

Stephan Matussek

LAB in a DROP

Wichtige Sicherheitshinweise werden während des Seminars geliefert, eine Weitergabe an Dritte ist deswegen nicht vorgesehen. Der Verfasser geht davon aus, dass die Seminarteilnehmer/-innen in labortechnischen Belangen sachkundig sind und schließt jede Haftung bei Personen und Sachschäden aus.

Schirmherr: Ties Rabe, Hamburger Schulsenator
IKEA PRINZIP: nachhaltig, modular, effizient
Förderung einer Grundausstattung über den VCI

Liebe Kollegin, lieber Kollege,

die Versuche sind in diesem Manuskript nach fachsystematischen Gesichtspunkten angeordnet, weil diese Anordnung ein schnelleres Auffinden ermöglicht. 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.

Hinweise für Schülerinnen und Schüler zum Einrichten des Arbeitsplatzes

- Methode der „nummerierten Köpfe“ in Vierergruppen
- die 4 T-OTs in die Ecken der Arbeitsunterlage stellen
- die Ausweise verteilen
- die Tropfflaschen und Chemikalien in die Mitte der Unterlage stellen
- die SchülerInnen experimentieren nacheinander
- benutzte Chemikalien wieder sofort verschließen und zurückbringen
- die Schüler legen ihre Protokolle aufgeschlagen neben die Unterlage
- der Protokollant zeigt die Versuchsbeobachtungen aller Schüler einer Gruppe vor

ÜBERSICHT über die Experimente

- 1 Einfache Experimente im Wassertropfen
zum Einüben der LAB in a DROP- Technik,
Methoden der Wassertropfen-Experimente
- 2 Vom physikalischen Experiment zur chemischen Reaktion
- 3 Chemische Reaktionen, Gesetz von der Erhaltung der Masse
- 4 Salzbildung
- 5 Säuren
- 6 Laugen
- 7 Säure-Base-Versuche
- 8 Ionenbildung und Ionenbindung
 - 8.1 Grundlagen
 - 8.2 Elektrische Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen
- 9 Oxidation und Reduktion
 - 9.1 Redoxreaktion
 - 9.2 Elektrochemische Spannungsreihe
 - 9.3 Elektrolysen
 - 9.4 Galvanische Spannungsquellen
 - 9.5 Korrosion
- 10 Lebensmittelchemie / biologische Versuche
 - 10.1 Kohlenhydrate
 - 10.2 Eiweiße
 - 10.3 Fette
 - 10.4 DNA-Extraktion
 - 10.5 Pyrolyse von Tabak
- 11 Organische Chemie
 - 11.1 Methanmamba
 - 11.2 Alkohole
 - 11.3 Carbonylverbindungen
- 12 Kunststoffe
- 13 Versuche für die Grundschule
- 14 Kosmetik

1 Erste Auseinandersetzung mit Wassertropfenexperimente

1.1 Kohäsion, Adhäsion und Linseneffekt

Einige Tropfen Aqua dem. werden auf den T-OT gegeben, den T-OT 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)

1.2 Einen Kristall Kaliumpermanganat (KMnO_4) auflösen (fest in flüssig)

Drei größere Tropfen auf die Felder 1-3 geben. Durch Vorbeistreichen mit einem Mikrospatel die Tropfen ineinanderfließen lassen. Einen wirklich sehr kleinen Kristall Kaliumpermanganat mit dem Tropfen in Feld 2 in Berührung bringen. Die Käfiglupe fachmännisch anwenden: Den Objektträger auf der T-OT-Box liegend an das Auge heranführen. Sind genauere Beobachtungen erwünscht, empfiehlt es sich, die Beobachtungen am Fenster im Tageslicht zu machen.

1.3 Fällungsreaktionen, Vier Variationen

1.3.1 Chlorid-Fällungsreaktion 1 (flüssig und flüssig)

Einen prallen Tropfen Kochsalz-Lsg. herstellen: Dazu ein Kristall Kochsalz in einen Wassertropfen schieben. Auf dem gegenüber liegenden Feld einen Tropfen fertige 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 1.3.2 stehen lassen.

1.3.2 Lichtreaktion von Silberchlorid

Gefälltes Silberchlorid aus Versuch 1.3.1 ins Tageslicht halten. Silberchlorid zerfällt bei Lichteinfall in Silber (amorph, deshalb schwarz) und Chlor.

1.3.3 Chlorid-Fällungsreaktion 2 (flüssig, Seife, flüssig)

Einen Tropfen Kochsalz-Lsg. und einen Tropfen Silbernitrat-Lsg. auf den T-OT geben, einen Detergens (Seife)-Tropfen zwischen die beiden Tropfen geben, bis sie ineinanderfließen.

1.3.4 Chlorid-Fällungsreaktion 3 (fest, flüssig)

Einen Tropfen Silbernitrat-Lsg. auf den T-OT geben. In diesen Tropfen einen Kochsalzkristall schieben. (Fetro Methode 1)

1.3.5 Chlorid-Fällungsreaktion 4 (fest, flüssig)

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

1.3.6 Vergleich des Niederschlags von Silberchlorid, -bromid, -iodid

Drei Tropfen Silbernitrat-Lsg. auf den T-OT geben und jeweils einen Salzkristall eines Chlorids, Bromids und Jodids in einen der drei Silbernitrat-Tropfen schieben.

1.3.7 Anorganischer Sonnenuntergang

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

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

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

1.3.9 Ansetzen von Lösungen

Gewünschte Lösungen können mit einem Kristall und einem Tropfen Aqua dem. auf dem T-OT angesetzt werden.

2 Vom physikalischen Experiment zur chemischen Reaktion

2.1 Sublimation

Einen kleinen Kristall Iod auf die Rückseite eines T-OT geben und eng in eine Frischhaltefolie und anschließend in ein DIN A4-Papier einwickeln, nach 45 Minuten öffnen.

2.2 Erstarren

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

2.3.1 Sieden und Kondensieren von Wasser

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

2.3.2 Siedeverzug

Ein Kapillarröhrchen (KR) 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 1cm wasserfrei und schweißt es dort zu. Das Kapillarröhrchen wird in eine dritte Hand gespannt. Die offene Seite des KR in eine ungefährliche Richtung halten. Mit dem Mikrobrenner wird das Wassers zentimeterweise, beginnend an der offenen Seite, zum Sieden erwärmt.

