



---

*Der einfachste Versuch, den man selbst gemacht hat,  
ist besser als der schönste, den man nur sieht.  
(Faraday)*

*Der Geist ist kein zu füllendes Behältnis,  
sondern ein anzuzündendes Feuer.  
(Plutarch)*

*Man suche nur nichts hinter den Phänomenen,  
sie sind selbst die Lehre.  
(Goethe)*

# MICHAEL FARADAYS KERZE

## Am Phänomen lernen

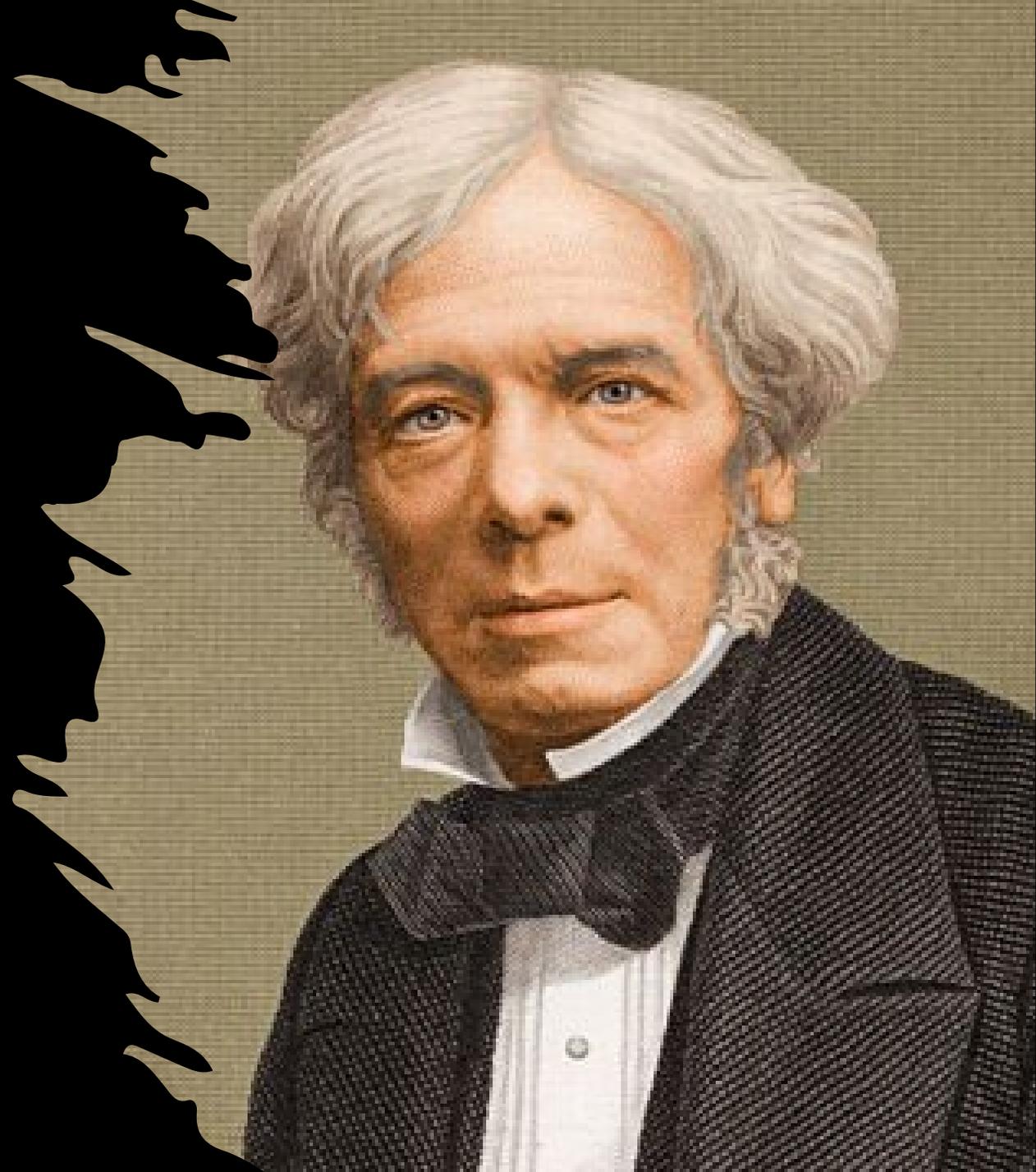
11. SWiSE

INNOVATIONSTAG

2022 PHZH

Susanne Wildhirt

PH LUZERN

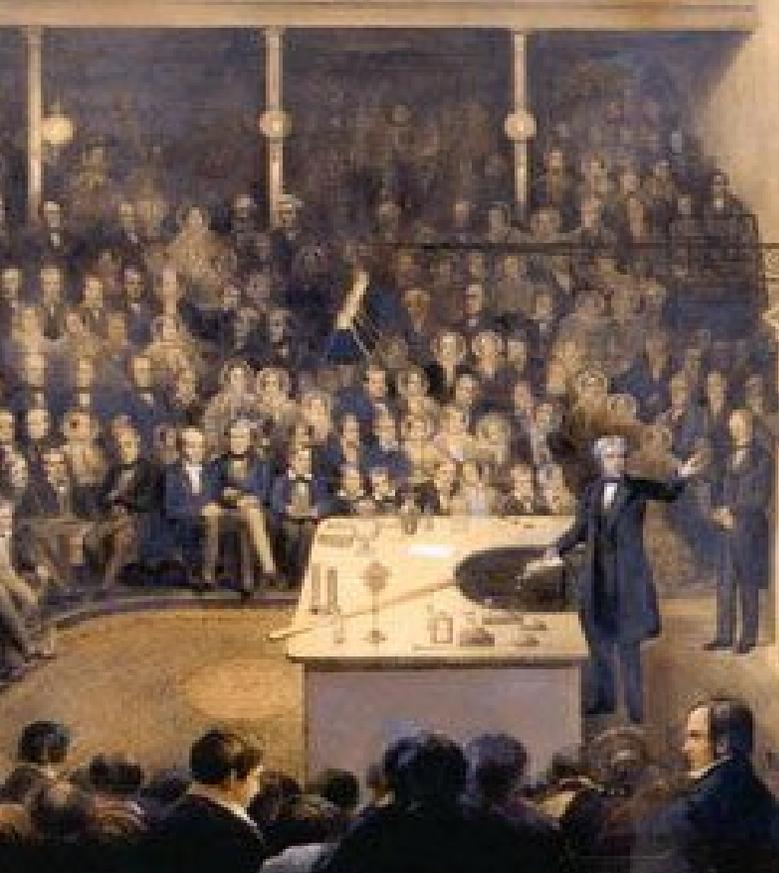


# Vortragsziele

- eine Fülle von Eigenschaften eines einzigen Phänomens erkunden, das die Fächergrenzen (PH/CH/B) «bröckeln» lässt
- einen exemplarischen Weg vom Wahrnehmen über das Nachdenken zum Modellieren beschreiten, bei dem die eigenen Lösungen durchgängig am Phänomen überprüft werden können
- mit Michael Faraday einen anderen Blick auf den Lerngegenstand «Kerze» gewinnen: In den NW geht es nicht nur um scientific literacy, sondern auch um Lebensbefähigung: Ich kann meinen Augen trauen!
- eine pädagogische Grundhaltung einnehmen, welche die explorativen Entwicklungen der Kinder und Jugendlichen fördert
- das Lehrstück «Faradays Kerze» kennen

# Kompetenzen

Klassenstufe	7 – Empfehlung: Einführung in das neue Fach Natur und Technik.
Im Lehrstück werden Kompetenzen aus drei verschiedenen Kompetenzbereichen thematisiert.	<p>NT.1 Wesen und Bedeutung von Naturwissenschaften verstehen            NT.2 Stoffe untersuchen und gewinnen            NT.3 Chemische Reaktionen erforschen</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Wege zur Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse beschreiben und deren kulturelle Bedeutung reflektieren (NT 1.1)</li> <li>• können Stoffe untersuchen, beschreiben, ordnen (NT 2.1)</li> <li>• können Stoffumwandlungen untersuchen und beschreiben (zu NT 3.1)</li> </ul>
