



OLED

ORGANISCHE LED

MINT-FÄCHER PHYSIK, CHEMIE, MATHEMATIK

STUDIENFELDER CHEMIE, PHYSIK, ELEKTROTECHNIK, MATERIALWISSENSCHAFTEN

BERUFSFELDER HALBLEITERINDUSTRIE, RAUMGESTALTUNG,
LEUCHTMITTELPRODUKTION, NANOTECHNOLOGIE

ORGANISCHE LEUCHTDIODEN (Englisch: organic light emitting diode, OLED) sind sehr dünne, selbstleuchtende und umweltschonende Elemente aus organisch halbleitendem Material. Sie sind energieeffizienter als LEDs, die anorganischen Leuchtdioden. Die OLED-Herstellung ist als Verfahren in der Dünnschichttechnik und auch in der Nanotechnik angesiedelt, da ultradünne Schichten unterschiedlicher Materialien, die im Mikro- beziehungsweise Nanometerbereich liegen, bearbeitet werden. Eine weitere Besonderheit liegt in der selbstleuchtenden Eigenschaft der OLEDs: Anders als bei LCD-, TFT- oder LED-Displays benötigen OLEDs keine Hintergrundbeleuchtung, weil die OLED-Schicht aus organischen Substanzen selbst durch Anlegen einer Spannung aufleuchtet. Dabei entsteht kaum Abwärme und OLEDs können fast überall verbaut werden. Verwendung finden sie zum Beispiel in (biegsamen) Displays, auch für Bewegtbild, oder als diverse Raumleuchten in verschiedenen Farben. Statt der Spot-Beleuchtung wie bei LEDs können OLEDs als große Flächen leuchten. Das bisher größte OLED-Einzelpanel ist 33 mal 33 Zentimeter, die größte OLED-Wand, bestehend aus 820 Panels, 50 mal 14 Meter groß. Verschiedene OLED-Fabrikate weisen bereits eine Lebensdauer von bis zu 15.000 Stunden, eine Lichtausbeute von bis zu 60 lm/W und eine Leuchtdichte von bis zu 4.000 cd/m² auf.

EINFÜHRUNG FÜR DIE KLASSENSTUFE 7/8

LEHRPLANBEZUG NORDRHEIN-WESTFALEN: Die Schülerinnen und Schüler lernen die Einsatzmöglichkeiten von OLEDs kennen und bewerten diese. Die Klasse errechnet den täglichen Licht- und Energieverbrauch zu Hause und vergleicht den Energieverbrauch unterschiedlicher Lampentypen. Dies fällt unter die Kontexte „Strom für zu Hause“ und „Effiziente Energienutzung“ im entsprechenden Physiklehrplan.

FACHKOMPETENZ ▶ Einsatz und Bedeutung von OLEDs

▶ Berechnung von Energieverbrauch

METHODENKOMPETENZ ▶ Vergleichen ▶ Erkennen von Zusammenhängen und Abhängigkeiten ▶ Protokollieren

SOZIALKOMPETENZ ▶ Verantwortungsbewusstsein

▶ Teamfähigkeit

SELBSTKOMPETENZ ▶ Transferfähigkeit ▶ Initiative

MATERIAL: Videoimpuls „Beleuchtung der Zukunft: Wofür brauchen wir OLEDs?“, Arbeitsblätter A1, zzgl. 5 bis 7 Kärtchen (postkartengroß) jeweils in Grün, Rot und Gelb

EINFÜHRUNG FÜR DIE KLASSENSTUFE 11

LEHRPLANBEZUG NORDRHEIN-WESTFALEN: Die Schülerinnen und Schüler lernen neben Einsatz und Vorteile auch den Funktionsaufbau von OLEDs kennen. Dieser lässt sich in den Chemie-Unterricht passend zu den Schwerpunkten organische Kohlenstoffverbindungen oder Bewertung von Nanotechnologie integrieren. Als fächerübergreifender Impuls für Physik und Chemie ist die Lichtzählung mit Berechnung des Energieverbrauchs und CO₂-Ausstoßes an der Schule zu empfehlen.

