

Ausgewählte Mikroskopie – Stationen

Die folgenden 20 Stationen enthalten erprobte Beispiele für sinnvolle und, weil attraktiv auch motivierende Anwendungen des Mikroskops oder der Stereolupe aus meinem Bio/Ch/Ph = naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht. Vervielfältigung nur mit meinem Einverständnis.

Erhard Mathias, Reutlingen 13.02.01

Station 1. Funktion des Mikroskops

Material: Mikroskop-Modell (Honigglas mit Deckel; Alufolie; Lochstreifen-Stahl; Gummiband; Lupe); Vogelfeder; Info-Blatt Funktion des Mikroskops

Ziele:

Durchführung:

1. Baue nach dem beigefügten Bild ein Wassertropfen-Mikroskop. Wird aus Zeitgründen das „Mikroskop“ nicht sofort gebaut, so notiere dir ggf. das Nötigste für den Bau als Hausaufgabe. Achte beim Betrachten auf Leseabstand (ca. 30 cm) zur Okular-Lupe.
2. Bringe mit der Fingerkuppe 1 –2 Wassertropfen in das Loch des unteren abgewinkelten Lochstreifens. Drehe die Vorrichtung so, dass Licht über die Alufolie von unten auf die Vogelfeder gelangt – deshalb spricht man auch von Durchlichtmikroskopie. Stelle auf die Vogelfeder bei möglichst starker Vergrößerung scharf. Dabei ist die Okular-Lupe weggeschwenkt.
3. Schwenke nun die Okular-Lupe in den zu deinem Auge gerichteten Strahlengang. Verschiebe sie vertikal bis zur optimalen Bildschärfe.

Aufgaben: a) Wie beurteilst du die Bildqualität des Wassertropfen-Mikroskops?

b) Schätze (oder berechne, siehe Station 1) die erreichte Gesamtvergrößerung.

c) Handelt es sich bei diesem Modell um eine Lupe oder um ein Mikroskop? Begründe.

d) Informiere dich über die Funktion eines Mikroskops. Erkläre anschließend die Funktion dieses Modells.

e) Welche Bauteile eines Mikroskops erkennst du an dem Wassertropfen-Mikroskop?

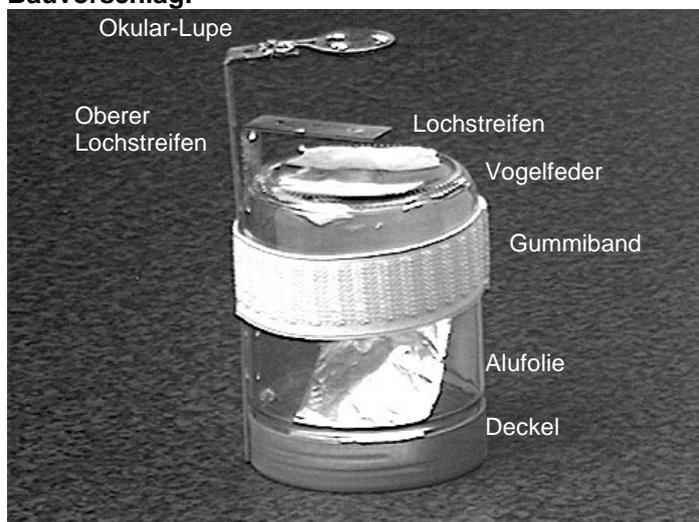
Kommentar:

Ziele:

→ Verständnis des grundsätzlichen Aufbaus jeden Mikroskops aus Okular und Objektiv

→ Erarbeitung der theoretischen Grundlagen der Mikroskopieoptik

Bauvorschlag:



Station 2. Mikroskopische Vergrößerung

Material: historisches Mikroskop (falls nicht vorhanden Abkleben der Vergrößerungsangaben); 2 Streifen Millimeterpapier; Arbeitsanweisung Direktmessmethode; Pollen (z.B. Sonnenblume)

Durchführung:

1. Lege einen Millimeterpapier auf den Objektisch. Blicke mit einem Auge durchs Mikroskop und stelle scharf ein. Schiebe von der Seite her den anderen Streifen auf gleicher Höhe derart heran, dass du mit jedem Auge einen der beiden Streifen siehst. Blicke entspannt, bis sich die Bilder der beiden Streifen überlagern. Notiere, wie viel Millimeter des freien Streifens in einen Millimeter des unter dem Objektiv befindlichen Streifens passen. Informiere dich auch in der Arbeitsanweisung.

Aufgabe: Berechne aus dem Verhältnis der Millimeter den Vergrößerungsfaktor.

2. Gib auf einen Objektträger etwas Pollen. Mikroskopiere und Zeichne. Ermittle nach der Direktmessmethode den Durchmesser eines Pollenkorns.

Aufgaben: a) Notiere unter die Zeichnung den Durchmesser des Pollenkorns in Millimeter (mm) und in Mikrometer (μm).

b) Wenn du willst, kannst du auch andere Objekte messen, z.B. die Haardicke.

c) Wie beurteilst du die Bildqualität des alten Mikroskops?

Kommentar:

Ziele:

→ Ermittlung der Gesamtvergrößerung bei fehlenden Angaben

→ Einübung der für einfache Anwendungen empfehlenswerten Direktmessmethode

→ Anwendung: Wie groß sind Pollenkörner, Haardurchmesser, Zwiebelzelle...?

→ Vertrautheit mit Messgrößen wie mm und μm

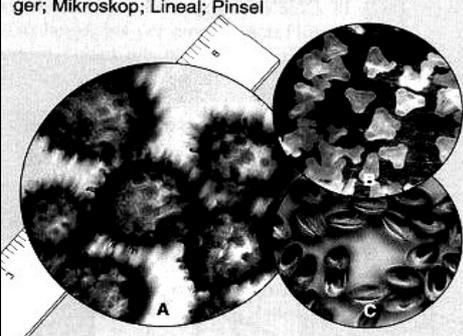
Hinweis:

Die *Direktmessmethode* wurde innerhalb meiner Forschungs-AG mit Schülern entwickelt und ergab in der Kategorie „Schüler experimentieren“ beim Jugend forscht Wettbewerb 1991 einen Preis.

Anweisung: (aus Erlebnis Biologie 5/6 Baden-Württemberg, Schroedel Verlag)

V2 Wie groß sind Pollenkörner?

Material: Blüten verschiedener Pflanzen; Objektträger; Mikroskop; Lineal; Pinsel



Pollen, 400 \times vergrößert. A Sonnenblume; B Nachtkerze; C Christrose

Durchführung: Tupfe Pollen auf den Objektträger. Mikroskopiere bei mittlerer und starker Vergrößerung. Führe von der Seite her das Lineal auf dem Objektisch so heran, dass du das Pollenkorn und die Skala des Lineals gleichzeitig siehst. Wie viel Millimeter der Skala entsprechen einem Pollenkorn? Teilst du die gemessenen Millimeter durch die Gesamtvergrößerung des Mikroskops, so erhältst du die Größe des Pollenkorns.

Aufgaben: a) Berechne mithilfe der Abbildung oben die Größe eines Pollenkornes der Sonnenblume.
b) Mikroskopiere und zeichne verschiedene Pollenkörner. Notiere die Namen der Pflanzen.
c) Ermittle die Größe der Pollenkörner wie oben beschrieben. Schreibe sie unter die Zeichnungen.

