

**Elektroniklabor**  
**Karl Heinz Domnick**  
 Großbüllesheimer Straße 14  
 D-53881 Euskirchen-Gbh

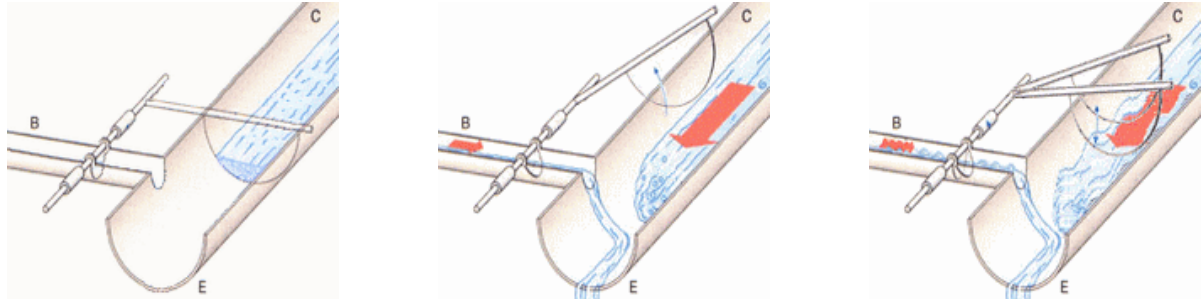
Fon: +49 (0) 22 51 - 14 79 29  
 Fax: +49 (0) 22 51 - 14 79 30  
 eMail: info@domnick-elektronik.de  
 Internet: www.domnick-elektronik.de

[Home](#) | [Elektronikseiten](#) | [HobbyElektronik](#) | [Elektroniklabor](#) | [Links](#) | [Impressum](#) | [AGB](#) | [Haftungsausschluß](#) | Aktuell: 03.03.2006 14:00 Uhr

## Transistor-Schaltungen

Weihnachten 1963, mein erster Elektronik-Baukasten: der KOSMOS Radiomann.

Im Begleitheft wurde die Funktion des damaligen Germanium-Transistors OC??? sehr gut verständlich mit folgenden drei Bildern erklärt:



Wenn in B kein Wasser fließt, bleibt die kleine Klappe zu und die große auch; es kann kein Wasser von C nach E fließen.

Wird in B die kleine Klappe durch Wasser geöffnet, geht auch die große Klappe auf; es fließt viel Wasser von C nach E.

Bewegt sich die kleine Klappe, öffnet die große Klappe entsprechend weit; Wasser fließt in unterschiedlicher Menge.

Transistoren sind aktive Halbleiter-Bauelemente. Als Grundstoff wird heute vorzugsweise Silizium verwendet, da ein Einsatz bei Temperaturen über 150 °C möglich ist. Germanium wurde in der Anfangszeit des Transistors eingesetzt, ist jedoch nur bis 85 °C verwendbar. Außerdem sind die weit höheren Restströme von Nachteil.

Ein Transistor besteht aus zwei Dioden: eine von der Basis zum Kollektor, eine zweite von der Basis zum Emmitter. Zeigen die beiden Dioden zur Basis, handelt es sich um einen PNP-Transistor, zeigen die Dioden weg von der Basis, ist es der wesentlich häufiger eingesetzte NPN-Transistor. An den Dioden-Übergängen bestehen Sperrschichten, die durch den Basisstrom beeinflusst werden. Wie die Bilder oben sehr schön zeigen, hat ein kleiner "Fluß" in der Basis einen großen "Fluß" von Kollektor zum Emmitter zur Folge.

Der Basis-Strom muß durch geeignete Maßnahmen begrenzt werden, da sonst bei Silizium-Transistoren, wo der Emmitter an GND (bei PNP-Transistoren an Plus) angeschlossen ist, ab einer Basis-Emmitter-Spannung von ca. 0,7 Volt der Strom sehr stark ansteigen und der Transistor zerstört würde. Bei Germanium-Transistoren beträgt die maximale Basis-Emmitter-Spannung ca. 0,2 Volt.

Die häufigste Methode der Strombegrenzung ist der Basis-Vorwiderstand.

