

Halbleiterdetektoren

Prinzip:

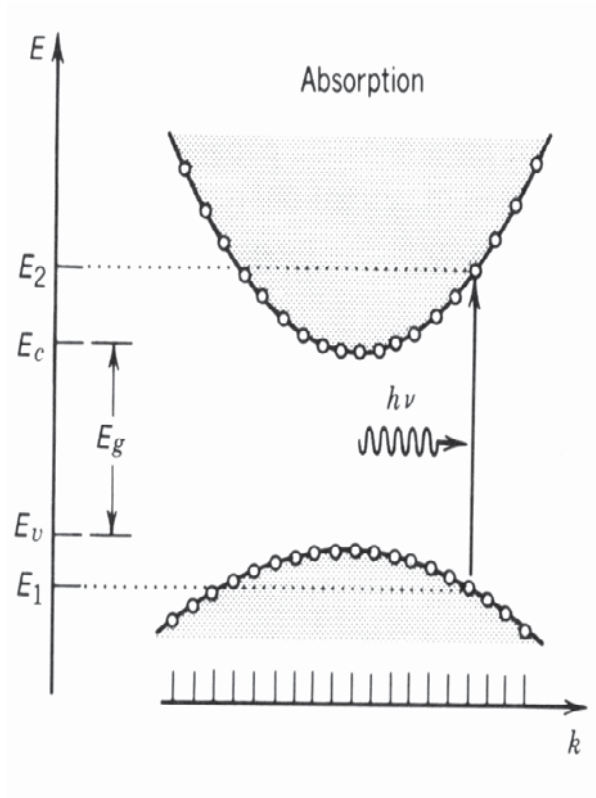
Halbleiterelemente mit pn-Übergang, betrieben in Sperrrichtung

Konstruktion erlaubt Lichteinfall auf pn-Grenzschicht

Durch Absorption von Photonen werden Elektronen-Loch-Paare erzeugt.

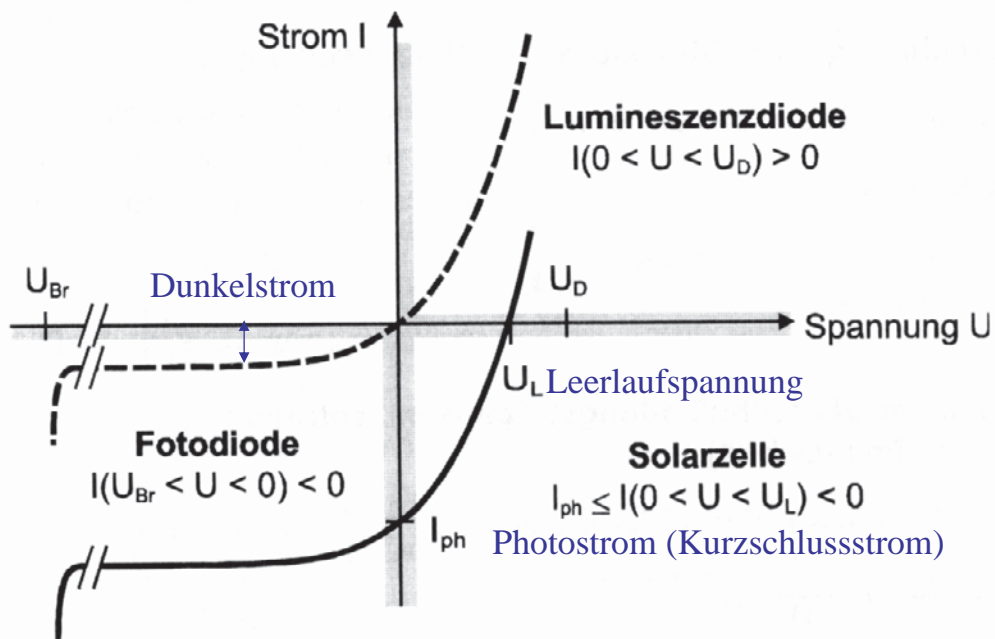
Elektronen-Loch-Paare werden durch internes elektrisches Feld (Raumladungszone) und anliegende äußere Spannung voneinander getrennt.

An der Diode wird Photospannung erzeugt



Kennlinie von Photodioden

Photodiodenkennlinie besteht aus Kennlinie einer normalen Diode mit Dunkel- und Sättigungsstrom sowie dem strahlungsbedingten Photostrom

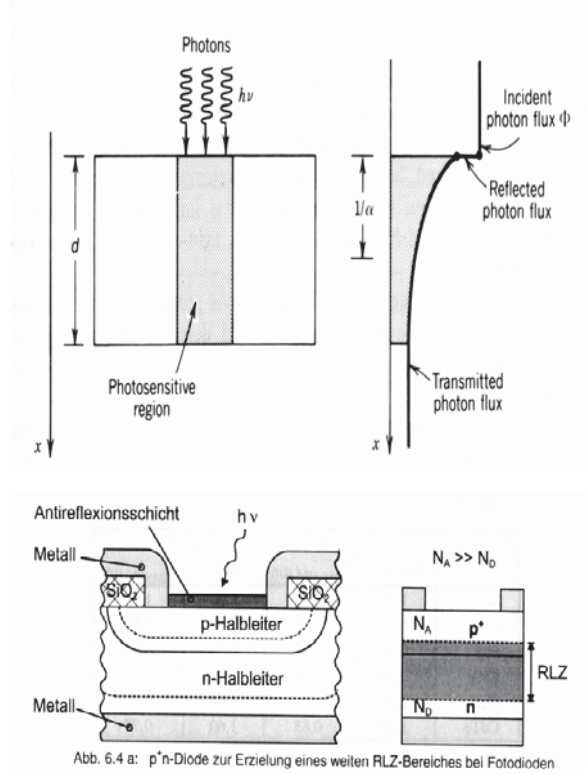


Optimierung des Aufbaus von Photodioden

Möglichst großer Anteil der ankommenden Strahlung muss in der Raumladungszone absorbiert werden.

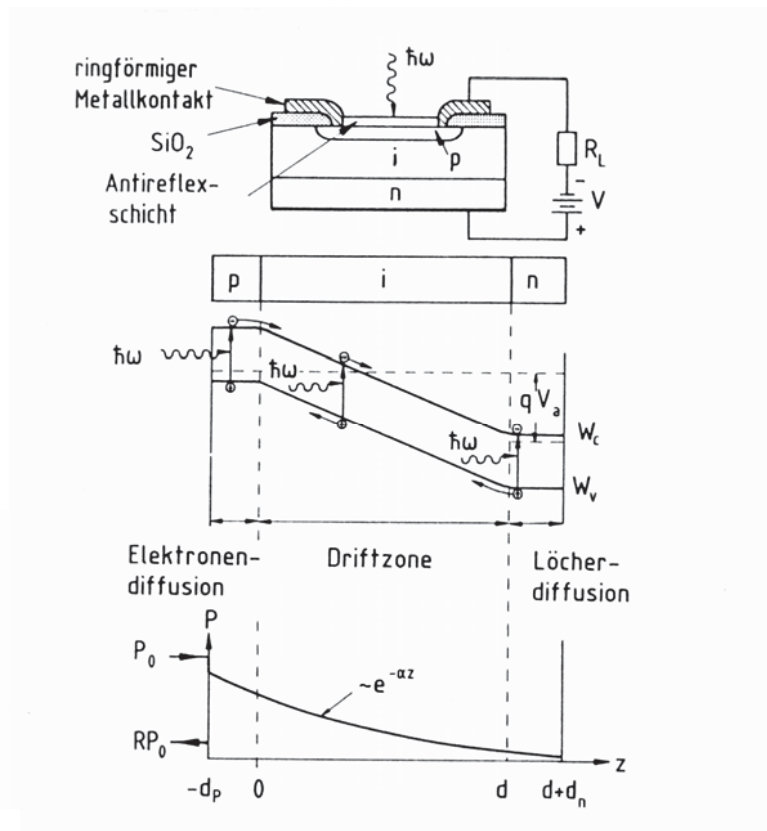
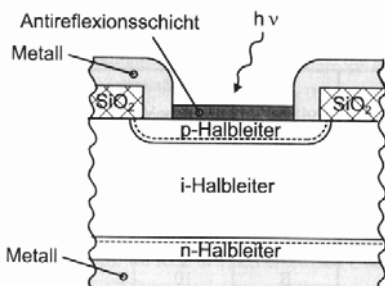
Probleme: Starke Reflexion (30 %)
Starke Absorption (α ca. 10^4 cm^{-1})

- Antireflex-Entspiegelung zur Vermeidung von Reflexionsverlusten
- Verringerung der Schichtdicke vor der Raumladungszone
- Erhöhung der Schichtdicke der Raumladungszone



PIN-Photodioden

Leicht dotierter i-Bereich („intrinsic“) zwischen n- und p-Bereich.



Auswahl von Photodioden

- Bereich (spektral) der Empfindlichkeit
- aktive Fläche / Kapazität / Schnelligkeit (20 ps 1 µs)
- Beschaltung als **Photozelle** oder **Photoleiter**

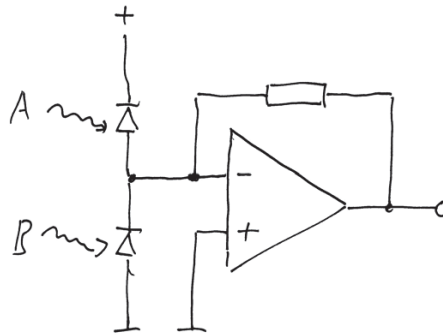
Absolute Empfindlichkeit

1 Elektron ↔ 1 Photon

$$V = \frac{e}{h \cdot \nu} = \frac{e \lambda}{h \cdot c} = \frac{1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 0,8 \mu\text{m} \cdot \text{s}}{6,6 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ m}} = 0,65 \frac{\text{A}}{\text{W}}$$

