektrolytisch versilbert. Auf dem Tropfenobjektträger werden auf das Feld 1-3 drei Tropfen Silbernitratlösung ($c = 0,1$ mol/L) gegeben und mit einem Mikrospatel zu einem Tropfen verbunden. Eine Bleistiftmine wird als Kathode an den Minuspol einer 9 V-Batterie angeschlossen. Eine Nickeldraht-Elektrode wird als Anode an den Pluspol angeschlossen. Die Elektroden werden auf Höhe der Felder 1 und 3 in die Silbernitratlösung gehalten. Das weitere Vorgehen entspricht dem in 5.5.1.

5.5.3 Herstellung einer Normalwasserstoffelektrode mit einem Platindraht

Ein Platindraht wird am Ende zu einer Öse gebogen. Aus der Öse wird durch Weiterdrehen des Drahtes eine Schnecke mit etwa 5 Windungen gedreht. Diese Platinschnecke wird analog zu 5.5.1 elektrolytisch mit Wasserstoff gesättigt und bildet so eine mit Wasserstoff umspülte Platinelektrode.

5.5.4 Messung von Potentialen mit einer Normalwasserstoffelektrode als Referenzelektrode

Auf einen Tropfenobjektträger werden 3 Tropfen Salzsäure-Lsg. ($c = 0,1$ mol/L) auf die Felder 1 bis 3 gegeben und verbunden. Mit der Wasserstoff-gesättigten Platin- oder Kohleelektrode (siehe oben) bilden sie die Referenz-Halbzelle. Auf den Feldern 4 bis 6 wird die zweite Halbzelle vorbereitet. Dazu werden 3 Tropfen einer Salzlösung ($c = 0,1$ mol/L) aufgetragen und verbunden. Der entsprechende Metalldraht wird eingetaucht und mit der dritten Hand fixiert.

Die Normalwasserstoffelektrode und die Elektrode der Metallhalbzelle werden mit dem Voltmeter (20 V) verbunden. Dann werden die Tropfen beider Halbzellen auf dem Tropfenobjektträger mit dem Mikrospatel in Berührung gebracht und am Voltmeter die Spannung abgelesen.

Halbzellen mit Metallen: (elektrochemische Spannungsreihe)

Hinweis: Die Verwendung von Nickel- und Cadmiumelektroden an Schulen im Mikromaßstab, ohne dass die Schüler mit Ihnen in Berührung kommen, muss noch geprüft werden.

Zn/Zn²⁺ (- 0,8 V), Sn/Sn²⁺, Pb/Pb²⁺, Ag/Ag⁺, Fe/Fe²⁺, Cu/Cu²⁺ (+ 0,3V), Ni/Ni²⁺, Cd/Cd²⁺

5.6 Elektrolysen

5.6.1 Elektrolyse von Wasser (Schwefelsäure als Katalysator)

Fünf pralle „Wassertropfen“ (ein Gemisch aus 98 % Wasser und 2 % Schwefelsäure) auf den Feldern 1 bis 5 zu einem Tropfen verbinden.

Zwei Nickelelektroden mit Ösen werden mit Prüfkabel an eine 9V-Blockbatterie angeschlossen. Die Ösen der Elektroden in die Tropfen auf den Feldern 1 und 5 tauchen.

Die Elektroden stark annähern und einen für die Gasentwicklung geeigneten Abstand suchen. Die Elektroden auch heben und drehen bis sich die Gasblasen zu einem Knallgasgemisch vereinigen. Die bis zu 1cm großen Knallgas-Blasen mit dem Stabfeuerzeug anzünden.

Den Abstand der Elektroden wieder entfernen. Das Verhältnis der Gasmengen an den beiden Polen abschätzen. Minuspol : Pluspol = 2 : 1].

Wasserstoffnachweis: Die Wasserstoffblasen mit dem Stabfeuerzeug an der Kathode (Minuspol) anzünden.

Sauerstoffnachweis: das Knallgasgemisch anzünden.

5.6.2 Elektrolyse von Wasser (Natriumsulfat als Katalysator)

Anstellen einer 2 % Schwefelsäure aus Versuch 5.6.1 kann eine 10 % Natriumsulfat-Lösung genommen werden. Die Gasblasen sind hier etwas kleiner gegenüber Versuch 5.6.1, können aber angezündet werden. Vergleiche auch Versuch 5.6.12.

5.6.3 Elektrolyse von Zinkiodid

Zwei Nickelelektroden mit Öse (oder Kohlelektroden, Bleistift-Minen) mit Hilfe zweier Prüfkabel an eine 9-V-Blockbatterie anschließen. Fünf pralle Tropfen Zinkiodid-Lösung auf die Felder 1 bis 5 geben und mit dem Mikrospatel verbinden. Die Nickelelektroden in die Felder 1 und 5 halten und einen geeigneten Abstand der Elektroden suchen, bis die Elektrolyse einsetzt.

Ü: Liegen im Salz schon Ionen vor oder entstehen sie beim Lösen des Salzes in Wasser?

5.6.4 Schmelzflusselektrolyse von Zinkdiiodid

Zwei Nickel-Elektroden (oder Kohle-Graphitelektroden, z.B. feine Bleistiftminen) ohne Öse mit Hilfe zweier Prüfkabel an ein Feuchtigkeitsmessgerät anschließen. Ein Kapillarröhrchen mittig mit etwa 1-2 cm mit Zinkdiiodid füllen. Hinweis: Mit dem Nickeldraht kann das Zinkdiiodid in die Mitte der Kapillare geschoben werden.

Das Kapillarröhrchen waagrecht in eine dritte Hand einspannen. Die Elektroden links und rechts in das Zinkdiiodid schieben. Mit dem Mikrobrenner das Zinkdiiodid erhitzen. (Alternativ: Messung mit einem Multimeter durchführen. Eine 9-V-Blockbatterie in Reihe mit dem als Amperemeter geschalteten Multimeter verbinden (10-A- und COM-Buchse benutzen, 10-A-Stellung wählen).

5.6.5 Elektrolyse einer wässrigen Zinkacetat-Lösung

Zwei Wassertropfen werden konjugiert und mit einem Kristall Zinkacetat geimpft. Dann wird eine 9-V-Blockbatterie mit Nickelelektroden angelegt. Nun lässt sich das Wachstum eines Zinkbaumes an der Kathode sehr schön beobachten.

(Blei-Baum mit Bleiacetat: Die Verwendung von Blei ist im Schulversuch verboten.)

Ü: Elektrolysen mit Sekundär-Reaktionen

5.6.6 Elektrolyse einer wässrigen Kaliumiodid-Lösung (KI)

Als Beispiel einer Elektrolyse mit Sekundär-Reaktionen wird Kaliumiodid in einem mit Universalindikator gefärbten Wassertropfen gelöst. Elektrolyse mit einer 9V Blockbatterie und Nickel-Elektroden (oder Graphit-Elektroden). An der Anode bilden sich braune Schlieren, während an der Kathode ein farbloses Gas frei wird. Der Universalindikator färbt sich blau. Die Hydroxid-Ionen müssen aus dem Wasser stammen. Das entstehende farblose Gas ist Wasserstoff.

Ü: Folgende Versuche: Die Abhängigkeit der Elektrolyse vom Elektrodenmaterial.

