

# SEIFENBLASEN

## HINWEISE FÜR LEHRENDE

### ÜBERBLICK

Die Versuchsreihe „Seifenblasen“ besteht aus drei Arbeitsblättern („Forscherblättern“), die nicht zwingend nacheinander bearbeitet werden müssen.

#### SEIFENBLASEN 1 – EIN KUGELRUNDER EINSTIEG

Hier geht es um die verschiedenen Möglichkeiten, Seifenblasen zu erzeugen und verschiedene Seifenlösungen zu vergleichen. Außerdem sollen sich die Schülerinnen und Schüler (im Folgenden immer SuS) mit der Frage befassen, wie man das Gewicht einer Seifenblase bestimmen kann.

#### SEIFENBLASEN 2 – FÜR FORTGESCHRITTENE BLASENMACHER

Auf diesem Forscherblatt gibt es viele unterschiedliche Fragestellungen und Anregungen für Experimente mit Seifenblasen. Der Schwerpunkt liegt auf der Durchführung genauer Messungen.

#### SEIFENBLASEN 3 – DAS SEIFENBLASENLABOR

Die auf den ersten beiden Forscherblättern gewonnenen Erkenntnisse über Seifenblasen können nun an selbst hergestellten Seifenblasenlösungen überprüft werden. Tüftler erhalten die Aufgabe, eine Seifenblasenmaschine zu bauen.

### WICHTIGE HINWEISE – BITTE BEACHTEN

Wenn viele SuS gleichzeitig mit Seifenblasenlösung hantieren, kann der Boden sehr schnell rutschig werden. Am Ende der Stunde muss der Boden wieder trockengewischt werden.

Wir empfehlen, ausreichend Haushaltspapier bzw. Papierhandtücher zur Verfügung zu stellen. Auch ein Satz nasser Lappen und Bodenwischtücher sind sinnvoll.

### METHODISCH-DIDAKTISCHE HINWEISE

#### SEIFENBLASEN 1 – EIN KUGELRUNDER EINSTIEG

Die Einstiegsstunde sollte stärker strukturiert sein als die anderen. Da alle SuS sicher schon oft mit Seifenblasen „gespielt“ haben, können sie sofort mit den Experimenten beginnen. Wichtig ist, dass die SuS genau beobachten lernen. Das Ziel der ersten Stunde ist, alle Fragestellungen zu bearbeiten. Besonderer Wert sollte auf das Führen des Laborbuchs gelegt werden.

#### PRAXISTIPP

Geben Sie folgenden Hinweis zum Führen des Laborbuchs: „Führe das Laborbuch so, dass ein krankes Gruppenmitglied ohne deine Hilfe weiß, was du letzte Stunde gemacht hast. Dazu musst du notieren, was du ausprobiert hast, was gut und was schlecht funktioniert hat.“

Anregend für die SuS ist es, mit vielen verschiedenen Seifenblasen und Pustern zu experimentieren. Natürlich wird dabei auch gespielt; das Ziel, reproduzier- und messbare Ergebnisse zu erhalten, lenkt erfahrungsgemäß die Spielfreude in sinnvolle wissenschaftliche Bahnen. Irgendwann erkennt jede Gruppe, dass Willkür nicht wirklich gute Resultate zeigt.

Bei der Massenbestimmung wird viel ausprobiert. Seifenblasen einzeln oder in Gruppen auf Oberflächen zu befestigen ist recht beliebt. Es gibt aber auch Gruppen, die sich aus einem „Schwarm“ immer etwa gleich große Blasen aussuchen, gezielt „einfangen“ und platzen lassen.



Gewichtsbestimmung von Seifenblasen

Eine andere praktikable Methode, das Gewicht einer Seifenblase zu bestimmen, ist das Wiegen des Pusters mit Seifenlösung vor und nach dem Pusten. Zu diskutieren ist in beiden Fällen, dass das Gewicht der Luft im Innern der Blase kaum ins Gewicht fällt. Clevere SuS erkennen zwar, dass der Druck im Innern höher sein muss als außerhalb – aber der kann nicht riesig sein, sonst würden die Blasen ja sofort platzen.

