

Fenster [schließen](#)

Digitaltechnik

- [1. Einige Grundlagen](#)
 - [1.1 Signalpegel](#)
 - [1.2 Logische Schaltglieder](#)
 - [1.2.1 UND / AND - Gatter](#)
 - [1.2.2 ODER / OR - Gatter](#)
 - [1.2.3 NICHT / NOT - Gatter](#)
 - [1.2.4 NICHT-UND / NAND - Gatter](#)
 - [1.2.5 NICHT-ODER / NOR - Gatter](#)
 - [1.2.6 Exklusiv-ODER / XOR - Gatter](#)
 - [1.2.7 Inklusiv-ODER / XNOR - Gatter](#)
 - [1.2.8 Umformungen von Schaltgliedern](#)
 - [1.3 Unbenutzte Eingänge](#)
 - [1.3.1 Unbenutzte Eingänge von AND- und NAND-Gattern](#)
 - [1.3.2 Unbenutzte Eingänge von NOR-Gattern](#)
- [2. Einbau von ICs mit Stecksockel](#)
- [3. Koppelkondensatoren gegen unerwünschte Störungen](#)
- [4. Taster an einem Eingang](#)
- [5. Lange Zuleitung an einem Eingang](#)
- [6. Schalten von Leuchtdioden \(LEDs\)](#)

*

Einige Grundlagen

*

Signalpegel

Laut der Datenblätter der gängigsten integrierten digitalen Schaltungen der **74xxx**-Serie sind folgende Pegel definiert:

	Eingang	Ausgang
H-Signal	> +2,0V bis +5,0V	> +2,4V bis +5,0V
L-Signal	0V bis < +0,8V	0V bis < +0,4V

Die Bereiche

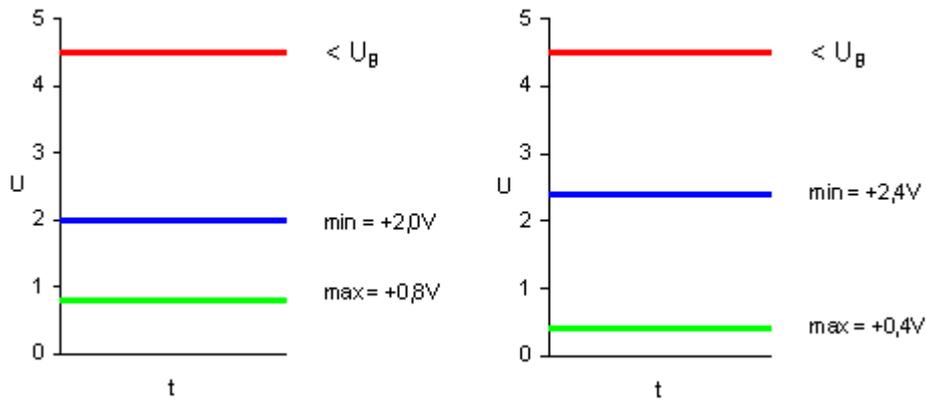
- zwischen +0,8V und +2,0V beim Eingang und
- zwischen +0,4V und +2,4V beim Ausgang

gelten als nicht definierte Zustände und sollten **immer** vermieden werden. Signale in diesen Bereichen können zu Fehlfunktionen der Schaltung führen.

Diese Spannungswerte können z.B. durch lange Leitungen (siehe unten) oder durch die Überschreitung des Fan-Out (Ausgangsbelastbarkeit = Anzahl der zu treibenden Eingänge; Standardausgänge können 10 Eingänge ansteuern, N=10) eines Gatters entstehen.

