UNIVERSITÄT LEIPZIG

Institut für Informatik

Abt. Technische Informatik
Gerätebeauftragter
Dr. Hans-Joachim Lieske
Tel. [49] - 0341 - 97 32213
lieske@informatik.uni-leipzig.de

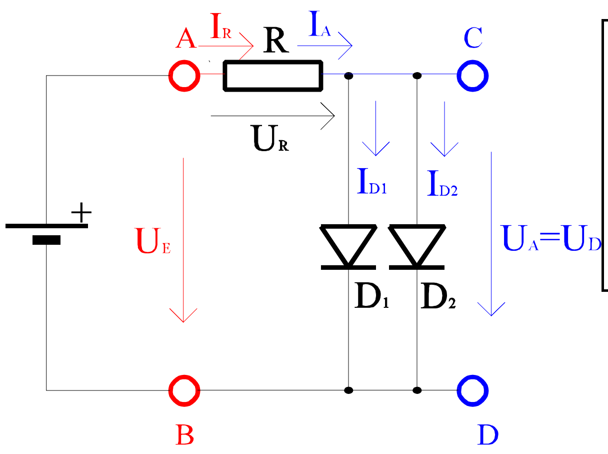
Aufgaben Technische Informatik II

2. Semester / Sommersemester 1999

Aufgabe 2.3.1. - Parallelschaltung von Halbleiterdioden

In integrierten Halbleiterschaltkreisen können zur Versteilerung der Kennlinie Parallelschaltungen von Dioden verwendet werden.
Für einfache Betrachtungen können Diodenkennlinien als Einheit von zwei Geraden approximiert werden.

Gegeben ist folgende Schaltung:



Werte:		
D_1 = Diode 1	U_E = 5V	R_1 = 62,5 Ω
D_2 = Diode 2		
und die Kennlinien der Dioden		

Abb. 1

Aufgabe:
Bestimmen Sie die Ausgangsspannung U_A, den Gesamtstrom durch die Dioden I_A sowie die Teilströme I_{D1} und I_{D2} durch die Dioden.

1. Konstruieren Sie die Ersatzkennlinie für die Parallelschaltung von Diode1 und Diode 2. Beachten Sie, daß sich hierbei die Ströme addieren.

2. Bestimmen Sie mit Hilfe der Ersatzkennlinie die Ausgangsspannung U_A und den Strom I_A für die Parallelschaltung der Dioden sowie die Spannung U_R und den Strom I_R über den Widerstand.

3. Bestimmen Sie aus den Einzelkennlinien die Teilströme I_{D1} und I_{D2} durch die Dioden D_1 und D_2.

Stellen sie die Ergebnisse in einer Tabelle dar.
Für die Intervalle sind explizite Werte anzugeben. Angaben wie "sonst" oder "Rest" sind nicht zulässig!

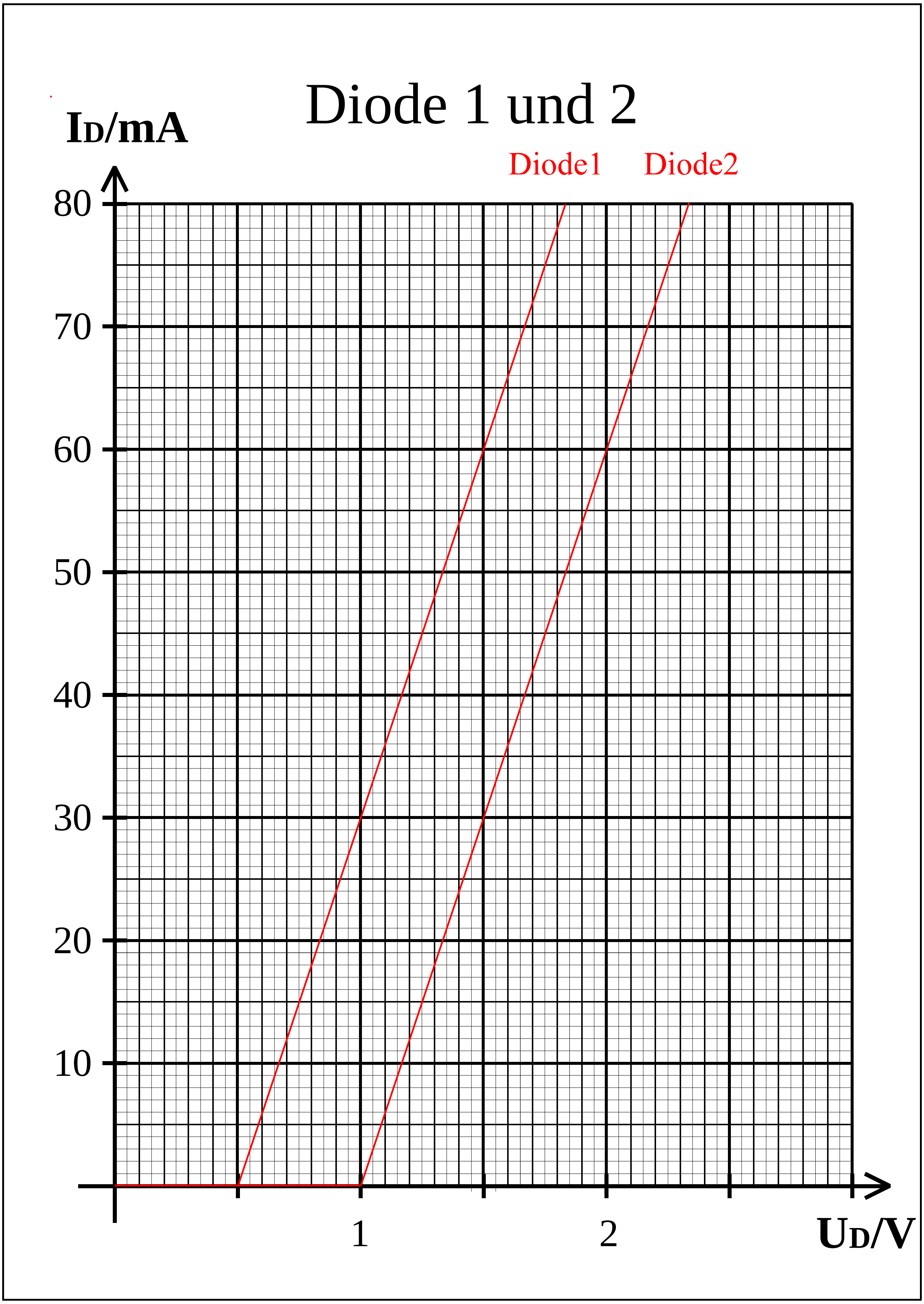


Abb. 2

Aufgabe 2.3.2. - Gleichspannungsstabilisatorschaltungen mit Halbleiterdioden

Eine Leuchtdiode soll für die Stabilisierung einer kleinen Gleichspannung verwendet werden.

Gegeben ist folgende Schaltung:

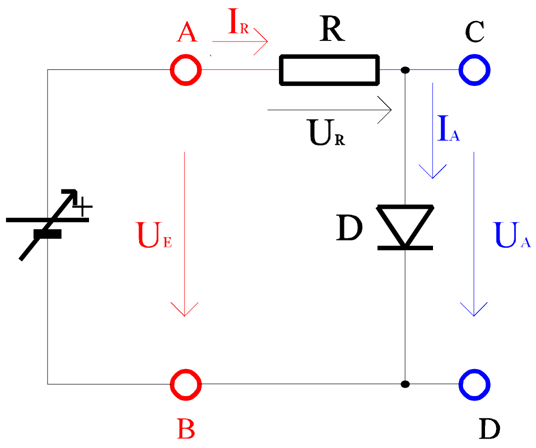


Abb. 3

Werte:
U_{E1max} = 5 V
$U_{E1mittel}$ = 4 V
U_{E1min} = 3 V
D_2 = LED grün
R_3 = 62,5 Ω

und die Kennlinie für der grünen Leuchtdiode

Aufgabe:
Bestimmen Sie den Stabilisierungsfaktor S der Schaltung

1. Bestimmen Sie die Eingangsspannungsdifferenz $\Delta U_{E1}=U_{E1max}-U_{E1min}$.

2. Bestimmen Sie die mittlere Ausgangsspannung U_A, die minimale Ausgangsspannung U_{Amin}, die maximale Ausgangsspannung U_{Amax} sowie die dazugehörigen Ströme I_A, I_{Amin}, I_{Amax}. Die Indizes richten sich dabei nach den Eingangspannungen!

3. Bestimmen Sie die Ausgansspannungsdifferenz $\Delta U_A=U_{Amax}-U_{Amin}$, sowie die Ausgangstromdifferenz $\Delta I_A=I_{Amax}-I_{Amin}$.

4. Bestimmen Sie den Stabilisierunfaktor $S=\Delta U_A/\Delta U_{E1}$.

Stellen Sie die Ergebnisse in einer Tabelle dar.
Für welche Geräte bzw. Baugruppen werden solche Stabilisierungsfaktoren angegeben?

