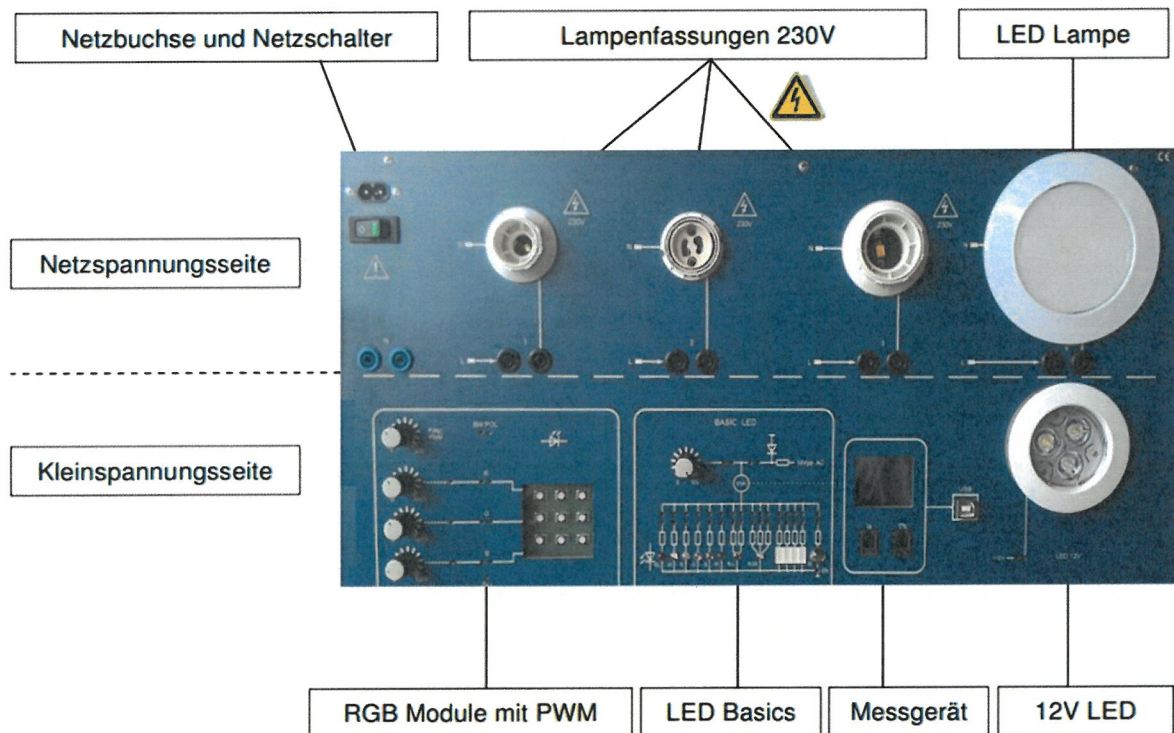


Messübungen

hps: LED - Technik



Zusammenstellung d. Lösungen

von

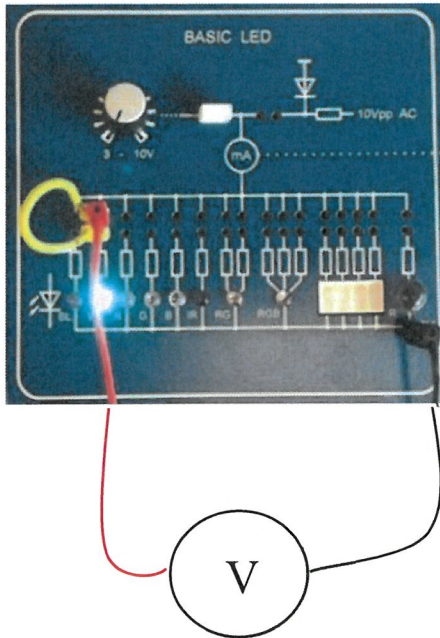
Harald Gorbach

MÜ2.0

Durchlassspannung von Leuchtdioden

1. Messaufbau

Baue folgende Schaltung auf:



Mit dem Multimeter kann die Spannung U_B gemessen und dann auf dem Rechenweg die Durchlassspannung U_F bestimmt werden.

Trage die Werte in die Tabelle ein.

Die Messung erfolgt mit einem Strom $I_F = 10 \text{ mA}$, die mit Hilfe des Potentiometers (3 – 10V) fortlaufend eingestellt wird.

Bei allen Dioden ist ein Widerstand von $R = 430 \Omega$ eingebaut, daraus ergibt sich bei einem Strom von

$I_F = 10 \text{ mA}$ eine Spannung am Widerstand von

$U_R = I_F \cdot R$. Die Spannung am Widerstand beträgt demnach $U_R = 10 \text{ mA} \cdot 430 \Omega = 4,3 \text{ V}$,

U_R wird von der eingestellten Batteriespannung U_B abgezogen, um die Durchlassspannung an der Leuchtdiode U_F zu erhalten.