FACHKOMPETENZ ▶ Nutzen und Funktion von OLEDs

▶ Berechnung von Energieverbrauch ▶ CO₂-Reduktion

METHODENKOMPETENZ ▶ Vergleichen ▶ Erkennen von Zusammenhängen und Abhängigkeiten ▶ Protokollieren

SOZIALKOMPETENZ ▶ Verantwortungsbewusstsein

▶ Teamfähigkeit

SELBSTKOMPETENZ ▶ Transferfähigkeit ▶ Kreativität

MATERIAL: Videoimpuls „Beleuchtung der Zukunft: Wofür brauchen wir OLEDs?“, Arbeitsblätter A1 + A2

3 IMPULSE FÜR DIE KLASSENSTUFE 7/8

VIDEOIMPULS: EINSATZ + BEDEUTUNG VON OLEDs

 30 MIN  VIDEO, TEAMARBEIT, VOTING

Schauen Sie mit der Klasse den Videoimpuls: „Beleuchtung der Zukunft: Wofür brauchen wir OLEDs?“ Bitten Sie die Klasse, sich Einsatzmöglichkeiten von OLEDs zu notieren. Sammeln Sie diese anschließend an der Tafel oder am Interaktiven Whiteboard. Dann teilen Sie die Klasse in 5 bis 7 Teams. Geben Sie jedem Team die Aufgabe, über drei von Ihnen bestimmte Einsatzmöglichkeiten von OLEDs zu sprechen und die Frage zu beantworten: ► **Welchen Nutzen hat die Einsatzmöglichkeit?** Jedes Teams soll sich anschließend bei jeder Einsatzmöglichkeit entscheiden, ob es diese für wichtig, unwichtig oder diskutabel hält. Geben Sie nun jedem Team eine grüne, eine rote und eine gelbe Karte. Lesen Sie die gewählte Einsatzmöglichkeit der OLEDs vor und lassen Sie die Teams mithilfe der Ampelmethode abstimmen: wichtig (grün), unwichtig (rot), diskutabel (gelb). Sammeln Sie bei Einstimmigkeit die Gründe oder regen Sie bei Differenzen eine Diskussion an.

★ **Drei Einsatzmöglichkeiten von OLEDs (mehr im Videoimpuls sowie in den Lösungen ab Seite 38):** Getränkedosen mit leuchtenden Displays als Etikett; hauchdünne, faltbare Bildschirme, die sich wie Papier zusammenrollen lassen; OLED-Pflaster zur Heilung von Hautkrebs.

LICHT-STUNDEN-ZÄHLUNG ZU HAUSE

 45 MIN  EINZELARBEIT, PLENUM

Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler den Tagesablauf zu Hause im Kopf durchgehen und alle Räume vermerken, in denen Lampen leuchten, und notieren, wie viele Stunden am Tag diese leuchten. Jeder trägt dies in die Tabelle auf dem Arbeitsblatt A1 „Protokoll Licht-Stunden-Zählung“ ein. Anschließend wird für vier Szenarien der Energieverbrauch pro Woche berechnet: mit Glühlampen, Halogenlampen, Energiesparlampen und LEDs. Addieren Sie gegebenenfalls das Ergebnis zu einem Klassenergebnis, um die Eindeutigkeit zu erhöhen. Besprechen Sie mit der Klasse das Ergebnis.

LÖSUNGEN
UND HINWEISE
AB SEITE 38

OLED PRIVAT

 15 MIN  PLENUM

Gehen Sie mit der Klasse stichpunktartig verschiedene Einsatzmöglichkeiten von OLEDs durch. Hinweise dazu finden Sie ab Seite 38. Eröffnen Sie dann eine Plenumsrunde, in der sich die Schülerinnen und Schüler austauschen, mit folgenden Fragen: ► **Würdest du OLED-Panels bei dir zu Hause einsetzen? Wofür bzw. warum (nicht)? ► Welche Vorteile/Nachteile, denkst du, bringt das?**

★ Schauen Sie mit der Klasse zur Einstimmung auf das Thema OLED den Videoimpuls „Beleuchtung der Zukunft: Wofür brauchen wir OLEDs?“.



