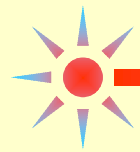


Moderne Lichtquellen im Physikunterricht

Wie kann man „neue“ Beleuchtungstechnik für den Physikunterricht nutzen?

- optische und praktische Eigenschaften von Lichtquellen
- Quellen und Experimente mit
 - A) hellem Licht
 - B) farbigem Licht
 - C) Licht aus wenig Strom
 - D) schnell geschaltetem Licht

Andreas Urban, Gabriel-von-Seidl-Gymnasium Bad Tölz



optische Eigenschaften von Lichtquellen

- Spektrum

Linie(n), schmalbandig
kontinuierlich (Farbtemperatur)

- Lichtstrom in Lumen (lm)

1 lm = $1/683$ W bei 555 nm

- Lichtstärke in Candela (cd)

1 cd = 1 lm/sr

isotrop:

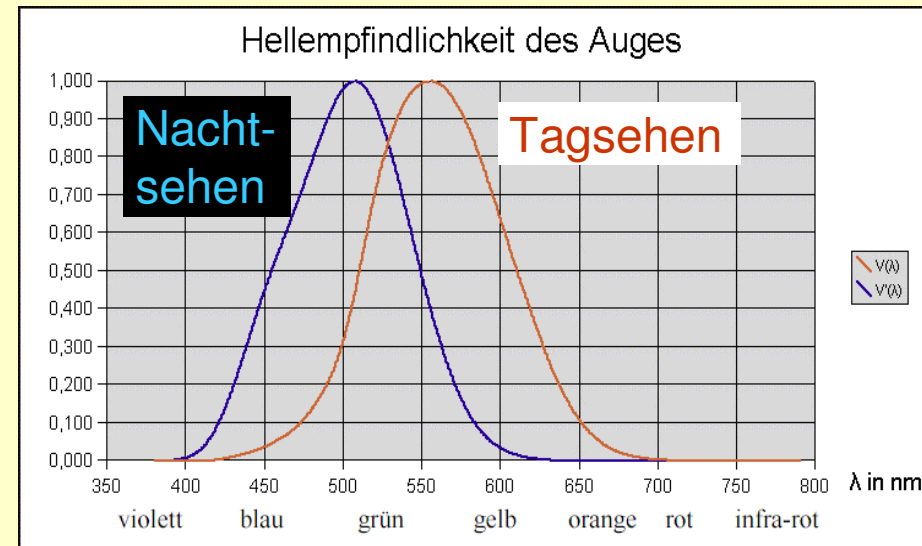
Lichtstärke = Lichtstrom / 4π

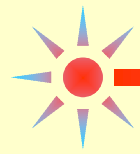
Lambert, vorwärts:

Lichtstärke = Lichtstrom / π

- Leuchtdichte in cd/mm²

entscheidend bei opt. Abbildungen (z.B. Beleuchtung eines Spaltes)





praktische Eigenschaften von Lichtquellen

- Leistungsaufnahme

Kühlproblem bei Lampe und beleuchtetem Objekt
Versorgungsproblem

- Regelbarkeit

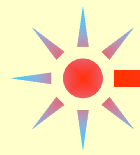
Lichtstrom ohne Einfluss auf das Spektrum regelbar?

- Sicherheit

Blendgefahr? UV-Emission? berührungsgefährliche Spannung?
Explosionsgefahr?

- Lebensdauer

- Preis



A1) Lichtquellen für helles, weißes Licht

Gesucht: Alternativen für die Schul-Kohlebogenlampe
(4300 lm, 40 cd/mm² bei 300 W)

Xe-Kurzbogenlampe

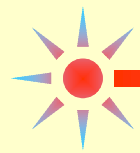
z.B. Osram XBO 75

- kontinuierliches Spektrum (6000K)
- 850 lm, 350 cd/mm² bei 75 W

aber:

- Explosionsgefahr (über 50 bar Gasdruck im Betrieb)
- hoher Preis, aufwändige Stromversorgung
- sorgfältige Justierung der Optik nötig



