

Workshop „Mit Aufgaben differenzieren“

Aufgaben sind seit mehr als einem Jahrzehnt fester Bestandteil auch des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Mit ihrer Hilfe können Lernsituationen, auch im Zusammenhang mit experimentellen Arbeiten, so gestaltet werden, dass die Lernenden kognitiv aktiviert werden, an herausfordernden Fragestellungen selbstständig arbeiten und ihren Lernfortschritt selbst erfahren können.

Da Lerngruppen gleich welcher Zusammensetzung aber stets heterogen sind, bedarf es in der Regel der Unterstützung. Zum einen können die meisten Aufgaben an die Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler angepasst werden, indem etwa Hilfestellungen zur Texterschließung oder Methodenwerkzeuge zur Schaffung anderer Zugänge den zu lösenden Problemen eingesetzt werden. Zum anderen bieten sich gestufte Hilfen an, die die Lernenden bei Bedarf durch den Bearbeitungsprozess leiten können, ganz im Sinne von Musterlösungen.

Der Workshop bietet zunächst einen Überblick über mögliche Strategien der Aufgabenvariation, dann Beispiele für Aufgaben mit gestuften Hilfen für den Chemieunterricht. Ziel ist es dabei, dass die teilnehmenden Lehrkräfte entsprechende Aufgaben für den eigenen Unterricht konstruieren und Hilfen für heterogene Lerngruppen entwickeln können.

Bei den Aufgaben mit gestuften Hilfen wird dabei sowohl mit der Papierversion gearbeitet wie auch die Möglichkeit vorgestellt, solche Hilfen zum Download via Tablet oder Smartphone anzubieten.



Mit Aufgaben differenzieren

Auflösung der gleichen
Zugangsweisen

Auflösung des gleichen
Anspruchsniveaus

Auflösung des gleichen
Tempos

Auflösung der gleichen
Lerninhalte und -ziele

Verbindliche Anforderungen für alle
als gemeinsame Basis

Verändert nach: Stephan Hußmann / Susanne Prediger: Mit Unterschieden rechnen – Differenzieren und Individualisieren. In: Praxis der Mathematik in der Schule 49 (2007) 17

Wie funktioniert die Mikrowelle

Diese Aufgabe ist besonders für Schülerinnen und Schüler für das Gymnasium in den Klassenstufen 9 bzw. 10 geeignet. Im Chemieunterricht sollten die Metallbindung, die kovalente Bindung und die Ionenbindung behandelt und der Begriff des Dipols am Beispiel des Wassers besprochen worden sein.

▼ AUFGABENSTELLUNG

Vor dir befinden sich die folgenden Stoffe:

- Alkohol Ethanol
- Alkohol Butanol
- Glycerin
- Frittierfett
- Butter
- Halbfettmargarine
- Octan (Hauptbestandteil des Autobenzins)
- destilliertes Wasser

Aufgabenteil a)

Entscheide begründet, welche dieser Stoffe sich gefahrlos im Mikrowellenofen erhitzen lassen.

Aufgabenteil b)

Diskutiere, ob es Unterschiede hinsichtlich der Erwärmbarkeit der Substanzen im Mikrowellenofen gibt. Wenn ja, erkläre diese Unterschiede!

▼ AUSSTATTUNG/ MATERIAL

Haushaltsüblicher Mikrowellenofen, Prüfsubstanzen, 10 Bechergläser (V = 100 ml), 2 Bechergläser (V = 250 ml), Petrischalen zum Abdecken der Bechergläser, Wägeschalen aus Plastik, 3 Messzylinder (V = 50 ml, 100 ml und 250 ml), Einwegpipetten, 3 Glaspipetten (V = 1 ml, 5 ml und 10 ml), Küchenmesser, 3 Glasstäbe, 3 Metallspatel, Stoppuhr, Waage, Digitalthermometer (Messbereich von 0 °C bis 200 °C), Haushaltspapier, Hilfskarten und Schreibmaterialien.

Hilfeskarte	Was sind Mikrowellen?	M1
<p>Elektromagnetische Strahlung ist Energie, die von bewegten elektrischen Ladungen abgegeben wird und sich als Welle im Raum ausbreitet. Mit zunehmendem Energiegehalt nimmt dabei die Wellenlänge der Strahlung ab. Liegt die Wellenlänge im Bereich von 1 mm bis 1 m (300 MHz bis 300 GHz), spricht man von Mikrowellen. Der Haushalts-Mikrowellenofen erzeugt Strahlung mit einer Festfrequenz von 2,45 GHz. Im gesamten elektromagnetischen Bandspektrum liegt die Mikrowellenstrahlung zwischen der Radiowellen- (1 m–10⁴ m) und der Infrarotstrahlung (760 nm bis 0,5 mm).</p>		

Hilfeskarte	Entstehung von Mikrowellenstrahlung	M2
<p>Mikrowellenstrahlung entsteht z. B. bei elektrischen Entladungsvorgängen (z. B. bei einem Gewitter). Auch Mensch und Tier geben neben Wärmestrahlung messbare Leistungen im Mikrowellenbereich ab. Technisch kann man Mikrowellen mit einem sog. Magnetron erzeugen. Dabei handelt es sich um einen als Laufzeitröhre bezeichneten Sender, in dem von einer zylindrischen Elektrode Elektronen ausgesandt (emittiert) und zu einer umgebenden, hülsenförmigen Gegenelektrode beschleunigt werden. Auf ihrer Flugbahn werden die Elektronen von einem senkrecht stehenden Magnetfeld durch die dabei auftretende Lorentz-Kraft abgelenkt. Dadurch gelangen die Elektronen an die speziell konstruierte Gegenelektrodenfläche, sodass sie dort bestimmte Schwingungen, die sog. Resonanzschwingungen erzeugen. In einem komplizierten Schwingkreis wird schließlich Mikrowellenstrahlung von einer Antenne des Magnetrons abgestrahlt.</p>		

Hilfeskarte	Zusammensetzung von Fettprodukten			M3
Zusammensetzung verschiedener Fettprodukte	Fettgehalt	Wassergehalt	Sonstige Bestandteile (z.B. Salz, Aromen usw.)	
Butter	84%	15%	1%	
Halbfettmargarine	39%	60%	1%	
Frittierfett	100%	0%	0%	