3 IMPULSE FÜR DIE KLASSENSTUFE 11

VIDEOIMPULS: VORTEILE + FUNKTION VON OLEDs

 30 MIN  VIDEO, PLENUM

Schauen Sie gemeinsam mit der Klasse den Videoimpuls „Beleuchtung der Zukunft: Wofür brauchen wir OLEDs?“. Lassen Sie die Schülerinnen und Schüler anhand der Einsatzmöglichkeiten die Vorteile von OLEDs sowie den Funktionsaufbau notieren. Sammeln Sie anschließend an der Tafel Vorteile sowie Funktion. Besprechen Sie die Fragen im Videoimpuls sowie folgende Fragen: ► **Wie können OLEDs praktisch eingesetzt werden – heute und in Zukunft? ► Wie bewerten die Schülerinnen und Schüler am Beispiel OLED die Chancen und Risiken der Nanotechnologie? ► Welche Besonderheit liegt im Aufbau von OLEDs und deren Zusammensetzung auf Kohlenstoffbasis?**

ENERGIEVERBRAUCH IN DER SCHULE

 60 MIN  TEAMARBEIT, PROTOKOLL, ANALYSE

Bilden Sie Teams aus 3 bis 5 Schülern. Die Teams haben den Auftrag, die gesamte Beleuchtung der Schule zu zählen und die Ergebnisse in die Tabelle auf Arbeitsblatt A1 „Protokoll Licht-Stunden-Zählung“ einzutragen. Verteilen Sie bei sehr großen Schulgebäuden die Teams so, dass alle Schulräume in der vorgegebenen Zeit berücksichtigt werden können. Animieren Sie die Teams, die Beleuchtungssituation in geschlossenen Räumen zu schätzen. Oder bei Räumen, die sich gleichen, die Lampenausstattung gleichzusetzen. Lassen Sie die Teams anschließend den Energieverbrauch der von ihnen analysierten Räume berechnen. Grundlage sind die Informationen auf dem Arbeitsblatt A2 „Technische Daten von Lampentypen“. Bestimmen Sie einen gemeinsamen Beispieltag – mit Sonnenaufgang, Dämmerung und Sonnenuntergang. Sammeln und addieren Sie die einzelnen Teamergebnisse. Berechnen Sie nun gemeinsam die CO₂-Emission pro Woche auf Grundlage der angegebenen Pauschale (Arbeitsblatt A2).

★ **Tipp:** Lassen Sie sich und der Klasse vom Hausmeister helfen. Geben Sie ggf. anderen Lehrkräften Bescheid, dass Ihre Klasse während des Unterrichts im Schulhaus umherläuft.

GEDANKENEXPERIMENT

 20 MIN  GEDANKENEXPERIMENT

★ **Dieser Impuls ist an den vorhergehenden Impuls „Energieverbrauch in der Schule“ gebunden.**

Lassen Sie die Schüler Folgendes mithilfe der Tabelle 2 des Arbeitsblattes A2 berechnen: Wenn alle Lampen der Schule mit LEDs ausgestattet wären, wie hoch wären Energieersparnis und CO₂-Reduktion? Beziehen Sie in das Auswertungsgespräch auch die Effizienz (lm/W), die Lebensdauer und die Kosten der Lampentypen mit ein. Bewerten Sie die Ergebnisse im überregionalen und globalen Kontext.

ORGANISCHE LED

PROTOKOLL LICHT-STUNDEN-ZÄHLUNG

AUFGABE FÜR KLASSE 7/8

Überlege dir zuerst am Beispiel eines Tagesablaufs: In welchen Wohnräumen deiner Familie leuchten wie viele Lampen mit wie vielen Einzellampen? Wer benutzt sie wie lange am Tag? Berücksichtige auch „versteckte“ Lampen wie das Haus- oder Garagenlicht. Trage die Ergebnisse in die Tabelle ein und berechne anschließend die Brenndauer pro Woche. Zum Schluss: Berechne, wie hoch der Energieverbrauch wäre, wenn in der Wohnung deiner Familie nur Glühlampen, nur Halogenlampen, nur Energiesparlampen oder nur LEDs verwendet werden würden. Nutze gegebenenfalls ein Extrablatt.

AUFGABE FÜR KLASSE 11

Teamarbeit: Zählt zuerst die Lampen in den Räumen eurer Schule oder dem Bereich eurer Schule, der eurem Team zugeteilt ist. Wie viele einzelne Glühlampen gibt es im jeweiligen Raum? Zu welchem Lampentyp gehören die Lampen? Macht euch hier jeweils ein kleines Kreuz im blauen Bereich. Sind Räume verschlossen oder nicht zugänglich: Schätzt die Lampenanzahl und den Lampentyp anhand vergleichbarer Räume. Überlegt nun gemeinsam in der Klasse, wie lange die Lampen an einem Beispieltag brennen. Berechnet dann den tatsächlichen Energieverbrauch. Abschließend: Berechnet auch den CO₂-Ausstoß auf Grundlage der Emissionspauschale auf Arbeitsblatt A2. Gegebenenfalls kann ein Extrablatt genutzt werden.

