



seit 1558

Friedrich-Schiller-Universität Jena

Physikalisch-Astronomische Fakultät

SS 2008

# Protokollbuch

Messtechnikpraktikum

Erstellt von: Christian Vetter (89114)  
Christian.Vetter@Uni-Jena.de

Helena Kämmer (92376)  
HelenaKaemmer@web.de

Betreuer: A. Steppke

Erstellt am: 19. April 2008  
letzte Änderung: 20. Juni 2008

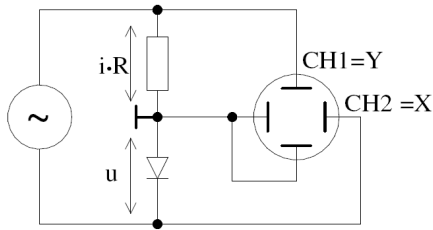
# Kennlinienaufnahme elektronischer Bauelemente

06. Mai 2008

## I. Aufgabenstellung

### Aufgabe 1:

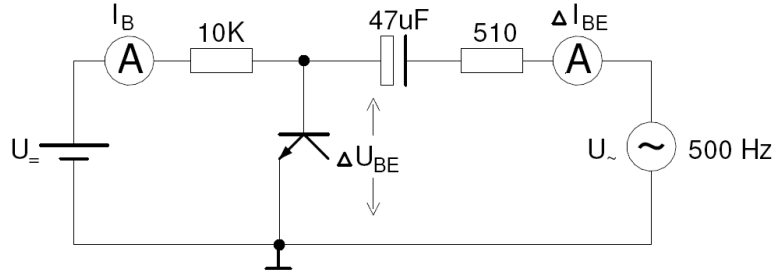
- **Schaltung** zur Aufnahme einer Strom-Spannungs-Kennlinie **aufbauen**.



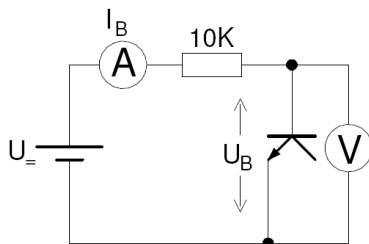
- **Massefreien Generator** und  $R = 1\text{k}\Omega$  Widerstand benutzen.
- **Kennlinie aufnehmen** und I-Achse durch ausmessen von R **kalibrieren**.

### Aufgabe 2:

- **Schaltung** zur Aufnahme des differentiellen Widerstandes **aufbauen**.



- $r_D(U_)$  im Bereich **von 0 bis 10V** aufnehmen.
- $\Delta I_{BE}$  ist **klein** zu halten, sodass der Sinus nicht verzerrt wird.  
**Frage:** Warum ist dieses Vorgehen notwendig?
- $r_D(I_B)$  **grafisch darstellen**.
- **Wiederholung** der Aufgabe mit vereinfachter Schaltung zur Kennlinienaufnahme:



**Diskussion** der Ergebnisse!

## II. Messwerte

### Aufgabe 1:

$$R = 1,01k\Omega$$

Diode: 1. Z-Diode  
2. Si-Diode

Bemerkungen:

1. Originalbild nicht invertiert,  
 $CH1 \hat{=} Y = 2V/div$ ,  
 $CH2 \hat{=} X = 1V/div$
2. Originalbild nicht invertiert,  
 $CH1 \hat{=} Y = 2V/div$ ,  
 $CH2 \hat{=} X = 1V/div$

### Aufgabe 2:

$$R_{10k\Omega} = 9,99k\Omega$$

$$R_{510\Omega} = 511,4\Omega$$

$$C_{4,7\mu F} = 4,34\mu F$$

$$f = 500Hz$$

#### Schaltung zur Messung des differentiellen Widerstands:

$U_{=} [V]$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
$\Delta U_{BE} [mV]$	4,4	4,8	8,9	7,6	6,0	6,0	5,2	4,5	4,0	3,6
$\Delta I_{BE} [\mu A]$	0,6	7,2	25,3	32,6	33,6	42,6	43,8	44,3	44,6	45,0
$I_B [\mu A]$	1	42	88	138	185	236	284	333	382	431