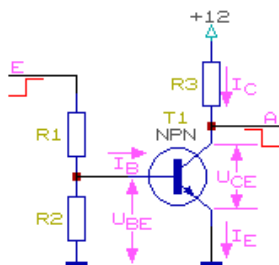
Bei einem Emmitter-Widerstand kann der Basis-Vorwiderstand entfallen, da sich durch den Emmitter-Strom ein Spannungsabfall einstellt, der die Emmitter-Spannung 0,7 Volt negativer als die Basis-Spannung hält.

Umgekehrt bedeutet dieses Verhalten, daß eine bestimmte Basis-Spannung eine um 0,7 Volt niedrigere Spannung am Emmitter mit einem entsprechenden Strom durch den Emmitter-Widerstand zur Folge hat.

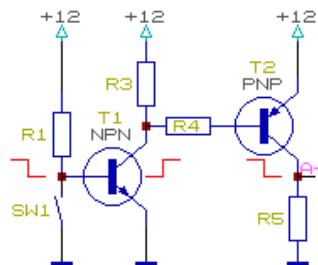
Neben der maximalen Basis-Emmitter-Spannung von 0,7 Volt (0,2 Volt bei Germanium) gibt es weitere Grenzdaten:

- $U_{CE}$  = maximale Kollektor-Emmitter-Spannung in Volt [V]
- $I_C$  = maximaler Kollektor-Strom in MilliAmpere [mA] oder Ampere [A]
- $I_B$  = maximaler Basis-Strom in MilliAmpere [mA]
- $P_{tot}$  = maximale Gesamt-Verlustleistung in Watt [W] ( $P = U \cdot I =$  Kollektor-Emmitter-Spannung  $\cdot$  Kollektor-Strom)
- $h_{FE}$  = Gleichstrom-Verstärkung ( $h_{fe} =$  Kollektor-Strom / Basis-Strom)
- $f$  = Grenz-Frequenz in MegaHertz [MHz]

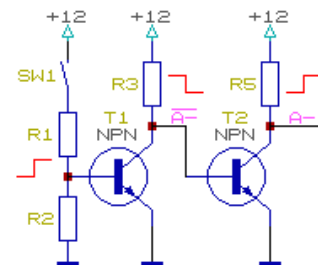
**NPN-Transistor**



**GND -- Plus-Schalter**



**Plus -- GND-Schalter**



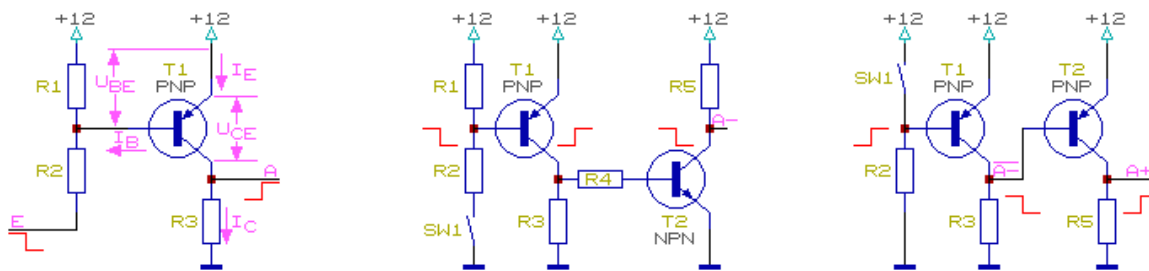
- NPN-Transistor**
- GND -- Plus-Schalter**
- Plus -- GND-Schalter**

[Seitenanfang](#)