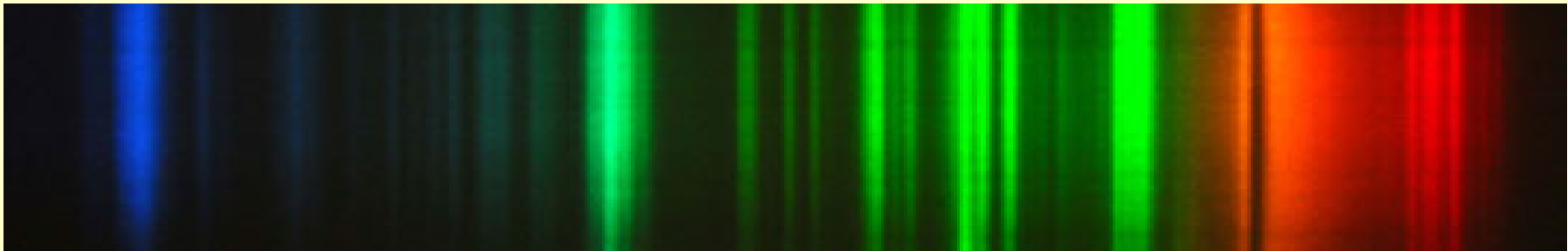


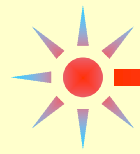
A2) Lichtquellen für helles, weißes Licht

Halogen-Metaldampflampen

z.B. „Xe-Brenner“ (KFZ-Scheinwerfer)

- Spektrum mit ausgeprägten Linien und Lücken
- nicht geeignet für „Umkehrung der Na-Linie“
- 3200 lm, 105 cd/mm² bei 35 W
- preiswert, lange Lebensdauer
- Sicherheit? (Standard-KFZ-Bauteil!)



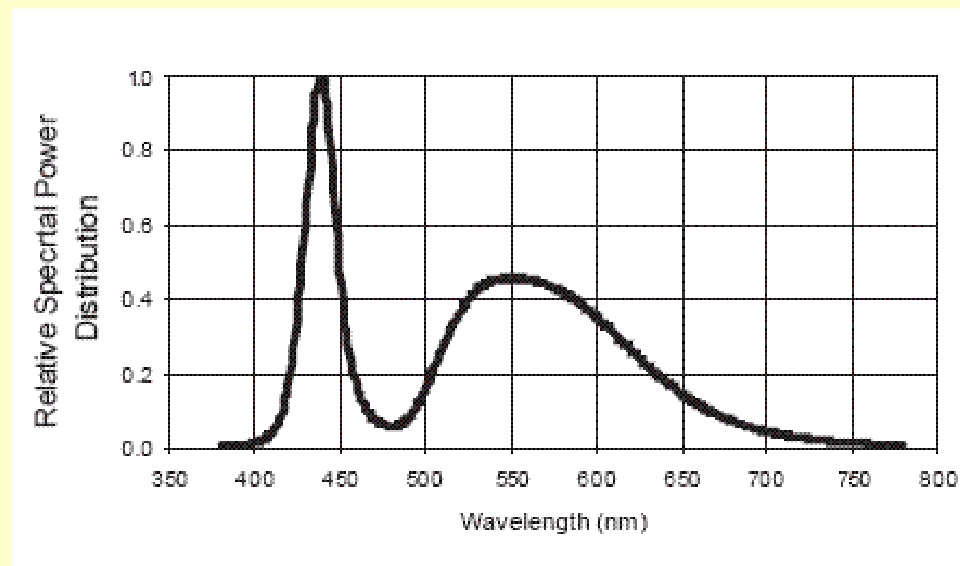


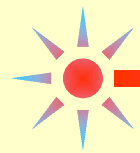
A3) Lichtquellen für helles, weißes Licht

weiße Leistungs-LED

z.B. Cree XP-G R4 weiß

- breites Spektrum, Lücke 480 nm
- 325 lm, 25 cd/mm² bei 3,2 W
- Konstantstromversorgung und Kühlkörper nötig
- sehr gut regelbare Helligkeit
- preisgünstig, lange Lebensdauer
- Sicherheit: „Nicht in den Strahl blicken“



