

**A: Inhalt**

Bei diesem LernJob haben die SuS dreimal die Aufgabe verschmutztes Wasser wieder sauber zu kriegen. Um zu beweisen, dass sie dabei nicht geschummelt haben, müssen sie immer eine Probe des gereinigten Wassers und eine Probe des "Schmutzstoffes" abliefern. Das ist gar nicht so einfach! Zur Übung und Vertiefung werden noch eine Reihe zusätzlicher Trennungsaufgaben angeboten.

**B: Dokumente**

1. Hinweise für die Lehrkraft	32201_hinweise_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
2. LernJob-Maske leer	32202_maske_leer_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
3. Hilfsmaterial 1	32203_hilfsmaterial-1_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
4. Hilfsmaterial 2	32204_hilfsmaterial-2_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
5. Information 1	32205_info-1_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
6. Information 2	32206_info-2_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
7. Information 3	32207_info-3_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
8. Vorschlag A mit Hinweisen	32208_vorschlag-a_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
9. Vorschlag B mit Lösungen	32209_vorschlag-b_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
10. Vorschlag C mit Lösungen	32210_vorschlag-c_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
11. Vorschlag D mit Lösungen	32211_vorschlag-d_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
12. Vorschlag E mit Lösungen	32212_vorschlag-e_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
13. Vorschlag F1 mit Lösungen	32213_vorschlag-f1_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
14. Vorschlag F2 mit Lösungen	32214_vorschlag-f2_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
15. Vorschlag G	32215_vorschlag-g_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
16. LernJob-Maske voll (Musterlösung)	32216_maske_voll_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx
17. Gefährdungsbeurteilungen	32217_gbu_wasser_muss_sauber_sein.docx
18. Bildquellen	32218_bildquellen_wasser_muss_sauber_sein.docx
19. Klassenarbeit (für beide LernJobs)	32219_klassenarbeit_fuer_beide_lernjobs.docx
20. LernJob-Maske, Alternative für Job 1	32220_alternative_job1_lernjob_wasser_muss_sauber_sein.docx

**C: Assoziierte Standards****Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ (2.1)**

1. Phänomene beobachten und beschreiben
4. zunehmend Beobachtungen von Erklärungen unterscheiden
6. Experimente unter Anleitung planen, durchführen, auswerten
10. einfache Ansätze zur Lösung eines naturwissenschaftlichen beziehungsweise technischen Problems entwickeln

**Kompetenzbereich „Kommunikation“ (2.2)**

1. beim naturwissenschaftlichen und technischen Arbeiten im Team Verantwortung für Arbeitsprozesse übernehmen, ausdauernd zusammenarbeiten und dabei Ziele sowie Aufgaben sachbezogen diskutieren
2. ihr Vorgehen, ihre Beobachtungen und die Ergebnisse ihrer Arbeit dokumentieren
5. Sachverhalte adressatengerecht präsentieren
7. zunehmend zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung unterscheiden
8. einfache Skizzen und Zeichnungen lesen und erstellen

**Kompetenzbereich „Bewertung“ (2.3)**

1. naturwissenschaftliche Erkenntnisse für die Lösung von Alltagsfragen sinnvoll einsetzen
5. ökologisch und ökonomisch verantwortungsbewusst mit Material und Energie umgehen

**Kompetenzbereich „Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und der Technik“ (3.1.1)**

- (1) wichtige Arbeitsgeräte sicher nutzen und deren bestimmungsgemäßen Einsatz erläutern (...Gasbrenner)
- (4) an Beispielen die naturwissenschaftliche Arbeitsweise durchführen und erläutern (Beobachtung eines Phänomens, Vermutung, Experiment, Überprüfung der Vermutung)
- (5) Experimente planen und durchführen, Messwerte erfassen und Ergebnisse protokollieren sowie erläutern, wie man dabei vorgeht (Tabellen, Diagramme und Skizzen)

### Kompetenzbereich „Wasser-ein lebenswichtiger Stoffe“ (3.1.3)

(7) Experimente zur Trennung von Gemischen planen, durchführen, dokumentieren (Lösen, Filtrieren, Dekantieren, Eindampfen) und technische Anwendungen erklären (Wasserreinigung).