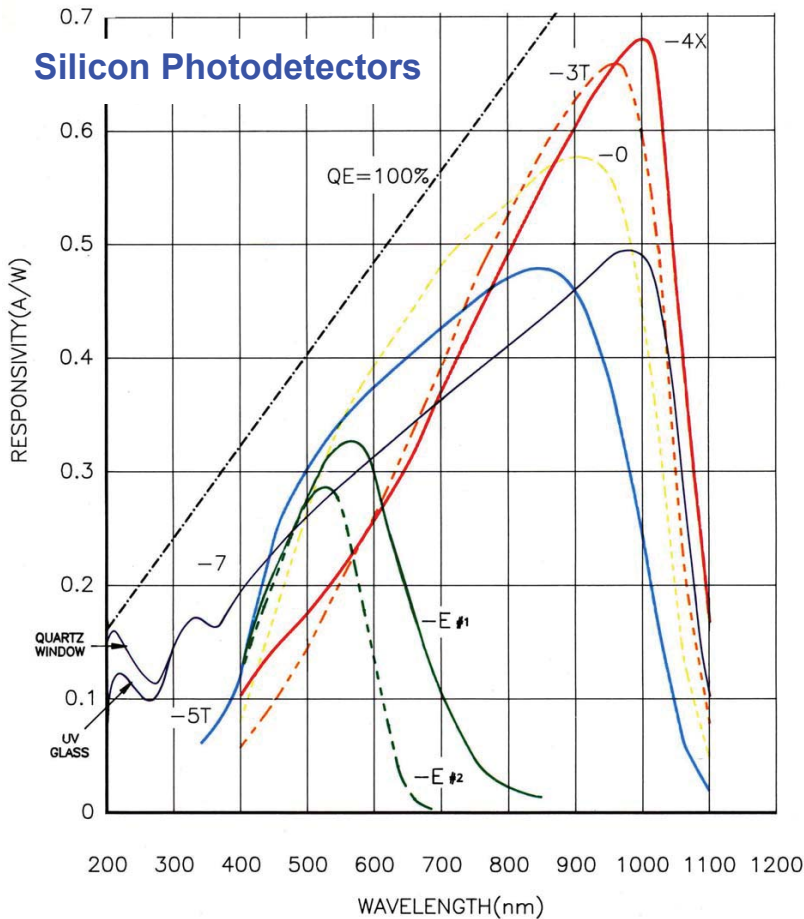
Differenzdetektion

$$U_a \propto (A) - (B)$$

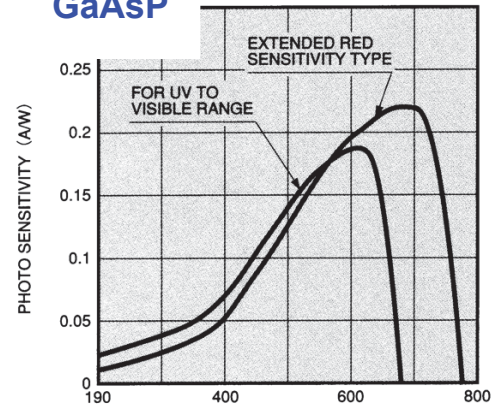


E. Riedle

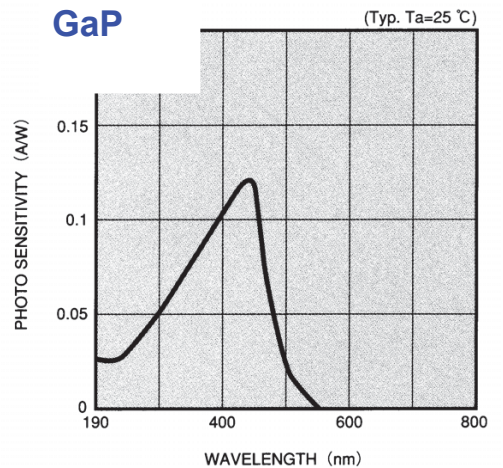
Physik ^{LMU}



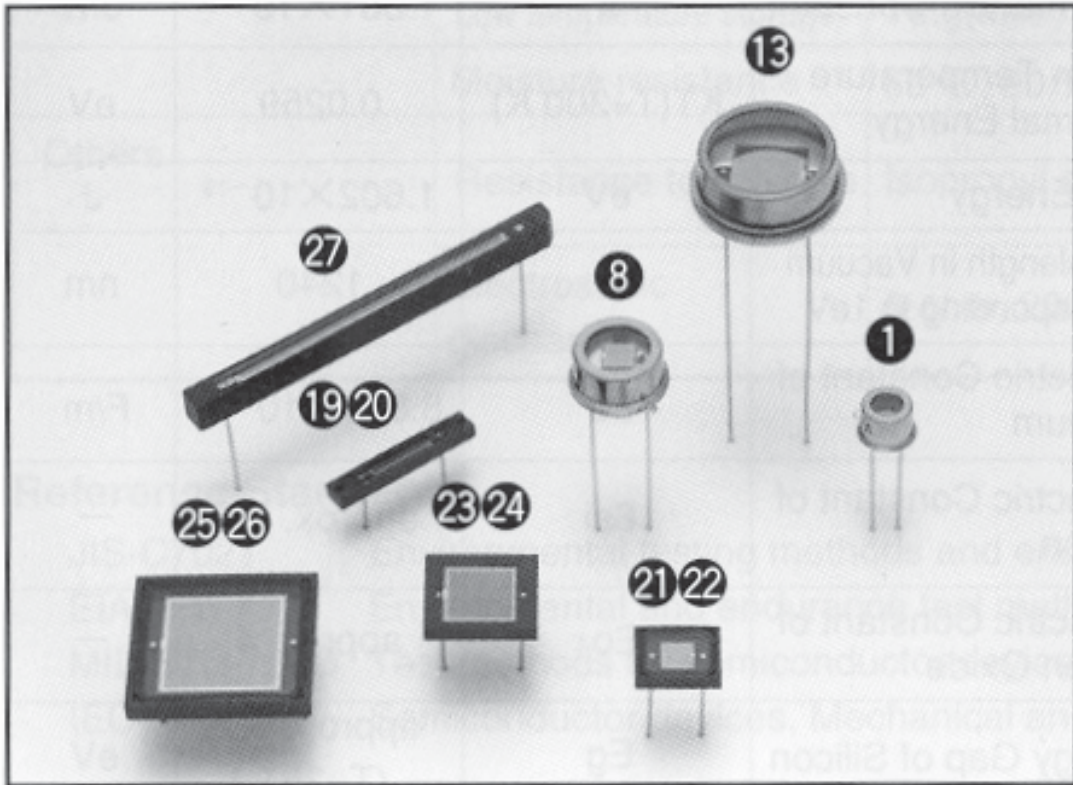
GaAsP



GaP

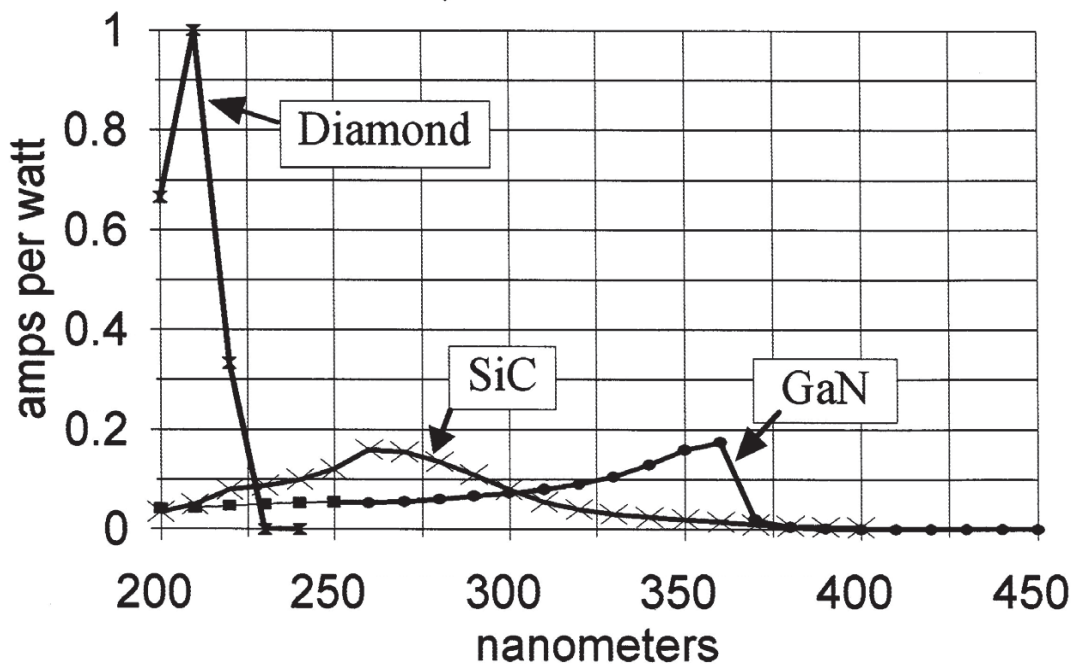


Bauformen von Photodioden



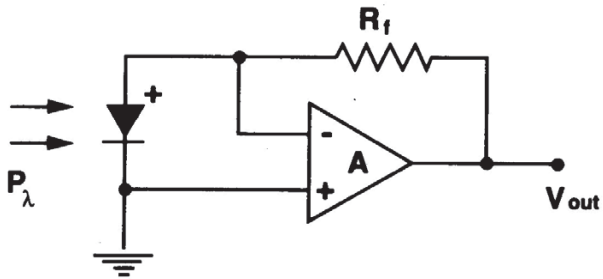
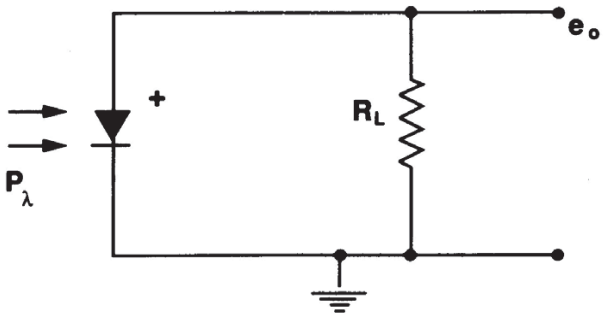
UV Detector Responsivity

Diamond, GaN and SiC



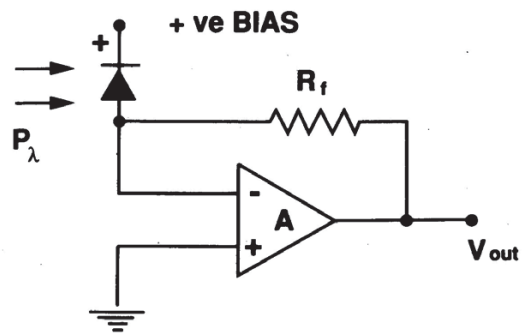
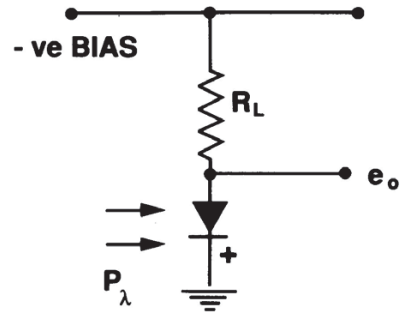
Zero Bias Operation

(photovoltaic)

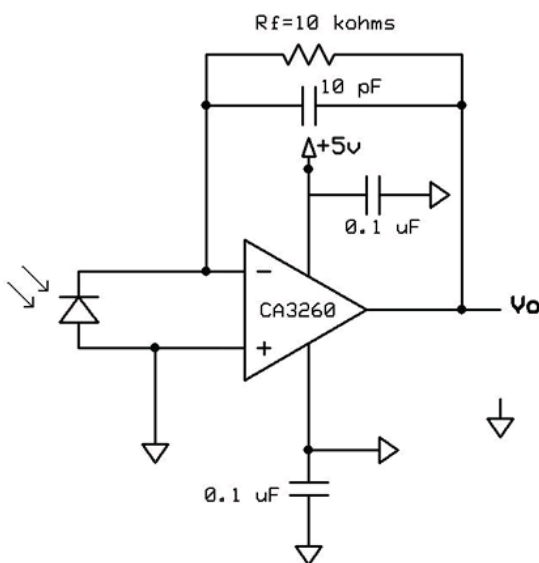


Reverse Biased Operation

(photoconductive)