5.6.7 Elektrolyse von verd. Schwefelsäure mit Platin- oder Nickel-Elektroden

Elektrolyse von Wasser mit verd. Schwefelsäure als Katalysator. Die Reaktionsprodukte ergeben, dass nur Wasser zersetzt wird. Daher ist es legitim, bei der Elektrolyse des Wassers etwas verd. Schwefelsäure zuzusetzen. (Vergl. 5.6.1, Elektrolyse von Wasser)

5.6.8 Elektrolyse von verd. Schwefelsäure mit Kupfer-Elektroden – Herstellung von Elektrolytkupfer

Die Elektrolyse wird über 5 Felder mit konjugierten verd. Schwefelsäure-Tropfen und Kupferelektroden durchgeführt. An der Kathode entsteht wieder ein farbloses Gas. An der Anode tritt keine Gasentwicklung (Sauerstoff) ein, das Elektrodenmaterial dient als Elektronenlieferant, blau gefärbte Schlieren (Tetraaquokupfer(II)-Ionen) bewegen sich auf die Kathode zu. Kupferionen mit Ammoniaklösung nachweisen. Kathodisch wird 99,9 % reines Kupfer abgeschieden.

Ü: Was geschieht, wenn man unterschiedliches Elektrodenmaterial verwendet?

Ü: Was passiert bei einer Umpolung?

5.6.9 Elektrolyse einer Kaliumhydrogencarbonat-Lösung (Aluminium als Kathode, Kupfer als Anode)

Mehrere Tropfen Kaliumhydrogencarbonat-Lösung werden auf den Feldern 1 bis 5 des Tropfenobjektträgers miteinander verbunden. In den Stromkreis, 9 V Blockbatterie, wird ein Amperemeter geschaltet. Aluminiumdraht (Kathode) und Kupferdraht (Anode) mit einer 9-V-Batterie und dem Amperemeter verbinden. An beiden Elektroden entstehen farblose Gase. Die Stromstärke bleibt während des Versuches gleich und wird notiert.

(Einstellung: 20 mA, Anschluss 10 A-, VmA-Buchse, rot)

Alternativ: Ein Feuchtigkeitsmessgerät benutzen.

Ü: Eloxal-Verfahren,

Überzug der Anode mit dem Nichtleiter Dialuminiumtrioxid

5.6.10 Elektrolyse einer Kaliumhydrogencarbonat-Lösung (Aluminium als Anode, Kupfer als Kathode)

Mehrere Tropfen Kaliumhydrogencarbonat werden auf den Feldern 1 bis 5 des Tropfenobjektträgers verbunden. Anschließend wird der Aluminiumdraht (Kathode) und einem Kupferdraht mit einer 9-V-Batterie und einem Amperemeter verbunden. (Einstellung: 20 mA, Anschluss 10 A, VmA Buchse, rot). An beiden Elektroden fällt die Spannung fast auf Null (10mA).
alternativ: ein Feuchtigkeitsmessgerät benutzen

5.6.11 Was passiert beim Anlegen einer Wechselspannung an die Elektrolytzelle?

Aluminium und Kupfer als Elektroden. Mehrere Tropfen Kaliumhydrogencarbonat-Lösung werden auf den Feldern 1 bis 5 des Tropfenobjektträgers verbunden. Eine Wechselspannung mit einem Stromversorgungsgerät anlegen und ein Gleichstrommessgerät anschließen. Das Gleichstrommessgerät zeigt einen gerichteten Stromfluss und somit eine Gleichspannung an (Gleichrichter). Zum Vergleich die Aluminium-Elektrode gegen eine Kupferelektrode wechseln.

5.6.12 Elektrolyse einer wässrigen Natriumsulfat-Lösung

Vorversuch:

Auf den Tropfenobjektträger auf das Feld 1, 2 und 3 werden drei getrennte Tupfer Universalindikator gelegt und jeweils einen Tropfen Wasser dazugeben. Feld 1, Farbe grün. Zu Tropfen 2 einen Tropfen verdünnte Schwefelsäure geben; die Säure färbt den Indikator rot. Zu Tropfen 3 etwas verdünnte Natronlauge geben; die Base färbt den Indikator blau.

Hauptversuch:

Fünf Tropfen Natriumsulfat-Lösung werden auf den Tropfenobjektträger gegeben. Nun werden Nickelelektroden mit Öse an eine 9-V-Blockbatterie geklemmt und die Elektroden in Feld 1 und 5 der Natriumsulfat-Tropfen gehalten. Am Ende wird versucht, die farbig gewordenen Tropfen mit dem Mikrospatel wieder zu vermischen. (Elektrochemisches Äquivalenzgesetz)

5.7 Akkumulatoren

5.7.1 Der Bleiakкумуляtor

Der Versuch wird mit drei unterschiedlichen Elektrodenpaaren durchgeführt: In Vorversuchen werden Kupfer-Elektroden und Platin-Elektroden und im Hauptversuch Bleielektroden verwendet. Unterschiedliche Beobachtungen erklären (vergl. 5.6.7, 5.6.8).

Hauptversuch: 5 Tropfen 2 % Schwefelsäure werden auf den Tropfenobjektträger gegeben und verbunden. Zwei Blei-Elektroden (Schutzhandschuhe) werden an eine 9-V-Blockbatterie angeschlossen. Es wird etwa 5 Minuten elektrolysiert. (Hinweis: Würde man die Stromstärke mit einem Amperemeter (Messbereich 1 A) messen, so nimmt diese merklich ab.)

Die Kathode bleibt metallisch blank, an ihr entsteht ein farbloses Gas.
Die Anode überzieht sich mit einer braunen Schicht, auch an ihr entsteht ein farbloses Gas. Die Spannungsquelle wird abgetrennt und eine Leuchtdiode polgleich angeschlossen. Alternativ: Ein Amperemeter wird als Voltmeter (Messbereich 10 V) geschaltet. Hinweis: Gleiche Polung wie bei der Elektrolyse.

5.7.2 Die Brennstoffzelle

Auf Feld 1-6 eines Tropfenobjektträgers 6 Tropfen 2 % Schwefelsäure verbinden. Auf Feld 1 und Feld 6 einen Platindraht mit Spirale eintauchen und an eine 9V Blockbatterie anschließen. Die Platin-Elektroden „laden“, bis sie sich mit den Gasen Wasserstoff und Sauerstoff gesättigt haben. Dabei verfangen sich Gasbläschen in der Spirale und „umspülen“ die mit Gas gesättigten Elektroden. Sie werden im Verlauf der Reaktion umgesetzt. Nun die Batterie abklemmen und ein Spannungsmessgerät anschließen. Alternativ zur Platin-Elektrode können die Schüler Kohle-Elektroden (Bleistiftminen oder galvanisch versilberte Bleistiftminen; siehe 5.5.2) oder platiniierte Katalysator-Perlen 0,15% Pt (Hedinger GmbH) verwenden.

5.8 Korrosion

5.8.1 Reaktion von Zink in verd. Schwefelsäure mit Pt, Cu bzw. Mg

Berührungselement: Zink als Auflösungselektrode, Platin als Ableitungselektrode. Einen Zinkdraht in einen Tropfen verd. Schwefelsäure halten, den Stillstand der Gasentwicklung abwarten. Nun taucht man einen Platindraht in den Tropfen und berührt kurz den Zinkdraht. (mehrfach wiederholen) Nun wiederholt man dies anstelle eines Platindrahtes mit einem Kupferdraht (schwache Gasentwicklung am Kupferdraht) und anschließend mit einem Magnesiumband. (Hier Gasentwicklung an dem Zinkdraht)
Ü: Das unedlere Metall ist die Kathode, das edlere Metall die Anode.