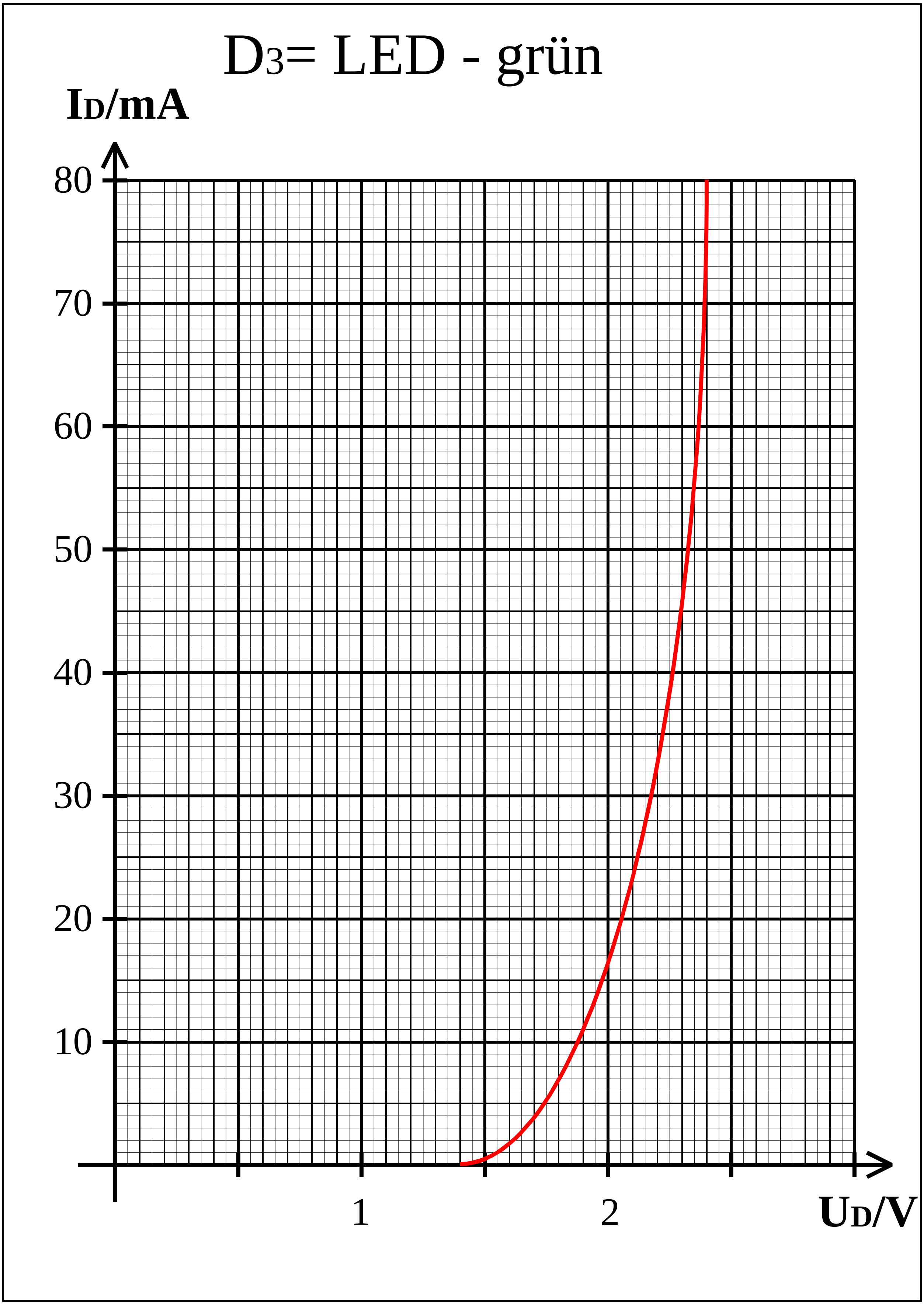


Abb. 4

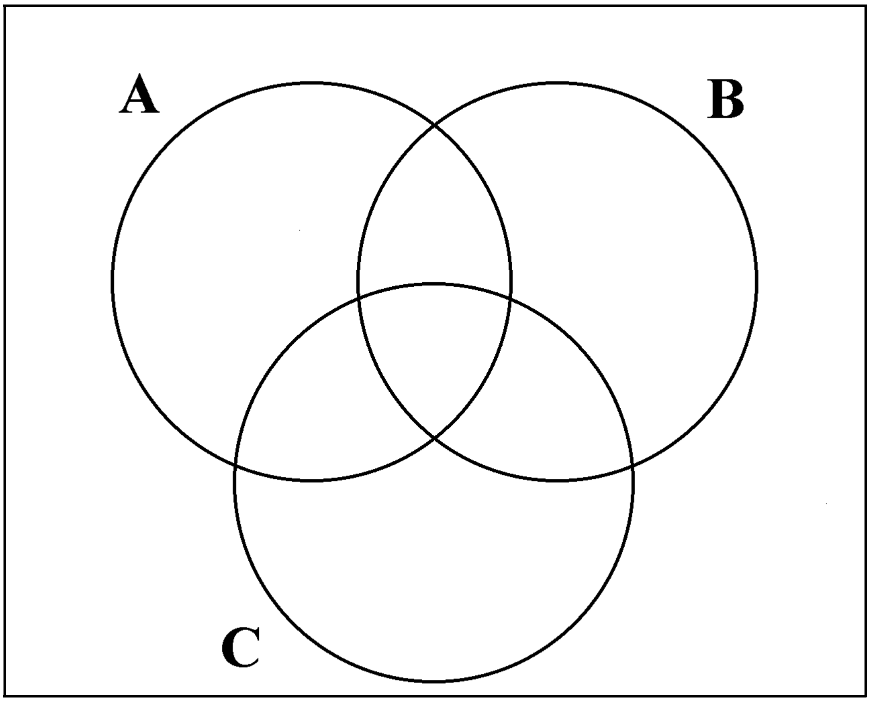
Aufgabe 2.3.3. - Verhalten logischer Schaltungen

Bestimmen Sie

1. die kanonisch disjunktive Normalform
2. die kanonisch konjunktive Normalform
3. das Venn-Diagrann
4. das Karnaugh-Veitch-Diagramm
5. das Zeitverhalten
6. Die Schaltung streng entsprechend der Ausgangsfunktion, sowie der kanonisch disjunktiven Normalform und der kanonisch konjunktive Normalform. Die einzelnen Inverterglieder sind explizit zu zeichnen (siehe Beispiel)

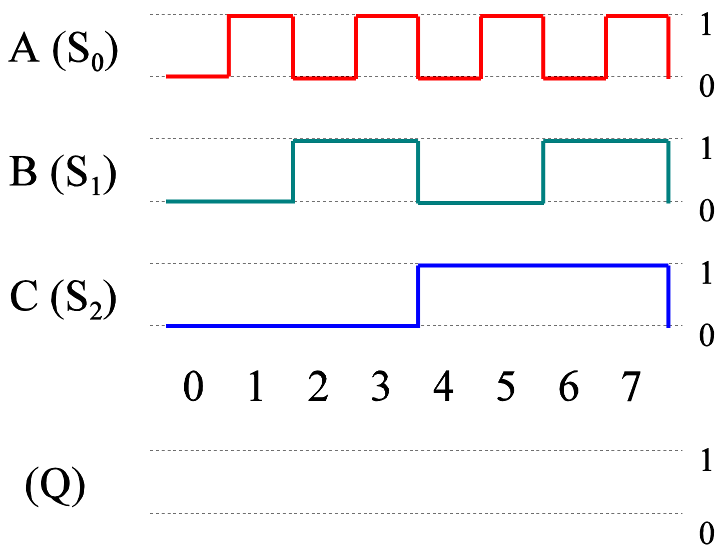
der folgenden logischer Funktionen:

1. $Q_1 = \neg\, [(A \vee B) \wedge C]$
2. $Q_2 = (A \vee C) \wedge \neg B$
3. $Q_1 = \neg\, (A \wedge B)$



	A - X_0					
	0	1	1	0		
					0	B X_1
					1	
	0	0	1	1		
	C - X_2					

Zeitverhalten logischer Schaltkreise



Normalformen		
Eingangsvariablen	Minterme	Maxterme
0 0 0		
0 0 1		
0 1 0		
0 1 1		
1 0 0		
1 0 1		
1 1 0		
1 1 1		

Beispiele:

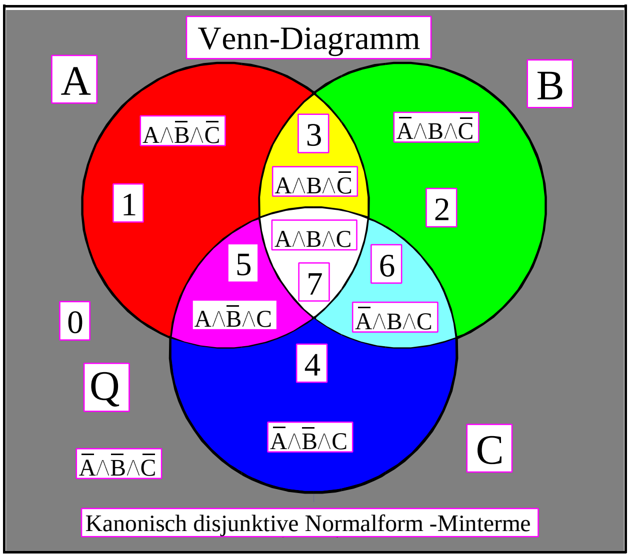


Abb. 7

Bei der Zuordnung von $A=2^0$, $B=2^1$ und $C=2^2$ ergeben sich im Venn-Diagramm folgende Zahlen.