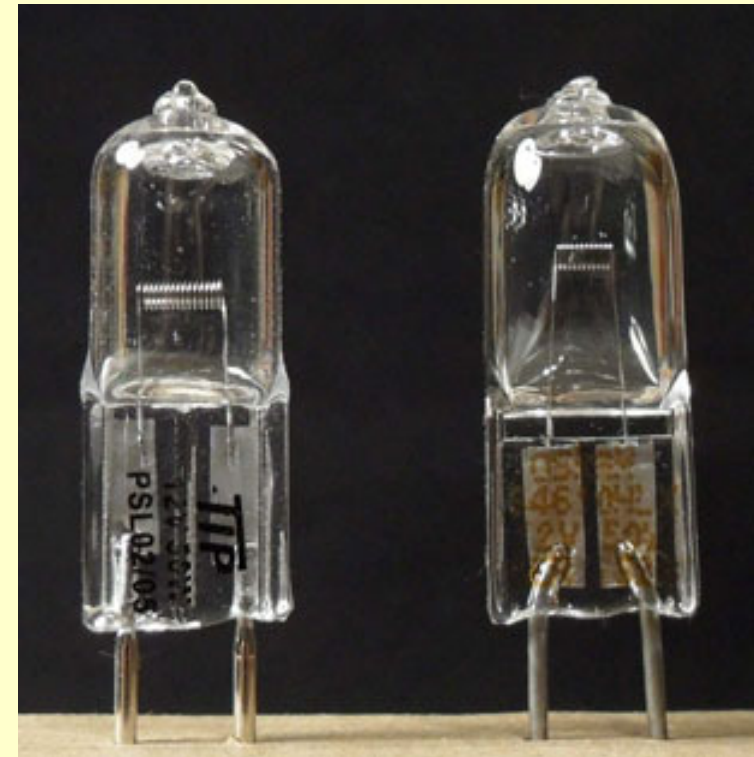


A4) Lichtquellen für helles, weißes Licht

Halogen-Projektionslampe

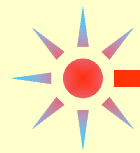
z.B. Osram **HLX 64610**

- kontinuierliches Spektrum (3400K)
- 1600 lm, 40 cd/mm² bei 50 W („normal“: 1000 lm, 25 cd/mm²)
- kurze Lebensdauer (ca. 50 h)
- preisgünstig, Standardsockel und -Stromversorgung (12,0V!)