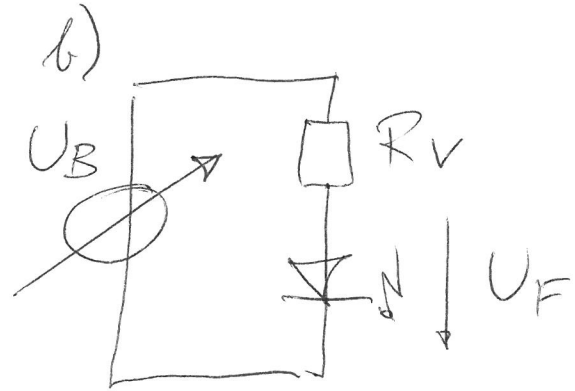
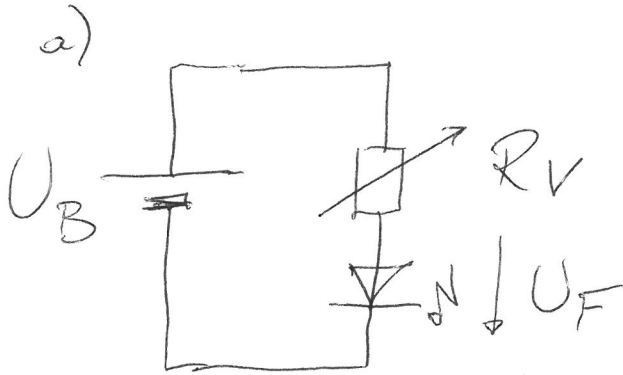
Diode	I_F in mA	U_B in V	U_R in V	U_F in V
Weiß	10 mA	7,1	-4,3 V	2,8
Rot	10 mA	5,9	-4,3 V	1,6
Grün	10 mA	6,1	-4,3 V	1,8
Blau	10 mA	7,2	-4,3 V	2,9
IR	10 mA	5,3	-4,3 V	1
R (RGB)	10 mA	6,1	-4,3 V	1,8
G (RGB)	10 mA	7,2	-4,3 V	2,9
B (RGB)	10 mA	7,0	-4,3 V	2,7

Frage 1: Woher beruhen die unterschiedlichen Spannungswerte?

U_F unterscheidet sich je nach
Farbe (Bauart der LED)

Frage 2: Welche Auswirkung haben die unterschiedlichen Spannungswerte beim Planen einer Schaltung mit Leuchtdioden?

- a) Bei gleicher $U_B \rightarrow$ verschiedene R_V
b) bei gleichem $R_V \rightarrow$ verschiedene U_B



MÜ2.1

Grundsaltung der Leuchtdiode

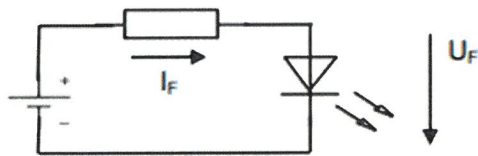
Schaltzeichen:



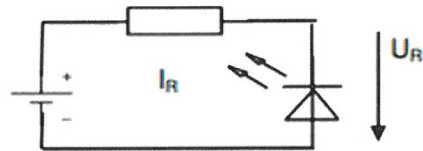
Eine Leuchtdiode wird wie eine normale Diode in Durchlassrichtung betrieben, in Durchlassrichtung sendet sie Licht aus. (LED = engl. Light Emitted Diode)

Um die Diode nicht zu zerstören wird ein Widerstand zur Strombegrenzung vorgeschaltet, statt dem Widerstand könnte auch eine Konstantstromquelle benutzt werden.

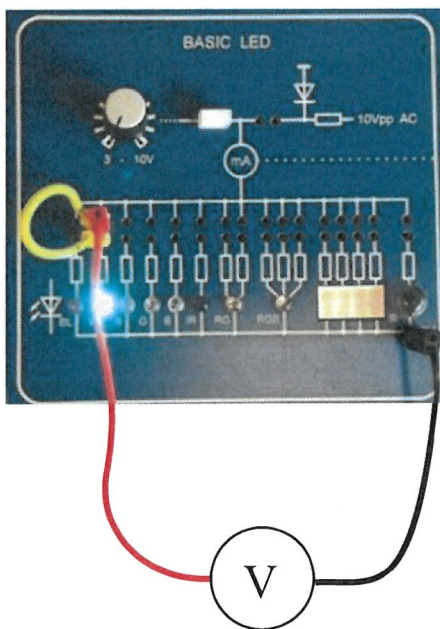
Durchlassrichtung, LED leuchtet



Sperrrichtung, LED leuchtet nicht

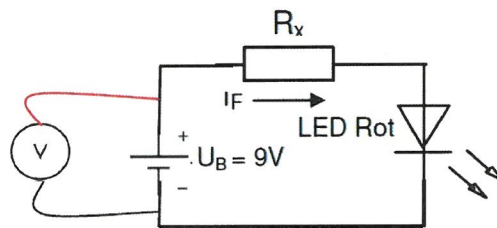


1. Messaufbau



Stelle mit dem Potentiometer eine Spannung U_B von 9V ein und lies den Strom I_F auf dem Anzeigeelement ab.

Trage nun den Wert in die Tabelle ein!



Diode	U_B in V	I_F in mA	U_F in V Wert von vorher übernehmen
Rot	9 V	16,6	1,8
Blau	9 V	13,6	3,1

1. Berechne anhand der Wertetabelle die Größe des Vorwiderstandes!

$$R_{\text{rot}} = \frac{U}{I} = \frac{U_B - U_F}{I_F} = \frac{9V - 1,8V}{0,0166A} = 433,7 \Omega$$

$$R_{\text{blau}} = \frac{U}{I} = \frac{U_B - U_F}{I_F} = \frac{9V - 3,1V}{0,0136A} = 433,8 \Omega$$

Wir erhalten bei beiden LED's denselben Vorwiderstand. In der Praxis wird in der Regel der berechnete Wert als Vorwiderstand eingesetzt. Beim LED Board wurden aber von dem Entwickler bei allen LED's dieselben Vorwiderstände eingebaut.

2. Berechne nun anhand folgender Formel den optimalen Vorwiderstand bei einem Strom von $I_F = 20\text{mA}$ und einer Spannung von $U_B = 9\text{V}$.