Station 3. Tomatenmark – Zellen unterm Mikroskop

Material: Tomate; Messer; Pipette; Objektträger; Deckglas; Mikroskop; Dunkelfeld – Keil; Bücher

Durchführung:

1. Schneide eine Tomate auf. Gib etwas Fruchtfleisch auf dem Objektträger. Decke mit dem Deckglas ab. Verteile das Fruchtfleisch indem du mit dem Finger leicht auf das Deckglas drückst. Mikroskopiere zunächst bei schwacher und dann bei mittlerer Vergrößerung. Steigere den Kontrast im normalerweise an Schulmikroskopen üblichen Hellfeld durch Abblenden der Kondensorblende.
2. Öffne nun die Blende des Kondensors vollständig. Führe unterhalb des Kondensors die Spitze des Dunkelfeld-Keils mittig in den Strahlengang. Fixiere den Keil bei optimalem Kontrast z.B. mit Büchern. Anmerkung: Bei Mikroskopen mit höhenverstellbarem Kondensator muss sich dieser in oberster Stellung befinden.
3. Probiere auch die schiefe Beleuchtung aus, indem der DF-Keil etwas aus der Mitte des Strahlengangs gerückt wird.

Aufgaben: a) Zeichne eine Tomatenzelle. Beschrifte sie.

b) Drehe etwas am Feintrieb des Mikroskops hin und her. Wie viel Schärfebereiche erkennst du in einer Zelle? Weshalb siehst du nicht alles gleichzeitig scharf?

c) Vergleiche Hellfeld, Dunkelfeld und schiefe Beleuchtung. Deine Meinung?

Kommentar:

Ziele:

→ Kennen lernen einer kostenlosen und trotzdem effektiven Kontrastmethode (bis Objektiv 10x)

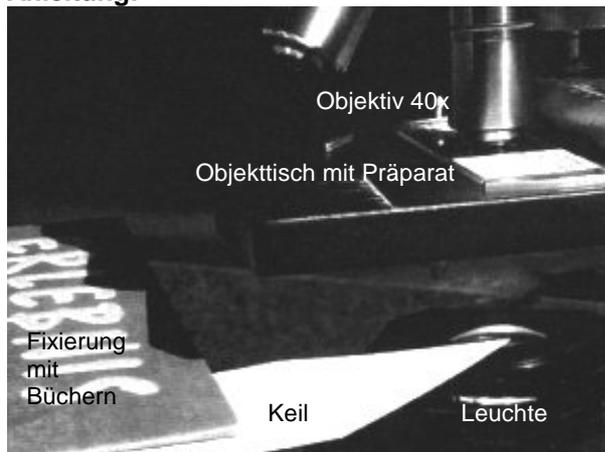
→ Tomate, geruchlos (nicht wie Zwiebel), einfachst zu präparierendes Zellmaterial

→ die prallen Tomatenzellen vermitteln einen räumlichen Eindruck

Tipps: Du kannst den DF-Keil bei starker Vergrößerung ausprobieren, da sind seine Grenzen erkennbar. Dennoch ist der Dunkelfeld – Keil ein gutes Hilfsmittel, um aufs lästige Färben zu verzichten. Die Entwicklung des Dunkelfeld-Keils ergab 1997 einen Sonderpreis beim Jugend forscht Wettbewerb.

Betrachte das Präparat auch im Beugungskontrast (Station 4) bei starker Vergrößerung.

Anleitung:



Station 4. Zwiebelhautzellen

Material: Messer; Pinzette; Objektträger; Deckglas; Pipette; Küchenzwiebel; Mikroskop (mit Kondensator und Blende) ; Objektiv 10x und 40x mit Beugungskontrast (BK)

Durchführung:

1. Schneide eine Zwiebel längs durch und trenne eine fleischige Schuppe ab. Löse die innere Haut der Schuppe ab. Zupfe mit der Pinzette ein kleines Stück der Haut ab. Fertige damit ein Präparat an. Mikroskopiere zunächst bei kleiner und anschließend bei mittlerer Vergrößerung. Steigere den Bildkontrast durch Abblenden der Kondensatorblende.

2. Zur Verbesserung des Bildkontrasts tausche die Objektive gegen BK- Objektive aus. Schließe die Blende zum Übergang vom Hellfeld in den Beugungskontrast mäßig bis stark, bis du den dir zusagenden Kontrast erreichst.

Aufgaben: a) Fertige bei mittlerer Vergrößerung die Zeichnung einer Zwiebelzelle an.

b) Der oben eingesetzte Beugungskontrast eignet sich für farblose mikroskopische Objekte bei starker Vergrößerung. Betrachte unterm Mikroskop mit dieser Kontrastmethode z.B. Zellen einer Tomate, eines Apfels, einer Birne, Banane.

c) Informiere dich über die theoretischen Grundlagen des Beugungskontrasts (Wellenoptik). Du findest sie in keinem Buch, da es eine recht neue Erfindung ist. Siehe also Informationsblatt.

Kommentar:

Der *Beugungskontrast* ist eine derart effektive und dennoch preiswerte Kontrastierungsmethode, dass sie mit dem bisher üblichen Phasenkontrast konkurrieren wird, oder wofür ich mich einsetze, an allen ganz normalen Kursmikroskopen installiert wird. Der Hersteller HUND ist zu loben, dass er als erster das unternehmerische Risiko der Markteinführung auf sich nimmt. Ein Dank gebührt auch den Lehrmittelfirmen SCHUCHARDT und HEDINGER, die dieses Verfahren in ihren Katalog 2001 erstmals aufnehmen. Ein Dank gebührt auch meinen Schülern, die an unseren Schulmikroskopen meine theoretischen Überlegungen in Reihenuntersuchungen überprüften und optimierten. Dafür erhielten sie 1999 einen Preis bei Jugend forscht.

Kurzinformation: (Dieses Informationsblatt ist jedem von mir durchgeführten Umbau beigefügt)

Der Beugungskontrast (BK), eine Erfindung aus der Schulpraxis zur Verbesserung der Schul- und Hobbymikroskopie.

1. Eignung.

Mikroskope mit ausreichend heller Beleuchtung können durch den Einbau von Kontrastblenden in die vorhandenen Objektive oder mittels käuflicher BK-Objektive um gerüstet werden. Alle Objektive, besonders stark vergrößernde eignen sich für den BK.

2. Wirkung.

Farblose Präparate wie Zwiebelhaut, Mundschleimhaut und Pantoffeltiere müssen nicht mehr angefärbt werden, da die Details durch Kontrastierung stark hervorgehoben werden. Die Mikroskopie von Präparaten mit Eigenfärbung wie Moosblättchen, Blattquerschnitte und Algen wird durch den BK nicht beeinträchtigt, sondern die Konturen werden ebenfalls kontrastiert.

3. Handhabung.

In Anweisungen zur üblichen Hellfeld-Mikroskopie heißt es: „Regle Helligkeit und Bildkontrast mithilfe der Kondensatorblende“. Genauso wird es auch beim BK gemacht. Allerdings bewirkt starkes Abblenden im Hellfeld normalerweise Unschärfe – nicht so beim BK: Je stärker der Kondensator abgeblendet wird, desto intensiver ist die Kontrastwirkung.

