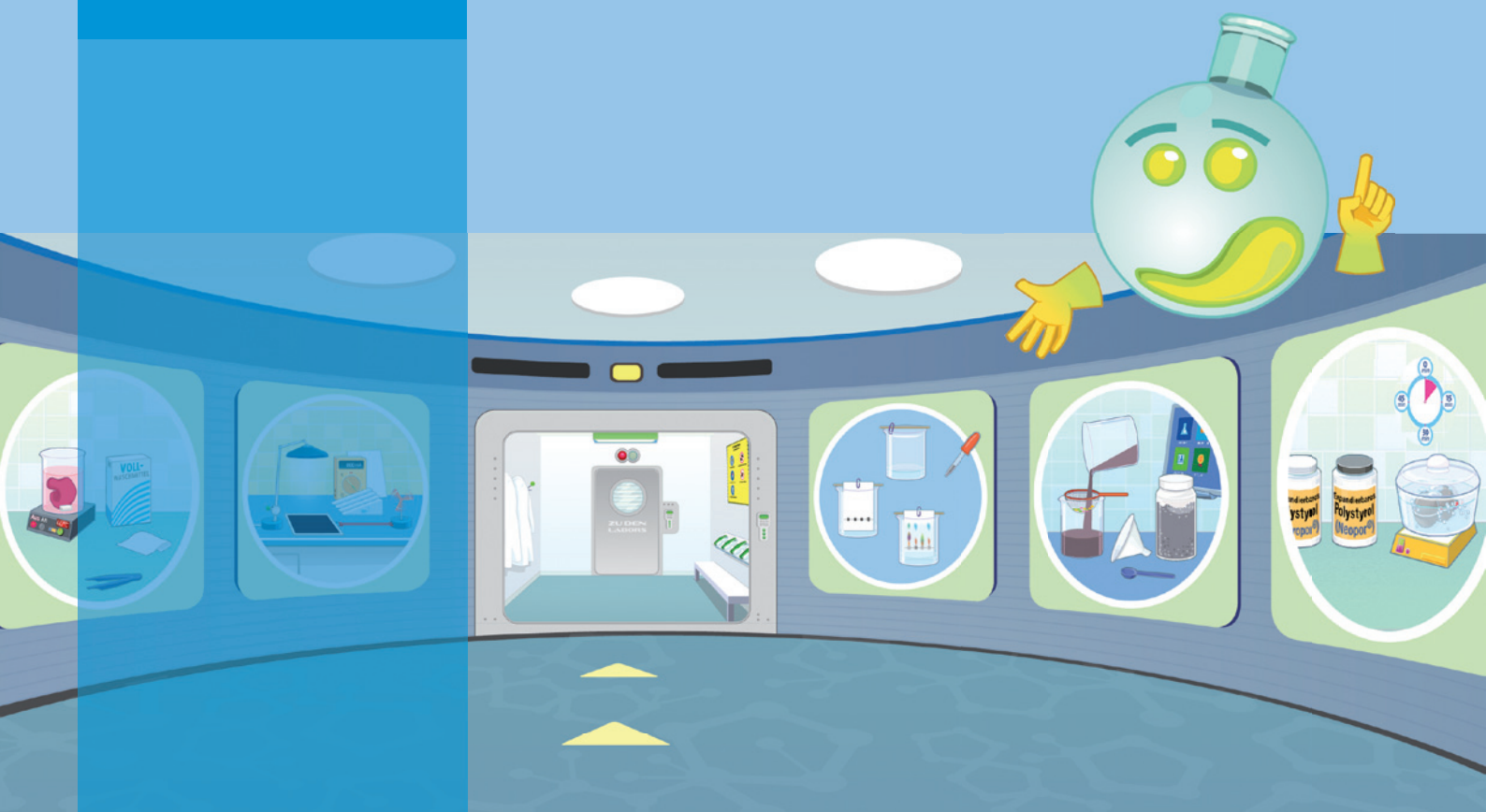


# Lehrerhandreichung zum Virtual Lab



## Experimentieren mit Wasser:

- Schmutzwasser reinigen und
- Papierchromatografie

## 1. Auflage 2015

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Für den Einsatz im Schulunterricht ist das Kopieren der Materialien erlaubt. Jede weitere Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung der BASF und des Verlags. Hinweis §52 a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und ins Internet eingestellt werden.

Eine Zusammenarbeit der BASF SE, Ludwigshafen, und der Klett MINT GmbH, Stuttgart  
© BASF SE, Ludwigshafen, und Klett MINT GmbH, Stuttgart

**Idee:** BASF SE, konzipiert als ergänzendes Material zum Virtual Lab der BASF ([www.basf.de/virtual\\_lab/unterricht](http://www.basf.de/virtual_lab/unterricht))

**Autoren:** Tamara Kunt, Katharina Rinck

**Redaktion:** Katharina Rinck

**Projektkoordination und Herstellung:** Janina Karle, Dr. Benny Pock

**Gestaltung:** Bettina Herrmann, Stuttgart

**Korrektur:** Karin Rossnagel, Stuttgart

**Reproduktion und Druck:** BASF SE, Servicecenter Medien und Kommunikation

**Bestellung:** Diese Lehrerhandreichung können Sie kostenlos bestellen unter [referat.schulen@basf.com](mailto:referat.schulen@basf.com) oder als pdf unter [www.basf.de/virtual\\_lab/lehrer](http://www.basf.de/virtual_lab/lehrer) herunterladen.

Printed in Germany



## Vorwort

Kinder sind geborene Forscher und Entdecker. Sie stellen Fragen, lieben Experimente und gehen mit großer Neugier den Geheimnissen der Dinge auf den Grund. Als führendes Chemieunternehmen ist es uns ein Anliegen, dieses kindliche Interesse an naturwissenschaftlichen Phänomenen zu fördern, wie auch Eltern und Lehrkräfte dabei zu unterstützen, den Wissensdurst der Kinder zu stillen sowie die Entdeckerfreude und das forschende Lernen zu fördern. Das speziell für Kinder zwischen 8 und 12 Jahren entwickelte Virtual Lab der BASF ([www.basf.de/virtual\\_lab](http://www.basf.de/virtual_lab)) bietet Kindern die Möglichkeit, genau dies zu tun: Sie können sich naturwissenschaftlichen Fragestellungen nähern und Experimente online am PC oder Tablet durchführen – sowohl im Unterricht als auch selbstständig zu Hause.