Eingangspiegel

Ausgangspiegel



typisches H(igh)-Signal: +3,4V

typisches L(ow)-Signal: +0,2V

Bei der Auslegung und Beschaltung der Ausgänge von ICs der Baureihe **74xxx** ist speziell bei der Ansteuerung von Schalttransistoren auf folgende maximale Ausgangswerte des Stromes zu achten:

		Standard-Bausteine	Buffer-Bausteine
H-Signal	$U_{\text{out}} = + 2,4V$	$I_{\text{OH}} = - 0,4mA$	$I_{\text{OH}} = - 1,2mA$
L-Signal	$U_{\text{out}} = + 0,4V$	$I_{\text{OL}} = 16mA$	$I_{\text{OL}} = 48mA$

*

Logische Schaltglieder

Im folgendem werden die wichtigsten Verknüpfungen vorgestellt. Aus diesen Verknüpfungen können alle Spezialanwendungen (z.B. Speicher- und Kippschaltungen; Frequenzteiler, Zähler und Schieberegister) erzeugt werden.

Bei den unten vorgestellten Gattern wird jeweils das entsprechende Schaltzeichen (Logiksymbol), eine kurze Funktionsbeschreibung, das Zustandsdiagramm, die Wahrheitstabelle und ein paar Beispiele für die Pinbelegung von einigen ICs dargestellt.

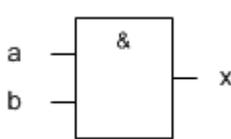
Die ICs gibt es in unterschiedlichen Ausführungen - so genannte Schaltkreisfamilien - (eine kleine Auswahl):

TTL	Transistor-Transistor-Logic gängigste Schaltkreisfamilie 74xxx	L	Low Power-TTL geringere Leistungsaufnahme 74Lxxx
S	Schottky-TTL kürzere Signal-Laufzeiten 74Sxxx	AS	Advanced Schottky-TTL besserer Kompromiss zwischen Verlustleistung und Geschwindigkeit 74ASxxx
LS	Low Power Schottky-TTL - geringere Leistungsaufnahme - kürzere Signal-Laufzeiten 74LSxxx	ALS	Advanced Low Power Schottky-TTL besserer Kompromiss zwischen Verlustleistung und Geschwindigkeit 74ALSxxx

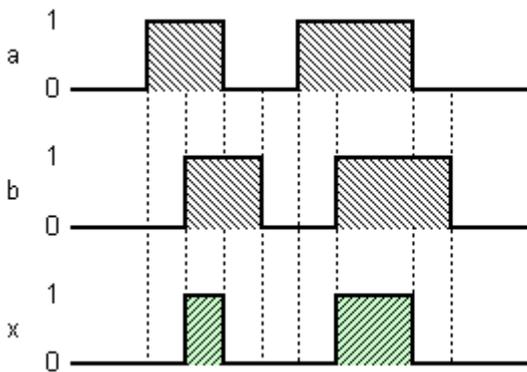
<p>Metal Gate CMOS Vorteile: - großer Versorgungsspannungsbereich - hohe Störsicherheit - geringe Ruheverlustleistung Nachteile: - niedrige Schaltgeschwindigkeit - geringe Ausgangs-Treiberleistung - frequenzabhängige Verlustleistung 4000</p>	<p>HC Silicon Gate High Speed CMOS - Arbeitsgeschwindigkeit wie bei 74LS - sehr viel kleinere Verlustleistung 74HCxxx</p>
---	--

*

UND / AND - Gatter



Nur wenn **beide** Eingangssignale 1-Signal führen, schaltet der Ausgang auf 1-Signal.



Eingänge		Ausgang
a	b	x
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

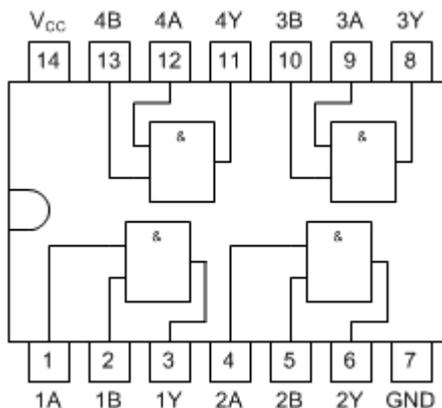
Einige typische ICs:

7408 mit 2 Eingängen

7421 mit 4 Eingängen

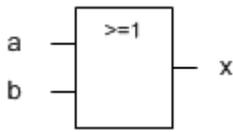
7411 mit 3 Eingängen

Beispiel:
Pinbelegung des 7408

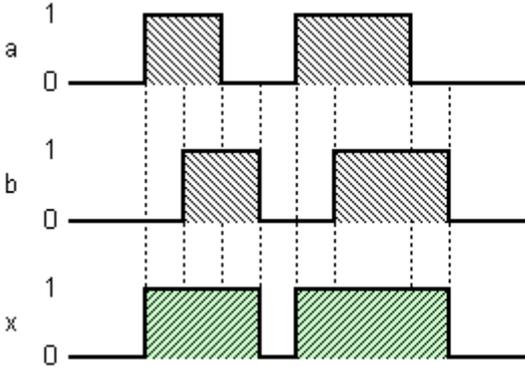


*

ODER / OR - Gatter



Sobald eines der beiden Eingangssignale 1-Signal führt, schaltet der Ausgang auf 1-Signal.

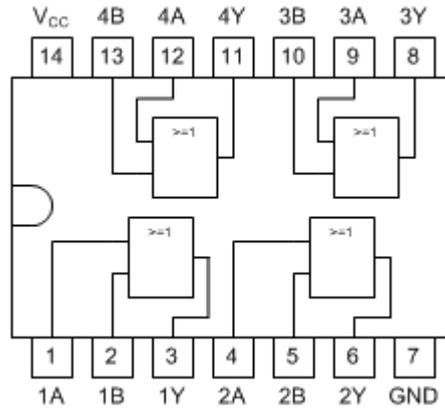


Eingänge		Ausgang
a	b	x
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Einige typische ICs:

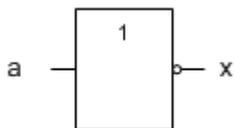
7432 mit 2 Eingängen

Beispiel:
Pinbelegung des 7432

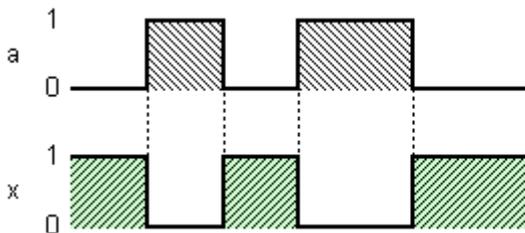


*

NICHT / NOT - Gatter



Nur wenn das Eingangssignal 0-Signal führt, schaltet der Ausgang auf 1-Signal.
Eingangs- und Ausgangssignal haben immer unterschiedliche Signalpegel.
Man sagt, dass das Eingangssignal negiert wird.

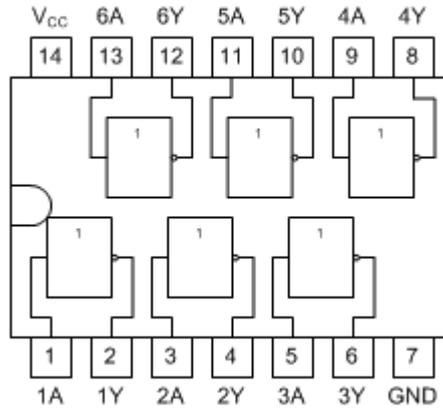


Eingang	Ausgang
a	x
0	1
1	0

Einige typische ICs:

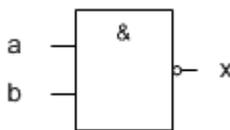
7404 mit 1 Eingang

Beispiel:
Pinbelegung des 7404

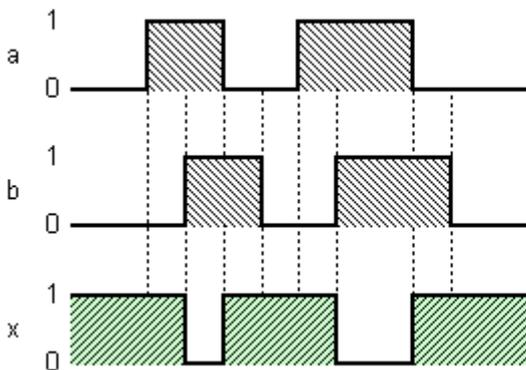


*

NICHT-UND / NAND - Gatter



Nur wenn **beide** Eingangssignale 1-Signal führen, schaltet der Ausgang auf 0-Signal.