2.4 Vergleich von Siedetemperaturen verschiedener Flüssigkeiten und Flüssigkeitsgemischen

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

2.5 Löslichkeit von Schwefel

Jeweils ein festes kleines Schwefelkörnchen in einen Tropfen: Wasser, Essig, verd. Salzsäure, Brennspritus, Toluol,

2.6.1 Trennung von Eisen und Schwefel

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

2.6.2 Trennung von Eisen und Schwefel im Kapillarröhrchen

Ein Kapillarröhrchen ein 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 KR mischen und mit dem Magneten wieder trennen. (Anschlussversuch 3.4.2)

2.7 Erwärmen von Schwefel (Modifikationen)

Ungefähr 10 mm Schwefelpulver in ein offenes Kapillarröhrchen einfüllen. Den Schwefel über das Glas 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 KR abbrechen und den gummiartigen Schwefel auf Elastizität prüfen.

2.8 Trennung von Kochsalz und Sand

Ein Gemisch aus wenigen Körnchen Sand und einigen Kristallen Kochsalz herstellen. Das Kochsalz durch Zugabe eines Wassertropfens auflösen 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.

3 Chemische Reaktionen, Erhaltung der Masse, Exo-, Endothermie

3.1 Verhalten von Stoffen in der Mikrobrennerflamme

a) Etwa 10 mm Schwefelpulver in ein offenes Kapillarröhrchen einbringen, mit dem Mikrobrenner den Schwefel am Ende des Kapillarröhrchens anzünden. Den übrigen Schwefel im KR erwärmen und die Schwefelflamme aufrecht erhalten.

b) In einem zweiten Versuch wenig !!! etwa 1 mm roten Phosphor in ein offenes KR einbringen. (Anschlussversuch: Abscheidungsversuch 9.2.2.1)

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

Einen Baumwolle Bindfaden in das Kapillarröhrchen einfädeln. Etwa 2 cm frei lassen. In diesem Bereich etwa 3mm roten Phosphor einbringen und mit einem Draht etwa 5mm 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. (vergl. 9.2.2.1)

3.2 Brennbarkeit weiterer Stoffe und Untersuchung der Reaktionsprodukte

Ebenso wie in V 3.1 die Brennbarkeit anderer Stoffe mit dem Kapillarröhrchen prüfen: z.B. Magnesiumpulver, Kupferpulver, Eisenpulver, einen Platindraht, (Natrium, Lithium Vgl. 3.19). Die Reaktionsprodukte auf Farbe, Verhalten mit Wasser und einem Tropfen Indikator untersuchen.

3.3 Untersuchung der Zusammensetzung des Streichholzkopfes

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

3.4.1 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 zünden. Anschließend das Reaktionsprodukt zusammen mit dem KR in einem Tropfen verdünnte Salzsäure eintauchen und auf Schwefelwasserstoffgas prüfen (Geruch, Bleiazetatpapier). Die Schwefelwasserstoffentwicklung wird durch das Eintauchen in das Wasser der Waschbox sicher gestoppt.

3.4.2 Boyle Versuch

Ein Kapillarröhrchen an einer Seite zu schweißen, von der offenen Seite her das KR mit ca. 1 cm einem stöchiometrischen Eisen-Schwefelgemisch füllen. Die offene Seite des KR auch zuschweißen. Das abgekühlte KR mit dem Eisen-Schwefelgemisch auf mg ge-

Versuchsbeschreibungen LAB in a DROP

nau auswiegen. Das Eisen-Schwefelpulvergemisch mit dem Mikrobrenner bis zur Glut zünden. Nach dem Abkühlen erneut auf mg genau auswiegen.

3.4.3 Werden Stoffe beim Verbrennen schwerer oder leichter

Ein KR an einer Seite zuschweißen. Von der offenen Seite her das KR 1-2 cm Magnesiumpulver hineinfüllen 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.

3.5.1 Verbrennen von Stoffen in "reinem Sauerstoff" auf der Magnesia- rinne

Verbrennung ohne zusätzlichen Sauerstoff: Einen Krümel Phosphor auf die Magnesia-
rinne 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.*)

3.5.2 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 KR angezündet.

3.6 Ist ein Oxid schwerer oder leichter als sein Ausgangsstoff?

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)

3.7 Erhitzen von Eisenwolle mit Hilfe einer Batterie

a) Ein kleines Eisenwollknäuel wird auf dem T-OT 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.

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

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

Der Kupferbriefversuch wird als „Kapillarröhrchen-Versuch“ durchgeführt.

Versuchsbeschreibungen LAB in a DROP

Eine 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“ vgl. 3.10.1)

3.9.1 Kann man eine Oxidation umkehren?

Thermolyse von Silberoxid auf der Magnesiumrinne. Mit Sauerstoff-Nachweis 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.

3.9.2 Thermolyse von Silberoxid als Kapillarröhrchenversuch

- a) ohne Sauerstoffnachweis: 1cm Silberoxid in ein offenes Kapillarröhrchen einbringen und mit dem Mikrobrenner erwärmen.
- b) mit Sauerstoffnachweis: Eine Kapillare auf einer Seite zu schmelzen. Mit dem offenen Ende des KR 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.

3.9.3 „Thermit“ (Analog)-Versuch

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

3.9.4 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.

3.10.1 Halbleiterherstellung

Ein Kapillarröhrchen wird mit etwa 10 mm Kupfer gefüllt. 1mm 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 Beschichtungen in Sonnenkollektoren)

3.11.1 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).

3.11.2 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 KR 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).

3.12 Qualitative Analyse von Wasser

Ein Kapillarröhrchen mit etwa 10 mm Magnesiumpulver füllen. Einen prallen Tropfen Wasser auf den T-OT geben. Die Flamme eines Stabfeuerzeuges in der Nähe des Tropfens bereit halten. 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)

3.13 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 Felder 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 Knallgasmisch 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. [(-)-Pol : (+)-Pol = 2 : 1].

Wasserstoffnachweis: Die Wasserstoffblasen mit dem Stabfeuerzeug an der Kathode [(-)-Pol] anzünden.

Sauerstoffnachweis: das Knallgasmisch an zünden.