Unter fachlicher und didaktischer Begleitung der Klett MINT GmbH wurde das vorliegende Unterrichtsmaterial für den Einsatz in den Klassen 3 und 4 der Grundschule erarbeitet, um Möglichkeiten zur Einbettung des Virtual Labs in den Unterricht aufzuzeigen. Es soll beispielhaft verdeutlichen, wie sich naturwissenschaftliche Fragestellungen als Ausgangspunkt für einen fächerübergreifenden und kompetenzorientierten Unterricht eignen.

Aufbauend auf den Online-Experimenten des Virtual Labs „Schmutzwasser reinigen“ und „Ab-sender gesucht“ widmen sich diese Materialien den Themen Wasserreinigung und Papierchromatografie. Jedes Thema startet mit einer inhaltlichen Einführung für die Lehrkräfte, die den Bezug zu den Lehr- und Bildungsplänen für die Grundschule verdeutlicht. Das Material und die darin skizzierten Unterrichtseinheiten gliedern sich in drei Teile:

- Einführung in das Thema
- Experiment im Virtual Lab am PC oder Tablet
- weiterführende „Forscheraufträge“ zum Thema

Die Forscheraufträge können direkt im Anschluss an das Experiment im Virtual Lab mit der Schulklasse in Gruppen- oder Partnerarbeit durchgeführt werden.

Diese Unterrichtseinheiten zielen bewusst auf fächerübergreifendes und kompetenzorientiertes Lernen: gefördert werden neben der Fachkompetenz sowohl die Medien- als auch die Methodenkompetenz. Die Forscheraufträge enthalten Ideen, wie die naturwissenschaftlichen Phänomene im Sprach-, Mathematik- oder Kunstunterricht aufgegriffen werden können.

Die Experimente im Virtual Lab, die den Kern der Unterrichtseinheit bilden, sind so angelegt, dass sie von Kindern selbstständig in Einzelarbeit, in Gruppenarbeit oder auch gemeinsam am Whiteboard durchgeführt werden können. Das Virtual Lab ist als kostenlose Anwendung online verfügbar, eine Registrierung o.Ä. ist nicht erforderlich.



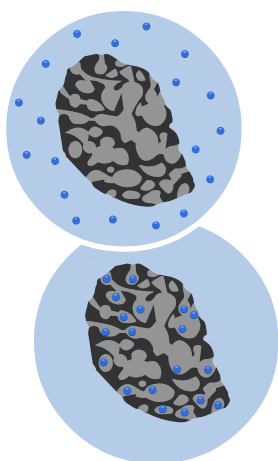
Daniela Kalweit  
BASF SE  
Leiterin Externe Bildungsaktivitäten

# Schmutzwasser reinigen

## Sachinformationen:

Diese Unterrichtseinheit baut auf dem Versuch „Schmutzwasser reinigen“ des Virtual Labs der BASF auf. Hier geht es um die unterschiedlichen Schritte der Reinigung von verschmutztem Wasser. In jedem Haushalt wird Wasser durch verschiedenste Tätigkeiten verschmutzt – beim Waschen, Spülen, bei Toilettengängen. Neben den Haushalten produzieren auch Fabriken große Mengen an Abwasser: in der Produktion von Textilien, Papier, Maschinenteilen usw.

Das verschmutzte Wasser gelangt durch die Kanalisation ins Klärwerk, wo es gereinigt wird. Die verschiedenen Prozesse im Klärwerk kann man mit geringem Aufwand simulieren. Die Schülerinnen und Schüler sollen durch die Durchführung der Experimente selbst erforschen, mit welchen Hilfsmitteln sich welche Schmutzpartikel aus dem Wasser entfernen lassen. So werden größere Partikel ganz einfach mit dem Sieb entfernt, etwas kleinere lassen sich auch noch mit Filterpapier auffangen. Manche Partikel sind aber so klein, dass sie nicht gefiltert werden können. Diese können z. B. durch Aktivkohle entfernt werden (vgl. Abbildung links). Ein Aktivkohlekörnchen besitzt viele mikroskopisch kleine Einkerbungen bzw. Poren, wodurch seine Oberfläche sehr stark vergrößert ist (1 g Aktivkohle besitzt eine Oberfläche von etwa 1000 m<sup>2</sup>!). Unter einem Mikroskop ähnelt ein Körnchen dieser Kohle der Oberfläche eines Schwamms. In den vielen Poren können nun unterschiedliche Stoffe angereichert – bzw. in Fachsprache ausgedrückt: adsorbiert – werden. In unserem Versuch sind es die Farbstoffe der Tinte. Aktivkohle wird aber auch für die Adsorption von Gerüchen und Giftstoffen (z. B. durch medizinische Kohletabletten) verwendet.



### Adsorption:

Von Adsorption (lat. *adsorbere* – [an] *saugen*) spricht man, wenn Teilchen aus Flüssigkeiten oder Gasen an der Oberfläche eines Feststoffs haften bleiben.

## Didaktische Einordnung:

Die Nutzung des Wassers gehört zum naturwissenschaftlichen Lernen und stellt dabei ein bedeutsames Thema für die Grundschule dar. In der Auseinandersetzung mit der Schmutzwasserreinigung und den Forscheraufträgen erhalten die Schülerinnen und Schüler fächerübergreifende Kompetenzen, die in den Lehr- und Bildungsplänen aller Bundesländer verankert sind:

- Die Kinder führen ein interaktives Experiment im Virtual Lab durch, dabei erlernen sie den sach- und fachgerechten Umgang mit Computer und Internet (Medienkompetenz).
- Die Kinder recherchieren Informationen möglichst selbstständig. Sie nutzen verschiedene Informationsquellen und stellen diese in einem Schaubild dar (Methodenkompetenz).
- Sie lernen die Filtration als naturwissenschaftliches Verfahren zur Trennung von Stoffen kennen. Dabei setzen sie verschiedene Filtermaterialien ein und erkennen den Zusammenhang zwischen Porengröße des Filters und Partikelgröße der Schmutzarten (Fachkompetenz).
- Sie beobachten, schätzen und messen den eigenen Wasserverbrauch. Die Ergebnisse halten sie strukturiert in Tabellen fest und vergleichen sie (mathematische Kompetenz).
- Die Kinder formulieren Arbeitsergebnisse (mündlich und schriftlich) und hören zu. Sie erweitern ihren Wortschatz um Fachbegriffe und üben sich im kreativen Schreiben (Sprachkompetenz).