Kompetenzstufen	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können beschreiben, wie naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden (Zu NT 1.1 a),</li> <li>• können Informationen zu ausgewählten Persönlichkeiten erschließen und daraus ableiten, was Naturwissenschaftler/innen machen bzw. wie sie zu ihren Erkenntnissen gelangen (Zu NT 1.1b),</li> <li>• können angeleitet Informationen über eine naturwissenschaftliche Erkenntnis zusammenstellen sowie nachvollziehen und kommunizieren, wie diese Erkenntnis unser Weltbild verändert hat (hier: Stoffkreislauf, Gegenüberstellung von Assimilation und Dissimilation) (Zu NT 1.1c),</li> <li>• können Stoffeigenschaften nach Anleitung bestimmen, dazu geeignete Messverfahren und -geräte einsetzen (zu NT 2.1.1a),</li> <li>• können Versuchsergebnisse vergleichen und Messgenauigkeit diskutieren (zu NT 2.1.1b),</li> <li>• können ausgewählte Stoffumwandlungen beobachten, untersuchen, als materielle und energetische Umwandlung erkennen und in Fachsprache beschreiben (zu NT 3.1.1b),</li> <li>• können angeleitet Kohlenstoffdioxid und Sauerstoff chemisch nachweisen (zu NT 3.1.2b).</li> </ul>
Inhalte (material und formal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturwissenschaftliches Beobachten und Experimentieren</li> <li>• Prinzipien der Naturwissenschaften: grundsätzliche Verstehbarkeit der Welt, Einfachheit der Lösung, Objektivität und Reproduzierbarkeit, Beständigkeit und Vorläufigkeit, Grenzen der Erkenntnisse, Bestimmung Schmelz- und Siedetemperatur, Aggregatzustände, Zustandsänderungen, Messverfahren, Brennbarkeit, chemische Reaktion, Reaktionsschema in Worten,</li> <li>• Messgenauigkeit, Nachweisreaktionen</li> </ul>