3.14 Herstellung von Chlorgas

In analoger Weise zu 3.14 kann aus konzentrierter Salzsäure und Kaliumpermanganat im Kapillarröhrchen Chlorgas entwickelt werden.

3.15 Verbrennung von Natrium (Lithium)

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

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

Einen prallen Wassertropfen auf dem T-OT auftragen. Mit dem Kapillarröhrchen etwa 1mm Natrium (Lithium) ausstanzen. Ein Stabfeuerzeug bereit halten. Das Kapillarröhrchen mit dem Natrium ruhig und tief in den Tropfen Wasser eintauchen, gleichzeitig die Gasblasen mit der Flamme des Stabfeuerzeug entzünden. [Knallgasprobe (KGP)] Anschließend das Reaktionsprodukt in einen Tropfen Universalindikator tauchen. Berechnung der Natriummenge und der bei der Reaktion entstandenen Wasserstoffmenge: Durchmesser der Kapillare 1,2 mm, Höhe 1mm.

3.17 Kristallwasser (endotherme und exotherme Reaktion)

Ungefähr 10 mm Kupfersulfat im Kapillarröhrchen mit dem Mikrobrenner vorsichtig erhitzen und das Kristallisationswasser aus den Kristallen treiben. Nach dem Abkühlen das Kapillarröhrchen mit dem grauen Pulver in einen Tropfen Wasser halten. Gleichzeitig den Temperaturanstieg mit dem IR-Thermometer messen.

4 Salzbildung

4.1 Herstellung von Kochsalz aus den Elementen

In ein Kapillarröhrchen etwa 1mm Natrium einstanzen. Die andere Seite des KR mit etwa 5 mm Kaliumpermanganat füllen, in konzentrierte Salzsäure tauchen und mit Wachs verschließen (auf Chlorgeruch achten). 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

4.2 Säure und Base (Neutralisation)

Einen Tropfen 0,1n Salzsäure-Lsg. und 0,1n Natriumhydroxid-Lsg. (jeweils $c = 0,1 \text{ mol/l}$) auf die Felder 1 und 3 geben. Ein Universalindikatorpapier gleichzeitig in beide Tropfen schieben. Den Neutralisationspunkt mit der Lupe betrachten.

4.2.1 Anschlussversuch 1: s. 8.2.4 Existieren Ionen in Säure und Basen? Welche Ladung haben sie?

4.2.2 Anschlussversuch 2 (Nachweis der Natrium- und Chlorid-Ionen)

Aus Versuch 4.2 . Den neutralen Bereich in der Mitte ausschneiden und ihn in einen Tropfen Aqua dem, auswaschen. Mit Silbernitrat-Lsg. den Chlorid-Nachweis durchführen, Flammenprobe mit einem Magnesia-Stäbchen und Mikrobrenner aus dem Wasser versuchen.

4.3 Metall (Natrium, Lithium) und Salz-Säuregas

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

Alternativ: Vom Lehrer ausgestanztes Natrium im KR direkt über einen Tropfen konz. Salzsäure auf dem T-OT halten.

Ebenso mit Lithium verfahren.

4.4 Reaktion von Salzsäure mit Metallen

Auf einem T-OT mehrere Tropfen verdünnte Salzsäure (etwa 3,7%) ($c \sim 1 \text{ mol/l}$) positionieren. In einen Salzsäure-Tropfen jeweils einen Metallkrümel oder etwas Metallpulver (Magnesium, Eisen, Kupfer, Silber) schieben.

4.5 Die Säurewirkung von Wassers mit Magnesium

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

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

4.6 Möglichkeiten der Salzbildung im Überblick

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 T-OT geben. Die drei Proben mit je einem Tropfen verd. Salzsäure versetzen. Die Reaktionsprodukte auf der Heizplatte bei mittlerer Stufe eindampfen. Die entstandenen Salz mit einem Tropfen Silbernitrat-Lsg. auf Chlorid-Ionen prüfen. Alternativ: Anstelle des T-OTs eine Teflonunterlage benutzen.

4.7 Reaktionen verdünnter Schwefelsäure mit Metallen und Metalloxiden

Auf einer Teflonunterlage (bzw. T-OT) 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.

4.8 Konzentrierte Schwefelsäuren und das Halbedelmetall Kupfer

Kupferpulver und konz. Schwefelsäure auf einer Teflonunterlage (bzw. dem T-OT) vereinigen und auf der Heizplatte mittlere 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

4.9 Reaktion der verdünnten Salpetersäure mit unedlen Metallen

Analog 4.8

4.10 Reaktion von verd. Salpetersäure auf das Halbedelmetall Kupfer

Analog 4.8

4.11 Reaktion von Salzsäure mit Metalloxiden

Auf einer Teflonunterlage (bzw. einem T-OT) mehrere Tropfen verdünnte Salzsäure (etwa 3,7%) ($c \sim 1 \text{ mol/l}$) positionieren. Jeweils einen Krümel Metalloxid (Kupferoxid, Eisenoxid,) in ein Tropfen Salzsäure schieben. Den T-OT auf der Heizplatte bei mittlere Stufe erwärmen.

4.11.1 Nachweis des Säure-Restes in den Salzen der Salzsäure

Auf einem T-OT vier Tropfen Silbernitrat-Lsg. auftragen. In einen der Tropfen Silbernitrat-Lsg. einen Tropfen verd. Salzsäure geben. Schiebe je einen Kristall Natriumchlorid, Calciumchlorid und Aluminiumchlorid in die anderen Tropfen Silbernitrat-Lsg..

4.12 Starke Säuren vertreiben die schwächeren aus ihren Salzen

Verschiedene Stoffe wie (Eierschale, Marmor und Backpulver) der Reihe nach mit verd. Salzsäure auf dem T-OT versetzen. Weniger ist mehr. Einen Tropfen Kalkwasser an einem KR über die reagierenden Tropfen halten.

4.12. Aus welchem Salz besteht Muschelkalk?

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

4.13 Austreiben von schwachen Säuren aus ihren Salzen durch starke Säuren

Einen Tropfen verd. Salzsäure ($c = 0,1 \text{ mol/l}$) auf einen T-OT geben. Ein Acetatsalz in ein KR aufnehmen und in den Tropfen Salzsäure eintauchen. Den Geruch von Essigsäure wahrnehmen bzw. in eine stärkere Base/Säure tauchen.