#### PRAXISTIPP

Das Gewicht der Blasen hängt von der Größe und der benutzten Seifenlösung ab und liegt in der Größenordnung einiger Milligramm. Je mehr Seifenblasen erzeugt und zur Mittelwertbestimmung genutzt werden, desto weniger Fehler entstehen durch wegfliegende Tröpfchen oder Messungenauigkeiten.

Bei der Bestimmung der Lebensdauer von Seifenblasen dürfen diese nicht an irgendwelche Gegenstände stoßen. Daher ist es bei diesem Versuch wichtig, dass es absolut windstill ist und die SuS viel Platz haben.

#### MATERIALIEN

Die Forscher-Checklisten der Arbeitsblätter enthalten die für jede Gruppe benötigten Materialien. Aus unserer Erfahrung heraus geben wir Ihnen folgende Empfehlung:

Die Waagen für die Gewichtsbestimmung von Seifenblasen sollten optimalerweise eine Genauigkeit von 0,01g besitzen. Diese Waagen gibt es für weniger als 50 Euro. Sie müssen nicht eichfähig sein – das spart Geld.

Legen Sie alle Materialien auf einem Tisch bereit, sodass sich die einzelnen Gruppen ihre Sachen selber holen können. Grundregel: Jeder bringt die Sachen dorthin zurück, wo er sie geholt hat.

#### ZEITBEDARF

Dieses Arbeitsblatt ist für eine Doppelstunde konzipiert. Die SuS sollten auf jeden Fall wissen, zu welcher Uhrzeit sie mit dem Putzen und Aufräumen beginnen müssen.

#### PRAXISTIPP

Bestimmen Sie eine Schülerin oder einen Schüler, die oder der an die Aufräumzeit erinnert.

#### MÖGLICHE ERGEBNISSE DER EXPERIMENTIERPHASE

Besonders große Seifenblasen erhält man, wenn man langsam pustet. Bei manchen Pustern ist es hilfreich, auch schräg von unten zu blasen.

Viele Seifenblasen kann man erzeugen, indem man zügig, aber mit einem gleichbleibenden Luftstrom bläst.

#### PRAXISTIPP

Hier haben die SuS schon erfolgreich einen Föhn eingesetzt. Mit diesem lässt sich auch der Zusammenhang zur Temperatur der Luft untersuchen (im zweiten Forscherblatt).

Eine durchschnittliche Seifenblase mit einem Durchmesser von 4 cm hat ein Volumen von ca. 33 cm<sup>3</sup> und wiegt im Schnitt einige wenige Milligramm. Die Lebensdauer von Seifenblasen ist völlig unterschiedlich und hängt sehr stark von den äußeren Bedingungen ab.

#### PRAXISTIPP

Die Lebensdauer einer Seifenblase lässt sich nicht berechnen. Diese Aussage ist für interessierte SuS sehr motivierend – das ist echte Forschung.

## SEIFENBLASEN 2 – FÜR FORT- GESCHRITTENE BLASENMACHER

Im zweiten Teil werden die Forscherfragen anspruchsvoller. Es geht nun über das reine Beobachten und Beschreiben hinaus. Hier sollen die SuS Messungen an ihren Seifenblasen-Experimenten durchführen und verschiedene Parameter variieren. Es ist wichtig, den SuS klarzumachen, dass immer nur ein Parameter verändert werden darf, um dessen Auswirkung auf das Ergebnis beurteilen zu können.

Die im Arbeitsblatt genannten Fragen dienen für die Forschergruppen als Anregung und müssen nicht alle bearbeitet werden; auch die Reihenfolge können die Gruppenmitglieder selbst festlegen. Es ist ebenfalls in Ordnung, wenn die Gruppen andere Untersuchungen anstellen wollen. Wir halten es für wichtig, hier die Eigenständigkeit zu fördern und zu unterstützen.

Sollte sich eine Gruppe an einer Fragestellung „festbeißen“, wägen Sie ab, ob Sie das zulassen oder den SuS empfehlen, zu einem – vielleicht auch offenen – Abschluss zu kommen und sich einer neuen Frage zuzuwenden.

Da in diesem Abschnitt sehr viele verschiedene Fragestellungen bearbeitet werden können, ist es besonders wichtig, dass die einzelnen Gruppen ihre Ergebnisse selbstständig, sauber und ausführlich im Laborbuch dokumentieren.