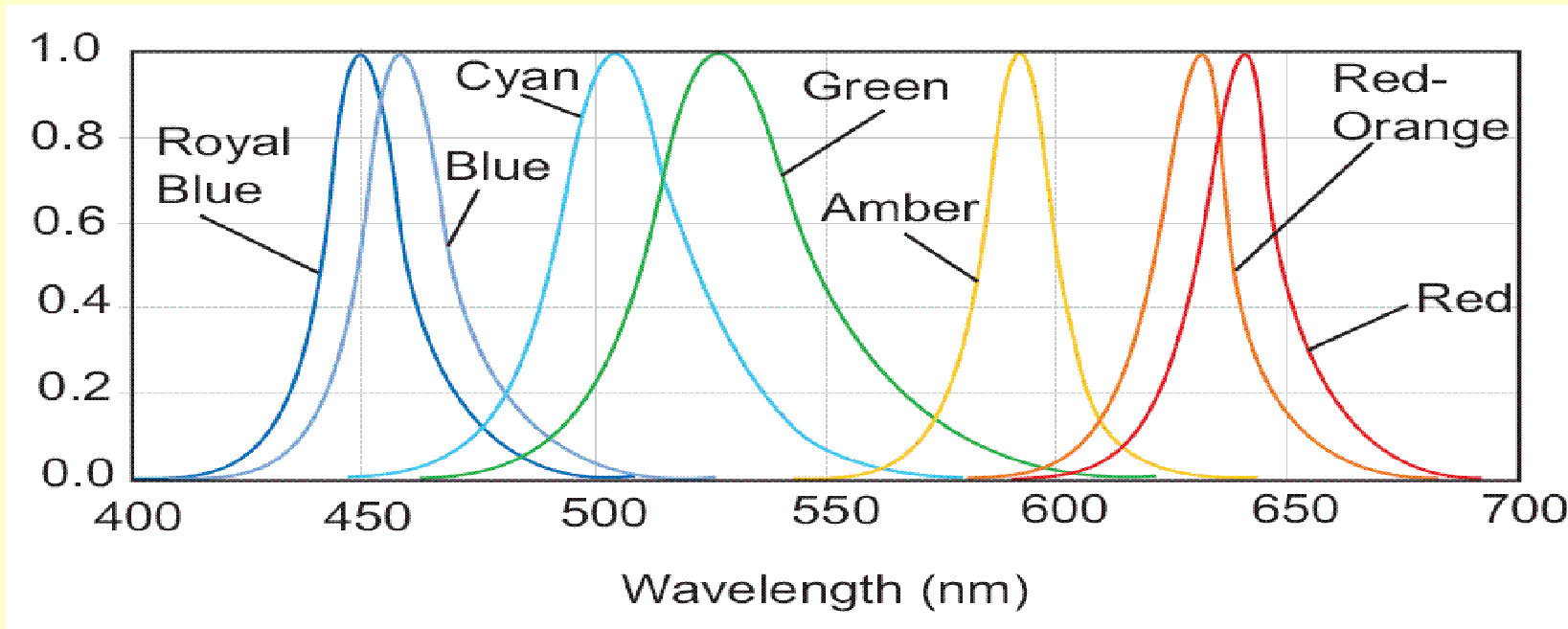
normale
Halogen-
Lampe

Projektions-
Lampe



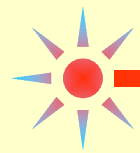
B1) Lichtquellen für farbiges Licht

farbige Leistungs-LED



z.B. Luxeon Rebel LXML-PM01-0070, grün

- 130 lm, 11 cd/mm² bei 2,4 W
- sehr gut regelbare Helligkeit



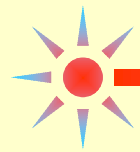
B2) Lichtquellen für farbiges Licht

Anwendung: RGB-Leuchte
für viele Versuche
zur Farbmischung



Anwendung: UV-Leuchte
für Versuche zur Fluoreszenz und Phosphoreszenz

- $\lambda \approx 395 \text{ nm}$ (UV-A), $P_{UV} \approx 0,4 \text{ W}$ bei $P_{el} = 2,6 \text{ W}$
- Glaslinsen verwendbar
- sehr gut regelbare Helligkeit
- Sicherheit ?



C1) LEDs zur empfindlichen Stromanzeige

superhelle Leuchtdioden (5mm-Gehäuse) max. 20 mA

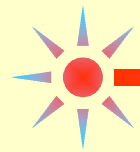
- hohe Lichtausbeute, \approx proportional zur Stromstärke
- deutlich erkennbare Leuchtwirkung ab ca. 0,01 mA (ähnlich Glimmlampe, aber $U \approx 2 \text{ V}$!)
- Anzeige der Stromrichtung, schnelle Reaktion
- Schutzschaltung erforderlich

Anwendung: Stromsensor

zur Anzeige kleiner elektrischer Ströme bei Spannungen bis 40 Volt und für elektrostatische Versuche