5.8.2 Reaktion von Metallen mit Säuren (siehe auch 4.4.3)

Jeweils einen Metallkrümel (Magnesium, Eisen, Blei, Kupfer, Silber) in einen Tropfen verd. Salzsäure schieben. Spannung zur Normalwasserstoffelektrode (5.5) messen.

Ü: Normalpotentiale und Spannungsreihe

5.8.3 Lokalelement Kupfer/Eisen

Ein Eisennagel wird mit Schmirgelpapier angeschliffen und in einen Tropfen rotes Blutlaugensalz (Kaliumhexacyanoferrat) getaucht. Ein Kupferdraht wird angeschliffen und in den Tropfen gehalten. Dabei berühren sich der Kupferdraht und Eisennagel. An der Berührungsstelle entsteht zusehends ein „Berliner-Blau“-Überzug.

5.8.4 Rosten

Auf einem Tropfenobjektträger werden 6 Tropfen verdünntes rotes Blutlaugensalz/Kochsalzlösung gegeben und verbunden. Die untere Hälfte eines Eisennagels wird angeschliffen in die die rote Blutlaugensalz/Kochsalzlösung gelegt.

6 Organische Chemie

6.1 Butan-Seifenblasen und Methanmamba

Die Kapillare einer Einmalpipette abschneiden. Diese wird über die Austrittsöffnung eines Gasfeuerzeuges gestülpt. Nach dem Drücken der Gaszufuhr am Feuerzeug, wird das austretende Gas über die Kapillare in eine Seifenlösung im Uhrglas geleitet. Die Blasen werden mit einem Stabfeuerzeug angezündet.

Für die Schüler wird eine Einmalpipette mit Feuerzeuggas befüllt. Mit dem Gas der Einmalpipette werden wenige Blasen in einer Seifenlösung erzeugt und angezündet. Befüllen der Pipette: Die Luft aus einer Einmalpipette entfernen. Die Pipettenöffnung auf die Gasaustrittsöffnung eines Gasfeuerzeuges drücken und das Gas langsam mit der Einmalpipette auffangen.

Verwendet man anstelle von Feuerzeuggas Methan, bilden die gasgefüllten Seifenblasen aufgrund der niedrigen Dichte eine aufsteigende „Mamba“.

6.2 Alkohole

6.2.1 Alkoholische Gärung (Wer wird Braumeister)

Etwa 1-3 mm Trockenhefe in ein Kapillarröhrchen geben, danach einige Zuckerkrystalle hineinstopfen. Dann das Kapillarröhrchen in einen Tropfen Wasser halten und 1-3 cm Wasser in die Kapillare hineinlassen. Das Kapillarröhrchen kann mit der Handwärme erwärmt werden. Nach wenigen Minuten können als Folge der Gärung die aufsteigenden Gasbläschen mit der Käfiglupe beobachtet werden.

Im Tropfenversuch steigen die Gasbläschen auf, bleiben jedoch aufgrund der Oberflächenspannung im Tropfen eingeschlossen und sammeln sich an der höchsten Stelle im Tropfen an.

6.2.2 Brennbarkeit von Ethanol (Brennspiritus)

Ein Kapillarröhrchen mit Alkohol 2-3 cm füllen. Nach unten neigen und anzünden.

6.2.3 Nachweis von Methanol

5 - 8 mm Borsäure in ein Kapillarröhrchen stopfen, in einen Tropfen Methanol tauchen, leicht neigen und an der Spitze mit dem Mikrobrenner entzünden.

6.2.4 Siedetemperatur von Ethanol

Ein Kapillarröhrchen mit Brennspiritus füllen und mit Knete einseitig verschließen. Auf einen Thermostaten (was ist mit Thermostat gemeint?) (Heizplatte) legen.

6.2.5 Alkohol als Lösungsmittel

In jeweils einen Tropfen Ethanol bzw. Spiritus Iod, Olivenöl bzw. Harz schieben.

6.2.6 Reaktion von Ethanol wie eine Säure

In ein Kapillarröhrchen etwas Natrium einbringen und in einen großen Tropfen Ethanol halten.

6.2.7 Alkanole als Basen (erproben)

Ethanol oder andere Alkanole mit einen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure auf dem Tropfenobjektträger (Rückseite) erhitzen (mittlere Heizstufe). (Im Kapillarröhrchen versuchen.) Auf den Geruch achten. Im Folgeversuch Alkohol mit Kaliumpermanganat in einem Tropfen erhitzen.

6.3 Carbonyl-Verbindungen

6.3.1 Vereisen von Eisessig

Etwas Eisessig in ein Kapillarröhrchen geben und mit einem Kältespray besprühen. Die Kristalle beobachten.

6.3.2 Nachweis von Aldehyden (Tollens-Probe, Verspiegelung)

1 Tropfen Silbernitrat-Lsg. auf Feld 1 geben und anschließend 1 Tropfen verd. Ammoniak-Lsg. dazugeben. Es wird eine Spatelspitze Glucose hineingeschoben und über Wasserdampf (oder einer Heizplatte) erhitzt. Ebenso das Gemisch in ein Kapillarröhrchen geben und über Wasserdampf erhitzen.

6.4 Pyrolyse von Tabak im Kapillarröhrchen

Eine Probe Tabak in ein Kapillarröhrchen stopfen und mit dem Mikrobrenner unter dem Abzug erwärmen. Die Reaktionsprodukte beobachten. Das Kapillarröhrchen zerschlagen. Das Kondenswasser mit Watesmo-Papier nachweisen.

7 Lebensmittelchemie / biochemische Versuche

7.1 Kohlenhydrate, Makromoleküle, Zucker

7.1.1 Löslichkeit von Monosacchariden

Auf dem Tropfenobjektträger wenige Krümel Glucose in einen Tropfen Wasser bzw. Cyclohexan und Petrolether lösen.

7.1.2 Verhalten beim Erwärmen von Glucose

In einem Kapillarröhrchen etwas Glucose einbringen und mit dem Mikrobrenner erwärmen, die Gase anzünden.

7.1.3 Nachweis reduzierender Zucker mit Fehlingscher Lösung

Proben: Fructose, Glucose, Bienenhonig, Kunsthonig, weitere zuckerhaltige Nahrungsmittel

Einen Tropfen Fehling-Lösung I und einen Tropfen Fehling-Lösung II auf den Tropfenobjektträger geben, die Tropfen mit dem Mikrospatel vereinigen (Fehling-Reagenz; Blaufärbung durch Kupfer-Tartrat-Komplex).

a) Blindprobe: 5-10 mm Probe des Zuckers in ein Kapillarröhrchen geben und über die Öffnung das Fehling-Reagenz in das Kapillarröhrchen einziehen lassen. Die Probe über kochendes Wasser bis zur Reaktion erwärmen.

b) bei festen Nahrungsmitteln: Erst das Fehling-Reagenz in das Kapillarröhrchen geben. Dann die zuckerhaltige Probe in das Kapillarröhrchen stanzen und über Wasserdampf erhitzen.