## D: Hinweise

### Lernvoraussetzungen für diesen LernJob

- selbstständige Nutzung des Gasbrenners (vgl. 3.1.1 (1)), evtl. „Brennerführerschein“
- Wasser als Lösungsmittel (vgl. Bildungsplan Sachunterricht, Standard 3.2.3.1 (8) + Experiment 4.3.5).
- Sedimentation und Filtration (vgl. Bildungsplan Sachunterricht, Standard 3.2.3.1 (9) + Experiment 4.3.7)

### Allgemeine Hinweise zur Planung und Umsetzung

- In diesem LernJob sollen die SuS in Zweier- oder Dreier-Teams zusammenarbeiten. Idealerweise wird mit der geteilten Klasse gearbeitet, also mit 14 bis 16 SuS in 5 bis 8 Teams.
- Wie viel Zeit dieser LernJob beansprucht (6 bis 10 Stunden), hängt wesentlich von den Lenkungsentscheidungen der Lehrkraft ab, vor allem davon, (1) wie selbstverantwortlich die SuS tatsächlich arbeiten dürfen, (2) ob und wie stark einzelne Lernaspekte im Vorfeld vorbereitet oder „just-in-time“ entlastet werden, (3) wie ausgiebig und selbstständig insbesondere Job 4 („Wiederholen, anwenden, weiter denken...“) bearbeitet wird, (4) ob und wie ausgiebig nach Beendigung eines Sinnabschnitts schüler- oder lehrerzentrierte Plenumsphasen (z.B. Präsentationen) zur Wissens-integration durchgeführt werden.
- Der LernJob ermöglicht die Umsetzung verschiedener Differenzierungsaspekte:

Differenzierungsaspekt	Umsetzung im LernJob
Auflösen des gleichen Lerntempos	Vorgabe einer Gesamtarbeitszeit
Auflösen der gleichen Lernwege	Eigene Planung der Experimente unverbindliche Hilfestellungen
Auflösen der gleichen Lerninhalte	unverbindliche Arbeitsvorschläge zur Weiterarbeit
Auflösen des gleichen Anforderungsniveaus	unverbindliche Hilfestellungen Arbeitsvorschläge mit verschiedenen Anspruchsniveaus
Auflösen der gleichen Sozialform	Zweier- oder Dreier-Teams
<b>Verbindliche gemeinsame Basis</b> Inhaltliche Vorbereitung, Wissensintegration, Musterlösung	

- Prinzipiell kann der LernJob auch lehrergesteuert „im Gleichschritt“ durchgeführt werden. Dabei entfaltet die Methode aber nicht ihr volles Differenzierungspotenzial. Eine solche Vorgehensweise kann dann zielführend sein, wenn nicht mit der geteilten Klasse gearbeitet werden kann und deutlich über 20 SuS am Unterricht teilnehmen. Einen groben Anhaltspunkt für die Zeitplanung gibt folgende Übersicht:

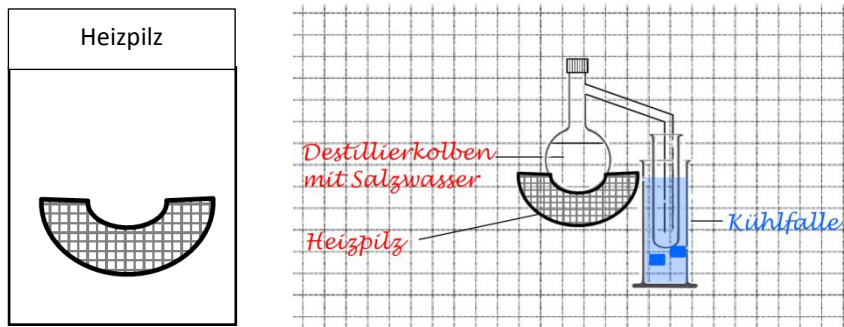
	min.	max.
<b>Job 1</b>	60 min	90 min
<b>Job 2</b>	60 min	90 min
<b>Job 3</b>	60 min	90 min
<b>Job 4</b>	90 min	180 min

### Hinweise zur Experimentierphase in Job 1

- Hier geht es um die Trennung einer Lösung von Kochsalz in Wasser. Es wird vorausgesetzt, dass die SuS die Aggregatzustände von Wasser und deren Übergänge bereits kennen (vgl. Bildungsplan Sachunterricht, Standard 3.2.3.1 (4) + Experiment 4.3.4). Gegebenenfalls ist es trotzdem sinnvoll, diese Unterrichtsgegenstände vor Durchführung des LernJobs aufzufrischen. In diesem Zusammenhang kann das Hilfsmaterial 2 zum Einsatz kommen.
- Die SuS sind womöglich der Meinung, dass durch Filtration eine Abtrennung des Kochsalzes möglich ist. Dahinter steckt die falsche aber durchaus plausible Vorstellung, dass das Kochsalz in der Lösung lediglich sehr fein verteilt ist, jedoch einen Filter nicht passieren kann. Bei diesem Arrangement ist es nun durchaus möglich, dass die SuS diesen Irrweg beschreiten und so die Unzulänglichkeit ihres Konzepts selbst entdecken.

