

### Aufgaben zum Fach Technische Informatik

2. Semester / Sommersemester 1997

#### Aufgabe 2.1.1. - Gleichrichterschaltungen mit Halbleiterdioden

Gegeben sind folgende Schaltungen mit idealen Dioden:

1. Fall: Einweggleichrichtung

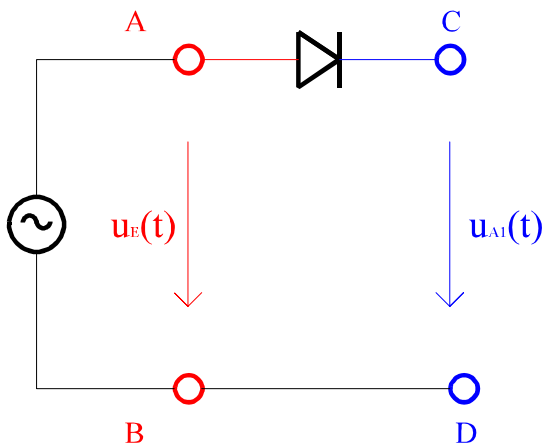


Abb. 1

2. Fall: Brückengleichrichtung

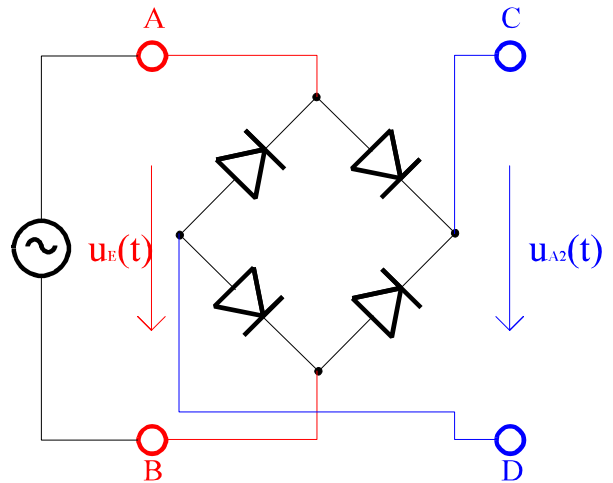


Abb. 2

Die Schaltungen werden mit einer sinusförmigen Spannung  $u_E$  entsprechend Abb. 3 angesteuert.

[  $u_E(t) = U_E \sin(\omega t + \varphi_{uE})$  mit  $\varphi_{uE} = 0$  ]

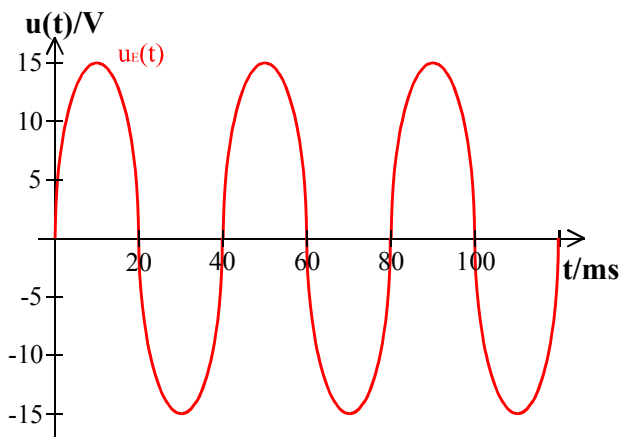
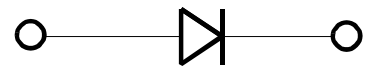


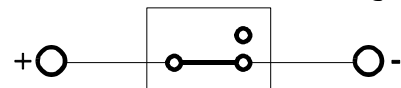
Abb. 3

Schaltbild der realen Diode



Ideale Diode in erster Näherung

Diode in Durchlaßrichtung



Diode in Sperrichtung

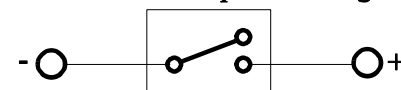


Abb. 4

Aufgabe:

Wie ist der zeitliche Verlauf der Spannung  $u_{A1}(t)$  und  $u_{A2}(t)$  zwischen den Punkten C und D?

1. Bestimmen Sie den mathematischen Ausdruck der Funktion  $u_E(t)$  mit den aus Abb. 3 gegebenen Werten.
2. Zeichnen Sie die Ausgangsfunktionen  $u_{A1}(t)$  und  $u_{A2}(t)$  in einer Zeitfunktion ähnlich Abb. 3 über mindestens 2 Perioden.
3. Bestimmen Sie den mathematischen Ausdruck der Funktionen  $u_{A1}(t)$  und  $u_{A2}(t)$  für Fall 1 und 2.

Vergessen Sie bei der mathematische Betrachtung die Maßeinheiten nicht!

## Aufgabe 2.1.2. - Die Ansteuerung einer Phasendrehung mittels sinusförmiger Spannungen

Gegeben sei folgende Schaltung:

Werte:  $R_1=R_2$

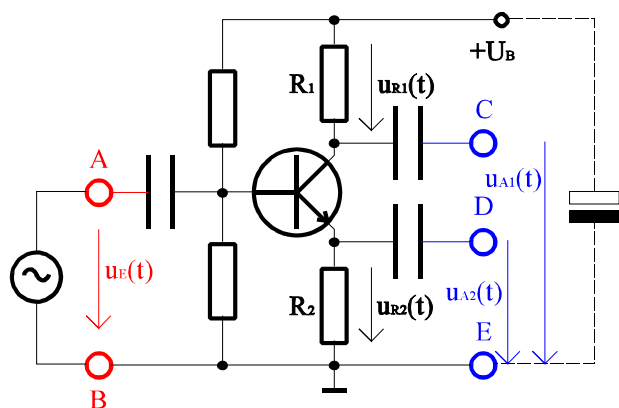


Abb. 5

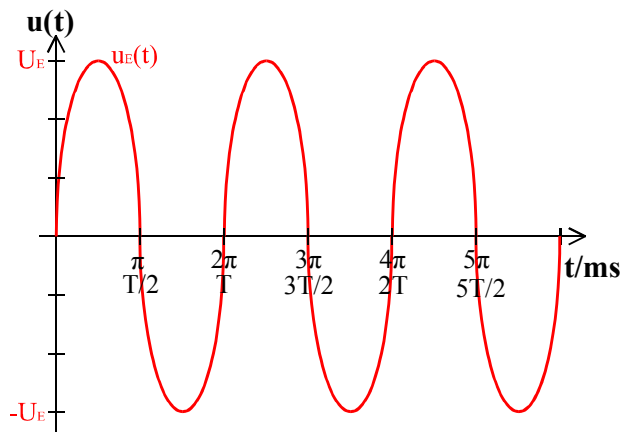


Abb. 6

Die Schaltungen werden mit einer sinusförmigen Frequenz von  $f=500$  Hz und einer Spannung von  $U_E=2$  V an den Punkten A und B eingespeist [  $u_E(t)=U_E \sin(\omega t + \varphi_{uE})$  mit  $\varphi_{uE}=0$  ]. Die Schaltung sei so dimensioniert, daß keine Verzerrungen auftreten d.h. an den Ausgängen der Schaltung erscheint wieder eine sinusförmige Spannung. Die Spannungsverstärkung der Schaltung sei 1 das heißt, daß der Betrag der Scheitelspannungen an den Ausgängen gleich der des Eingangs sind ( $U_E=U_{A1}=U_{A2}$ ). Die Ausgangsspannungen sind untereinander gleich ( $U_{A1}=U_{A2}$ ) aufgrund der Tatsache, daß die beiden Lastwiderstände den gleichen Wert haben ( $R_1 = R_2$ ) und der Punkt  $+U_B$  zwar gleichstrommäßig an einer positiven Spannung angeschlossen ist, wechselstrommäßig aber durch den Wechselstromwiderstand des Siebkondensators des Netzteils oder durch den der Batterie kurzgeschlossen wird.