# Unterrichtseinheit: Schmutzwasser reinigen

Benötigte Zeit für die komplette Unterrichtseinheit: ca. 3 Unterrichtsstunden

## Einstieg in das Thema:

**Vorbereitung:** Die Tafel sollte vollgeschrieben und der Tafelschwamm verschmutzt sein.

**Materialien:** ein Schwamm (beschmutzt mit Spitzer-/Locherabfällen, Sand, Tinte), eine große durchsichtige Schüssel mit Wasser, ein Sieb, ein Trichter, ein Kaffeefilter, Aktivkohle FA aus dem Kellereibedarf (ca. 200 g), Schilder mit den Bezeichnungen der Filtermaterialien (Sieb, Trichter, Kaffeefilter, Aktivkohle)

**Ablauf:** Die Lehrkraft möchte die Tafel wischen. Sie nimmt den Schwamm auf, dieser ist komplett verschmutzt. Sie taucht den Schwamm in eine Schüssel mit Wasser und wäscht ihn darin aus. Aber was passiert nun eigentlich mit dem verschmutzten Wasser? Wie kann man es sauber bekommen, um es wieder zu verwenden (z. B. zum Putzen)?

Das hier entstandene Schmutzwasser kann man überwiegend mit Alltagsgegenständen reinigen. Die Lehrkraft hat eine Kiste dabei, in welcher sich, unter einem Tuch versteckt, diese Gegenstände befinden. Die Kinder dürfen fühlen und erraten, wie die Gegenstände heißen. Sie werden herausgeholt, noch einmal benannt und auf einen Tisch gestellt. Gemeinsam werden für alle sichtbar die Namensschilder zu den Materialien gelegt.

Die Kinder sollen sich nun überlegen, welche Schmutzpartikel mit welchem Gegenstand herausgefiltert werden können. Diese Hypothesen werden auf der nun sauberen Tafel gesammelt und könnten wie folgt lauten:

- Der Spitzerabfall wird mit dem Sieb gefiltert.
- Alles wird durch das Sieb entfernt.
- ...

Dazu kann auch eine Strichliste angefertigt werden. Die Schülerinnen und Schüler melden sich zu jeder Hypothese, die sie selbst für richtig halten.

**Dauer des Einstiegs:** max. 1 Unterrichtsstunde  
**Sozialform:** Klassengespräch  
**Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler vollziehen den Reinigungsprozess nach.  
**Zu beachten:** Bei der Hypothesenbildung kommt es darauf an, die Ideen und Gedanken der Kinder aufzugreifen. Hier gibt es keine falschen Ideen.

## Experimentierphase im Virtual Lab:

Nun wird auf den Versuch „Schmutzwasser reinigen“<sup>1</sup> im Virtual Lab übergeleitet. Am PC oder Tablet können die Kinder selbst erproben, wie man Schmutzwasser reinigen kann. Beim Eintritt ins Labor erhalten sie zunächst eine spielerische Einführung in das Thema „sicheres Experimentieren“. Im Flur wählen sie das Experiment „Schmutzwasser reinigen“ aus. Neben der Auswahl und der richtigen Zuordnung der benötigten Laborgeräte und Materialien lernen die Kinder im Online-Versuch die verschiedenen Filtermethoden und deren Anwendungsgebiete kennen. Werden die erforderlichen Handlungsschritte durch die Kinder nicht selbst erkannt, so hilft Dr. Blubber mit Tipps weiter. Teil des Experiments ist auch eine kurze Animation, die in Lupenansicht das Aussehen und die Wirkungsweise der Aktivkohle anschaulich erklärt.

Haben alle Schülerinnen und Schüler das Experiment durchgeführt, werden im Klassenverband die Hypothesen überprüft. Welche waren richtig? Was hat die Kinder überrascht?

Für die weitere Arbeit an den Forscheraufträgen ist es wichtig, mit den Kindern nochmals auf die Sicherheitsregeln von Dr. Blubber einzugehen sowie eventuell bestehende Regeln für das Experimentieren im Klassensaal zu wiederholen bzw. einzuführen.<sup>2</sup>



<sup>2</sup> Das Plakat kann als Datei im DIN-A4-Format heruntergeladen werden: [www.basf.de/virtual\\_lab/lehrer](http://www.basf.de/virtual_lab/lehrer)

**Dauer der Experimentierphase:** 10–15 min am PC/Tablet  
**Sozialform:** im Klassenverband im PC-Raum als Einzel- oder Partnerarbeit  
**Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler lernen die verschiedenen Filtermethoden und deren Anwendungsgebiete im Online-Versuch kennen.  
**Zu beachten:** Internetzugang ist unbedingt erforderlich! Im Virtual Lab gibt es auch Versuche zu anderen Themen. Mit den Kindern sollte daher genau besprochen werden, welchen virtuellen Raum sie betreten sollen.

<sup>1</sup> [www.basf.de/virtual\\_lab/unterricht](http://www.basf.de/virtual_lab/unterricht)

## Lehrerinformationen zu den Forscheraufträgen

### Der Weg des Abwassers

Der Forscherauftrag bietet einen einfachen und wenig abstrakten Einstieg in das eigentlich komplexe Thema der Abwasserreinigung.

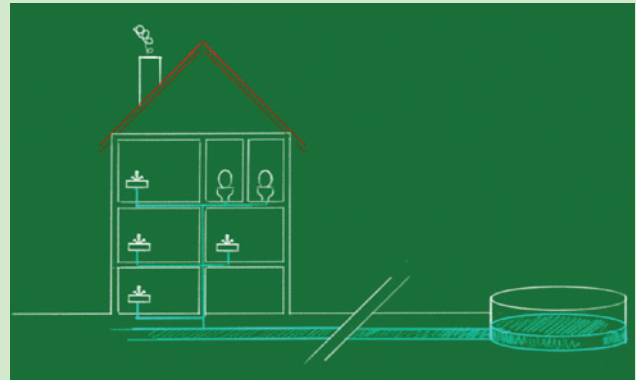
#### Informationen:

Das Abwasser wird meist durch lange und verwinkelte Rohrsysteme aus dem Gebäude in die Kanalisation geleitet. Zum Abwasser aus dem Gebäude gesellt sich dabei noch der Schmutz, der durch den Regen von den Dächern und Straßen gespült wird. Dadurch sammeln sich Verunreinigungen aller Art in unserem Abwasser. Es muss gereinigt werden, bevor es wieder in natürliche Gewässer geleitet und dem natürlichen Wasserkreislauf rückgeführt werden kann. Diese Aufgabe übernimmt das Klärwerk.