### PRAXISTIPP

Anhand der hoffentlich gut geführten Laborbücher können Sie sich leicht einen Überblick über den Stand der Arbeiten in den einzelnen Gruppen verschaffen und so das weitere Vorgehen mit der Gruppe planen.

Sehr gute SuS können beim Gewicht-Größen-Zusammenhang mit der Formel für das Volumen einer Hohlkugel arbeiten. Das Volumen (und damit auch die Masse) wächst bei gleichbleibender Schichtdicke mit  $r^3$  (d. h. eine doppelt so große Seifenblase benötigt die achtfache Menge an Seifenlauge). Dies lässt sich experimentell testen und nachrechnen mit  $V_{\text{Kugel}} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$ .

### PRAXISTIPP

Die Größe einer Blase lässt sich gut mit Handykameras messen (Maßstab mitfilmen).

Bei der Farbigkeit von Seifenblasen gibt es die Theorie, dass die Seifenhaut während des „Lebens“ der Seifenblasen immer dünner wird und deshalb bei der Blase immer eine unterschiedliche Farbe vorherrscht. Auch das lässt sich testen.

### PRAXISTIPP

Untersuchungen zur Farbigkeit lassen sich sehr gut auf einem Tisch durchführen, den man mit Seifenlauge benetzt. Auf dieser Oberfläche können Seifenblasen „überleben“ und lassen sich somit beobachten.

### MATERIALIEN

Die benötigten Materialien sind in der Checkliste des Arbeitsblattes aufgezählt. Wir empfehlen, dass Sie den SuS zeigen, wo die einzelnen Materialien in den Schränken zu finden sind. Dann kann sich jede Gruppe nehmen, was sie braucht, und alles am Ende wieder wegräumen. Dies gilt natürlich nicht für Chemikalien.

### PRAXISTIPP

Stellen Sie mehrere unterschiedliche Seifenlösungen zur Auswahl bereit. Auch verschiedene Pusterformen gibt es zu kaufen.

## SEIFENBLASEN 3 – DAS SEIFENBLASENLABOR

**Für Chemiker:** Herstellung eigener Seifenblasenlösungen und deren Optimierung

**Für Bastler:** Herstellung einer Seifenblasen-Blasmaschine

Im Internet findet man sehr viele unterschiedliche Seifenblasenrezepte. Das aufgeführte Rezept wurde von uns getestet; es funktioniert sehr gut. Ein Austesten verschiedener Rezepte kann natürlich auch sehr spannend sein. Ein gutes Rezept für die Herstellung dauerhafter Seifenblasen haben wir bisher nicht finden können. Diese Fragestellung ist in der Praxis folglich nicht erprobt – und somit ein echtes Forschungsziel.

Nach unserer Erfahrung ist es schwierig, eigene Puster herzustellen, die ähnlich gut wie gekaufte (oder sogar besser) funktionieren. Hier haben die Hersteller Optimierungsarbeit geleistet. Der Vergleich zweier unterschiedlicher Puster mit gleicher Seifenlösung dagegen ist aufschlussreich.



Stabile Seifenblasen (Hagemann Bildungsmedien)

Bei der Seifenblasenmaschine ist Kreativität gefragt – hier kann nach Herzenslust geschraubt, gesägt und gebaut werden. Es gab auch schon Maschinen, die mit Elektromotoren gesteuert wurden. Wer will und kann, automatisiert das Ganze noch mit einem Mikrocontroller.

#### PRAXISTIPP

Es ist möglich, dass auch elektrische Geräte mit Netzstecker eingesetzt werden müssen. Beachten Sie dann die Richtlinien für Sicherheit im Unterricht.

#### DAUERHAFTE SEIFENBLASEN

Es gibt auch „dauerhafte Seifenblasen“ (zum Beispiel Playtastic oder Pustefix stubbles). Sie faszinieren die SuS erfahrungsgemäß, weil sie dem Alltagsgefühl im Umgang mit Blasen als dem Symbol für Vergänglichkeit vollständig widersprechen. Weil sie nicht platzen, sondern an Luft aushärten, kann man mit ihnen viel leichter experimentieren als mit den flüchtigen Blasen aus reiner Seifenhaut. Mit den dauerhaften Blasen lassen sich auch alle Forschungsfragen der vorangegangenen Forscherblätter anpacken. Davon ausgehend lassen sich aber auch flüchtige und dauerhafte Blasen im Vergleich untersuchen. Wie unterscheiden sie sich beispielsweise von ihren „platzenden Kollegen“ (Gewicht, Größe, Farben, Dicke der Seifenschicht ...)?

## WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

### AUFBAU VON SEIFENBLASEN

Seifenblasen bestehen aus einem dünnen (dipolaren) Wasserfilm, an dem sich innen und außen Seifenmoleküle anlagern mit einer dem Wasser zugewandten polaren, hydrophilen Carboxylat-Gruppe und einem dem Wasser abgewandten unpolaren, hydrophoben Alkylrest. Der Aufbau ähnelt dem von Biomembranen, jedoch befindet sich bei Seifenblasen das Wasser innerhalb der Membran, nicht außerhalb.

### WESHALB SEIFENBLASEN PLATZEN

Eine Seifenblase entsteht, wenn sich ein dünner Wasserfilm mit Seifenmolekülen vermischt. Beim Aufblasen entsteht eine Kugelform. Infolge des gravitationsbedingten Auslaufens (Drainage) der zwischen den Seifenfilmoberflächen befindlichen Flüssigkeit dünnt eine Seifenblase in ihrem oberen Teil zunehmend aus. Man kann das beobachten, wenn man eine Seifenlamelle in eine Tassenöffnung zieht und dann senkrecht hält. Zudem erfolgt im Laufe des Auslaufprozesses eine Anreicherung von seifenfilmstabilisierenden Tensidmolekülen im unteren Bereich der Seifenblase, sodass deren obere Region infolge des relativen Mangels von an die Oberfläche adsorbierten Tensidmolekülen zusätzlich destabilisiert wird. Tatsächlich platzen die meisten Seifenblasen im oberen Teil. Das Verdunsten kann man behindern, indem man die Seifenblase in ein Einmachglas „sperrt“. Dadurch verlängert sich die Lebensdauer der Blase erheblich.

Die Schichtdicke der Seifenblase lässt sich auch beobachten: Spiegelt die Oberfläche in bunten Interferenzfarben, ist die Schichtdicke vergleichbar mit der Well-

enlänge des Lichts. Bei abnehmender Schichtdicke wird die Seifenhaut zunächst farblos und zum Schluss dunkel.

### ÖBERFLÄCHENSÖANNUNG

Die Erzeugung von Seifenblasen ist möglich, da die Oberfläche einer Flüssigkeit – in diesem Falle des Wassers – eine Oberflächenspannung besitzt, die zu einem elastischen Verhalten der Oberfläche führt. Häufig wird angenommen, dass die Seife nötig ist, um die Oberflächenspannung des Wassers zu vergrößern. Das Gegenteil ist jedoch der Fall: Die Oberflächenspannung des Seifenwassers ist nur etwa ein Drittel so groß wie die des Wassers. Blasen mit reinem Wasser zu machen ist so schwierig, weil die Oberflächenspannung zu hoch ist, wodurch die Blase sofort zerplatzt. Zusätzlich verlangsamt die Seife die Verdunstung, sodass die Blasen länger halten. Der Luftdruck in einer Seifenblase ist höher als der Druck außerhalb.

### KUGELFORM

Die Oberflächenspannung ist ebenfalls der Grund für die kugelförmige Gestalt der Seifenblasen. Durch Minimierung der Oberfläche zwingt sie die Blase in diese Form, da von allen möglichen Formen zu einem gegebenen Volumen die Kugel die kleinste Oberfläche aufweist. Ohne äußere Kräfte (insbesondere Schwerkraft in Kombination mit Luftreibung) würden alle Blasen ideale Kugelform besitzen. Aufgrund ihres geringen Eigengewichts kommen Seifenblasen diesem Ideal in der Realität sehr nahe.