Die Werte von U_F -Rot und U_F -Blau kannst du wieder aus Versuch 1 nehmen:

$$R_{\text{Rot}} = \dots 360 \Omega$$

$$R_{\text{Blau}} = \dots 295 \Omega$$

3. Kennlinienaufnahme U_F / I_F von Leuchtdioden:

Verwende den vorherigen Versuchsaufbau.

Berechne jeweils U_F mit $U_F = U_B - (I_F * 430\Omega)$

Nimm die Kennlinie der roten und blauen LED auf, und trage die Werte in die jeweilige Tabelle ein!

LED rot

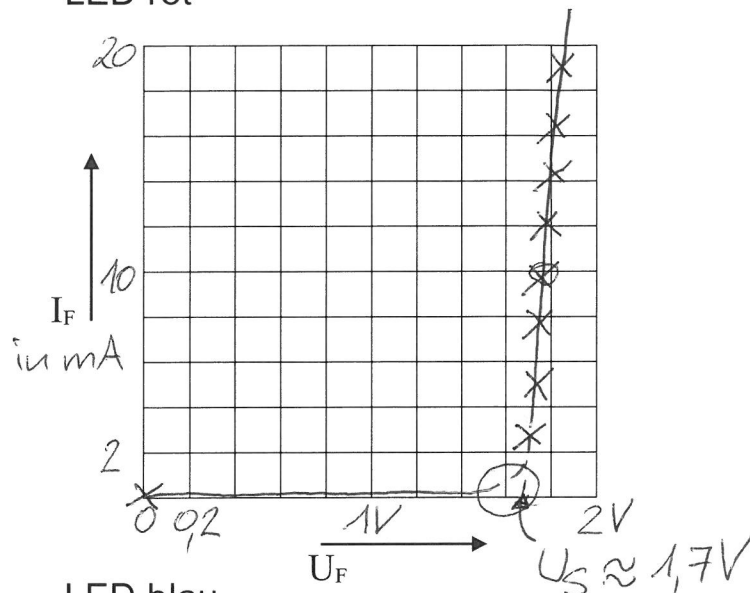
U_B	U_F	I_F
in V		in mA
0	0	0
3	1,7	2,7
4	1,73	5,1
5	1,75	7,5
6	1,77	9,7
7	1,79	12,1
8	1,81	14,3
9	1,83	16,7
10	1,85	19

LED blau

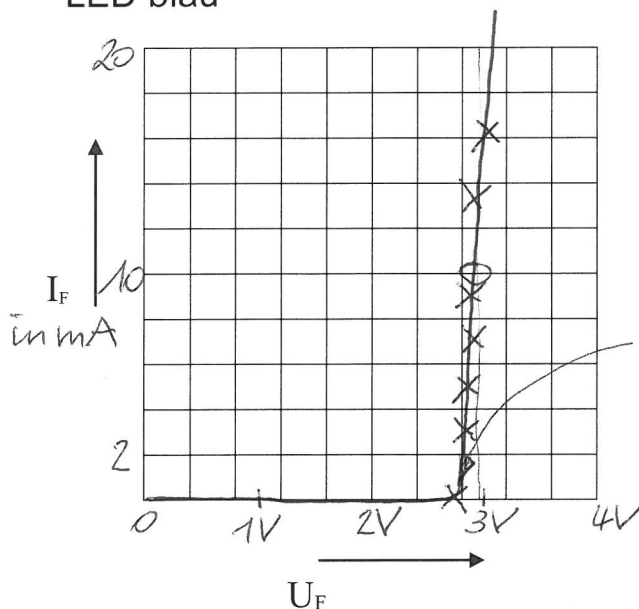
U_B	U_F	I_F
in V		in mA
0	0	0
3(2,7)	2,7	0
4	2,83	2,5
5	2,92	4,7
6	2,98	6,9
7	3,04	9,2
8	3,08	11,4
9	3,12	13,6
10	3,16	15,9

4. Übertrage die Werte U_F und I_F der Tabelle in das jeweilige Kennliniendiagramm! Wählen selbst einen geeigneten Maßstab.

LED rot



LED blau



Schleusenspannung
ab hier beginnt
die Diode zu
schalten

5. Berechnen Sie jeweils die Leistung der beiden Dioden bei $I_F = 10\text{mA}$.

Die Werte für U_F sind aus dem Diagramm zu ermitteln

$$U_{F\text{-Rot}} = 1,75 \text{ V}$$

$$I_F = 10,0 \text{ mA}$$

$$P_{\text{Rot}} = 17 \text{ mW}$$

$$U_{F\text{-Blau}} = 2,9 \text{ V}$$

$$I_F = 10,0 \text{ mA}$$

$$P_{\text{Blau}} = 30 \text{ mW}$$

6. Kennlinienaufnahme I_F / E in LUX von LED's:

Verwende den Aufbau „Grundsaltungen der LED“. Ermittle die Kennlinie der normalen roten LED und bei der grünen RGB-LED und trage die Werte in die jeweilige Tabelle ein.