Anwendung: Induktionssensor (batteriebetrieben)

zur empfindlichen Anzeige von magn. Flussänderungen



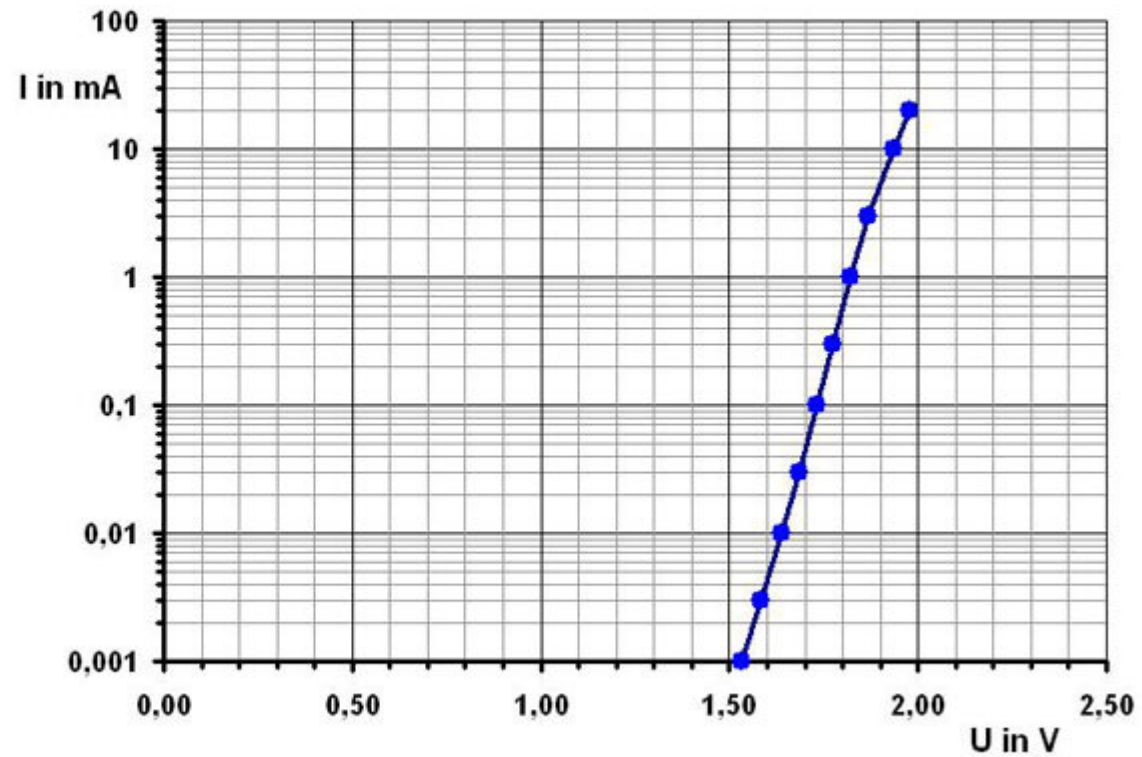
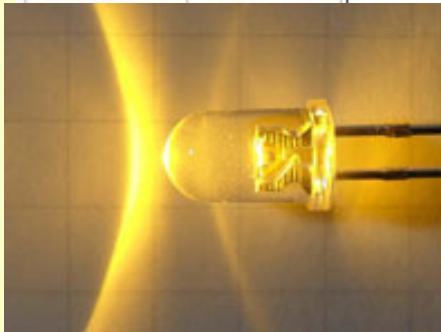
C2) $e \cdot U = h \cdot f$??

U-I-Kennlinie einer LED, 5mm, max. 20 mA, amber (590nm), 30000mcd

I in mA	U in V
0,001	1,532
0,003	1,584
0,01	1,637
0,03	1,684
0,1	1,733
0,3	1,775
1	1,821
3	1,867
10	1,934
20	1,980

