

Unterrichts- und Lernmaterialien geprüft vom PARSEL-Konsortium  
im Rahmen des EC FP6 geförderten Projekts: SAS6-CT-2006-042922-PARSEL

Kooperierende Institutionen und Universitäten des PARSEL-Projekts:



**Für Schülerinnen und Schüler**

## Was ist schädlicher: Zigaretten oder Wasserpfeife rauchen?

Ein Modul für alle naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer (insbesondere für das Fach Chemie) der Jahrgangsstufen 9 bis 12 über chemische Prozesse beim Rauchen

**Anmerkungen:** Die im Folgenden dargestellten Materialien und Anregungen für die Planung und Durchführung von Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern sowie die Empfehlungen zur Einschätzung des Unterrichtserfolgs stammen von den unten genannten Autoren (siehe Fußzeile). Dem Team der Didaktik der Chemie der Freien Universität Berlin wurde im Rahmen des PARSEL-Projekts die Aufgabe übertragen, ausgewählte und geprüfte Materialien anderer PARSEL-Partner zu übersetzen, zu editieren und auf regionaler bzw. nationaler Ebene bekannt zu machen.



### Zusammenfassung

Dieses Modul beschreibt Laboraktivitäten, anhand derer du chemische Vorgänge beim Tabakrauchen und chemische Bestandteile von Tabakrauch untersuchen kannst; und zwar beim Rauchen von Zigaretten und/oder beim Rauchen einer Wasserpfeife. Ziel dieses Moduls ist es, dir naturwissenschaftliche Aspekte des Rauchens vor Augen zu führen, und deutlich zu machen, welche Bedeutung chemiebezogene Erklärungen und Erkenntnisse im Alltag haben können.

## Aufgabenstellung

In den folgenden Aktivitäten werden wir analysieren, welche Substanzen in den menschlichen Körper gelangen, wenn man Zigaretten oder Wasserpfeife raucht – Aktivrauchen, oder wenn man neben jemandem steht, der raucht – Passivrauchen.

Hintergrund: Die schädlichen Auswirkungen des Zigaretten- und Wasserpfeiferauchens wurden durch viele naturwissenschaftliche Studien belegt. Achtzig Prozent aller Fälle von Lungenkrebs kommen bei Rauchern vor. Rauchen ist der Hauptfaktor für die Entstehung anderer Krebsarten. Rauchen verursacht auch andere schwere Atemwegserkrankungen, z.B. Asthma und Bronchitis. Rauchen schadet dem Gehirn und den Nieren und reduziert unmittelbar die körperliche Fitness. Rauchen schadet der menschlichen Fortpflanzungsfähigkeit, beschleunigt den Alterungsprozess und führt zur Ausbildung von Gesichtsfalten und anderen Hautentstellungen.

Was ist im Zigarettenrauch enthalten, dass Rauchen solche Gesundheitsrisiken in sich birgt? In Zuge der Laboraktivitäten werden wir versuchen, einen Teil der Bestandteile, die – wenn man raucht – in den menschlichen Körper inhaliert werden, zu beschreiben. Das hilft zu verstehen, welche Substanzen beim Rauchen welche Krankheiten verursachen und warum das so passiert.

Am Schluss der Laboraktivitäten sollt ihr einen Aufsatz schreiben, in dem ihr die Frage: „Was ist schlimmer, Zigaretten oder Wasserpfeife rauchen?“ begründet beantworten sollt. Außerdem sollt ihr das Protokoll mit euren Antworten zu den jeweiligen Fragen abgeben. Es ist zu empfehlen, dass ihr euch während der Laborarbeiten gewissenhaft Notizen macht.

## Station 1: Der Säuregehalt des Rauchs

An dieser Station werdet ihr die Substanzen, die im Zigarettenrauch enthalten sind, in den Blick nehmen und den Säuregehalt, der sich in den Lungen eines Rauchers einstellt, überprüfen.