#### Weiterführung:

Ebenso könnte die zu erstellende Zeichnung auch erst als Tafelbild in Gemeinschaftsarbeit entstehen und später in das Heft bzw. die Mappe übertragen werden.

Beispielhafte Zeichnung:



**Dauer des Forscherauftrags:** ca. 30 min

**Sozialform:** Partnerarbeit, Gruppenarbeit

**Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler erklären, welchen Weg das Abwasser in ihrer Schule nimmt.

### Schmutzwasser reinigen

#### Informationen:

Die Schülerinnen und Schüler stellen ihr eigenes Schmutzwasser her. Eigenständig sollen sie nun erproben, mit welchem Hilfsmittel welche Art von Verschmutzung entfernt werden kann. Es sollte nochmals darauf hingewiesen werden, dass nur ein Stoff zum Verschmutzen in das Wasser gegeben werden soll.

#### Weiterführung:

##### Exkurs: Die Reinigungsstufen eines Klärwerks

Die Abwasserreinigung erfolgt hier zunächst mechanisch/physikalisch: Mit dem „Rechen“ werden zuerst sehr grobe Verschmutzungen (Toilettenpapier, Essensreste, ...) zurückgehalten. Anschließend folgt der „Sandfang“ (Sand, Kies, ...); dieser ist oft mit dem „Fettfang“ (Fette, Öle, ...) kombiniert. Im Vorklärbecken setzen sich weitere Schwebestoffe schließlich am Boden ab und können abgesaugt werden.

Danach folgt die biologische/chemische Reinigung des Abwassers, in dem sich noch immer 60 bis 70 % der Verunreinigungen befinden. Die Aktivkohle wird

meist erst in der letzten Verfahrensstufe eingesetzt. Die von den Kindern durchgeführten Versuche entsprechen im Wesentlichen der ersten Reinigungsstufe, der mechanisch/physikalischen Reinigung.

**Dauer des Forscherauftrags:** ca. 30 min

**Sozialform:** Einzelarbeit, Gruppenarbeit

**Materialien (für jede Gruppe):** zwei Becher, Wasser; zum Reinigen: Sieb, Trichter, Filterpapier, Löffel, Aktivkohle; zum Verschmutzen: Erde, Sand, Toilettenpapier, Tinte, Lebensmittelfarbe, Öl, Kreidestaub

**Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler erleben im selbst durchgeführten Experiment, mit welchen Hilfsmitteln sie welche Verschmutzungen aus dem Abwasser entfernen können.

**Zu beachten:** Nicht jeder Filter ist für jeden Stoff geeignet!



## Forscheraufträge

### Der Weg des Abwassers

Wenn ihr euch die Hände wäscht oder den Tafelschwamm ausspült, fließt das schmutzige Wasser in den Abfluss des Waschbeckens.

Aber wo fließt es eigentlich hin?

Verfolgt den Weg des Abwassers in eurem Schulhaus und findet heraus, wo es hinfließt, wenn es das Gebäude verlässt. Dazu könnt ihr in Büchern und im Lexikon nachschlagen, im Internet recherchieren oder eure Klassenkameraden befragen. Haltet eure Ergebnisse in einer Zeichnung fest.

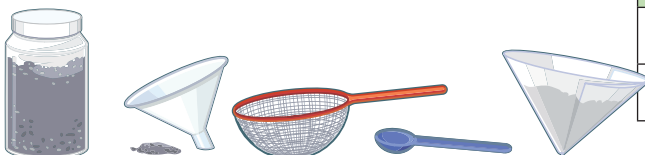


### Schmutzwasser reinigen

Mit welchem Hilfsmittel lässt sich welcher Stoff herausfiltern? Um das herauszufinden, kannst du dein eigenes Schmutzwasser herstellen.

Dazu brauchst du:

- zwei Becher
- Wasser
- Hilfsmittel: Sieb, Trichter, Filterpapier, Löffel, Aktivkohle
- Stoffe zum Verschmutzen, z. B.: Erde, Sand, Toilettenpapier, Kreidestaub, Lebensmittelfarbe, Tinte, Öl



Gib dazu **einen** Stoff zum Verschmutzen in einen Becher mit Wasser und rühre um. Filtere das Wasser nun mit deinem gewählten Hilfsmittel in den zweiten Becher.

**Tipp:** Lass die Hälfte des Schmutzwassers immer im Becher, damit du vergleichen kannst, wie sauber das Wasser geworden ist.

Deine Forscherergebnisse kannst du in einer Tabelle in deinem Heft festhalten.

Stoff:	Filter:
Erde	
...	

## Lehrerinformationen zu den Forscheraufträgen

### Schreibanlass: Eigenschaften des Wassers

Diese Schreibanlässe sind ein Beispiel dafür, wie man das Thema Abwasser mit dem Sprachunterricht verbinden kann.

#### Forscherauftrag 1:

##### Informationen:

Für Kinder, denen diese erste Aufgabe schwerfällt, ist folgende Hilfestellung zur Differenzierung denkbar:

Man könnte ein Arbeitsblatt anfertigen, auf dem verschiedene Wortanfänge zu möglichen Attributen des Wassers bereits vorgegeben sind.

z. B.: Wasser kann spru \_ \_ \_ \_ oder  
Wasser ist in den Wol \_ \_ \_

#### Forscherauftrag 2:

##### Informationen:

Mit dieser Aufgabe kann abgeprüft werden, ob die Kinder den Gang des Abwassers auch tatsächlich verstanden haben.

**Dauer des Forscherauftrags:** mind. 10 min

**Sozialform:** Einzelarbeit, Partnerarbeit

**Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler formulieren eigene Ideen zu den Fähigkeiten und Eigenschaften des Wassers sowie zu dem Gang des Abwassers bis hin ins Klärbecken.

### Wasserverbrauch messen

Hier wird das Vorwissen aus dem Mathematikunterricht abgerufen und vertieft.

