

h- Bestimmung mit LEDs

GFS im Fach Physik

Nicolas Bellm

11. März - 12. März 2006

Der Inhalt dieses Dokuments steht unter der GNU-Lizenz für freie Dokumentation
<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>

Inhaltsverzeichnis

- 1 Aufbau und Funktion der LEDs 3**
 - 1.1 Halbleiter 3
 - 1.2 Dotierung 3
 - 1.3 p-n-Übergang 4
 - 1.4 Lichtaussendung 5

- 2 Versuch 6**
 - 2.1 Versuchsbeschreibung 6
 - 2.2 Meßwerte 6
 - 2.2.1 alle Messungen 6
 - 2.2.2 Messung mit weißem Licht 7
 - 2.3 Auswertung 7

1 Aufbau und Funktion der LEDs

1.1 Halbleiter

Die LED (engl. light emitting diode) funktioniert eigentlich genauso wie eine Diode und kann nur in einer Stromrichtung betrieben werden. LEDs sind meistens sog. III/V-Halbleiter, d.h. sie sind aus Elementen der 3. und 5. Hauptgruppe des Periodensystems aufgebaut, z.B. Galliumphosphid (GaP), Aluminiumgalliumarsenid (AlGaAs) oder Indiumgalliumnitrid (InGaN). Da alle Atome perfekt zusammenpassen und keine Lücken lassen, sind sie Nichtleiter.

1.2 Dotierung

Damit sie leitfähig werden, muß ein Fremdatom in die Kristallstruktur gebracht werden (Dotierung). Wenn V-wertige Elemente (Donatoren) in das Kristallgitter eingebracht werden, spricht man von n-Dotierung, weil ein frei bewegliches Elektron übrigbleibt. Wenn III-wertige Elemente (Akzeptoren) in das Kristallgitter eingebracht werden, spricht man von p-Dotierung. Da ein Elektron zu wenig vorhanden ist, bleibt ein Loch frei. Auch das Loch ist beweglich, da immer wieder ein Elektron diese Lücke ausfüllt und dabei ein neues Loch erzeugt.

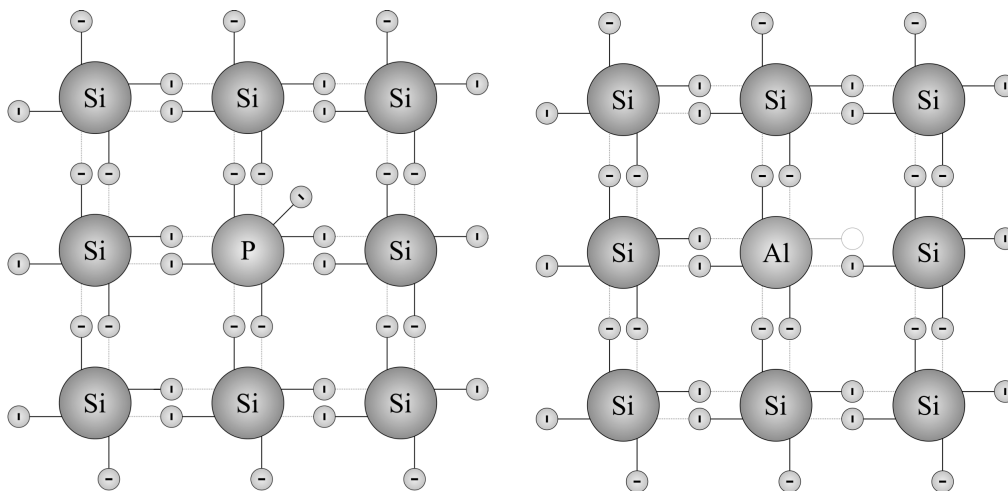


Abbildung 1.1: n-dotiertes Silizium (links), p-dotiertes Silizium (rechts)

1.3 p-n-Übergang

In dieser Diode entsteht ein p-n-Übergang dadurch, daß zwei verschieden dotierte Halbleiter aneinandergedügt werden (Bild a). An der Grenzschicht, an der die beiden Stoffe aufeinandertreffen, wandern die freien Elektronen des n-dotierten Halbleiter zu den Löchern des p-dotierten Halbleiters (Bild b). Dadurch entsteht eine elektrisch neutrale und nicht leitende Sperrschicht (Bild c).