Eingänge		Ausgang
a	b	x
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Einige typische ICs:

7400 mit 2 Eingängen

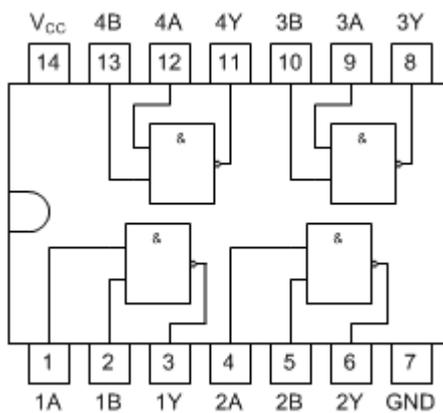
7420 mit 4 Eingängen

74133 mit 13 Eingängen

7410 mit 3 Eingängen

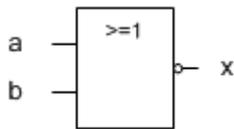
7430 mit 8 Eingängen

Beispiel:
Pinbelegung des 7400

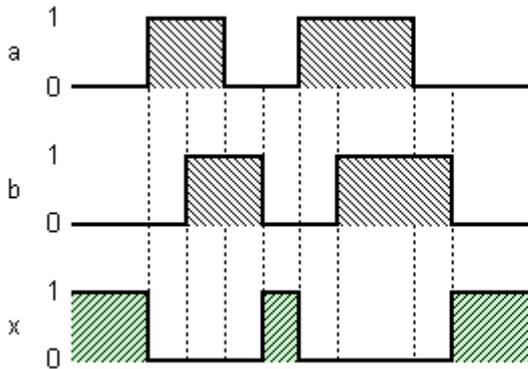


*

NICHT-ODER / NOR - Gatter



Sobald eines der beiden Eingangssignale 1-Signal führt, schaltet der Ausgang auf 0-Signal.



Eingänge		Ausgang
a	b	x
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

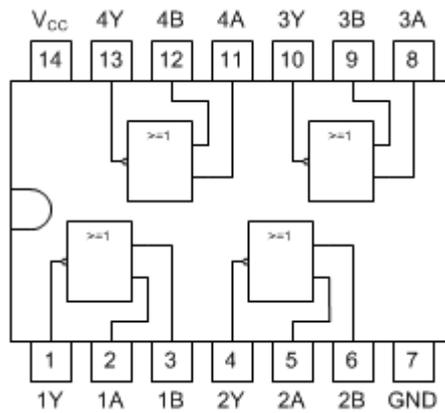
Einige typische ICs:

7402 mit 2 Eingängen

74260 mit 5 Eingängen

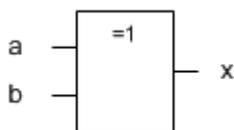
7427 mit 3 Eingängen

Beispiel:
Pinbelegung des 7402

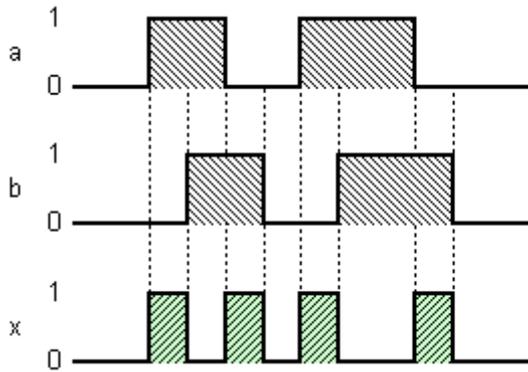


*

Exklusiv-ODER / XOR - Gatter



Nur wenn beide Eingangssignale unterschiedliche Signalpegel führen, schaltet der Ausgang auf 1-Signal.