LED Rot

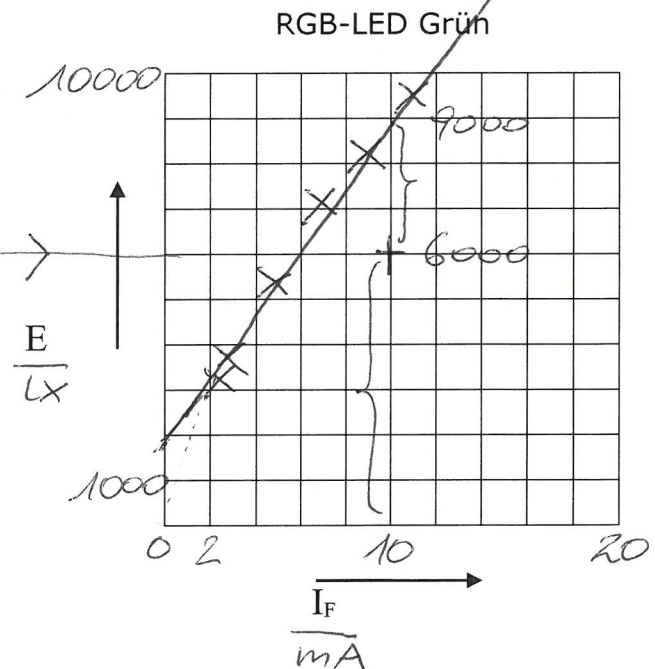
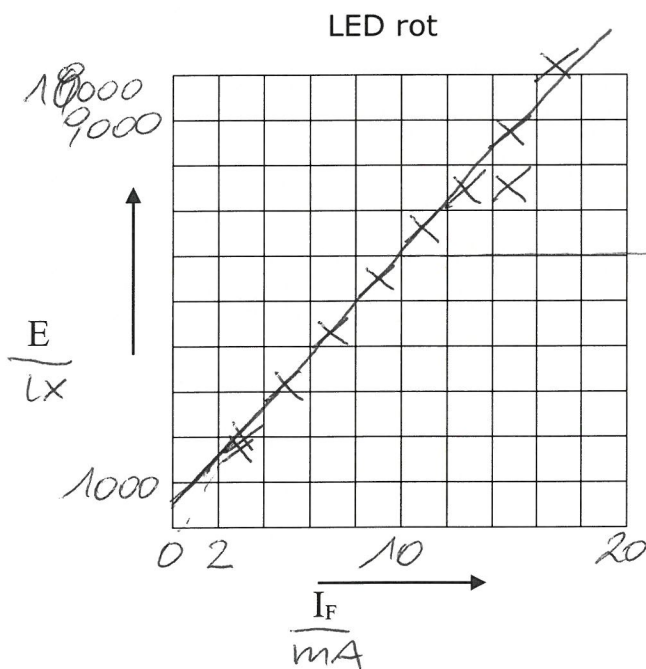
I_F in mA	E in lx
2,5	1770
3	1950
5	3110
7	4400
9	5500
11	6680
13	7600
15	8800
17	10200

RGB-LED Grün

I_F in mA	E in lx
2,5	3180
3	3780
5	5480
7	7000
9	8150
11	9540
13	11060
15	12072
17	13080

⚠
Abstands-
gesetz

Übertrage die Werte I_F und E der Tabelle in die jeweilige Kennlinie:



Vergleiche und beurteile die Kennlinien!

$E \sim I_F$ (lineare Kennlinie)

„grün“ hat $(\frac{9}{6} = 1,5)$ 50% mehr
Beleuchtungsstärke als „rot“

MÜ2.2

Betrieb der Leuchtdiode

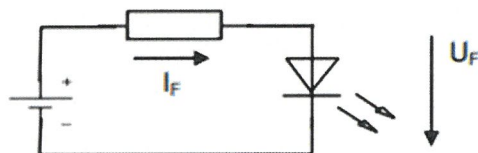
1. LED's in Sperrrichtung

Leuchtdioden können nur in Durchlassrichtung Licht aussenden. Betreibt man eine LED in Sperrrichtung, kann diese komplett zerstört werden!

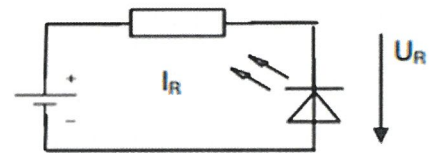
Zu beachten ist, dass die durchschnittliche Sperrspannung bei vielen Leuchtdioden nur 5V beträgt. Die Sperrspannung ist jene elektrische Spannung, welche über einem in Sperrrichtung gepolten p/n - Übergang anliegt. Durch den Halbleiterübergang fließt dann der, in der Regel, sehr geringe Sperrstrom.

Ab einer bestimmten Spannung (Durchbruchspannung) kommt es zum Durchbruch, also ein steiler Anstieg des Stromes und die Leuchtdiode wird dann in der Regel thermisch zerstört.

Durchlassrichtung, LED leuchtet



Sperrrichtung, LED leuchtet nicht

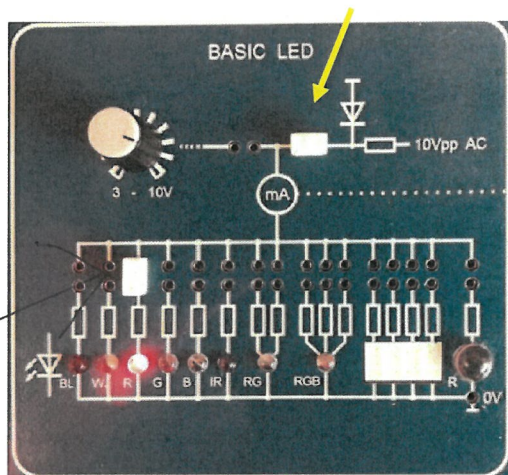


2. LED mit Wechselspannung

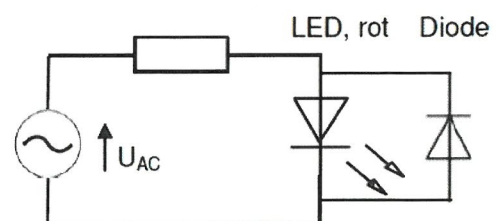
Leuchtdioden können auch mit Wechselspannung direkt betrieben werden. Es ist dabei zu beachten, dass ein Vorwiderstand und eine antiparallele Diode eingesetzt werden.