Michael Faraday

## Naturgeschichte einer Kerze

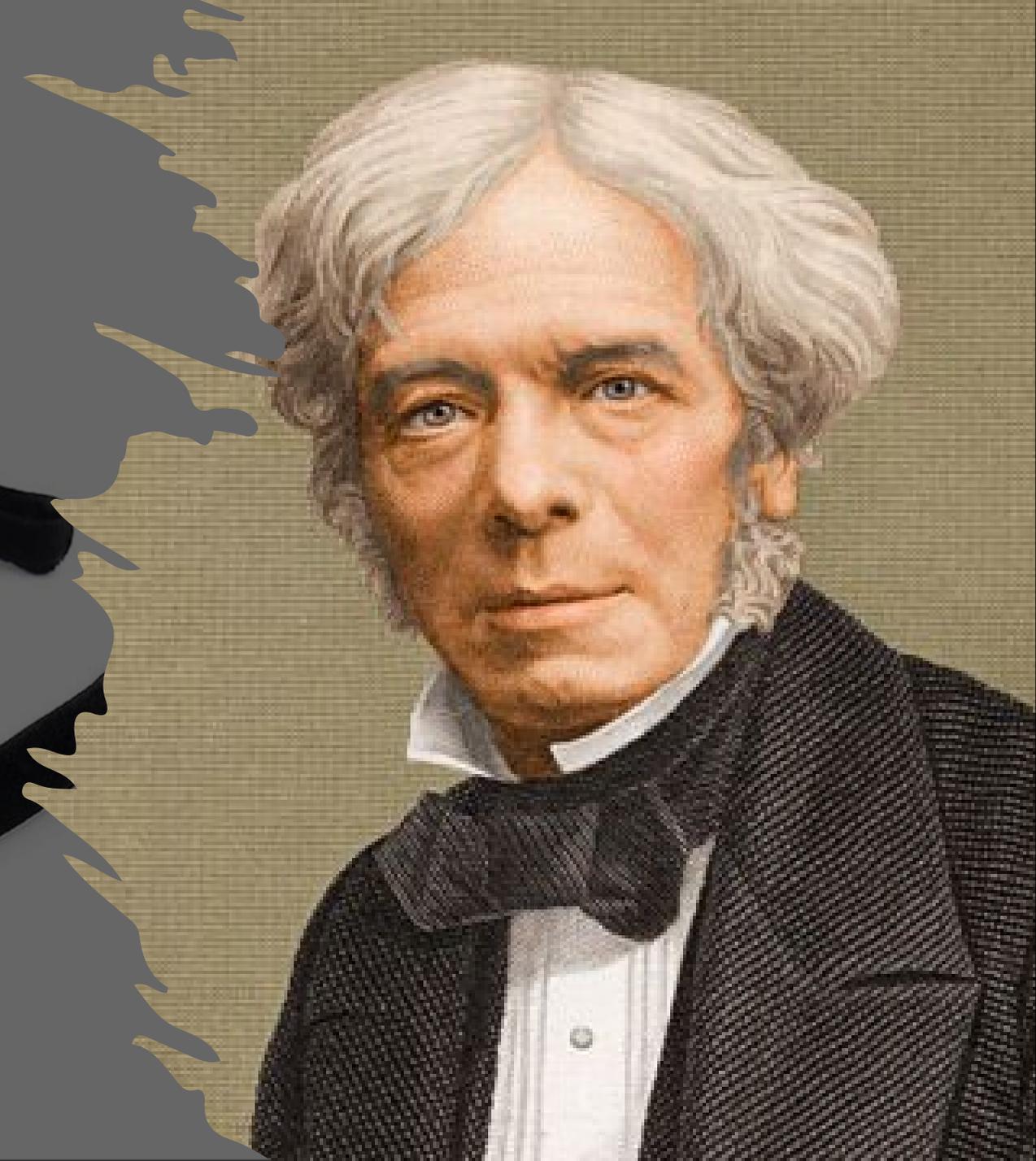


Michael Faraday (1861/1980)  
Naturgeschichte einer Kerze.  
Didactica reprints 3. Buck, P. (Hg.) franzbecker

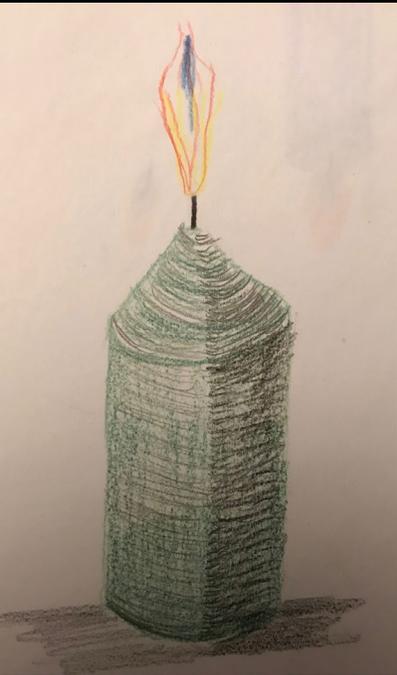
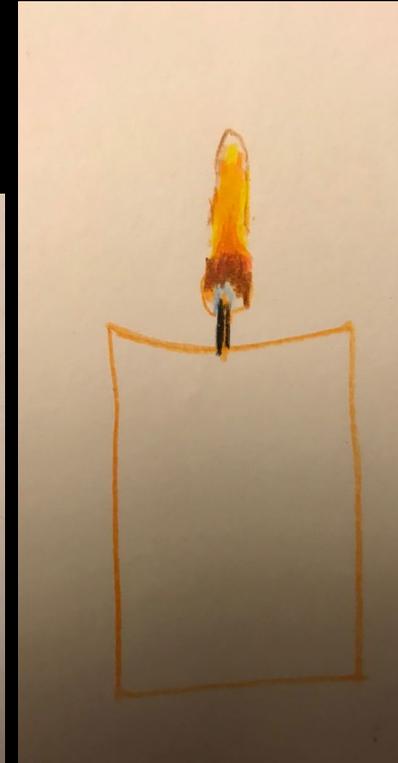
Material: [www.lehrkunst.org](http://www.lehrkunst.org)