0,1,2,3,4,5,6,7

	A - X_0					
	0	1	1	0		
	0	1	5	4	0	B X_1
	2	3	7	6	1	
	0	0	1	1		
	C - X_2					

Beispiel für folgende logische Gleichung: $Q = (A \lor B) \land \neg C$

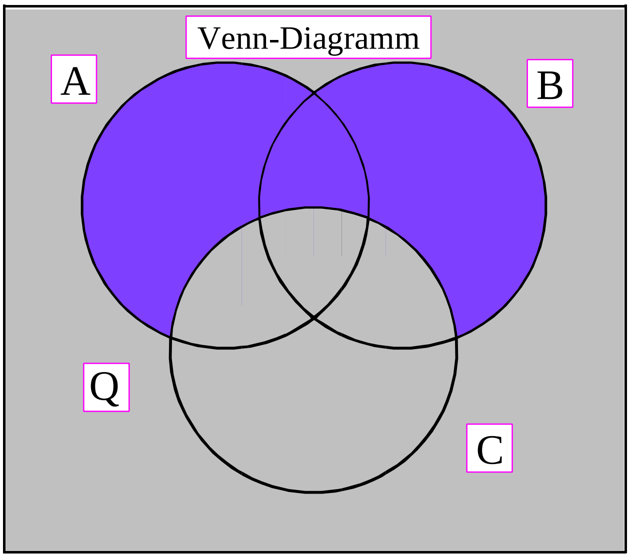
Normalformen		
Eingangsvariablen	Minterme	Maxterme
0 0 0		$A \lor B \lor C$
0 0 1	$A \land \neg B \land \neg C$	
0 1 0	$\neg A \land B \land \neg C$	
0 1 1	$A \land B \land \neg C$	
1 0 0		$A \lor B \lor \neg C$
1 0 1		$\neg A \lor B \lor \neg C$
1 1 0		$A \lor \neg B \lor \neg C$
1 1 1		$\neg A \lor \neg B \lor \neg C$

Kanonisch disjunktive Normalform:

$Q = A \land \neg B \land \neg C \;\lor\; \neg A \land B \land \neg C \;\lor\; A \land B \land \neg C$

Kanonisch konjunktive Normalform:

$Q = (\neg A \lor \neg B \lor \neg C) \;\land\; (A \lor \neg B \lor \neg C) \;\land\; (\neg A \lor B \lor \neg C) \;\land\; (A \lor B \lor \neg C) \;\land\; (A \lor B \lor C)$



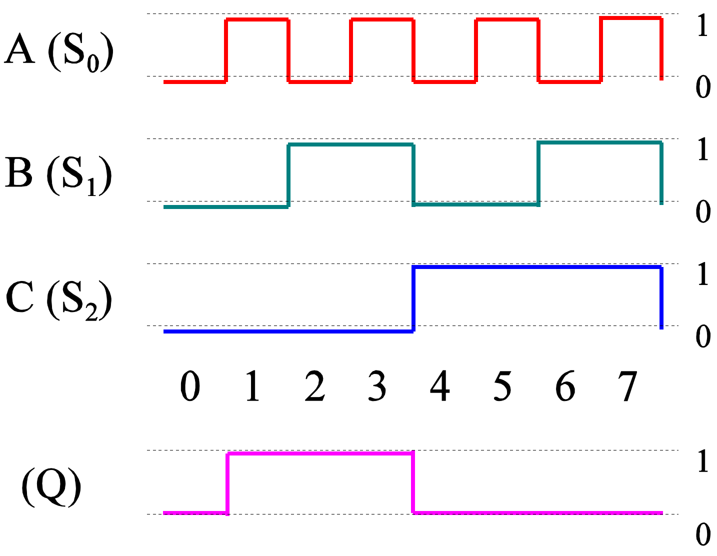
1,2,3

Abb. 8

	A - X_0					
	0	1	1	0		
	0	L	0	0	0	B X_1
	L	L	0	0	1	
	0	0	1	1		
	C - X_2					

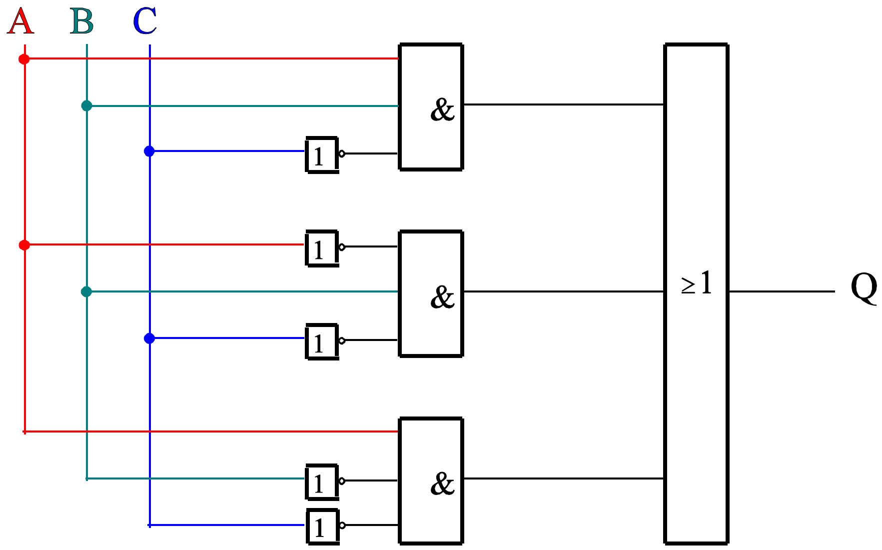
Zeitverhalten logischer Schaltkreise

$Q=(A \vee B) \wedge \neg C$



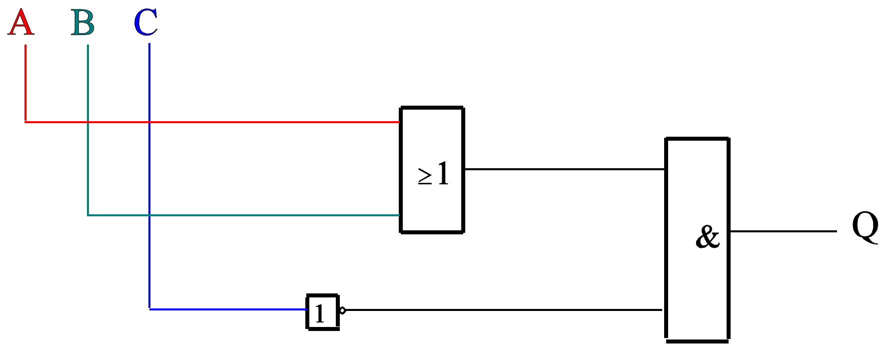
Schaltplan kanonisch disjunktive Normalform

$$Q = A \wedge \neg B \wedge \neg C \; \vee \; \neg A \wedge B \wedge \neg C \; \vee \; A \wedge B \wedge \neg C$$



Schaltplan der Ausgangsfunktion

$$Q = (A \vee B) \wedge \neg C$$



Bemerkung:

Berechnen Sie die Spannungen, Ströme sowiealle anderen zu berechnenden Größen auf insgesamt 4 Stellen genau!
Bei den abgelesenen Werten bei den Kennlinien reichen 3 Stellen. Verwenden Sie dabei die Präfixe!
Die Nichtbeachtung der Präfixe sowie der Rechengenauigkeit wird mit Punktabzug geahndet!

Beispiele: 2,345mA; 23,45µA; 234,5nA; 234,5nV; 23,45µV; 234,5V usw.

Anbei eine Übersicht der Präfixe:

Für unsere Berechnungen sind Präfixe mit einem Abstand von 10^3 wichtig.

Präfixe zur Kennzeichnung des Vielfachen von gesetzlichen Einheiten (dezimal)

Zeichen	Faktor	Bezeichnung
Y	10^{24}	Yotta
Z	10^{21}	Zetta
E	10^{18}	Exa
P	10^{15}	Peta
T	10^{12}	Tera
G	10^{9}	Giga
M	10^{6}	Mega
k	10^{3}	Kilo
m	10^{-3}	Milli
µ	10^{-6}	Mikro
n	10^{-9}	Nano
p	10^{-12}	Pico
f	10^{-15}	Femto
a	10^{-18}	Atto
z	10^{-21}	Zepto
y	10^{-24}	Yocto
h	10^{2}	Hekto
da	10^{1}	Deka
d	10^{-1}	Dezi
c	10^{-2}	Zenti

Tabelle 3

Lösung: Aufgabe 2.3.1.