Aufgabe:

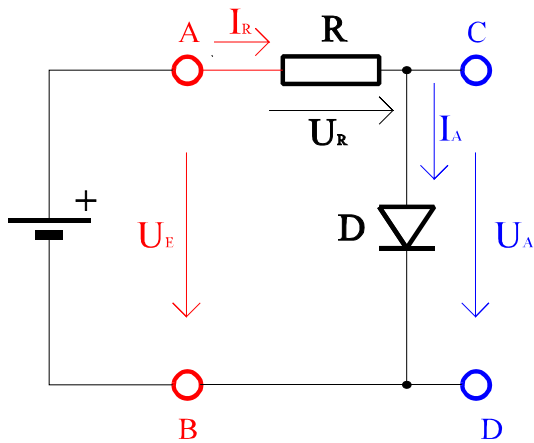
Wie ist der zeitliche Verlauf der Spannung  $u_{A1}(t)$  zwischen den Punkten C und E (Masse) und  $u_{A2}(t)$  zwischen den Punkten D und E (Masse) ?

1. Bestimmen Sie den mathematischen Ausdruck der Funktion  $u_E(t)$  mit den gegebenen Werten.
2. Zeichnen Sie die Zeitfunktionen  $u_E(t)$ ,  $u_{A1}(t)$  und  $u_{A2}(t)$  ähnlich Abb. 3 über mindestens 2 Perioden.
3. Bestimmen Sie den mathematischen Ausdruck der Funktionen  $u_{A1}(t)$  und  $u_{A2}(t)$ . In welchem Zusammenhang stehen die beiden Ausgangsfunktionen.

Vergessen Sie bei der mathematischen Betrachtung die Maßeinheiten nicht!

# Aufgabe 2.1.3. - Der Arbeitspunkt einer Reihenschaltung von Widerstand und Halbleiterdiode

Gegeben sei folgende Schaltung:



Werte:

$D_1 = \text{Silizium-Diode}$	$U_{E1} = 5\text{V}$	$R_1 = 80\ \Omega$
$D_2 = \text{LED-rot}$	$U_{E2} = 3\text{V}$	$R_2 = 50\ \Omega$
$D_3 = \text{LED-grün}$	$U_{E3} = 2\text{V}$	$R_3 = 40\ \Omega$

und die Kennlinien für die 3 Dioden:

Abb. 7

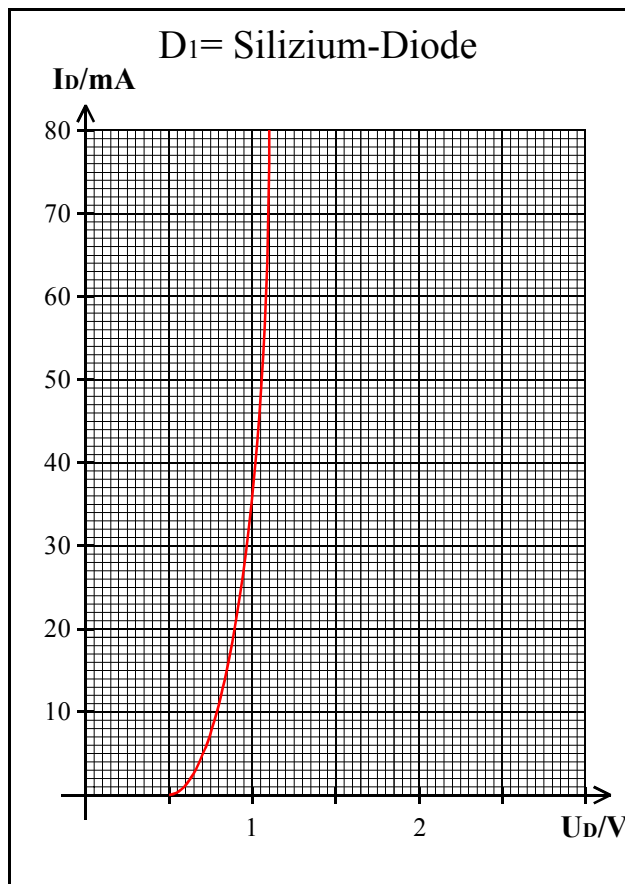


Abb. 8

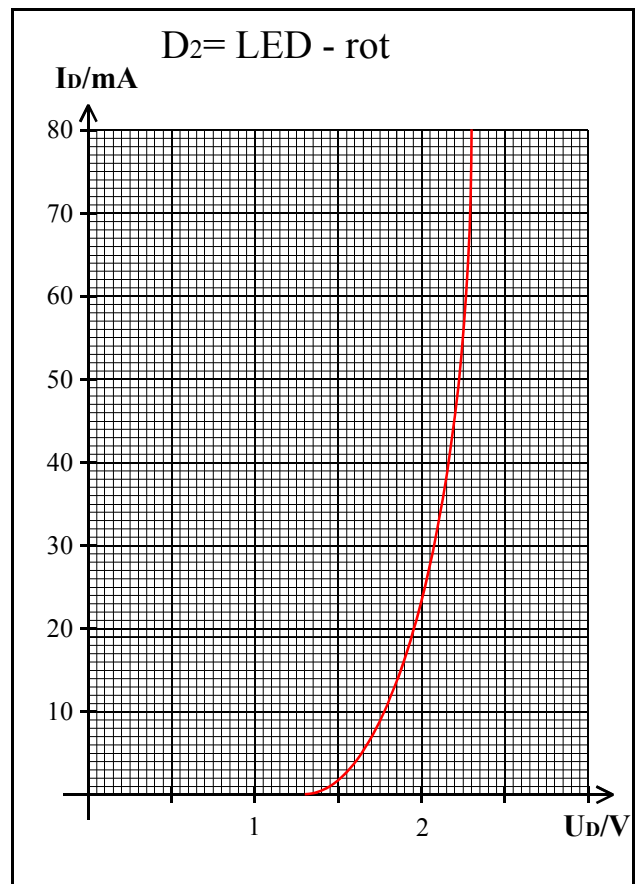
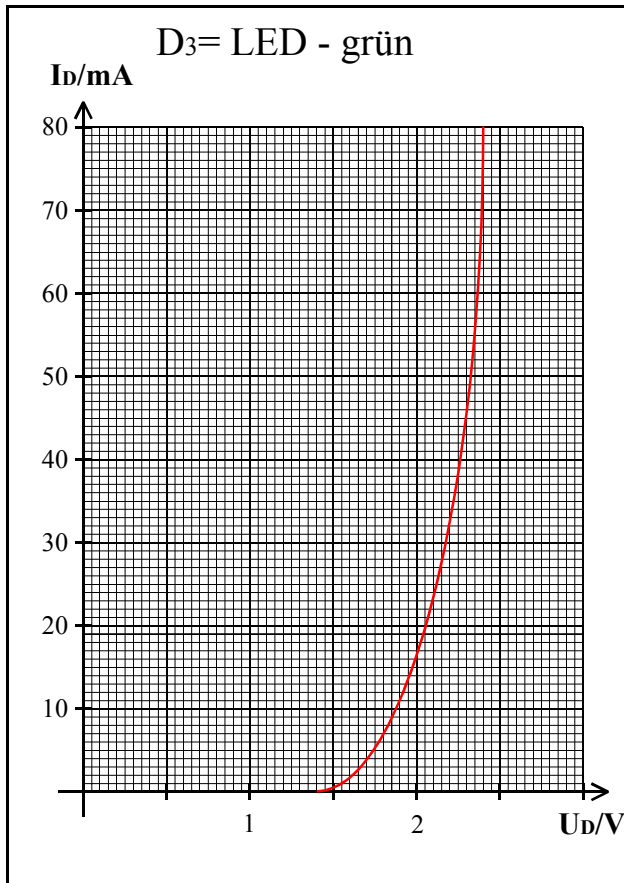