$U_{=} [V]$	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
$\Delta U_{BE} [mV]$	1,9	1,9	1,8	2,6	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7
$\Delta I_{BE} [\mu A]$	26,0	29,1	29,2	46,0	46,1	45,9	46,2	46,4	44,5	44,5
$I_B [\mu A]$	481	530	580	629	679	728	777	827	876	926

#### Schaltung zur Kennlinienaufnahme:

$U_{=} [V]$	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
$U_B [mV]$	485	580	603	617	627	635	642	647	652	657
$I_B [\mu A]$	1	41	89	137	185	235	284	333	381	432

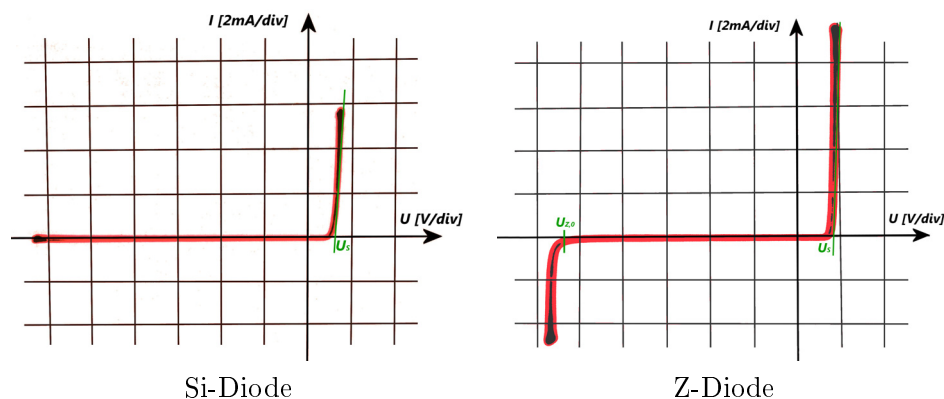
$U_{=} [V]$	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
$U_B [mV]$	660	664	667	670	673	675	677	679	681	684
$I_B [\mu A]$	480	530	578	629	678	728	776	826	876	932

## III. Auswertung

### Aufgabe 1:

Halbleiterdioden sind elektronische Bauelemente, deren Haupteigenschaft darin besteht Strom nur in eine Richtung durch zu lassen. Sie bestehen aus einer p- und einer n-Schicht, welche für das elektrische Verhalten der Diode verantwortlich sind. Charakterisiert wird eine Halbleiterdiode durch ihre Kennlinie, die je nach verwendeten Materialien leicht variiert.

Im Versuch wurde die Kennlinie einer Silizium-Diode und einer Zener-Diode mit Hilfe des Oszilloskops aufgenommen.



**Bemerkung:**

Die Kalibrierung der Ordinate erfolgte mit dem ohmschen Gesetz und der Annahme, das  $R = 1,01k\Omega \approx 1000\Omega$  ist.

Man erkennt gut die Sperrrichtung, in der die Si-Diode keinen Strom durch lässt (linker Teil des Graphen). In Durchlassrichtung steigt der Strom ab der Schleusenspannung ( $U_S$ ) für steigende Spannung exponentiell an. Wenn die angelegte Spannung noch kleiner als die Schleusenspannung ist, so ist die Sperrschicht durch die Ladungsträgerdiffusion noch zu groß. Diese wird erst mit steigender Spannung bis zur Schleusenspannung abgebaut. Die Z-Diode ist vom Aufbau prinzipiell ebenso eine Si-Diode, jedoch wird durch Legierungsverfahren der Sperrbereich reversibel. Normalerweise wird eine Si-Diode beim überschreiten der maximalen Sperrspannung zerstört, dagegen bleibt eine Z-Diode bei überschreiten der Durchbruchspannung in Sperrrichtung intakt. Bei der im Versuch verwendeten Z-Diode lag die Durchbruchspannung ( $U_{Z,0}$ ) bei 5,6V, was auch dem im Graphen erkennbaren Wert entspricht.