Parallelschaltung von Halbleiterdioden

Bestimmen Sie die Ausgangsspannung U_A, den Gesamtstrom durch die Dioden I_A sowie die Teilströme I_{D1} und I_{D2} durch die Dioden.

1. Konstuieren Sie die Ersatzkennlinie für die Parallelschaltung von Diode1 und Diode 2. Beachten Sie, daß sich hierbei die Ströme addieren.

   Für die Konstruktion der Ersatzkennlinie wurden die Punkte 0,50V, 1,00V und 1,35 gewählt.

   Punkt 1: $U_{D1}=U_{D2}=0{,}50$ V $\quad I_{D1}=I_{D2}= 0$ mA

   Daraus folgt:

   $U_{ers}=0{,}5$ V $\quad I_{ers}=I_{D1}+I_{D2}= 0$ mA $+ 0$ mA$= 0$ mA

   Punkt 2: $U_{D1}=U_{D2}=1{,}00$ V $\quad I_{D1}=30$mA, $I_{D2}= 0$ mA

   Daraus folgt:

   $U_{ers}=1{,}00$ V $\quad I_{ers}=I_{D1}+I_{D2}= 30$ mA $+ 0$ mA$= 30$ mA

   Punkt 3: $U_{D1}=U_{D2}=1{,}35$ V $\quad I_{D1}=51$mA, $I_{D2}= 21$ mA

   Daraus folgt:

   $U_{ers}=1{,}35$ V $\quad I_{ers}=I_{D1}+I_{D2}= 51$ mA $+ 21$ mA$= 72$ mA

2. Bestimmen Sie mithilfe der Ersatzkennlinie die Ausgangsspannung U_A und den Strom I_A für die Parallelschaltung der Dioden sowie die Spannung U_R und den Strom I_R über den Widerstand.

U_E=5V

Die Widerstandsgeraden kann mittels folgender beider Punkte festgelegt werden:

$R_1=62{,}5\Omega$

Punkt 1: $U_A= 5$ V, $U_{R1}=0$V $\quad I_{R1}= 0$ mA

Punkt 2: $U_A=0$V, $U_{R1}= 5$ V $\quad I_{R1}= (U_A- U_E)/R_1=5V/62{,}5\Omega = 80$ mA

Da der erste Punkte nicht verfügbar sind, muß auf die Spannung 3V zurückgegriffen werden.

für $U_{p1}=3$V : $\quad I_{P1}=(U_{E1}-U_P)/R_2=(5V-3V)/62{,}5\Omega=2V/62{,}5\Omega=32$mA

Der Arbeitspunkt des Systems der Parallelschaltung der Dioden kann aus dem Schnittpunkt der Ersatzkennlinie mit der Widerstandsgeraden bestimmt werden.

$U_A= 1{,}25$ V $\quad I_A= 60$ mA

Die Spannung über dem Widerstand ergibt sich aus:

$U_{AR1}=U_E-U_A= 5V-1{,}25$ V$= 3{,}75$ V

Der Strom über den Widerstand ist gleich dem Strom über die Diodenkonfiguration.

$$U_{AR1}=I_A= 60 \text{ mA}$$

3. Bestimmen Sie aus den Einzelkennlinien die Teilströme I_{D1} und I_{D2} durch die Dioden D_1 und D_2.

   Um die Teilströme über die Dioden zu bestimmen muß auf die Kennlinien der Einzeldioden zurückgegangen werden.

   $I_A= I_{AD1}+ I_{AD2}= 60$ mA

   Da an beiden Dioden die gleiche Spannung anliegt ergibt sich für die Ströme:

   $I_{AD1}= 45{,}0$ mA

   $I_{AD2}= 15{,}0$ mA

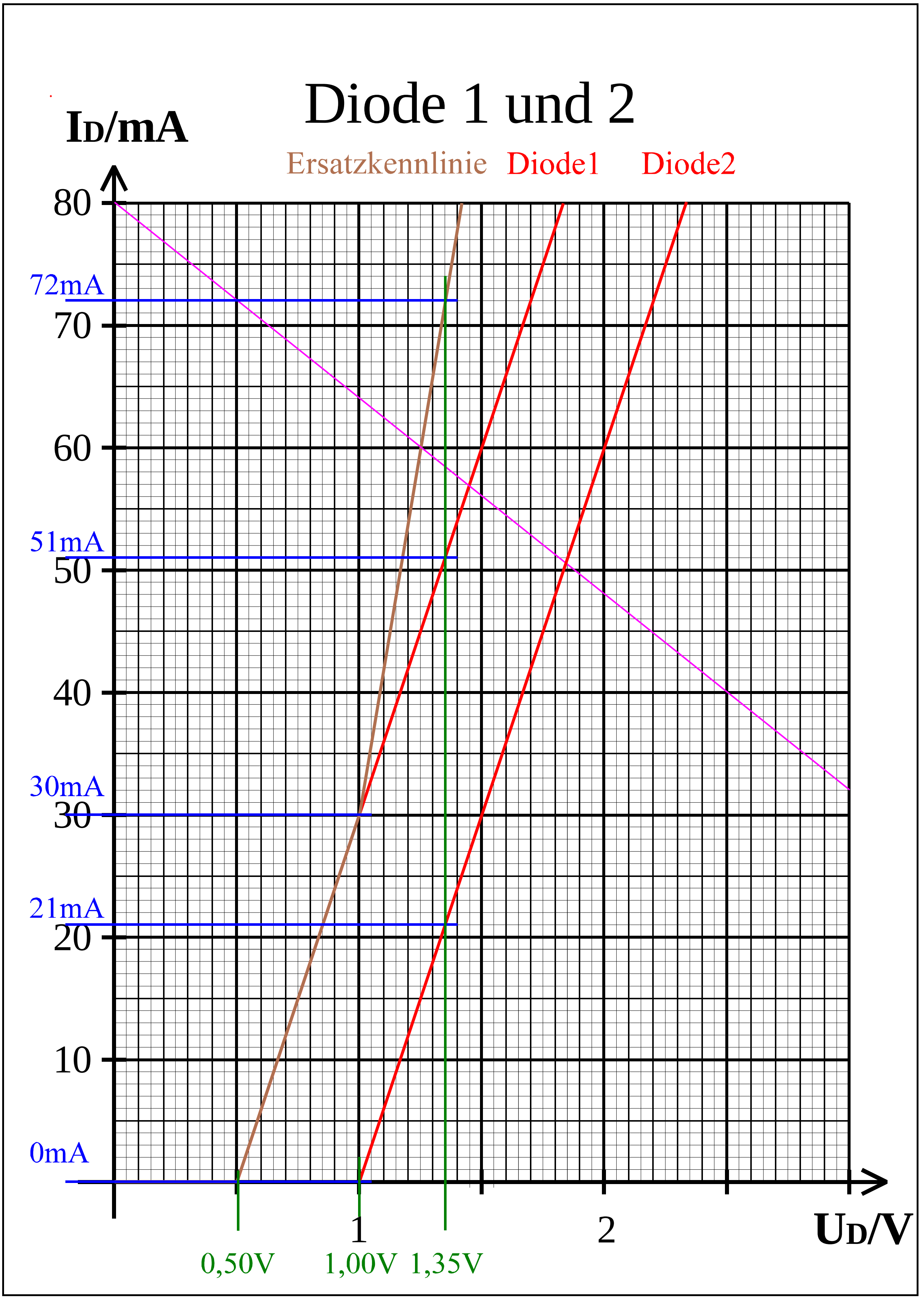
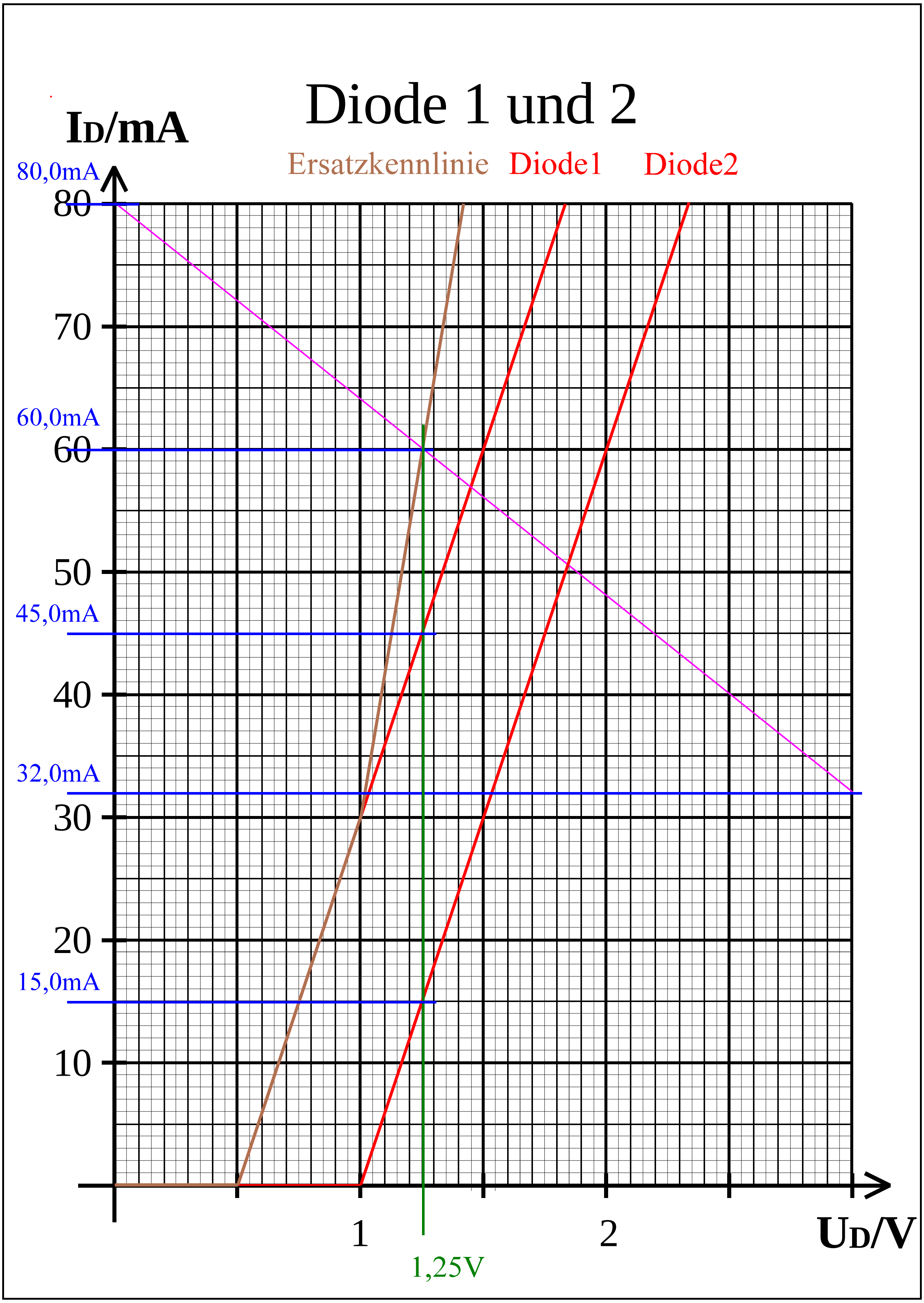