Die Fehlingschen Lösungen können mit halber Konzentration verwendet werden. Alternativ kann das Benedict-Reagenz (Kupfer-Citrat-Komplex) verwendet werden.

7.1.4 Fehling-Probe auch mit Saccharose und Stärke durchführen

Vergl. 7.1.3

7.1.5 Nachweis von Nektar in einer Blüte (Taubnessel oder andere)

Auf dem Tropfenobjektträger je einen Tropfen Fehling-Lösung I und II mischen. Ein Kapillarröhrchen mit dem Fehling-Reagenz versehen. Mit der Kapillare etwas Blütenprobe im Bereich des Nektar ausstanzen. Über Wasserdampf erwärmen.

7.1.6 Saure Hydrolyse von Saccharose mit anschließender Fehlingprobe

Ein Kapillarröhrchen mit etwa 5 mm Rohrzucker füllen. Die Probe in einen Tropfen 2 % Schwefelsäure tauchen und den Zucker mit der Schwefelsäure 5 mm durchfeuchten und über Wasserdampf erhitzen. (Spaltung des Disaccharids).

Das Kapillarröhrchen wird in einen Tropfen Fehling-Reagenz getaucht, bis sich ein Überschuss an Fehling-Reagenz, 2-3 cm im Kapillarröhrchen, (alkalische Reaktion) im Kapillarröhrchen einstellt. Schließlich wird wie bei der Fehling-Probe im Wasserdampf erhitzt.

7.1.7 Saure Hydrolyse von Maltose

Vergl. 7.1.6

7.1.8 Gut gekaut ist halb verdaut (enzymatischer Stärkeabbau)

Mit einem Wattestab etwas gekautes Brot aus dem Mund entnehmen und in ein Kapillarröhrchen geben. Den entstandenen Zucker mit Fehlingscher Lösung im Kapillarversuch nachweisen.

7.1.9 Herstellen von Zuckerkohle

10 mm Rohrzucker in ein Kapillarröhrchen geben und in einen Tropfen konz. Schwefelsäure halten. (Schutzhandschuhe, Schutzschirm)

7.1.10 Karamellzucker

In ein Kapillarröhrchen etwas Haushaltszucker geben und beidseitig zuschweißen. Langsam mit dem Stabfeuerzeug erhitzen. Ein Kapillarröhrchen mit einem Mikrobrenner erwärmen und mehrmals in Haushaltszucker eintauchen. Auf diese Weise einen Lolly herstellen.

7.1.11 Die Tollens-Probe (noch ausformulieren)

Mit einem Tropfen Wasser und einen Natriumhydroxidplätzchen eine Natronlauge herstellen. In einem Tropfen Aqua dem. einen Kristall Silbernitrat mit verd. Ammoniaklösung lösen. In ein Kapillarröhrchen 1-2 mm Glucose geben. In den Tropfen mit dem Silbernitrat halten, anschließend in den Tropfen mit der Natronlauge.

7.1.12 Stärkenachweis auf Tropfenobjektträger

Einen kleinsten Krümel Mehl, oder die Lebensmittel Brot, Obst, Gebäck, Gemüse auf den Tropfenobjektträger geben und mit einem Tropfen Iod-Kaliumiodid-Lösung versehen.

7.1.13 Stärkenachweis im Kapillarröhrchen

Eine Probe Nahrungsmittel in das Kapillarröhrchen füllen oder stanzen. In einen Tropfen Iod-Kaliumiodid-Lösung tauchen.

7.1.14 Kartoffel-Kochwasser wegwerfen?

Mikro-Kartoffelstücke in einen Wassertropfen auf dem Tropfenobjektträger geben und auf einer Heizplatte bei mittlerer Stufe wenige Sekunden kochen lassen. Die Kartoffelstücke vom Kochwasser mit Hilfe eines Mikrospatels trennen. Den Stärkenachweis mit Iod-Kaliumiodid-Lösung im Kartoffelkochwasser und der gekochten Kartoffel durchführen. Hinweis auf giftige Saponine im Kochwasser. Alternativ kann mit einem Lichtbogenfeuerzeug erhitzt werden.

7.1.15 Löslichkeit von Stärke (in Vorbereitung)

a) Wenig lösliche Stärke in einen Tropfen Wasser lösen, auf einer Heizplatte auf Stufe 4 vorsichtig erhitzen. Dann den Tropfen abkühlen lassen. b) Im Kapillarröhrchen erwärmen.

7.1.16 Umwandlung von Stärke in Dextrine (in Vorbereitung)

a) Etwas Stärke in ein Kapillarröhrchen geben. Mit dem Draht einer Nickel-Elektrode die Stärke etwas ins Kapillarröhrchen schieben und erwärmen bis zur Durchfärbung. Das Reaktionsprodukt mit Iod-Kaliumiodid-Lösung prüfen.

b) In ein Kapillarröhrchen Stärke einfüllen, dann zuschweißen. Mit dem Stabfeuerzeug sehr langsam erhitzen, bis eine deutliche Durchfärbung eintritt. Das Kapillarröhrchen aufschlagen und das Reaktionsprodukt in einen Tropfen Iod-Kaliumiodid-Lösung geben. Blindprobe: Stärke direkt in den Iod-Kaliumiodid-Tropfen geben.

7.1.17 Saure Hydrolyse von Stärke (in Vorbereitung)

Stärke in ein Kapillarröhrchen geben, in einen Tropfen verd. Schwefelsäure halten, über Wasserdampf erhitzen. Das Reaktionsprodukt mit Iod-Kaliumiodid-Lösung auf Stärke testen. Dabei verschiedene Proben unterschiedlich lang erhitzen. (Ansäuern auch mit verd. Salzsäure.)

7.1.18 Herstellung von Schießbaumwolle (in Vorbereitung)

Auf die Rückseite eines Tropfenobjektträgers einen Tropfen konzertierte Schwefelsäure und 2 Tropfen konzentrierte Salpetersäure geben und mischen. Dazu einen kleinen Wattebausch geben und 15 Minuten reagieren lassen. Den Wattebausch gründlich mit Wasser spülen und trocknen.

7.1.19 Zellulose und Schwefelsäure

Ein geringe Menge konz. Schwefelsäure mit einem Kapillarröhrchen auf ein Zellulose-Tuch übertragen.

7.2 Protein

Ein Ei punktieren, mit einer auf 3 cm verkürzten Einmalpipette das Eiklar aus dem Ei saugen. Die gefüllte Pipette dient als Tropfflasche für die folgenden Versuche. Dabei einen Tropfen auf den Tropfenobjektträger geben und die Pipette nach oben ziehen, bis der Faden aus Eiklar abreißt.

7.2.1 Hitzedenaturierung

Mit einem Kapillarröhrchen etwas Eiklar aufnehmen, in die dritte Hand einspannen und mit dem Stabfeuerzeug langsam mit Wärmeimpulsen erhitzen.

7.2.2 Denaturierung durch Alkohol, Säure, Base, Schwermetalle

(Reaktionen im Vergleich auf dem Tropfenobjektträger)

Feld (1) Brennspritus (Wirkung des Alkohols auf Zellen), (2) verd. Schwefelsäure, (3) konz. Schwefelsäure, (4) verd. Salzsäure (Magensäure), (5) verd. Natronlauge, (6) Kupfersulfat-Lsg., (7) Aluminiumsulfat-Lsg. (Weißgerberei), (8) Natriumchlorid-Lsg., Chromsulfat-Lsg. (Chromleder-Herstellung.)