Quelle: [www.chemie.de/lexikon/Seifenblase](http://www.chemie.de/lexikon/Seifenblase)

## WETTBEWERB ZUM ABSCHLUSS

Zum Abschluss der Einheit „Seifenblasen“ kann ein interner Wettbewerb stattfinden. Wir schlagen Folgendes vor:

- ▶ Entwickle aus beliebig vielen Zutaten eine Seifenblasenmischung, mit der man möglichst große (oder viele) Seifenblasen herstellen kann. Der Test läuft mit einem Puster deiner Wahl und einem Kaltluftföhn.
- ▶ Entwickle einen Puster, mit dem man mit nur 1x Eintauchen möglichst viele Seifenblasen machen kann.
- ▶ Kann man mit zwei Tischtennisschlägern Seifenblasen-Tennis spielen? Entwickle eine Seifenblasenmischung, mit der man Tennis spielen kann, und fordere deine Mitforscher zum Match heraus.

## SEIFENBLASEN 1 – EIN KUGELRUNDER EINSTIEG

Forscher-Checkliste	
	verschiedene Seifenblasenmischungen
	Waage
	Stoppuhr

Seifenblasen sind geheimnisvoll schillernde Gebilde. Erforsche die Rätsel der bunten Luftkugeln. Zuerst die notwendigen Einträge ins Laborbuch und schon kann es losgehen.

### ERSTER EINTRAG INS LABORBUCH

- ▶ Name des Forscherblattes, Datum
- ▶ Mitglieder der Gruppe mit Aufgabenzuordnung (Protokoll? Zeitmanager?)
- ▶ Welche Seifenblasenmischungen sollen untersucht werden?

### UNTERSUCHUNGEN

- ▶ Wie musst du pusten, um mit 1× Atemholen möglichst große Seifenblasen zu erzeugen?
- ▶ Wie musst du pusten, um mit 1× Atemholen möglichst viele Seifenblasen zu erzeugen?
- ▶ Vergleiche zwei unterschiedliche Seifenlösungen – welche Unterschiede gibt es bei den entstehenden Blasen?
- ▶ Wie lange „lebt“ eine Seifenblase im Schnitt? Gibt es Unterschiede bei den verschiedenen Produkten?
- ▶ Wie kannst du das Gewicht einer Seifenblase messen?

### AUCH DAS GEHÖRT INS LABORBUCH

- ▶ Beschreibe das genaue Vorgehen bei den Versuchen.
- ▶ Fasse die Beobachtungen mit einigen Sätzen zusammen, z. B. „Je stärker man pustet, umso ...“
- ▶ Was willst du in der nächsten Stunde untersuchen?



## SEIFENBLASEN 2 – FÜR FORTGESCHRITTENE BLASENMACHER

Forscher-Checkliste	
	Zucker, Stärke, Spülmittel, Handseife, Shampoo ...
	verschiedene Seifenblasenmischungen
	verschiedene Puster
	Waage
	Stoppuhr
	kleine Schälchen für die Seifenlösung
	Thermometer
	Föhn/Ventilator
	Digitalkamera oder Handkamera

Als echter Forscher kannst du jetzt alle möglichen Versuche mit Seifenblasen durchführen und versuchen, Erklärungen für deine Beobachtungen zu finden. Lies dir die Forscherfragen durch und überlege zusammen mit deinen Gruppenmitgliedern, was ihr zuerst untersuchen wollt. Eure Lehrkraft wird euch darüber informieren, wie viel Zeit ihr für eure Forschungen habt. Gebt der Lehrerin bzw. dem Lehrer rechtzeitig Bescheid, wenn Materialien besorgt werden müssen.

### UNTERSUCHUNGEN

- ▶ Vergleiche zwei unterschiedlich große Puster. Ändert sich dadurch die Anzahl oder die Größe der Seifenblasen?
- ▶ Wie kann man die Größe einer Blase auf geschickte Weise genau messen? (Tipp: Handkamera)
- ▶ Ist eine doppelt so große Blase eigentlich doppelt so schwer?
- ▶ Lässt sich die Lebensdauer durch Zugabe von irgendwelchen Stoffen (Zucker, Stärke ...) verbessern?

- ▶ Wie lange braucht eine Blase, bis sie am Boden ist? (Nur bei Windstille untersuchen!)
- ▶ Sinken eigentlich große oder kleine Blasen schneller zu Boden?
- ▶ Wie ändert sich die Lebensdauer, wenn man mit kalter oder warmer Luft pustet?
- ▶ Seifenblasen ändern die Farbe beim Fliegen – wie unterscheiden sich zwei verschiedene Seifenlösungen?
- ▶ Gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Luftstrom und der Größe und/oder Anzahl der Blasen?
- ▶ Gibt es einen optimalen „Pusteablauf“, um besonders große Blasen zu erhalten?