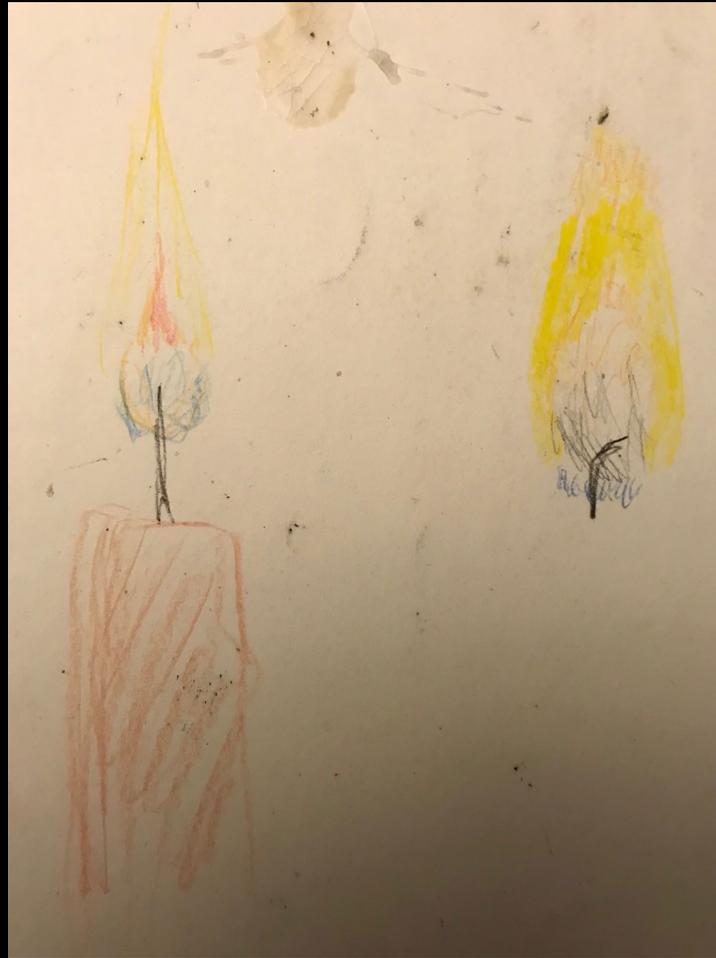
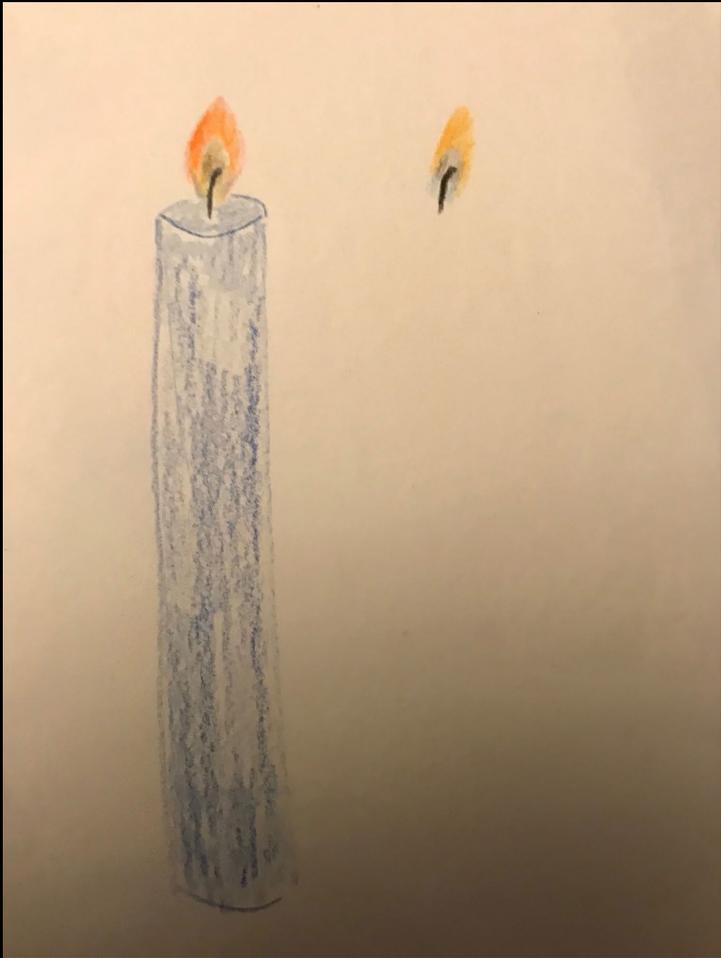
Filme: Janic Herckenrath, Bern 2019

„Modeling“ – „Scaffolding“  
„Reflection“



# Die Erinnerungskerze





Selbstkorrektur der Präkonzepte am Lerngegenstand

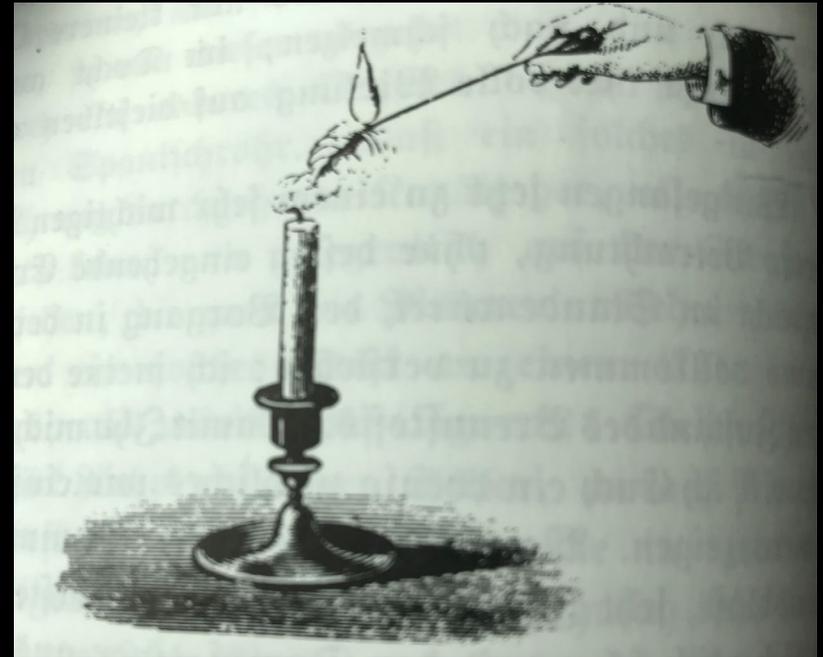
---

Kerze: woher – wohin?





Michael  
Faraday:  
„Ich zeige euch  
ein niedliches  
Experiment...“



- Was ist da los?
- Kann ich das auch?
- Wie weit kann ich die Flamme springen lassen?
- Unter welchen Bedingungen klappt der Versuch (am besten)?
- Wo kommt der «Rauch» her?
- Welche Rolle spielt er?











# Beobachtung in eigenen Worten

Zuerst muss man die Kerze anzünden und sie ein bisschen stehen lassen, dann ein Streichholz anzünden und die Kerze ruckartig ausblasen.

Sofort danach hält man das Streichholz genau in den Dampf, wenn er gerade hoch geht, und dann passiert es:

Die Flamme springt vom Streichholz auf den Docht und die Kerze brennt wieder.

Das gelingt aber nur, weil der Rauch diese „Leiter“ herunter springt. Man kann auch sagen: Der Dampf zieht die Flamme zum Docht. Sie verbrennt den Rauch wie eine Zündschnur.