$\lambda \approx 590 \text{ nm}$

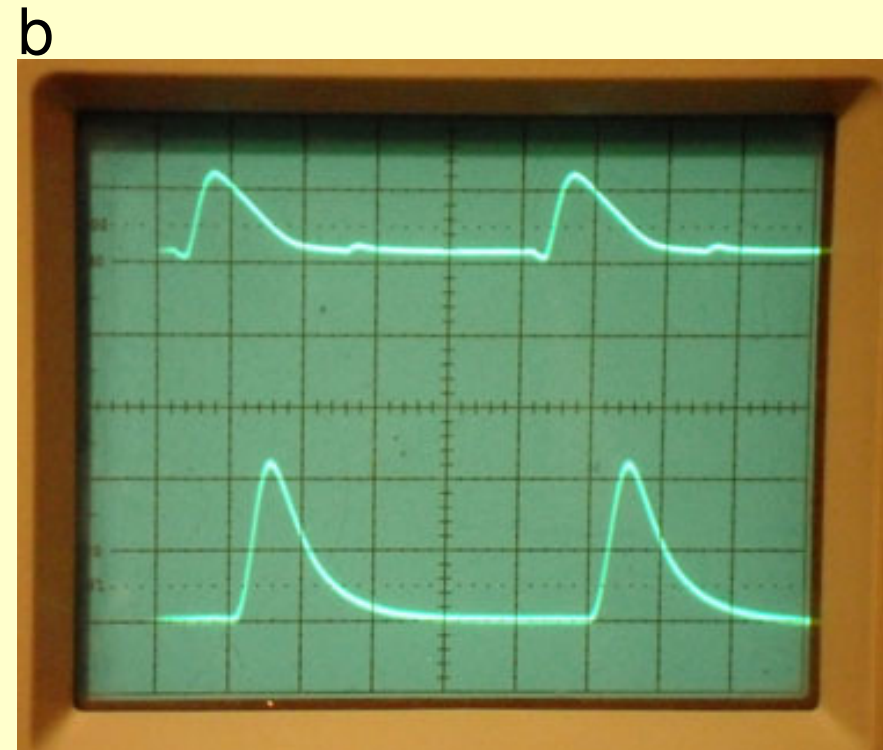
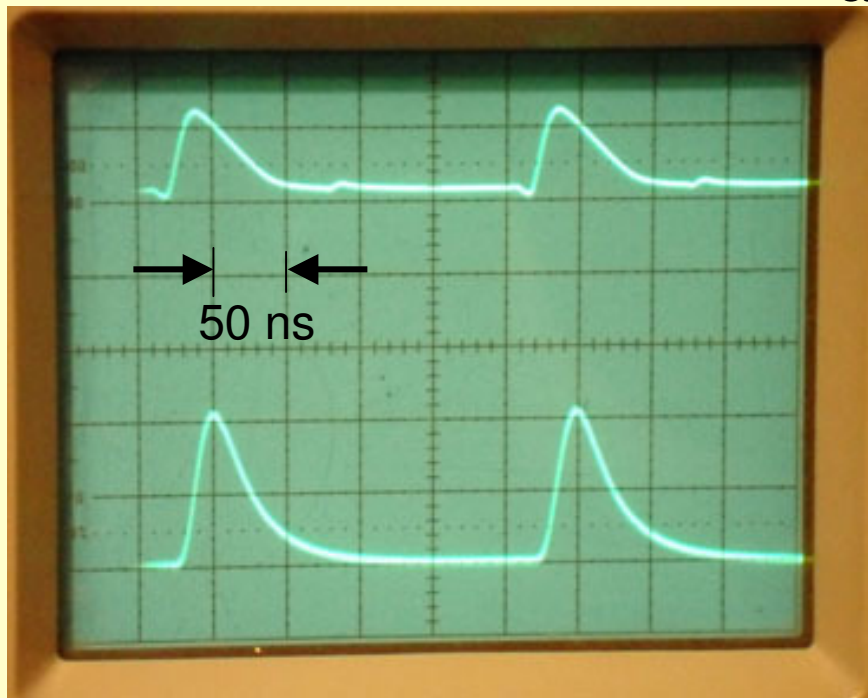
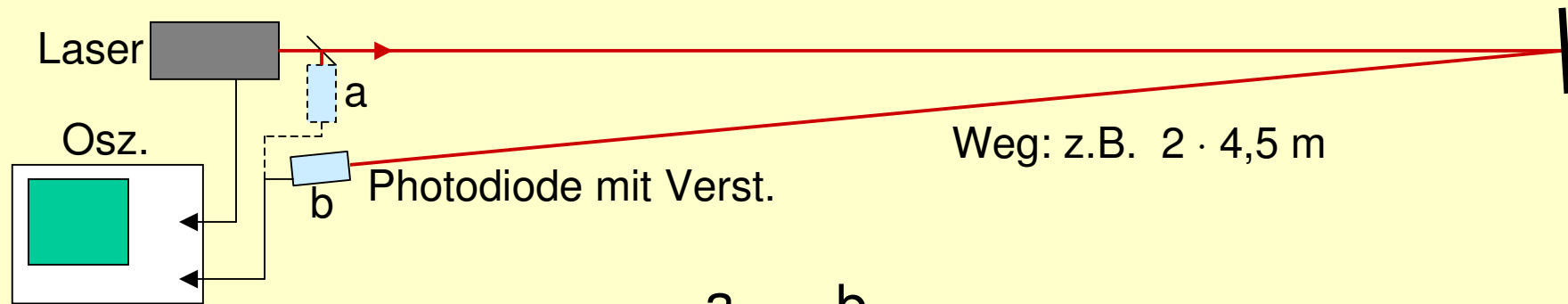
$\Rightarrow E_{\text{ph}} \approx 2,10 \text{ eV}$