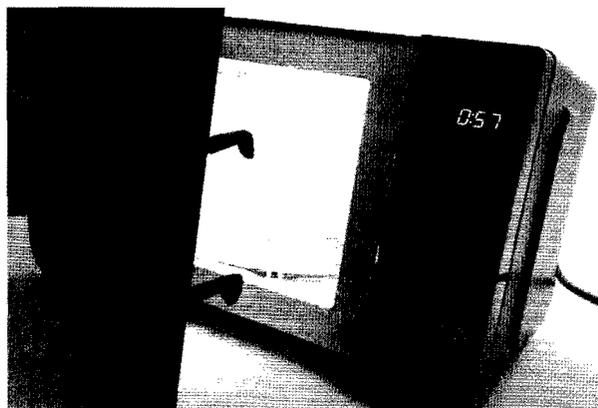
Diese Aufgabe eignet sich besonders zur Einzelbearbeitung durch die Schülerinnen und Schüler sowie zur Bearbeitung in 2er- bzw. 4er-Gruppen. Neben den genannten Materialien werden den Lernenden Hilfskarten zur Verfügung gestellt, die unter <http://www.chemie.uni-oldenburg.de/didaktik/24890.html> heruntergeladen werden können. Es handelt sich dabei um die folgenden Hilfen:

- Bedienungsanleitung eines Mikrowellenofens (incl. Gefahrenhinweise)
- Datenblätter aller Prüfsubstanzen
- Molekülstrukturen aller Prüfsubstanzen
- Molekülmodelle aller Prüfsubstanzen
- Informationstext zur Mikrowellenstrahlung allgemein
- Informationstexte zur Funktionsweise eines Mikrowellenofens (einfach/komplex)
- Informationen zur unterschiedlichen Zusammensetzung der Fettprodukte
- Informationen zu Bindungsarten, im Speziellen zur Elektronenpaarbindung

▼ AUFGABENLÖSUNG

Mikrowellenstrahlung ist in der Lage, polare Moleküle bzw. polare Molekülbereiche anzuregen und somit das Molekül in Schwingung zu versetzen, was dann zu einer Erwärmung der Stoffprobe führt. Unpolare Moleküle, wie z. B. Oktan, lassen sich somit nicht unter Mikrowellenbestrahlung erwärmen, während Glycerin aufgrund seiner ausgeprägten Polarität gut erwärmbar ist. Die unterschiedlichen Erwärmbarkeiten der Fettprodukte ergeben sich aus dem unterschiedlichen Wassergehalt, welcher vom Frittierfett über die Butter bis hin zur Halbfettmargarine stetig zunimmt. Je höher der Wassergehalt in den Produkten, desto besser lassen sich diese in der Mikrowelle erwärmen, da es sich bei dem Wassermolekül bekanntermaßen um einen Dipol handelt. Bei einer systematischen Versuchsreihe unter Variablenkontrolle (d. h. Volumen- bzw. Massenkonstanz und identische Erwärmungszeiten der jeweiligen Prüfsubstanzen im Mikrowellenofen) lassen sich die folgenden Ergebnisse ermitteln:

Prüfsubstanz:	Beobachtung:
Wasser	erwärmbar
Ethanol	erwärmbar
Butanol	erwärmbar
Glycerin	erwärmbar
Frittierfett	kaum erwärmbar
Butter	erwärmbar
Halbfettmargarine	erwärmbar
Oktan	nicht erwärmbar



Bezüglich der unterschiedlichen Erwärmbarkeit der jeweiligen Substanzen lässt sich die folgende Reihenfolge ermitteln, beginnend mit den wenig erwärmbaren Stoffen: Benzin < Frittierfett < Butter < Ethanol < Halbfettmargarine < Wasser < Butanol < Glycerin

Mögliche Lösungswege der Schülerinnen und Schüler

Zusammenfassend sind die folgenden Lösungswege von Schülerinnen und Schülern denkbar:

- *Alltagsbezug:* Einstufung der Prüfsubstanzen in scheinbar „gefährliche“ bzw. „ungefährliche“ Stoffe hinsichtlich der Erwärmbarkeit.
- *Experimentell:* unsystematische Erwärmung der Prüfsubstanzen ohne jegliche Reflexion unter Nicht-Einhaltung der Variablenkontrolle
- *Experimentell:* systematisches experimentelles Vorgehen unter Einbezug der Theorie und unter Einhaltung der Variablenkontrolle
- *Theoretisch und experimentell:* Klärung des molekularen Aufbaus der Prüfsubstanzen, danach unsystematische bzw. systematische Erwärmung der Prüfsubstanzen oder Klärung der Funktionsweise eines Mikrowellenofens, danach unsystematische bzw. systematische Erwärmung der Prüfsubstanzen
- *Theoretisch und experimentell:* Klärung des Erwärmungsprozesses auf molekularer Ebene, danach unsystematische bzw. systematische Erwärmung der Prüfsubstanzen

Tab. 1: Erwärmbarkeit von Prüfsubstanzen im Mikrowellenofen (Masse jeweils 40 g, Erwärmungsdauer bei 600 W = 45 Sek.)

Überprüfung und Auswertung unterschiedlicher Bearbeitungsstrategien

Die Aufgabe ist in einer Untersuchung in der Klassenstufe 9 und 10 begabungsdifferenziert getestet worden: Durch IQ-Test ausgewiesene hochbegabte, durch Lehrernomination potentiell hochbegabte sowie durchschnittlich begabte Schülerinnen und Schüler bearbeiteten die Aufgabe in begabungshomogenen Zweier-Gruppen. Das Vorwissen wurde im Vorfeld durch einen Fragebogen erhoben; hier wurden vor allem Fragen zu den Bindungsarten sowie zur Polarität gestellt. Ergänzend wurden die Schülerinnen und Schüler per Fragebogen nach spezifischen Interessen und Motivationsfaktoren befragt. Während der ca. 60-minütigen Aufgabebearbeitungszeit wurden die Schülergruppen gefilmt.

Die bisher ausgewerteten Videos zeigen folgende qualitative Befunde:

- Die Aufgabenstellung lässt, wie erwartet, sowohl einfache als auch komplexe Lösungswege zu. So werden äußerst unterschiedliche Lösungswege eingeschlagen, angefangen beim unreflektierten „trial-and-error-Prinzip“ bis hin zu einer naturwissenschaftlich systematischen Vorgehensweise.