4. **Das Prinzip:** Durch die als Querstrich im Objektiv erkennbare Kontrastblende werden die durch Beugung an der engen Kondensatorblende erzeugten Sekundärwellen des Lichtes zur Interferenz gebracht. Unterschiedliche optische Dichten im Präparat werden dadurch in Helligkeitsunterschiede umgesetzt. Zu knapp und kompliziert?

www.schwaben.de/~mathias



Blick in den Tubus nach entfernen des Okulars. Du erkennst die sonst störenden Beugungsringe. Die exakt dimensionierte im Objektiv als Querstrich erkennbare Kontrastblende vereint das gebeugte Licht wieder im mikroskopischen Zwischenbild.

Station 5. Spaltöffnungen, Kunstharzabdruck

Material: UHU-Sofortfest (Zweikomponentenkleber); Alpenveilchen; 2 Objektträger; Wäscheklammer; Mikroskop

Durchführung: Verrühre auf einem Objektträger einen Tropfen Binder mit einem Tropfen Härter. Drücke den Objektträger an die Unterseite eines Blattes. Lege auf die Blattoberseite den anderen Objektträger und klemme sie mit der Wäscheklammer für etwa 5 Minute zusammen. Entferne Wäscheklammer und Objektträger. Mikroskopiere den Blattabdruck bei mittlerer und starker Vergrößerung.

Aufgaben: a) Zeichne eine Spaltöffnung.

b) Informiere dich über Bau und Funktion einer Spaltöffnung.

c) Fertige auch einen Abdruck von der Blattoberseite an. Was stellst du fest?

Kommentar:

Ziele:

→ Sinnvolle (?) Anwendung von Kunststoffen im Technikunterricht

→ Einprägsame Erfahrung der Räumlichkeit von Zellen

→ Bau des Blattes, speziell untere und obere Epidermis

→ Spaltöffnung als Regelkreismodell

Tipps:

Um die Regelung der Öffnung erklären zu können, sollte auch ein abgezipftes Häutchen mikroskopiert werden. Darin erkennt man die nur hier vorkommenden Chloroplasten. Über Photosynthese verändern sie die Konzentration, dadurch den Turgor und dadurch den Grad der Öffnung. Dabei spielt allerdings die Konzentration an Kohlenstoffdioxid eine wichtige Rolle.

Umweltaspekte können erarbeitet werden, wenn man z.B. an Ligusterblättern in reiner Luft und im Verkehrsbereich den Zustand und die Dichte pro Fläche ermittelt. In belasteter Luft sind von vornherein mehr Spaltöffnungen angelegt (Mechanismus noch zu untersuchen), von denen viele nekrotische Innenränder aufweisen. Mit diesen Untersuchungen und dem Austüfteln des am wenigsten blattschädigenden Kunstharzes und sehr schnell härtenden Abdruckverfahrens gab es 1991 eine Teilnahme an Jugend forscht.

Station 6. Pflanzliche Querschnitte, Selektivfärbung

Material: Pflanzenmaterial (z.B. Alpenveilchen); eingeschnittenes Stück PE-Schaum; Teppichmesser; Objektträger; Deckglas; Pipette; Wasser; Etzolds Farbgemisch (www.chroma.de)

Durchführung: Klemme den Stängel oder ein Stück Blatt mit Adern in den Spalt des PE-Stückes. Schneide mit dem Teppichmesser bündig zum Schaum ab. Fertige einen möglichst dünnen Schnitt an, dessen Dicke du am mit abgeschnittenen Schaum kontrollieren kannst. Gib den Schnitt in einen kleinen Tropfen Wasser auf dem Objektträger. Gib dazu einen Tropfen Etzolds Farbgemisch und decke mit dem Deckglas ab.

Mikroskopiere bei mittlerer und starker Vergrößerung. Verfolge dabei die einige Minuten dauernde selektive Doppelfärbung: Holz = rot, Bast = blau.

Aufgaben: a) Zeichne den gefärbten Schnitt und beschrifte ihn.

b) Wie heißt die nur wenig gefärbte Zone zwischen Holz und Bast?

c) Erstelle eine Tabelle mit Namen und Funktionen der im Schnitt beobachteten Zonen.

Kommentar:

Ziele: → Bau und Funktion von Pflanzenorganen

Tipps: Im Biologieunterricht verwende ich nur noch Karminessigsäure zum Anfärben von Chromosomen und Jodkaliumlösung zum Stärkenachweis bei der Photosynthese. Ansonsten genügt der Beugungscontrast.

Polystyrolschaum (Styropor) ist für Dünnschnitte trotz aller zu lesenden Empfehlungen für Dünnschnitte nicht geeignet, da es sich um einen harten Kunststoff handelt, der jede Rasierklinge oder andere Schneide stumpf macht. Dagegen ist Polyethenschäum sehr weich und geeignet.

Station 7. Tierische Zellen unterm Mikroskop

Material: Leber (z.B. vom Schwein) oder tierische Einzeller (Teichwasser, Klärschlamm); Mikroskop mit Beugungskontrast (andernfalls DF-Keil, siehe Station 3); Mikroskopiezubehör

Durchführung: Zupfe von der Leber ein stecknadelkopfgroßes Stück ab und zerdrücke es in einem Tropfen Wasser auf dem Objektträger. Decke mit dem Deckglas ab.

Mikroskopiere das Leberpräparat im zunächst im Hellfeld und durch Abblenden im Beugungskontrast.

Aufgaben: a) Zeichne einige Leberzellen.

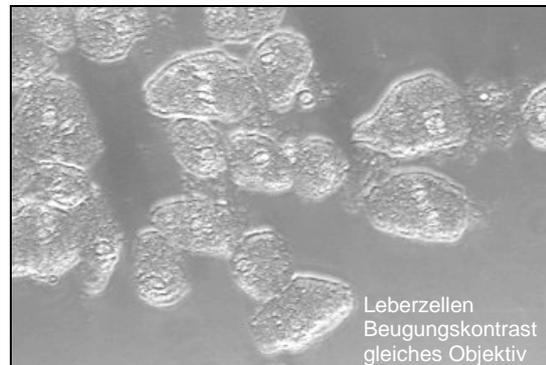
b) Beschrifte eine Zelle: Zellmembran, Zellplasma, Zellkern.

c) Informiere dich über die Aufgaben der Leber im Organismus.

Kommentar:

Ziele: → Bau einer tierischen Zelle, Umgang mit dem Beugungskontrast (BK)

Tipps: Leberzellen lassen sich leichter mikroskopieren als Mundschleimhautzellen. Falls das Anfärben dennoch erwünscht ist, so empfehle ich anstatt dem unsauberen hantieren mit Methylenblau besser einen wasserlöslichen Kopierstift. Auch Mikroorganismen kommen im BK gut zur Geltung.



Station 8. Bakterien mikroskopisch

Material: wässriger Überstand von Joghurt; Mikroskop mit Objektiv 100x Beugungskontrast (BK); Objektträger; Deckglas; Pipette; Immersionsöl; Papiertaschentuch

Durchführung: Bring einen Tropfen des Überstandes auf den Objektträger. Lege ein Deckglas auf. Mikroskopiere zunächst bis Objektiv 40x. Schwenke den Objektivrevolver seitlich etwas weg. Gib einen Tropfen Immersionsöl auf die von unten angestrahlte Stelle des Präparates. Schwenk das Objektiv 100x langsam in den Strahlengang. Stelle wenn nötig die Bildschärfe mit dem Feintrieb nach. Stelle durch Abblenden den BK ein. Wenn du fertig mikroskopiert hast, wirf das ölige Deckglas weg. Tupfe das Öl mit einem weichen Tuch von dem Objektiv ab.