Jeweils einen Tropfen Eiweiß auf den Tropfenobjektträger geben. Gegenüber jeweils einen Tropfen Reagenz geben und mit einem Mikrospatel in Berührung bringen.

Anschlussversuch 7.2.6.

7.2.3 Entgiftung von Schwermetallen mit Milch

Einen Tropfen Milch mit Kupfersulfat-Lösung in Berührung bringen.

7.2.4 Die Xanthoprotein-Reaktion (ausformulieren)

Einen Tropfen Eiklar auf dem Tropfenobjektträger mit einem Tropfen konz. Salpetersäure in Berührung bringen. Xanthoprotein-Bildung abwarten. (Lehrerversuch)

7.2.5 Wirkung des elektrischen Stromes auf Eiweiß (auf Zellen)

Mit Nickelelektroden den Strom einer 9V Blockbatterie durch 3 konjugierte Tropfen Eiklar (oder Milch) leiten.

7.2.6 Siliwanow-Reaktion (erproben)

Resorcin in einem Wassertropfen Lösen und einen Tropfen verd. Salzsäure dazu geben. Auf der Heizplatte langsam erhitzen (Stufe 4).

Einen Tropfen konzentrierte Salpetersäure auf einen umgedrehten Tropfenobjektträger geben. Wenig Albumin, Tyrosin, Tryptophan in ein Kapillarröhrchen geben und in den Tropfen Salpetersäure halten. Mit dem Stabfeuerzeug vorsichtig erwärmen.

(Anschlussversuch: Kapillarröhrchen in einen Tropfen konzentriertem Ammoniaklösung halten.)

7.2.7 Verhalten der Aminosäuren beim Erhitzen (erproben)

Glycin in ein Kapillarröhrchen füllen und mit dem Mikrobrenner erhitzen. Die Gase mit einem angefeuchteten Indikatorpapier (rotes Lackmuspapier oder Universal-pH-Papier auffangen.)

7.2.8 Biuret-Reaktion

Auf dem Tropfenobjektträger je einen Tropfen Fehlingsche Lösung I und II mischen. Mit einem Tropfen Eiklar (bzw. in Wasser gelöstes Albumin) mischen.

7.2.9 Aussalzen eines Proteins (erproben)

Auf dem Tropfenobjektträger wenig Albumin in einem Tropfen Aqua dem. lösen. Wenige Ammoniumsulfat-Kristalle in die Lösung schieben.

7.3 Fette

7.3.1 Fettextraktion

Einen Sonnenblumensamen o.ä. zerdrücken. Mit einem Tropfen Petroleumbenzin auswaschen. Mit einem Kapillarröhrchen die klare Lösung aufnehmen und auf ein Löschblatt übertragen. (Punktförmig anreichern).

7.3.2 Margarine aus Pflanzenöl (Hydrieren)

Einen Tropfen Pflanzenöl in ein Kapillarröhrchen geben. Auf einem Tropfenobjektträger einen Tropfen verd. Salzsäure geben. Einen Platindraht als Kathode (Minuspol), einen Nickeldraht als Anode mit Prüfkabel an eine 9V-Blockbatterie anschließen und in verd. Schwefelsäure halten. Den frisch mit Wasserstoff versetzten Platindraht in ein Kapillarröhrchen mit Speiseöl einführen und mit dem Mikrobrenner erwärmen/erhitzen. Alternativ: Den Platindraht in Salzsäure halten und mit einem Zinkdraht ein „Berührungselement“ herstellen und den Platindraht mit Wasserstoff sättigen.

7.3.3 Kernseife aus Margarine (erproben)

Je einen Tropfen Ethanol, Wasser, Margarine und Natronlauge mischen und auf der Heizplatte bei mittlerer Stufe erhitzen.

7.3.4 Acrolein-Herstellung aus Pflanzenölen und Glycerin

In ein Kapillarröhrchen 3 mm Kaliumhydrogensulfat geben und in einen Tropfen Pflanzenöl oder Speisefett tauchen. Das Kapillarröhrchen mit dem Mikrobrenner erhitzen. Im zweiten Versuch Glycerin nehmen.

7.3.5 Brennbarkeit von Wachs, Olivenöl, Fett u.a.

Ein Kapillarröhrchen mit Wachs füllen, in die dritte Hand einspannen und mit dem Stabfeuerzeug erhitzen. Den Rauch anzünden. Ebenso mit Öl, Fett etc. verfahren.

7.3.6 Brennbarkeit von Schokolade

Schokolade oder Kakao-Pulver in ein Kapillarröhrchen geben und mit dem Mikrobrenner zum Brennen bringen.

7.3.7 Veränderungen des Doctes bei einer Kerze:

Auf dem Tropfenobjektträger, bzw. einem Marmeladendeckel, eine kleine Menge Wachs anhäufeln und mit Hilfe eines Kreidespans oder Eisenwolle-Doctes versuchen zu entzünden.

7.4 DNA-Extraktion

Mit Hilfe eines Kapillarröhrchen ein paar Zellen der Mundschleimhaut an der Innenseite der Wange vorsichtig abschaben. Das Kapillarröhrchen in gekühlten Brennspiritus halten. Die Denaturierung der Zellfragmente und „DNA“-Knäuel beobachten.

Alternativ: Ein Wattestäbchen in eine Kochsalzlösung tauchen und von der Innenseite der Wangen einige Zellen der Mundschleimhaut abstreifen. Den Wattebausch in einem Tropfen Kochsalzlösung auswaschen, gegebenenfalls mit etwas Kochsalzlösung spülen. Mit einem Kapillarröhrchen die Zellen aufnehmen und in einen Tropfen tief gekühlten Brennspiritus halten. Die weißen Flocken (denaturiertes Eiweiß der DNA) unter der Lupe beobachten.

7.5 Fotosynthese

7.5.1 Fotosynthese im Kapillarröhrchen

Mit Hilfe einer „Knoblauchpresse“ werden Tomatenblätter gepresst. Der chlorophyllhaltige Saft wird mit einer Kapillare aufgenommen. Die Kapillare wird in das Wachs einer Kerze eingestochen und verschlossen. Dann wird unter einer Lampe belichtet. Nach drei Minuten kann man die Gasbläschen sehen und unter einer Käfiglupe betrachten. Durch Neigen des Kapillarröhrchens kann man das Aufsteigen der Sauerstoff-Gasbläschen beobachten. Alternativ können auch andere Blätter wie Kresse, Efeu etc. verwendet werden.

7.5.2 Fotosynthese im Tropfen

Siehe 7.5.1. Der chlorophyllhaltige Saft wird auf den Tropfenobjektträger gegeben und unter einer Lampe für ca. 3 Minuten belichtet. Die Sauerstoff-Gasbläschen steigen auf. Sie wandern aufgrund der Oberflächenspannung unter der Oberfläche des Tropfens hoch und sammeln sich unterhalb der höchsten Stelle im Tropfen.