##### Informationen:

In dieser Aufgabe können die Kinder den Wasserverbrauch beim Händewaschen oder beim Duschen, Zähneputzen u. a. messen. Zum Messen benötigen sie einen Messbecher und ggf. einen geeigneten Auffangbehälter (z. B. Plastikwanne für die Dusche). Als weiteres Hilfsmittel nutzen die Kinder eine Stoppuhr. So können sie den Wasserverbrauch pro Sekunde oder Minute ermitteln. Ihre mathematischen Kompetenzen werden damit gefördert. Bei längeren Waschvorgängen wie beim Duschen können die Kinder den Verbrauch in einer Minute messen und dann mit der Dauer des Duschens multiplizieren.

##### Weiterführung:

Nach dieser Messreihe kann auf das Thema Wasserverbrauch im Haushalt eingegangen werden. Die Kinder sollen überlegen, bei welchen Tätigkeiten im Alltag durch sie selbst oder durch ihre Familienmit-

glieder Wasser verbraucht wird.

Sie können aufgrund ihrer eigenen Messreihe versuchen, diesen Verbrauch in Zahlen abzuschätzen. Der tägliche Wasserverbrauch pro Kopf in deutschen Haushalten liegt bei etwa 125 l, wobei das meiste Wasser durch die Toilettenspülung und beim Waschen in den Abfluss fließt (jeweils rund 40 l). Hier können Sie mit den Kindern Möglichkeiten und Ideen zum Thema Wassersparen sammeln.

**Dauer des Messens:** ca. 10 min

**Sozialform:** Partnerarbeit

**Materialien (für jede Gruppe):** zwei Messbecher, eine Stoppuhr

**Ziel:** Die Kinder messen ihren eigenen Wasserverbrauch.

**Zu beachten:** Dieser Forscherauftrag ist nur als Hausaufgabe geeignet und am besten mit einer Mitschülerin oder einem Mitschüler, den Eltern oder den Geschwistern durchzuführen.



## Forscheraufträge

### Eigenschaften des Wassers

1. Schmutziges und sauberes Wasser hat viele Fähigkeiten und Eigenschaften.

Wasser kann ... stinken  
blubbern  
gefrieren  
...



Wasser ist ... trüb  
Schnee oder Eis  
kalt  
...



Wie kann Wasser noch sein? Was kann Wasser noch tun?

Schreibe deine Ideen wie oben angedeutet in dein Heft.

2. Schreibe einen Anfang zu folgendem Geschichten-Ende:

... Zwei Tage später fand Karl Kanal in seiner Frühschicht die Unterhose im Klärbecken. Er fischte sie mit einem langen Kescher heraus und brachte sie zu seinen Kollegen im Gebäude. „Seht mal, was ich heute morgen wieder für einen interessanten Fund gemacht habe!“ Die anderen waren sofort begeistert und gemeinsam hängten sie die Unterhose an den Baum der unglaublichen Fundstücke, den sie vor ein paar Jahren aufgestellt hatten. Und dort hängt sie nun bis heute ...

### Wasserverbrauch messen

Wie viel Wasser verbrauchst du eigentlich beim Händewaschen? Überlege dir gemeinsam mit einer Mitschülerin oder einem Mitschüler, wie du das herausfinden kannst.

Bei welchen anderen Aktivitäten verbrauchst du noch Wasser?

Kannst du messen wie viel?

**Tipp:** Lege dazu eine Tabelle mit Messwerten an.

Tätigkeit	verbrauchte Wassermenge	Zeit	Häufigkeit pro Tag
Händewaschen			
Zähneputzen			
...			

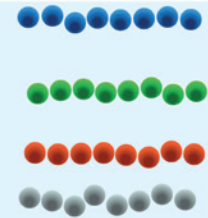
# Absender gesucht

## Sachinformationen:

Diese Unterrichtseinheit baut auf dem Versuch „Absender gesucht“ des Virtual Labs der BASF auf. Er stellt ein interaktives Experiment zur einfachen Chromatografie dar.

Die Chromatografie (*griech.: chroma = Farbe, graphein = schreiben*) ist ein physikalisch-chemisches Verfahren, mit dem sich verschiedene Stoffgemische auftrennen und somit auf ihre Zusammensetzung hin analysieren lassen. Dafür wird die zu analysierende Substanz bzw. das Stoffgemisch (im folgenden Versuch: die Filzstiftfarben) über eine mobile Phase (hier: das Wasser) auf eine stationäre Phase (hier: das Filterpapier) transportiert. Die einzelnen, für die Filzstiftminen verwendeten Farbstoffe werden auf dem Papier sichtbar – aber nicht gleichzeitig, da jeder Farbstoff spezifische physikalische Eigenschaften besitzt: Der eine ist zum Beispiel besser in Wasser löslich als der andere oder geht unterschiedlich starke Wechselwirkungen mit dem Medium Papier ein. Demzufolge bleiben manche Farbstoffe auf ihrem Transport früher „hängen“, andere werden wiederum weitertransportiert.

Der hier verwendeten Papierchromatografie liegt noch ein weiterer physikalischer Effekt zugrunde – der Kapillareffekt des Wassers innerhalb der Papierfasern. Diesen Effekt findet man in der Natur vor allem in der Pflanzenphysiologie wieder. Er ist die treibende Kraft der Grundversorgung aller Pflanzen. Sie befördert Wasser und darin gelöste Nährstoffe in dünnen Leitungsbahnen, die sich von der Wurzel bis zur Blattspitze ziehen. Durch den Kapillareffekt können bspw. Bäume Wasser im Boden aufnehmen und über viele Meter bis in die Blattspitzen transportieren. Der Exkurs in die Pflanzenwelt wird in der Unterrichtseinheit aufgegriffen, um die hinter der Papierchromatografie versteckten Prozesse zu vertiefen und gleichzeitig weitere Alltagsbezüge herzustellen.



### Kapillareffekt:

Steigt eine Flüssigkeit entgegen der Schwerkraft innerhalb eines engen Zwischenraumes oder eines dünnen Röhrchens (z. B. einer Glaskapillare oder einer Pflanze) nach oben, wird von einem Kapillareffekt gesprochen. Ursachen hierfür sind sogenannte „Adhäsionskräfte“ (*lat.: adhaerere = anhaften*) zwischen der Flüssigkeit und der Kapillarwand sowie die Oberflächenspannung der Flüssigkeit selbst.