4.14 Hitzebeständigkeit von Acetatsalzen

Ein Acetatsalz in ein KR geben und mit dem Mikrobrenner kurz erhitzen. Den Geruch von Essigsäure wahrnehmen.

5. Säuren

5.1 Salzsäure

5.1.1 Herstellung von Salzsäure

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

5.1.2 Anschlussversuche:

Rauchentwicklung: Ammoniakgas in die Nähe der Kapillaröffnung bringen.

Löslichkeit des Chlorwasserstoffgases: Ein zweites Indikatorpapier wird mit Toluol angefeuchtet und in den Gasstrom gehalten. Kein Farbänderung.

5.1.3 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.

5.1.4 Vergleich der Säurestärke von Salzsäure und mit der von Wasser

Einen Tropfen verd. Salzsäure und einen Tropfen Wasser getrennt auf einen T-OT geben. In beide Tropfen zeitgleich einen blank geschliffenen Magnesium-Span schieben.

5.2 Schwefelsäure

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

5.2.2 Konzentriere Schwefelsäure und organische Stoffe

- a) In eine Kapillare Zucker geben. Auf die Rückseite eines T-OT im Abzug einen Tropfen konzentrierte Schwefelsäure geben. Das KR in den Schwefelsäuretropfen tauchen.
- b) Mit einer mit konz. Schwefelsäure gefüllten Kapillarröhrchen ein Stück Zellulose, Taschentuch oder Baumwolltuch benetzen.

5.2.3 Hydratationsenergie beim Verdünnen von Schwefelsäure (Reaktionswärme)

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

5.2.3 Licht Blitze 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 verbilden.

6. Laugen

6.1 Bildung von Laugen

Auf einen T-OT auf Feld 1 einen Tropfen Wasser 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.

6.2 Eigenschaften von Ammoniak (Springbrunnenversuch)

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.

6.3 Austreiben von schwachen Basen aus ihren Salzen durch starke Basen

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

6.4 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 Indikatorpapier streichen lassen. Alternative: Ammoniumsalz in ein KR geben. Die gegenüberliegende Seite des KR in einen Tropfen Universalindikatorpapier tauchen. Das Ammoniumsulfat in die dritte Hand einspannen und erwärmen. Die Farbe des Universalindikators beobachten.

7 Säure-Base-Versuche

7.1 Neutralisationsversuche

7.1.1 Neutralisation Nr. 1, Säure und Base

(siehe Versuch 4.2)

7.1.2 Anschlussversuch: Existieren Ionen in Säure und Basen? Welche Ladung haben die Säure und Basenteilchen?

(siehe Versuch 8.7)

7.1.3 Neutralisation Nr. 2, Säure und Base

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.

7.2 Reaktion von Säure und Base in der Dampfphase

7.2.1 Konz. Salzsäure und konz. Ammoniaklösung in der T-OT-Box

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

7.2.2 Konz. Salzsäure und konz. Ammoniaklösung im KR-Versuch

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

7.3 pH-Wert

7.3.1 Welche Lösemittel werden sauer bzw. basisch

Variante 1

- Ein Universal-Indikatorpapier 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 Salzsäure-Gas leiten.
- 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.

Variante 2

- Einen mit Universalindikator versehenen Wassertropfen auf einen T-OT geben. Eine Einmalpipette im Gasraum einer Flasche mit konz. Salzsäure spülen, das Salzsäuregas durch mehrfaches Drücken der Pipette über den Wassertropfen leiten.
- Im zweiten Versuch statt Wasser Paraffin nehmen.

7.3.2 pH-Wert von Stoffen

Je einen Tropfen Wasser, Salzsäure-Lsg. und Natriumhydroxid-Lsg. (beide $c = 0,1 \text{ mol/l}$) u.a. auf den T-OT 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.

7.3.3 Nachweis von sauren und alkalischen Salzen

Einen Kristall saures/alkalisches Salz in einen Universalindikatortropfen schieben.

8 Ionenbildung und Ionenbindung Elektrochemie

8.1 Grundlagen

8.1.1 Elektrostatik

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

8.1.2 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 T-OT Box wird mit einem Wolltuch kräftig gerieben. Nun berührt man mit dem hängenden Aluminiumstreifen die aufgeladenen T-OT-Box.

8.1.3 Hinweis auf den Dipol-Charakter von Wassermolekülen

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

8.1.4 Die Bedingungen der Entstehung von Ionen

8.1.4.1 Salzsäure-Gas über Wasser und Paraffin leiten

Eine Einmalpipette mehrfach im Gasraum einer konz. Salzsäureflasche spülen. Die Leitfähigkeit von fünf verbundenen Wassertropfen messen. Das Salzsäure-Gas 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 Salzsäure-Gas mit der Einmalpipette über die fünf Tropfen Paraffin pusten, die Leitfähigkeit messen. Abschließend einen Tropfen Universalindikator dazu geben. (gelb)

8.1.4.2 Ammoniak über Wasser und Paraffin leiten

Die Leitfähigkeit von fünf verbundenen Wassertropfen messen. 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).

8.1.4.3 Schmelzflusselektrolyse von Zinkiodid

s. 9.2.3

8.1.4.4 Entstehung von Ionen (Indikator)

Einen Wassertropfen und einen Paraffintropfen auf dem T-OT mit einem Indikator anfärben. Über beide Tropfen mit einer Einmalpipette Salzsäuregas leiten. Anschließend über beide Tropfen Ammoniakgas leiten bis zum Farbumschlag.

8.2 Elektrische Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen

8.2.1 Elektrische Leitfähigkeit von Salz- und Säure-Lsg. sowie Laugen

Materialien: Zwei Nিকেlelektroden mit Öse, drei Kabel, eine 9-V-Blockbatterie, ein Amperemeter.

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.

Versuchsbeschreibungen LAB in a DROP

- a) **Kalibrierung:** Fünf Tropfen Aqua dem. auf den T-OT 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 Chlorwasserstoff-Gas auffangen. Über dem Wassertropfen auf Feld 3 das Salzsäure-Gas mehrmals pusten, im zweiten Versuch Ammoniak-Gas pusten. Die Änderung der elek. 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 elek. Leitfähigkeit messen.

