



SIGNALE UND SYSTEME

# Dioden-Kennlinien

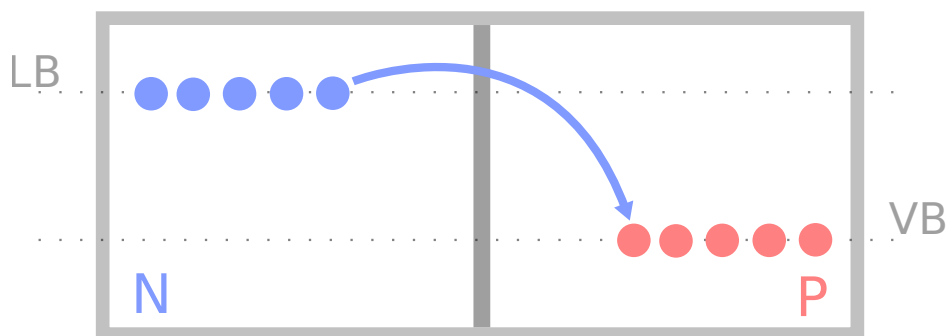
Studien- und Versuchsaufgaben

*Autoren:* Richard GRÜNERT  
Tim KÄBELMANN  
Pascal HAMADIA

7.11.2019

# 1 Vorbereitungsaufgaben

## 1.1 Aufbau und Wirkungsweise eines pn-Übergangs

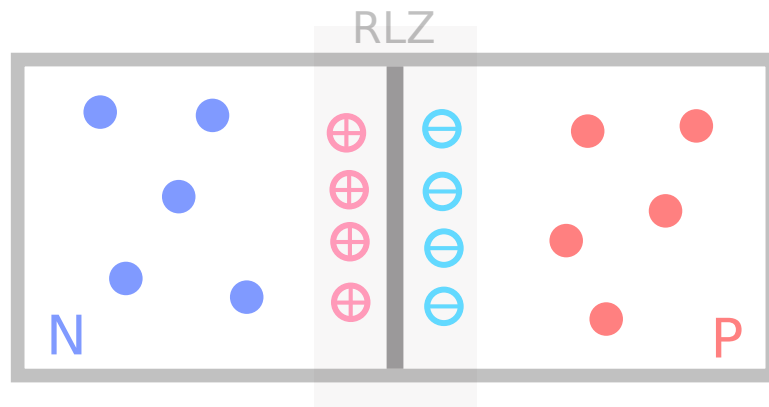


Dotiert man einen Halbleiterkristall (z.B. Si oder Ge) mit Fremdatomen, wird die elektrische Leitfähigkeit des Halbleiters beeinflusst.

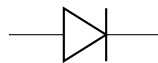
- Bei Dotierung mit 5-(oder höher-)wertigen Atomen (z.B. P oder As) geraten zusätzliche Elektronen in das Leitungsband des Halbleiterkristalls; es wird *n-Leitung* provoziert
- Bei Dotierung mit 3-(oder geringer-)wertigen Atomen (z.B. B oder Ga) entstehen Elektronenfehlstellen im Valenzband des Halbleiterkristalls; es wird *p-Leitung* provoziert.

Die Elektronenkonzentration im n-Leiter ist somit höher als die im p-Leiter. Bringt man unterschiedlich dotierte Halbleiter in Kontakt, kommt es durch Diffusion zum Übergang von (höher-energetischen) Elektronen im Leitungsband des n-Leiters in das (nieder-energetische) Valenzband des p-Leiters. Im p-Leiter werden dann die Elektronenfehlstellen gefüllt und es entstehen negative Ionen; Im n-Leiter werden durch die Elektronenwanderung Fehlstellen von den Elektronen zurückgelassen, wodurch

sich dort positive Ionen bilden. Die Diffusion findet so lange statt, bis die Ladung bzw. das elektrische Feld der gebildeten Ionen einem weiteren Elektronenübergang vollständig entgegenwirkt. Die verbleibende Übergangszone, die den Ladungstransfer verhindert wird folglich *Raumladungszone* genannt.