Aufgaben: a) zeichne einige Milchsäurebakterien.

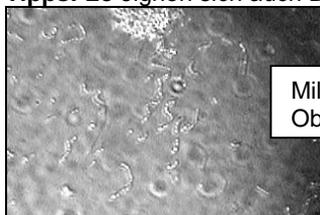
b) Informiere dich über den Stoffwechsel dieser Sorte von Bakterien.

c) Nenne einige biotechnische Anwendungen von Milchsäurebakterien.

Kommentar:

Ziele: → Einstieg ins Thema Bakterien, Biotechnik

Tipps: Es eignen sich auch Bakterien des Zahnbelags oder Bodenbakterien (Filtrat). Auch Objektiv 40x genügt!



Milchsäurebakterien
Objektiv 40x BK

Station 9. Jod – Stärke - Reaktion

Material: Kartoffelstärke ;gekochte Kartoffel; Mikroskop; Objektträger; Deckglas; Pipette; Wasser; Jod – Kaliumjodidlösung; Papiertuch

Durchführung: Streue einige Stärkekörner in einen Tropfen Wasser auf dem Objektträger. Decke mit dem Deckglas ab. Mikroskopiere im leicht abgeblendetem Hellfeld mit Objektiv 40x.

Gib einen Tropfen an den Rand des Deckglases. Saug mit dem Papiertuch Wasser auf der anderen Seite des Deckglases an. Beobachte dabei die Farbänderung der Stärkekörner.

Wiederhole den Versuch mit etwas abgeschabter Kartoffel.

Aufgaben: a) Beschreibe deine Beobachtungen.

b) Woran erkennst du, dass eine Reaktion statt findet?

c) Schreibe die Wortgleichung der Reaktion.

d) Was kannst du über die Zusammensetzung der Kartoffel folgern?

Kommentar:

Ziele: → Einführung chemischer Reaktionen, Kennen lernen und Anwendung des Stärkenachweises mit minimalen Stoffmengen.

Tipps: Stärkekörner sehen im polarisierten Licht (Station 13) unterm Mikroskop besonders schön aus.

Station 10. Abbinden von Gips

Material: Stuckgipspulver; Mikroskop mit Phasenkontrast (Ph) oder Beugungskontrast (BK); Objektträger; Deckglas; Zahnstocher; Fließpapier; wasserfester Klebstoff; Pipette; Wasser

Durchführung: Gib auf den Objektträger einen Tropfen Wasser. Streue in das Wasser eine mit dem Zahnstocher aufgenommene Kleinmenge Gipspulver. Vermische es mit dem Wassertropfen. Decke die Probe mit dem Deckglas ab. Wische austretendes Wasser weg. Dichte den Rand des Deckglases mit Klebstoff ab.

Betrachte die Probe im Mikroskop bei starker Vergrößerung, zunächst im Hellfeld, dann durch Einschieben der Phasenblende im Ph oder durch starkes Abblenden im BK. Wiederhole die mikroskopische Betrachtung nach einer Stunde und nach einem Tag.

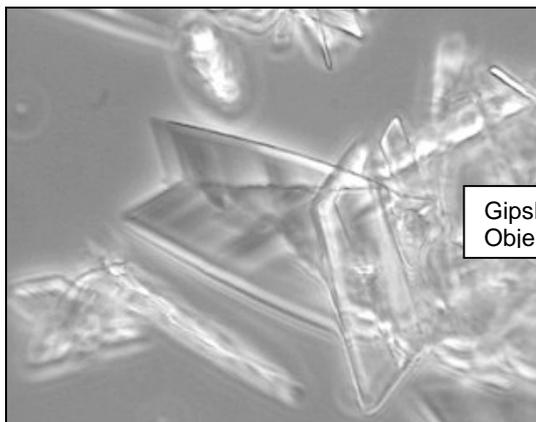
Aufgaben: a) Welche Veränderungen stellst du unterm Mikroskop in der Probe fest?

b) Schreibe den Vorgang der Kristallbildung als chemische Gleichung.

Kommentar:

Ziele: → Chemische Reaktion unterm Mikroskop verfolgen, Thema Baustoffe einführen, Abbinden von Gips erklären.

Tipps: In Ermangelung von Beugungskontrast kann mit dem Dunkelfeld–Keil kontrastiert werden. Der Polarisationskontrast ergibt nur blasser Farbtöne. Farbiger und attraktiv erscheinen Gipskristalle im Phasenkontrast, den es aber meist nur am Lehrermikroskop gibt (Videopräsentation). Typisch sind die sogenannten Schwalbenschwanz-Zwillingskristalle bei Gips.



Gipskristall-Zwilling
Objektiv 40x Ph

Station 11. Chemische Kalkfällung

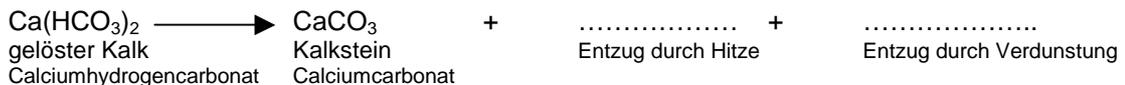
Material: Hartes Wasser (Albwasser); Kochtopf; Kochplatte; Mikroskop; Objektträger; Deckglas; 2 Polarisationsfilter (POL); Mikroskop

Durchführung: Koche das Wasser ab. Lass es abkühlen. Tauche den Objektträger ins Wasser und hole ihn in schräger Stellung langsam wieder heraus. Beachte, dass du Kalkablagerungen von der Wasseroberfläche auffischst. Lege das Deckglas auf. Trockne die Unterseite des Objektträgers ab. Bring einen POL-Filter zwischen Mikroskopierleuchte und Kondensator an. Den anderen POL-Filter gibst du entweder in den Tubuskopf des Mikroskops oder oben auf das Okular. Drehe einen der beiden Filter, bis es im mikroskopischen Bild dunkel wird - gekreuzte POL-Filter.

Mikroskopiere den beim Kochen ausgefällten Kalk bei mittlerer und starker Vergrößerung.

Aufgaben: a) Zeichne einige Kalkkristalle.

b) Ergänze die folgende Reaktionsgleichung der chemischen Kalkabscheidung:



c) Welche Folge hat dieser Vorgang für Kochgefäße?

d) Nenne weitere Beispiele für schädliche Verkalkung.

e) Weshalb kratzt Wäsche, die in zu hartem Wasser gewaschen wurde?

f) Informiere dich über die Bedeutung der chemischen Kalkfällung in Gewässern.

g) In Höhlen verdunstet beim Austritt aus feinen Spalten ein Teil des Wassers. Erkläre die Bildung von Stalaktiten, Stalagmiten und Sintervorhängen.