8.2.2 Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit durch Fällungsreaktion

- a) **Chlorid-Fällung:** Über drei Felder eines T-OT pralle Tropfen Kochsalz-Lsg geben, damit diese ineinanderfließen. Auf Feld 1 und 3 wie in Versuch 8.4 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 T-OT pralle Tropfen verd. Schwefelsäure-Lsg. geben, damit diese ineinanderfließen. Auf Feld 1 und 3 wie in Versuch 8.4 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.

8.2.3 Die elektrische Ladung der „Permanganat-Teilchen“

Fünf große Wassertropfen auf den Feldern 1 bis 5 eines T-OT 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 1.2 (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 (+)-Pols. 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.

8.2.4 Welche Ladung haben Hydronium- bzw. Hydroxid-Ionen

Einen Tropfen 0,1n HCl und 0,1n NaOH auf die Felder 1 und 3 geben. Ein Universalindikatorpapier 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, Plus- und Minus Pol, tauschen. Daraus auf die Ladung der Hydronium- und Hydroxid-Ionen schließen.

8.2.5 Wanderung von Kupfer-Ionen und Chromat-Ionen

Fünf pralle Tropfen Aqua dem. miteinander verbinden. In das mittlere Feld ein Kristall Kupfersalz, im zweiten Versuch Chromat-Salz hineingeben. Zwei Nickelelektroden Spitzen mit Hilfe zweier Prüfkabel an eine 9-V-Blockbatterie anschließen. (vgl. 8.2.3)

9 Oxidation und Reduktion

9.1 Redoxreaktionen (in Vorbereitung)

- a) Je einen Tropfen Wasserstoffperoxid-Lsg. (30%) und Kaliumiodid-Stärke-Lsg. Auf Feld 1 und 2 eines T-OT geben. Mit dem Spatelspitze beide Tropfen in Berührung bringen. 14.2
- b) Eisensulfat-Kristalle in ein KR geben, dazu verd. Schwefelsäure und Wasserstoffperoxid aufnehmen.
- c) Silbernitrat-Kristalle in ein KR geben, mit Wasserstoffperoxid und dann mit Kaliumhydroxid-Lsg. versetzen.
- d) Kaliumpermanganat-Lsg. in ein KR geben, mit verd. Schwefelsäure „ansäuern“ und mit Wasserstoffperoxid versetzen.
- e) Einen Kristall Kaliumpermanganat in ein KR geben und in konz. Salzsäure halten. (Geruch HCl)
- f) Zinkpulver und Eisensulfat-Lösung und verd. Salzsäure im KR.
- g) Eisen(II)-Salzlösung und Kaliumiodid und Stärkelösung im KR.
- h) Festes Kaliumnitrat und Zink-Staub in ein KR geben, zusammen erhitzen und in verdünnte Natronlauge halten, auf Ammoniak-Geruch prüfen.
- i) Auf dem T-OT 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. (Im KR Kaliumpermanganat geben, in verd. Schwefelsäure und HCl tauchen. Chlor Geruch.)
- j) Eisen(III)-chlorid in ein KR füllen und schweflige Säure dazu geben. (HCl Geruch)
- k) Kupfer und verd. Schwefelsäure in ein KR geben und leicht erwärmen. (SO₂-Geruch)

Versuchsbeschreibungen LAB in a DROP

Kupfer (b) Zn) und verd. Salpetersäure in eine KR geben und vorsichtig erhitzen. (NO-Geruch)

l) Kaliumnitrat und Eisensulfat und verd. Schwefelsäure in ein KR geben und erhitzen.

m) Aluminiumpulver und Natronlauge in ein T-OT geben und leicht erhitzen. (Wasserstoffentwicklung)

n) Eisen(II)-chlorid und verd. Salpetersäure und verd. Salzsäure in ein KR geben und leicht erwärmen. (NO–Geruch)

o) Eisensulfat und Wasserstoffperoxid und verd. Schwefelsäure in ein KR geben.

p) verd. Schwefelsäure und Kohlenstoff in ein KR geben und erwärmen. (CO₂, SO₂)

9.2 Elektrochemische Spannungsreihe

9.2.1 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 ist.

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

9.2.2 Verdrängungsreaktionen

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 aufführen, 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, ihre Reduzierbarkeit nimmt zu.

9.2.2.1 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 KR etwas roten Phosphor geben und erwärmen (anzünden). Das KR mit dem sublimierten Phosphor in einen Tropfen Kupfersulfat halten.

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

Nichtmetalle

9.2.2.2 Halogenide

Herstellung der Halogenwasser (Bromwasser etc.) durch Elektrolyse

Auf dem T-OT jeweils einen Tropfen:

- a) Kaliumiodid-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.

9.2.3 Ermittlung der Elektrodenpotentiale mit Wasserstoff als Bezugspotential

9.2.3.1 Herstellung einer Normalelektrode 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 elektrolytisch in 6 Tropfen einer 2% Schwefelsäurelösung elektrolysiert. Dabei verfassen sich Wasserstoffbläschen in der Platinschnecke und bilden eine mit Wasserstoff umspülte Platinelektrode. Auf den T-OT werden auf Feld 1-3, 3 Tropfen 0,1 normale Salzsäure gegeben und verbunden. Mit dem Wasserstoff gesättigten Platindraht bildet er die Normal-Elektrode.

Daneben werden auf dem Feld 3,4 und 5 drei Tropfen der zweiten Halbzelle vorbereitet: eine 0,1 n Salzlösung und der entsprechende Metalldraht, der mit der dritten Hand fixiert wird. Die Normalwasserstoffelektrode und die Elektrode der Metallhalbzelle werden mit dem Voltmeter (20V) verbunden.

Dann werden die Tropfen beider Halbzellen auf dem T-OT mit dem Mikrospatel in Berührung gebracht und der Wert abgelesen.

9.2.3.2 Herstellung einer Normalwasserstoffelektrode mit Kohleelektroden.

s.9.2.3.3 ohne versilbern

9.2.3.3 Herstellung der Normalwasserstoffelektrode mit versilberten Kohleelektroden.

Vorbereitung: Eine Bleistiftmiene wird in einem Tropfen Silbernitrat-Lsg. elektrolytisch versilbert.