Das Streichholz bleibt aber trotzdem an und brennt weiter.

Henriette

# Auf dem Weg zum Protokoll

1. Möglichst vorgabefrei Beobachtungen in eigene Worte fassen
2. Kriterien erarbeiten: Was zeichnet ein „gutes“ Protokoll aus?
  - Materialien
  - Versuchsanordnung
  - mehrfache Beobachtungen
  - Beschreibung notieren und Textqualität prüfen
  - Versuchsergebnis festhalten
  - Was denke ich jetzt? - Fragen und Vermutungen aufschreiben

Die Suche  
nach dem  
Brennstoff

Die "Docht-Theorie"





# Die Suche nach dem Brennstoff

Die "Wachs-Theorie"



Anna-Sophia:  
„Man müsste  
in die Flamme  
hineinsehen  
können.“

---



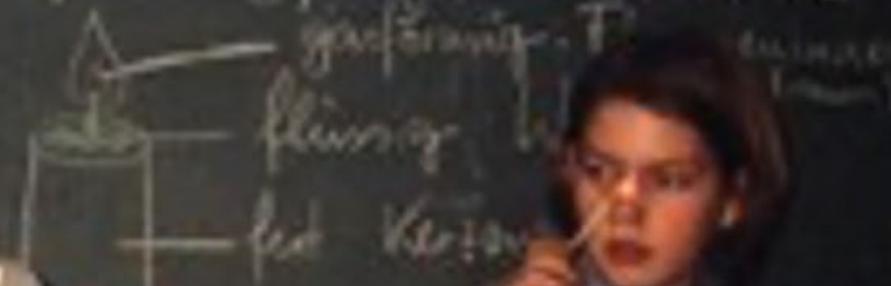


Aggregatzustände

5.12.2002

Team Wilts

verschiedene Zustände haben:  
fest - Diese Zustände heißen Aggregatzustände.  
flüssig -  
gasförmig -  
Es alle drei Zustände



Michaelo:  
„Lässt sich der  
Wachsdampf aus  
der Flamme  
herausholen?“

---





Wachsdampf  
sammeln und  
entzünden

---





Christina:  
“Eine Flamme  
braucht doch auch  
Luft ...”

---

Luftstoff → Sauerstoff

# Metakognitiver Haltepunkt

---

Der Denker

Es denkt ein Philosoph,  
Der ist bestimmt nicht doof:  
„Dass Nichts aus Etwas wird,  
Das kann doch gar nicht wahr sein,  
Sonst wär die ganze Welt bald  
winzig klein.“

Maik



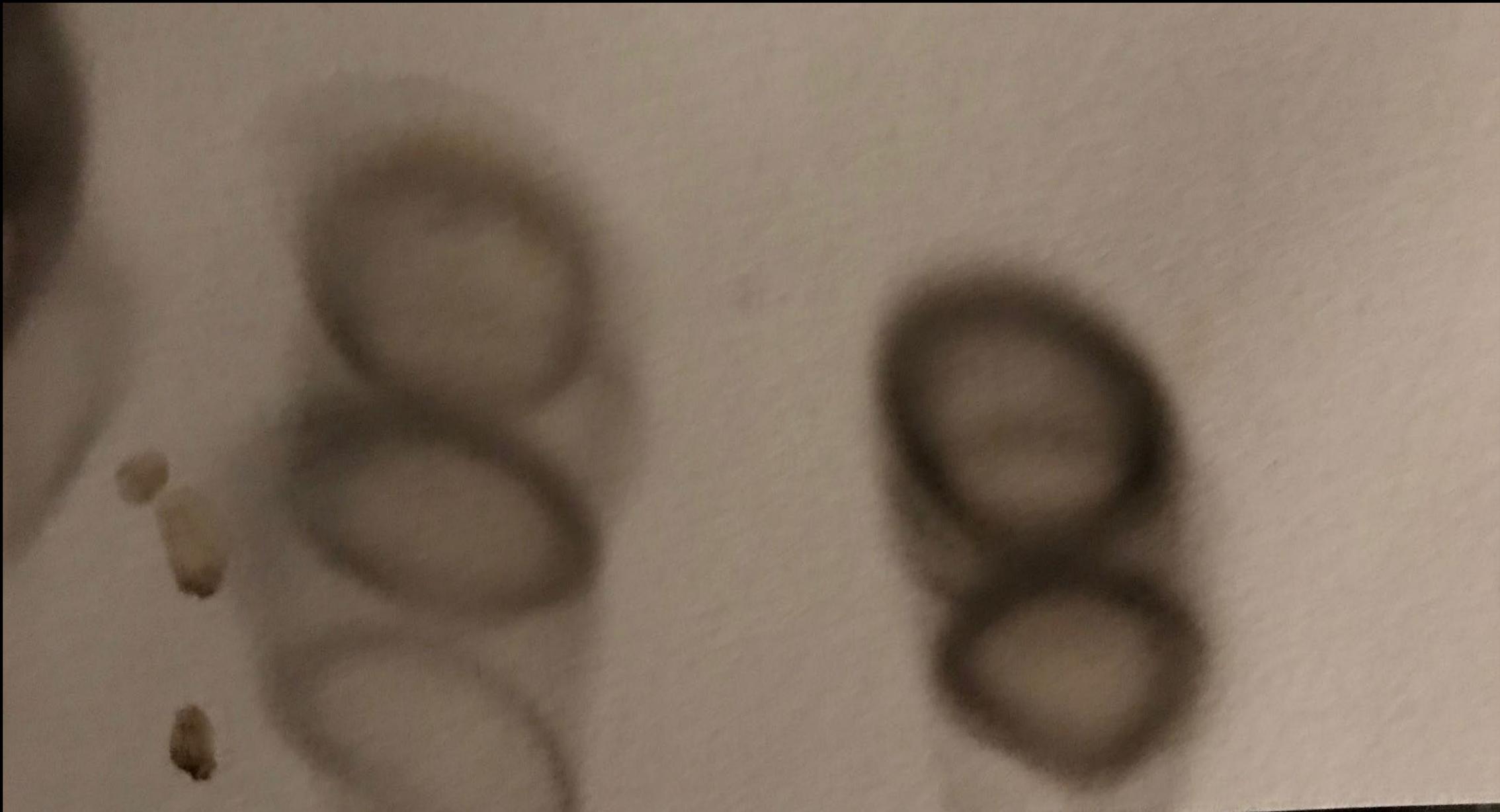
Schwarzer Russ in  
Flammen verschieden  
farbiger Kerzen?!?