Hat man eine hohe Spannung z.B.: 230V setzt man in der Praxis als Widerstand auch oft ein Kondensator ein.

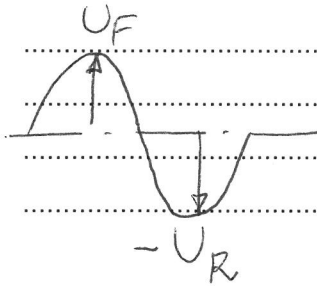
Messschaltung



Stecke die **Brücke** auf die **AC - Versorgung**. Der Antiparallel-Widerstand ist bereits an die Versorgung angeschlossen.



1. Warum benötigt man eine Antiparallel Diode zur Leuchtdiode, wenn sie mit Wechselspannung betrieben wird?



U_R könnte die Diode zerstören; LED's haben keine Schaltereigenschaften!

2. Miss die Beleuchtungsstärke mit dem eingebauten Luxmeter bei

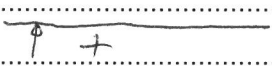
$U_B = 10V_{pp}$ AC und bei **10V DC** (Stecker auf DC, Potentiometer Rechtsanschlag).

Beleuchtungsstärke $E_{AC} = \dots 5000 \dots$ Lux

Beleuchtungsstärke $E_{DC} = \dots 12600 \dots$ Lux

3. Begründe die hohe Differenz in der Beleuchtungsstärke E !

4. AC $\rightarrow$  nur eine Halbwelle erzeugt Licht

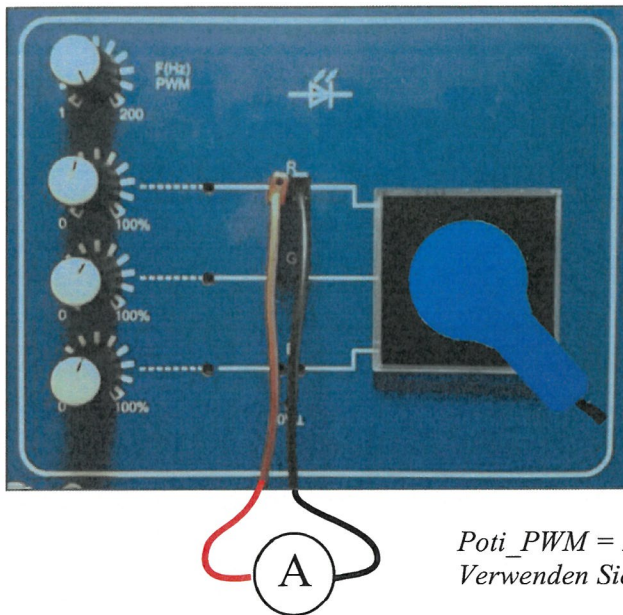
DC $\rightarrow$  der ganze Strom, die ganze Zeit erzeugt Licht,

MÜ2.3

Die Tri-Color Leuchtdiode

1. Kennlinie Strom / Beleuchtungsstärke E

Messschaltung



a) Miss die Beleuchtungsstärke E für den jeweiligen Strom und der jeweiligen Diode.

b) Trage diesen in die Tabelle ein.

c) Übertrage die Werte I_F und E aus der Tabelle in das Kennliniendiagramm!

d) Beginne bei Rot, Grün und zuletzt bei Blau.

e) Wähle selbst einen geeigneten Maßstab.

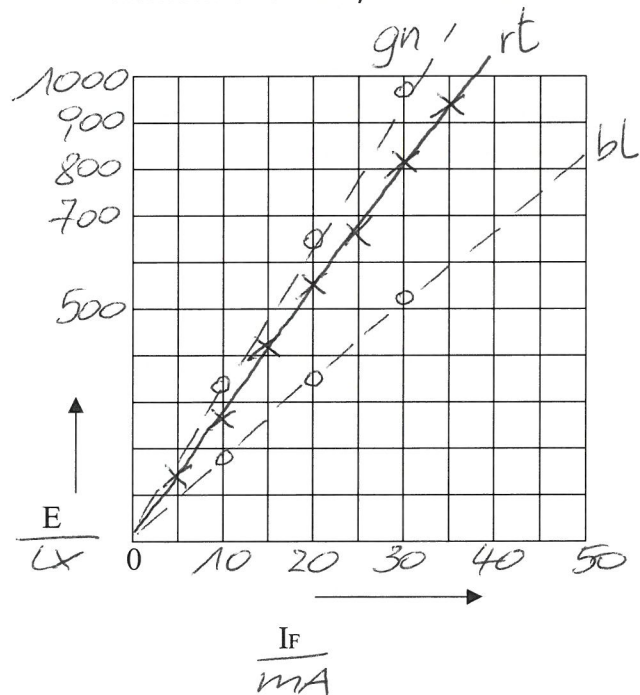
Poti_PWM = Rechtsanschlag (200Hz)

Verwenden Sie die Materialprobe 1-schwarz. mit Loch

Tri-Colour Rot, Grün und Blau

I_F mA	E in lux		
	Rot	Grün	Blau
0	0	0	0
5	142	158	87
10	273	321	178
15	414	446	262
20	550	645	347
25	670	794	434
30	812	981	521
35	940	1117	601