Schüler A: „Mmmh, jetzt haben wir ja hier noch Benzin und Glycerin stehen. Lass uns doch mal Benzin reinkippen, denn Benzin ist ja so teuer.“

[Schüler lesen sich die Warnhinweise zum Benzin durch, es erfolgt jedoch keine Reaktion.]

[Schüler erhitzen willkürliche Menge Benzin ohne Temperaturbestimmung.]

Schüler A: „Da passiert ja gar nichts und man fühlt auch nicht, dass es warm geworden ist.“

Schüler B: „Du, ist ja auch voll logisch, das wäre ja jetzt auch dumm, wenn Benzin kochen würde, weil im Motor ist es ja auch warm und da kocht es ja auch nicht.“

Schüler A: „Also, Benzin kann man voll gefahrlos in die Mikrowelle tun.“

[Es wird eine willkürliche Menge Glycerin ohne Temperaturbestimmung für unbestimmte Zeit in der Mikrowelle erhitzt.]

Schüler A: „Also es wird dünnflüssiger, und warm geworden ist es auch.“

Auszug: Verlaufsprotokoll – Schülergruppe Gymnasium, Klasse 10, durchschnittlich begabt

Es lässt sich feststellen, dass die durchschnittlich begabten Schülerinnen und Schüler weniger reflektiert vorgehen als die hochbegabten, die häufiger eine Vorgehensweise unter bewusster Einhaltung der Variablenkontrolle wählen.

Die exemplarischen Schülerzitate aus dem Verlauf des Lösungsprozesses verdeutlichen dies.

- Die Aufgabe ist für alle Schülerinnen und Schüler in hohem Maße motivierend, selbst dann, wenn sie nicht zu einer eigenständigen Aufgabenlösung gelangen. Die Schülerinnen und Schüler bewerten es positiv, dass sie frei und ohne die Vorgabe konkreter Versuchsanleitungen experimentell arbeiten können.
- Ausgewiesene hochbegabte Schülerinnen und Schüler fordern häufiger Hilfsmaterialien an als die durchschnittlich begabten.
- Bezüglich des Interesses am eigentlichen praktischen Experimentiervorgang scheint es begabungsabhängige Zusammenhänge zu geben: als hochbegabt ausgewiesene Schülerinnen und Schüler zeigen tendenziell eher Interesse an den theoretischen Zusammenhängen als am experimentellen Erproben.

[Schüler schauen sich auf angeforderter Hilfefkarte den molekularen Aufbau von Fett und Glycerin an.]

Schüler C: „Also, hier, das Glycerin ist ja ein Bestandteil von Fett, das hab ich mal gehört, und hier, da findet man das auch in der Strukturformel wieder. Also, wenn man jetzt Fett gefahrlos erhitzen kann, dann können wir Glycerin auch ohne Problem erhitzen.“

[Definierte Menge Glycerin wird für eine definierte Zeit erwärmt.]

Schüler D: „Wenn Glycerin ein Bestandteil von Fett ist, dürfte die Erwärmung jetzt ja nicht so hoch ausfallen, da Fett sich, wie wir eben gemessen haben, ja nicht gut erwärmen lässt.“

[Temperatur Glycerin wird ermittelt.]

[Schüler wirken nachdenklich, sie scheinen über den experimentellen Befund zunächst etwas verwundert zu sein.]

Schüler C: „Wie war das noch mit der Mikrowelle, das ging doch bei Dipolen besonders gut, hab ich mal gelesen oder wir haben es im Unterricht gehört.“

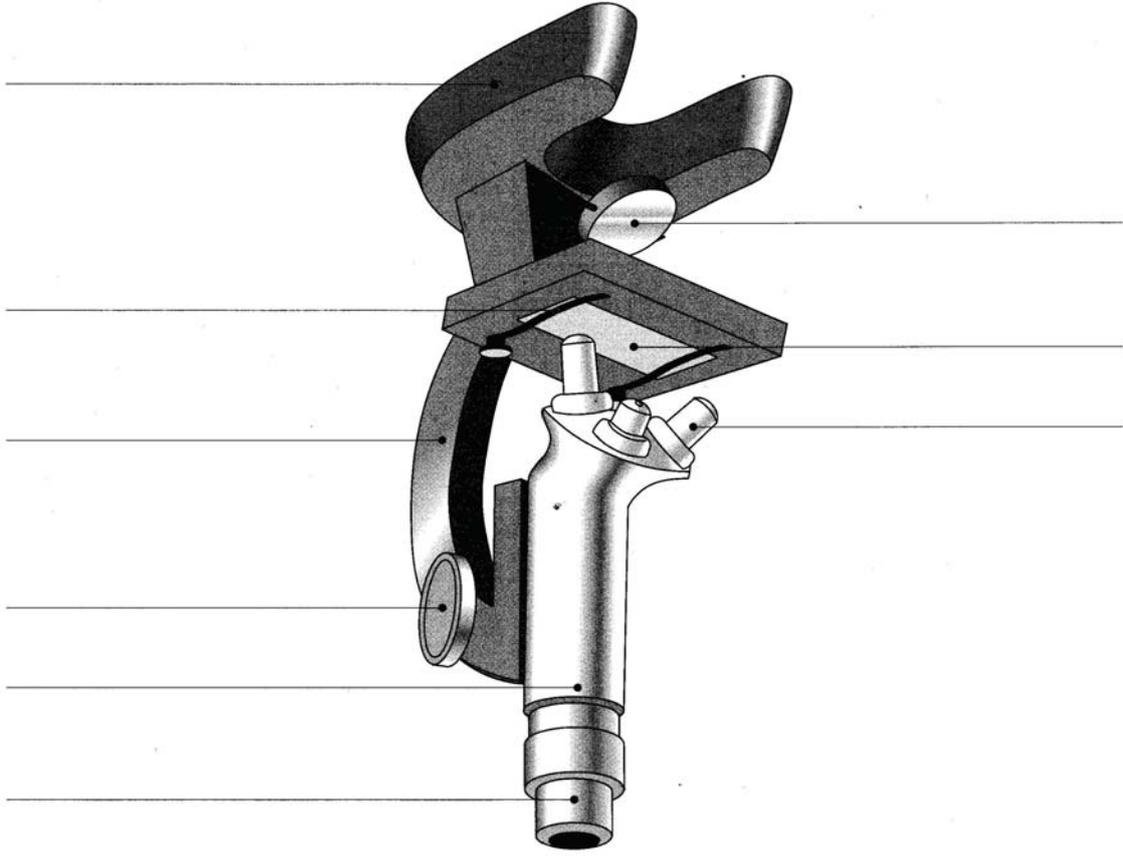
[Schüler lassen sich einen Infozettel über die Funktionsweise eines MW-Ofens geben.]