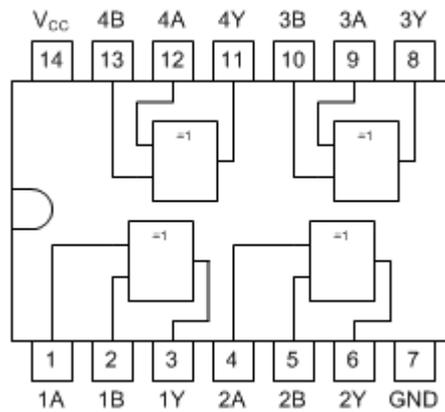


Eingänge		Ausgang
a	b	x
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Einige typische ICs:

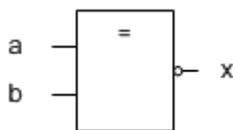
7486 mit 2 Eingängen

Beispiel:
Pinbelegung des 7486

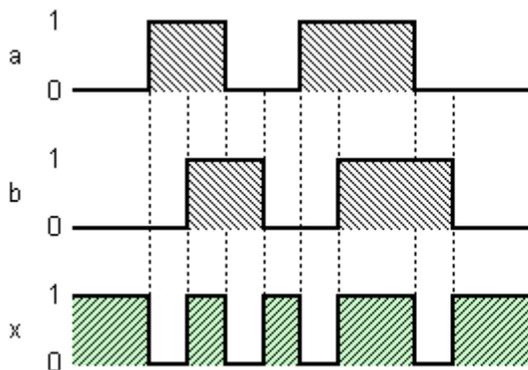


*

Inklusiv-ODER / XNOR - Gatter



Nur wenn **beide** Eingangssignale den gleichen Signalpegel führen, schaltet der Ausgang auf 1-Signal.

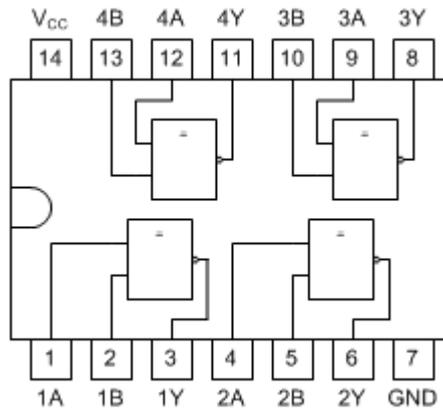


Eingänge		Ausgang
a	b	x
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Einige typische ICs:

74810 mit 2 Eingängen

Beispiel:
Pinbelegung des 74810

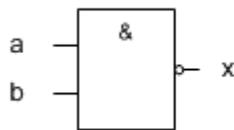


*

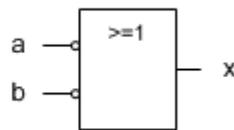
Umformungen von Schaltgliedern

Mit dem De Morganschen Gesetz können Schaltglieder umgewandelt werden. So kann z.B. ein NAND-Gatter durch ein OR-Gatter mit negierten Eingängen ersetzt werden, das die gleiche Schaltfunktion erfüllt. Die Richtigkeit des Gesetzes kann anhand der jeweilig zugeordneten Wahrheitstabelle kontrolliert werden.