Zuerst müsst ihr aber etwas über Säuren lernen: Viele Substanzen um uns herum sind durch einen bestimmten Säuregehalt zu charakterisieren. Substanzen, wie Zitronensaft oder Essig, werden als **saure** Substanzen bezeichnet. Es gibt aber auch andere Substanzen, die nicht sauer sind: Chemiker/-innen nennen sie **basisch**. Darüber hinaus gibt es auch noch so genannte **neutrale Substanzen**, die weder sauer noch basisch sind. Mittels eines **Indikators** kann man feststellen, ob eine Substanz als sauer, basisch oder neutral zu bezeichnen ist. Indikatoren sind z.B. Substanzen, die ihre Farbe in Abhängigkeit des Säuregrades der zu untersuchenden Substanz ändern. Bromthymolblau ist ein solcher Indikator, der in Gegenwart einer Base bzw. in Gegenwart einer Säure eine jeweils andere Farbe zeigt.

**Von hier an bis zum Schluss der Laboraktivität müssen alle Schüler Schutzbrillen tragen!**

- Umgang mit einem Indikator: Nehmt vier Reagenzgläser und befüllt sie mit der Indikatorlösung. In das erste Reagenzglas gebt ihr einen Tropfen aus der Flasche, die die Base enthält. In das zweite gebt ihr einen Tropfen einer starken Säure und in das dritte einen Tropfen schwacher Säure. Welche Farben zeigen die jeweiligen Lösungen? Ergänzt die folgende Tabelle.

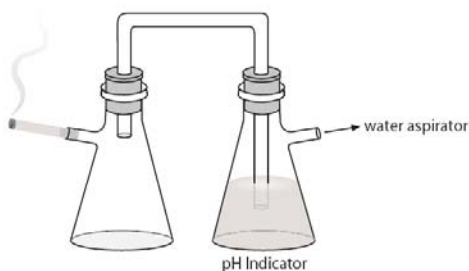
Reagenzglas	Säure/Base	Farbe
1	Base	
2	starke Säure	
3	schwache Säure	
4	neutral	

- Unten sind einige Substanzen aufgeführt, die man in jedem Haushalt findet. Tropft sie in das Reagenzglas mit der Indikatorlösung. Haltet eure Beobachtungen in der folgenden Tabelle fest.

Substanz	Farbe des Indikators	sauer/basisch/neutral
Essig		
Natron*		
Vitamin C*		
Cola		
Zitrone		
Backpulver*		

\* Diese Substanzen sollten zunächst in einer kleinen Menge Wasser aufgelöst werden. Erst dann können sie zu der Indikatorlösung hinzugefügt werden.

- Entscheidet auf Grund eurer Beobachtungen, ob die jeweiligen Substanzen sauer, basisch oder neutral sind (letzte Spalte in der Tabelle).
- Jetzt werdet ihr ein System bauen, welches Zigaretten rauchen und den Rauch in die Indikatorlösung leiten kann.
- Setzt die „Rauchmaschine“ so zusammen, wie es Abbildung 1 zeigt.



**Abbildung 1:** „Rauchmaschine“, mit der der Säuregrad des Zigarettenrauchs analysiert werden kann.

Die folgenden Arbeitsschritte müssen in einem gut ziehenden Abzug und hinter einer Glasscheibe, die die Schüler von der „Rauchmaschine“ trennt“, durchgeführt werden.

- Verbindet die Zigarette mit dem ersten Kolben.
- Verbindet den zweiten Kolben mit der Wasserstrahlpumpe.
- Befüllt den zweiten Kolben mit 200 ml der Indikatorlösung.
- Dreht den Wasserhahn an der Wasserstrahlpumpe auf.
- Zündet die Zigarette an.

Beschreibt, was im System passiert:

---

---

Welche Farbe hat der Indikator?

---

Wie sauer ist der Rauch?

---

Was passiert mit den Lungen, wenn sie dem sauren Rauch ausgesetzt sind?

