

Chemie der Lichtquellen – welche Elemente spielen eine Rolle?

Dein Referat kannst du interessant aufbereiten, indem du Bilder, Videos und Übersichten zeigst. Führe nach Absprache mit deiner Lehrerin/deinem Lehrer Experimente zu den verschiedenen Lichtquellen vor.

▶ Als Einstieg in dein Referat beginne mit einer kleinen Umfrage:
Welche Lichtquellen kennt ihr?

Wie haben sich die Lichtquellen entwickelt?

Vom Kerzenwachs zu den Seltenen Erden der modernen LED-Lampen – in den letzten 100 Jahren hat eine rasante Entwicklung der Lichtquellen stattgefunden, an der die chemische Forschung wesentlich beteiligt ist. Schon 2000 Jahre vor Christi Geburt begann die Nutzung der Kerze. **Festes tierisches Fett** (Rindertalg) und **Bienenwachs** wurden unter Verwendung eines Dochtes verbrannt.



▶ Bringe verschiedene Lichtquellen mit und zeige sie deinem Publikum.

Ab 1815 erhellte Gasbeleuchtung Straßen und Zimmer. **Leuchtgas**, aus Wasserstoff und Methan, diente als Brennstoff. Das Gas verbrennt und bringt einen kuppelförmigen Glühstrumpf zum Leuchten. Dieser besteht aus einem feinen Baumwollgewebe, welches mit Metalloxiden und Salzen Seltener Erden beschichtet ist. In der Gaslampe strömt das Gas von unten in den Glühstrumpf, wird dort entzündet und bringt das Gewebe zum Leuchten. In Campinggasbrennern wird das Prinzip noch heute verwendet.

▶ Zeige zur Entwicklung der Lichtquellen eine Grafik mit einem Zeitstrahl. Entsprechende Grafiken findest du im Internet.

Die Erfindung der **Dynamo-Maschine** durch WERNER SIEMENS 1866 war der Startschuss für die Bereitstellung und Nutzung elektrischer Energie. 1879 beginnt das Zeitalter der elektrischen Beleuchtung. THOMAS ALVA EDISON nutzte eine Erfindung des deutschen Uhrmachers JOHANN HEINRICH GOEBEL und entwickelte die Glühlampe.

Welche Weiterentwicklungen sind bei den Lichtquellen zu erwarten? Welche chemischen Elemente werden zukünftig eine besondere Rolle spielen?



Das Jahrhundert des Wolframs

In einer Glühlampe fließt **elektrischer Strom** durch einen dünnen Glühfaden aus Wolfram. Aufgrund des hohen elektrischen Widerstandes von Wolfram erhitzt sich dieser Metallfaden bis zum Glühen.

Wolfram ist ein **weiß glänzendes Schwermetall**. Es besitzt den höchsten Schmelz- und Siedepunkt aller Metalle. Deshalb eignet sich Wolfram als Glühdrahtmaterial, denn es muss Temperaturen von 2300 bis 3100 °C aushalten, ohne dabei zu schmelzen. Zur Herstellung nutzt man wolframhaltige Erze. Die größten **Lagerstätten** findet man in China, Peru und Russland. Das wichtigste Vorkommen von Wolframerzen in **Europa** befindet sich in den Hohen Tauern, aber auch im Erzgebirge findet man diese Erze.

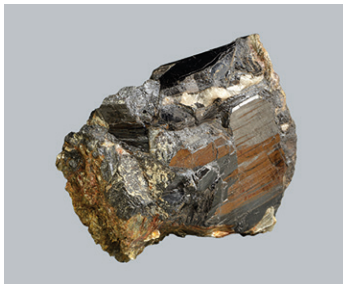
Zur Gewinnung von reinem Wolfram werden die Erze in mehreren Schritten in wasserfreies Wolframoxid (WO_3) überführt. Dieses wird bei 800 °C in einer Wasserstoffatmosphäre reduziert:



So entsteht stahlgraues Wolframpulver, welches meist zu Barren verarbeitet wird. Bei Temperaturen über 3400 °C werden in speziellen Elektroöfen Wolframglühfäden hergestellt.