NAND



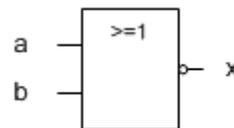
OR mit negierten Eingängen



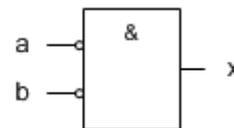
Eingänge		Ausgang
a	b	x
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Eingänge		Eingänge negiert		Ausgang
a	b	a nicht	b nicht	x
0	0	1	1	1
1	0	0	1	1
0	1	1	0	1
1	1	0	0	0

NOR



AND mit negierten Eingängen



Eingänge		Ausgang
a	b	x
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

Eingänge		Eingänge negiert		Ausgang
a	b	a nicht	b nicht	x
0	0	1	1	1
1	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	1	0	0	0

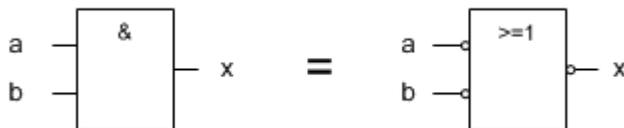
OR

NAND mit negierten Eingängen



Eingänge		Ausgang
a	b	x
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Eingänge		Eingänge negiert		Ausgang
a	b	a nicht	b nicht	x
0	0	1	1	0
1	0	0	1	1
0	1	1	0	1
1	1	0	0	1

AND**NOR mit negierten Eingängen**

Eingänge		Ausgang
a	b	x
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Eingänge		Eingänge negiert		Ausgang
a	b	a nicht	b nicht	x
0	0	1	1	0
1	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	1	0	0	1

*

Unbenutzte Eingänge von ICs

Um Störungen und unerwünschte Verlängerungen der Impulsverzögerungszeiten in den Bausteinen zu vermeiden, sollten alle unbenutzten Eingänge auf ein Potential gelegt werden, das die logische Funktion des Elementes sicherstellt. Es muss nämlich beachtet werden, dass unbenutzte Eingänge von ICs der Reihe **74xxx** sich so verhalten, als seien sie mit **H-Potential (!)** beschaltet.

*

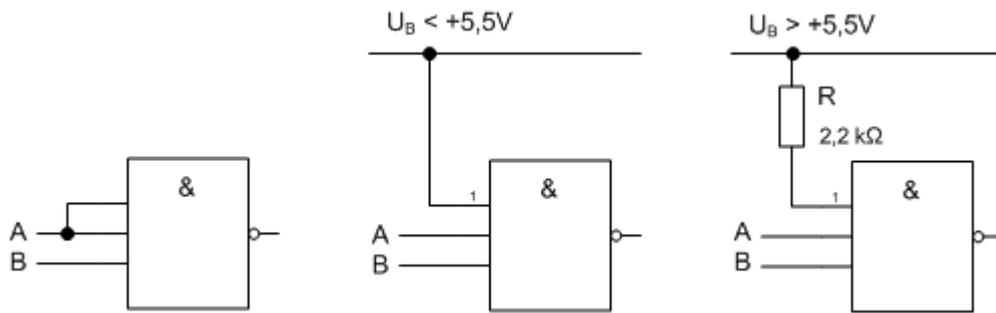
Unbenutzte Eingänge von AND- und NAND-Gattern

- Der ungenutzte Eingang kann mit einem benutzten Eingang desselben Gatters verbunden werden. Es muss dabei jedoch beachtet werden, dass das max. Fan-Out (Ausgangslastbarkeit = Anzahl der zu treibenden Eingänge; Standardausgänge können 10 Eingänge ansteuern, $N=10$) der treibenden Schaltung nicht überschritten wird.
- Wenn sicher gestellt ist, dass die Betriebsspannung U_B immer $\leq 5,5V$ ist, können unbenutzte Eingänge direkt an $+U_B$ angeschlossen werden.
- Kann dieses nicht sichergestellt werden, müssen die Eingänge über einen Widerstand $\geq 1k\Omega$ (mein Erfahrungswert = $2,2k\Omega$) an $+U_B$ angeschlossen werden. Hierbei lassen sich bis zu 25 Eingänge an den gleichen Widerstand anschließen.