---

---

---

---

## Station 2: Feststoffe im Rauch

Zigarettenrauch besteht aus einem Gemisch aus verschiedenen Gasen und aus kleinsten festen Stoffen. Jeder Kubikmillimeter Rauch enthält  $5 \times 10^9$  Partikel, die einen Durchmesser von ca. 0,2 – 10 Mikrometer (ein Mikrometer entspricht dem Millionstel eines Meters) haben. Nicotin ist einer der festen Stoffe, die im Tabakrauch enthalten sind. Nicotin wird als der Hauptauslöser für die Abhängigkeit vom Rauchen angesehen. Außer Nicotin enthält der Rauch noch andere organische Stoffe; hauptsächlich aromatische Kohlenwasserstoff-Verbindungen. Die Mischung dieser festen Komponenten wird als „Teer“ bezeichnet. Die meisten der im Teer enthaltenen Substanzen sind Krebs erregend.

Wie schon erwähnt: Tabakrauchen wird als Hauptursache für die Entstehung von Lungenkrebs angesehen. Die im Tabakrauch enthaltenen Substanzen sind die Hauptursache für Krebs-Erkrankungen. Vor allem die Substanzen, aus denen der so genannte Teer besteht, führen zu einer Lähmung der Flimmerhärchen in den Epithelien des Atemwegsystems. Die Lähmung der Flimmerhärchen kann eine Schädigung der Lunge hervorrufen. Die Substanzen im Teer verursachen auch Reizungen und einen verstärkten Speichelfluss. Die Kombination dieser beiden Faktoren kann eine teilweise oder komplette Verstopfung der Atemwege verursachen. Da solche Substanzen aus der Lunge kaum abzutransportieren sind, aktiviert der menschliche Körper einen alternativen Notfallmechanismus; z.B. den allseits bekannten Husten eines Kettenrauchers, den so genannten Raucherhusten.

An dieser Station werdet ihr die Feststoffe, die im Zigaretten- und im Wasserpfeifenrauch enthalten sind, nachweisen und vergleichen.

Welche Eigenschaften hat Teer (Farbe, Löslichkeit, Geruch, etc.)?

---

---

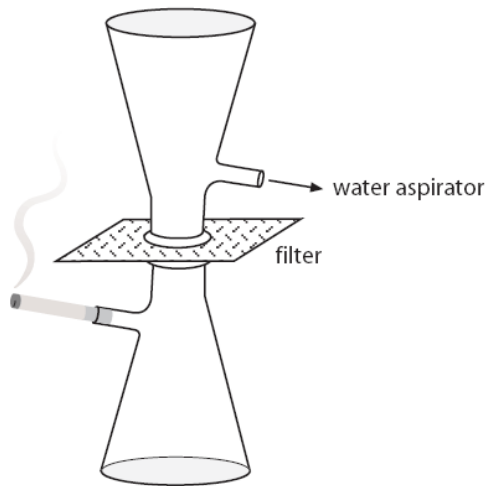
Warum ist er gefährlich für die Lungen?

---

---

---

- Baut die „Rauchmaschine“ für die Erfassung der Feststoffe so zusammen, wie es Abbildung 3 zeigt.



**Abbildung 3:** Zigaretten- und Wasserpfeifenrauchsystem für die Erfassung der Feststoffe im Rauch

- Faltet das Filterpapier zweimal und platziert es zwischen den beiden Kolben, so wie es Abbildung 3 zeigt.
- Verbindet die beiden Kolben gut mit Knete, so dass sie nicht herunterfallen können und der Rauch nicht aus dem System entweichen kann.
- Führt die Zigarette in den unteren Ansatzstutzen ein und schließt an den oberen Ansatzstutzen eine Wasserstrahlpumpe an.
- Dreht den Wasserhahn an der Wasserstrahlpumpe vorsichtig auf.
- Zündet die Zigarette an.
- Messt wie lange eine Zigarette brennt. Eine Zigarette brennt: \_\_\_\_\_
- Schaltet die Wasserstrahlpumpe aus.
- Entfernt das Filterpapier und legt es auf einen Plastikteller.
- Beschriftet den Plastikteller, so dass ihr später wisst, woher das Filterpapier stammt.
- Wiederholt den Versuch mit einer Wasserpfeife, die mit brennendem Tabak versehen ist. Verwendet dafür ein neues, sauberes Filterpapier.
- Durch die „Rauchmaschine“ sollte genau so lange Wasserpfeifenrauch geleitet werden, wie zuvor Zigarettenrauch durchgeleitet wurde.