Photodiode amplification

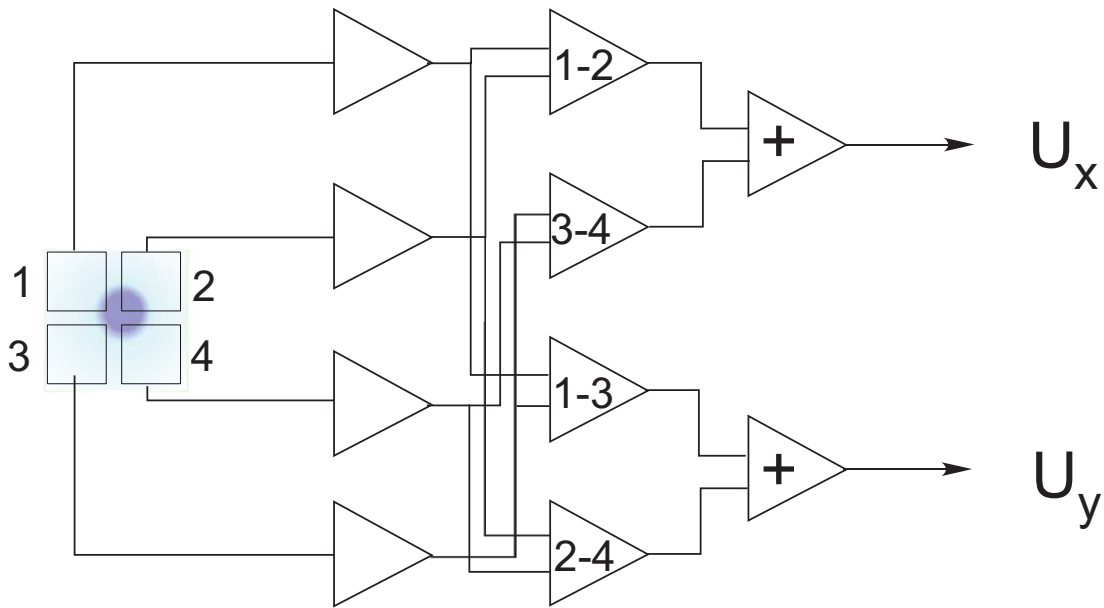


Photovoltaic mode

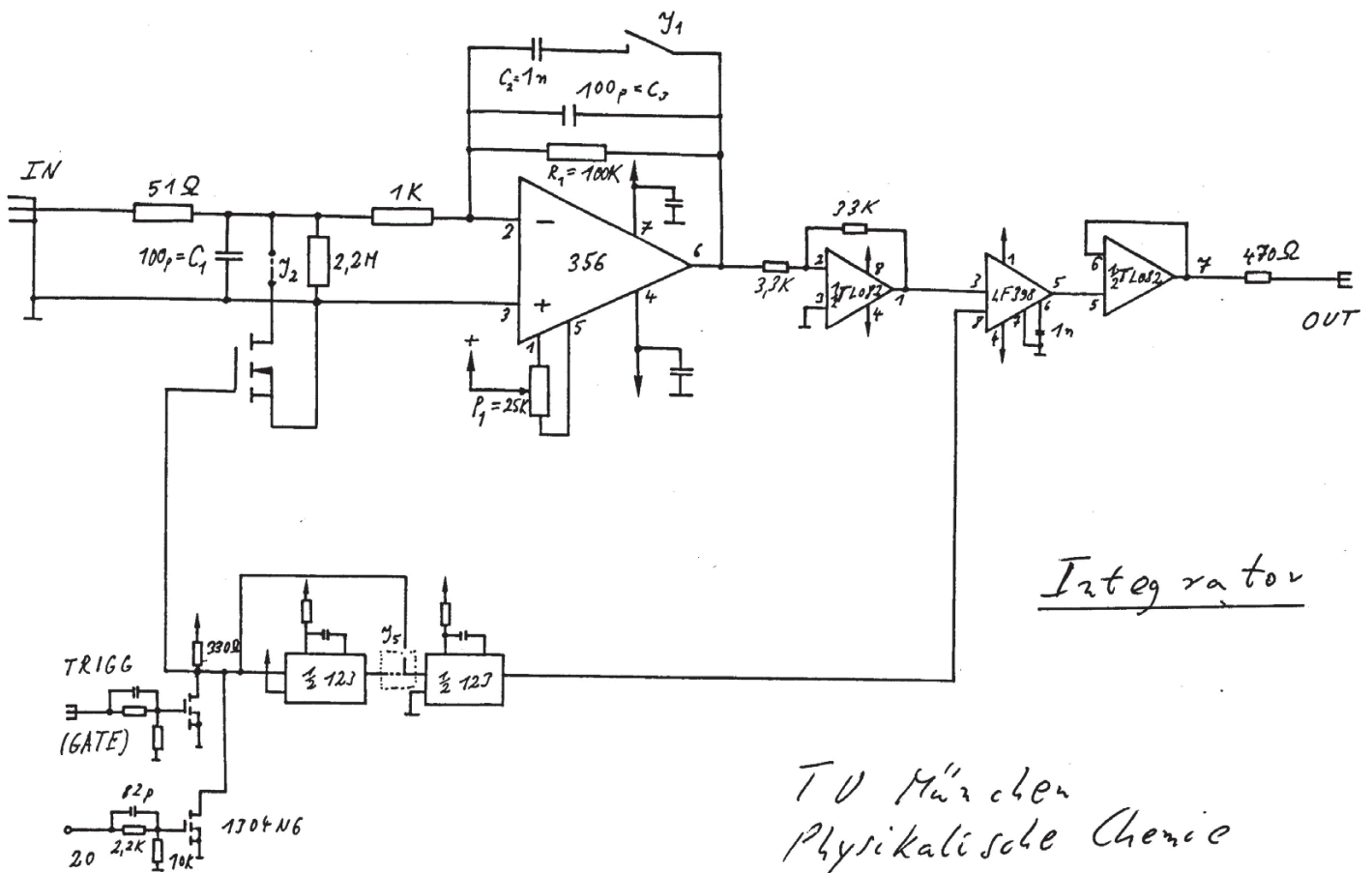
Slow

Very low dark current

Sensoren für Licht: Quadrantensensor zur Positionsbestimmung



Aus: *Optik, Licht und Laser*, D. Meschede, 2. Aufl., Kap.10 © 2005 B.G. Teubner / GWV Fachverlage Wiesbaden



Integrator

TU München, Physikalische Chemie

Documentation: E. Riedle, July 1990

The simple circuitry is intended for integration of current signals in pulsed laser experiments. **It is not a gated integrator**, however, there is a trigger (gate) input for suppression of dc signals present in the detector and triggering of the sample-and-hold amplifier. Typical applications are determination of the (relative) pulse energy, recording of an I_2 absorption spectrum or tracking of a SHG crystal.

Description:

The incoming current signal (e.g. from a photodiode) is integrated in the capacitor C_1 . This happens very fast, the termination of the detector (and its time response) is effectively given by the 51Ω resistor (at input). Next, the charge stored in C_1 is transferred by the op-amp "356" to the capacitor C_2 and/or C_3 on a μs timescale. The resulting output voltage is amplified by $\times 10$ in the "1/2 TL082" amplifier and finally held constant for long times by the "LF398" sample-and-hold amplifier. The second "1/2 TL082" is used as an output buffer.

E. Riedle

Physik^{LMU}

To clear the C_2/C_3 capacitor before the next laser pulse, a $100 \text{ k}\Omega$ resistor is added on the "356" amplifier. This discharge takes on the order of milliseconds. To avoid strong influence from dc leakage currents in the detector, the capacitor C_1 is shortened for most of the time by a FET. To activate the integrator around the appearance time of the desired signal, a positive pulse should be applied at the trigger/gate input from $0.5 \mu\text{s}$ before the actual signal to about $5 - 15 \mu\text{s}$ after the end of the signal. **This is not intended for selection of part of the signal, like in a gated integrator.** The end of the trigger pulse triggers the sample-and-hold amplifier with some additional internal delay.

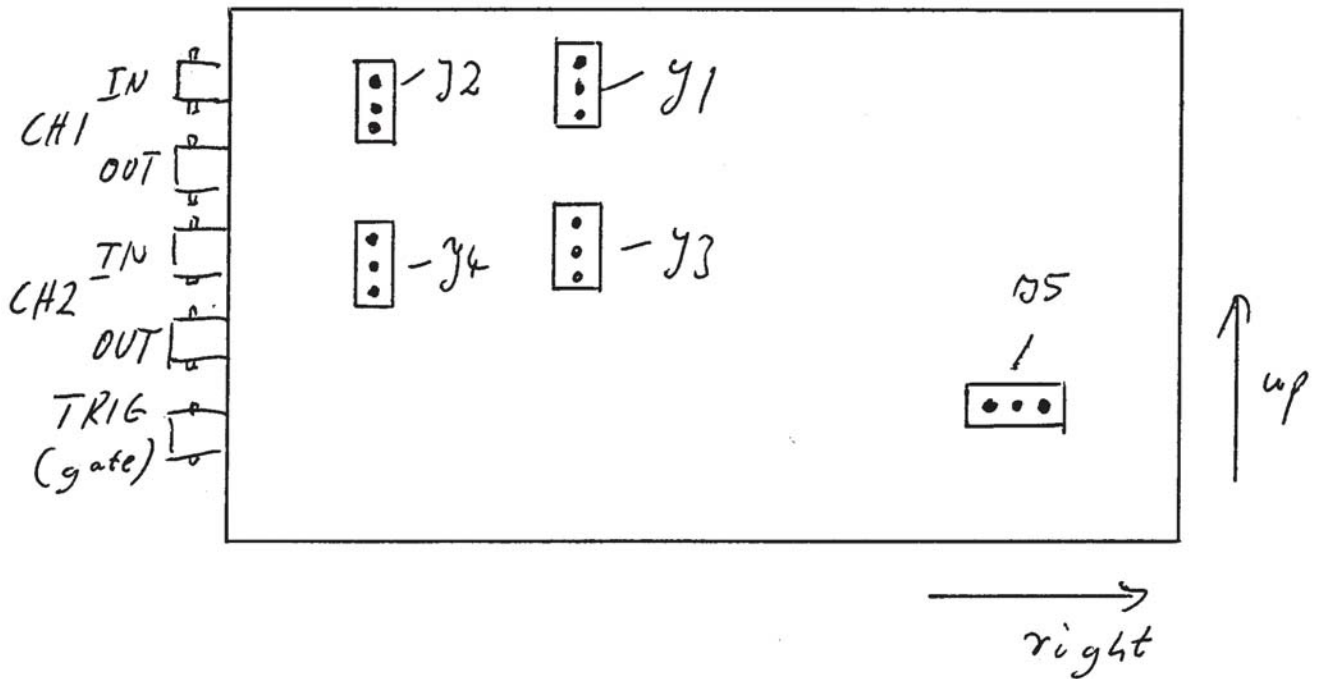
The sensitivity of the integrator is 10 V output for an input signal of $50 \text{ ns}\cdot\text{V}$ in 50Ω termination if C_2+C_3 are used, and tenfold higher for only C_3 . The input signal should be set with a fast oscilloscope (50Ω termination) for appropriate levels.

Front panel plugs and controls:

There are two BNC plugs for input and output of each channel. For each channel there is also a potentiometer (P_1) to set the zero point. These can also be used to suppress a small offset. The trigger/gate signal can either be applied at the front BNC plug or the no. 20 pin on the back connector.

E. Riedle

Physik^{LMU}



E. Riedle

Physik^{LMU}

Jumpers on the pc-board:

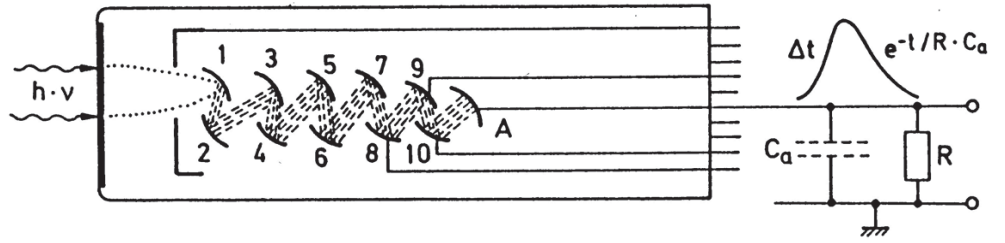
On each plug-in unit, there are two integrator channels and one common triggering unit. There are 5 jumpers located on the board which are used as follows:

- J1: Sensitivity of CH1. In the upper position the capacitors C_2 and C_3 are used in parallel to decrease sensitivity and temperature drift. In the lower position only C_3 is active.
- J2: In the lower position the FET is activated to shorten the capacitor C_1 between laser pulses (see above). In the lower position the FET is not active and the input signal will be applied for all times.
- J3: Like J1 for CH2
- J4: Like J2 for CH2
- J5: In the right position additional internal delay for the sample-and-hold is used. In the left position there is no additional delay.