Diese versilberte Kohleelektrode wird elektrolytisch mit Wasserstoff gesättigt. Dazu werden auf einem eigenen T-OT 6 Tropfen verd. Schwefelsäure wie zur Elektrolyse von Wasser vorbereitet. Die versilberte Kohleelektrode wird mit Hilfe von Prüfklemmen und einer 9-V-Blockbatterie als Kathode [(-)-Pol] geschaltet.

Messen der Potentiale

Auf einem T-OT werden zur Messung 3 Tropfen 0,1 n Salzsäure-Lsg. auf Feld 1, 2 und 3 gegeben und verbunden. Mit der Wasserstoff gesättigten Kohleelektrode bilden sie die Normal-Elektrode.

Daneben werden auf Feld 4, 5 und 6 drei Tropfen der zweiten Halbzelle vorbereitet: eine 0,1 n Salzlösung und der entsprechende Metalldraht, der mit der dritten Hand fixiert wird.

Die Normalwasserstoffelektrode und die Elektrode der Metallhalbzelle wird mit dem Voltmeter verbunden. Dann werden die Tropfen der beiden Halbzelle auf dem T-OT mit dem Mikrospatel so berührt, dass sie ineinanderfließen. Das Potential wird gemessen.

Halbzellen mit Metallen: (elektrochemische Spannungsreihe)

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

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

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

9.3 Elektrolysen**9.3.1 Elektrolyse von Zinkiodid**

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

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

9.3.2 Schmelzflusselektrolyse von Zinkiodid

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

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

Ü: Vergleiche die Beobachtungen aus Versuch 10.1 und 10.2 und beantworte obige Frage.

9.3.3 Elektrolyse einer wässrigen Zinkacetat-Lösung

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

(Blei-Baum mit Bleiacetat: Blei ist als Schulversuch verboten)

Ü: Elektrolysen mit Sekundär-Reaktionen

9.3.4 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 von den Elektrodenmaterial.

9.3.5 Elektrolyse von verd. Schwefelsäure mit Platin (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. 3.13 Elektrolyse von Wasser)

9.3.6 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 werden mit Ammoniaklösung nachweisen. Kathodisch wird 99,9 reines Kupfer abgeschieden.

Ü: Was geschieht, wenn man unterschiedliches Elektrodenmaterial verwendet?

Ü: Was passiert bei einer Umpolung?

9.3.7 Elektrolyse einer Kaliumhydrogencarbonat-Lösung (mit Aluminium-, Kupfer-Elektroden)

9.3.7.1 Aluminium als Kathode, Kupfer als Anode

Mehrere Tropfen Kaliumhydrogencarbonat werden auf die Felder 1 bis 5 des T-OT 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

9.3.7.2 Aluminium als Anode, Kupfer als Kathode

Mehrere Tropfen Kaliumhydrogencarbonat werden auf den Feldern 1 bis 5 des T-OT 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

9.3.8 Was passiert beim Anlegen einer Wechselspannung an die Elektrolytzelle?

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

9.3.10 Elektrolyse einer wässrigen Natriumsulfat-Lösung

Vorversuch:

Auf den T-OT auf das Feld 1, 2 und 3 werden 3 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 T-OT gegeben. Nun werden Nickel-elektroden 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 farbige gewordenen Tropfen mit dem Mikrospatel wieder zu vermischen.
(Elektrochemisches Äquivalenzgesetz)

9.4 Galvanische Spannungsquellen**9.4.1 Verschiedene Halbzellen gleicher Konzentration**

Als Halbzelle werden jeweils zwei mal 3 Tropfen 0,1n der entsprechenden Lösung mit einem entsprechende Metalldraht geschaltet:

Halbzelle 1	Halbzelle 2	Spannung	Kathode
1 Cu / 0,1 n Cu ²⁺	// Zn / 0,1 n Zn ²⁺	U= 1,1 V	Zink-Halbzelle
2 Cu / 0,1 n Cu ²⁺	// Ag / 0,1 n Ag ⁺	U= 0,4 V	Kupfer-Halbzelle
3 Zn / 0,1 n Zn ²⁺	// Ag / 0,1 n Ag ⁺	U= 1,5 V	Zink-Halbzelle

9.4.3 Der Blei Akkumulator

Nach Kupfer- und Platinelektroden: Elektrolyse mit Blei-Elektroden in 2% Schwefelsäure

5 Tropfen verdünnte Schwefelsäure werden auf den T-OT 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 metallische 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.

9.4.4 Lithium-Batterie

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

9.4.5 Die Brennstoffzelle

Auf Feld 1-6, 6 Tropfen 2% Schwefelsäure verbinden. Auf Feld 1 und Feld 6 ein Platindraht mit Spirale anschließen und an eine 9V Blockbatterie anschließen. Die Platin-Elektroden „laden“, bis 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 Strommessgerät anschließen.

Alternativ zur Platin-Elektrode können die Schüler Kohle-Elektroden (Bleistift-Minen) oder zuvor in einem Silbernitrat-Tropfen galvanisch versilberte Bleistift-Minen benutzen.

9.5 Korrosion

9.5.1 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.

9.5.2 Reaktion von Metallen mit Säurewasserstoff (vergl. 3.16)

Jeweils ein Metallkrümel (Magnesium, Eisen, Blei, Kupfer, Silber) in einen Tropfen verd. Salzsäure schieben. Spannung messen zur Normal-Elektrode.

Ü: Normalpotentiale und Spannungsreihe

9.5.3 Spielt die Konzentrationen der Salzlösung eine Rolle? Gleiche Konzentration in den beiden Halbzellen

Auf die Felder 1 bis 3 werden 3 Tropfen Kupfersulfatlösung ($c = 0,1 \text{ mol/l}$) gegeben und verbunden. Auf die Felder 4 bis 6 werden 3 Tropfen Kupfersulfatlösung ($c = 0,1 \text{ mol/l}$) gegeben.

In Feld 1 und 6 werden zwei Kupfer-Elektroden mit Hilfe der dritten Hand gesteckt und mit einem Voltmeter verbunden. Mit dem Voltmeter wird die Spannung gemessen, mit dem Amperemeter die Richtung des Elektrodenflusses.

Verschiedene Konzentration in den beiden Halbzellen

Jetzt die Tropfen einer 1 und 0,1 molare Zinklösung-Lsg mit zwei Zinkdrähten verbinden und die Spannung messen.