7.6 Wirkung von Katalase

7.6.1 Zersetzung von Wasserstoffperoxid auf dem Tropfenobjektträger

Auf den Tropfenobjektträger wird ein Tropfen 4 % Wasserstoffperoxid-Lösung gegeben und ein kleines Stück Kartoffel, 2 - 3 mm groß, in Berührung gebracht. Im zweiten Versuch nimmt man einen kleinen stäbchenförmigen Krümel aktiver Hefe und gibt einen Tropfen 4 % Wasserstoffperoxid-Lösung dazu.

7.6.2 Zersetzung von Wasserstoffperoxid im Kapillarröhrchen

Auf einen Tropfenobjektträger wird ein Tropfen 4 % Wasserstoffperoxid gegeben. In das Kapillarröhrchen wird eine etwa 1 cm lange Säule Aqua dem. eingebracht. Das

entstehende Sauerstoff Gas soll diese Wassersäule später entsprechend der Sauerstoffentwicklung verschieben. Durch Neigung wird die Wassersäule etwa 1 cm von der Öffnung des Röhrchens entfernt platziert. Jetzt wird etwa 2 cm 4 % Wasserstoffperoxid in das Kapillarröhrchen eingesogen. Schließlich wird das Kapillarröhrchen mit der Öffnung zum Wasserstoffperoxid in eine Kartoffel gestanzt und ein Kartoffelstückchen in das Kapillarröhrchen eingebracht. Dieses Stückchen verschließt die Kapillare. Der Stand der Wassersäule wird markiert. Der aufsteigende Sauerstoff verschiebt die Wassersäule nach oben. Die Wegstrecke wird in einem Zeit-Weg Diagramm festgehalten.

7.6.3 Elefantenzahnpasta im Tropfenversuch

Auf einem Tropfenobjektträger wird ein Tropfen flüssige Seife (Handwaschseife) gegeben und daneben ein Tropfen 30 % Wasserstoffperoxid-Lösung (Gefahr). Beide Tropfen werden mit dem Mikrospatel auf dem Tropfenobjektträger gemischt. Dazu wird eine Spatelspitze aktive Trockenhefe gegeben.

8 Kunststoffe

Geräte: Für die **Erwärmung** der Komponenten wird eine Heizplatte mit einer Teflon-Folie abgedeckt. Hierzu nimmt man handelsübliches Teflon-Papier, (wiederverwendbare Backfolie) oder besser eine Teflon-Pfanneneinlage. Diese etwas stärkere Folie kann man in vier Teile schneiden. Zum Erwärmen legt man die Folie mit den Tropfen auf die Heizplatte, zum Abkühlen nimmt man sie herunter, legt sie gegebenenfalls auf Eiswürfel.

8.1 Herstellung von „Plexiglas“

Eine Heizplatte unter dem Anzug mit einem Teflon-Papier abdecken. Einen kleinen Tropfen „Härter“ (Dibenzoylperoxid) auf das Teflon-Papier geben. Mit dem Spatel einen „Wall“ formen. In deren Mitte einen Tropfen Methacrylsäuremethylester geben. Nun bis zum Sieden erhitzen. Die Polymerisation erkennt man am Aufwallen. Das Produkt mit dem Teflonpapier von der Heizplatte nehmen. Nach dem Abkühlen das Produkt prüfen.

8.2 Perlon-Herstellung (Schnellpolymerisation)

Eine Teflon-Unterlage (schwarzes Backpapier) auf eine Heizplatte legen. In ein Kapillarröhrchen ca. 1 mm Natrium stanzen. Eine Spatelspitze Caprolactam auf dem Teflon-Papier schmelzen lassen. Beim Siedebeginn das Natrium in den siedenden Tropfen tauchen, bis die einsetzende Reaktion nachlässt. Nun weiter zum Sieden erhitzen. Aus dem Tropfen mit einem Kapillarröhrchen „Fäden“ ausziehen. Kontrollversuch: Erhitzt man Caprolactam ohne Natrium-Zusatz, verdampft es ohne Rückstand.

Polykondensationen: „Formaldehyd-Harze“

8.3 Herstellung eines Harnstoff-Harzes (Aminoplast)

Auf einer Teflon-Heizplatte eine Mikrospatelspitze Harnstoff und einen Tropfen 35 % Methanal-Lösung geben. Die Heizplatte langsam (Stufe 4) erhitzen. Einen Tropfen 10 % Salzsäure daneben tropfen und in Berührung bringen. Weiter kurz bis zum Sieden aufheizen, bis die Polymerisation durch Aufwallen beginnt.

Alternativ: Harnstoff in ein Kapillarröhrchen einbringen und in einen Tropfen 35 % Methanal-Lösung tauchen, bis sich der Harnstoff gesättigt hat. Schließlich in einen Tropfen 10 % Salzsäure-Lösung tauchen und auf eine Heizplatte legen.

8.4 Herstellung eines Anilin-Methanal-Harzes

Auf eine Teflon-Heizplatte neben einen Tropfen Anilin einen Tropfen Methanal-Lösung (35 %) geben. Nun einen Tropfen 5 % Salzsäure zwischen die Tropfen geben. Nun fließen die Tropfen ineinander und die Polymerisation beginnt (Rotfärbung). Nachdem die Reaktion beendet ist, wird die überschüssige Flüssigkeit mit einem Filterpapier vollständig abgesaugt. Der Rückstand wird auf der Heizplatte auf 80 °C erhitzt. Die Temperatur wird abgeschätzt, indem neben die Probe ein Tropfen Wasser gegeben wird. Wenn der Tropfen Wasser zu sieden beginnt, hat sich das Harz auf etwa 80°C erhitzt. Die Probe wird von der Heizplatte genommen. Dabei entsteht das fertige Harz.

8.5 Herstellung eines Phenoplasten (kationisch); Katalysator: Säure (Novolake)

Auf der Teflon-Heizplatte werden eine Spatelspitze Phenol und ein Tropfen Methanal-Lösung gemischt. Dann mit einem Tropfen 10 % Salzsäure in Berührung gebracht und zum Sieden erhitzt. Kurze Fäden aus dieser Mischung ziehen. Die Reaktion kann durch Abkühlen eingefroren werden. Beim beginnenden Sieden wird die Mischung durch Kältespray besprüht und die Reaktion so gestoppt. Zur abschließenden Härtung wird anschließend wieder erhitzt. Alternativ: Im Kapillarröhrchen Phenol und Methanal und Salzsäure einbringen und auf dem Tropfenobjekträger langsam erhitzen.

8.6 Herstellung eines Phenoplasten (kationisch)

Auf die Teflon-Heizplatte wird ein Tropfen 35 % Methanal-Lösung gegeben. Darin wird eine Spatelspitze Phenol gelöst. Dazu gibt man einen Tropfen verd. Natronlauge (2 %). Es wird vorsichtig erwärmt. Die Farbe wird gelb bis rötlich, schließlich erstarrt das Produkt.

8.7 Herstellen eines Phthalsäureharzes

In einen Tropfen Glycerin gibt man Phthalsäureanhydrid und erhitzt auf der Teflon-Heizplatte bis zur Rauchbildung. Am Ende wird die Schmelze klar durchsichtig. Nach dem Erkalten erhält man ein sehr zähes und gelbes Harz, das sich in Aceton löst.