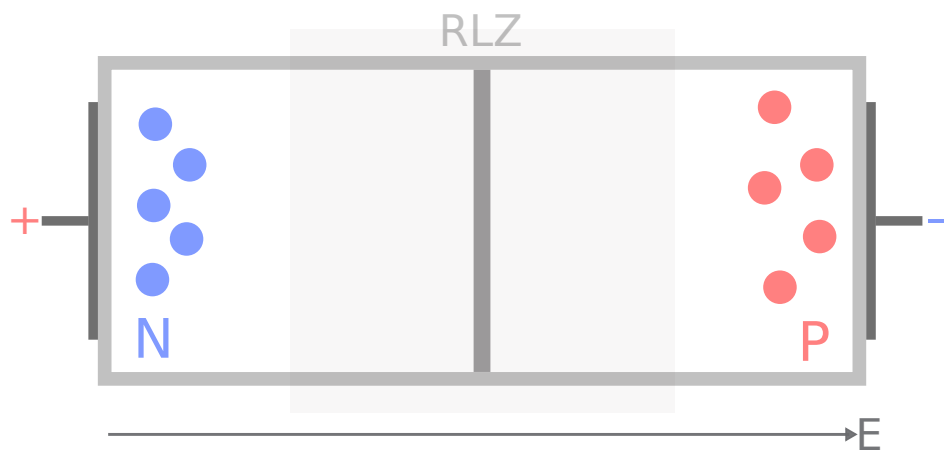
## 1.2 Aufbau und Wirkungsweise einer Diode



Die elektrischen Eigenschaften des pn-Übergangs können technisch ausgenutzt werden, um eine *Diode* zu realisieren. Der Stromfluss durch den pn-Übergang ist von der Polarität der über ihn angelegten Spannung abhängig. Man definiert daher die Orientierung der Diode in *Sperr-* und *Durchlassrichtung*.

Will man einen Strom durch die Diode treiben, so müssen die Elektronen des n-Gebiets bzw. die Fehlstellen des p-Gebiets die Raumladungszone überqueren können. Legt man eine negative Spannung über den pn-Übergang/die Diode, das heißt positives Potential an den n- und negatives an den p-Leiter, wirkt die Influenz des äußeren elektrischen Feldes

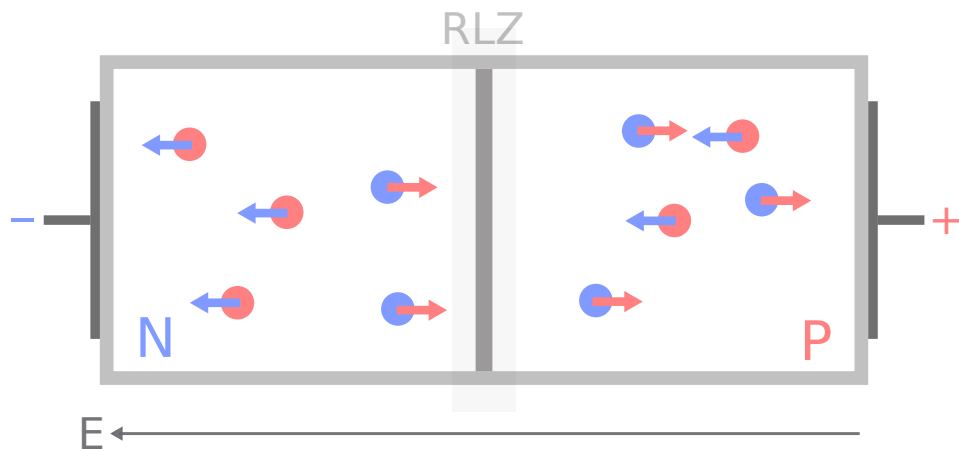
so, dass sich die Majoritätsladungsträger des jeweiligen Gebiets (Elektronen im n- und 'Fehlstellen' im p-Gebiet) von der Raumladungszone entfernen und diese somit vergrößern<sup>1</sup>. Die Diode nimmt einen statischen Zustand (bezüglich der Majoritätsladungsträger) ein und wirkt somit elektrisch isolierend/sperrend. Reale Dioden besitzen allerdings eine maximale Sperrspannung, ab welcher sie durchbrechen und ihre Sperrfähigkeit verlieren.



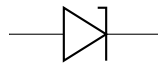
Legt man eine (ausreichend) positive Spannung über die Diode, also positives Potential an den p- und negatives an den n-Leiter, bewegen sich die Majoritätsladungsträger des jeweiligen Bereichs in Richtung der Raumladungszone und verkleinern diese dadurch. In dieser Richtung wirkt die Diode elektrisch leitfähig.

---

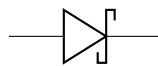
<sup>1</sup>Fehlstellen bewegen sich nicht tatsächlich, sondern nur modellhaft. Sie stellen die positiv geladenen, *ortsfesten* Atomrümpfe dar, die u.a. durch die Elektronenbewegung hinterlassen werden.