Diode 1 und 2
ID/mA
Ersatzkennlinie
Diode1
Diode2
80
72mA
70
60
51mA
50
40
30mA
30
21mA
20
10
0mA
1
2
UD/V
0,50V
1,00V
1,35V

Abb. 12



Diode 1 und 2
ID/mA
Ersatzkennlinie
Diode1
Diode2
80,0mA
60,0mA
45,0mA
32,0mA
15,0mA
80
70
60
50
40
30
20
10
1
2
1,25V
UD/V

Abb. 13

Lösung: Aufgabe 2.2.2.

Gleichspannungsstabilisatorschaltungen mit Halbleiterdioden

Bestimmen Sie den Stabilisierungsfaktor S der Schaltung

1. Bestimmen Sie die Eingangsspannungsdifferenz $\Delta U_{E1}=U_{E1max}-U_{E1min}$.

   $\Delta U_{E1}=U_{E1max}-U_{E1min}=5V-3V=\mathbf{2V}$

2. Bestimmen Sie die mittlere Ausgangsspannung U_A, die minimale Ausgangsspannung U_{Amin}, die maximale Ausgangsspannung U_{Amax} sowie die dazugehörigen Ströme I_A, I_{Amin}, I_{Amax}. Die Indizes richten sich dabei nach den Eingangspannungen!

2.1 Bestimmung der Punkte der Lastgerade

$U_{E1max}=5V$

Die Widerstandsgeraden kann mittels folgender beider Punkte festgelegt werden:

$R_1=62{,}5\Omega$

Punkt 1: $U_A= 5$ V, $U_{R1}=0V$ $I_{R1}= 0$ mA

Punkt 2: $U_A=0V$, $U_{R1}= 5V$ $I_{R1}= (U_E- U_A)/R_1=5V/62{,}5\Omega = 80$ mA

Da der erste Punkte nicht verfügbar sind, muß auf die Spannung 3V zurückgegriffen werden.

für $U_{p1}=3V$: $I_{P1}=(U_{E1}-U_P)/R_2=(5V-3V)/62{,}5\Omega=2V/62{,}5\Omega=32mA$

$U_{E1max}=4V$

Die Widerstandsgeraden kann mittels folgender beider Punkte festgelegt werden:

$R_1=62{,}5\Omega$

Punkt 1: $U_A= 4$ V, $U_{R1}=0V$ $I_{R1}= 0$ mA

Punkt 2: $U_A=0V$, $U_{R1}= 4V$ $I_{R1}= (U_E- U_A)/R_1=4V/62{,}5\Omega = 64mA$

Da der erste Punkte nicht verfügbar sind, muß auf die Spannung 3V zurückgegriffen werden.

für $U_{p1}=3V$: $I_{P1}=(U_{E1}-U_P)/R_2=(4V-3V)/62{,}5\Omega=1V/62{,}5\Omega=16mA$

$U_{E1max}=3V$

Die Widerstandsgeraden kann mittels folgender beider Punkte festgelegt werden:

$R_1=62{,}5\Omega$

Punkt 1: U_A= 3 V, U_{R1}=0V I_{R1}= 0 mA

Punkt 2: U_A=0V, U_{R1}= 3V $I_{R1}= (U_E- U_A)/R_1=3V/62{,}5\Omega = 48mA$

minimale Ausgangsspannung: U_{Amin} =**2,00V** I_{amin} = 16,0mA für U_{E1min} =3V
mittlere Ausgangsspannung: $U_{Amittel}$ =**2,17V** $I_{amittel}$ = 29,5mA für $U_{E1mittel}$ =4V
maximale Ausgangsspannung U_{Amax} =**2,28V** I_{amax} = 43,5mA für U_{E1max}=5V

3. Bestimmen Sie die Ausgansspannungsdifferenz $\Delta U_A=U_{Amax}-U_{Amin}$, sowie die Ausgangstromdifferenz $\Delta I_A=I_{Amax}-I_{Amin}$.

$\Delta U_A=U_{Amax}-U_{Amin}$=2,28V-2,00V=0,28V=**280mV**
$\Delta I_A=I_{Amax}-I_{Amin}$=43,5mA-16,0mA=**27,5mA**