## Didaktische Einordnung:

Die Chromatografie ist eine gängige Arbeitsmethode in vielen Bereichen der Wissenschaft. Ein Beispiel hierfür ist die Papierchromatografie. Sie lässt sich auf ein einfaches – für Grundschulkindern verständliches – didaktisches Niveau reduzieren.

Jedes Schulkind verwendet in seinem Alltag Filzstifte zum Malen oder Schreiben. Nur wenige wissen, dass die benutzten Farben keine reinen Grundfarben sind, sondern eine Mischung darstellen.

Beim Experimentieren und Bearbeiten der Forscheraufträge erhalten die Schülerinnen und Schüler fächerübergreifende Kompetenzen, die in den Lehr- und Bildungsplänen aller Bundesländer verankert sind:

- Die Kinder führen ein interaktives Experiment im Virtual Lab durch, dabei erlernen sie den sach- und fachgerechten Umgang mit Computer und Internet (Medienkompetenz).
- Mit der Papierchromatografie lernen die Kinder eine naturwissenschaftliche Methode zur Auftrennung von Stoffgemischen kennen. Sie erhalten zudem Grundkenntnisse über die Kapillarkräfte der Pflanzen. Außerdem erkennen sie, dass viele ihrer alltäglich verwendeten Farbstifte aus verschiedenen Farbmischungen bestehen (Fachkompetenz).
- Die Kinder stellen Hypothesen auf und überprüfen diese, richten ihren Arbeitsplatz ein, arbeiten sorgfältig nach Anweisung und interpretieren sowie dokumentieren ihre Versuchsergebnisse (Methodenkompetenz).
- Die Kinder formulieren Arbeitsergebnisse (mündlich und schriftlich) und hören zu. Sie erweitern ihren Wortschatz um Fachbegriffe und üben sich im kreativen Schreiben (Sprachkompetenz).

## Unterrichtseinheit: Absender gesucht

Benötigte Zeit für die komplette Unterrichtseinheit: ca. 4 Unterrichtsstunden

### Einstieg in das Thema:

**Vorbereitung:** Die Lehrkraft sollte eine Einladung zu einer Feier vorbereitet haben.

**Ablauf:** Zu Beginn der Stunde bringt die Lehrkraft die vorgefertigte Einladung mit und erzählt eine Geschichte: Sie habe heute morgen im Lehrerzimmer diese Einladung in ihrem Fach gefunden (hält sie in der Hand und zeigt sie den Kindern) – leider ohne Absender. Da außer ihr niemand mehr im Zimmer war, konnte sie auch nicht nachfragen, ob jemand beobachten konnte, wer ihr den Zettel ins Fach gelegt hat.

Sie stellt die Frage: „Habt ihr eine Idee, wie ich herausfinden könnte, von wem die geheime Einladung stammt?“

Die Kinder stellen Hypothesen auf, die an der Tafel gesammelt werden:

- durch Handschriftenvergleich
- den Geruch
- das Papier
- indem man die Farbe des Stiftes untersucht
- ...

Nachdem alle Hypothesen aufgenommen wurden, kann die Frage nach möglichen Vorgehensweisen gestellt werden. Zum Beispiel: Wie würdest du den Handschriftenvergleich planen, ohne dass es den anderen Lehrerinnen und Lehrern auffällt?

**Dauer des Einstiegs:** max. 1 Unterrichtsstunde  
**Sozialform:** Klassengespräch  
**Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler wenden eine Technik der Chromatografie an.  
**Zu beachten:** Bei der Hypothesenbildung kommt es darauf an, die Ideen und Gedanken der Kinder aufzugreifen. Hier gibt es keine falschen Ideen.

### Experimentierphase im Virtual Lab:

Es wird auf den Versuch „Absender gesucht“<sup>1</sup> im Virtual Lab übergeleitet.

Den Schülerinnen und Schülern wird erklärt, dass sie nun ein virtuelles Experiment durchführen, mit dem sie den Absender der Einladung ermitteln können.

Beim Eintritt ins Labor erhalten die Kinder zunächst eine spielerische Einführung in das Thema „sicheres Experimentieren“. Im Flur wählen sie das Experiment „Absender gesucht“ aus.

Im Experiment werden die Kinder durch Dr. Blubber angeleitet, eine Chromatografie zur Analyse der Farbstoffe verschiedener Filzstifte durchzuführen. Spielerisch lernen die Kinder, die für das Experiment benötigten Laborgeräte richtig zuzuordnen (Name – Abbildung) und einen Versuchsaufbau zu entwickeln, der zur Lösung ihrer Fragestellung führt. Werden die erforderlichen Handlungsschritte durch die Kinder nicht selbst erkannt, so hilft Dr. Blubber

mit Tipps weiter. Außerdem stellt ein kurzer Erklärfilm das Prinzip der Chromatografie anschaulich und kindgerecht dar.

Für die weitere Arbeit an den Forscheraufträgen ist es wichtig, mit den Kindern nochmals auf die Forscherregeln von Dr. Blubber einzugehen sowie eventuell bestehende Regeln für das Experimentieren im Klassensaal zu wiederholen bzw. einzuführen.<sup>2</sup>

**Dauer der Experimentierphase:** 10–15 min am PC/Tablet  
**Sozialform:** im Klassenverband im PC-Raum als Einzel- oder Partnerarbeit  
**Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler lernen das Prinzip der Chromatografie im Online-Versuch kennen.  
**Zu beachten:** Internetzugang ist unbedingt erforderlich! Im Virtual Lab gibt es auch Versuche zu anderen Themen. Mit den Kindern sollte daher genau besprochen werden, welchen virtuellen Raum sie betreten sollen.



<sup>2</sup> Das Plakat kann als Datei im DIN-A4-Format heruntergeladen werden: [www.basf.de/virtual\\_lab/lehrer](http://www.basf.de/virtual_lab/lehrer)

<sup>1</sup> [www.basf.de/virtual\\_lab/unterricht](http://www.basf.de/virtual_lab/unterricht)

## Lehrerinformationen zu den Forscheraufträgen

### Anleitung zur Papierchromatografie

Hier wird den Schülerinnen und Schülern die Durchführung einer Chromatografie beschrieben, die sie für die nachfolgenden Forscherfragen benötigen. Da sich dieser Ablauf immer wiederholt, können die Kinder diese Anleitung als Gedankenstütze während der darauffolgenden Arbeitsphase an ihrer Seite liegen lassen, um bei Bedarf immer wieder darin nachlesen zu können.