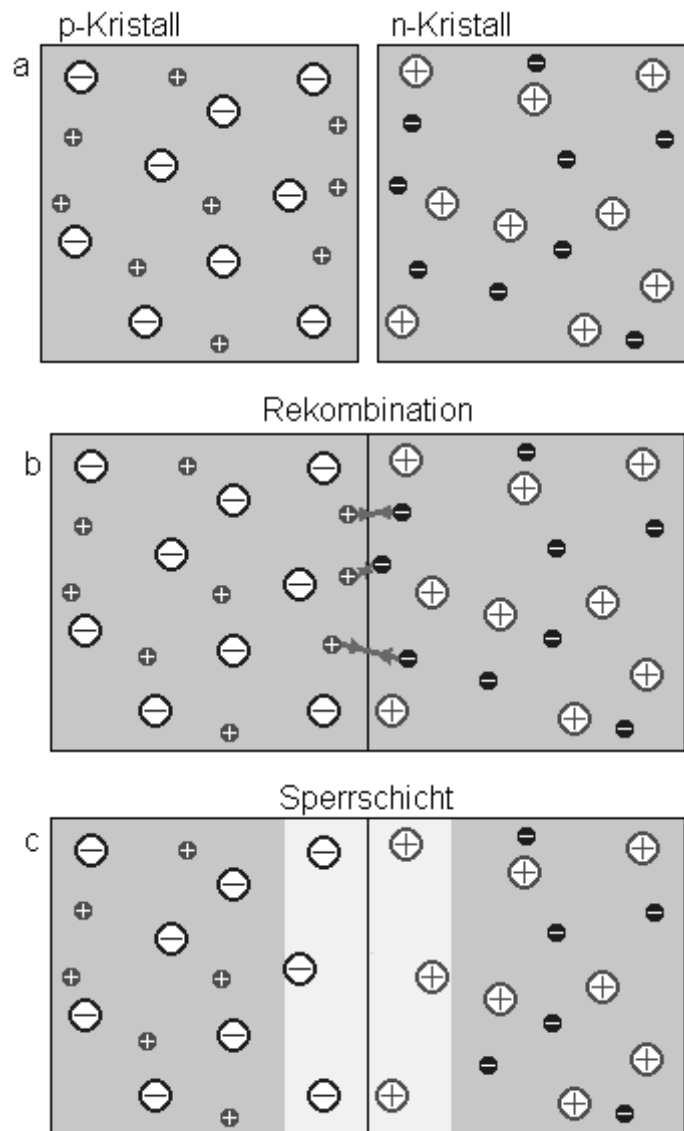


Abbildung 1.2: p-n-Übergang

Wenn man den Pluspol an den n-Halbleiter anlegt und den Minuspol an den p-Halbleiter (Sperrichtung), werden die Elektronen und Löcher von der Sperrschicht weggezogen, so daß sich

diese verbreitert. Es fließt also kein Strom (Der Strom fließt erst, wenn die Spannung wesentlich größer wird und ein Überschlag auftritt).

Wenn man jetzt aber den Minuspol an den n-Halbleiter anlegt und den Pluspol an den p-Halbleiter (Durchlaßrichtung), wird der Potentialwall abgebaut und der Strom kann fließen.