Kennlinie für Rot, Grün und Blau

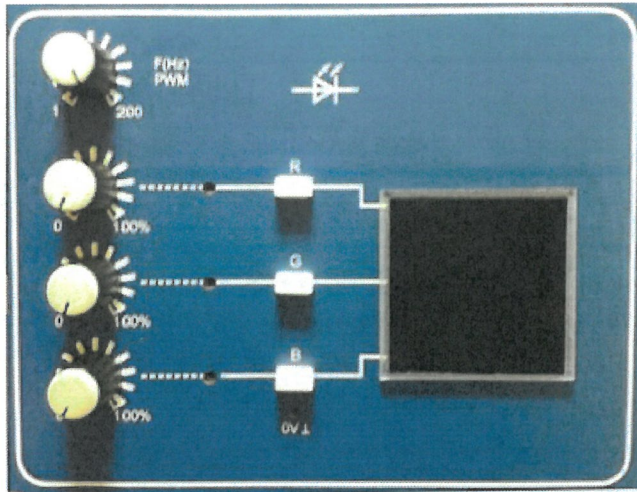


1. Beurteile die Ergebnisse!

gn ist am Hellsten
rt ist Mittel und blau am wenigsten hell

2. Additive Farbmischung

Baue folgende Schaltung auf, stelle das Poti auf Rechtsanschlag (200 Hz) und verwende die Materialprobe 2 (schwarz mit Transparenz).



Stelle die Werte für Rot, Grün und Blau ein:

0 = Linksanschlag, 255 = Rechtsanschlag, des jeweiligen Potentiometer

R,G,B 255,0,0, welche Farbe siehst du? rot

R,G,B 0,255,0, welche Farbe siehst du? gelb

R,G,B 0,0,255, welche Farbe siehst du? blau

R,G,B 255,255,0, welche Farbe siehst du? orange

R,G,B 0,255,255, welche Farbe siehst du? lila

R,G,B 255,0,255, welche Farbe siehst du? "

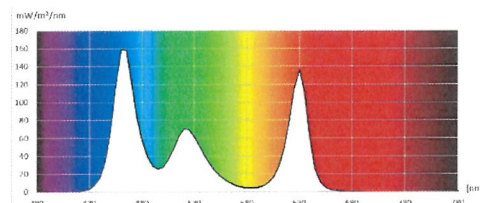
R,G,B 255,255,255, welche Farbe siehst du? blau-weiß

Welche Einstellung hat Weiß? 90, 100, 60%

Welche Begründung gibt es? (Tipp: Spektralverteilung der LED)

R und B hat
starke Anteile im
Spektrum und

müssen daher entsprechend reduziert
werden. So entsteht weiß.



Farbwiedergabe einer Dreiband-Beleuchtung

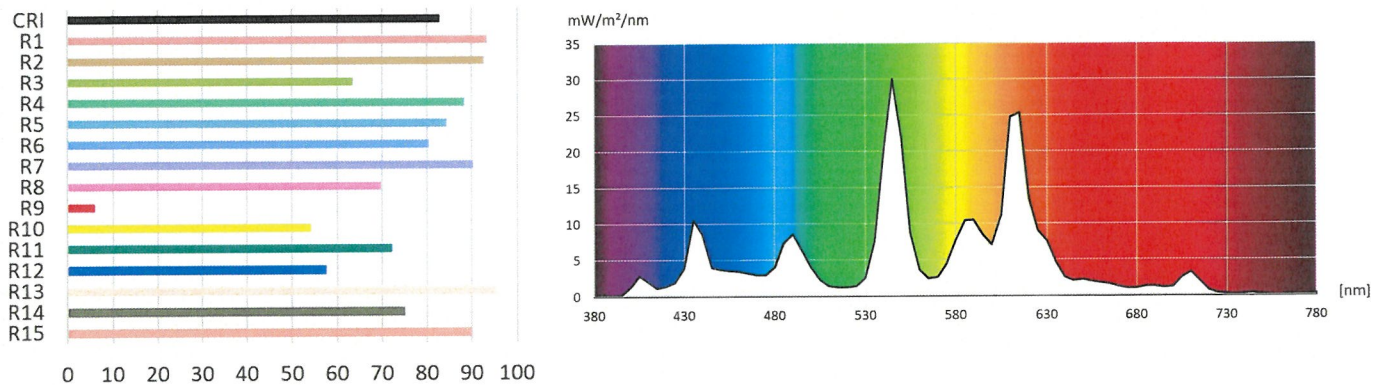
LEDs können bis zu einem gewissen Grad auf ein bestimmtes Spektrum eingestellt werden. Mit mehreren verschiedenfarbigen LEDs lässt sich eine Lichtquelle herstellen, die ein völlig anderes Spektrum hat als Tageslicht aufweist aber trotzdem einen Farbwiedergabeindex von fast 100 erreicht. Die Anzahl der Referenzfarben, die in den Farbwiedergabeindex einfließen, wurde auf 14 und später auf 15 erweitert. Je mehr Farben bei der Berechnung des Index einfließen, umso genauer beschreibt er die Qualität des Lichts. Da ein Durchschnitt aus den verschiedenen Ri-Werten ermittelt wird, kann auch eine hochwertige Lichtquelle schwächen bei der Wiedergabe einzelner Farben haben. Obwohl die Lichtquelle einen CRI von 92,4 hat, gibt sie klares Rot schwächer wieder ($R_9 = 60$). Sie finden auf dem LED Billigmarkt auch Leuchtmittel die einen negativen R_9 Wert haben.

Hinweis: In der EU sind für den Innenbereich nur Lichtquellen zugelassen, die einen Farbwiedergabeindex (CRI) von mehr als 80 haben. Für industrielle Anwendungen und den Außenbereich genügt ein R_a von 65. Nicht jeder Anbieter hält sich an diese Vorschriften.