**PNP-Transistor**

**GND -- GND-Schalter**

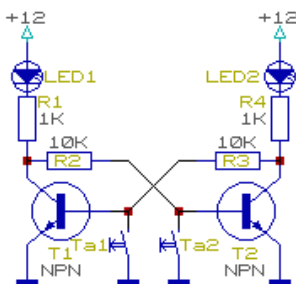
**Plus -- Plus-Schalter**



**PNP-Transistor**  
**GND -- GND-Schalter**  
**Plus -- Plus-Schalter**

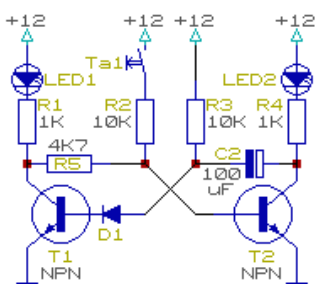
[Seitenanfang](#)  
**Kippstufen**

Wichtige Grundschaltungen der Elektronik sind Kippstufen. Es gibt die bistabile Kippstufe (Flip-Flop), monostabile Kippstufe (Mono-Flop, Zeitgeber), astabile Kippstufe (Multivibrator) und den Schmitt-Trigger.  
 Für Kippstufen werden heute fast ausschließlich integrierte Schaltungen verwendet.  
 Kippstufen lassen sich auch mit Operationsverstärkern oder digitalen Bausteinen aufbauen. Zeitbestimmende Glieder werden extern angeschlossen. Messungen innerhalb einer integrierten Schaltung sind praktisch unmöglich. Deswegen werden auf dieser Seite die Funktionsweisen in diskreter Bauweise beschrieben.



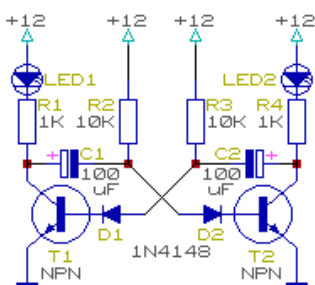
**Bistabile Kippstufe**

Die bistabile Kippstufe, auch Flipflop, bistabile Kippschaltung oder Speicherbaustein genannt, besitzt 2 (= bi) stabile Zustände. Sie kann vom ersten stabilen Zustand in den zweiten stabilen Zustand nur durch ein externes Signal gekippt werden und umgekehrt.  
 Die beiden verkoppelten Transistorstufen sind leicht unsymmetrisch, obwohl sie gleich aufgebaut sind; das liegt an den Bauteil-Toleranzen. Beim Einschalten der Betriebsspannung wird einer der beiden Transistoren schneller leitend sein und dadurch den anderen sperren.  
 Wenn z.B. T1 zuerst durchschaltet, liegen über R2 an der Basis von T2 ca. 0,2 Volt an; T2 bleibt weiter gesperrt. Dadurch kann über LED2, R4 und R3 ein Strom zur Basis von T1; T1 bleibt leitend.  
 Wird Taster Ta1 betätigt, liegen an der Basis von T1 0 V an; T1 sperrt. Dadurch kann über LED1, R1 und R2 ein Strom zur Basis von T2; T2 wird leitend. Über R3 bekommt die Basis von T1 nach loslassen des Tasters Ta1 ca. 0,2 V; T1 sperrt weiterhin.



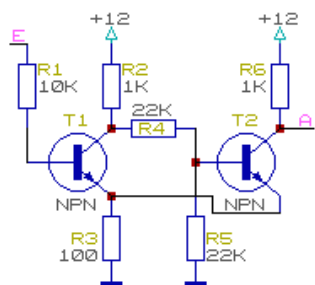
**Monostabile Kippstufe**

Die monostabile Kippstufe, auch Mono-Flop, monostabile Kippschaltung oder Univibrator genannt, besitzt nur einen (= mono) stabilen Zustand. Wird die monostabile Kippstufe von einem externen Signal in den 2. Zustand gekippt, so kippt sie nach einer Zeit, die durch die Größe von Kondensator und Widerstand bestimmt wird, wieder in den ersten Zustand zurück.  
 Im Grundzustand wird T1 über R3 und D1 durchgeschaltet, seine Kollektor-Spannung liegt bei ca. 0,2 V und sperrt über R5 den Transistor T2.  
 Bei Betätigung von Ta1 wird T2 leitend und die Kollektor-Spannung springt auf ca. 0,2 V. Bei diesem Spannungssprung entsteht durch den Kondensator an der Basis von T1 negatives Potential, wodurch T1 sperrt. D1 schützt den Transistor vor zu hoher negativer Spannung. Nach der Sperrung von T1 wird der Kondensator C2 über R3 umgeladen, bis kein negatives Potential mehr an der Basis von T1 anliegt. T1 wird wieder leitend und T2 sperrt (vorausgesetzt, Ta1 ist nicht mehr betätigt).