E. Riedle

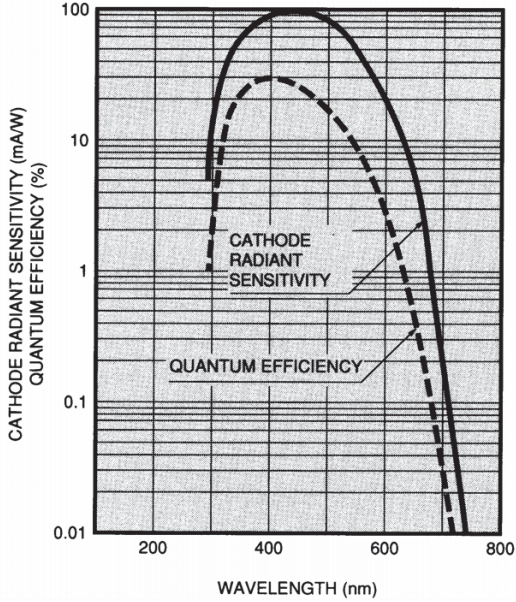
Physik^{LMU}

Photomultiplier Tubes

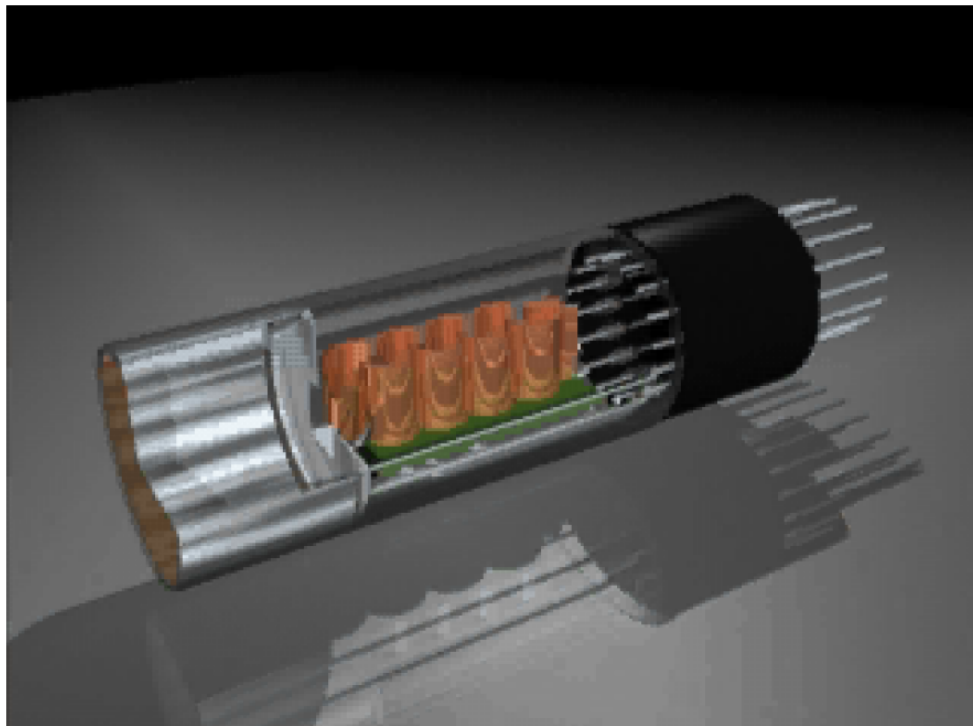
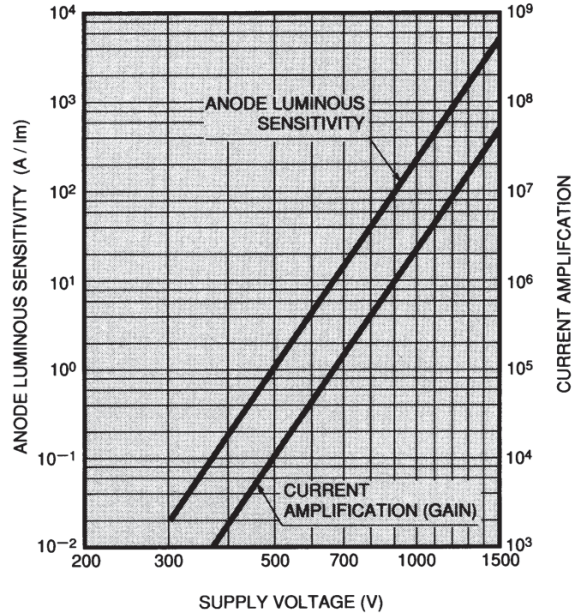


Photomultiplier with time dependent output voltage pulse induced by an electron avalanche that was triggered by a delta-function light pulse

Spectral Response of Head-On Bialkali Photocathode



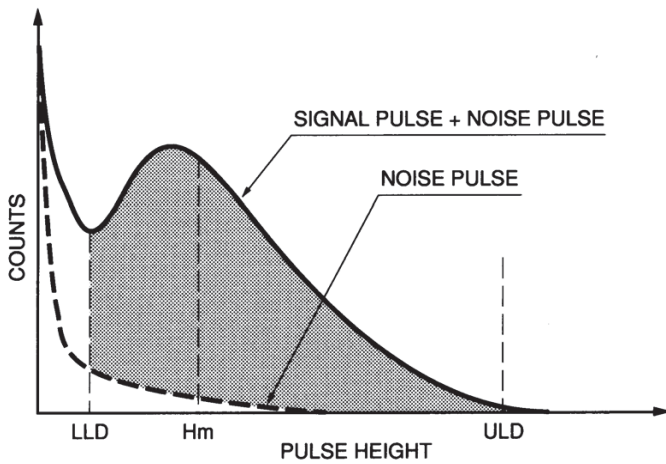
Current Amplification vs. Supply Voltage



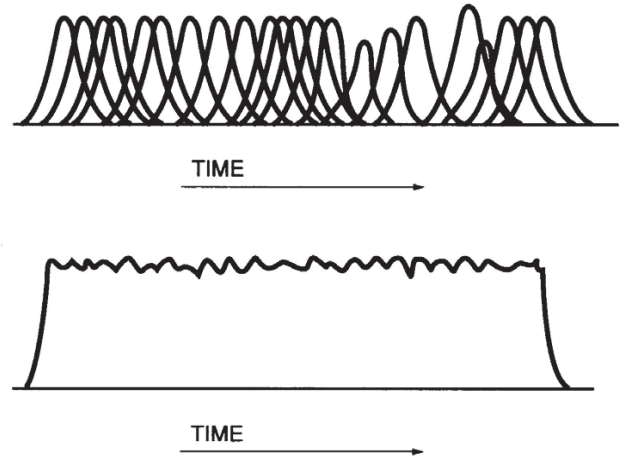
$$\mu = \delta^n = (A \cdot E^\alpha)^n = \left\{ A \cdot \left(\frac{V}{n+1} \right)^\alpha \right\}^n$$

$$= \frac{A^n}{(n+1)^{\alpha n}} \cdot V^{\alpha n} = K \cdot V^{\alpha n}$$

Typical Pulse Height Distribution



Overlapping Output Pulses

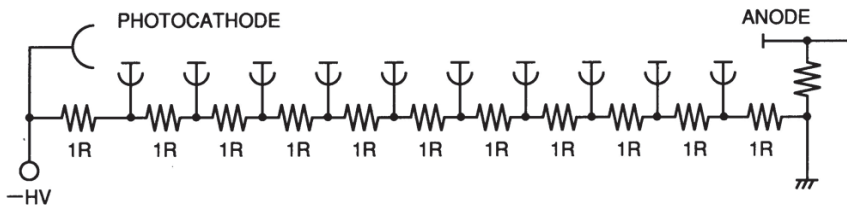


E. Riedle

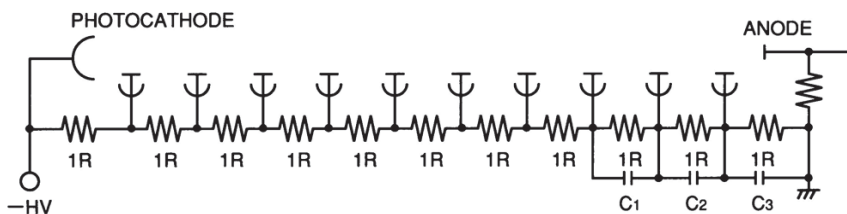
Physik ^{LMU}

Schematic Diagrams of Voltage-Divider Circuits

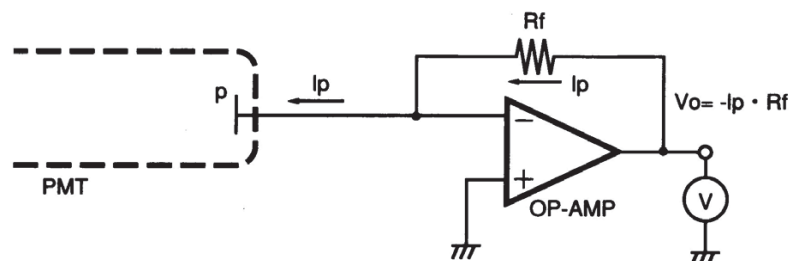
Basic arrangement for DC operation



For pulse operation



Current-Voltage Transformation Using an Operational Amplifier



Optokoppler: galvanische Trennung, Isolation für 100 V bis 50 kV

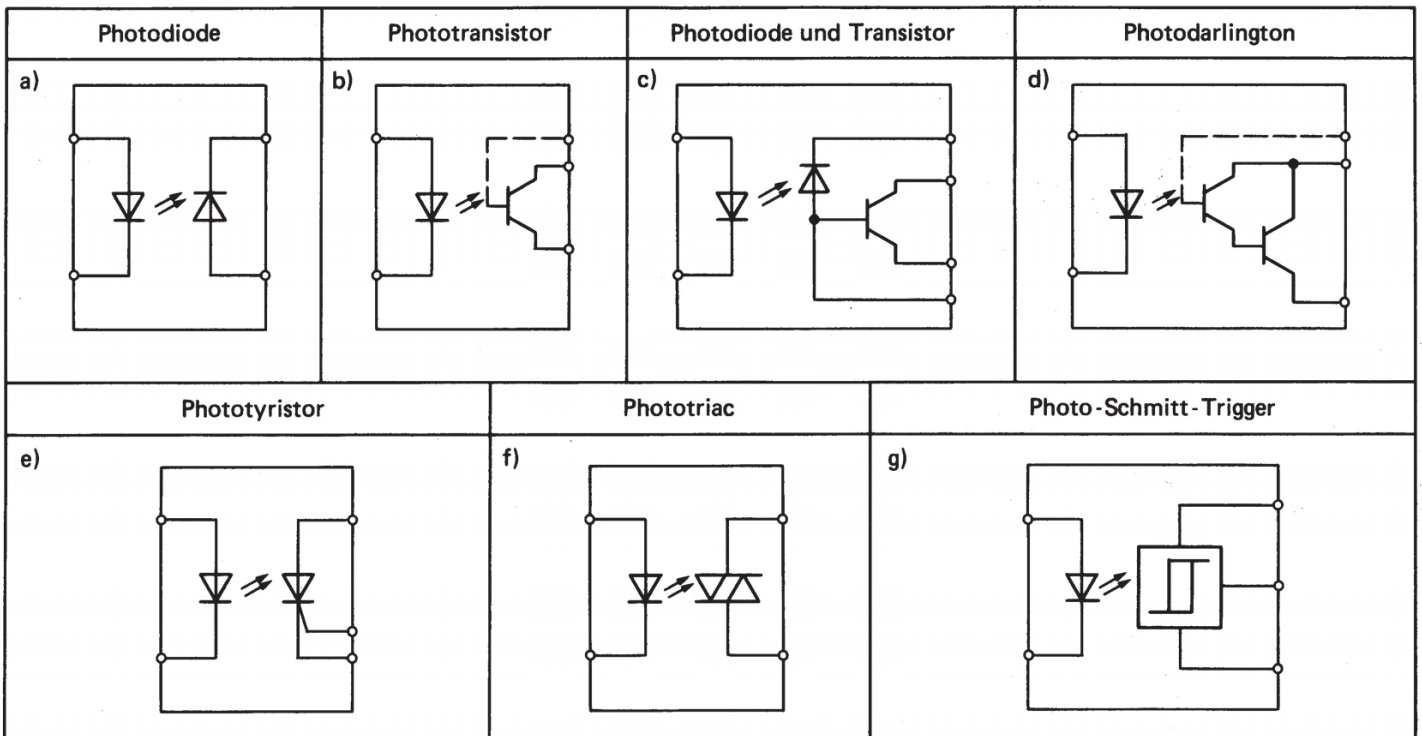


Bild 6-85. Optokoppler mit verschiedenen Empfängern.

E. Riedle

Physik^{LMU}

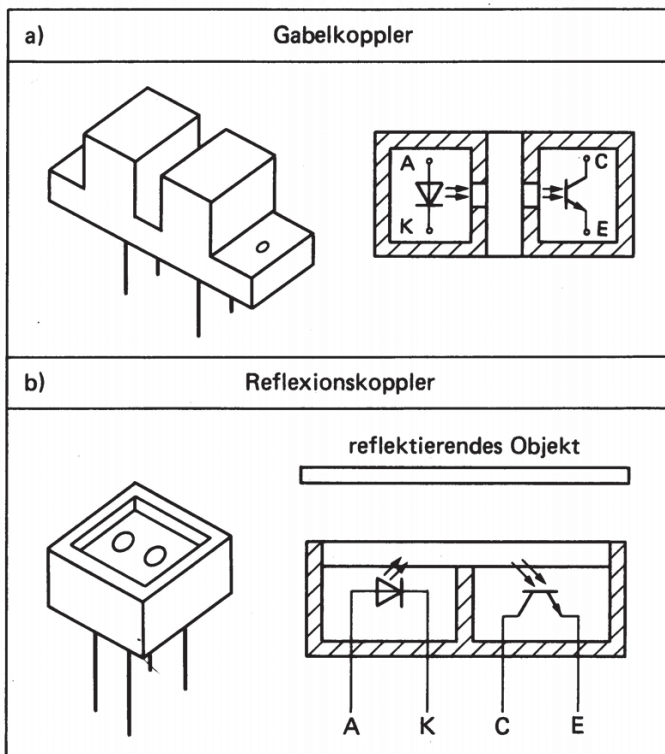


Bild 6-86. Offene Koppler.