- Zielführend für dieses Problem ist eine Destillation. Hierbei ist die Ausbeute an Wasser sehr gering, wenn das Kondensationsrohr nicht ausreichend gekühlt wird. Einfach zu realisieren und durchaus effektiv ist eine Kühlfalle mit Eiswasser (siehe Musterlösung). Die Durchführung ist durch die Lehrkraft aufmerksam zu beobachten, da siedendes Salzwasser und ständiger Dampfaustritt zwei nicht zu unterschätzende Gefahrenquellen darstellen.

- **ALTERNATIV** zum Gasbrenner kann auch ein elektrischer Heizpilz verwendet werden. In diesem Fall ist auf der LernJob-Maske (Seite 2) das Feld „Gasbrenner und Feuerzeug“ zu ersetzen durch das Symbol für die Heizplatte. In der Versuchsskizze ist auch in der Musterlösung eine entsprechende Veränderung vorzunehmen.



Schnitzzeichnungen mit freundlicher Genehmigung des Bildungshauses Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH, Georg-Westermann-Allee 66, 38104 Braunschweig

- **ALTERNATIV** zur Destillation, die als Trennungsmethode im BNT-Bildungsplan nicht gefordert ist, kann auch ein einfaches Eindampfen des Salzwassers wie in Job 2d) im LernJob „Eine unbekannte Flüssigkeit“ durchgeführt werden. Um eine Probe des gereinigten Wassers zu erhalten ist dann lediglich eine Glasplatte erforderlich, die in den Dampf gehalten wird, so dass Wasser daran kondensieren und in ein Becherglas abtropfen kann. In diesem Fall sind auf der LernJob-Maske (Seite 2-4) einige Veränderungen vorzunehmen, die in der Alternativversion (32220\_alternative\_job1\_lernjob\_wasser\_muss\_sauber\_sein.docx) umgesetzt worden sind. Auch die zugehörige Anpassung der Musterlösung findet sich in diesem Dokument.

### Hinweise zur Experimentierphase in Job 2

- Hier geht es um die Trennung einer Suspension von Erde in Wasser. Die Filtration ist für dieses Problem ebenso naheliegend wie zielführend. Lösungen zu trennen ist demnach wesentlich energieaufwändiger als die Trennung von Gemischen, bei denen der verunreinigende Stoff nicht in Lösung ist.

- Eine Alternative zur Filtration ist hier die Sedimentation. Dieses Verfahren gehört nicht zum verbindlichen Lernstoff und wird deshalb in einer INFO abgehandelt. In diesem Zusammenhang ist auch eine experimentelle Hausaufgabe denkbar, bei der die SuS die verschiedenen Stadien der Sedimentation dokumentieren.

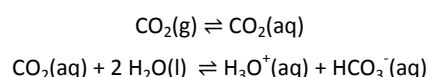
- Bei der korrekten Faltung von Rundfiltern entstehen Faltenfilter, die aufgrund ihrer großen Oberfläche eine ideale Filterwirkung erzielen. Die zugehörige Faltechnik wird ebenfalls in einer INFO abgehandelt.

### Hinweise zur Experimentierphase in Job 3

- Hier geht es das Ausgasen von Kohlenstoffdioxid aus saurem Sprudel. Die Bezeichnung „saurer Sprudel“ ist nicht ganz korrekt, denn in Deutschland darf rechtlich als Sprudel nur Mineralwasser bezeichnet werden.

- Bereits durch Schütteln des Kolbens entweicht das Gas und kann gefahrlos in einem Luftballon aufgefangen werden. Für die vollständige Entfernung des Gases ist es im Weiteren erforderlich, die Flüssigkeit zu erhitzen. Da die Löslichkeit von Gasen bei höherer Temperatur abnimmt, kann Kohlenstoffdioxid praktisch vollständig entfernt werden. Es ist von Seiten der Lehrkraft darauf zu achten, dass der saure Sprudel von den SuS nicht zum Sieden erhitzt wird, damit der Austritt von Kohlenstoffdioxid nicht mit der Blasenbildung beim Sieden verwechselt wird. Zu diesem Zweck sollte den SuS zusätzlich ein Thermometer ausgeteilt werden und die Temperatur auf 70°C beschränkt werden.