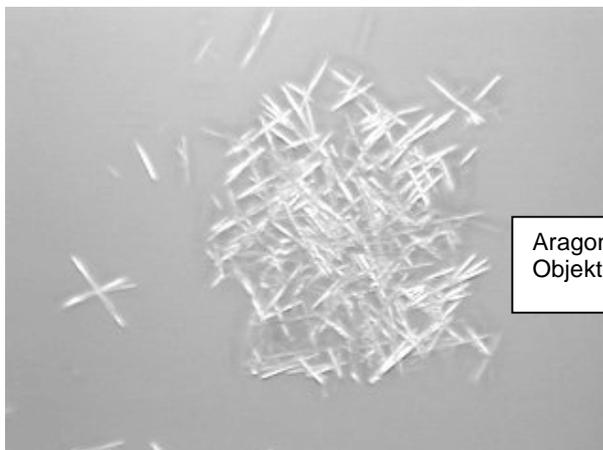
Kommentar:

Ziele: → Reaktionsprodukt in seiner Struktur beobachten, chemische Reaktionen besser verstehen

Zusatzinformationen: Chemisch entstandener Kalkstein stellt eine enorme Kohlenstoffsänke im globalen Kohlenstoffkreislauf dar. Im Meerwasser gelöste Calcium - Ionen bilden mit gelöstem Kohlenstoffdioxid unlösliches Calciumcarbonat. Scheidet sich dieses an aufgewirbelten Sandkörnern ab, so bildet sich Oolithkalk. Ansonsten rieselt Kalkschlamm auf den Meeresboden und wird mit der Zeit zu Kalkstein. In der Erdgeschichte war die chemische Kalkfällung aus der „Ursuppe“ die einzige bis zum Beginn der biogenen Kalkabscheidung. Auch durch Verdunstung oder Erhitzen kann lösliches Calciumhydrogencarbonat Wasser und Kohlenstoffdioxid abspalten und unlösliches Calciumcarbonat abgeschieden werden (Kesselstein aus hartem Wasser, Tropfsteine in Höhlen, Sinterkalk in heißen Quellen). Die nadelförmigen Kristalle des beim Abkochen von Albwasser abgeschiedenen Kesselsteins - so die Röntgenstrukturanalyse - bestehen aus Aragonit, einer besonderen Kristallform von Calciumcarbonat. Ganz selten erkennt man auch rhombische Calcitkristalle.

Zur biogenen Entstehung von Kalkstein siehe Station 12.

Als POL-Filter eignet sich in entsprechend kleine Stücke geschnittene Polarisationsfolie, preiswert erhältlich bei *Brenner Foto-Versand*, www.alles-foto.de. Erwärmt sich die Leuchte stark, so empfiehlt sich für den Polarisator die Anschaffung von preiswerten linear polarisierenden Fotofiltern aus Glas. Als preiswerte Alternative kann man einen Objektträger mit POL-Folie unterkleben. Als Analysator legt man ein kleines Stückchen in den Tubuskopf oder befestigt es unter- oder oberseits am Okular.



Aragonitkristalle aus abgekochtem Wasser
Objektiv 20x POL-Kontrast (Grautonbild)

Station 12. Photosynthese und Kalk

Material: 2 Bechergläser; Fadenalgen (z.B. aus einem Gartenteich); Kalkwasser; destilliertes Wasser; Filter; Filterpapier; Druckflasche mit Kohlenstoffdioxid; Gummischlauch mit Glasrohr; Mikroskop; Objektträger; Pipette; Pinzette; Deckglas

Durchführung:

Lass Kohlenstoffdioxid langsam durch Kalkwasser strömen, bis die anfängliche Trübung verschwindet und eine klare Lösung entsteht. Falls diese nach 5 Minuten nicht klar ist, wird filtriert. Verwende das klare Filtrat der Kalklösung.

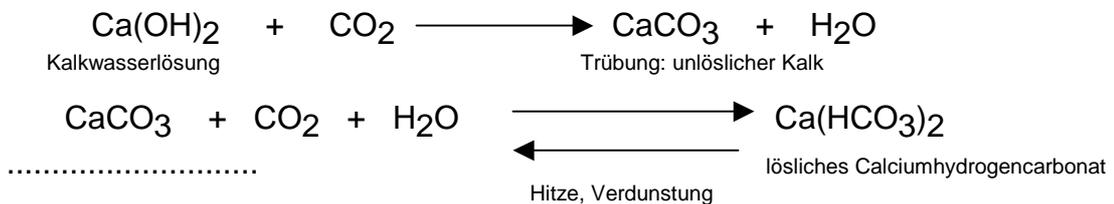
Fülle eines der beiden Bechergläser zur Hälfte mit Kalklösung, das andere mit gleich viel destilliertem Wasser. Gib in jedes Glas eine gleich große Portion Fadenalgen und stelle die Proben ans Licht. Beobachte sie über einen Zeitraum von etwa 5 Tagen alle 6 Stunden. Mikroskopiere die Algenfäden aus den Gläsern, ebenso die eventuell sichtbare Kruste auf der Oberfläche.

Aufgaben: a) Halte deine Beobachtungen in einer Tabelle fest:

b) Erkläre die Unterschiede in den beiden Proben!

c) Inwiefern kann dieser Vorgang als Kohlenstoff- Senke in der Natur wirken?

d) Ordne die beiden Reaktionen den obigen Versuchsschritten zu:



e) Welche Art von Kalkstein kommt in eurer Umgebung vor? Wie ist er entstanden?

f) Informiere dich über das Wachstum von Korallen. Was hat es mit diesem Versuch zu tun?

Kommentar:

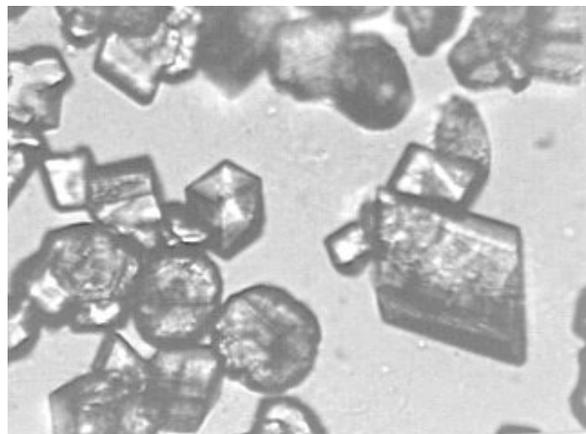
Zusatzinformationen: Biogene Kalkabscheidung:

1. Fotosynthese: Große Mengen von Kohlenstoffdioxid wurden (Stromatolithen- oder Algenkalke) und werden auf die im Versuch beobachtete Weise dem Meereswasser und dadurch auch der Atmosphäre entzogen und als Kalk dauernd gespeichert. Im Meer sind es vorwiegend die Korallen, in deren Körper sich symbiotische Algen befinden. Das für die Fotosynthese benötigte Kohlenstoffdioxid entziehen sie dem gelösten Kalk (Calciumhydrogencarbonat) und wandeln ihn dabei in unlöslichen Kalk (Calciumcarbonat) um. Daraus bauen die Korallenpolypen den Korallenstock. In kleinerem Ausmaße findet der gleiche Vorgang statt, wenn kalkreiches Quellwasser über Moose fließt, wie z.B. beim Uracher Wasserfall oder anderen Kalkquellen. Das auf diese Weise entstandene Gestein ist als Baumaterial unter der Bezeichnung Kalktuff bekannt. Die im Mikroskop bei diesem Versuch beobachteten Kristalle sehen rhombisch aus und bestehen aus **Calcit** (Kalkspat).