[Schüler erhitzen nun systematisch Benzin und bestimmen die Temperatur.]

Schüler D: „Benzin hat ja jetzt kein O, deswegen kein Dipol, deswegen keine Erwärmung.“

Schüler C: „Zurück zum Glycerin, das hat sich ja jetzt auch etwas verfärbt, vielleicht färbt es sich ja beim Abkühlen wieder zurück, es gibt ja so was – aber die Temperatur, mmh, hier schau, beim Glycerin ist ja jetzt H₂O drin, also hier ist es ein Dipol und im Fett nicht.“

Auszug: Verlaufsprotokoll – Schülergruppe Gymnasium, Klasse 10, hochbegabt



Das Mikroskop

Sicherlich hast du schon einmal durch eine Lupe – ein Vergrößerungsglas – geschaut. Mit Hilfe einer Lupe kannst du zum Beispiel den Fingernagel deines Daumens bis zu 20mal vergrößert betrachten. Du erkennst dann Einzelheiten, die du mit bloßem Auge nicht siehst. Legst du zwei Lupen übereinander, erzielst du eine noch stärkere Vergrößerung. Leider erscheint das Bild unscharf oder verschwommen. Lupen enthalten gewölbte und geschliffene Gläser: die Linsen. Zwei in einem bestimmten Abstand übereinander befestigte Linsen ergeben ein einfaches Mikroskop. So einfach waren die ersten Mikroskope, die man vor 300 Jahren baute. Heute sind die Mikroskope komplizierter – aber das Prinzip „zwei übereinander liegende Linsen“ ist geblieben.

Als Okular bezeichnet man die Linse, die sich beim Mikroskopieren unmittelbar vor dem Auge befindet. Es ist auswechselbar und vergrößert wie eine Lupe z. B. 5mal, 10mal oder 15mal. Die andere Linse ist das Objektiv, da sie dem zu beobachtenden Gegenstand, dem Objekt zugewandt ist. Auch hier findest du eine Zahl, die die Vergrößerung angibt: auf einem vierzigfach vergrößerndem Objektiv steht die Zahl 40x (x = mal). Zur Ermittlung der Gesamtvergrößerung eines Mikroskops multiplizierst du die Vergrößerungszahlen von Okular und Objektiv.

Der Tubus hält das Objektiv und das Okular in richtiger Lage und im richtigen Abstand voneinander. Es ist eine Röhre, die das Okular trägt. Möchtest du mikroskopieren, stellst du immer zuerst die kleinste Vergrößerung ein. Dazu bewegst du den Objektrevolver. Hier sind verschiedene Objektive eingeschraubt. Durch das Drehen des Objektrevolvers kannst du das passende Objektiv wählen. Nun legst du dein Präparat in die Mitte des Objektisches, genau über die Öffnung. Dadurch gelangt das Licht von der Lichtquelle genau durch das Präparat. Klammere das Präparat mit den Klammern fest.

Zu Beginn sieht man meist noch nichts. Du musst nämlich entweder die Lampe einschalten oder den Spiegel richtig einstellen. Dann schaue durch das Okular und stelle dich vorsichtiges Drehen des Triebrades das Objekt scharf. Reguliere eventuell mit der Blende Helligkeit und Kontrast.

Wenn du fertig bist, stelle die kleinste Vergrößerung ein, nimm dein Präparat vom Objektisch und schalte die Lampe aus. Fasse das Mikroskop nur am Stativ an und trage es zurück in den Schrank. Stelle es vorsichtig auf den Stativfuß. Beachte diese Regeln auch beim nächsten Mikroskopieren, denn das Schülermikroskop ist sehr wertvoll.

Aufgabe:

– Lies den Text über das Mikroskop sorgfältig durch und markiere Schlüsselbegriffe. Vergleiche dazu die Erklärungen im Text mit der Abbildung des Mikroskops in Material 1.

Achtung:

- Nicht alle im Text genannten Begriffe sind zur Beschriftung der Abbildung notwendig.
- Schreibe die markierten Bezeichnungen auf die ausgeteilten Kärtchen und lege die beschrifteten Kärtchen an die richtige Stellen der Abbildung.
- Überprüfe die Zuordnung und übertrage dann die Beschriftung auf das Blatt mit der Abbildung.

Das Mikroskop

Sicherlich hast du schon einmal durch eine Lupe – ein Vergrößerungsglas – geschaut. Mit Hilfe einer Lupe kannst du zum Beispiel den Fingernagel deines Daumens bis zu 20mal vergrößert betrachten. Du erkennst dann Einzelheiten, die du mit bloßem Auge nicht siehst.

Legst du zwei Lupen übereinander, erzielst du eine noch stärkere Vergrößerung. Leider erscheint das Bild unscharf oder verschwommen. Lupen enthalten gewölbte und geschliffene Gläser: die Linsen. Zwei in einem bestimmten Abstand übereinander befestigte Linsen ergeben ein einfaches Mikroskop. So einfach waren die ersten Mikroskope, die man vor 300 Jahren baute. Heute sind die Mikroskope komplizierter – aber das Prinzip „zwei übereinander liegende Linsen“ ist geblieben. Als **Okular** bezeichnet man die Linse, die sich beim Mikroskopieren unmittelbar vor dem Auge befindet. Es ist auswechselbar und vergrößert wie eine Lupe z. B. 5mal, 10mal oder 15mal.

Die andere Linse ist das **Objektiv**, da sie dem zu beobachtenden Gegenstand, dem Objekt zugewandt ist. Auch hier findest du eine Zahl, die die Vergrößerung angibt: auf einem vierzigfach vergrößerndem Objektiv steht die Zahl 40x ($x = \text{mal}$). Zur Ermittlung der Gesamtvergrößerung eines Mikroskops multiplizierst du die Vergrößerungszahlen von Okular und Objektiv.