8.8 Herstellung eines Borsäureharzes

Auf die Teflon-Heizplatte werden Borsäure und ein Tropfen Propan-1,3-diol-gegeben und erwärmt. Das Wasser wird abgedampft. Den blasigen Rückstand lässt man abkühlen. Während des Abkühlens können Fäden ausgezogen werden.

8.9 Katalytische Polykondensation von Benzylchlorid

Benzylchlorid (Phenylchlormethan) und einige Krümel Eisentrichlorid werden auf die Teflon-Heizplatte gegeben. Das Gemisch wird erhitzt. Man erhält einen festen, dunkelroten, blasigen Stoff.

8.10 Herstellung eines Polyurethan-Schaumstoffes

Zwei Schaumstoff-Komponenten werden auf dem Teflon-Papier in Berührung gebracht.

9 Versuche der Grundschule

Nachweis von Kohlenstoffdioxid in der Ausatemluft s. 1.4

Freisetzung von Kohlenstoffdioxid aus Muschelschale, Eischale, Marmor und dessen Nachweis s. 4.7.3.

9.1 Kohlenstoff-Nachweis in der Ausatemluft

Ein Kapillarröhrchen mit Ausatemluft füllen. Ein Ende mit Wachs verschließen. Das offene Ende mit Magnesiumpulver füllen und mit dem Mikrobrenner zum Glühen bringen. Das Kapillarröhrchen mit dem Reaktionsprodukt in einen Tropfen verdünnte Salzsäure halten. Das abgekühlte Kapillarröhrchenende mit der Säure in einen Tropfen Wasser halten (verdünnen). Das Kapillarröhrchen zertrümmern und mit den Kohlestückchen eine Schreibprobe machen.

9.2 Kohlenstoff Nachweis in Muschelschale/Eierschale Marmor etc.

Etwas Muschelschale mörsern, mit Magnesiumpulver mischen und in ein Kapillarröhrchen geben. Mit dem Mikrobrenner zum Glühen bringen. Weiter wie unter 9.1.

9.3 Herstellen von gebranntem Kalk (Muschelschale oder ähnliches)

Analog zu 3.5.2 Kalkpulver und Magnesiumpulver mischen und mit dem Mikrobrenner zu Glühen bringen. Ähnlich des Thermit-Verfahrens wird durch die große Hitze Kalk gebrannt.

9.4 Löschen des gebrannten Kalks

Mit Hilfe eines Infrarot-Thermometers die Temperatur des unter 9.3 hergestellten abgekühlten gebrannten Kalkes messen. Während einer Messung den gebrannten Kalk mit dem Kapillarröhrchen kurz in einen Tropfen Aqua dem. halten und den Anstieg der Temperatur beobachten.

9.5 Katzensgold

Hierbei wird ein Thermit-Gemenge in seine groben Bestandteile getrennt. Einen Spatel Thermit-Mischung auf ein Uhrglas geben und in einer pneumatischen Wanne waschen. Die Eisen-Pyrit-Klumpen als „Gold“ „verkaufen“. Mit dem Magneten überprüfen und den Begriff „Katzensgold“ einführen.

9.6 Extraktion von „Seife“-Saponinen aus Kastanien

Ein Stück Kastanienmark auf den Tropfenobjektträger geben und mit dem Mikrospatel zerquetschen. Einen Tropfen Wasser dazu geben und die Saponine mit Hilfe eines Mikrospatels im Wasser lösen. Mit einem Kapillarröhrchen in den Wassertropfen pusten und Seifenblasen pusten.

9.7 Wettbewerb: Cappuccino-Herstellung

Jeweils einen Kristall Zucker, löslichen Kaffee und Milchpulver (Kaffeeweißler) in einem Tropfen Wasser zusammenbringen und unter der Lupe betrachten.

9.8 Herstellung von Brause

Auf das Feld 1 und 3 einen kleinen Klecks Universalindikator geben. Auf Feld 1 eine Spatelspitze Natron (Natriumhydrogencarbonat) und auf Feld 3 eine Spatelspitze Zitronensäure geben. Die Stoffe auf Feld 1 und 3 in einem Tropfen Aqua dem. lösen. Einen Tropfen Aqua dem. auf das Feld 2 geben. Schließlich die Tropfen durch Vorbeistreichen des Mikrospatels vorsichtig in Berührung bringen. Bei Bedarf einen Kristall Zucker in Feld 2 hinzufügen. Nun abwarten, bis eine Gasentwicklung einsetzt.

9.9 Bunte Perlen auf dem Ginko-Blatt

Auf einem Ginkoblatt werden „Wasser-Perlen“ getropft, gezählt. Nun werden die Wasser-Perlen mit einem wasserlöslichen Filzschreiber, dem Zauberstab, gefärbt. Die gefärbten Perlen geben wieder Zähl Anlass. Schließlich können Perlen mit einem Mikrospatel vereint werden.

9.10 Bunte Perlen auf dem Tropfenobjektträger

Nun werden die Perlen auf dem Tropfenobjektträger aufgebracht. Auf diesem strukturierten Objektträger wird das simultane Auffassen der Anzahl von Tropfen geübt. Dann die Tropfen wie 9.9 färben, vereinigen etc.

9.11 Gallapfeltinte herstellen

- a) auf dem Tropfenobjektträger: Eine kleine Spatelspitze Eisenpulver auf das Feld 1 geben. Dazu einen Tropfen Eisessig und wenige Krümel Gallapfel dazu geben. Einen Tag einwirken lassen. Mit einem Kapillarröhrchen die Tinte aufnehmen und auf einem Papier damit schreiben. Eintrocknete Tinte mit einem Tropfen Wasser aufnehmen.
- b) im Kapillarröhrchen: In ein Kapillarröhrchen etwa 5 mm Eisenpulver geben. Das Eisenpulver mit dem Kapillarröhrchen in einen Tropfen Eisessig halten. Mit der Kapillare einen Krümel Gallapfel ausstanzen. Über Nacht einwirken lassen.

9.12 Schreiben mit einem Tropfen Tinte

Auf den Tropfenobjektträger wird ein Tropfen Tinte gegeben. Das Kapillarröhrchen dient als Schreibgerät. Die Tinte wird mit dem Kapillarröhrchen aufgenommen und untersucht wie lange man mit einem Tropfen Tinte schreiben kann.

9.13 Wie groß ist die Fläche, die ein Tropfen Wasser benetzen kann?

Ein Tropfen Wasser wird auf ein Löschblatt gegeben. Die benetzte Fläche wird ausgeschnitten. Auf einem karierten Papier werden die Kästchen ausgezählt. Da 4 Kästchen ein Quadratzentimeter ausmachen, kann man so die Fläche berechnen. Würde man sich mit einer Tröpfchenmethode waschen, könnte man nachhaltiger mit dem Wasser umgehen. (Waschmaschinen arbeiten schon nach dieser Methode).

9.14 Regenbogen aus einem Tropfen Wasser

Auf den Tropfenobjektträger werden wenige Tropfen Wasser gegeben und ins Sonnenlicht gehalten. Die Lichtbeugung wird auf ein Blatt weißes Papier projiziert und mit einer Handy-Kamera aufgenommen. Die Handyaufnahme zeigt am Rande der Projektion die Regenbogenfarben.

9.15 Verbrennen einer Tannennadel im Kapillarröhrchen

Eine Tannennadel in das offene Ende des Kapillarröhrchens stecken und mit einem Stabfeuerzeug verbrennen. Dieser scheinbar einfache Versuch ist sehr lehrreich und zu jeder Adventszeit zu empfehlen.

