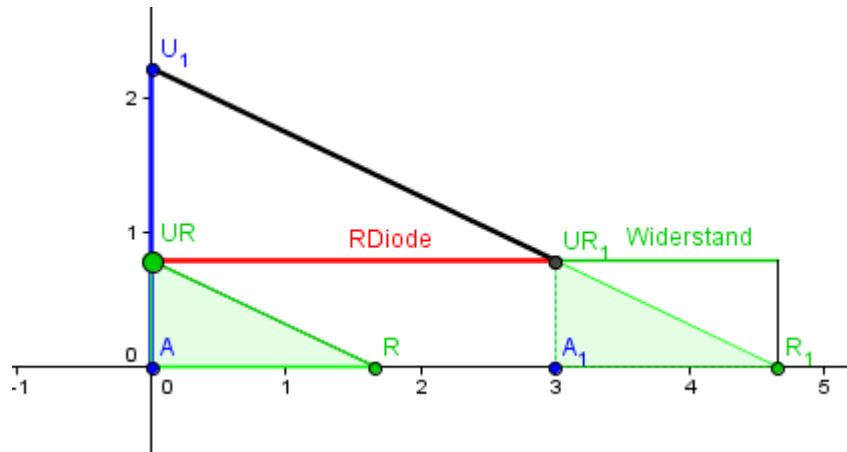


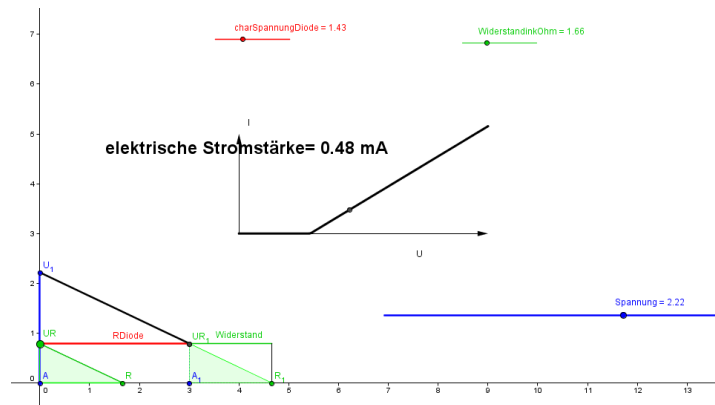
## Über das Verhalten von LED, auch bei Belichtung - Bewährungsprobe für das geometrische Modell

### Verhalten einer LED in der Standardschaltung [Diode\\_V2.ggb](#)



- Mit einem Schieberegler wird die Betriebsspannung  $U_1$  eingestellt
- Ein weiterer Schieberegler stellt die charakteristische Spannung  $U_c$  der Diode ein.
- Daraus wird  $U_R = U_1 - U_c$  bestimmt.
- Auf der Rechtsachse sind die Widerstandswerte eingetragen.
- Am Widerstand  $R$  fällt die Spannung  $U_R$  ab, so dass sich das Dreieck  $UR - A - R$  ergibt. Die Steigung der Hypotenuse ist die elektrische Stromstärke.
- Nach der Maschenregel ist diese elektrische Stromstärke in der gesamten Schaltung konstant.
- Daher kann man durch Parallelverschieben der Hypotenuse des kleinen Dreiecks durch den Punkt  $U_1$  das Diagramm auf die gesamte Masche erweitern. Das Teildreieck  $U_1 - UR - UR_1$  beschreibt jetzt die Vorgänge über der Diode, das Teildreieck  $UR_1 - A_1 - R_1$  (parallel verschoben aus  $UR - A - R$ ) die Vorgänge über dem Widerstand.
- Variation von  $U_1$  zeigt, dass mit abnehmendem Wert die elektrische Stromstärke immer kleiner wird, bis bei  $U_1 = U_c$  die elektrische Stromstärke Null wird. Dann geben die Elektronen ihre Gesamtenergie am n-p-Übergang ab. Jetzt, so zeigt das Modell, ist der Widerstandswert der Diode unendlich groß. So muss die elektrische Stromstärke bei weiterer Steigerung von  $U_1$  auch null bleiben, wenn keine äußeren Einflüsse hinzukommen.

Diese Zusammenhänge sind auch in der Gesamtansicht des Bildschirms zu verfolgen:  
[Diode.ggb](#)



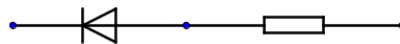
### Verhalten bei Belichtung

Eine gelb strahlende LED wird in eine der beiden folgenden Schaltungen eingesetzt. Dabei wird die Betriebsspannung  $U_B$  kleiner als die charakteristische Spannung gewählt, im vorliegenden Fall ist  $U_B = 1,04V$ . Der Vorwiderstand betrug im Experiment  $10\text{ k}\Omega$ .