Der **Tabus** hält das Objektiv und das Okular in richtiger Lage und im richtigen Abstand voneinander. Es ist eine Röhre, die das Okular trägt.

Möchtest du mikroskopieren, stellst du immer zuerst die kleinste Vergrößerung ein. Dazu bewegst du den Objektrevolver. Hier sind verschiedene Objektive eingeschraubt. Durch das Drehen des Objektrevolvers kannst du das passende Objektiv wählen.

Nun legst du dein Präparat in die Mitte des **Objekttisches**, genau über die Öffnung. Dadurch gelangt das Licht von der Lichtquelle genau durch das Präparat. Klammerne das Präparat mit den **Klammern** fest.

Zu Beginn sieht man meist noch nichts. Du musst nämlich entweder die **Lampe** einschalten oder den **Spiegel** richtig einstellen. Dann schaue durch das Okular und stelle durch vorsichtiges Drehen des **Triebbrades** das Objektiv scharf. Reguliere eventuell mit der Blende Helligkeit und Kontrast.

Wenn du fertig bist, stelle die kleinste Vergrößerung ein, nimm dein Präparat vom Objektisch und schalte die Lampe aus. Fasse das Mikroskop nur am **Stativ** an und trage es zurück in den Schrank. Stelle es vorsichtig auf den **Stativfuß**. Beachte diese Regeln auch beim nächsten Mikroskopieren, denn das Schülermikroskop ist sehr wertvoll.

Das Mikroskop und seine Bauteile

Okular:

Als Okular bezeichnet man die Linse, die sich beim Mikroskopieren unmittelbar vor dem Auge befindet. Es ist auswechselbar und vergrößert wie eine Lupe z.B. 5mal, 10mal oder 15mal.

Objektiv:

Die andere Linse ist das Objektiv, da sie dem zu beobachtenden Gegenstand, dem Objekt zugewandt ist. Auch hier findest du eine Zahl, die die Vergrößerung angibt: auf einem vierzigfach vergrößerndem Objektiv steht die Zahl 40x ($x = \text{mal}$).

Tabus:

Der Tabus hält das Objektiv und das Okular in richtiger Lage und im richtigen Abstand voneinander. Es ist eine Röhre, die das Okular trägt.

Objekttisch:

Das Präparat wird immer in die Mitte des Objektisches gelegt, genau über die Öffnung. Dadurch gelangt das Licht von der Lichtquelle genau durch das Präparat.

Klammer:

Manchmal ist es sinnvoll, das Präparat mit den Klammern festzuklammern, um ein Verutschen zu vermeiden.

Lampe oder Spiegel:

Nur wenn du die Lampe eingeschaltet hast oder den Spiegel richtig eingestellt hast, kannst du etwas sehen. Es muss nämlich Licht der Lampe durch das Präparat gelangen.

Triebrad:

Damit kannst du durch vorsichtiges Drehen des Triebbrades das Objektiv scharf einstellen. Es gibt einen Grobtrieb und einen Feintrieb.

Stativ:

Am Stativ sind alle Teile des Mikroskops befestigt. Das Mikroskop darf nur am Stativ angefasst werden, damit keine Teile beschädigt werden.

Stativfuß:

Darauf steht das Mikroskop rutschfest und sicher.

Variation der Bearbeitungstiefe am Beispiel des Lernzirkels „Nano“

Station / Thema & Methode	Anforderungs- bereich 1	Anforderungs- bereich 2	Anforderungs- bereich 3
Station 2 Warum haben Nanoteilchen eine relativ große Oberfläche? Arbeit mit Modellen: Ein Würfel wird in 8 kleinere zerlegt.	Beschreibung der Oberflächenvergrößerung bei zunehmendem Zerteilungsgrad anhand eines Würfels, der in 8 kleinere zerlegt wird.	Berechnung der Oberflächenvergrößerung anhand eines Würfels mit vorgegebener Kantenlänge	Wie AFB 2, jedoch immer weiter gehende Zerteilung; Ableitung einer mathematischen Regel, die den Zusammenhang von Zerteilungsgrad und Oberflächenvergrößerung wiedergibt.
Station 4 Tyndall-Effekt, Größe von Nanoteilchen, Experiment mit LP	Durchführung von Experimenten zum Tyndall-Effekt, Protokoll, Definition des Tyndall-Effekts	Wie AFB 1 + Erklärung der Beobachtungen; Vermutungen über die Teilchengröße	Wie AFB 1 + Erarbeitung einer Definition des Tyndall-Effekts anhand einer Abb.; Zusammenhang von Teilchengröße und Wellenlänge der Lichts

Nach: Woldt, P., Busch, M. & Wlotzka, P. (2012). Klein, kleiner, nano: Unterrichtshilfen Naturwissenschaften Chemie: Materialien für Projekte im Unterricht. Hallbergmoos: Aulis

Die Schülerinnen und Schüler treffen ihre Wahl nach Selbsteinschätzung, unterstützt durch einen Bogen zur Selbstdiagnose.

Kompetenzbereiche und Anforderungsbereiche der Bildungsstandards

		Anforderungsbereich		
		I	II	III
Kompetenzbereich	Fachwissen	Kenntnisse und Konzepte zielgerichtet wiedergeben	Kenntnisse und Konzepte auswählen und anwenden	komplexere Fragestellungen auf der Grundlage von Kenntnissen und Konzepten planmäßig und konstruktiv bearbeiten
	Erkenntnisgewinnung	bekanntere Untersuchungsmethoden und Modelle beschreiben, Untersuchungen nach Anleitung durchführen	geeignete Untersuchungsmethoden und Modelle zur Bearbeitung überschaubarer Sachverhalte auswählen und anwenden	geeignete Untersuchungsmethoden und Modelle zur Bearbeitung komplexer Sachverhalte begründet auswählen und anpassen
	Kommunikation	bekanntere Informationen in verschiedenen fachlich relevanten Darstellungsformen erfassen und wiedergeben	Informationen erfassen und in geeigneten Darstellungsformen situations- und adressatengerecht veranschaulichen	Informationen auswerten, reflektieren und für eigene Argumentationen nutzen
	Bewertung	vorgegebene Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes erkennen und wiedergeben	geeignete Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes auswählen und nutzen	Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes aus verschiedenen Perspektiven abwägen und Entscheidungsprozesse reflektieren

Aufgaben variieren – schwerer, leichter, anders

Biologie: Bsp. Asseln

- Asseln lieben es feucht und dunkel. Entwerfe ein oder mehrere Experimente, mit deren Hilfe du diese Aussage bestätigen oder widerlegen kannst.
- Asseln lieben es feucht und dunkel. Entwerfe ein Experiment, mit dessen Hilfe du zeigen kannst, dass Asseln die Dunkelheit oder die Feuchtigkeit lieben.
- Du hast ein Experiment im Unterricht gesehen^{*)}, das gezeigt hat, dass Asseln die Dunkelheit lieben. Wandle es so ab, dass du untersuchen kannst, ob sie es lieber feucht oder trocken haben.