10 Kosmetik

10.1 Sprudeltabletten mit Speiseöl herstellen

100 g Natriumhydrogencarbonat (Kaisernatron), 50 g Citronensäurepulver, 30 g Speisestärke, 4-5 Esslöffel Sonnenblumenöl, einige Tropfen Parfümöl, einige Tropfen Lebensmittelfarbe, getrocknete Blüten. Trockene Zutaten in einer Schüssel verrühren. Öl langsam zugeben und mischen. Kugeln luftdicht verpacken.

10.2 Den pH-Wert von Natriumhydrogencarbonat feststellen

Eine Mikrospatelspitze Natriumhydrogencarbonat in einem Tropfen Aqua dem. lösen. Mit einem Universalindikatorpapier den pH-Wert bestimmen.

11 Erdölchemie, Petrochemie

11.1 Entsalzung von Erdöl

In einem Becherglas Erdöl (Petroleum) mit einer Spatelspitze Kochsalz künstlich mit Salz anreichern. Aus dem Überstand einen Tropfen Erdöl auf den Tropfenobjektträger geben. In die Mitte des Erdöltropfens einen Tropfen wässrige 0,1n Silbernitratlösung geben. Mit dem Mikrospatel den Wassertropfen leicht rotieren lassen. Den wässrigen Niederschlag mit einem Filterpapier von der Ölphase abtrennen.

11.2 Brennbarkeit von Erdöl und seiner Bestandteile prüfen

Einen Tropfen Erdöl (und Proben wie Petroleum, Benzin, Diesel etc.) auf den Tropfenobjektträger geben. Mit dem Kapillarröhrchen eine Probe aufnehmen und in einen dritte Hand einspannen. Das nach unten geneigte Kapillarröhrchen mit dem Stabfeuerzeug anzünden.

11.3 Herstellen einer Öllampe im Tropfen

Einen Tropfen Erdöl (Petroleum, Benzin, Diesel etc.) auf den Tropfenobjektträger geben. Einige Baumwollfasern zu einem Docht (2-3 cm) drehen und mit Öl benetzen. Den Docht mit einer Stahlpinzette so in den Öltropfen halten, dass er auf der unteren Seite in den Öltropfen hängt und auf der oberen Seite der Pinzette angezündet werden kann.

11.4 Demonstration einer Erdölexplosion

3-4 Tropfen Erdöl in eine mit einem Piezo-Zünder versehene Filmdose tropfen, verschließen und schütteln. Auf diese Weise ein Erdöl-Luft-Gemisch herstellen. Gehörschutz tragen. Nun mit Hilfe des Piezo-Zünders das Erdöl-Luft-Gemisch zünden.

11.5 Erdöl und Magnesium, Nachweis von Kohlenstoff im Erdöl

Ein Kapillarröhrchen 1 - 2 cm mit Magnesiumpulver füllen. Einen Tropfen Erdöl auf den Tropfenobjektträger geben. Das Röhrchen mit dem Magnesium-Pulver in den Tropfen halten, bis sich das Magnesium-Pulver mit Erdöl gesättigt hat. Mit dem Mikrobrenner das Magnesium-Pulver am Glas, von der Öffnung entfernt, erhitzen, bis es zündet. Das Reaktionsprodukt im Kapillarröhrchen mit einem Hammer auf einem Stück Papier zerdrücken und die Schreibprobe auf Kohlenstoff machen.

Veröffentlichungen:

- Nellen U.R & Matussek, S. (1990). Isolierung und Fusion pflanzlicher Protoplasten. Unterricht Biologie, Biotechnik, UB 151/ 14, 47-47.
- Matussek, S. (1994). Platons Höhlengleichnis als Einstieg in die Optik. Unterricht Physik, Nr.24, (147) 23 -(151) 27
- Matussek, S. (2013). Lab in a drop – blue drop experience. MNU, 66(6), 352-356.
- Matussek, S. (2015). Lab in a drop – Experimente im Mikromaßstab - Teil 1. MNU, 68(4), 206-212
- Matussek, S. (2016). Lab in a drop – Experimente im Mikromaßstab – Teil 2. MNU, 69(1), 30-39.
- Matussek, S. (2015). 146, Lab in a drop – Elektrochemische Experimente. Unterricht Chemie, 146, 24-27.
- Matussek, S. (2014). Lab in a drop – Effiziente und nachhaltige Experimente im Wassertropfen, Lynx 02-2014, 39-42.
- Federer, Paul (August 2016). Studienseminar Osnabrück für das Lehramt an Gymnasien, Schriftliche Arbeit. Eignet sich die Mikroexperimentiermethode „Lab in a DROP“ zur Erarbeitung der Redoxreihe? 10 Klasse
- Matussek, S. (2017). LAB in a DROP, - Elektrochemie Teil I, MNU, Ausgabe 6, 409-417.
- Matussek, S. (2019). LAB in a DROP, -Elektrochemie Teil II, MNU, Ausgabe 6, 498-505.
- Matussek, S. (2020). LAB in a DROP, -Elektrochemie Teil III, MNU, Ausgabe 6, 506-513

Preise:

- 1 Stiftungspreis der Katholischen Schulen Hamburgs 2013
- Harburger Nachhaltigkeitspreis 2014
- Hamburger Bildungspreis 2015
- Friedrich Stromeyer Preis 2019

Kooperationen-Förderer-Schirmherr:

- TU Harburg, Kinderforscher, Frau Gesine Liese
- Schirmherr über LAB in a DROP: Hamburger Schulsenator Ties Rabe
- Hamburg Wasser
- Shell Technology Center Hamburg
- Merck Hamburg

Patent Urkunde: Deutsches Patent und Markenamt: Nr. 30 2015 208 272*

Nr. 30 2014 032 912*

*Hinweise: LAB in a DROP ® ist patentrechtlich u.a. in Bereichen wie Fortbildungen und Veröffentlichungen geschützt.

Homepage: www.lab-in-a-drop.de

YouTube: LAB in a DROP, Stephan Matussek

Versuchsbeschreibungen LAB in a DROP

Das Förderprogramm „Schulpartnerschaft Chemie“ des Fonds der Chemischen Industrie gibt die Möglichkeit der Unterstützung des experimentellen Chemieunterrichts. Nähere Informationen dazu finden Sie auf der Homepage des Fonds unter www.vci.de/fonds, Stichwort: Schulpartnerschaft Chemie - Unterrichtsförderung.

Beschaffungsnachweis:

Siehe Matussek, S. (2015). Lab in a drop – Experimente im Mikromaßstab - Teil 1. MNU, 68(4), 206-212

oder

Handelsüblich beim Autor direkt komplette Sätze oder Einzelteile bestellen:

Katalog für Lab in a drop Experimente:

Stephan Matussek (StR)

Bogenstraße 10

21220 Seevetal

Tel.: 04185 3791

Mobil: 0157 87 43 67 2

E-Mail: stephan.matussek@online.de

Bankverbindung :

Stephan Matussek

SPARDA BANK HAMBURG

BLZ: 206 905 00

KNr.: 85 19 14

IBAN: DE97206905000000851914

BIC: GENODEF1S11

St.Nr.: 50/128/09250