Glühlampen wandeln nur etwa 5 % der zugeführten elektrischen Energie in Lichtenergie um. Der überwiegende Teil der Energie wird in Wärmeenergie umgeformt, deshalb war es ein Ziel der Forschung, die Glühlampe zu verbessern.

Eine Alternative: Der Glaskolben wurde z. B. mit dem Element Brom gefüllt. Die sogenannten Halogenlampen erreichen eine höhere Lichtausbeute (8 %), sie sind deutlich heller und haben eine längere Lebensdauer.



► Du könntest nach Absprache mit deiner Lehrerin/ deinem Lehrer eine Glühlampe mit klarem Glaskolben zum Leuchten bringen und den Aufbau der Glühlampe erklären. Hinweise zum Aufbau einer Glühlampe findest du im Internet.



► Informiere dich über die Eigenschaften des Halogens Brom.

Von der Neonröhre zur Energiesparlampe

Neonlampen sind Leuchtstoffröhren. Sie bestehen aus einem Glasrohr, dessen Enden mit Elektroden verschlossen sind. Es ist auf der Innenseite mit einem Leuchtstoff (Zinksulfid) beschichtet und mit dem gasförmigen Element Neon und einer sehr geringen Menge Quecksilber gefüllt. Wird die Lampe eingeschaltet, fließt ein Strom zwischen den Elektroden,

der zu einer Anregung der Neonatome im Inneren führt. Das dabei entstehende **UV-Licht** wiederum regt den Leuchtstoff an der Innenseite des Glasrohres zum Leuchten an.

Nach zahlreichen Verbesserungen der Glühlampe, der Halogenlampe und der Neonröhre kam ab 1980 die **Energiesparlampe** auf den Markt. Sie entspricht im Wesentlichen einer kompakten Leuchtstoffröhre und erreicht eine Ausbeute von ca. 12 % Lichtenergie.

► Informiere dich über Sinn und Zweck des Quecksilberanteils in Energiesparlampen. Welche Gefahren gehen von Quecksilber aus?

LED – Licht emittierende Diode

Leuchtdioden wandeln elektrische Energie in Licht um, ohne dass dabei große Anteile an Wärmeenergie entstehen. LEDs werden aus **Halbleitermaterialien** hergestellt, die eine Diode bilden. Eine Diode ist ein elektrisches Bauelement, das Strom nur in eine Richtung fließen lässt. In einer Leuchtdiode werden bestimmte Metallverbindungen aktiviert und zur Aussendung von Licht angeregt. Die Lichtausbeute bei LEDs beträgt ca. 35–50 %.



► Du könntest mit deiner Lehrerin/ deinem Lehrer eine LED-Lampe zum Leuchten bringen.

► Zeige eine Animation zur Funktion einer LED. Entsprechende Videos findest du im Internet.

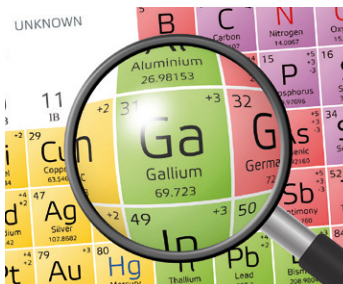
Welche Elemente sind in LEDs enthalten?

Silicium ist ein Halbmetall, es weist daher sowohl Eigenschaften von **Metallen** als auch von **Nichtmetallen** auf, z.B. den für Metalle typischen Glanz. Zur Erhöhung der Leitfähigkeit werden in geringer Konzentration Elemente wie Arsen und Bor in das Silicium eingefügt. Je nach gewünschter Lichtfarbe werden verschiedene Seltene Erden, wie z.B. Gallium, hinzugefügt.



Silicium

Seltene Erden, z.B. Gallium, Yttrium und Lutetium, sind Metalle, die nur in wenigen Ländern vorkommen. Diese Staaten nutzen ihre Monopolstellung und legen die Preise fest. Seltene Erden sind ausgesprochen teuer. Deshalb sind Forschung und Industrie bestrebt, sie durch andere Stoffe zu ersetzen.