*“Hier zweigt die Chemie ab!”*

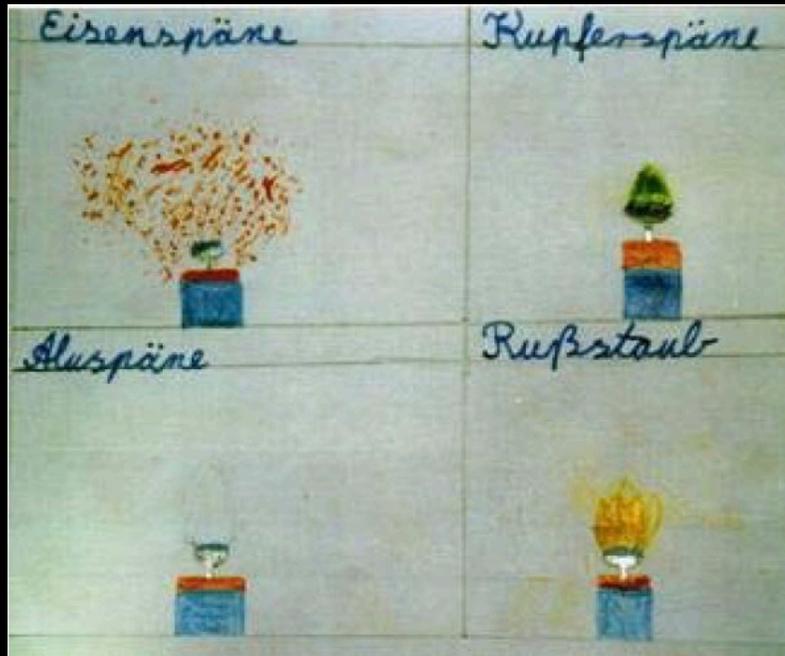
*Wagenschein 1962*

2. Akt





Was macht der  
Russ in der  
Flamme?



Demonstrationsexperiment

Was wird  
aus dem Russ?

---

Flammenprojektion



# Metakognitiver Haltepunkt



Es ist erstaunlich, dass man den Ruß in der Flamme normal nicht sieht.

Normal gedacht müsste die Flamme auch

ein bisschen schwarz sein, denn Ruß ist ja auch schwarz.

Aber die Flamme ist nicht auch nur ein bisschen schwarz.

**Oberhalb und neben der Flamme ist kein Ruß mehr.**

Der Ruß kann also nichts anderes sein als unser verbrennendes Wachs.

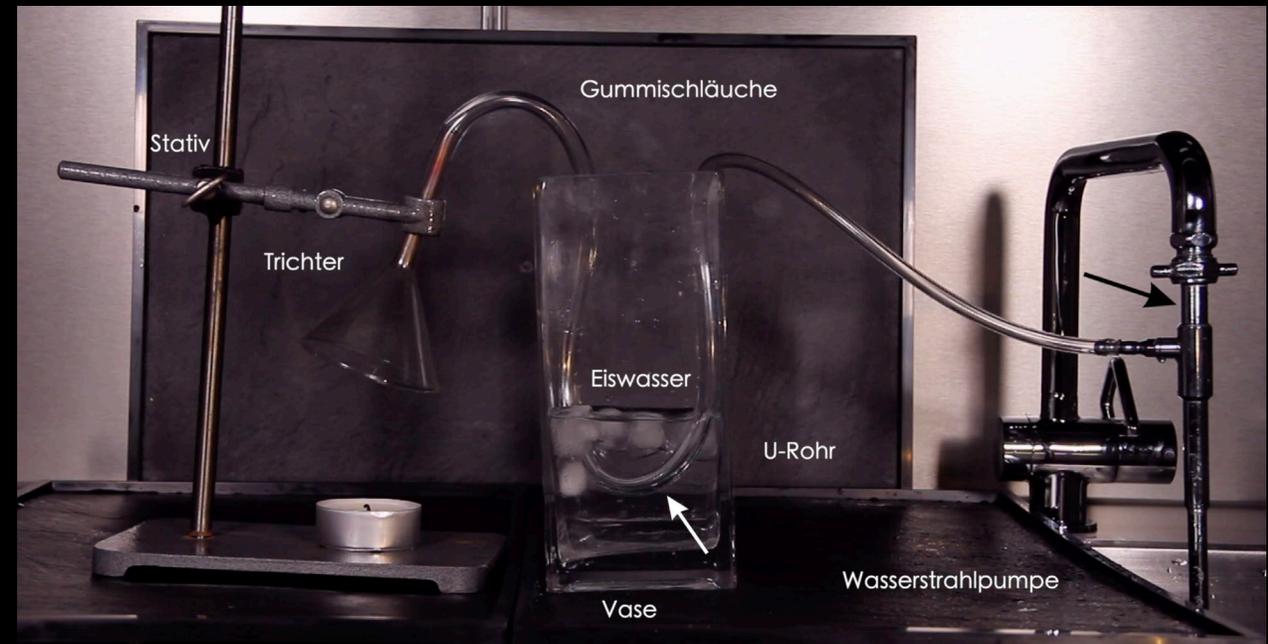
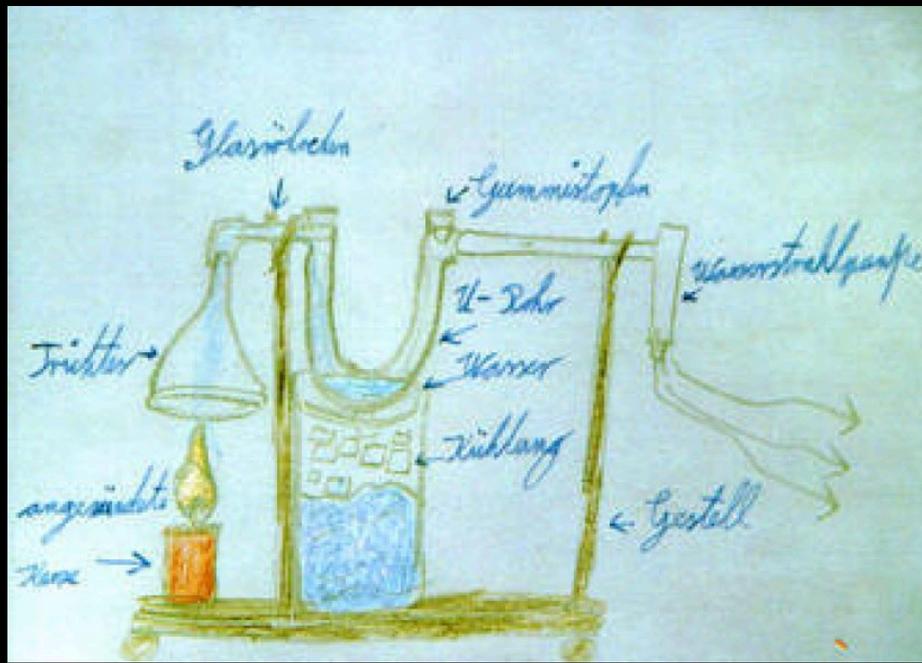
**Aber das kann doch nicht sein, dass er dann einfach weg ist, oder?**