Abb. 9



**Abb. 10**

Aufgabe:

Bestimmen Sie mit Hilfe der Kennlinien die durch den Widerstand R und die Diode D fließenden Ströme ( $I_R, I_A [= I_D]$ ) sowie die über den Widerstand und die Diode (Punkte CD) abfallende Spannungen ( $U_R, U_A [= U_D]$ ) für die Fälle:

- a) Diode 1       $U_{E1}, U_{E2}, U_{E3}$  mit  $R_2$
- b) Diode 2       $U_{E2}$  mit  $R_1, R_2, R_3$
- c) Diode 3       $U_{E1}$  mit  $R_1, R_2, R_3$   
                    $U_{E2}$  mit  $R_1, R_2, R_3$

Zeichnen Sie die Widerstandsgeraden in die Kennlinienfelder ein und stellen Sie die Ergebnisse in einer Tabelle dar.

# D<sub>1</sub> = Silizium-Diode

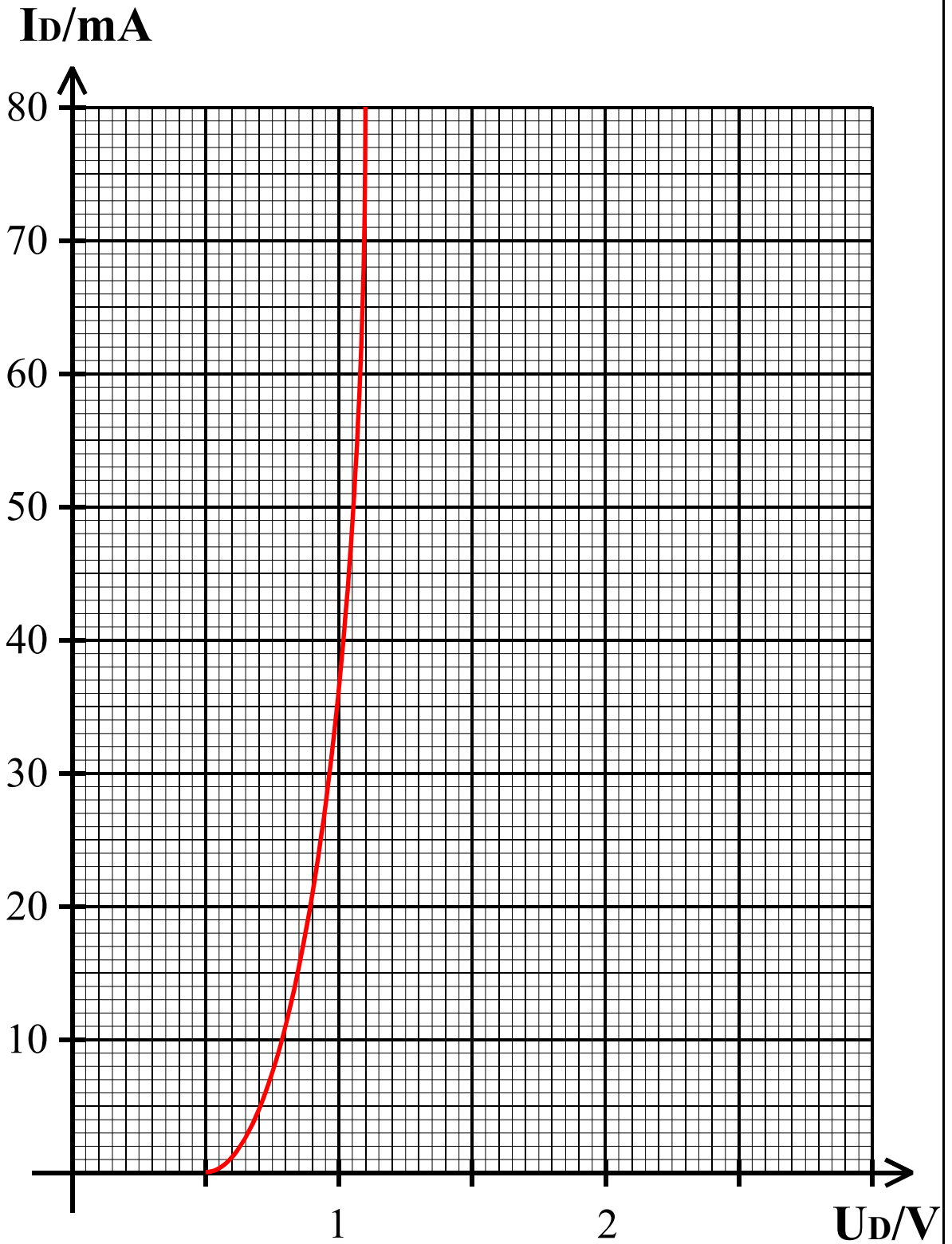


Abb. 11

# D<sub>2</sub>= LED - rot

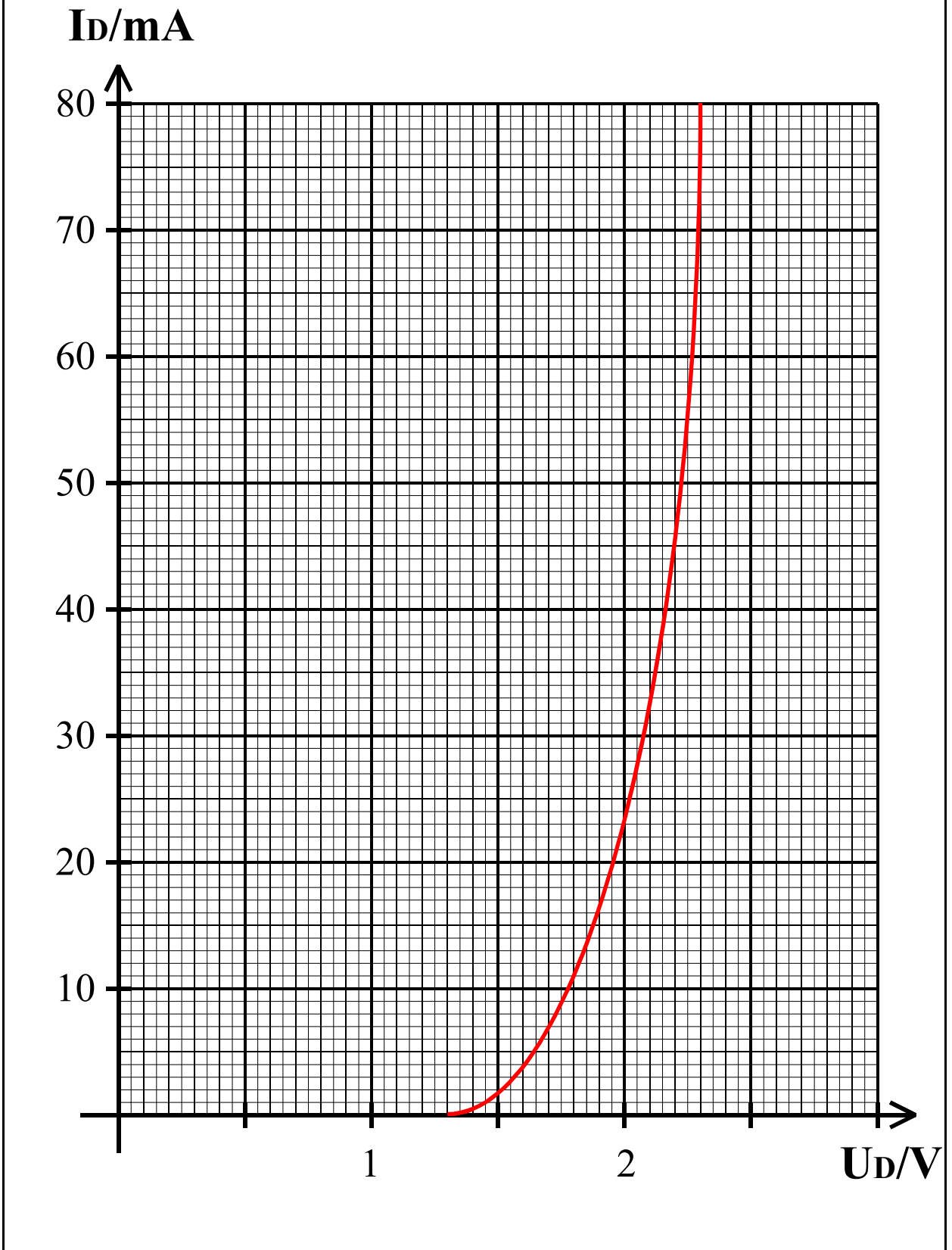


Abb. 12

# D<sub>3</sub>= LED - grün

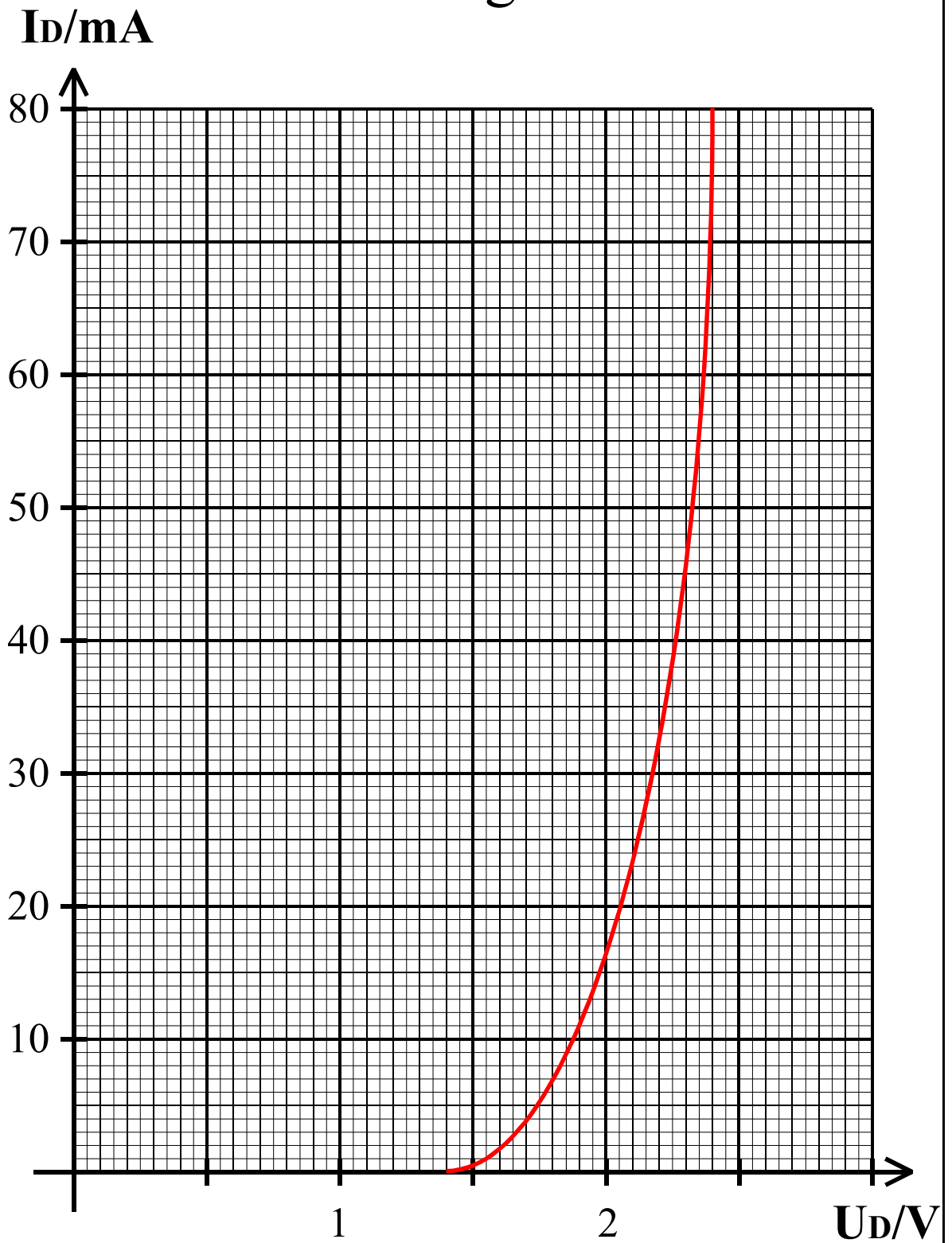


Abb. 13

## Ergebnisse der Kennlinienauswertung:

	$U_E$	R	$U_A [= U_D]$	$I_A [= I_D] = I_R$	$U_R = U_E - U_A$
Diode 1 Si.-Diode	5V	50Ω			
	3V	50Ω			
	2V	50Ω			
Diode 2 LED rot	3V	80Ω			
	3V	50Ω			
	3V	40Ω			
Diode 3 LED-grün	5V	80Ω			
	5V	50Ω			
	5V	40Ω			
	3V	80Ω			
	3V	50Ω			
	3V	40Ω			