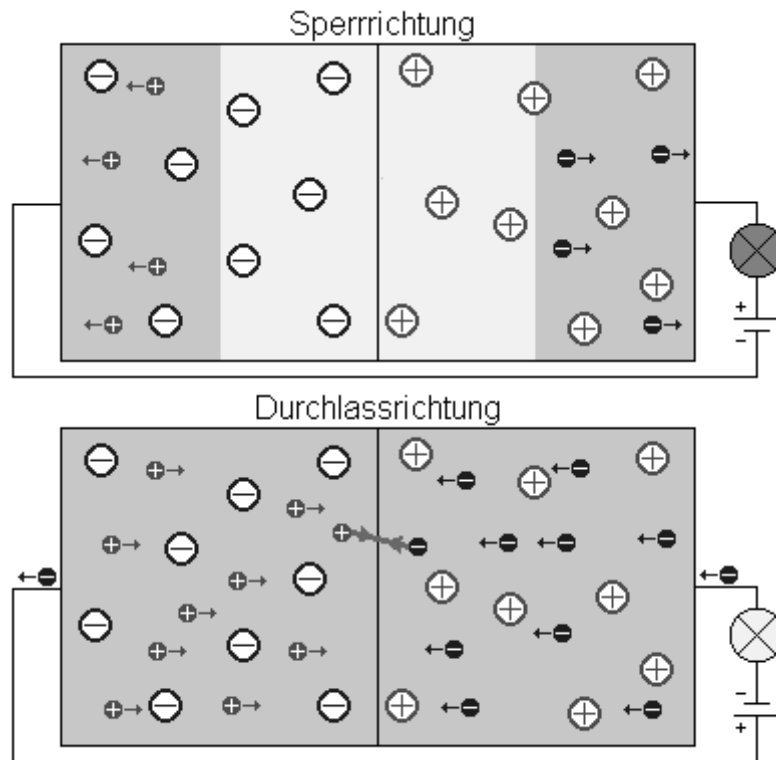


Abbildung 1.3: Sperrichtung und Durchlaßrichtung

1.4 Lichtaussendung

In der Sperrschicht (p-n-Übergang) werden durch die Rekombination der Elektronen mit den Löchern Photonen freigesetzt. Die Wellenlänge des ausgesendeten Lichts ist proportional zur Dicke der Sperrschicht. Da die Abmessungen dieser Schicht konstant sind, ist auch die Wellenlänge konstant und daher handelt es sich um eine monochromatische Lichtquelle.

Um verschiedene Farben zu erhalten, werden verschiedene Halbleiter verwendet, die durch unterschiedliche Zusatzstoffe unterschiedliche Dicken der Sperrschicht hervorbringen.

2 Versuch

2.1 Versuchsbeschreibung

Bei diesem Versuch geht es darum, die Spannung zu bestimmen, die die LEDs erzeugen, wenn sie mit Licht bestrahlt werden. In meinem Versuch habe ich als Lichtquelle eine Schreibtischlampe mit einer 40-Watt-Glühbirne verwendet und der Abstand zwischen der Lichtquelle und der LED betrug ca. 25 cm.

Insgesamt habe ich 16 Messungen durchgeführt. Ich habe eine Solarzelle, eine rote, eine gelbe und eine grüne LED jeweils mithilfe verschiedenfarbiger Blenden mit weißem, rotem, grünem und blauem Licht bestrahlt.

2.2 Meßwerte

2.2.1 alle Messungen

Bauteil	Farbe	Wellenlänge	Spannung
Solarzelle	weiß	-	350 mV
	rot	595 nm	325 mV
	grün	520 nm	260 mV
	blau	440 nm	280 mV
rote LED	weiß	-	920 mV
	rot	595 nm	760 mV
	grün	520 nm	85 mV
	blau	440 nm	50 mV
gelbe LED	weiß	-	860 mV
	rot	595 nm	45 mV
	grün	520 nm	320 mV
	blau	440 nm	35 mV
grüne LED	weiß	-	490 mV
	rot	595 nm	30 mV
	grün	520 nm	190 mV
	blau	440 nm	35 mV

2.2.2 Messung mit weißem Licht

Bauteil	Spannung
Solarzelle	350 mV
rote LED	920 mV
gelbe LED	860 mV
grüne LED	490 mV

2.3 Auswertung

Bei der Messung mit weißem Licht, läßt sich leider nicht sehr viel herauslesen: Die rote LED mit der höchsten Wellenlänge erzeugt die höchste Spannung und die blaue LED mit der niedrigsten Wellenlänge erzeugt die niedrigste Spannung. Aber eine Proportionalität konnte ich nicht feststellen, was aber wahrscheinlich an den Meßungenauigkeiten liegt.

Bei der Messung mit rotem, gelbem und grünem Licht konnte ich feststellen, daß die LEDs auf das Licht in ihrer eigenen Farbe am besten angesprochen haben. Das liegt wohl vor allem daran, daß die Kristalle auf den LEDs nur einen bestimmten Wellenlängenbereich aussenden können. Und deshalb läßt sich auch nur für diesen Wellenlängenbereich dieser physikalische Prozeß umkehren.

Literaturverzeichnis

[1] http://www.hbernstaedt.de/KnowHow/LED/LED_Physik.htm

[2] <http://www.leifiphysik.de>

[3] Wikipedia