Christopher

# Wasserstoff-Luftstoff entsteht

- $H_{(2)}$ , O
- “Feuer-Wasser”

## Nachweisexperiment (entwickelbar)



## Nachweis-Experiment

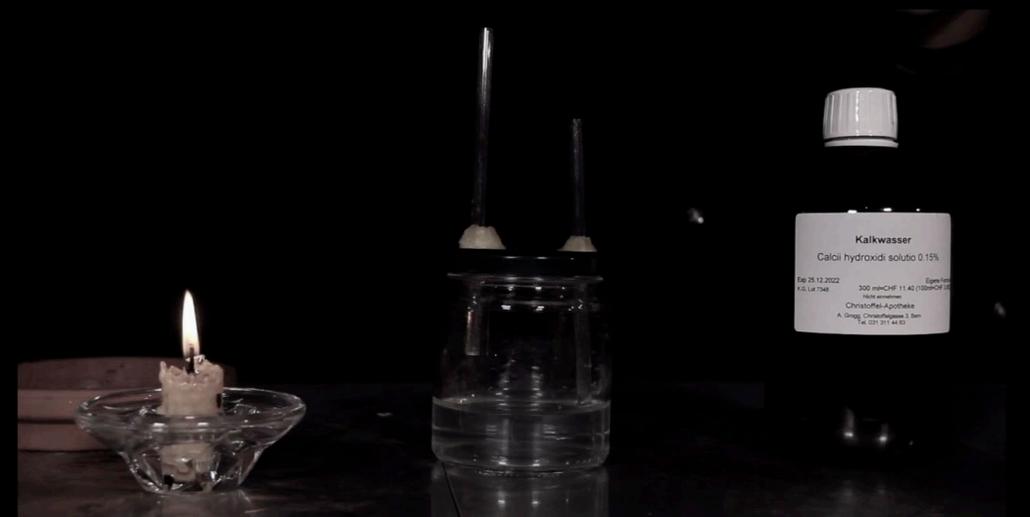
Kohlenstoff-Luftstoff  
entsteht

- “Kohlen-Luft”
- Kohlendioxid
- $C, O_{(2)}$

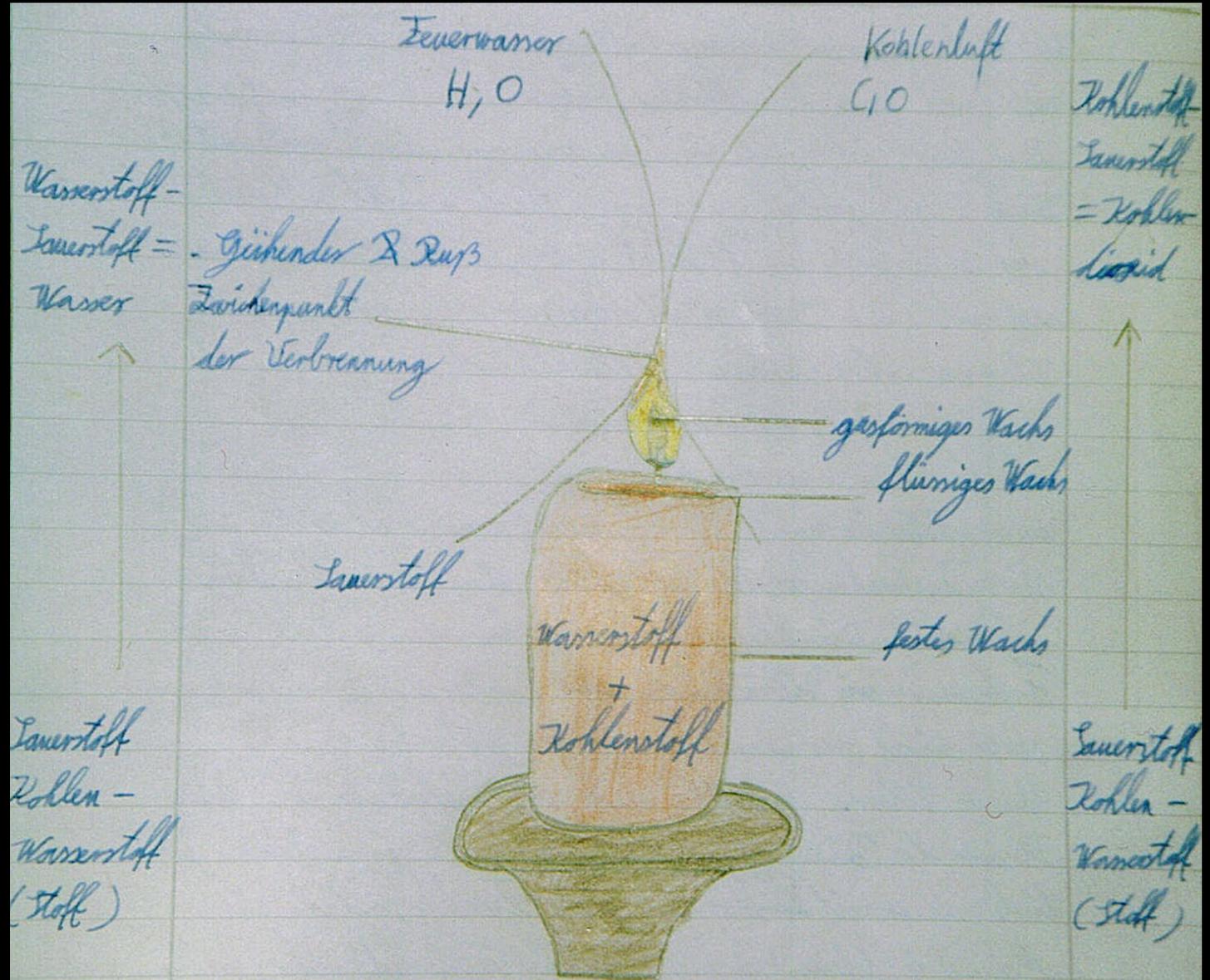
### Nachweis von Kohlendioxid aus der Flamme