^{*)} Vgl. z.B. Videoclip des Hypersoilsprojekts der Uni Münster (www.stuedel.de/ressourcen/asseln.avi)

Chemie: Bsp. Ölpest

Nach Ölunfällen wie 2012 im Golf von Mexico wird oft diskutiert, Bakterien einzusetzen, die sich von Erdöl ernähren.

- Macht es Sinn, große Mengen solcher Bakterien ins Meer zu bringen? Was ist mit der Annahme, dass je größer deren Menge, desto schneller wird das Erdöl abgebaut? Begründe dein Urteil.
- Bakterien benötigen Sauerstoff, um Erdöl zu „verdauen“. Schätze begründet ab, wie viel kg Sauerstoff sie für ein kg Erdöl benötigen. Ersetze dabei das Stoffgemisch Erdöl durch eine geeignete Modellsubstanz.
- Bakterien benötigen ca. 2 kg Sauerstoff, um 1 kg Erdöl abbauen zu können. Der Sauerstoffgehalt im Meerwasser beträgt ca. 6 mg/L. Wie groß ist die Wassermenge, die den Bakterien den notwendigen Sauerstoff liefern könnte mindestens? Beziehe dich auf 1 kg Erdöl.

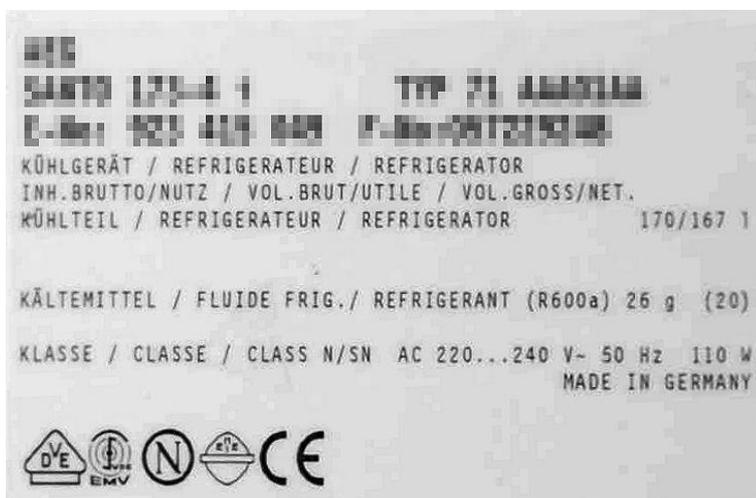
Physik: Bsp. Kühlschrank als Wärmequelle

Tina und Sven beziehen ihre erste Wohnung. Alle Möbel sind schon da, aber die Heizung geht noch nicht. Tina hat eine Idee:

„Wir könnten doch einfach den Kühlschrank anschließen, der ist ja sowieso noch leer.

Dann wird es wärmer!“ – Sven nickt: „Aber dann muss auch die Kühlschranktür offen bleiben!“

- Wird der Plan von Tina und Sven funktionieren? Begründet eure Antwort!
- Ob es Tina und Sven richtig warm wird? Auf der Rückseite des Kühlschranks finden sie dieses Typenschild.



Aufgaben mit gestuften Hilfen (AmH)

ähneln dem Einsatz von Aufgaben mit Musterlösungen; der Unterschied besteht darin, dass die Lösung nicht am Stück präsentiert wird, vielmehr werden die Lernenden bei Bedarf schrittweise durch den Bearbeitungs- und Lösungsprozess geleitet bzw. begleitet.

AmH wurden zuerst im Mathematikunterricht eingesetzt, bevor sie in den letzten Jahren des vergangenen Jahrhunderts von Josef Leisen für die naturwissenschaftlichen Fächer adaptiert wurden und kurze Zeit später im Kontext der SINUS-Modellversuche eine breitere Rezeption fanden.

Nach der empirischen Bestätigung der lernfördernden Wirksamkeit von AmH entstanden mit Unterstützung vieler Lehrkräfte vier Bände mit Aufgaben für alle Bereiche der Naturwissenschaften. Hatten wir ursprünglich Schülerinnen und Schüler mit ungünstigen Lernvoraussetzungen als Zielgruppe im Auge, so reicht das Spektrum inzwischen vom naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht bis in die gymnasiale Oberstufe, weil sich das Aufgabenformat sowohl für einfache wie auch für komplexere naturwissenschaftliche Problemstellungen als geeignet erwiesen hat. Beispielaufgaben gibt es inzwischen in großer Zahl.

AmH verstehen sich, aufs Lernen bezogen, als adaptive Methode bzw. als Instrument mit selbstdifferenzierendem Charakter: die leistungsstärkeren Schülerinnen und Schüler sollen eine vorgelegte Aufgabe möglichst ohne Benutzung von Hilfen lösen können, die weniger leistungsfähigen können die Hilfen ihrem eigenen Lerntempo entsprechend aufnehmen und benutzen. Zum Abgleich mit der eigenen Lösung sollen jene Schülergruppen, die ohne Hilfen gearbeitet haben, am Schluss die letzte Hilfe aufnehmen: hier finden sie die von der Lehrkraft entwickelte Musterlösung.

Die „klassische“ Aufgabe mit gestuften Hilfen (auf Papier) besteht dazu aus

- dem Aufgabenblatt (Beispiel) und
- 5 bis 7 Hilfekärtchen bzw. –faltbriefen (Beispiel)

Günstig ist die Bearbeitung in der Zweiergruppe, andere Sozialformen sind ebenso möglich.