---

Entwickelt von: Ron Blonder  
 Institution: The Belmonte Science Laboratory Center, The Hebrew University of Jerusalem und dem Weizmann Institut für Naturwissenschaften, Rochvot, Israel

Übersetzt und editiert von: PARSEL-AG: Didaktik der Chemie – Freie Universität Berlin, Deutschland

Welche Farbe hat das Filterpapier? \_\_\_\_\_

Welches Filterpapier ist dunkler? \_\_\_\_\_

- Legt das Filterpapier, in dem der Teer der Zigarette gesammelt wurde, in Wasser.
- Löst sich der Teer in Wasser vom Filterpapier? \_\_\_\_\_

Achtung: Methanol ist giftig! Der nächste Versuch muss daher im Abzug durchgeführt werden. Außerdem müsst ihr bei dem folgenden Versuch Schutzhandschuhe tragen und eine Schutzbrille aufsetzen.

- Legt das Filterpapier in Methanol.
- Löst sich der Teer im Methanol vom Filterpapier? \_\_\_\_\_

Erklärt eure Beobachtungen mit Hilfe von intermolekularen Kräften.

---

---

---

Ratet mal, welche Farbe wohl die Lunge eines Rauchers hat?

---

Ist es möglich den Teer abzuspülen, und ihn aus der Lunge zu entfernen (Schreibt eure Erklärungen nieder)?

---

---

---

---

Station 4 wird dir deutlich machen, ob oder in wie weit ihr mit euren Antworten richtig liegt.



### Station 3: Die Substanzen in der Dampfphase des Rauchs

Nach Angaben der Welt Gesundheitsorganisation (WHO), bestehen Tabak-, Zigaretten- und Wasserpfeifenrauch aus ungefähr 400 verschiedenen chemischen Substanzen. Einige dieser chemischen Substanzen sind gefährliche Gifte. Wir wollen herausfinden, ob der Zigaretten- und Wasserpfeifenrauch wirklich gesundheitsschädliche Substanzen enthält, wie es der von der WHO veröffentlichte Bericht behauptet. An dieser Station werdet ihr nun die Bestandteile des Rauchs untersuchen (ihr werdet euch nicht mit den festen Bestandteilen beschäftigen – diese habt ihr qualitativ schon an Station 2 untersucht).

Die gefährlichen Bestandteile der Gaskomponente sind vor allem: Kohlenstoffmonoxid (CO), Stickstoffoxide ( $\text{NO}_x$ ), Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), flüchtige Schwefelverbindungen, flüchtige Stickstoffverbindungen (Cyanwasserstoff), Kohlenwasserstoffe, Alkohole, und andere organische Substanzen. Diese Substanzen sind Gifte: Einige von ihnen sind hoch giftig.

Welche Gase kennt ihr?

---

---

Welche Gase kommen in der Luft vor?

---

---

Was ist eine organische Substanz?

---

Welche Produkte entstehen bei der Verbrennung einer organischen Substanz?

---

---

In welcher chemischen Reaktion wird Kohlenstoffmonoxid auch noch produziert?

---

---

Warum ist Kohlenstoffmonoxid ein Gift?

---



---

Habt ihr schon einmal von Leuten gehört, die gestorben sind, weil sie Kohlenstoffmonoxid ausgesetzt waren?

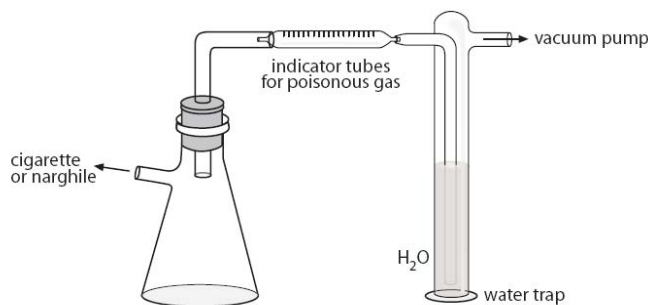
---

Welches wohlbekanntes Gift kommt im Rauch vor? (Hinweis: Es ist eine der Substanzen aus der Liste von gefährlichen Substanzen auf der vorhergehenden Seite.)