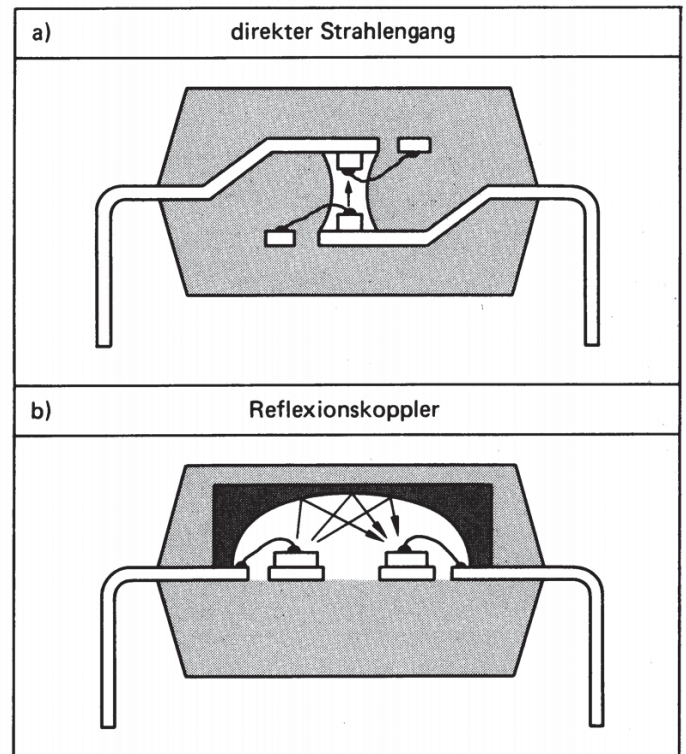


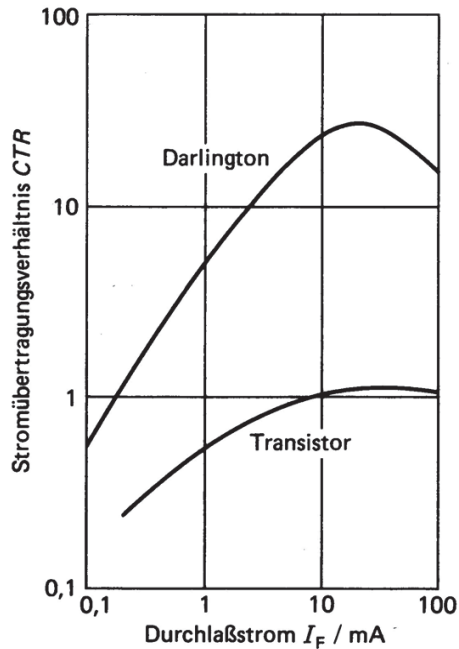
Bild 6-87. Aufbau von Optokopplern.

E. Riedle

Physik^{LMU}

Empfänger	CTR	f_{gr}
Fotodiode	0,001 bis 0,008	5 bis 30 MHz
Diode und Transistor	0,05 bis 0,4	1 bis 9 MHz
Fototransistor	0,2 bis 1	20 bis 500 kHz
Fotodarlington	1 bis 10	1 bis 30 kHz

$$CTR = I_C / I_F$$



Stromübertragungsverhältnis in Abhängigkeit vom Durchlaßstrom der Sendediode

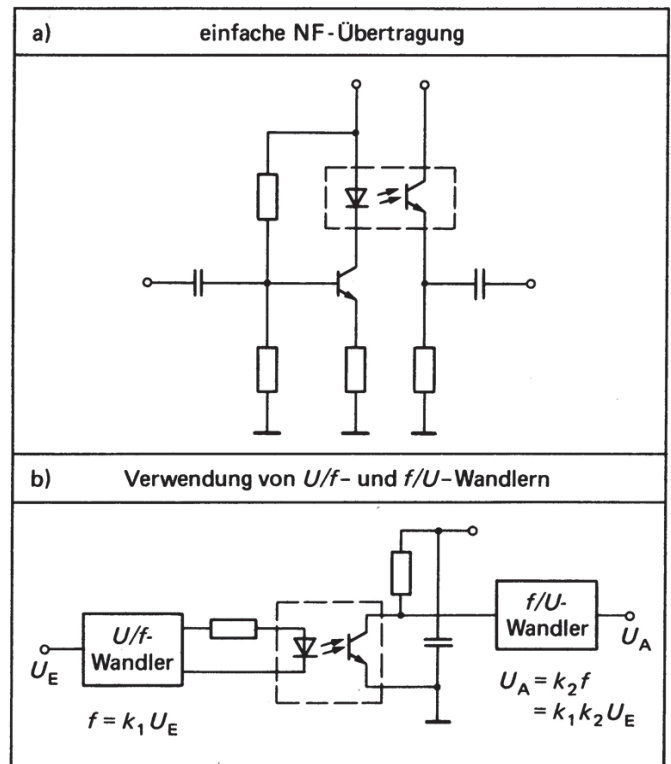


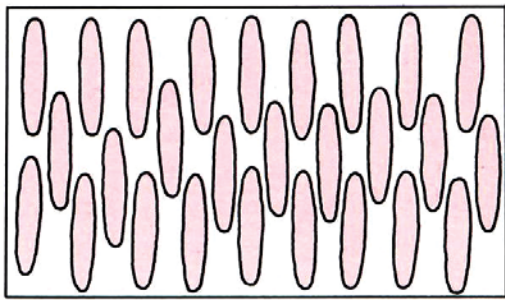
Bild 6-91. Analogübertragung mit Optokopplern.

Anzeigen

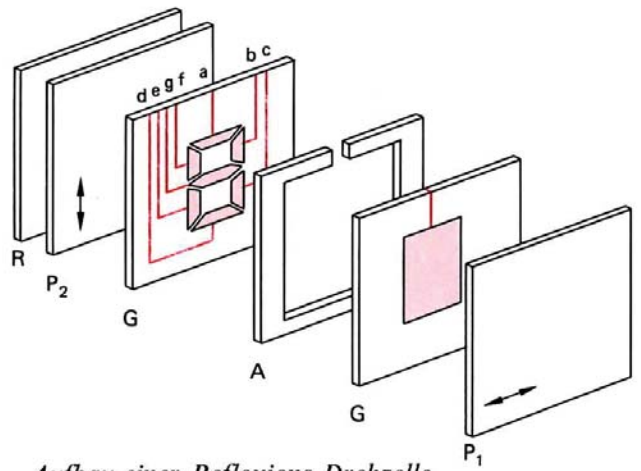
- Leuchtdichte L_V zwischen $10 \dots 10^4$ Cd/m²
- guter Kontrast zur Umgebung
- o Leuchtdioden
- o Vakuum-Fluoreszenz-Displays
- o Plasmadisplays
- o Flüssigkristallanzeigen (Twisted Nematic, TN)

Analoganzeigen

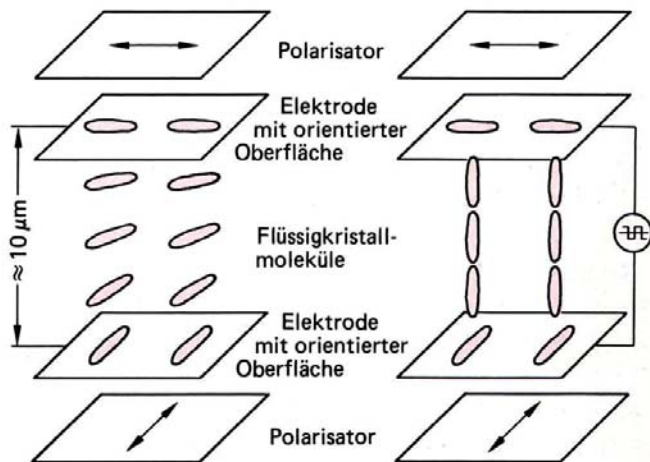
- Balkenanzeigen (quasianalog)
- 7 - Segmentanzeigen
- ⇒ analog / digital - Wandlung
- ⇒ Kodierung der Werte



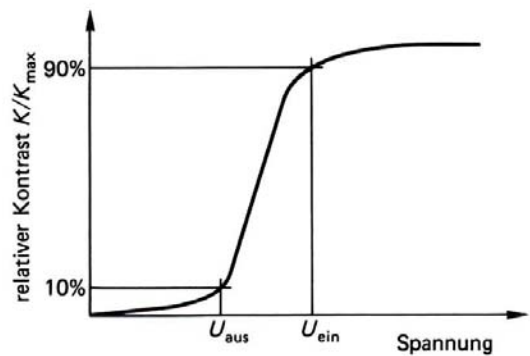
Anordnung der Moleküle in einem nematischen Flüssigkristall



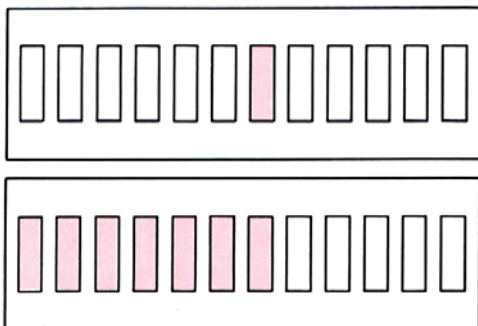
Aufbau einer Reflexions-Drehzelle



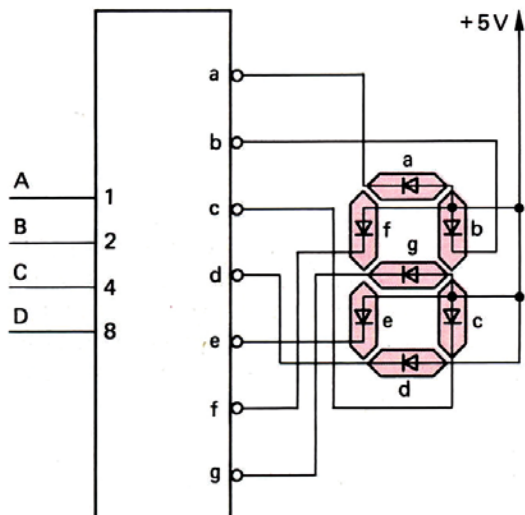
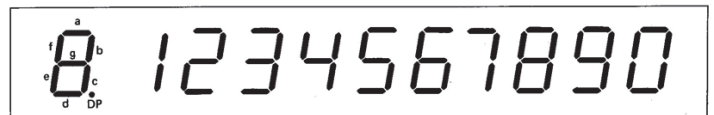
Prinzip der Flüssigkristall-Drehzelle:
a) spannungslos, b) mit angelegter Spannung



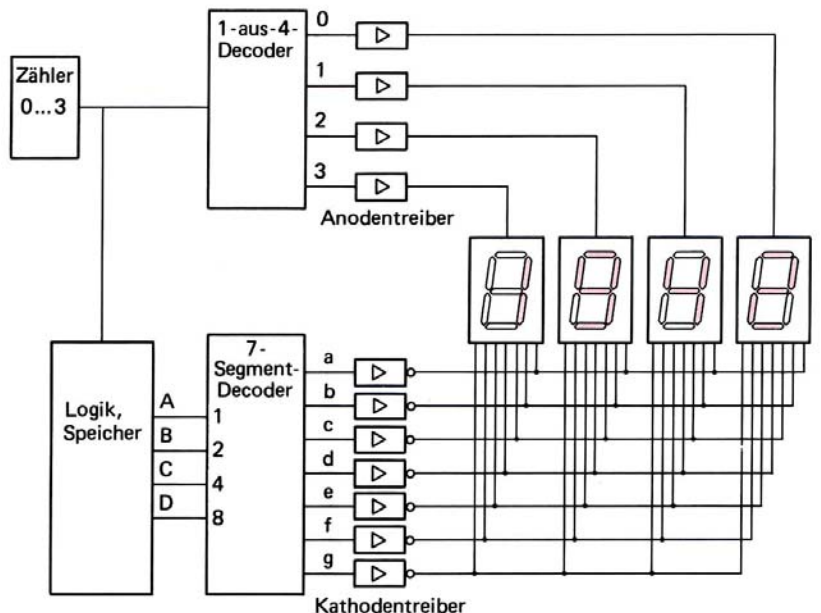
Kennlinie des Kontrasts einer TN-Zelle in Abhängigkeit von der Spannung.



Balkenanzeige:
a) Leuchtpunkt, b) Leuchtband.