Version a

Version b

Version c

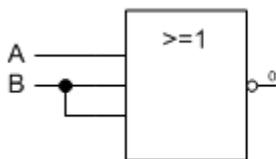


*

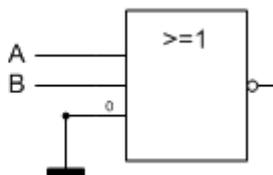
Unbenutzte Eingänge von NOR-Gattern

- Auch hier kann der ungenutzte Eingang mit einem benutzten Eingang desselben Gatters verbunden werden. Es muss dabei jedoch beachtet werden, dass das max. Fan-Out (Ausgangslastbarkeit = Anzahl der zu treibenden Eingänge; Standardausgänge können 10 Eingänge ansteuern, $N=10$) der treibenden Schaltung nicht überschritten wird.
- Der unbenutzte Eingang wird an Masse gelegt.

Version a



Version b



*

Einbau von ICs mit Stecksockel

Selbstverständlich kann man die ICs (Integrated Circuit = Integrierte Schaltung) direkt in die Platine einlöten. Dieses hat nur den kleinen Haken, dass man in einem Fehlerfall des ICs (z.B. Überlastung oder Überhitzung) den IC schwer aus der Platine herauslöten kann. Man müsste dann theoretisch alle Anschlüsse des ICs gleichzeitig erhitzen, um ihn herausziehen zu können. Man kann dazu auch eine Lötmaschine benutzen. Aber dabei ist immer die Gefahr gegeben, dass Lötstellen oder Leiterbahnen beschädigt oder sogar von der Platine gezogen werden.

Um all diesen Problemen aus dem Wege zu gehen, empfehle ich, dass die ICs in so genannte **Dual-in-Line-Stecksockel** gesteckt werden. Dabei handelt es sich um nicht so hitzeempfindliche Fassungen, die in die Platine eingelötet und die ICs dann in diese hineingesteckt werden.

Vor dem Einsetzen des ICs bitte die IC-Pins ("Beinchen") ausrichten. Biegen sie die Anschlüsse des ICs nicht einzeln, sondern die Anschlüsse einer Seite immer zusammen.

Man kann den IC bei Bedarf mit einem Schraubendreher mit passender Klingenbreite aus dem Sockel entfernen, indem man den Schraubendreher zwischen Stecksockel und IC schiebt und den IC heraushebelt.

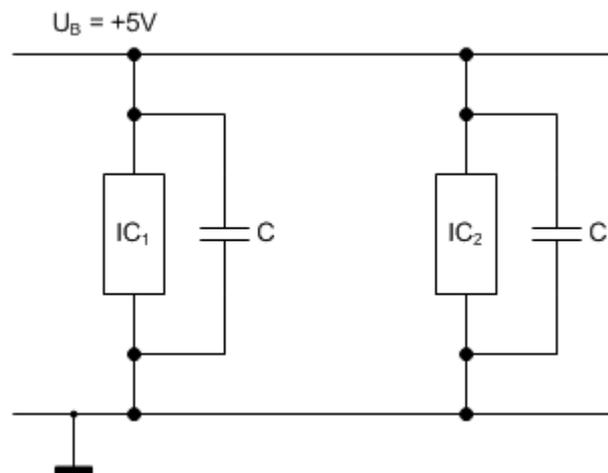
Es gibt diese Stecksockel in unterschiedlichen Größen (Anzahl der "Beinchen") und Qualitäten und kosten wirklich nicht so viel.

*

Koppelkondensatoren gegen unerwünschte Störungen

Damit möglichst keine unerwünschte Störungen innerhalb der Digitalschaltung auftreten, sollten sogenannte Koppelkondensatoren von etwa $0,1\mu\text{F}$ zwischen $U_B = +5\text{V}$ und Masse eingebaut werden. Sie sollten mit möglichst kurzen Verbindungen zum IC verbunden werden (siehe Schaltplan). Empfohlen wird je ein Kondensator pro IC - meines Erachtens ist dieses dann aber doch etwas übertrieben. Ich halte je nach Belastung und Anzahl der benutzten Gatter einen Kondensator pro 3 - 5 ICs für ausreichend.