Schritt für Schritt zu Aufgabe und Hilfen - Kurzfassung

1. Aufgabenthema bestimmen eingepasst in aktuellen Unterricht
2. Prüfen ob linearer Lösungsweg naheliegt
3. Aufgabenstellung formulieren, möglichst in 1 bis 2 Sätzen
4. Prüfen ob Aufgabe für leistungsstarke Lerner ohne Hilfen lösbar ist
5. "Wie würde ich im dialogischen Unterrichtsgespräch vorgehen?"
6. Welche Vorwissenselemente können aktiviert werden?
7. Welche lernstrategischen Impulse könnten hilfreich sein?
8. Hilfen formulieren und in Tabelle eintragen, ggf. Skizze dazu
9. Logik der Hilfenfolge überprüfen
10. Komplettlösung in letzter Hilfe überprüfen
11. Überarbeitete Hilfentexte und Skizzen/Abbildungen in gewählte Präsentationsform übertragen (z.B. zum Ausdruck)
12. Hilfen doppelseitig ausdrucken (Anzahl = Schülerzahl : 4)
13. Mittig durchschneiden, falten, sortieren, mit Klammer versehen
14. Im Unterricht einsetzen

mehr dazu: http://www.stäudel.de/AG_aufgaben_hilfen_klassisch_1.html

Aufgaben mit gestuften Hilfen via Tablet oder Smartphone

Im Unterschied zu den Hilfen auf Papier, die ausgedruckt und gefaltet werden müssen, bietet das „Hilfen via Smartphone“-Format die Möglichkeit, dass die Lernenden diese Art gezielter Unterstützung zur Lösung einer Aufgabe über ein Tablet bzw. ihr Smartphone abrufen können. Die Hilfen werden dazu als html-Dateien auf einem Server abgelegt und sind über QR-Codes zugänglich. Dazu ist lediglich eine (kostenlose) App notwendig, z.B. der „Barcode-Reader“ für Android-Betriebssysteme.

Wie bei der Papierversion wird den Schülerinnen und Schülern nahegelegt zu versuchen, die Aufgabe zunächst ohne Inanspruchnahme der Hilfen zu bearbeiten. Ihre Lösung können sie dann mit der Musterlösung („letzte Hilfe“) vergleichen, zu der ein direkter Zugang via QR-Code angeboten wird. Die Folge der Hilfen bzw. der Impulse und Antworten ist mit einer veränderbaren Zeitverzögerung versehen. Hier gelangen die Lernenden nach Abruf bzw. Durcharbeiten aller Hilfen zur Musterlösung.

Da die Hilfen in je einer eigenen html-Datei abgelegt sind, kann Text auch mit Abbildungen (oder Video-Clips) kombiniert angeboten werden. Wie empirisch belegt, sind Skizzen zur Visualisierung eines Zwischenstandes der Bearbeitung bzw. zur Ergänzung von z.B. angedachten Versuchen besonders lernwirksam.

Die Aufgaben können entweder als fertige eingesetzt werden oder nach den Bedürfnissen einer Klasse bzw. Lerngruppe selbst erstellt werden. Im ersten Fall müssen lediglich die Arbeitsblätter mit der Aufgabe ausgedruckt oder kopiert werden; die Hilfen könnten entweder von einem externen Server abgerufen werden oder vom schuleigenen Server. In Schulnetzwerken mit WLAN kann der Abruf kostenfrei erfolgen.

Sollen selbst entwickelte Aufgaben und Hilfen genutzt werden, dann müssen die Hilfen in die html-Masken eingefügt werden und es müssen die QR-Codes erzeugt werden, die auf die betreffenden Serverplätze verweisen. Das erforderliche Set von Dateien zum Eintragen der Hilfetexte steht als Download zur Verfügung, ebenso eine Schritt-für-Schritt-Anleitung. In Kürze wird auch ein Tool bereitgestellt, das das Editieren der html-Masken ganz überflüssig macht.

Neben den genannten Tools zur Herstellung eigener Aufgaben gibt es eine Anzahl von ausgearbeiteten Beispielaufgaben. Die Arbeitsblätter stehen als editierbare Word-Dokumente zur Verfügung und können ausgedruckt werden. Die zugehörigen Hilfen liegen zurzeit auf dem Server (www.guteunterrichtspraxis-nw.org) und müssen via Internet abgerufen werden.

Die verfügbaren Aufgaben drehen sich um folgende Themen bzw. Fragestellungen:

- Lieben Asseln die Dunkelheit?
- Was braucht Kresse zum Keimen?
- Farbwechsel beim Birkenspanner
- Lichtschalter am Bett (Schaltungen)
- Sonnentaler (Optik)
- Pat und Patachon (Kräftezerlegung)
- Reaktionen in der Petrischale (Chemie)
- Die Atomare Dimension messen (Physik / Chemie)
- Das Blue-Bottle- Experiment (Chemie)
- Wie trennt man Kunststoffe? (NaWi)
- Wie funktioniert Gefriertrocknen? (Physik / Chemie)
- Der Trick mit den Cocktailgläsern (Mathematik)
- Dipol Wasser (Chemie / Physik)

Alle Materialien und Beispiele sind als OER freiverfügbar und veränderbar. Es gilt eine Lizenz entsprechend CC BY-SA 4.0.

Wie funktioniert ein Schnellkochtopf?

Die Klassenfahrt geht dieses Jahr auf eine Alpenhütte mit Selbstversorgung. Die Liste der Sachen, die mitgenommen werden sollen, ist schon lang. Aber alles muss zu Fuß mit auf den Berg getragen werden. Darum protestieren einige Schüler, als Imke vorschlägt, auch noch einen Schnellkochtopf mitzunehmen.

„Warum sollen wir uns damit abschleppen?“ fragt Marco.