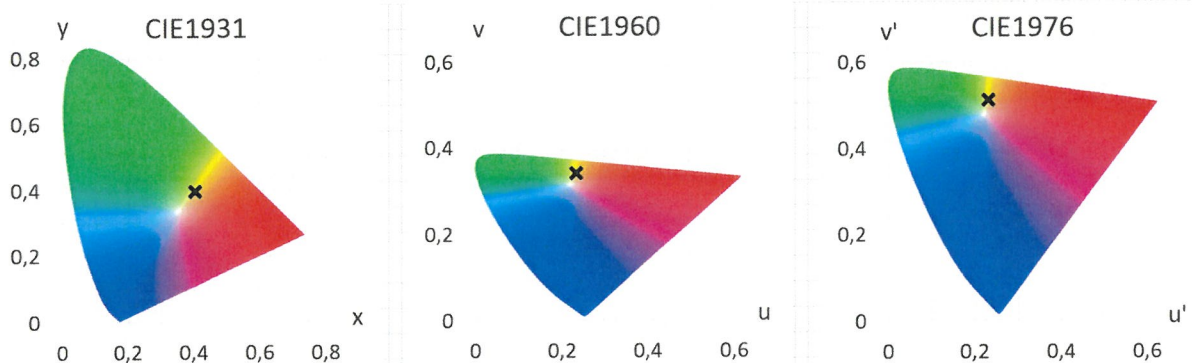
Die 14 Testfarben nach DIN 6169

# 1 Altrosa	# 8 Flieđerviolett
# 2 Senfgelb	# 9 Rot gesättigt
# 3 Gelbgrün	# 10 Gelb gesättigt
# 4 Hellgrün	# 11 Grün gesättigt
# 5 Türkisblau	# 12 Blau gesättigt
# 6 Himmelblau	# 13 Rosa (Hautfarbe)
# 7 Asterviolett	# 14 Blattgrün

Messwerte aus Labor 1-106 (Beleuchtung mit "Dreibanden"-LSL)



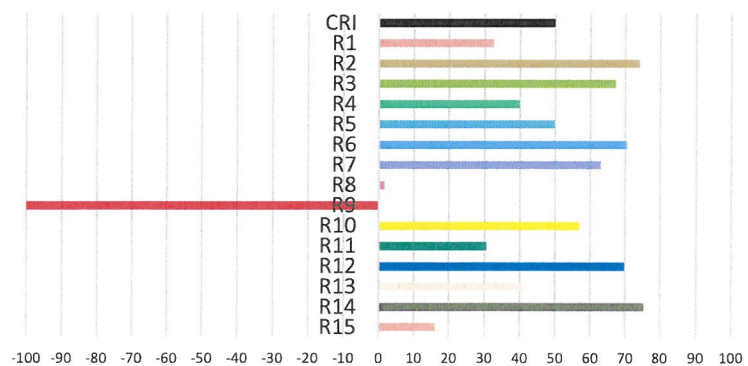
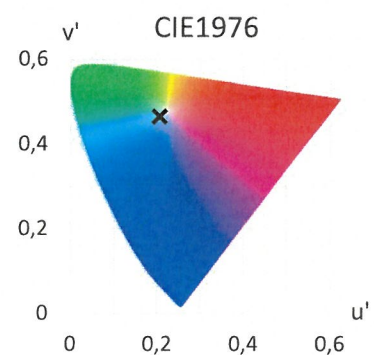
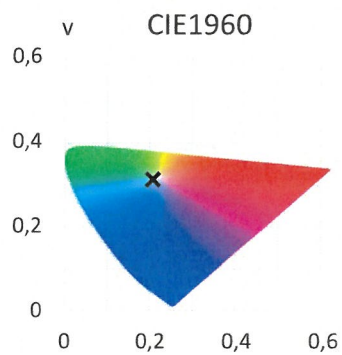
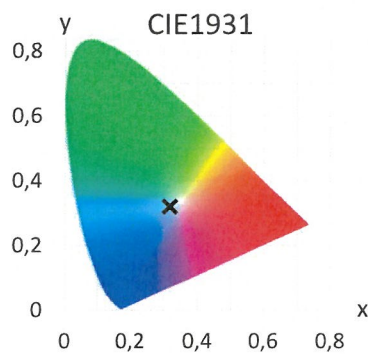
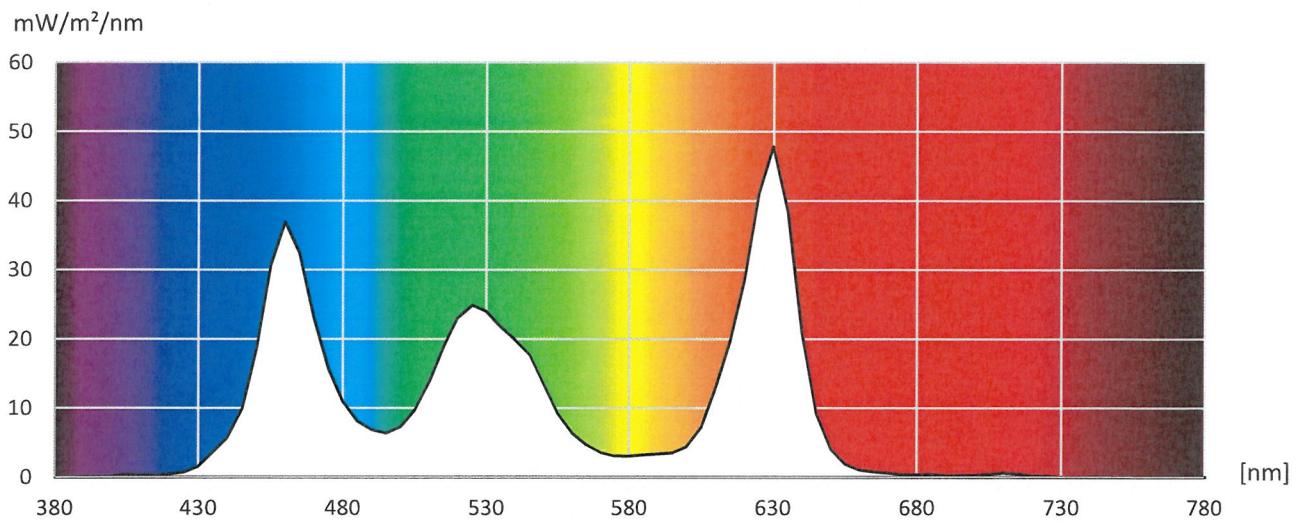
links Messwerte der Testfarben, rechts Spektralverteilung laut Messung, unten Lage in der CIE-Normtafel