### 1.3 Z- und Schottky-Dioden

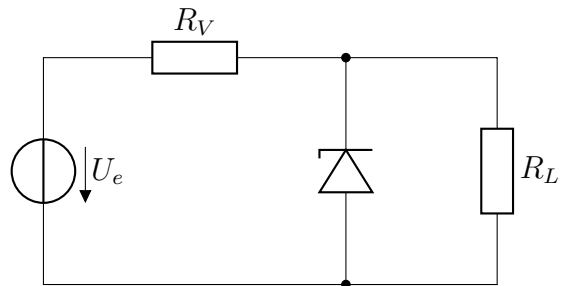


Die Z-Diode ist eine besondere Diodenbauform, die kontrolliert im Durchbruchbereich arbeiten kann. In Sperrrichtung betrieben arbeitet sie bis zu einer bestimmten *Z-Spannung*, ab welcher sie durchbricht und ihre Leitfähigkeit exponentiell steigt. Im Durchlassbereich verhält sich die Z-Diode dagegen wie eine normale Diode. Z-Dioden eignen sich zur Realisierung von Spannungsstabilisierungsschaltungen (1.4).



Schottky-Dioden haben keinen üblichen Halbleiter-Halbleiter-, sondern einen Metall-Halbleiter-Übergang. Charakteristisch sind niedrige Durchlassspannungen im Bereich von 150 – 450mV.

## 1.4 Spannungsstabilisierungsschaltung



## 1.5 Dimensionierung des Vorwiderstands

$$U_{e_{\min}} = 8.5 \text{ V}$$

$$U_{e_{\max}} = 12.0 \text{ V}$$

$$I_{L_{\min}} = 50 \text{ mA}$$

$$I_{L_{\max}} = 130 \text{ mA}$$

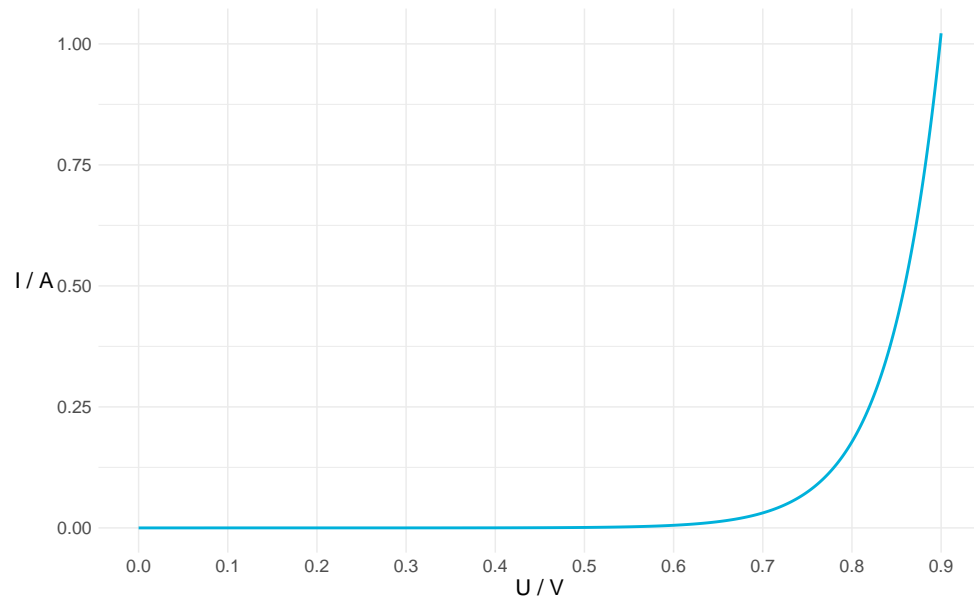
$$U_Z = 5.6 \text{ V}$$

$$I_{Z_{\min}}/I_{Z_{\max}} = 20 \text{ mA}/300 \text{ mA}$$

$$R_{V_{\min}} =$$

$$R_{V_{\max}} =$$

## 1.6 Diodenkennlinie



### **1.7 Diodengrenzwerte**

## **2 Versuchsaufgaben**

### **2.1 Diodenkennlinie BY500**

### **2.2 Diodenkennlinie ZY5,6**

### **2.3 Z-Spannung und differentieller Widerstand**

### **2.4 Spannungsstabilisierung bei veränderlicher Eingangsspannung**

### **2.5 Spannungsstabilisierung bei veränderlichem Laststrom**