**Aufgabe 2:**

**Zur Frage der Vorgehensweise:**

Der vorgegebene Aufbau und die Herangehensweise an die Messung ist aus mehreren Gründen nötig. Einerseits muss der zwischen Gleichspannungsquelle und Transistor geschaltete Widerstand sehr viel größer sein als der differentielle Widerstand, damit der Hauptteil des Wechselstromes durch den Transistor fließt. Andererseits muss  $\Delta I$  so klein wie möglich sein, damit der Anstieg eines kleinen Bereiches vermessen wird und sich keine Mittlung über einen großen Bereich ergibt. Denn je größer der betrachtete Abschnitt, desto ungenauer ist die Anstiegsbestimmung.

$$R_{10k\Omega} = 9,99k\Omega$$

$$R_{510\Omega} = 511,4\Omega$$

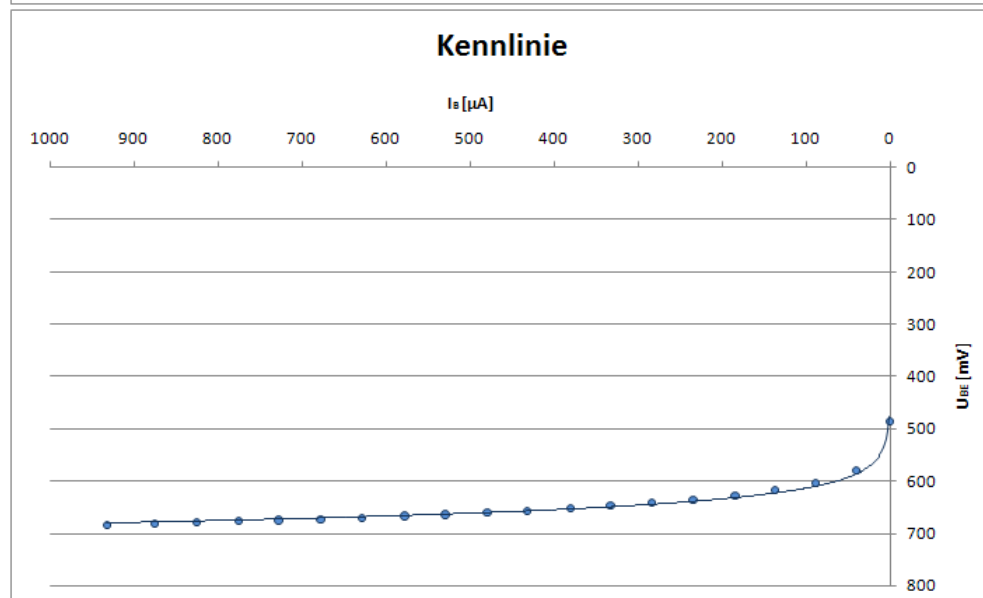
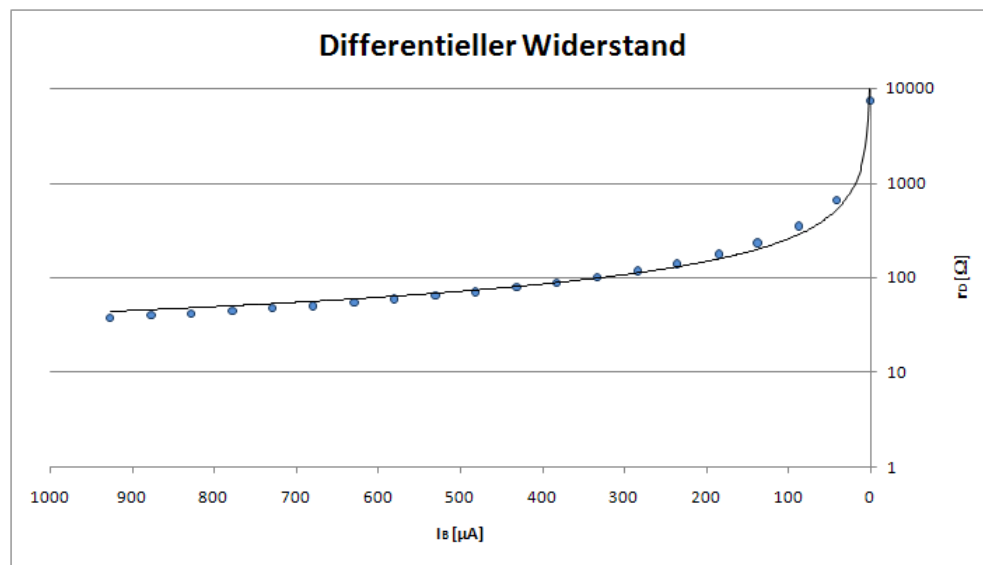
$$C_{4,7\mu F} = 4,34\mu F$$