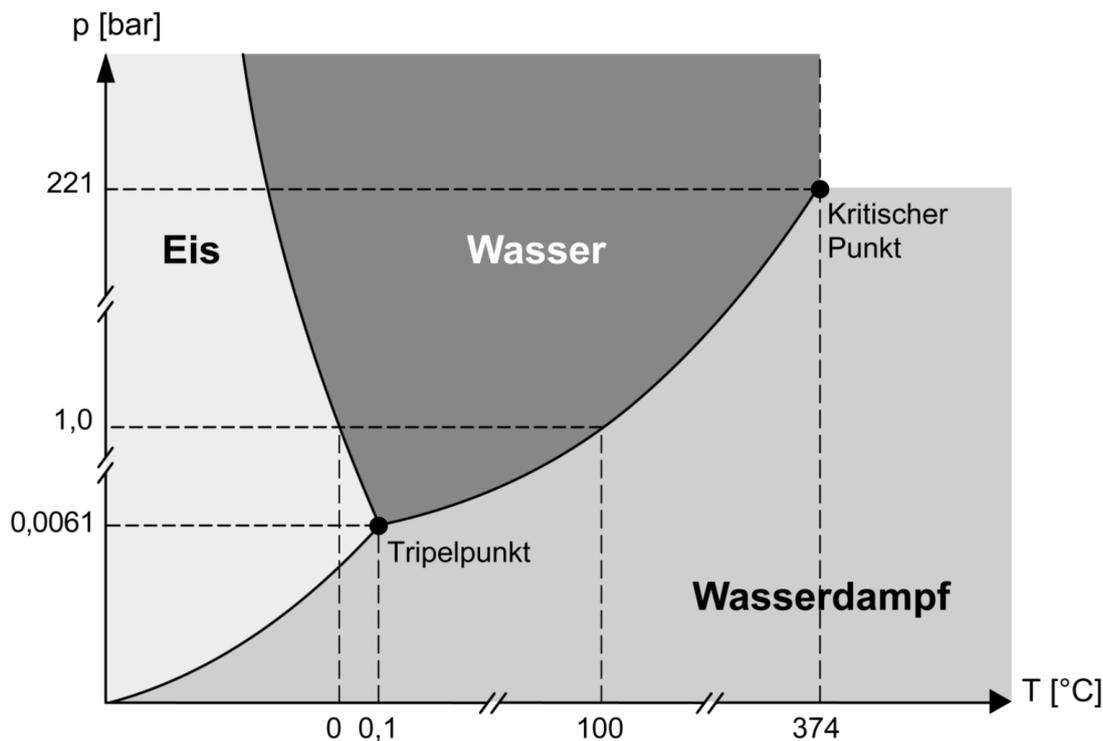
„Na, wenn du dann immer die ganze Zeit am Herd stehen willst, bis die Kartoffeln gar sind, dann kann er ja hier bleiben. Ich könnte die halbe Stunde besser nützen“, antwortet Imke.



Eure Aufgabe

Findet heraus, warum ein Schnellkochtopf in höheren Lagen besondere Vorteile beim Kochen – z. B. von Kartoffeln – bringen kann.

Nehmt dazu das Phasendiagramm des Wassers zu Hilfe.



Versucht zunächst, die Aufgabe ohne Hilfen zu lösen. Bei Bedarf benutzt ihr die ausgeteilten Hilfen oder ladet sie über den QR-Code <H> auf euer Tablet herunter.

Wenn ihr ohne Hilfen zu einem Ergebnis kommt, dann vergleicht es mit der Musterlösung (Hilfe 6 oder QR-Code <L>).



Reaktionen in der Petrischale

Ihr habt in der letzten Stunde beobachten können, wie sich verschiedene Salze in Wasser lösen.

- Wenn man einen Kochsalzkristall in Wasser legt, dann kann man sehen, wie sich ausgehend vom Feststoff Schlieren bilden.
- Löst man ein Körnchen Kaliumpermanganat in Wasser, dann sieht man, wie sich die lilagefärbte Zone immer weiter ausdehnt.

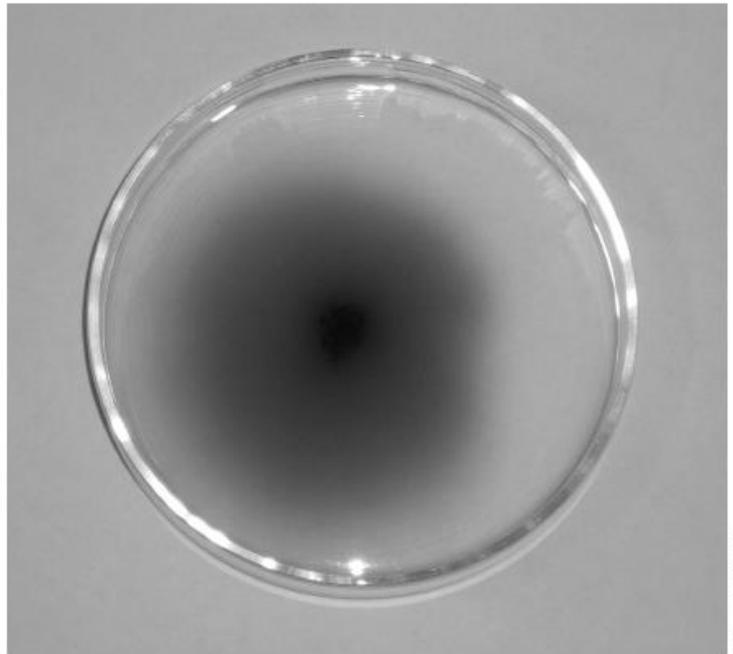


Foto: Lutz Stiudiel

Aufgabe

Ihr sollt von diesen Beobachtungen ausgehend eine Vorhersage für folgenden Versuch machen:

In eine Petrischale mit Wasser werden an den gegenüberliegenden Seiten je etwas festes Kochsalz und etwas festes Silbernitrat gegeben.

Wo wird eurer Meinung nach zuerst eine Reaktion stattfinden?

Was wird weiter zu beobachten sein?

Macht zur Darstellung eurer Überlegungen eine (oder mehrere) Skizzen!



Ihr könnt versuchen, die Aufgabe **ohne Benutzung der angebotenen Hilfen** zu lösen. Wenn ihr fertig seid, dann vergleicht euer Ergebnis mit der Musterlösung. Dazu folgt ihr dem QR-Code links.

Wenn ihr die **Hilfen zur Lösung der Aufgabe** nutzen wollt, dann folgt dem QR-Code rechts.

Erklärt euch zuerst gegenseitig die Aufgabe noch einmal in euren eigenen Worten. Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was euch noch unklar ist.