# Lösungen:

## Lösung - Aufgabe 2.1.1.

### Gleichrichterschaltungen mit Halbleiterdioden

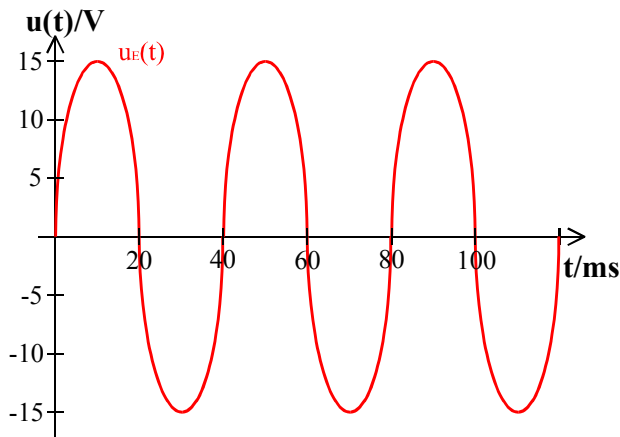


Abb. 14

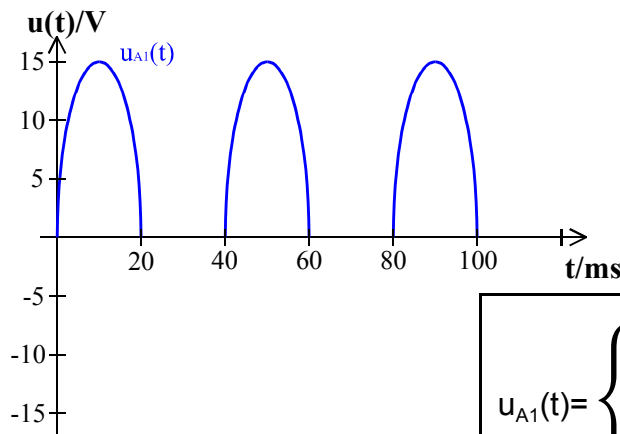


Abb. 15

$$u_{A1}(t) = \begin{cases} 15\text{V} \sin(157 \text{ s}^{-1} t) & \text{für } t \in [0, 20] \text{ ms} + kT \\ 0 & \text{für } t \in [20, 40] \text{ ms} + kT \end{cases}$$

mit  $T=40\text{ms}$  und  $k \in \mathbb{N} (0, 1, 2, \dots)$

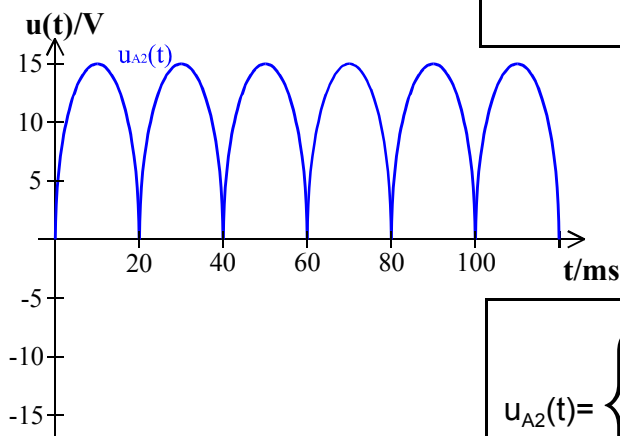


Abb. 16

$$u_{A2}(t) = \begin{cases} 15\text{V} \sin(157 \text{ s}^{-1} t) & \text{für } t \in [0, 20] \text{ ms} + kT \\ -15\text{V} \sin(157 \text{ s}^{-1} t) & \text{für } t \in [20, 40] \text{ ms} + kT \end{cases}$$

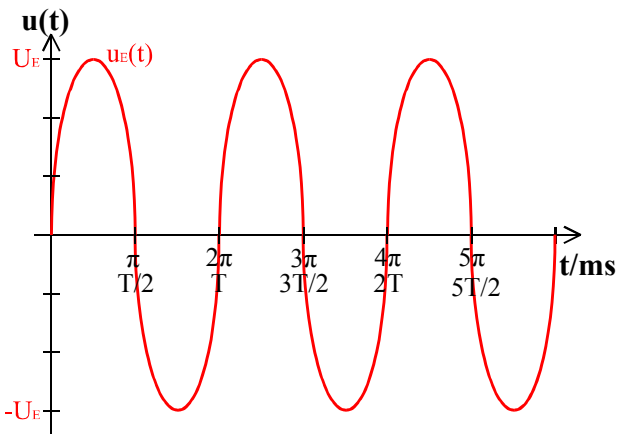
mit  $T=40\text{ms}$  und  $k \in \mathbb{N} (0, 1, 2, \dots)$

auch möglich:

$$u_{A2}(t) = |15\text{V} \sin(157 \text{ s}^{-1} t)| = 15\text{V} |\sin(157 \text{ s}^{-1} t)|$$

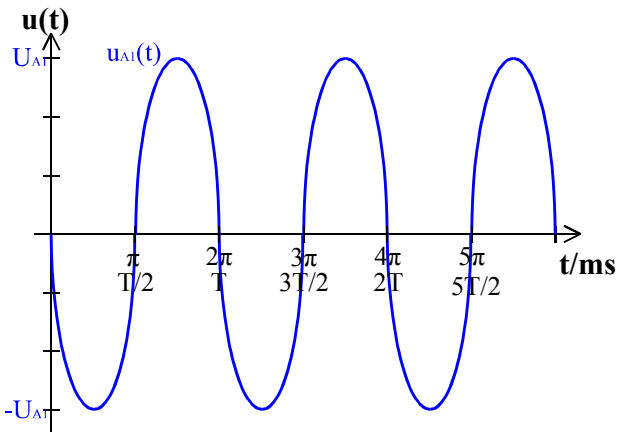
## Lösung - Aufgabe 2.1.2.

Die Ansteuerung einer PhasendrehSchaltung mittels sinusförmiger Spannungen



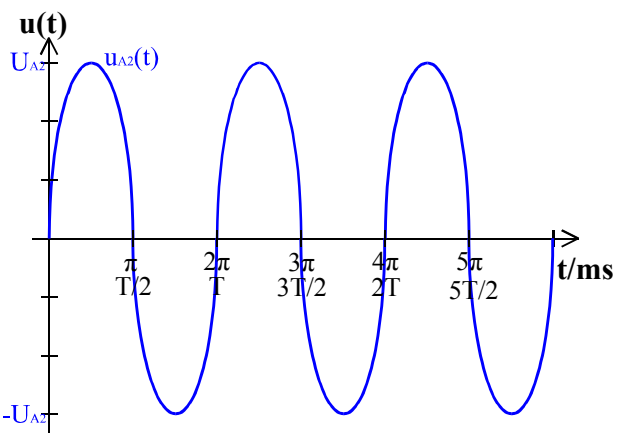
$$u_E(t) = 2V \sin(3,14 \text{ks}^{-1} t)$$

Abb. 17



$$\begin{aligned} u_{A1}(t) &= -2V \sin(3,14 \text{ks}^{-1} t) = 2V \sin(3,14 \text{ks}^{-1} t \pm \pi) \\ &= 2V \sin(3,14 \text{ks}^{-1} t \pm 180^\circ) = -u_E(t) \end{aligned}$$

Abb. 18



$$u_{A2}(t) = 2V \sin(3,14 \text{ks}^{-1} t) = u_E(t)$$

Abb. 19

Lösung - Aufgabe 2.1.3.