4. Bestimmen Sie den Stabilisierunsfaktor $S=\Delta U_A/\Delta U_{E1}$.

$S=\Delta U_A/\Delta U_{E1}$=280mV/2V=0,140=**14,0%**

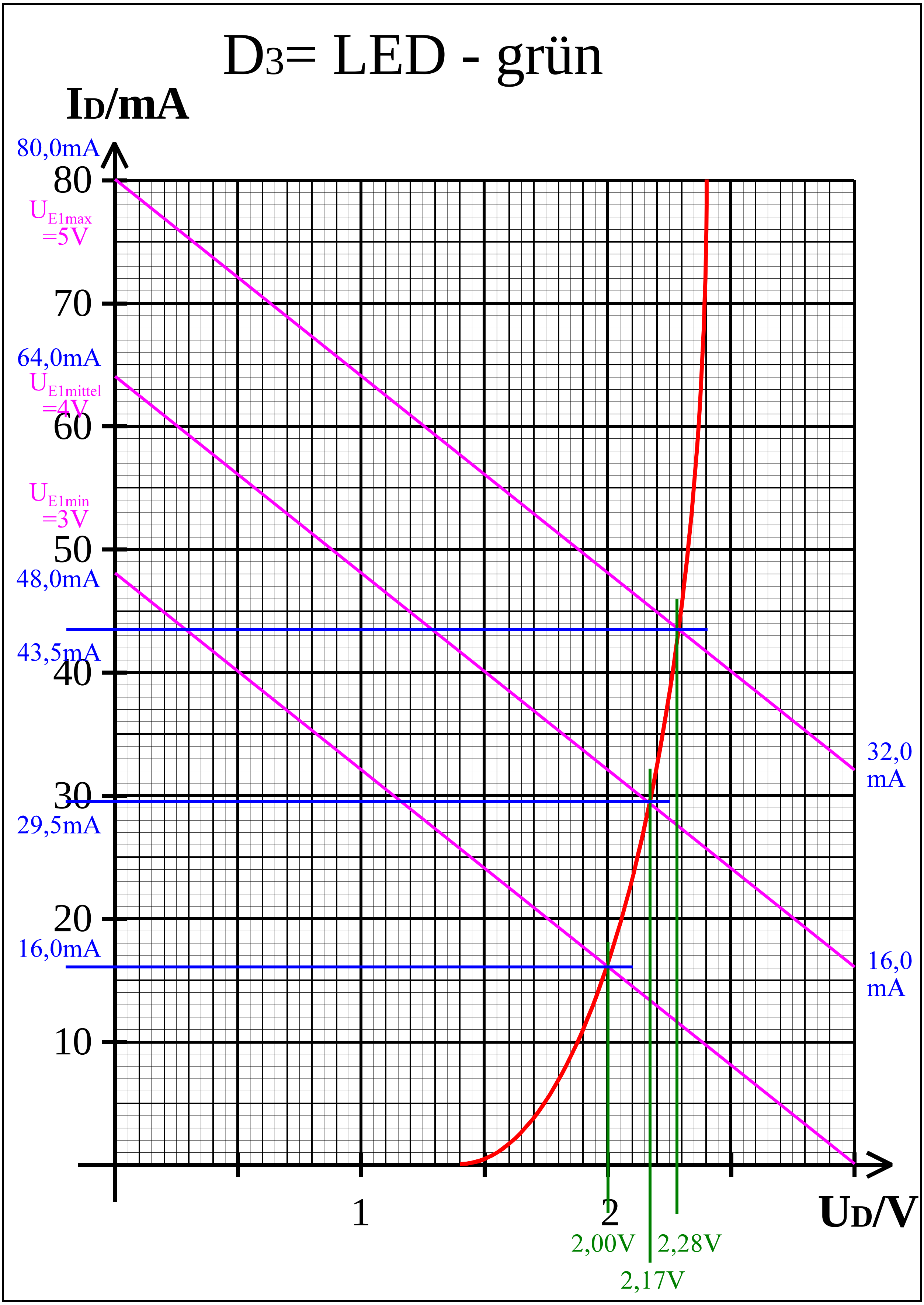

D3= LED - grün
ID/mA
80,0mA
80
UE1max
=5V
70
64,0mA
UE1mittel
=4V
60
UE1min
=3V
50
48,0mA
43,5mA
40
30
29,5mA
20
16,0mA
10
32,0
mA
16,0
mA
1
2
UD/V
2,00V
2,28V
2,17V

Abb. 14

Lösung: Aufgabe 2.2.3.

Verhalten logischer Schaltungen

1. logische Funktion: $Q_1 = \neg [(A \vee B) \wedge C]$

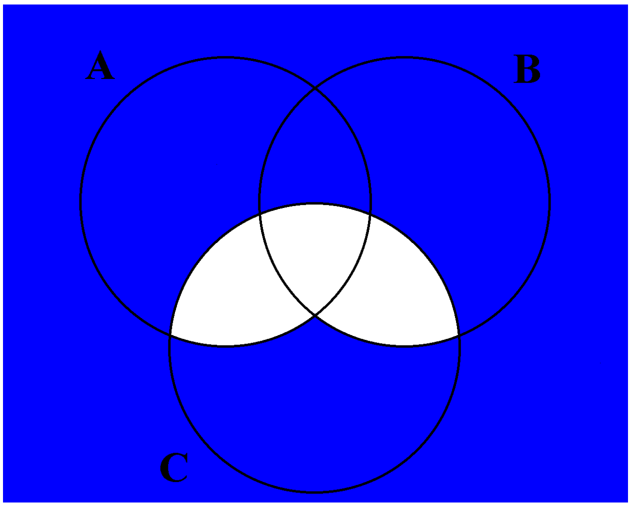
Normalformen		
Eingangsvariablen	Minterme	Maxterme
0 0 0	$\neg A \wedge \neg B \wedge \neg C$	
0 0 1	$A \wedge \neg B \wedge \neg C$	
0 1 0	$\neg A \wedge B \wedge \neg C$	
0 1 1	$A \wedge B \wedge \neg C$	
1 0 0	$\neg A \wedge \neg B \wedge C$	
1 0 1		$\neg A \vee B \vee \neg C$
1 1 0		$A \vee \neg B \vee \neg C$
1 1 1		$\neg A \vee \neg B \vee \neg C$

Kanonisch disjunktive Normalform:

$Q = \neg A \wedge \neg B \wedge \neg C \;\vee\; A \wedge \neg B \wedge \neg C \;\vee\; \neg A \wedge B \wedge \neg C \;\vee\; A \wedge B \wedge \neg C \;\vee\; \neg A \wedge \neg B \wedge C$

Kanonisch konjunktive Normalform:

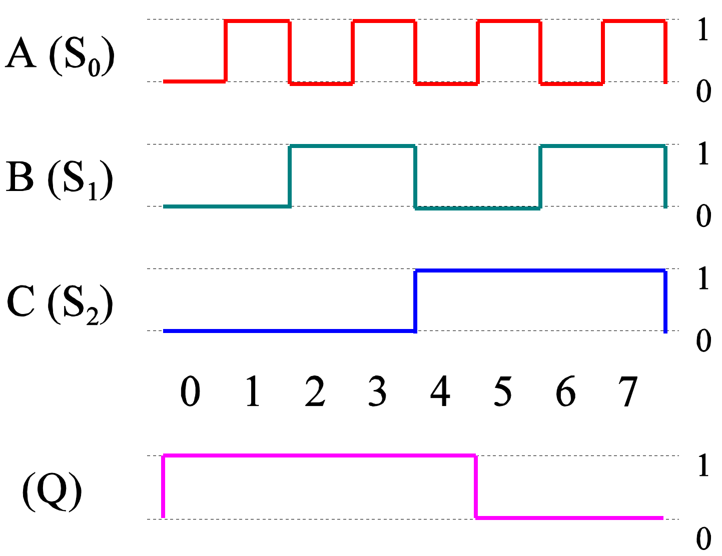
$Q = (\neg A \vee B \vee \neg C) \;\wedge\; (A \vee \neg B \vee \neg C) \;\wedge\; (\neg A \vee \neg B \vee \neg C)$



0,1,2,3,.4

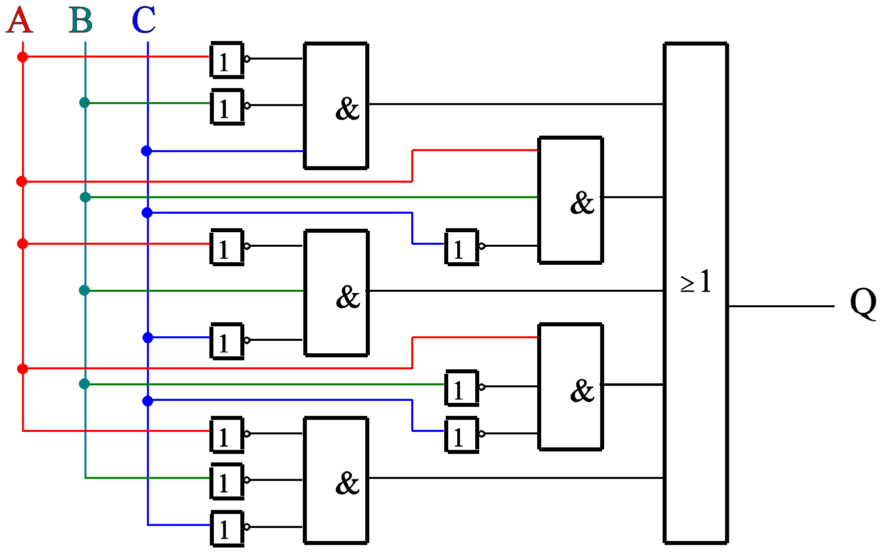
	A - X_0					
	0	1	1	0		
	L	L	0	L	0	B X_1
	L	L	0	0	1	
	0	0	1	1		
	C - X_2					

Zeitverhalten logischer Schaltkreise



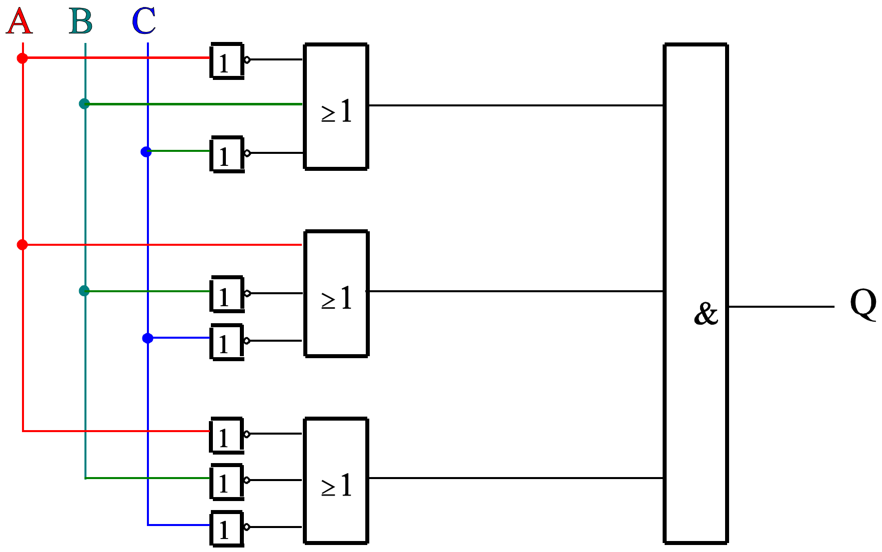
Schaltplan kanonisch disjunktive Normalform