Protokoll	Zimmer/Raum								Summe
	Anzahl der einzelnen Glühlampen								
	Brenndauer pro Tag in Stunden								
Berechnung	Brenndauer pro Woche in Stunden								
	Glühlampe	Energieverbrauch pro Woche in kWh							
		CO ₂ -Emission pro Woche in Gramm							
	Halogenlampe	Energieverbrauch pro Woche in kWh							
		CO ₂ -Emission pro Woche in Gramm							
	Energiesparlampe	Energieverbrauch pro Woche in kWh							
		CO ₂ -Emission pro Woche in Gramm							
	LED	Energieverbrauch pro Woche in kWh							
CO ₂ -Emission pro Woche in Gramm									

ORGANISCHE LED

TECHNISCHE DATEN VON LAMPENTYPEN

CO₂-EMISSION PRO KILOWATTSTUNDE

Eine Kilowattstunde Strom verursacht eine CO₂-Emission von 527g.

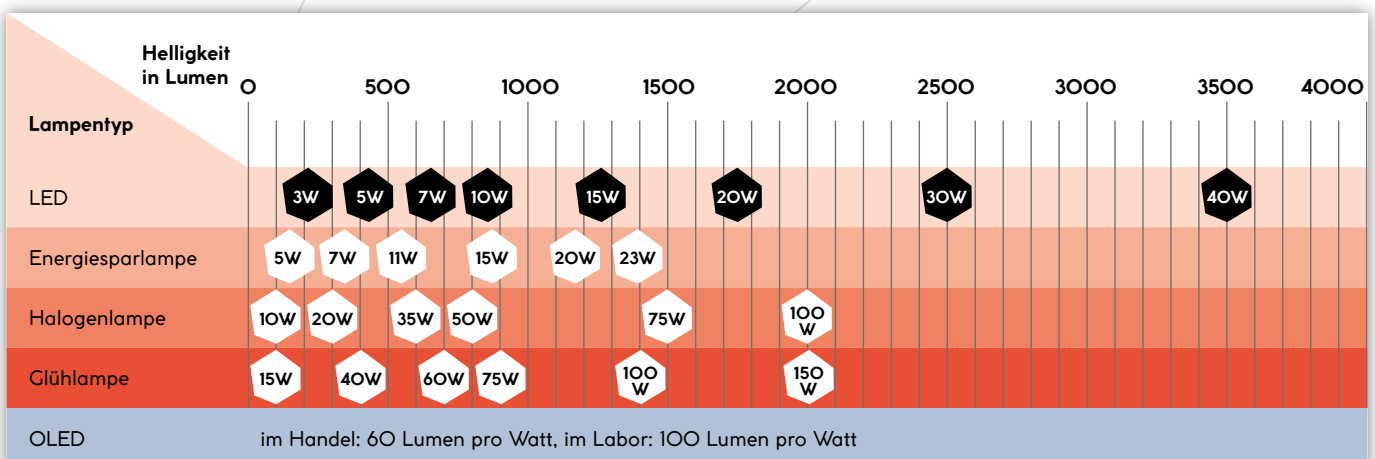
Quelle: www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/stromwaermeversorgung-in-zahlen#Strommix

1 Tabelle: Vergleich Glühlampe, Halogenlampe, Energiesparlampe, LED und OLED

	Glühlampe	Halogenlampe	Energiesparlampe	LED	OLED
Lichtstrom (lm)	700	700	880	806	300
Leistung (W)	60	46	15	9,5	2,85
Effizienz (lm/W)	11,7	15,2	58,7	84,9	60
Lebensdauer* (h)	1.000	2.000	15.000	25.000	15.000
Einzelkaufpreis (Euro)	0,99	2,49	6,99	4,99	noch nicht als Massenware im Einzelhandel erhältlich
Kaufpreis pro 10 Jahre Nutzung (Euro)	9,90	12,45	4,66	2,00	
Energiekosten pro 10 Jahre (Euro)	150	115	37,50	23,75	
Gesamtkosten pro 10 Jahren (Euro)	159,90	127,45	42,16	25,75	

Quelle: www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen#Strommix
www.elektroniknet.de/bilder/oled-beleuchtung-28-Bild-1.html

2 Tabelle: Energieaufwand und Helligkeit



Quelle: www.l-w-e.de/led-im-vergleich.html
www.golem.de/specials/oled-lampe