Messprotokoll

GOSSEN

Prüfort: Labor
1/-1/06
RGB-LED hps-Board



LBSBR2
Feldweg 25
6900 Bregenz

Bregenz, 07.12.2023

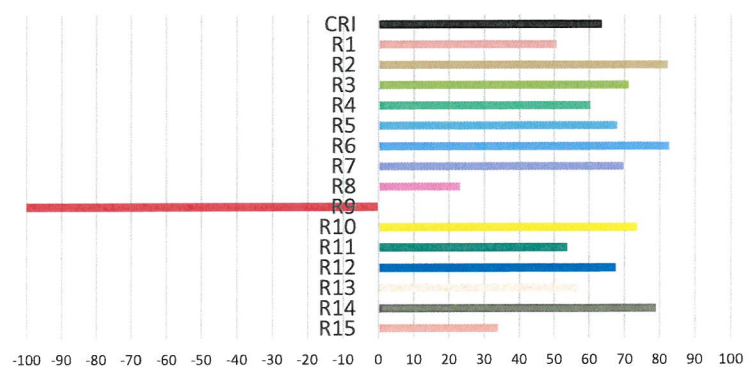
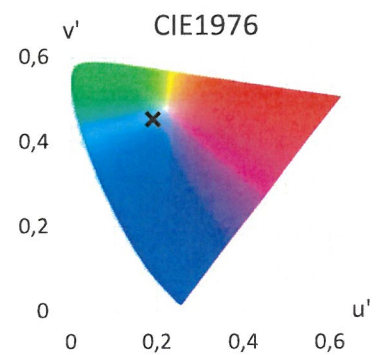
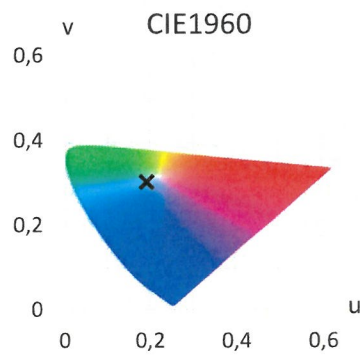
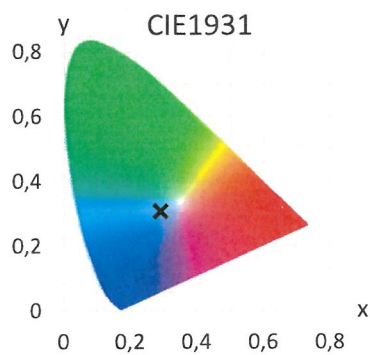
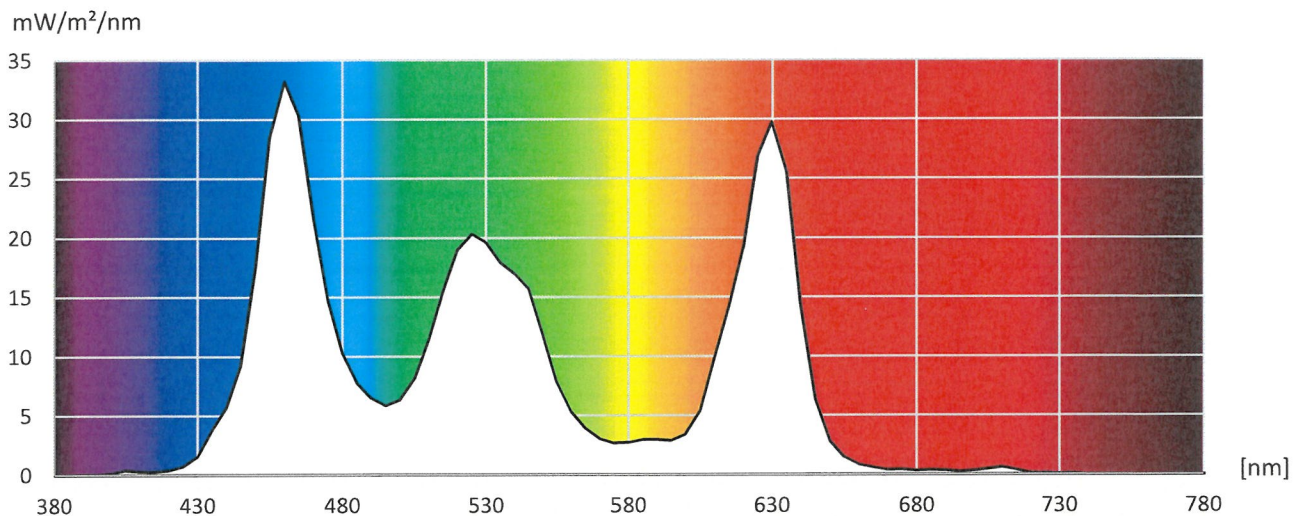
harald gorbach

(+48)5572 / 71165241

Messprotokoll

GOSSEN

Prüfart: Labor
1/-1/06
RGB-LED hps-Board



LBSBR2
Feldweg 25
6900 Bregenz

Bregenz, 07.12.2023

harald gorbach

(+48)5572 / 71165241