#### Informationen:

Die Kinder sollen ihre Chromatogramme trocknen und aufbewahren, damit später ausreichend Material zur Verfügung steht, um ein Kunstwerk oder eine Girlande daraus anfertigen zu können. Außerdem muss unter Umständen das Zusammenrollen des Dochts einmal von der Lehrkraft vor der Klasse demonstriert werden.

Ebenso könnte es sich lohnen, an der Tafel eine Skizze anzufertigen, auf der zu erkennen ist, an welche Stelle der Filzstiftkreis gemalt werden muss. Wenn später das Filterpapier auf dem Becher aufliegt, darf

wirklich nur der Docht mit dem Wasser in Berührung kommen – auf keinen Fall sollte der Rundfilter – insbesondere der Filzstiftstreifen – direkten Wasserkontakt haben.



**Dauer des Forscherauftrags:** ca. 15 min

**Sozialform:** Einzelarbeit

**Materialien (für jedes Kind):** 2–4 Rundfilter (z. B. Bartscher Rundfilter, 195 mm), ein Joghurtbecher, Wasser, Filzstifte

**Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler führen die Papierchromatografie selbst im Experiment durch.

**Zu beachten:** Die Anleitung zur Papierchromatografie sollte vor den nachfolgenden Forscheraufträgen durchgeführt werden.

### Experimentieren mit verschiedenen Stiften

#### Forscherauftrag 1:

##### Informationen:

Bei Filzstiften aus Grundfarben erhält man keine Auftrennung. Bei allen anderen Stiften erhält man eindrucksvolle Chromatogramme. Die Farben Braun und Schwarz sind dabei interessant, weil sie ein Gemisch aus sehr vielen Einzelfarben darstellen. Besonders schön werden die Ergebnisse, wenn man die Filterpapiere frühzeitig aus dem Wasser nimmt, kurz bevor das Wasser den Rand des Rundfilters erreicht.

#### Forscherauftrag 2:

##### Informationen:

Die Technik funktioniert nur mit wasserlöslichen Stiften. Dies wird auch im Erklärfilm zum Versuch „Absender gesucht“ erwähnt. Chromatogramme in abgeschwächter Form erhält man demnach z. B. auch beim Textmarker sowie der Korrekturseite des Tin-

tenkillers, während beim Kugelschreiber oder Edding und bei den normalen Holzmalstiften nichts passiert.

#### Forscherauftrag 3:

##### Informationen:

Aus den Chromatogrammen kann nun eine Girlande oder Collage gebastelt werden.

**Dauer des Forscherauftrags:** ca. 40 min

**Sozialform:** Partnerarbeit, abschließend im Klassenverband

**Materialien (für jede Gruppe):** 10–12 Rundfilter, ein Joghurtbecher, Wasser, Filzstifte, lange Schnur, Klebstoff, Plakat

**Ziel:** Die Kinder unterscheiden die Filzstifte nach ihrer individuellen Farbzusammensetzung. Sie vergleichen Bedingungen für eine erfolgreiche Chromatografie.

## Forscheraufträge

### Papierchromatografie

Hier lernst du, wie du deine eigenen Chromatogramme anfertigen kannst.

#### Dazu brauchst du:

- zwei Rundfilter
- einen Joghurtbecher, gefüllt mit ein wenig Wasser (maximal 1 cm hoch)
- verschiedenfarbige Filzstifte

#### So funktioniert es:

1. Male auf einen Rundfilter einen Daumen breit vom Loch entfernt einen schmalen Kreis mit einem Filzstift (Bild 1).
2. Stelle aus dem anderen Rundfilter einen Docht her, indem du den Filter zusammenrollst (Bild 2).
3. Stecke den Docht in das Loch des Rundfilters (Bild 3).
4. Stelle den Docht in den Joghurtbecher. Nur das untere Ende soll im Wasser hängen. Der Rundfilter soll auf dem Rand des Bechers aufliegen. Beobachte mit ein wenig Geduld, was passiert. Lass dein Chromatogramm trocknen und bewahre es auf.

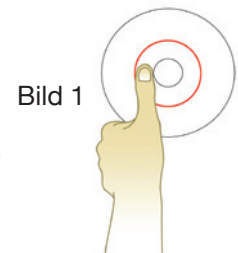


Bild 1

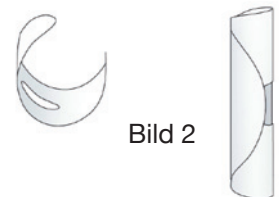


Bild 2

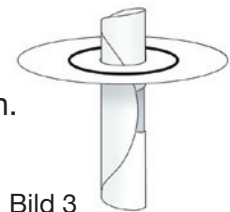


Bild 3

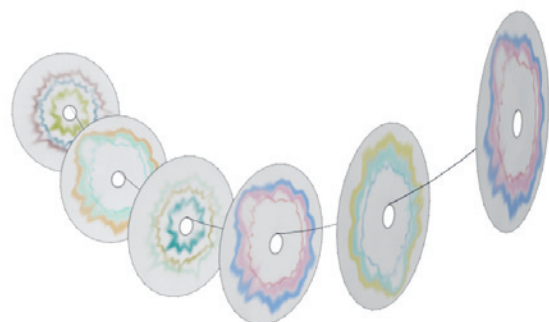
### Experimentieren mit verschiedenen Stiften

1. Fertige gemeinsam mit einer Mitschülerin oder einem Mitschüler Chromatogramme mit verschiedenen Filzstiften an. Findet heraus, welche Filzstiftfarbe aus den meisten Einzelfarben besteht. Zeichnet dazu eine Tabelle in eure Hefte:

Filzstiftfarbe	entdeckte Einzelfarben
Blau	Grün, Gelb
...	...

2. Benutzt nun auch ganz andere Stifte (Folienschreiber, Buntstifte, Kugelschreiber, Textmarker...) und beobachtet, was mit diesen passiert. Gibt es Unterschiede? Wenn ja, überlegt, was die Gründe dafür sein könnten.

3. Nehmt eure schönsten Chromatogramme und bastelt gemeinsam eine Girlande. Diese könnt ihr dann zur Dekoration in eurem Klassenzimmer aufhängen.