► Zeige eine Landkarte zu den Fundstellen der Seltene Erden.

Das Funktionsprinzip der OLEDs

Bei einer organischen LED (OLED) befindet sich eine Schicht mit einem organischen Farbstoff zwischen der Anode und der Kathode. Elektrischer Strom regt die Farbstoffmoleküle an, Licht auszusenden. OLEDs eignen sich für flächige Lichtquellen, wie z.B. Bildschirme. In der Zukunft werden wir über OLED-Tapeten verfügen, die verschiedene Muster anzeigen oder auch Filme abspielen können. Bis zur Produktionsreife müssen allerdings noch einige Probleme beseitigt werden, denn die Lebensdauer der organischen Farbstoffmoleküle ist noch zu gering.



► Bilder von leuchtenden Tapeten findest du im Internet.

Zusammenfassung

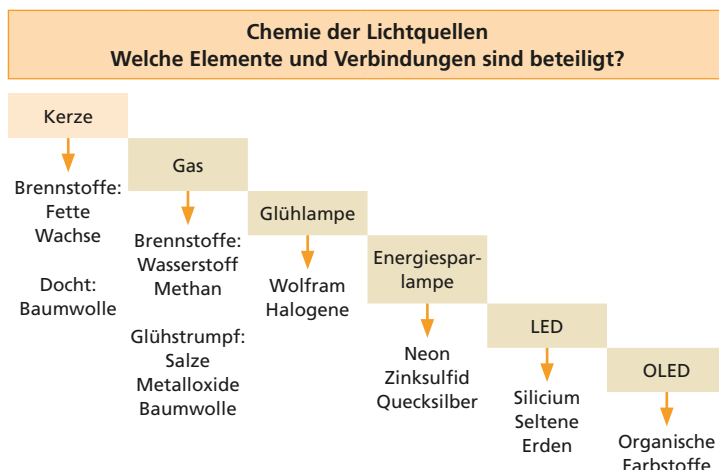
Moderne Lichtquellen lassen sich nach den drei Arten der Lichterzeugung einteilen:

- glühende Festkörper (Glühlampen, Halogenglühlampen u. a.),
- Anregung von Gasatomen (Leuchtstoffröhren, Energiesparlampen u. a.),
- Anregung von Metallverbindungen oder Farbstoffen in Festkörpern (LEDs, OLEDs).

Die Übersicht der benötigten Elemente und Verbindungen zeigt, dass sich der Bedarf mit jeder neuen Technik komplett verändert. Zukünftig benötigen wir vor allem Halbleitermetalle wie Silicium, Seltene Erden und organische Farbstoffe.

► Parallel zum Fazit könntest du ein Experiment durchführen: Messung der Temperaturen von einer Glühlampe, einer Energiesparlampe und einer LED mit einem Infrarot-Thermometer.

► Nutze die Übersicht, um die Stellung der aufgeführten Elemente im Periodensystem zu zeigen.



► In einem Begriffsnetz könntest du die genannten Stoffe in Elemente, Reinstoffe, Moleküle und Verbindungen einteilen und übersichtlich darstellen.

Urheberverzeichnis

Abbildungen:

andriano.cz/Shutterstock.com 3 (unten); ChWeiss/Shutterstock.com 3 (Mitte);
cigdem/Shutterstock.com 4; Krasowit/Shutterstock.com 3 (oben);
Macrovector/Shutterstock.com 1 (oben); nikkytok/Shutterstock.com 1 (unten);
Sementer/Shutterstock.com 2 (oben); Unkas Photo/Shutterstock.com 2 (unten)

Autor: Joachim Kranz

© Duden 2021

Bibliographisches Institut GmbH

Mecklenburgische Straße 53, 14197 Berlin

ISBN des zugehörigen Buchs: 978-3-411-71046-1

www.duden.de