Zum Knobeln:

- ▶ Kannst du die Schichtdicke einer Blase bestimmen? (Tipp: vielleicht über das Gewicht?)

Ab hier ist dein Forschergeist gefragt – mach weiter, stelle eigene Fragen und gehe ihnen auf den Grund.

### DAS GEHÖRT INS LABORBUCH

- ▶ Name des Forscherblattes, Datum
- ▶ Mitglieder der Gruppe mit Aufgabenzuordnung
- ▶ Welche Fragen hast du (heute) bearbeitet?
- ▶ Bei Messungen: Trage alle gemessenen Werte mit Einheiten in übersichtlichen Tabellen ein.
- ▶ Welche Ergebnisse hast du herausgefunden? Formuliere sie in Sätzen.
- ▶ Vermutest du schon Zusammenhänge?
- ▶ Konntest du Fragen nicht beantworten? Nenne den Grund.
- ▶ Was willst du in der nächsten Stunde untersuchen?
- ▶ Ist dazu zusätzliches Material notwendig? (Lehrkraft informieren!)

## SEIFENBLASEN 3 – SEIFENBLASENLABOR

Forscher-Checkliste	
	Spülmittel
	Maissirup
	destilliertes Wasser
	Zucker, Stärke, Spülmittel, Handseife, Shampoo ...
	dauerhafte Seifenblasen (fertiges Produkt)
	verschiedene Seifenblasenmischungen
	verschiedene Puster
	Waage
	Stoppuhr
	kleine Schälchen für die Seifenlösung
	Thermometer
	Föhn/Ventilator

### SEIFENBLASEN HERSTELLEN

Ein gutes Rezept zur Herstellung von Seifenblasen ist folgendes:

- ▶ 300 ml destilliertes Wasser
- ▶ 90 ml Spülmittel
- ▶ 40 ml Maissirup

### UNTERSUCHUNGEN

#### FÜR CHEMIKER

Vergleiche die selbst hergestellten Seifenblasen mit den bisherigen Forschungsergebnissen:

- ▶ Wie unterscheiden sich die Blasen, wenn die Rezeptur verändert wird (anderes Wasser, andere Spülmittel, anderer Sirup)?
- ▶ Probiere weitere Seifenblasenrezepte aus.
- ▶ Welche Inhaltsstoffe sind entscheidend für große oder lange haltbare Seifenblasen?

Wenn du eine optimale Seifenlösung gefunden hast, versuche verschiedene Puster herzustellen und diese auszutesten.

#### FÜR TÜFTLER UND BASTLER

Konstruiere und baue eine Seifenblasen-Blasmaschine.

### DAUERHAFTE SEIFENBLASEN

Es gibt auch „dauerhafte Seifenblasen“ zu kaufen.

- ▶ Wie unterscheiden sich die dauerhaften Seifenblasen von ihren platzenden Kollegen (Gewicht, Größe, Farben, Dicke der Seifenschicht ...)?
- ▶ Versuche, selbst Seifenblasen herzustellen, die eine längere Haltbarkeit besitzen.

Ab hier ist dein Forschergeist gefragt – mach weiter, stelle eigene Fragen und gehe ihnen auf den Grund.

#### EINEN FORSCHERPREIS GIBT ES NUR MIT LABORBUCH!

Du wirst viel ausprobieren und kannst nur mit einem sorgfältig geführten Laborbuch den Überblick behalten. Hier drei Tipps:

- ▶ Ein Gruppenmitglied wird bestimmt, das während der Untersuchungen Notizen macht und die Messergebnisse aufschreibt.
- ▶ Ein anderes Gruppenmitglied achtet darauf, dass nach abgeschlossenen Untersuchungen die Notizen und Ergebnisse im Laborbuch vollständig sind.
- ▶ Werden Informationen aus dem Internet übernommen, muss man die Quelle genau angeben.

Die Laborbuchhinweise aus den vorigen Versuchsreihen gelten auch hier.