---

An dieser Station werdet ihr das Vorkommen von Kohlenstoffmonoxid, von Stickstoffoxiden und Schwefeldioxid im Zigaretten- und Wasserpfeifenrauch nachweisen. Ihr werdet eine quantitative Analyse durchführen, um diese Substanzen mittels für sie spezifischer Indikatoren nachzuweisen, und die Ergebnisse aus der Analyse des Zigaretten- und Wasserpfeifenrauchs vergleichen.

- Baut die Apparatur so auf, wie in Abbildung 4 dargestellt.



**Abbildung 4:** Apparatur für die Analyse von Zigaretten- und Wasserpfeifenrauch

- Verbindet den Kolben mit der Zigarette.
- Öffnet beide Seiten der Indikatorröhre.
- Verbindet die Indikatorröhre mit dem Kolben und der Wasserfalle.
- Verbindet die Wasserfalle mit einer Vakuumpumpe.

- Schaltet die Pumpe ein.
- Zündet die Zigarette an.
- Messt wie lange es dauert bis diese Zigarette verbrannt ist: \_\_\_\_\_
- Finde anhand der Messskala heraus, welche der folgenden Gase in welchen Mengen zu identifizieren sind: Kohlenstoffmonoxid, Stickstoffoxide und Schwefeldioxid.

Menge an Kohlenstoffmonoxid im Zigarettenrauch: \_\_\_\_\_

Menge an Stickstoffoxiden im Zigarettenrauch: \_\_\_\_\_

Menge an Schwefeldioxid im Zigarettenrauch: \_\_\_\_\_

- Wiederholt das Experiment; schließt aber dieses mal die Wasserpfeife an den Kolben an. Es ist wichtig, dass ihr genauso lange messt, wie bei dem vorhergehenden Versuchsdurchgang mit der Zigarette. Andernfalls könnt ihr die Ergebnisse für die Zigarette und die Wasserpfeife später nicht vergleichen.

Menge an Kohlenstoffmonoxid im Wasserpfeifenrauch: \_\_\_\_\_

Menge an Stickstoffoxiden im Wasserpfeifenrauch: \_\_\_\_\_

Menge an Schwefeldioxid im Wasserpfeifenrauch: \_\_\_\_\_

Stellt die Ergebnisse für die Mengen an giftigen Gasen aus dem Zigaretten- und Wasserpfeifenrauch in einer Tabelle dar.

Welche Unterschiede gibt es in der Zusammensetzung der Gasgemische?

---

---

---

Stellt Vermutungen über die Ursache der Unterschiede an:

---

---

---

---

## Station 4: Beobachtung und Demonstration von Lungenatmung bei einem „gesunden“ und einem „rauchenden Schwein“ – Simulationsversuch zur Auswirkung des Rauchens auf die menschliche Lunge

Vor euch seht ihr zwei konservierte Schweinelungen, die je mit einem Mechanismus versehen sind, mit dem sie aufgeblasen werden können – eine gesunde Lunge und eine, die den Zustand einer Raucherlunge simuliert. Vom anatomischen und physiologischen Standpunkt betrachtet sind Schweinelungen menschlichen Lungen durchschnittlichen Gewichts äußerst ähnlich, und kaum zu unterscheiden.

Außerdem seht ihr vor euch präparierte Lungenscheiben, die getrocknet wurden. Diese Scheiben werden es euch ermöglichen, die innere anatomische Struktur einer Lunge zu betrachten. Anhand des Präparats werdet ihr sicher die schwammartige Struktur einer Lunge erkennen.

**Achtung: Es ist verboten, die Lungen mit bloßen Händen zu berühren; tragt also Schutzhandschuhe! Solltet ihr dennoch direkten Hautkontakt haben, dann wascht euch die Hände gründlich mit Wasser.**

An dieser Station wird euch euer Lehrer/eure Lehrerin die Struktur der Lunge erklären und euch die Unterschiede zwischen einer gesunden und einer Raucherlunge aufzeigen.