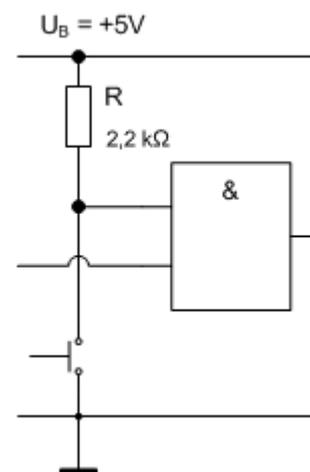
Es dürfen **ausschließlich** Kondensatoren vom Typ der Keramik- bzw. Tantalkondensatoren verwendet werden. Mein Vorschlag: $0,1\mu\text{F}$ Tantal 16V.



*

Taster an einem Eingang

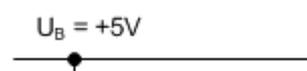
Alle mit einem Taster verbundenen Eingänge der TTL-Bausteine sollten mit pull-up-Widerständen versehen werden, damit bei geöffneten Tasterkontakten die Eingänge auf definiertem HIGH-Potential liegen.



*

Lange Zuleitung an einem Eingang

Ist die Zuleitung zu einem Eingang recht lang ($> 20\text{cm}$) sollte je ein pull-up- (gegen die Versorgungsspannung



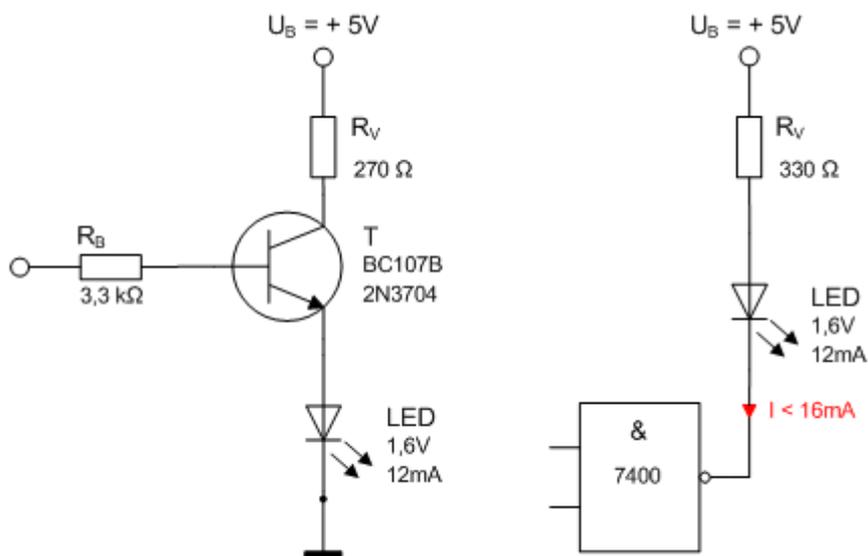
U_B) und ein pull-down-Widerstand (gegen Masse) verwendet werden. Damit wird sichergestellt, dass an dem Eingang eindeutige HIGH- und LOW-Signale anliegen.

*

Schalten von Leuchtdioden (LEDs)

Die erste Schaltung zeigt die Ansteuerung einer LED über einen Transistor. In der Schaltung wurde die Diode dem Emitter des Transistors nachgeschaltet. Dadurch wird erreicht, dass sich die Spannung (U_{BE} , Basis - Emitter / Masse) von 0,7V auf 2,3V ($0,7V + 1,6V [U_F \text{ der Diode}]$) erhöht. Damit wird sichergestellt, dass die LED nicht schon bei einem L-Pegel von 0,7V leuchtet.

Bei der zweiten Schaltung muss unbedingt darauf geachtet werden, dass bei L-Signal am Ausgang des NAND-Gliedes der maximale Ausgangsstrom I_{OL} von 16mA nicht überschritten wird.



Erstellt am: 25.10.2006
 Letzte Aktualisierung: 25.10.2006

Fenster [schließen](#)