2. Zoogener Kalk: Kalkgehäuse und Skelette entstehen bei Tieren durch die unter Energieverbrauch ablaufende Reaktion zwischen CO₂ aus der Atmung und mit der Nahrung aufgenommenen Calciumsalzen. Aus den Schalen entstand z.B. auf diese Weise die Muschelkalk-Formation, aus Kalkschwämmen, Ammoniten, Brachiopoden u.a. der Weißjura.



Fadenalgen (Cynema), O₂, Calcit, Objektiv 10x



vergrößert, Objektiv 40x

Station 13. Kristallwachstum, anisotrop

Material: gesättigte Lösungen von Kaliumnitrat, Ascorbinsäure...; Mikroskop; Objektträger; Pipette; Streichhölzer; 2 Polarisationsfilter (POL-Folie)

Durchführung:

Bring einen POL-Filter zwischen Mikroskopierleuchte und Kondensor an. Den anderen POL-Filter gibst du entweder in den Tubuskopf des Mikroskops oder oben auf das Okular. Drehe einen der beiden Filter, bis es im mikroskopischen Bild dunkel wird - gekreuzte POL-Filter.

Tropfe einen Tropfen der Lösung auf den Objektträger. Erwärme ihn ein wenig durch Bewegen über der Streichholzflamme. Mikroskopiere (ohne Deckglas!) den Rand des Tropfens bei schwacher Vergrößerung. Wenn die ersten Kristalle erscheinen, kannst du auch bei mittlerer Vergrößerung (höchstens Objektiv 10x) mikroskopieren.

Aufgaben: a) Beschreibe deine Beobachtungen.

b) Welche Folgen hat das Erwärmen der Lösung?

c) Erkläre den Kristallisationsvorgang mithilfe von passenden Fachbegriffen wie Ionen oder Moleküle.

Kommentar:

Ziele: → Einstiegsunterricht Chemie Thema Eigenschaften, chemische Bindung veranschaulichen

Tipps: Kristallwachstum ist ein beliebtes Betätigungsfeld für Schülerversuche. Beim Mikroskopieren spart man sich die aufwändige Kristallzüchtung von Makrokristallen. Auch ist das Farbenspiel im polarisierten Licht besonders eindrucksvoll, ebenso die scheinbar aus dem schwarzen Nichts sprießenden Kristallnadeln sowie ihre Formenvielfalt. Bei genügend Zeit (AG) können alle löslichen Substanzen untersucht werden, eventuell nach anisotrop (Doppelbrechung von Licht) und isotrop eingeteilt werden.

Als POL-Filter eignet sich in entsprechend kleine Stücke geschnittene Polarisationsfolie, preiswert erhältlich bei *Brenner Foto-Versand*, www.alles-foto.de. Erwärmt sich die Leuchte stark, so empfiehlt sich für den Polarisator die Anschaffung von preiswerten linear polarisierenden Fotofiltern aus Glas. Als preiswerte Alternative kann man einen Objektträger mit POL-Folie unterkleben. Als Analysator legt man ein kleines Stückchen in den Tubuskopf oder befestigt es unter- oder oberseits am Okular.

Station 14. Kristallwachstum, isotrop

Material: Kochsalzlösung (gesättigt); Mikroskop; Objektiv 10x Beugungskontrast (BK); Objektträger; Pipette; Streichhölzer

Durchführung: Tausche am Mikroskop das normale 10x Objektiv gegen das Objektiv 10x BK aus. Tropfe einen Tropfen der Lösung auf den Objektträger. Erwärme ihn ein wenig durch Bewegen über der Streichholzflamme. Mikroskopiere (ohne Deckglas!) den Rand des Tropfens bei schwacher Vergrößerung. Wenn die ersten Kristalle erscheinen, kannst du auch bei mittlerer Vergrößerung (höchstens Objektiv 10x) mikroskopieren.

Aufgaben: a) Beschreibe deine Beobachtungen.

b) Welche Folgen hat das Erwärmen der Lösung?

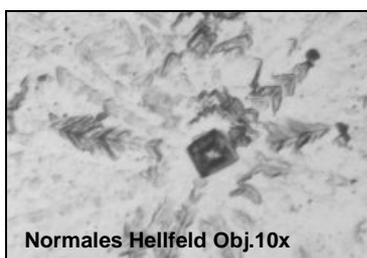
c) Erkläre den Kristallisationsvorgang mithilfe des Fachbegriffes „Ionen“.

Kommentar:

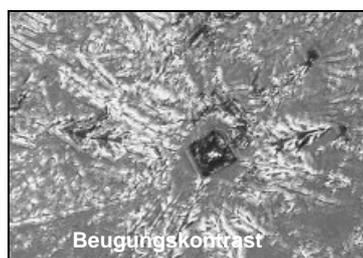
Ziele: → Einstiegsunterricht Chemie Thema Eigenschaften, Ionenbindung veranschaulichen

Tipps: Kristallwachstum ist ein beliebtes Betätigungsfeld für Schülerversuche. Beim Mikroskopieren spart man sich die aufwändige Kristallzüchtung von Makrokristallen.

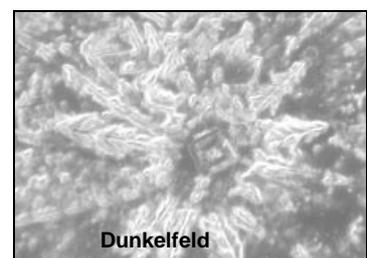
Natriumchlorid kristallisiert im kubischen Kristallsystem und ist deshalb von seinen optischen Eigenschaften her nicht doppelbrechend, also isotrop. Bei Ermangelung von BK-Objektiven kann auch mit dem Dunkelfeld-Keil kontrastiert werden oder mit einer Leucht seitliche Auflicht-Beleuchtung erzeugt werden. Die im Chemieunterricht meist übliche Beobachtung unter der Stereolupe ist bei der geringen Vergrößerung wenig spektakulär.



Normales Hellfeld Obj.10x



Beugungskontrast



Dunkelfeld

Station 15. Teilchenbewegung

Material: fettarme H-Milch; Becherglas; Rührstab; Pipette; Mikroskop; Objektiv 40x Beugungscontrast (BK); Objektträger; Deckglas

Durchführung: Wechsle am Mikroskop das normale 40x Objektiv gegen das mit BK aus. Verdünne die Milch etwa 1:10 mit Wasser. Gib einen Tropfen der verdünnten Milch auf den Objektträger. Decke mit dem Deckglas ab.

Mikroskopie bei mittlerer und dann bei starker Vergrößerung. Zur Kontraststeigerung wird die Blende des Kondensors stark abgeblendet. Beobachte die als kleine Kügelchen sichtbaren Fetttropfchen.

Aufgaben: a) Beschreibe deine Beobachtungen.

b) Erkläre deine Beobachtungen mithilfe der Theorie der Wärmebewegung. Wodurch werden die Fetttropfchen bewegt?

c) Wie verändert sich die Stärke der Bewegung vom Beginn bis zum Ende deiner Beobachtung? Erkläre unter Berücksichtigung der Lichtquelle.

Kommentar:

Ziele: → Veranschaulichung und Selbsterfahrung der Teilchenbewegung.