Ü: Jedes Metall muss also mit einer definierten, konzentrierten Lösung an Eigenionen gemessen werden (Standardbedingungen)

9.5.4 Vergleich der Lösungstension Kupfer/ Phosphor

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

9.5.5 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.

9.5.6 Rosten

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

10 Lebensmittelchemie / biochemische Versuche

10.1 Kohlenhydrate, Makromoleküle

Zucker

10.1.1 Löslichkeit von Monosacchariden

Auf dem T-OT wenige Krümel Glucose in einen Tropfen Wasser bzw. Cyclohexan und Petrolether lösen.

10.1.2 Verhalten beim Erwärmen von Glucose

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

10.1.3 Nachweis von Fructose (reduzierenden Zuckern) im KR (mit Fehlingsche Lösung)

(**Fructose**, Glucose, Bienenhonig, Kunsthonig, weitere zuckerhaltigen Nahrungsmittel)
Einen Tropfen Fehling I-Lsg. und einen Tropfen Fehling II-Lsg. auf den T-OT geben, die Tropfen mit dem Mikrospatel vereinigen (Blaufärbung).

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

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

Anstelle der Fehlingschen Lösung kann man:..... nehmen.

10.1.4. Fehlingsche-Probe auch mit Saccharose und Stärke durchführen

vergl. 10.1.8.1

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

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

10.1.6 Saure Hydrolyse von Saccharose mit anschließender Fehlingprobe

Ein KR 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 KR wird in einen Tropfen FehlingI/FehlingII-Lsg. getaucht bis sich ein Überschuss an Fehlingscher Lsg. , 2-3 cm im KR, (alkalische Reaktion) im KR einstellt. Schließlich wird wie bei der Fehling-Probe im Wasserdampf erhitzt.

10.1.7 Saure Hydrolyse von Maltose

vergl 10.2.6

10.1.8 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.

10.1.9 Herstellen von Zuckerkohle

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

10.1.10 Karamelzucker

In einem Zugeschweißten KR etwas Haushaltszucker geben. Langsam mit dem Stabfeuerzeug erhitzen.

10.1.11 Die Tollens Probe (noch ausformulieren)

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

Stärke

10.1.12 Stärkenachweis auf T-OT

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

10.1.13 Stärkenachweis im KR

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

10.1.14 Kartoffel-Kochwasser wegwerfen?

Mikro-Kartoffelstücke in einen Wassertropfen auf dem T-OT 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-Lösung im Kartoffelkochwasser und der gekochten Kartoffel durchführen. Hinweis auf giftige Saponine im Kochwasser.

10.1.15 Löslichkeit von Stärke (in Vorbereitung)

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

10.1.16 Umwandlung von Stärke in Dextrine (in Vorbereitung)

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

b) Ein Kapillarröhrchen zuschweißen. Stärke einfüllen. Mit dem Stabfeuerzeug sehr langsam erhitzen, bis eine deutliche Durch-Färbung eintritt. Das Kapillarröhrchen aufschlagen und das Reaktionsprodukt in einen Tropfen Iod-Iodkalium-Lösung geben. Blindprobe: Stärke direkt in den Iod-Tropfen geben.

10.1.17 Saure Hydrolyse von Stärke (in Vorbereitung)

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

10.1.18 Herstellung von Schießbaumwolle (in Vorbereitung)

Auf die Rückseite eines Tropfen-Objektträgers 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.

10.2.19 Zellulose und Schwefelsäure

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

10.2 Eiweiß

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

10.2.2 Eiweiß Hitzedenaturierung

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

10.2.3 Denaturierung durch Alkohol, Säure, Base, Schwermetalle (Reaktionen im Vergleich auf dem T-OT)

Feld 1) Brennspiritus (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 T-OT geben. Gegenüber jeweils einen Tropfen Reagenz geben und mit einem Mikrospatel in Berührung bringen.

Anschlussversuch 10.2.6

10.2.4 Entgiftung von Schwermetallen mit Milch

Einen Tropfen Milch mit Kupfersulfat-Lösung In Berührung bringen.

10.2.5 Die Xanthoprotein-Reaktion (ausformulieren)

Einen Tropfen Eiweiß auf dem T-OT mit einem Tropfen konz. Salpetersäure in Berührung bringen. Xanthoprotein-Bildung abwarten. (Lehrerversuch)

10.2.6 Wirkung des elektrischen Stromes auf Eiweiß (auf Zellen)

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

10.2.7 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 einem umgedrehten T-OT geben. Wenig Albumin, Tyr, Trp, in ein KR geben und in den Tropfen Salpetersäure halten. Mit dem Stabfeuerzeug vorsichtig erwärmen. (Anschlussversuch: KR in einen Tropfen konzentriertem Ammoniaklösung halten)

10.2.8 Verhalten der Aminosäuren beim Erhitzen (erproben)

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

10.2.9 Biuret-Reaktion

Auf dem T-OT je einen Tropfen Fehlingsche Lösung I und II mischen. Mit einem Tropfen Eiweiß (bzw. in Wasser gelöstes Albumin) mischen.

9.2.10 Aussalzen eines Eiweißes (erproben)

Auf dem T-OT wenig Albumin in einen Tropfen Aqua dem. Lösen. Wenige Ammoniumsulfatkristalle in die Lösung schieben.

10.3 Fette

10.3.1 Fettextraktion

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

10.3.2 Margarine aus Pflanzenöle (Hydrieren)

Einen Tropfen Pflanzenöl in ein KR geben. Auf einem T-OT einen Tropfen verd. Salzsäure geben. Einen Platindraht als Kathode (-Pol), ein Nickeldraht als Anode mit Prüfkabel an eine 9V Blockbatterie anschließen und in verd. Schwefelsäure halten. Den frisch mit Wasserstoff versetzten Platindraht in ein KR 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.

10.2.2.1 Kernseife aus Margarine (erproben)

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

10.3.3 Acrolein Herstellung (aus Pflanzenölen /und Glycerin)

In einem KR 3 mm Kaliumhydrogensulfat geben und in einen Tropfen Pflanzenöl oder Speisefette tauchen. Das KR mit dem Mikrobrenner erhitzen. Im zweiten Versuch Glycerin nehmen.