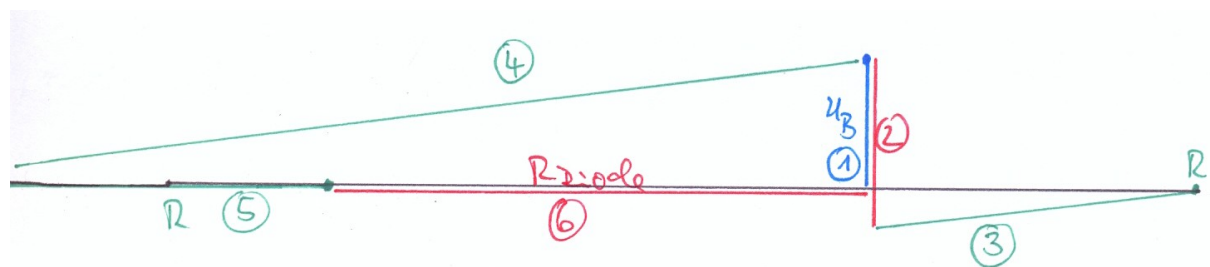
Die LED wird einmal unbeleuchtet gelassen, ein anderes mal mit dem Licht einer blauen LED belichtet.

Im ersten Fall ist die **LED in Durchlassrichtung** geschaltet.

Man misst am Widerstand ohne äußere Beleuchtung  $I=0$   
mit äußerer Beleuchtung misst man  $I=-0,1\text{mA}$ .



### Deutung in der Höhenanalogie:

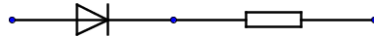


Die charakteristische Spannung der Diode ist größer als die Betriebsspannung. Das führt ohne äußere Beleuchtung zu einem unendlich großen Widerstand der Diode, weswegen kein elektrischer Strom fließt. Wenn man die LED von außen belichtet (z.B. mit dem Licht einer blauen LED), dann sinkt der Widerstand der belichteten Diode, so dass die Konstruktion mit den Schritten 3,4,5,6 wieder möglich ist.

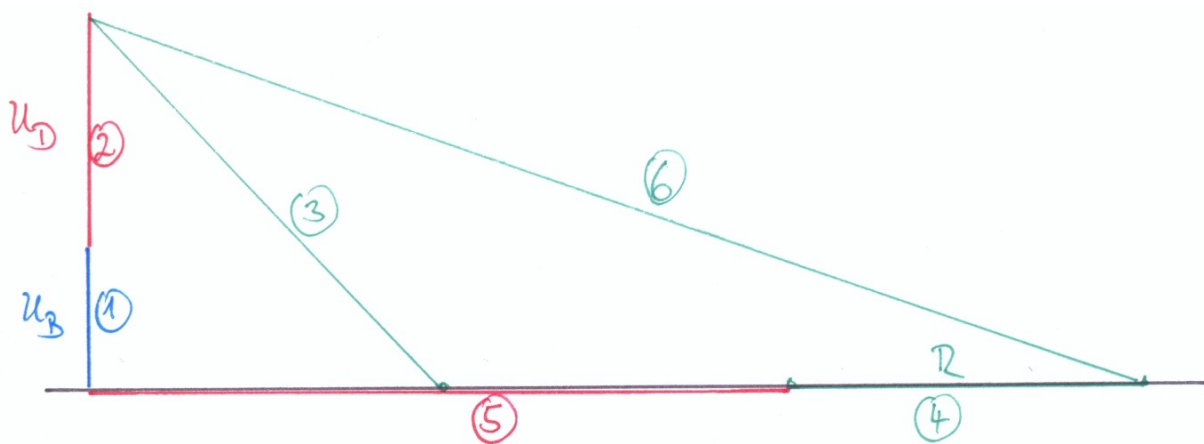
Die elektrische Stromstärke (im Modell die Steigung des  $I-U$ -Graphen) ist negativ, wie im Experiment beobachtet.

Im zweiten Fall wird die **LED in Sperrrichtung** geschaltet.

Man misst am Widerstand ohne äußere Beleuchtung  $0,0 \text{ mV}$ , entsprechend  $I=0$   
mit äußerer Beleuchtung misst man  $I=+0,12 \text{ mA}$ .



### Deutung in der Höhenanalogie



Betriebsspannung und Spannung an der Diode liegen nun in Reihe (1,2). Daher erwartet man am Widerstand eine Stromstärke (3) von eigentlich etwa  $(1,04\text{V}+1,85\text{V})/R \approx +0,2 \text{ mA}$ .

Die gemessene elektrische Stromstärke ist tatsächlich positiv, anders als im ersten Fall. Dass sie kleiner ist als erwartet, liegt am belichtungsbedingt noch großen Widerstand der Diode (5). In Übereinstimmung mit dem Experiment steigt nämlich die gemessene elektrische Stromstärke (6) mit der Beleuchtungsstärke, im Modell erkennbar an einer dann steileren Geraden (6).