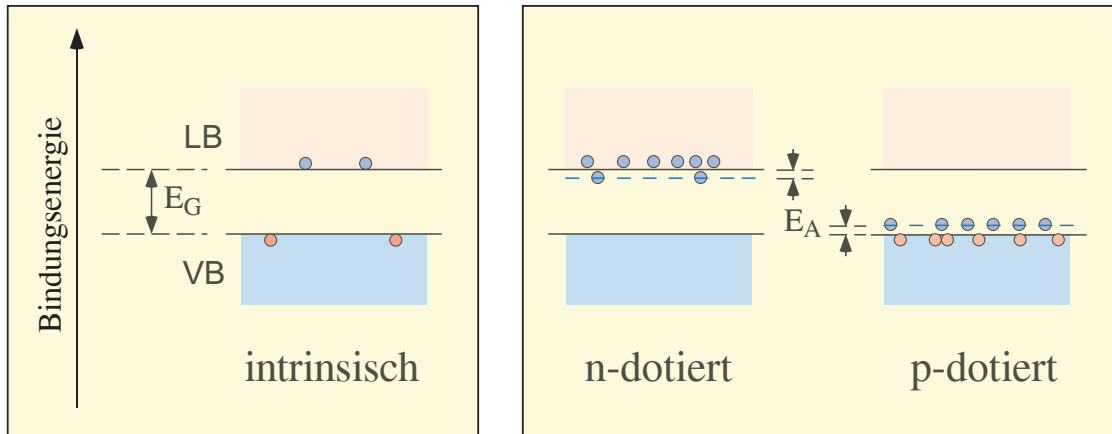


Ansteuerung einer LED-Siebensegment-Anzeige



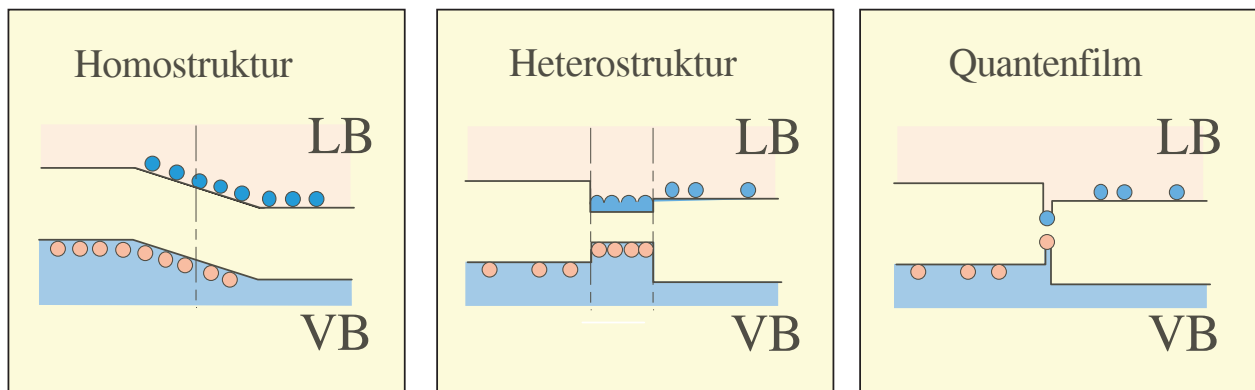
Zeitmultiplex-Ansteuerung einer vierstelligen LED-Anzeige

Halbleiter: Bandstruktur und Ladungsträger



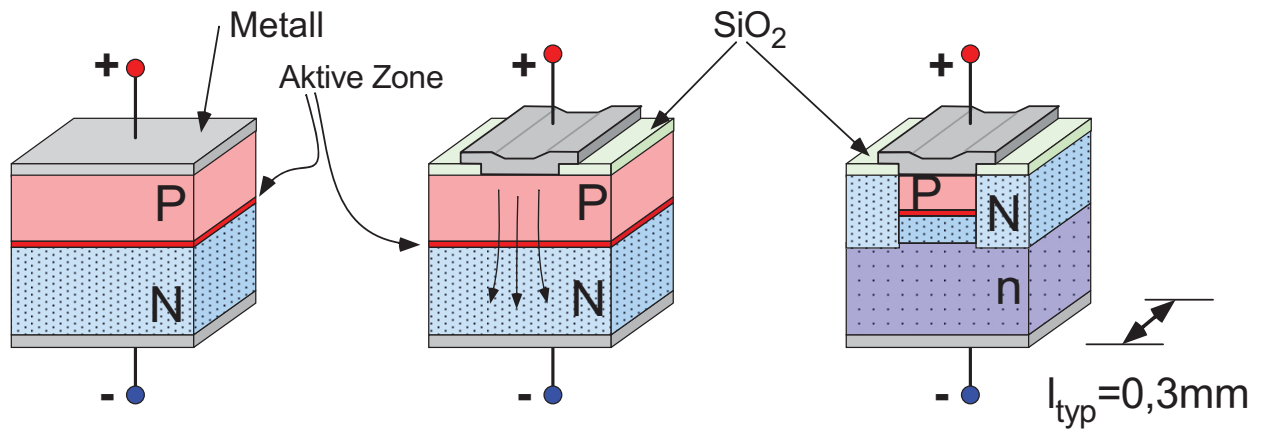
Aus: *Optik, Licht und Laser*, D. Meschede, Kap.9 © 1999 B.G. Teubner Stuttgart•Leipzig

Laserdioden: Bandstruktur-Varianten



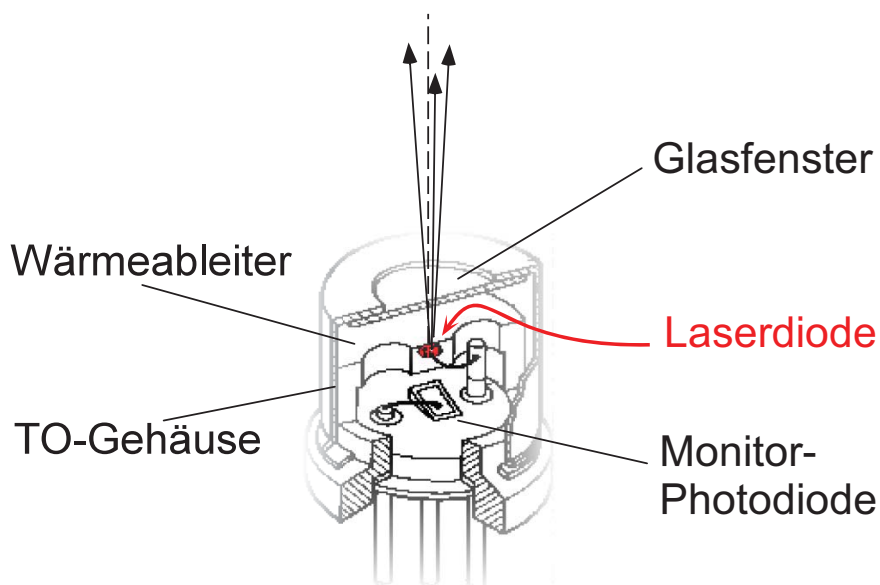
Aus: *Optik, Licht und Laser*, D. Meschede, Kap.9 © 1999 B.G. Teubner Stuttgart•Leipzig

Halbleiter-Laser: Typische Schichtensysteme



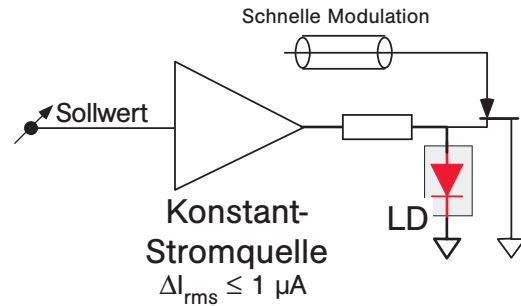
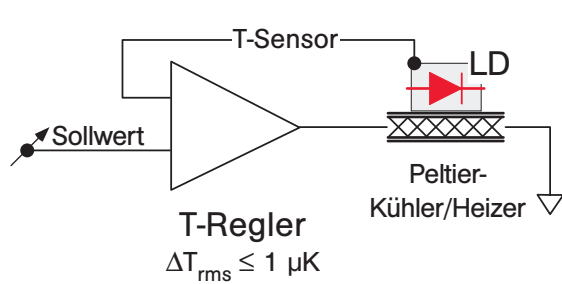
Aus: *Optik, Licht und Laser*, D. Meschede, 2. Aufl., Kap.9 © 2005 B.G. Teubner / GWV Fachverlage Wiesbaden

Halbleiter-Laser: TO5-Gehäuse mit Laserdiode



Aus: *Optik, Licht und Laser*, D. Meschede, 2. Aufl., Kap.9 © 2005 B.G. Teubner / GWV Fachverlage Wiesbaden

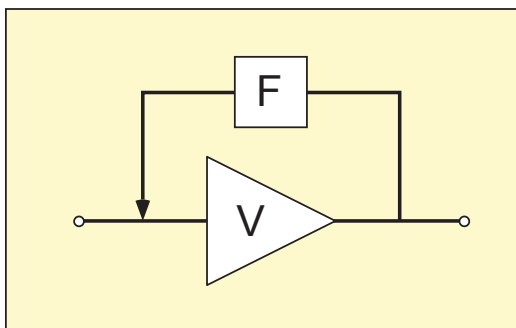
Halbleiter-Laser: Typische Regelkomponenten für den Betrieb



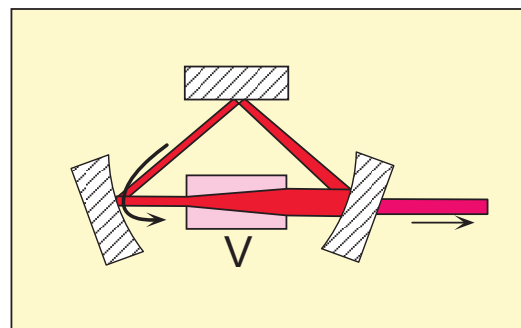
Aus: *Optik, Licht und Laser*, D. Meschede, 2. Aufl., Kap.9 © 2005 B.G. Teubner / GWV Fachverlage Wiesbaden



Laser: Verstärker mit Rückkopplung erregen Oszillationen



elektronischer Oszillator



Laser-Oszillator

Aus: *Optik, Licht und Laser*, D. Meschede, 2. Aufl., Kap.7 © 2005 B.G. Teubner / GWV Fachverlage Wiesbaden



Licht und Elektronik

1. November 2015, 18:56 Uhr

Fortschritte bei Osram

Mit Glühbirnen wurde sie groß, entsprechend schwer tun sich manche bei Osram: Die Lichtfirma einigt sich mit den Arbeitnehmern über die Ausgliederung des Kernbereichs Leuchtmittel.

Insgesamt beschäftigt Osram etwa 32 000 Mitarbeiter, ungefähr ein Drittel davon wird bald einen anderen Arbeitgeber haben.

Die neue Firma, die auf einen Umsatz von rund zwei Milliarden Euro kommen wird ... vorhandenen Markennamen. Die Hauptverwaltung wird in Garching angesiedelt, dort unterhält der Bereich bereits ein Forschungszentrum.



aus: **Süddeutsche Zeitung**

Nr. 295, Dienstag, 22. Dezember 2015

MÜNCHEN

R5

Bahn investiert in LED

Am Hauptbahnhof geht eine neue, stromsparende Beleuchtungsanlage für 3,5 Millionen Euro in Betrieb – es ist die größte ihrer Art in Deutschland

VON THOMAS ANLAUF

Es ist ein Knopfdruck mit Symbolkraft. Als Bahnmanager Heiko Hamann am Montagnachmittag auf den großen roten Buzzer drückt, flammt das Licht regelrecht auf. Mitarbeiter haben im Hintergrund ein neues Lichtsystem hochgefahren und das alte parallel dazu ausgeschaltet. Die Demonstration zeigt nicht nur, wie mit moderner LED-Lichttechnik auch riesige Gebäude wie die Gleishalle besser ausgestrahlt werden können. Die Bahn signalisiert damit auch, dass sie zusätzlich zu dem geplanten Bahnhofneubau in die auch künftig bestehende Gleishalle investiert. 3,5 Millionen Euro hat die neue Beleuchtungsanlage gekostet, die am Montag in Betrieb genommen wurde. Finanziert wurde die Anlage aus Bundesmitteln sowie aus Mitteln der Bahn.

„Das Licht schafft natürlich auch mehr Aufenthaltsqualität“, sagt Bahnmanager Hamann. Tatsächlich leuchtet die Bahnhofshalle deutlich heller und freundlicher, die Bahnsteige sind nun gleichmäßig angestrahlt und haben keine düsteren Stellen mehr. Die entstanden, weil die alten Lampen in großer Höhe montiert sind und die

Bahnsteige gar nicht richtig ausleuchten könnten. Das gleichmäßige Licht sei besonders für Sehbehinderte wichtig, so Hamann. Allerdings sind noch nicht alle Bahnsteige mit der neuen Lichttechnik ausgestattet. Der Starnberger Flügelbahnhof wird beim Bau des neuen Hauptbahnhofs ohnehin abgerissen, der Holzkirchner Bahnhof wird barrierefrei umgebaut, erst dann soll er die neuen Strahler erhalten.

