

# „Alle im Weltall wirkenden Gesetze ...“

## Faradays Weihnachtsvorlesung über die Kerze – Ein Bildungsexempel

**Erinnern Sie sich!?** Schon tausend Mal haben Sie eine brennende Kerze gesehen. Aber auch genau beobachtet? Vielleicht versuchen Sie einmal eine Zeichnung. Die Flammenform geht sicher. Auch die Flammenfarben? Na klar, gelblich und rötlich! Auch blau? Blau??? – Für die Schüler wird erst nach einer solchen Erinnerungskerze die Beobachtungskerze richtig spannend. Jetzt werden die unterschiedlichen Zonen der Flamme erkannt: Der hell scheinende äußere Bereich, der aus dem Blau der Flammenrundung emporsteigt, der dunklere Saum und die grau-braune Zone des Flammeninneren samt der alles umfassenden Strahlenaura.



**„Bildung. Alles was man wissen muss“:** Dass „Chemische Verbindung“ zum „Muss“ gehört, darüber sind sich Schwanitz, die KMK-Bildungsstandards und Jauch/Pilawa

einig. Überprüfen wir uns: „Chemische Verbindungen? Sind das nicht Stoffe, aufgebaut aus mehreren chemischen Elementen und durch eine Formel darstellbar; aber dabei zeigt die Verbindung völlig andere Eigenschaften als die einzelnen Elemente?“ Respekt, richtig gewusst! Allerdings: Für Bildung ist Wissen notwendig, aber nicht hinreichend! Klafkis Zauberformel: „Bildung ist wechselseitige Erschließung von Mensch und Welt, von Subjekt und Objekt, konzentriert auf Schlüsselbegriffe, auf Kategorien: Im Bildungsprozess sollen auch wir selber unsere Schlüsselbegriffe so ähnlich bilden können, wie die Menschheit sie gebildet hat.“

**Faraday machts möglich:** „Alle im Weltall wirkenden Gesetze treten in der Kerze zu Tage oder kommen dabei mindestens in Betracht, und schwerlich möchte sich ein bequemerer Tor zum Eingang in das Studium der Natur finden lassen ...“; so beginnt Michael Faraday seine Weihnachtsvorlesungen für die Jugend. Und nun hilft er uns, dass das Menschheitswissen sich auch in uns frisch und frei heranbilden kann: „Damit Ihr den Vorgang in der Kerzenflamme, den gasförmigen Zustand des Brennstoffes recht versteht, will ich Euch ein ebenso niedliches wie einfaches Experiment zeigen. Wenn Ihr eine Kerzenflamme vorsichtig ausbläst, seht Ihr Dämpfe davon emporsteigen, in welche sich die feste Masse der Kerze verwandelt hat. Wenn ich nun diese Kerze ausblase und einen brennenden Span dem Docht auf zwei bis drei Zoll nähere, so bemerkt ihr einen Feuerschein, der durch den Dampf hindurchzuckt, bis er zur Kerze gelangt. Mit all dem muss ich sehr rasch fertig werden, weil sich der Dampf, wenn ich ihm Zeit zum Abkühlen lasse, in fester oder flüssiger Form verdichtet, oder der Strom entzündbarer Substanz sich zerstreut.“ – Übrigens, unser Schülerrekord beim Flammensprung steht bei 14 cm, wie weit haben Sie es

geschafft? Und dann geht's weiter auf dem Nachtetdeckungsgang unter Faradays Führung, im Sog der Leitfrage: „Was brennt?“ Natürlich das Wachs! Nein, denn ich kann doch mit flüssigem Wachs eine Kerzenflamme löschen! Nein! Doch! Ja, aber! Ausprobieren! ... Stundenlang. Faraday mit seiner Kerze hat unser aller Forschergeist entzündet.

**Das große Rätsel:** Natürlich wissen wir alle, dass sich an einer weißen Porzellantasse Ruß niederschlägt, wenn wir sie an eine Kerzenflamme halten: „unvollständige Verbrennung“; jenseits der Flamme ist kein Ruß mehr zu sehen: „vollständige Verbrennung“. Dieses Wissen ist richtig, aber ist es auch „selbstgebildetes“ Wissen? Der Anfang aller Bildung ist Staunen und Rätseln. So auch hier: Schwarzer Ruß aus weißer Kerze? Eigentlich unglaublich! Denn im Wachs ist kein Rußkörnchen zu entdecken, auch nicht im Docht! Aber es muss ja drin sein: unsichtbar! Wird dann in der Flamme sichtbar! Und jenseits der Flamme wieder unsichtbar! Überdies kommt ein zweites Rätsel dazu: Ein Becherglas, umgekehrt über die Kerzenflamme gehalten, beschlägt mit Wasserdampf. Wasser als Verbrennungsprodukt der Kerze? Und nun braucht's ein langwieriges, fantasievolles und kühnes Rätseln und Knobeln – unter Führung Faradays, vermittelt durch die Lehrerin – bis uns allen allmählich klar wird: Wachs ist eine Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff – ist also Kohlenwasserstoff. Das Feuer scheidet diese Verbindung. Und nun gehen beide Elemente eine neue Verbindung ein: Kohlenstoff und Sauerstoff werden zu Kohlendioxid. Und Wasserstoff und Sauerstoff werden zu Wasser, zum bekannten „HaZweiO“.



**Der Mehrwert der Bildung:** In dieser fünfzehnstündigen Unterrichtseinheit haben wir einen der großen Pfadfinder der Menschheit zum Lehrer gewonnen. Faraday hat die altvertraute Kerze für unseren

Forschergeist erschlossen. Unter seiner Führung konnten wir einen Schlüsselbegriff selber bilden. Wir wissen jetzt: Eine chemische Verbindung ist viel mehr, als dieses blasse Wort sagt: Eine chemische Verbindung ist eine Verwandlung! Wenn zwei Elemente miteinander reagieren, dann verwandeln sie einander in unvorhersehbarer Weise – eben noch waren beide nebeneinander sichtbar, jetzt fliegen sie miteinander unsichtbar davon. Aber vielleicht knallen sie auch und liegen als fester grauer Klotz vor uns. Oder vielleicht werden sie beide rot und flüssig. Durch die zauberhaften Rätsel der Kerzenverwandlung erschließt Faraday uns den rätselhaften Zauber der Chemie. In der Sprache der Bildungsstandards: „Chemie ist zu einem bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität geworden.“ Wagenscheins Rat: „Faradays Kerze sollte jeder Lehrer kennen!“