Tipps: Der Beugungscontrast (BK) ist außer dem Phasencontrast (Ph) wirklich das effektivste Kontrastierungsverfahren für diesen Versuch. In der Videovorführung durch die Lehrperson kann das Objektiv 100x BK oder Ph für noch bessere Sichtbarmachung eingesetzt werden. Das Dunkelfeld ist für derart starke Vergrößerungen wenig empfehlenswert.

Station 16. Gesteine, natürliche Gemische

Material: Magmagesstein als Handstück und als Dünnschliff; Lupe; Mikroskop; 2 Polarisationsfilter; Drehtisch (falls vorhanden)

Durchführung:

1. Betrachte das Handstück des Gesteins mit der Lupe.

2. Bring einen POL-Filter zwischen Mikroskopierleuchte und Kondensor an. Den anderen POL-Filter gibst du entweder in den Tubuskopf des Mikroskops oder oben auf das Okular. Drehe einen der beiden Filter, bis es im mikroskopischen Bild dunkel wird - gekreuzte POL-Filter.

Entferne vom Objektisch Klemmen oder Objektführer. Lege den Drehtisch mit Dünnschliff auf den Objektisch. Mikroskopiere bei schwacher bis mittlerer Vergrößerung. Drehe den Drehtisch langsam. Falls kein Drehtisch vorhanden ist, so drehe das Präparat.

Aufgaben: a) Was erkennst du mit der Lupe. Wie viel Minerale kannst du unterscheiden?

b) Beschreibe deine Beobachtung beim Mikroskopieren. Wie viel Minerale kannst du unterscheiden?

c) Welche Gemeinsamkeiten erkennst du bei a) und b)?

d) Welche der folgenden in der Chemie üblichen Begriffe wie *Gemisch*, *Reinstoff*, *Verbindung* und *Element* passen zu den Fachbegriffen *Mineral* und *Gestein* des Geologen?

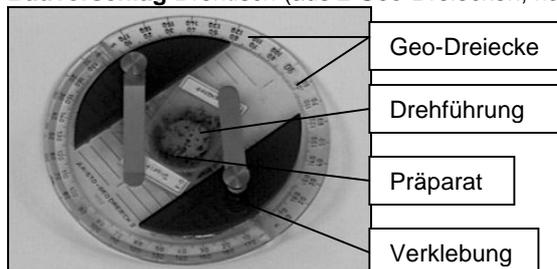
Kommentar:

Ziele: → Siehe Aufgabe d), Erkenntnis dass es keine Trennung zwischen Natur und Chemie gibt!

Tipps: Falls 2 verschiedene Gesteine vorhanden sind, wie z.B. Granit und Basalt, könnte das Thema Gemisch auch noch auf die Begriffe homogen und heterogen ausgeweitet werden.

Dünnschliffe kann man sich preiswert von geologischen oder mineralogischen Instituten beschaffen oder aus dem Lehrmittelhandel. Als POL-Filter eignet sich in entsprechend kleine Stücke geschnittene Polarisationsfolie, preiswert erhältlich bei *Brenner Foto-Versand*, www.alles-foto.de. Erwärmt sich die Leuchte stark, so empfiehlt sich für den Polarisator die Anschaffung von preiswerten linear polarisierenden Fotofiltern aus Glas. Als preiswerte Alternative kann man einen Objektträger mit POL-Folie unterkleben. Als Analysator legt man ein kleines Stückchen in den Tubuskopf oder befestigt es unter- oder oberseits am Okular.

Bauvorschlag Drehtisch (aus 2 Geo-Dreiecken, halbkreisförmig zugeschnitten, verklebt; Führung Tesarolle):



Station 17. Silicium herstellen und untersuchen

Material: Gasbrenner, Tiegelzange, Messer, 2 Stückchen Pappe, Alufolie, Digitalmultimeter mit Krokodilklemmen-Anschlüssen, Stereomikroskop, Kupferblechstreifen, Natriumsilicatgel (Wasserglas), Magnesiumpulver.

Durchführung:

1. Herstellung: Gib auf einen Blechstreifen eine Spatelspitze Wasserglas (Natriumsilicat-Gel). Streue darauf etwa gleich viel Magnesiumpulver. Halte den Blechstreifen mit der Tiegelzange in die schwache Flamme des Brenners, bis sich keine Blasen mehr bilden. Erhitze nun in der rauschenden Flamme. Entferne den Blechstreifen aus der Flamme nach Einsetzen der heftigen Reaktion. Lass ihn danach abkühlen. Betrachte die Kruste mit der Stereolupe. Schabe die weiße Kruste anschließend ab.

2. Aussehen: Betrachte die darunter liegende Siliciumschicht unter der Stereolupe. Beschreibe Farbe und Zustand des Siliciums.

3. Heißeiter: Schließe ein Messgerät mithilfe von einseitig isolierten Krokodilklemmen so an, dass es nur mit dem Silicium Kontakt hat. Miss den elektrischen Widerstand des Siliciums. Halte nun das freie Ende des Blechstreifens in die Flamme. Beobachte dabei die Anzeige des Messgerätes. Vergleiche mit der Temperaturabhängigkeit eines metallischen Widerstandes.

4. Halbleiter: Schließe das Messgerät durch einseitiges Isolieren der Klemmen so an, dass eine Klemme nur die Siliciumschicht, die andere hingegen nur das Kupferblech berührt. Die scharfen Zacken mancher Klemmen können mit Alufolie umwickelt werden, um die Siliciumschicht nicht zu zerstören. Miss den elektrischen Widerstand. Pole am Messgerät um und miss den Widerstand erneut. Fließt der Strom in beide Richtungen gleich gut?

5. Solarzelle (photovoltaischer Effekt): Behalte den Anschluss aus Teilversuch 4 bei. Schalte das Messgerät auf den empfindlichsten Spannungs- oder Strombereich. Setze den Blechstreifen starken Licht aus. Verfolge dabei die Anzeige des Messgerätes. Welches ist der negative und welches der positive Pol deiner Solarzelle?

6. Mechanische Eigenschaften: Prüfe die Härte und Verformbarkeit mit dem Messer. Teste auch auf Biegsamkeit durch leichtes Knicken des Blechstreifens.

7. Eigenschaften, allgemein: Vergleiche die Eigenschaften des Siliciums mit denen eines typischen Metalls (Kupfer, Eisen) und eines Nichtmetalls (Schwefel, Kohlenstoff).

Kommentar:

Ziele: → Redox-Reaktion durchführen (vereinfacht SiO_2 annehmen), vernetztes Denken einüben; Steckbrief eines Elementes erstellen, → Halbleitereigenschaften kennen lernen, → photovoltaischer Effekt „begreifen“.

Hinweise für den Lehrer:

Bei der heftigen exothermen Reaktion entsteht durch Reduktion Silicium. Reduktionsmittel ist in diesem Falle das Magnesium. Es wird dabei zu Magnesiumoxid, dessen weiße Kruste das darunter liegende Silicium vor Oxidation durch die Luft schützt.

Unter der Stereolupe erkennt man die grauen Siliciumkristalle (polykristallines Silicium). Silicium ist zwar härter als die Stahlklinge des Messers, dafür aber sehr brüchig. Auch die anderen Eigenschaften des Siliciums liegen zwischen metallischen und nichtmetallischen. Silicium ist ein Halbmetall.