Die Lampen können nachts auf die halbe Helligkeit heruntergefahren werden

Insgesamt 1600 neue Leuchten, davon mehr als 1000 in der Gleishalle und fast 600 im Bereich der Bahnsteigdächer wurden installiert. Die alte Beleuchtung stammte teilweise noch aus den frühen Sechzigerjahren, als der Hauptbahnhof in seiner jetzigen Form gebaut wurde. Auch wenn die Beleuchtungskörper später immer wieder ausgetauscht wurden, waren bis zuletzt fast ausschließlich konventionelle Leuchtstoffröhren oder Metalldampflampen im Einsatz. Die neuen Leuchten sind größtenteils in fünf Metern Höhe an

Masten angebracht, die 2011 für eine neue Alarmanlage aufgestellt worden waren. Sie sind dimmbar und können so nachts, wenn sich nur wenige Fahrgäste in der Halle aufhalten, auf die halbe Helligkeit und somit auf den halben Stromverbrauch heruntergefahren werden.

Eine solche Lichtanlage ausschließlich mit LED-Leuchten geht in dieser Größenordnung an deutschen Bahnhöfen erstmals in Betrieb, sagt Bahnsprecher Bernd Honerkamp. Es handele sich bundesweit auch um die erste Anlage, die bei einem Stromausfall ihre Energie über einen Trafostrom aus der Oberleitung beziehen könne, so der Sprecher. Die Beleuchtungsanlage ist nicht die einzige Neuerung in der Gleishalle. In den vergangenen Monaten hat die Bahn damit begonnen, das 200 Meter lange und 140 Meter breite Glasdach zu sanieren. Zunächst wurde die Dachkonstruktion, die aus dem Jahr 1961 stammt, mit Zugseilen verstärkt. Dafür hat die Bahn 2,3 Millionen Euro veranschlagt. In einem zweiten Schritt sollen unter anderem die 6000 Drahtglasscheiben ausgetauscht werden, sie sollen künftig aus Verbundglas bestehen. Die Sanierung wird voraussichtlich bis 2020 dauern und soll 2017 beginnen.

Hauptbahnhof München



Die alten Lampen waren weit oben montiert, sie konnten den Bahnsteig nicht richtig ausleuchten.

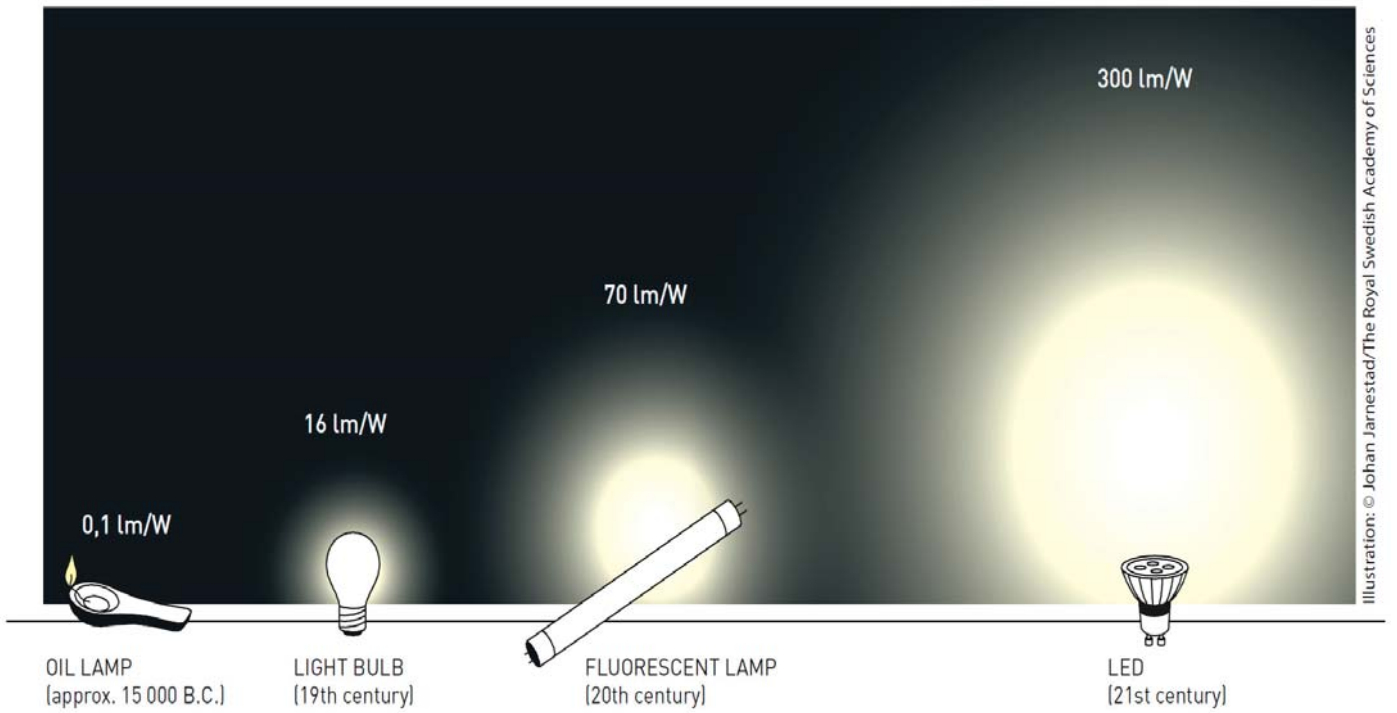
Hauptbahnhof München



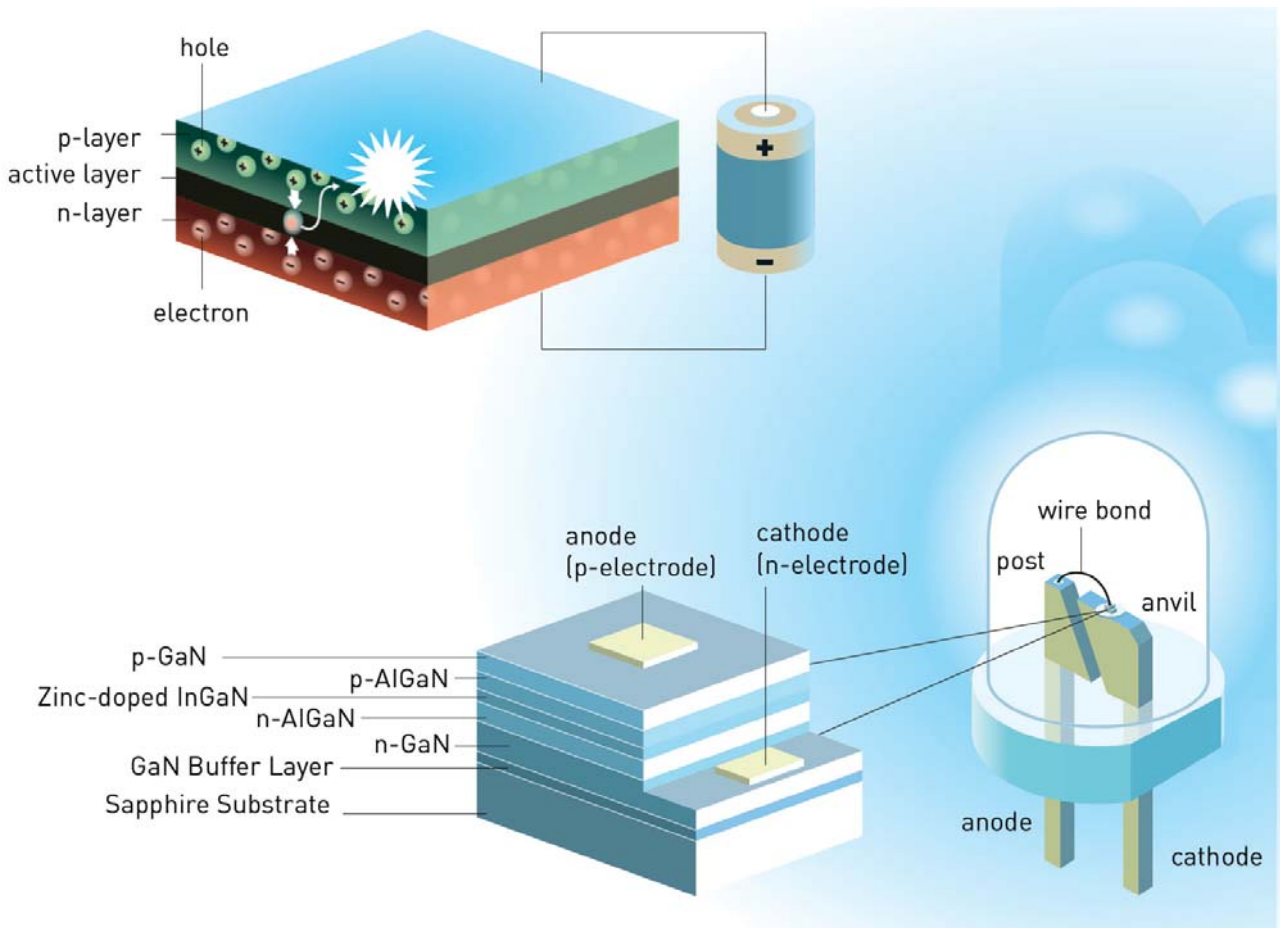
Das neue Licht ist gleichmäßiger, was vor allem Sehbehinderten hilft.

FOTOS: STEPHAN RUMPF

Effizienz von Leuchtmitteln



Aufbau moderner LEDs für ~ 400 nm (blau/NUV)