D1) schnell geschaltetes Licht

typ. Schaltzeiten: LED 200 ns; Laserdioden < 20 ns !

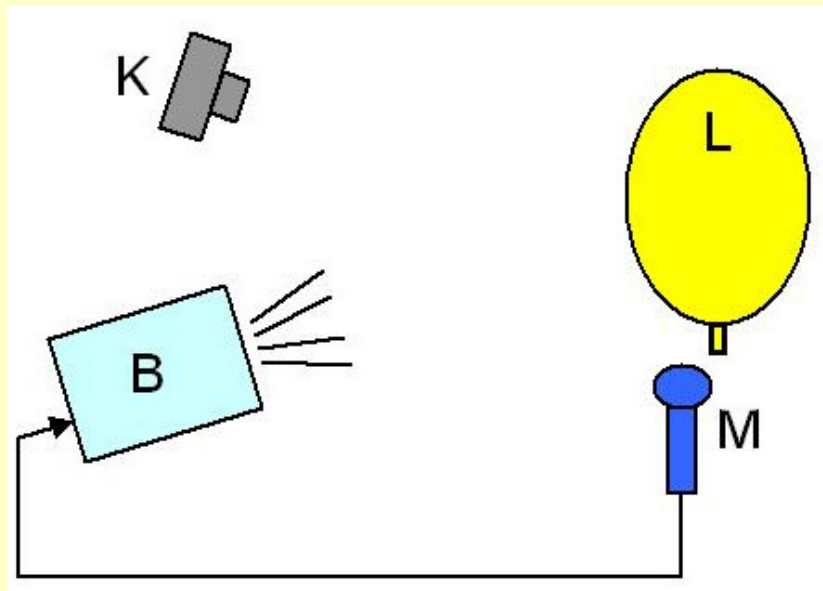
Anwendung: c-Bestimmung mit getaktetem Laser



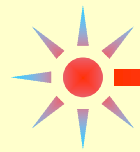
D2) Kurzzeitfotografie

Wie fotografiert man einen platzenden Luftballon?

Trick: Xe-Blitzgerät oder Stroboskop wird extern getriggert (akustisch oder Lichtschranke). Blitzdauer $\approx 10 \mu\text{s}$



halbdunkler Raum;
Kamera K mit Langzeitbelicht.;
Signal des Mikrofons M löst
das Blitzgerät B aus;



Vielen Dank für Ihr Interesse!



Andreas Urban, Gabriel-von-Seidl-Gymnasium Bad Tölz, and.urban@t-online.de