Der Arbeitspunkt einer Reihenschaltung von Widerstand und Halbleiterdiode

a) Diode 1  $U_{E1}, U_{E2}, U_{E3}$  mit  $R_2$

Werte:		
$D_1 = \text{Silizium-Diode}$	$U_{E1} = 5\text{V}$	$R_2 = 50\ \Omega$
	$U_{E2} = 3\text{V}$	
	$U_{E3} = 2\text{V}$	

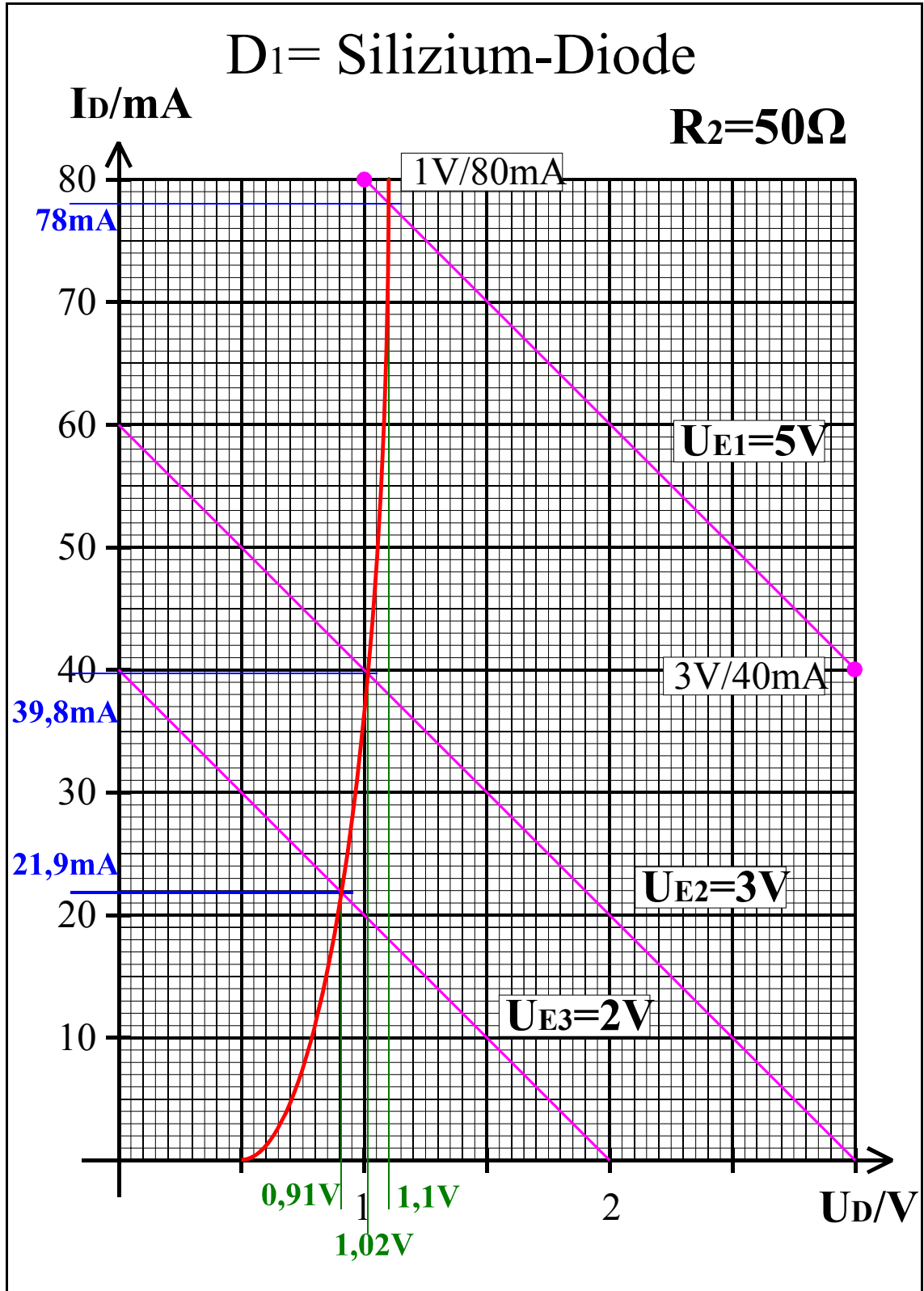


Abb. 20

Lösung - Aufgabe 2.1.3.

Der Arbeitspunkt einer Reihenschaltung von Widerstand und Halbleiterdiode

b) Diode 2  $U_{E2}$  mit  $R_1, R_2, R_3$

Werte:	$R_1 = 80 \Omega$
$D_2 = \text{LED-rot}$	$R_2 = 50 \Omega$
$U_{E2} = 3V$	$R_3 = 40 \Omega$