Silicium leitet beim Erhitzen zunehmend besser elektrischen Strom, da die 4 kovalent gebundenen AussenElektronen freigesetzt werden. Wie bei einer richtigen Diode fließen die Elektronen bevorzugt in eine Richtung. Die „Solarzelle“ weist oben einen negativen und unten einen positiven Pol aus, genau wie bei einer richtigen Solarzelle. Spannung und Stromstärke bewegen sich im μV - bzw. μA - Bereich.

Das erklärt sich dadurch, dass bei der hohen Reaktionswärme das Silicium im Kontakt mit der Kupferschicht mit Kupferatomen positiv dotiert wurde. Inwieweit auf der Oberseite eine n-Dotierung z.B. durch Sauerstoffatome hervorgerufen wurde, kann ich ohne entsprechende Analysen nur vermuten.

Um den Elektronik-Aspekt weiter zu vertiefen, sollten auch aufgebrochene (Zange, Schutzbrille)

Dioden und Transistoren im Auflicht mikroskopiert werden. Man erkennt meist das Siliciumkristall.

Besonders eindrucksvoll ist auch die Betrachtung der Leiterbahnen eines Halbleiterchips sowie der Golddraht-Anschlüsse.

Station 18. Metall - Kristalle: Zink

Material: Zink (gekörnt); verdünnte Salzsäure (ca. 10%); Reagenzglas; Reagenzglashalter; Streichhölzer; Pipette; Mikroskop; Dunkelfeld-Keil; Stereolupe; Schutzbrille

Durchführung:

1. Gib in das Reagenzglas etwa 1 cm hoch Salzsäure. Füge 4 – 5 Zinkkörner hinzu. Führe bei Beginn der Gasentwicklung die Knallgasprobe durch. Lass die Reaktion bis zum nächsten Tag zu Ende ablaufen.
2. Prüfe die Lösung im Reagenzglas am nächsten Tag mit Säure-Indikatorpapier. Falls noch Säure vorhanden ist, füge nochmals einige Zinkkörner hinzu usw.
3. Gib einige Tropfen der Lösung auf einen Objektträger. Schwenke ihn vorsichtig über der Streichholzflamme. Betrachte nach dem Eindampfen die Kruste unter dem Mikroskop, wenn möglich mit einem Kontrastverfahren (DF, BK, POL).
4. Spüle die Zinkkörner gut ab und trockne sie. Betrachte sie unter der Stereolupe.

Aufgaben: a) Erstelle ein Protokoll für diesen Versuch.

b) Beschreibe deine mikroskopische Beobachtung.

c) Schreibe Name und Formel des weißen Reaktionsproduktes

d) Beschreibe das Aussehen der Zinkkörner unter der Stereolupe nach dem Versuch.

e) Schreibe die Reaktionsgleichung für den Versuch.

Kommentar:

Ziele: → Chemische Reaktion im Schülerversuch vollständig durchführen, also auch mit Prüfen der Eigenschaften der Produkte. → Metallische Bindung verständlich machen

Tips: Gibt man auch einige Stückchen Bleilot in die Säure, so werden auch diese angeätzt. Allerdings weisen sie keinerlei Kristalle auf der Ätzfläche auf, was durch die Legierung (40%Sn, 60%Pb) erklärt wird. Die beiden unterschiedlich kristallisierenden Metalle verhindern gegenseitig die Kristallbildung, wodurch auch die Herabsetzung des Schmelzbereiches verständlich ist.

Station 19. Alchimisten – „Gold“

Material: Bleinitrat; Kaliumjodid; Wasser; Pipette; Objektträger; Mikrospatel; Nadel; Mikroskop; Leuchte oder Taschenlampe

Durchführung: Gib auf den Objektträger mit 1 – 2 Millimeter Abstand voneinander 2 Wassertropfen. Streue in einen Tropfen 2 – 3 Kristalle Bleinitrat, in den anderen Tropfen ebenso viel Kaliumjodid. Fixiere den Objektträger so auf dem Objektisch des Mikroskops, dass du bei geringe Vergrößerung den Zwischenraum zwischen den Tropfen in der Bildmitte hast. Dein Banknachbar soll dabei das Präparat von oben seitlich anleuchten. Ziehe nun mit der Nadel eine Verbindung zwischen den Tropfen. Beobachte was passiert, wenn die beiden Lösungen zusammen fließen. Schalte auch auf mittlere Vergrößerung (höchstens Objektiv 10x!).

Entsorge nach Beendigung die Reaktionsprodukte in den Schwermetall-Abfallbehälter.

Aufgaben: a) Beschreibe deine Beobachtungen.

b) Ist Gold entstanden? Erkläre die tatsächlich abgelaufene Reaktion.

c) Schreibe die Formel des entstandenen goldgelben Stoffes.

d) Weshalb wachsen die Kristalle dieses Stoffes aus der ansonsten ziemlich verdünnten Lösung?

Kommentar:

Ziele: → Veranschaulichung einer Fällungsreaktion, Umgang mit Minimalmengen von Schadstoffen bei Versuchen, Stärkung des Umweltbewusstseins

Tips: Im Durchlicht leuchten die Bleijodidkristalle nicht goldgelb auf, deshalb Auflicht. Auf keinen Fall darf auch Objektiv 20x oder 40x eingeschwenkt werden, da wegen ihres geringen Abstandes zum Objekt die Lösungen darauf gelangen könnten. Falls Bedenken diesbezüglich vorliegen, kann der Versuch auch unter der Stereolupe durchgeführt werden. Allerdings erkennt man bei der schwachen Vergrößerung die Kristalle kaum. Viele Reaktionen mit Minimalmengen, insbesondere Fällungsreaktionen und Farbreaktionen können unter dem Mikroskop durchgeführt werden, z.B. in einem Hohlschliff-Objektträger.

Station 20. Schwefel- „Edelsteine“

Material: Streichhölzer; Objektträger; Mikroskop mit Phasenkontrast

Durchführung: Halte den Objektträger möglichst nahe zur Reibfläche der Streichholzschachtel. Entzünde ein Streichholz unterhalb des Objektträgers. Entferne das brennende Streichholz, so dass nur der erste Qualm auf den Objektträger sublimieren kann.

Mikroskopiere das Sublimat auf dem Objektträger bei starker Vergrößerung im Phasenkontrast.

Aufgaben: a) Beschreibe die beobachteten Kristallformen.

b) Zeichne einige Kristalle.

c) Woher könnten wohl die Farben kommen? Hinweis: Kontrastverfahren wie der Phasenkontrast kommen durch Interferenz von Lichtwellen zustande. Je nach Dicke der Kristalle werden die Lichtwellen mehr oder weniger verzögert.

Kommentar:

Ziele: Unter den vielen Beispielen von Ionenkristallgittern auch das eines Atomgitters kennen lernen.

Zusatzinformationen: Dünne tafelförmige ansonsten gelbliche Schwefelkristalle lassen das Licht hindurch, verzögern es jedoch je nach Dicke unterschiedlich. So kommt es nach dem Phasenring zur unterschiedlichen Überlagerung der kohärenten (zusammengehörenden) Lichtwellen. Ähnlich wie beim akustischen Dopplereffekt kann dadurch die resultierende Wellenlänge verkürzt (Blautöne) oder verlängert (Rottöne) werden.