Wir haben drei Waschflaschen mit Kohlendioxid gefüllt. Eine war mit reinem Kohlendioxid aus der Gasflasche gefüllt. Eine andere haben wir mit Kohlendioxid aus der Kerze gefüllt. Die dritte haben wir mit Raumluft gefüllt, die vierte mit Lauras Atem. In jede Flasche haben wir zuvor Kalkwasser (Kalziumhydroxid) geschüttet. Ergebnis: Die erste, zweite und vierte Flasche sahen gleich aus, nämlich das Kalkwasser wurde milchig trüb. Nur die dritte Flasche mit der guten Luft ist klar geblieben. Also entsteht bei der Verbrennung und der Atmung Kohlendioxid.

*Patrycia*



Fazit:  
 Was geschieht bei der  
 Verbrennung?



Christopher H., 7. Schuljahr

### 3. Akt: Biologie

Flasche 1: Wasser und die Umgebungsluft

Flasche 2: Wasser und kohlenstoffreiche Luft

Flasche 3: Wasser, kohlenstoffreiche Luft und ein Kirschlorbeerzweig

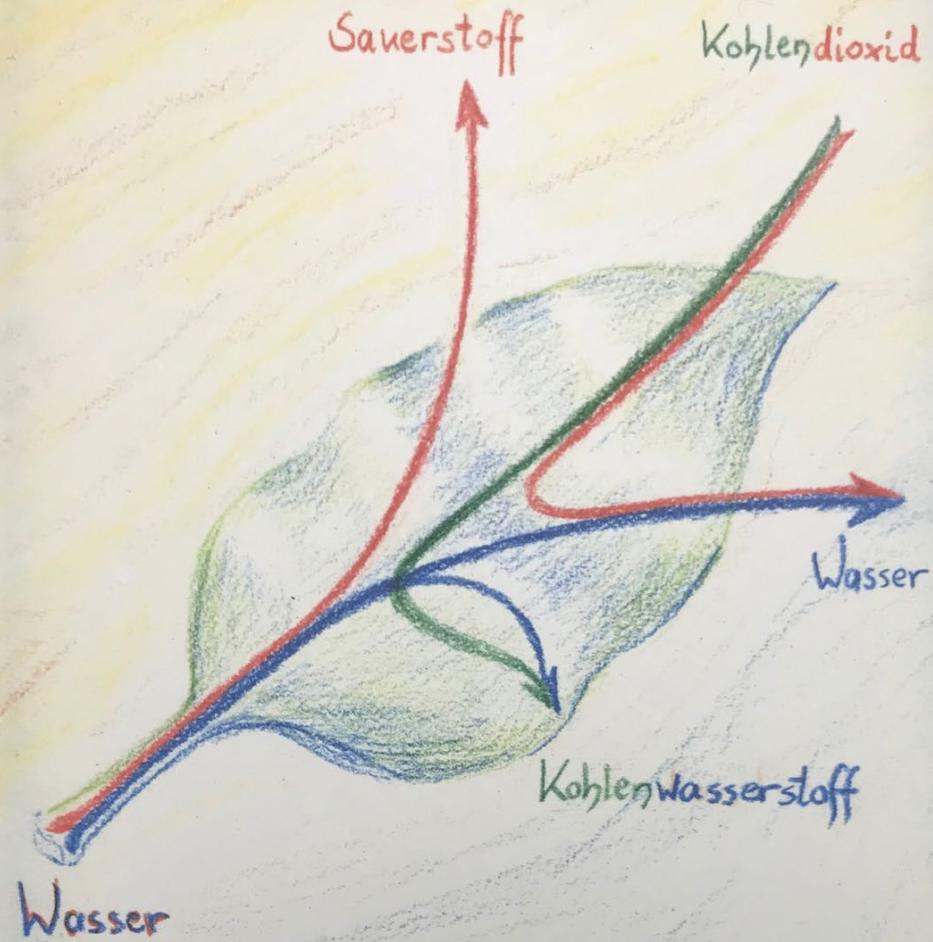
Demonstrationsexperiment





Dennis und Tjark  
haben eine Idee





Die Lichtvereinigung

Feuerscheidung



Licht-Verbindung