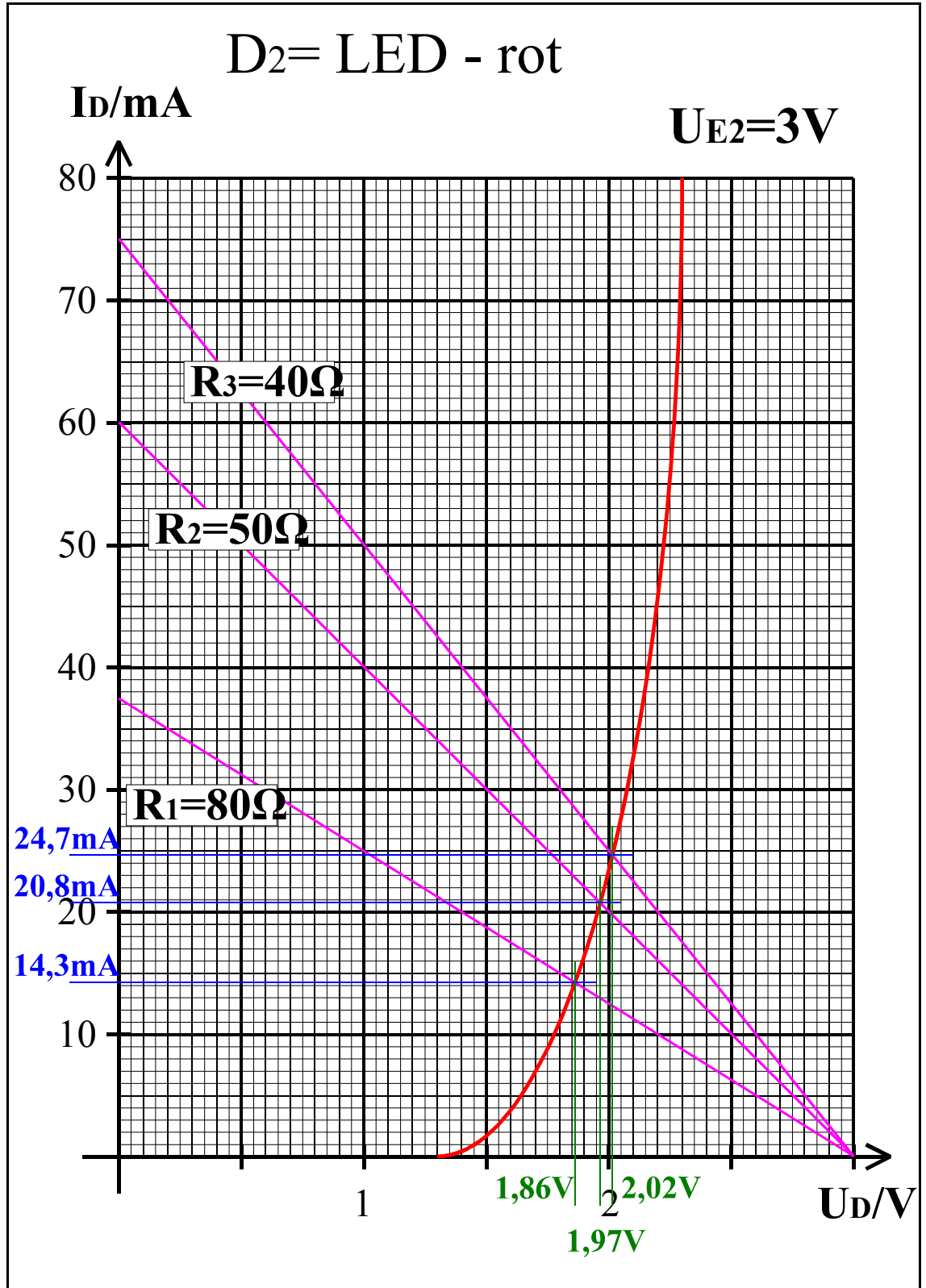


Abb. 21

Lösung - Aufgabe 2.1.3.

Der Arbeitspunkt einer Reihenschaltung von Widerstand und Halbleiterdiode

c) Diode 3  $U_{E1}$  mit  $R_1, R_2, R_3$   
 $U_{E2}$  mit  $R_1, R_2, R_3$

Werte:	$U_{E1} = 5V$	$R_1 = 80 \Omega$
	$U_{E2} = 3V$	$R_2 = 50 \Omega$
$D_3 = \text{LED-grün}$		$R_3 = 40 \Omega$