## Lehrerinformationen zu den Forscheraufträgen

### Schreibanlass: Detektivgeschichte

*Dies ist ein Beispiel dafür, wie fächerübergreifend gearbeitet werden kann und Überleitungen zum Sprachunterricht hergestellt werden können.*

#### Informationen:

Der Textbaustein ist nicht bindend und soll den Kindern, die mit dieser Aufgabe Schwierigkeiten haben könnten, als Hilfestellung dienen.

Folgende Textbausteine können weiterhin zur Differenzierung angeboten werden:

Thomas Chromaticus – Papierchromatografie – Erpresserschreiben wird untersucht – Chromatogramme der gefundenen Stifte – nur ein Filzstift passt – Täter könnte Ede K. sein – wird von Polizei beobachtet (observiert) – verfolgt ihn durch die ganze Stadt – am dritten Tag – endlich – führt Polizei zum Kunstwerk – erstaunliches Versteck – Keller des Museums – Fall gelöst

**Dauer des Forscherauftrags:** ca. 30 min

**Sozialform:** Einzelarbeit

**Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler vertiefen das Thema Chromatografie noch weiter, indem sie eine Detektivgeschichte schreiben.

### Langzeitexperiment mit weißer Nelke

#### Informationen:

Um die erforderliche Transferleistung zu erbringen und somit das Phänomen zu erklären, benötigen die Schülerinnen und Schüler vermutlich zusätzliche Informationen der Lehrkraft. Die notwendigen fachwissenschaftlichen Hintergründe hierzu sind in der Sachanalyse zu Beginn dieser Einheit zu finden.

Nach einem Tag hat die Nelke so viel Wasser „aufgesaugt“, dass der Effekt sichtbar wird: Die Blütenblätter weisen am Rand eine Blaufärbung auf und auch der Stängel weist Farbveränderungen auf. Diese sieht man vor allem dann besonders gut, wenn man ein Stückchen des Stängels abschneidet.

Durch diesen Versuch wird das Prinzip der Nährstoff- und Wasserversorgung von Pflanzen sehr schön veranschaulicht. Dabei stellt die blaue Lebensmittelfarbe das Äquivalent zu den Nährstoffen dar.

**Dauer des Forscherauftrags:** 15 min + 1 Tag  
Wartezeit

**Sozialform:** Partnerarbeit, Gruppenarbeit

**Materialien (für jedes Kind):** eine weiße Nelke, blaue Lebensmittelfarbe oder Tinte, ein Messer, ein großes Glas

**Ziel:** Die Schülerinnen und Schüler leisten den Transfer zwischen den Kapillarkräften des Papiers und denen der Pflanzen.

**Zu beachten:** Der Versuch funktioniert am eindrücklichsten mit einer weißen Nelke. Alternativ kann auch eine welke Selleriestange verwendet werden. Beim Verwenden von Tinte sollte man darauf achten, dass bei kalkhaltigem Wasser die Färbung nach kurzer Zeit wieder verschwindet. Diesem Effekt kann vorgebeugt werden, indem man einen Schuss Zitronensaft hinzugibt.



## Forscheraufträge

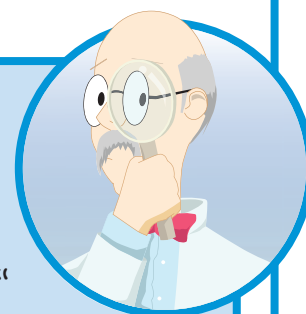
### Detektivgeschichte

In dem Versuch „Absender gesucht“, den du am Computer durchgeführt hast, möchte ein Kind herausfinden, wer ihm die Einladung zugesteckt hat. Durch die Methode der Chromatografie konnte man dem unbekanntem Verfasser auf die Spur kommen! Erfinde eine spannende Detektivgeschichte, in der ein richtiger Kriminalfall mit Hilfe der Chromatografie aufgeklärt wird!

In einer bedeutenden Kunstgalerie wurde eingebrochen und das wertvollste Ausstellungsstück „Schoßhund im Schlaf“ gestohlen. Der Täter hinterließ folgendes Schreiben:

*„Legt eine Tasche mit 1.000.000 Euro in kleinen Scheinen in einer Woche auf die Parkbank des Nordparks oder ihr seht den Schoßhund nie wieder.“*

Der Brief wurde mit einem schwarzen Filzstift geschrieben. Die Polizei konnte aufgrund einer Überwachungskamera zwei Verdächtige ausmachen: Ede K. und Billi W. Bei den Durchsuchungen der Wohnungen konnte kein Kunstwerk gefunden werden, aber es wurden Filzstifte sichergestellt. Bei der weiteren Analyse kann nur Professor Thomas Chromaticus weiterhelfen ...



### Langzeitexperiment mit weißer Nelke

Beobachtet, was passiert, wenn ihr eine weiße Nelke über Nacht in gefärbtes Wasser stellt:

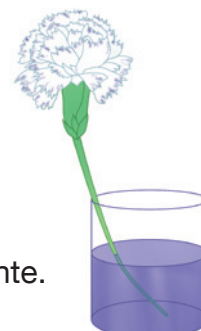
#### Dazu benötigt ihr:

- eine weiße Nelke
- ein Messer
- ein Glas
- Lebensmittelfarbe oder Tinte (am besten blaue)
- Wasser



#### So funktioniert es:

1. Nehmt die Nelke und schneidet das untere Ende mit dem Messer ab.
2. Füllt das Glas bis zur Hälfte mit Wasser und blauer Lebensmittelfarbe (oder Tinte), sodass das Wasser tiefblau gefärbt ist.
3. Stellt nun die Nelke in das Glas und wartet einen Tag ab.
4. Was könnt ihr feststellen? Überlegt gemeinsam, was passiert sein könnte.





Ihr Feedback interessiert uns sehr. Deshalb belohnen wir Ihre Klasse mit einem Klassensatz Dr.-Blubber-Magnete. Berichten Sie uns einfach per Mail (an [referat.schulen@basf.com](mailto:referat.schulen@basf.com)), ob Sie unsere Materialien hilfreich fanden, welche Forscheraufträge Sie genutzt haben und wie Ihrer Klasse das Experimentieren im Virtual Lab gefallen hat. Sie können auch gerne unseren Feedbackbogen auf der Seite [www.basf.de/virtual\\_lab/lehrer](http://www.basf.de/virtual_lab/lehrer) nutzen, um uns Ihr Feedback zukommen zu lassen.

Vielen Dank.