- Die im Text getroffene Aussage „Ein Teil des Gases ist...gelöst. Man erkennt aber auch, dass ein Teil des Gases sich nicht löst sondern weiterhin gasförmig vorliegt.“ ist eine Vereinfachung der tatsächlichen chemischen Verhältnisse, die exakter durch die beiden Gleichgewichtsreaktionen.



zu beschreiben sind.

#### Hinweise zu den Arbeitsvorschlägen in Job 4

- Bei Vorschlag A geht es um die Erstellung einer Concept-Map zur Festigung und Abgrenzung der zahlreichen Fachbegriffe des LernJobs. Hinweise zur Durchführung finden sich direkt beim Material.

- Bei Vorschlag B wird eine Situation betrachtet, wie sie auch bei der Aufbereitung von Wasser in der Kläranlage anzutreffen ist: Grobe unlösliche Feststoffe, die aufgrund ihrer hohen Dichte im Wasser nach unten sinken (z.B. Sand, hier modellhaft Murmeln) oder aufgrund ihrer geringen Dichte an der Oberfläche schwimmen (z.B. Holz, hier modellhaft Styroporkugeln) müssen in der ersten Stufe mechanisch entfernt werden. Die Durchführung gelingt sehr einfach z.B. mit einer Pinzette.

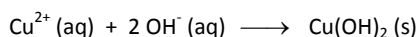
- Bei Vorschlag C geht es um die Trennung einer Wasser-Öl-Emulsion mithilfe eines Scheidetrichters. Wie bereits bei Vorschlag B sind die Begriffe „Dichte“ und „Wasserlöslichkeit“ zur Beschreibung des Phänomens erforderlich. Die Durchführung ist diesmal jedoch anspruchsvoller, da zunächst über den sinnvollen Einsatz des Scheidetrichters nachgedacht werden muss.

- Bei Vorschlag D geht es um die Destillation einer Lösung von Alkohol (genauer: Ethanol, GHS 02) in Wasser. Aus Kostengründen ist es hier zweckmäßig Brennspritus einzusetzen. Es ist auch denkbar, den Alkohol einfach abzdampfen. Auf jeden Fall ist hier ein Heizpilz (beim Abdampfen eine Heizplatte) zu verwenden, keine offene Flamme! Die Durchführung ist durch die Lehrkraft in jedem Fall besonders aufmerksam zu beobachten, denn hier entstehen brennbare Ethanolämpfe (siehe Gefährdungsbeurteilung)



- Bei Vorschlag E geht es um die Reinigung von „Tintenwasser“ mithilfe von Aktivkohle und anschließender Filtration. Um gute Ergebnisse zu erzielen kann es erforderlich sein, die beiden Reinigungsschritte mehrfach nacheinander durchzuführen. Zur besseren Kontrolle des Reinigungserfolges ist es sinnvoll, die gereinigte Probe mit eine Probe des unbehandelten Tintenwassers zu vergleichen (Prinzip der Blindprobe).

- Bei Vorschlag F1 geht es um die Ausfällung von Kupferhydroxid (GHS 07) aus einer verdünnten Kupfersulfatlösung (GHS 07 | GHS 09) mit verdünnter Natronlauge (GHS 05) als Modell für die chemische Abwasserreinigung in Kläranlagen:



- Enthält die Kupfersulfatlösung wie in Vorschlag F2 zusätzlich Zitronensäure (GHS 05), so gelingt die Ausfällung nicht, da die Kupferionen dann komplexiert vorliegen.



- Da hier mit umweltschädlichen Schwermetallsalzen und Natronlauge gearbeitet wird, ist die Durchführung durch die Lehrkraft besonders aufmerksam zu beobachten (siehe Gefährdungsbeurteilung). Im Zweifel sollte der Versuch durch die Lehrkraft durchgeführt werden!



- Bei Vorschlag G geht es um die Verfahrensweise einer typischen Kläranlage und um die mehrstufige Reinigung eines Modellabwassers.

#### Bezüge zum Anfangsunterricht Chemie

Im Anfangsunterricht Chemie spielt Trennung von Stoffgemischen eine Rolle, vgl. Kompetenzbereich 3.2.1.1 „Stoffe und ihre Eigenschaften“

(4) ein Experiment zur Trennung eines Stoffgemischs planen und durchführen