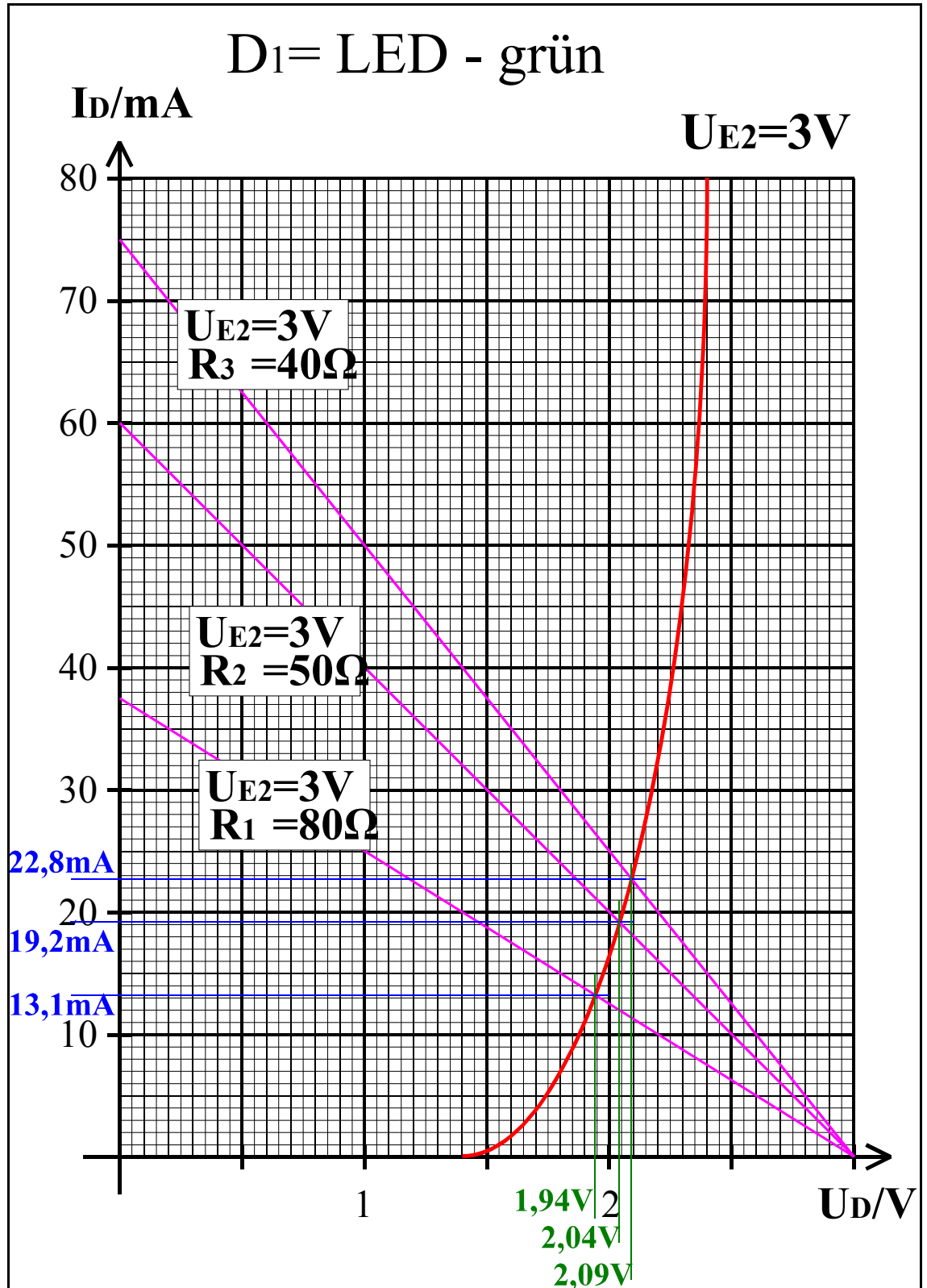


Abb. 22

# D<sub>1</sub> = LED - grün

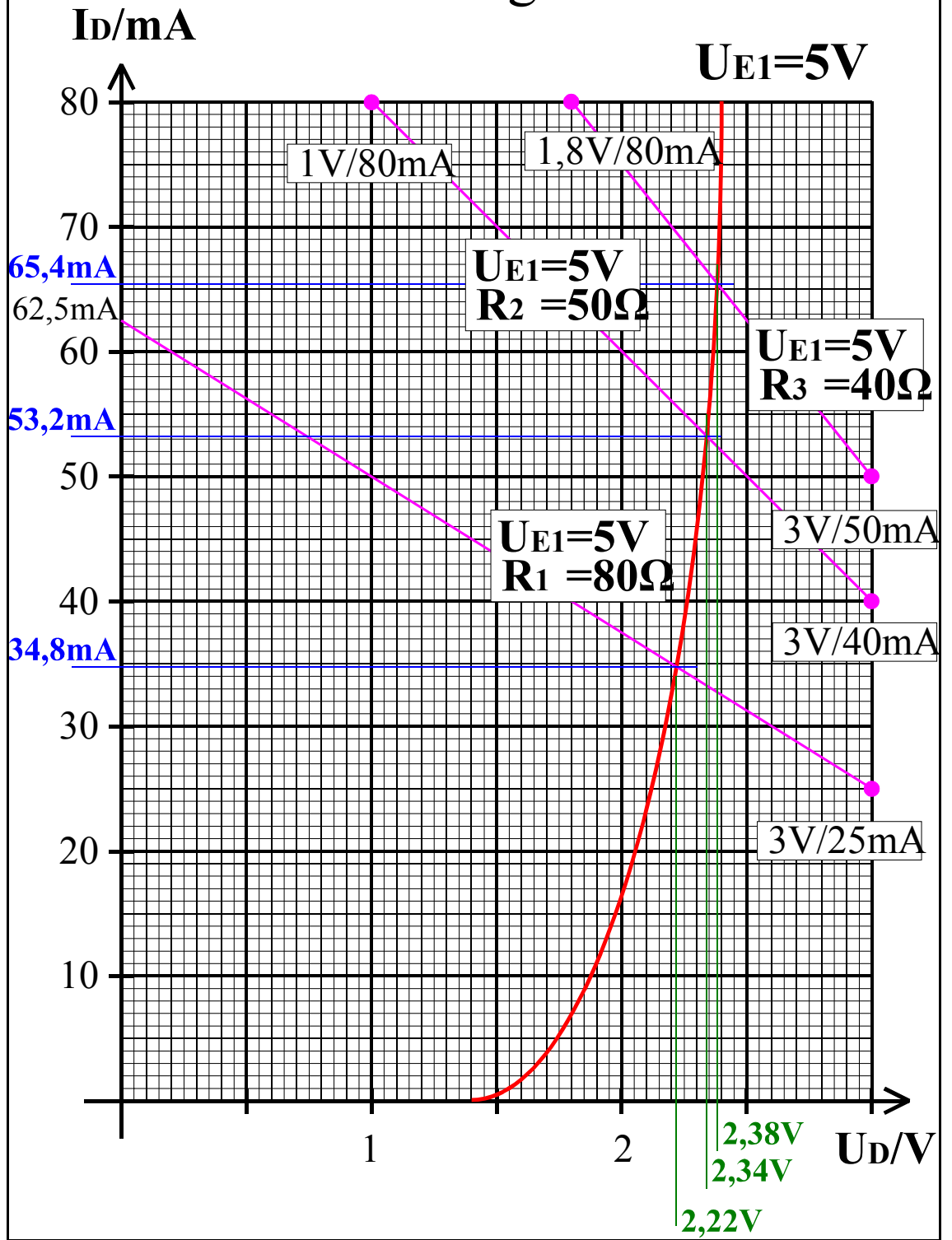


Abb. 23

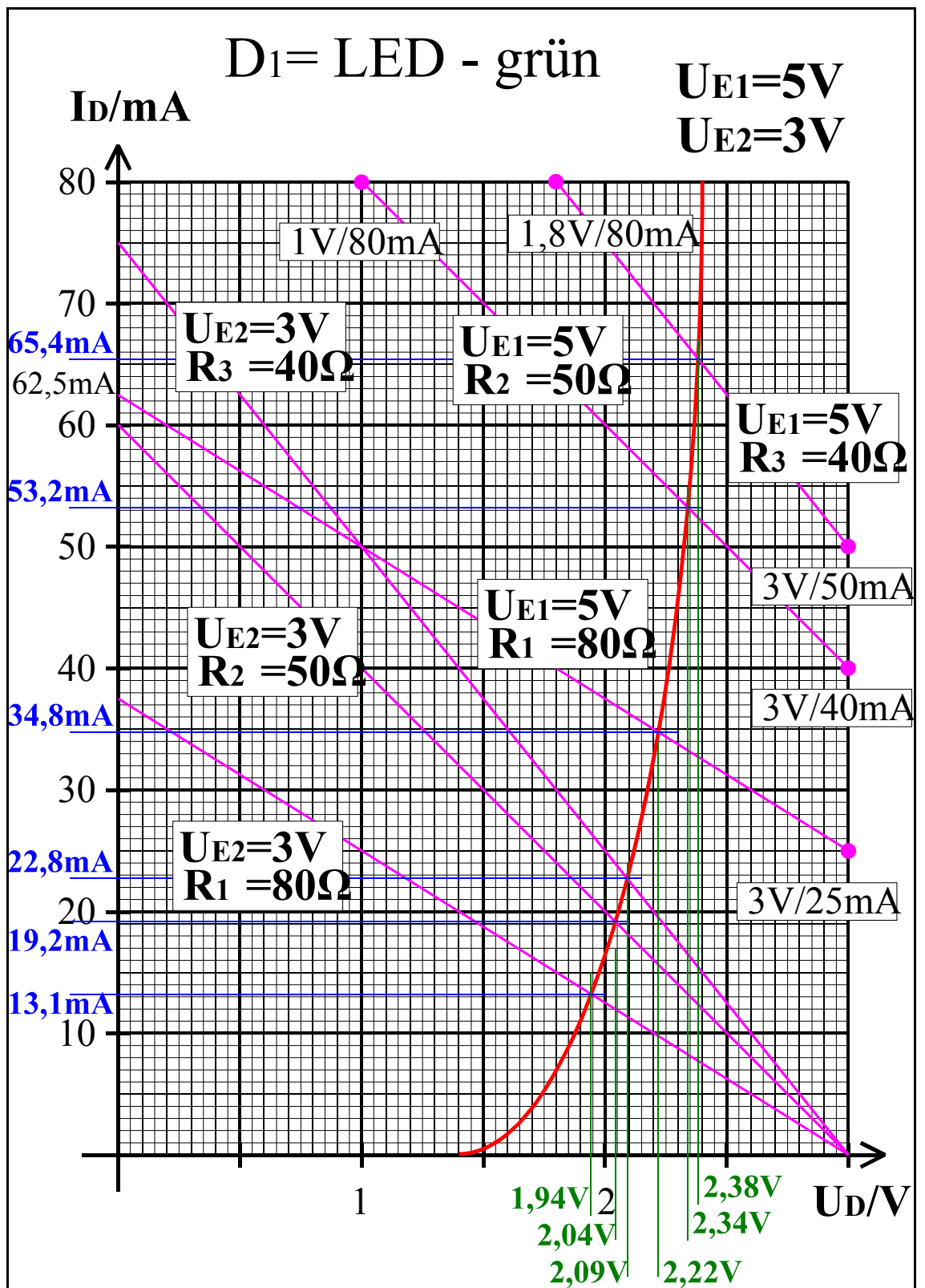


Abb. 24

**Ergebnisse der Kennlinienauswertung:**

	$U_E$	R	$U_A [= U_D]$	$I_A [= I_D] = I_R$	$U_R = U_E - U_A$
Diode 1 Si.-Diode	5V	50Ω	1,1V	78,0mA	3,9V
	3V	50Ω	1,02V	39,8mA	1,98V
	2V	50Ω	0,91V	21,9mA	1,09V
Diode 2 LED rot	3V	80Ω	1,86V	14,3mA	1,14V
	3V	50Ω	1,97V	20,8mA	1,03V
	3V	40Ω	<b>2,02V</b>	24,7mA	<b>0,98V</b>
Diode 3 LED-grün	5V	80Ω	2,22V	34,8mA	2,78V
	5V	50Ω	2,34V	53,2mA	2,66V
	5V	40Ω	2,38V	65,4mA	2,62V
	3V	80Ω	<b>1,94V</b>	<b>13,1mA</b>	<b>1,06V</b>
	3V	50Ω	2,04V	19,2mA	0,96V
	3V	40Ω	2,09V	22,8mA	0,91V