

Name: Ruben Bartel  
Datum: 11.01.2021  
Doppelstunde  
es fehlte: Niklas

Ort: RGR / PH1

Thema: h-Bestimmung mit LEDs

## TOP 1 - Begrüßung

Außer Niklas waren alle anwesend. Aufgrund der dichten Verteilung der Schüler im Raum müssen weiterhin auch am Sitzplatz Masken getragen werden. Die 15 min Pause zwischen den Stunden der Doppelstunden findet nicht mehr statt.

## TOP 2a - Kennlinien (Wiederholung)

Eine LED muss - muss unbedingt - mit einem Vorwiderstand betrieben werden. Warum? Die Antwort liegt in der Kennlinie der LED/eines Halbleiters. Die Kennlinie (U-I-Linie) eines Ohm'schen Widerstandes ist eine Ursprungsgerade, weshalb man hier auch von einem konstanten Widerstand spricht. Andere Widerstände sind nicht konstant. Der Widerstand eines Leiters (1-2 freie Elektronen pro Atom) wird mit zunehmender Spannung größer, da ein höherer Stromfluss mehr Teilchenzusammenstöße/Reibung bewirkt, dadurch wird Energie in Wärme umgewandelt. Dies bedeutet wieder mehr Teilchenbewegung, was bewirkt, dass der Strom weiter behindert wird (Widerstand nimmt zu). Bei Halbleitern (ca. 1 freies Elektron pro 1000 Atome) verhält es sich anders. Hier steigt der Strom mit zunehmender Spannung kaum an, bis eine sogenannte Durchbruchspannung erreicht wird, ab der der Strom (extrem) schnell ansteigt. Ab dieser Durchbruchspannung stellt der Halbleiter (quasi) keinen Widerstand mehr dar und die Gefahr, dass der Halbleiter zerstört (oder die Spannungsquelle kurzgeschlossen) wird ist groß.

## TOP 2b - Halbleiter: Temperaturabhängigkeit des Leitungsverhaltens (Wiederholung)

Während bei Leitern der Widerstand mit steigender Temperatur zunimmt, da die Atombewegung den Stromfluss behindert, nimmt der Widerstand bei einem Halbleiter mit steigender Temperatur ab. Halbleiter sind Stoffe der vierten Hauptgruppe. Die Atome dieser Stoffe bilden im festen Zustand Kristallgitter. Durch (bewusste) Verunreinigungen stehen aber leicht lösbare Ladungsträger zur Verfügung. Der Stoff ist leitfähig. Bei Temperaturerhöhung werden die Atome in Bewegung versetzt und können sich teilweise „freirütteln“. Das Kristallgitter wird teilweise aufgebrochen. Dadurch stehen mehr leicht vom Atom zu trennende Ladungsträger zur Verfügung. Die Leitfähigkeit nimmt zu. Dieser den Widerstand senkende Effekt ist größer als der den Widerstand erhöhende Effekt der Atomrumpfbewegung.

Wer im Thema Halbleiter noch unsicher ist, möge bitte hier nochmal alles nachlesen:

<https://www.ulfkonrad.de/physik/9-10/elekt2/halbleiter>

### TOP 3 - h-Bestimmung

Bereits bekannte Methoden zur h-Bestimmung sind die Photozelle (mit und ohne Gegenfeld) und die Röntgenröhre. Eine weitere Möglichkeit ist die h-Bestimmung mit einer LED. Diese Methode kann wiederum auf zwei Arten durchgeführt werden.

Möglichkeit 1: Eine LED wird mit einem Vorwiderstand an eine regelbare Spannungsquelle angeschlossen. Die Spannung wird so lange erhöht bis die LED anfängt zu leuchten. Diese Spannung wird notiert und der Vorgang wird mit einer andersfarbigen halbwegs monochromatischen<sup>1</sup> LED wiederholt. Die Spannung wird in Energie umgerechnet. Durch Regression kann der Zusammenhang  $E(f)$  zwischen Energie  $E$  und Frequenz  $f$  bestimmt werden. Der Zusammenhang ist linear, die Steigung ist das Plancksche Wirkungsquantum. Nachteil bei dieser Art der Messung ist ihre Subjektivität, da der Punkt, an dem das Leuchten der LED sichtbar ist, nicht objektiv zu erfassen ist.

Methode 2: In den Stromkreis wird zusätzlich ein Amperemeter in Reihe geschaltet. Nun wird die Spannung erhöht, bis ein vorher für die Messung festgelegter, niedriger Strom ( $\mu\text{m}$ -Bereich), der den Strom bei der Durchbruchspannung darstellt, erreicht wird. Wieder wird die Spannung notiert. Das weitere Vorgehen bleibt gleich (s. Möglichkeit 1). Diese Art der Messung ist zwar objektiver, bei manchen LEDs ist allerdings schon vor Erreichen des bestimmten Stroms ein Leuchten zu erkennen, da LEDs nicht monochromatisch sind und auch hochwertige LEDs immernoch ein schmales Spektrum Strahlung und keine einzelne Frequenz emittieren.

Ruben Bartel  
Protokollant

---

<sup>1</sup> LEDs sind nicht monochromatisch. Gemeint ist nur, dass die Verwendung einer z.B. weißen LED wenig sinnstiftend wäre.