**Astabile Kippstufe**

Die astabile Kippstufe, auch Multivibrator, astabile Kippschaltung oder Rechteckgenerator genannt, besitzt keinen stabilen Zustand. Das bedeutet, die astabile Kippstufe kippt von einem Zustand in den anderen Zustand und wieder zurück, ohne äußere Einwirkung. Die Dauer der Kippzustände wird durch Kondensatoren und Widerstände bestimmt.  
 Bei beiderseitig gleichen Werten wird ein periodisches Rechtecksignal erzeugt.



**Schmitt-Trigger**

Die Schmitt-Trigger-Schaltung ist eine Kippschaltung mit bistabilem Charakter. Der Unterschied zur bistabilen Kippstufe besteht darin, daß der Schmitt-Trigger in Abhängigkeit der Höhe seiner Eingangsspannung umschaltet.  
 Erkennen kann man die Schmitt-Trigger-Schaltung am gemeinsamen Emitter-Widerstand (R3) von T1 und T2; er ist maßgeblich für das definierte Kippen der Schaltung.  
 Liegt die Eingangsspannung (= Basis-Spannung von T1) unterhalb der Emitter-Spannung an R3, bleibt die Schaltung im Grundzustand. Steigt die Eingangsspannung auf 0,7 Volt über der Emitter-Spannung an, kippt die Schaltung in den zweiten Zustand. Sinkt die Eingangsspannung wieder unter die Emitter-Spannung ab, kippt die Schaltung in den Grund-Zustand zurück.  
 Zwischen Ein- und Ausschalt-Spannung liegt eine Differenz, die Hysterese-Spannung. Sie ist abhängig vom Vorwiderstand R1. Bei 0 Ω, also bei reiner Spannungs-Steuerung, ist die Hysterese ca. 0,6 V, bei 15 kΩ beträgt sie ca. 0,2 V. Der Ausgang sollte nicht unmittelbar belastet werden, sondern einen weiteren Transistor ansteuern.

[Seitenanfang](#)

**Universal-Transistoren**

Typ		$U_{CE0}$	$I_C$	$h_{FE}$	$P_{tot}$	$f_T$
NPN / TUN		20V	100mA	100	0,1W	100MHz
PNP / TUP		20V	100mA	100	0,1W	100MHz

NPN / TUN	PNP / TUP	Gehäuse	Bild	NPN / TUN	PNP / TUP	Gehäuse	Bild	NPN / TUN	PNP / TUP	Gehäuse	Bild
BC 107	BC 177			BC 182	BC 212			BC 347	BC 350		
BC 108	BC 178	TO-18	-	BC 183	BC 213	SOT-30	-	BC 348	BC 351	TO-92 /	-
BC 109	BC 179			BC 184	BC 214			BC 349	BC 352	SOT-30	
BC 147	BC 157			BC 207	BC 204			BC 413	BC 415	TO-92 /	-
BC 148	BC 158	SOT-25	-	BC 208	BC 205	TO-106	-	BC 414	BC 416	SOT-54	-
BC 149	BC 159			BC 209	BC 206			BC 546	BC 556		
BC 167	BC 257			BC 237	BC 307			BC 547	BC 557		
BC 168	BC 258	TO-92 /	-	BC 238	BC 308	TO-92 /	-	BC 548	BC 558	TO-92 /	-
BC 169	BC 259	SOT-30		BC 239	BC 309	SOT-54		BC 549	BC 559	SOT-54	
BC 171	BC 251			BC 317	BC 320			BC 550	BC 560		
BC 172	BC 252	SOT-30	-	BC 318	BC 321	TO-92 /	-	BC 582	BC 512		
BC 173	BC 253			BC 319	BC 322	SOT-30		BC 583	BC 513	SOT-30	-
								BC 584	BC 514		

[Seitenanfang](#)