10.3.4 Brennbarkeit von Wachs, Olivenöl, Fette u.a.

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

10.3.5 Brennbarkeit von Schokolade

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

10.3.6 Veränderungen des Dochtes bei einer Kerze:

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

10.4 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 KR die Zellen aufnehmen und in einen Tropfen tief gekühlten Brennspiritus halten. Die weißen Flocken (denaturiertes Eiweiß der DNA unter der Lupe) beobachten.

11 Organische Chemie

11.1 Methanmamba (Butanmamba)

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 Pipetten Öffnung auf die Gasaustrittsöffnung eines Gasfeuerzeuges drücken und das Gas langsam mit der Einmalpipette auffangen.

11.2 Alkohole

11.2.1 Alkoholische Gärung (Wer wird Braumeister)

Etwa 1-3 mm Trocken-Hefe in ein KR geben, danach einige Zuckerkrystalle hineinstopfen. Dann die KR in ein Tropfen Wasser halten und 1-3 cm Wasser in die Kapillare hineinlassen.

11.2.2 Brennbarkeit von Ethanol (Brennspiritus)

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

11.2.3 Nachweis von Methanol

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

11.2.4 Siedetemperatur von Ethanol

Ein KR mit Brennspiritus füllen und mit Knete einseitig verschließen. Auf einem Thermostaten (Heizplatte legen)

11.2.5 Alkohol als Lösungsmittel:

In jeweils einen Tropfen Iod, Olivenöl und Harz schieben.

11.2.6 Reaktion von Ethanol wie eine Säure

In einen KR etwas Natrium einbringen und einen einen großen Tropfen Ethanol halten.

11.2.7 Alkanole als Basen: (erproben)

zB Ethanol mit einen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure auf dem T-OT (Rückseite) erhitzen (Stufe 4). (Im KR versuchen) auf den Geruch achten. Im Folgeversuch Alkohol mit Kaliumpermanganat in einen Tropfen erhitzen.

11.3 Carbonylverbindungen

11.3.1 Vereisen von Eisessig

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

11.3.2 Nachweis von Aldehyden (Tollens-Probe) Verspiegelung

1 Tr. 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 eine KR geben und über Wasserdampf erhitzen.

10.4 Pyrolyse von Tabak im KR

Eine Probe Tabak in ein KR stopfen und mit dem Mikrobrenner unter dem Abzug anzünden. Die Reaktionsprodukte beobachten.

12 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 Eiswürfeln.

12.1 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.

12.2 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“

12.3 Herstellung eines Harnstoff-Harzes (Aminoplast)

Auf einer Teflon-Heizplatte eine Mikrospatelspitze Harnsäure und einen Tropfen 35%-ige Methanal-Lösung geben. Die Heizplatte langsam Stufe 4 auf die Teflon erhitzen. Einen Tropfen 10% Salzsäure-Lösung 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% -ige Methanal-Lösung tauchen, bis sich der Harnstoff gesättigt hat. Schließlich in einen Tropfen 10 %ige Salzlösung tauchen und auf eine Heizplatte legen.

12.4 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.

12.5 Herstellung eines Phenolplasten (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 ziehen. Beim beginnenden Sieden kann die Weiterkondensation durch abkühlen (Kälte Spray?) gestoppt werden. Zur Härtung wird wieder erhitzt. Alternativ: Im KR Phenol und Methanal und Salzsäure einbringen und auf dem T-OT. Langsam erhitzen.

12.6 Herstellung eines Phenolplasten (kationisch)

Auf der 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.

12.7 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.

12.8 Herstellung eines Borsäureharzes

Auf der 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.

12.9 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.

12.10 Herstellung eines Polyurethan-Schaumstoffes

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

13 Versuche der Grundschule

- Nachweis von Kohlenstoffdioxid in der Ausatemluft s.1.3.8
- Freisetzung von Kohlenstoffdioxid aus Muschelschale, Eischale, Marmor und dessen Nachweis s.10.1

13.1 Kohlenstoff-Nachweis in der Ausatemluft

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

13.2 Kohlenstoff Nachweis in Muschelschale/Eierschale Marmor etc.

Etwas Muschelschale mörsern, mit Magnesiumpulver mischen und in ein KR geben. Mit dem Mikrobrenner zum Glühen bringen. Weiter wie unter 22.1

13.3 Herstellen von gebranntem Kalk (Muschelschale oder ähnliches)

Wie unter 21.2 Kalkpulver und Magnesiumpulver mischen und mit dem Mikrobrenner zum Glühen bringen. Ähnlich des Thermit-Verfahrens wird durch die große Hitze Kalk gebrannt.

13.4 Löschen des gebrannten Kalks

Mit Hilfe eines IR-Infrarot Thermometers die Temperatur des unter 21.3 hergestellten abgekühlten gebrannten Kalk messen. Während einer Messung den gebrannten Kalk mit dem KR kurz in einen Tropfen Aqua dem halten und den Anstieg der Temperatur beobachten.

13.5 „Goldwaschen“

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 „Katzengold“ einführen.

13.6 Extraktion von „Seife“ aus Kastanien, die „Kastanienmamba“

Bis zu 12 kleine Kastanienstücke auf den T-OT geben einen Tropfen Wasser dazu geben. Mit einem Kapillarröhrchen in den Wassertropfen pusten und eine „Mamba“ aus Seifenblasen pusten.

13.7. Wettbewerb: Cappuccino Herstellung:

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

13.8 Brausepulver herstellen**14 Kosmetik****19.1 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.

14.2 Den pH-Wert von Natriumhydrogencarbonat feststellen

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

14.3 Im Natriumhydrogencarbonat das Kohlenstoffdioxidgas aus treiben**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

Versuchsbeschreibungen LAB in a DROP

- 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.

Preise:

- 1 Stiftungspreis der Katholischen Schule Hamburgs 2013
- Harburger Nachhaltigkeitspreis 2014
- Hamburger Bildungspreis 2015

Kooperationen-Förderer-Schirmherr:

- TU Harburg, Kinderforscher Gesine Liese
- VCI Verband der chemischen Industrie
- Schirmherr über LAB in a DROP: Hamburger Schulsenator Ties Rabe
- Hamburg Wasser

Patent Urkunde: Deutsches Patent und Markenamt: Nr. 30 2015 208 272
Nr. 30 2014 032 912

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