$$f = 500Hz$$

**Differentieller Widerstand:**

$U_{=}$ [V]	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
$\Delta U_{BE}$ [mV]	4,4	4,8	8,9	7,6	6,0	6,0	5,2	4,5	4,0	3,6
$\Delta I_{BE}$ [ $\mu A$ ]	0,6	7,2	25,3	32,6	33,6	42,6	43,8	44,3	44,6	45,0
$I_B$ [ $\mu A$ ]	1	42	88	138	185	236	284	333	382	431
$r_D$ [ $\Omega$ ]	7333	667	352	233	179	141	119	102	90	80

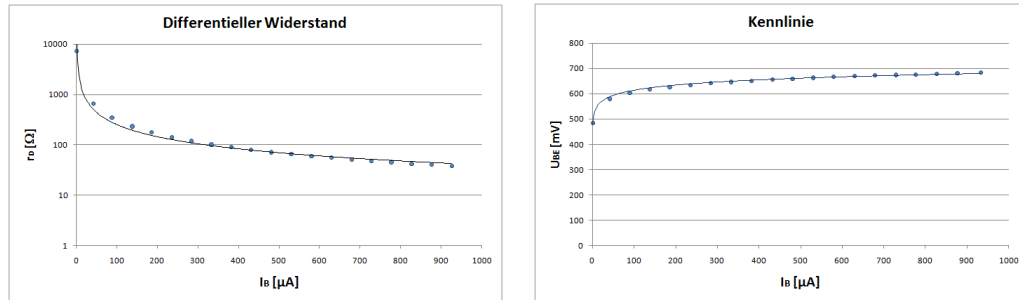
$U_{=}$ [V]	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
$\Delta U_{BE}$ [mV]	1,9	1,9	1,8	2,6	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7
$\Delta I_{BE}$ [ $\mu A$ ]	26,0	29,1	29,2	46,0	46,1	45,9	46,2	46,4	44,5	44,5
$I_B$ [ $\mu A$ ]	481	530	580	629	679	728	777	827	876	926
$r_D$ [ $\Omega$ ]	71	65	60	55	51	48	45	42	40	38

**Bemerkung:**

Die Achsendarstellung der Diagramme wurde so gewählt, um die Analogie zum vollständigen Kennlinienfeld des Transistors deutlich zu machen.

Die Kennlinie stimmt, wie im Diagramm zu sehen, vollständig mit dem erwarteten Verlauf (siehe Transistor-Kennlinienfeld) überein. Der differentielle Widerstand weist einen grundsätzlich ähnlichen Verlauf auf. Dabei muss aber darauf geachtet werden, dass die Funktionswerte im Kennliniendiagramm nach unten hin zunehmen und die vom differentiellen Widerstand nicht.

Trägt man die Messwerte in äquivalente Diagramme ein, so verhalten sich also Kennlinie und differentieller Widerstand genau invers zueinander.



Vergleicht man den differentiellen Widerstand mit der Kennlinie, so kann man erkennen, dass in dem Bereich, in welchem die Kennlinie sich wenig verändert (bei größeren Strömen) der differentielle Widerstand am kleinsten ist.