$Q = \neg A \wedge \neg B \wedge \neg C \;\vee\; A \wedge \neg B \wedge \neg C \;\vee\; \neg A \wedge B \wedge \neg C \;\vee\; A \wedge B \wedge \neg C \;\vee\; \neg A \wedge \neg B \wedge C$



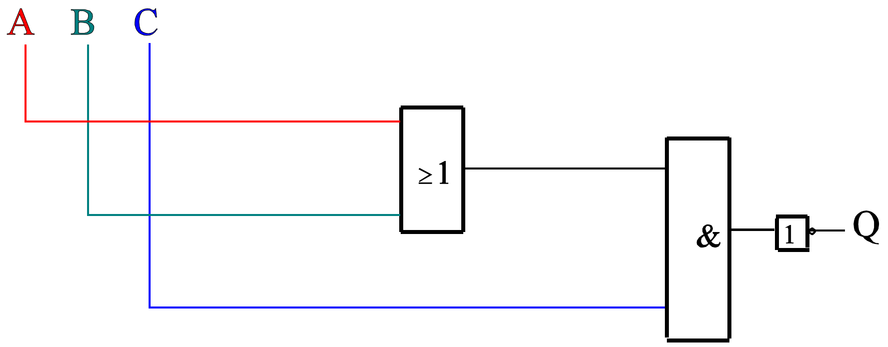
Schaltplan kanonisch konjunktive Normalform

$Q = (\neg A \vee B \vee \neg C) \;\wedge\; (A \vee \neg B \vee \neg C) \;\wedge\; (\neg A \vee \neg B \vee \neg C)$



Schaltplan der Ausgangsfunktion

$Q_1 = \neg\, [(A \vee B) \wedge C]$



2. logische Funktion: $Q_2 = (A \lor C) \land \neg B$

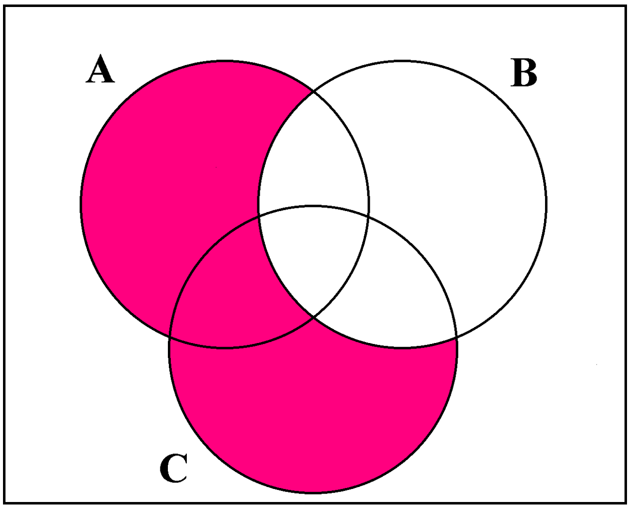
Normalformen		
Eingangsvariablen	Minterme	Maxterme
0 0 0		$A \lor B \lor C$
0 0 1	$A \land \neg B \land \neg C$	
0 1 0		$A \lor \neg B \lor C$
0 1 1		$\neg A \lor \neg B \lor C$
1 0 0	$\neg A \land \neg B \land C$	
1 0 1	$A \land \neg B \land C$	
1 1 0		$A \lor \neg B \lor \neg C$
1 1 1		$\neg A \lor \neg B \lor \neg C$

Kanonisch disjunktive Normalform:

$Q = A \land \neg B \land \neg C \ \lor \ \neg A \land \neg B \land C \ \lor \ A \land \neg B \land C$

Kanonisch konjunktive Normalform:

$Q = (A \lor B \lor C) \land (A \lor \neg B \lor C) \land (\neg A \lor \neg B \lor C) \land (A \lor \neg B \lor \neg C) \land (\neg A \lor \neg B \lor \neg C)$

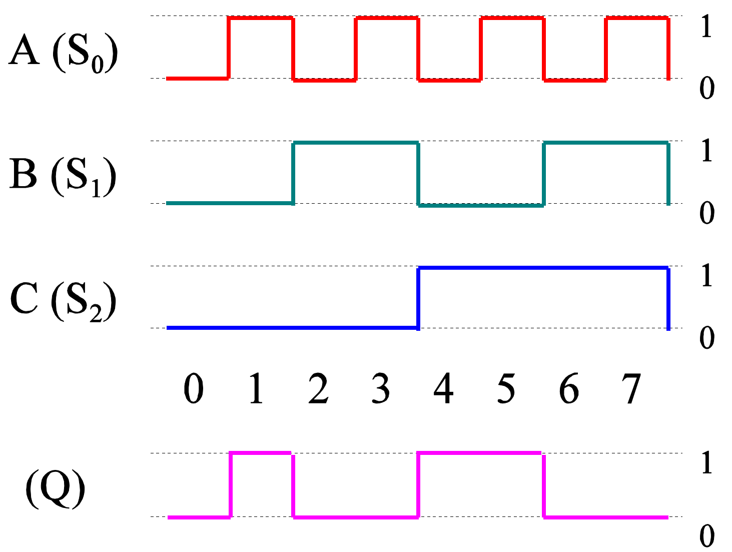


1,4,5

Abb. 20

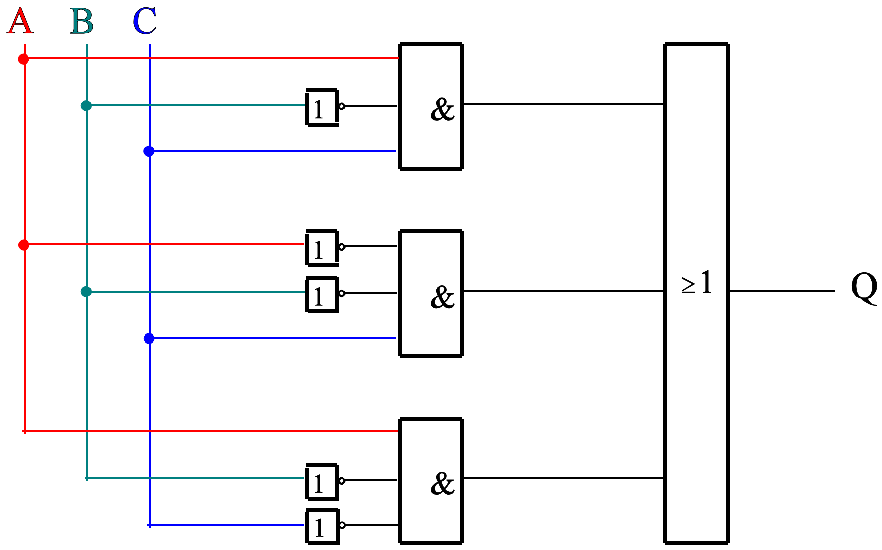
	A - X_0					
	0	1	1	0		
	0	L	L	L	0	B X_1
	0	0	0	0	1	
	0	0	1	1		
	C - X_2					

Zeitverhalten logischer Schaltkreise



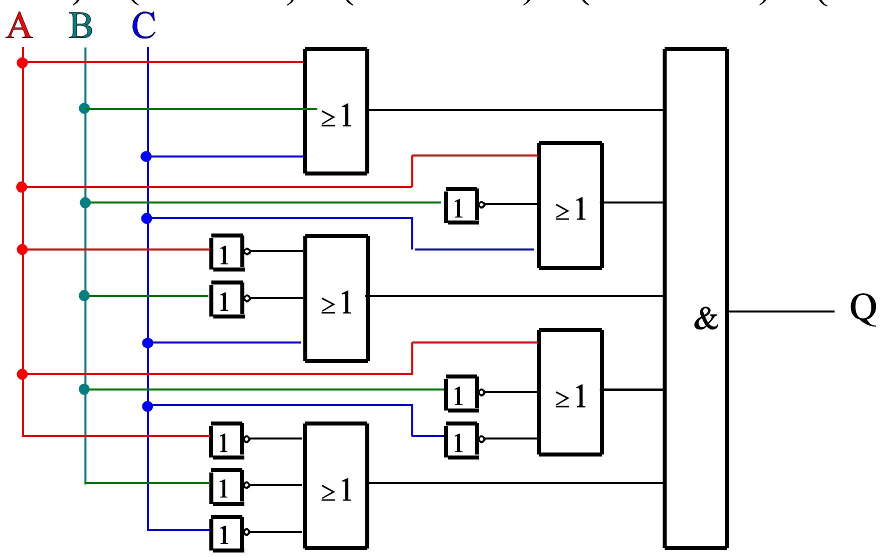
Schaltplan kanonisch disjunktive Normalform

$Q = A \wedge \neg B \wedge \neg C \;\vee\; \neg A \wedge \neg B \wedge C \;\vee\; A \wedge \neg B \wedge C$