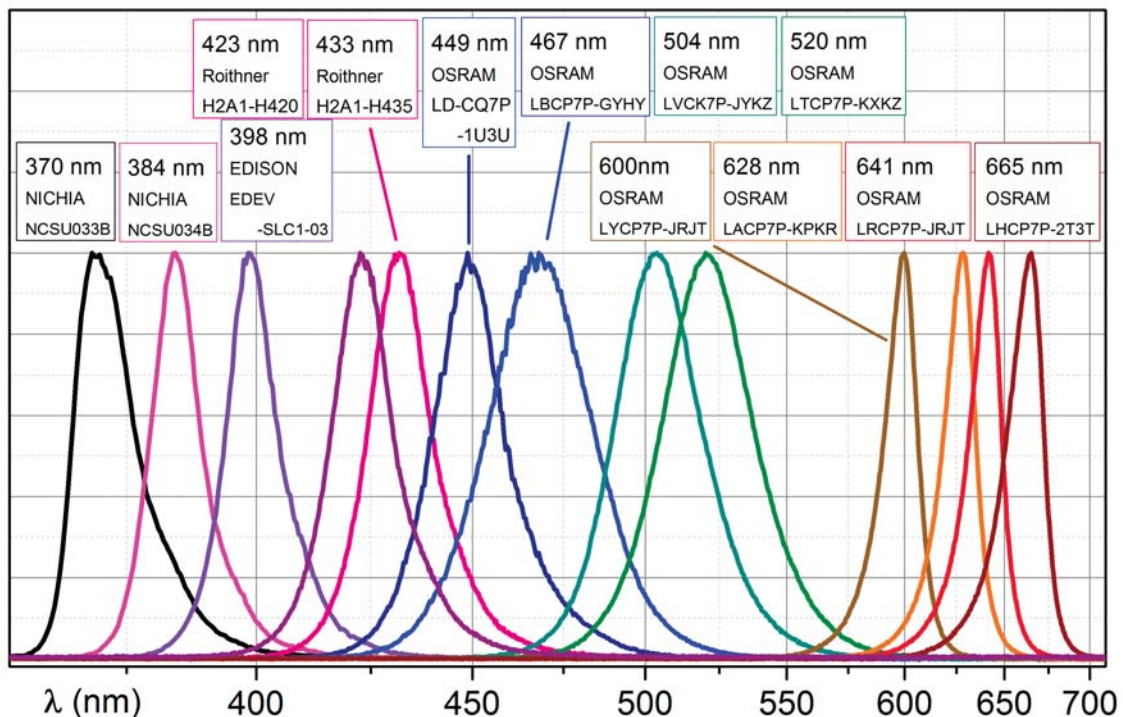


Materialsysteme der LEDs verschiedene Farben

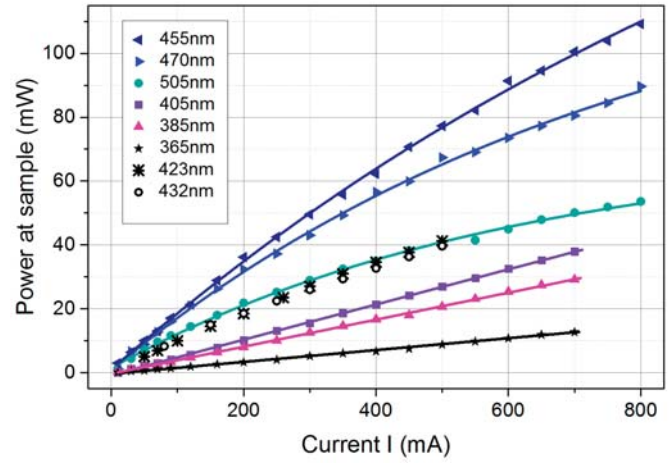
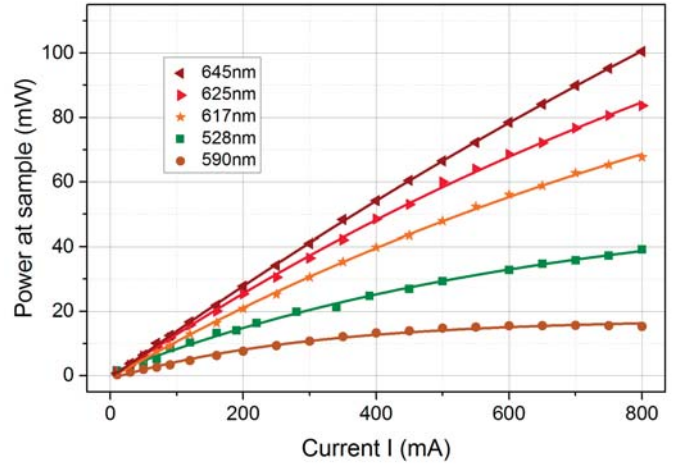
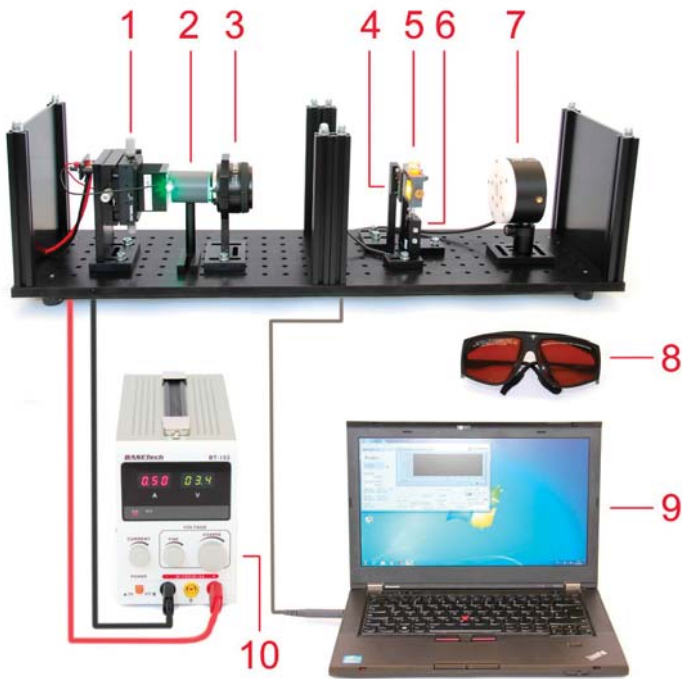
Farbe	Wellenlänge λ (nm)	Werkstoff
Infrarot	$\lambda > 760$	GaAs, AlGaAs
Rot	$610 < \lambda < 760$	AlGaAs, GaAsP, AlGaInP, GaP
Orange	$590 < \lambda < 610$	GaAsP, AlGaInP, GaP
Gelb	$570 < \lambda < 590$	GaAsP, AlGaInP, GaP
Grün	$500 < \lambda < 570$	InGaN / GaN, GaP, AlGaInP, AlGaP, ZnO (in Entwicklung)
Blau	$450 < \lambda < 500$	ZnSe, InGaN, SiC, Si als Träger (in Entwicklung) ZnO (in Entwicklung)
Violett	$365 < \lambda < 450$	InGaN
Ultraviolett	$230 < \lambda < 400$	Diamant (C), AlN, AlGaIn, AlGaInN

Spektren von Hochleistungs LEDs (~ 1 W Licht)

LED covered spectrum



Quantum Yield Determination Setup



OSLON SSL 80

Datasheet

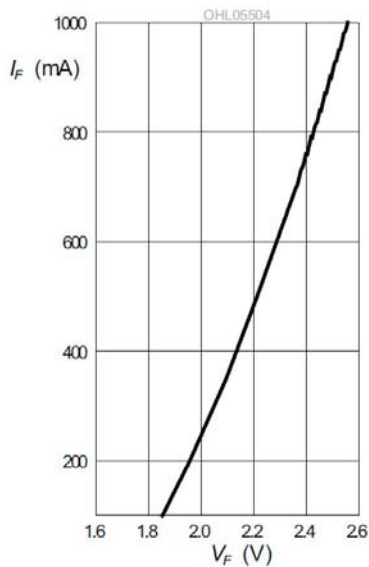
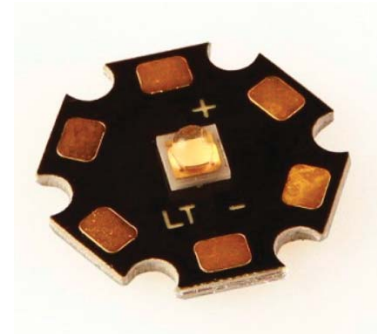
Version 1.0



LH CP7P

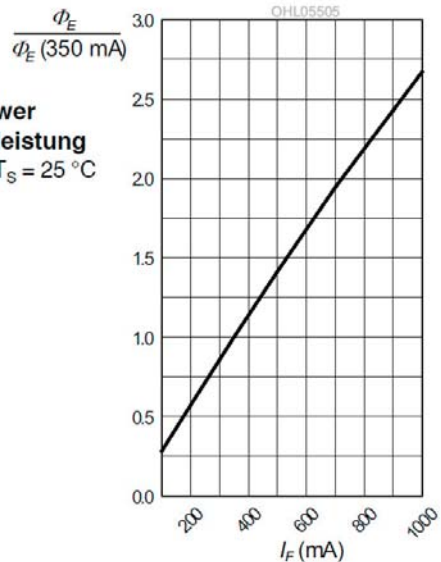


Star Platine

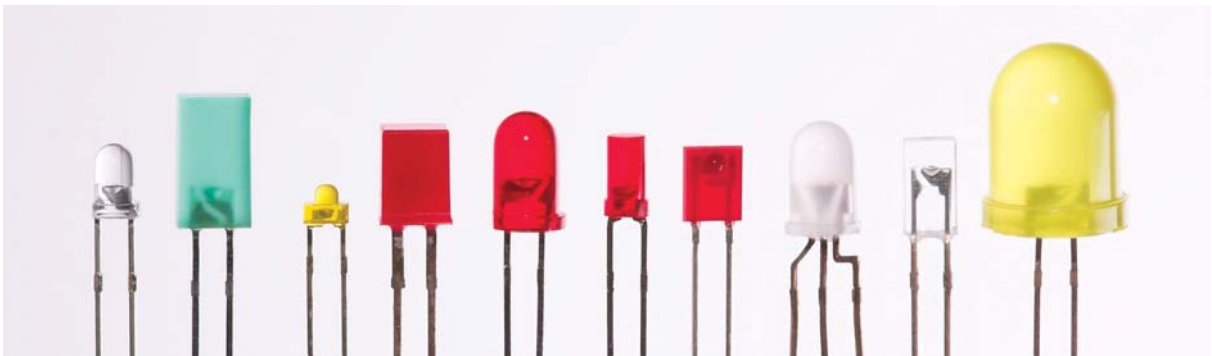
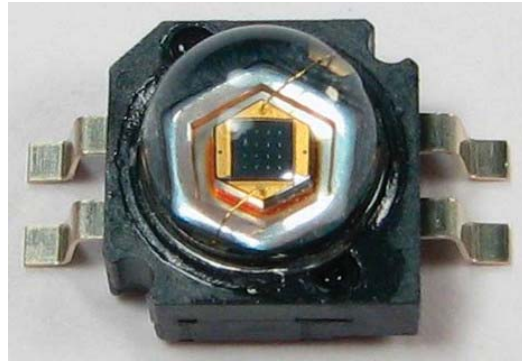


Relative Radiant Power
Relative Strahlungsleistung
 $\Phi_E / \Phi_E(350 \text{ mA}) = f(I_F); T_S = 25^\circ \text{C}$

Forward Current
Durchlassstrom
 $I_F = f(V_F); T_S = 25^\circ \text{C}$



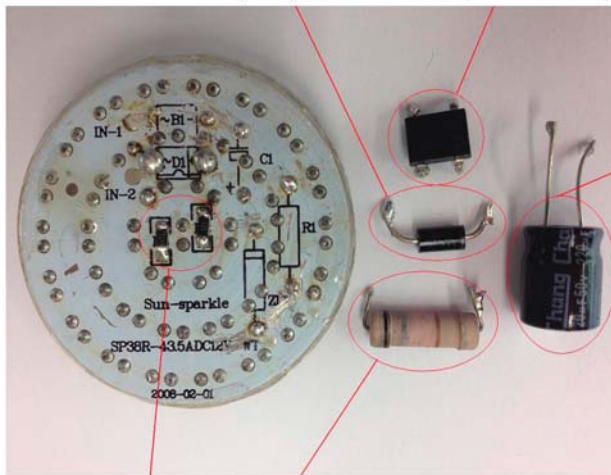
Bauformen von LEDs



LED-Lampen für 12 V ~

Zener-Diode (11V)

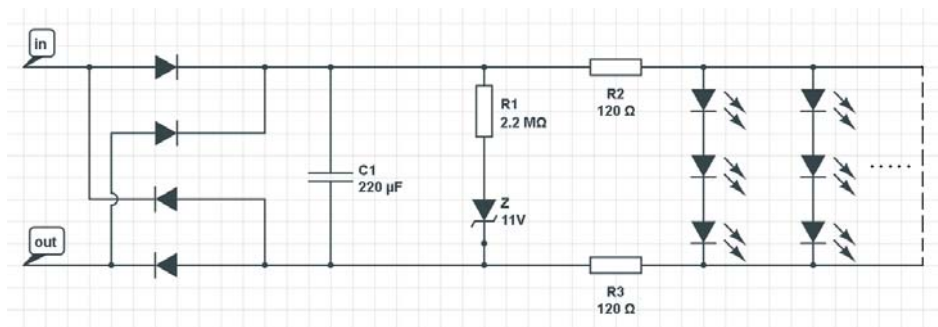
Brückengleichrichter(DB104)



Konden-
sator
(220uF)



Widerstände (120 Ω) Widerstand (2.2 MΩ)



Schaltplan der Power-LED 38, rot

LED-Lampen für 230 V ~



8W LED Birne E27 SEGULA A60
Filament klar 1050lm 2700K EEK:A++



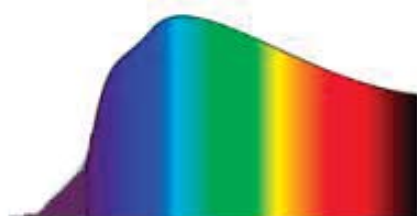
60 fach LED Strahler weiß E27
230V 3W Spot 250lm EEK:A



15W LED Birne G90 AGL E27
warmweiß 1320lm 3000K 270° EEK:A+

weißes Licht

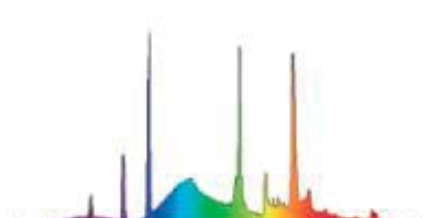
Lumen	100 Lm	500 Lm	1000 Lm	1500 Lm	2000 Lm	2500 Lm	3000 Lm	3500 Lm	4000 Lm	4500 Lm
Glühbirne	15 W	40 W	60 W	75 W	100 W	150 W	200 W			
Energiesparlampe	3 W	5 W	7 W	11 W	15 W	20 W	23 W			
Halogenlampe	10 W	20 W	35 W	50 W		75 W	100 W			
LED-Birne	3W	5W	8W	10 W		20 W	30 W			50 W



Tageslicht



Glühlampe



Leuchtstofflampe



weiße LED