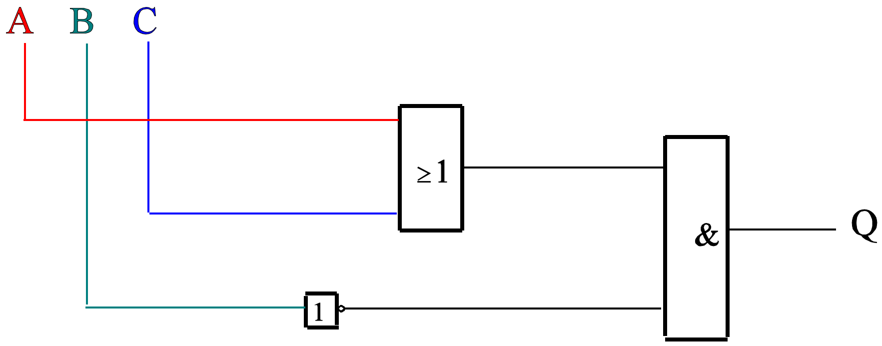
Schaltplan kanonisch konjunktive Normalform

$Q = (A \vee B \vee C) \wedge (A \vee \neg B \vee C) \wedge (\neg A \vee \neg B \vee C) \wedge (A \vee \neg B \vee \neg C) \wedge (\neg A \vee \neg B \vee \neg C)$



Schaltplan der Ausgangsfunktion

$$Q = (A \vee C) \wedge \neg B$$



3. logische Funktion: $Q_1 = \neg (A \wedge B)$

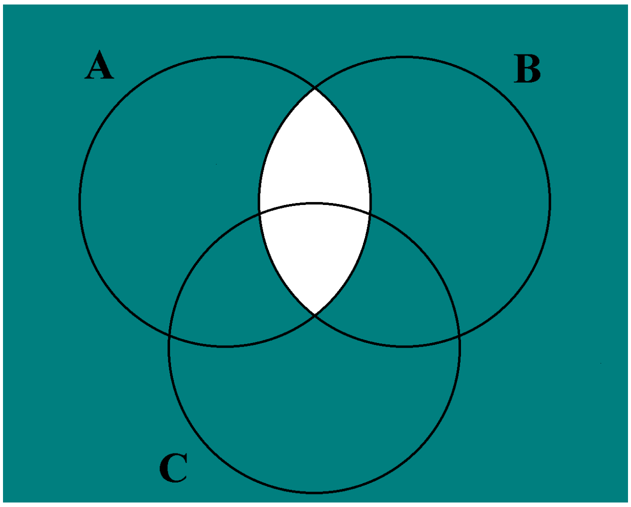
Normalformen		
Eingangsvariablen	Minterme	Maxterme
0 0 0	$\neg A \wedge \neg B \wedge \neg C$	
0 0 1	$A \wedge \neg B \wedge \neg C$	
0 1 0	$\neg A \wedge B \wedge \neg C$	
0 1 1		$\neg A \vee \neg B \vee C$
1 0 0	$\neg A \wedge \neg B \wedge C$	
1 0 1	$A \wedge \neg B \wedge C$	
1 1 0	$\neg A \wedge B \wedge C$	
1 1 1		$\neg A \vee \neg B \vee \neg C$

Kanonisch disjunktive Normalform:

$Q = \neg A \wedge \neg B \wedge \neg C \vee A \wedge \neg B \wedge \neg C \vee \neg A \wedge B \wedge \neg C \vee \neg A \wedge \neg B \wedge C \vee A \wedge \neg B \wedge C \vee \neg A \wedge B \wedge C$

Kanonisch konjunktive Normalform:

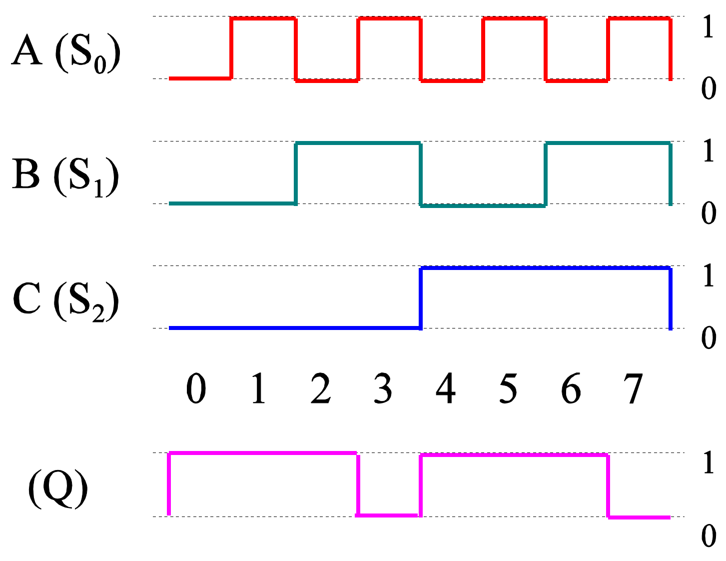
$Q = (\neg A \vee \neg B \vee C) \wedge (\neg A \vee \neg B \vee \neg C)$



0,1,2,4,5,6

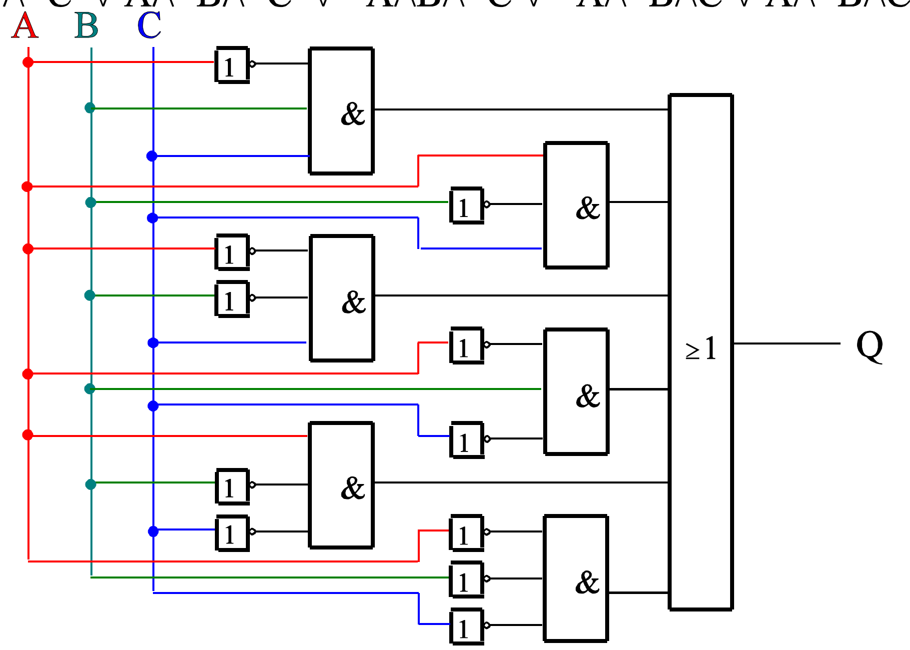
	A - X_0					
	0	1	1	0		
	L	L	L	L	0	B X_1
	L	0	0	L	1	
	0	0	1	1		
	C - X_2					

Zeitverhalten logischer Schaltkreise



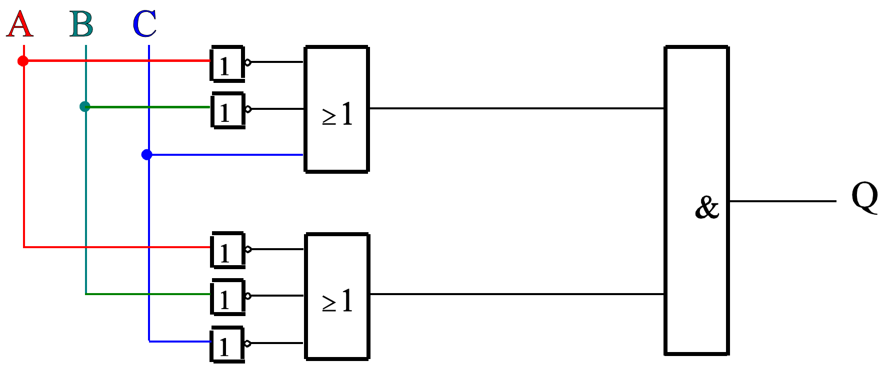
Schaltplan kanonisch disjunktive Normalform

$Q = \neg A \wedge \neg B \wedge \neg C \vee A \wedge \neg B \wedge \neg C \vee \neg A \wedge B \wedge \neg C \vee \neg A \wedge \neg B \wedge C \vee A \wedge \neg B \wedge C \vee \neg A \wedge B \wedge C$



Schaltplan kanonisch konjunktive Normalform

$Q = (\neg A \vee \neg B \vee C) \wedge (\neg A \vee \neg B \vee \neg C)$



Schaltplan der Ausgangsfunktion

$Q_1 = \neg (A \wedge B)$