

1 Einfache diskrete, digitale Verknüpfungen

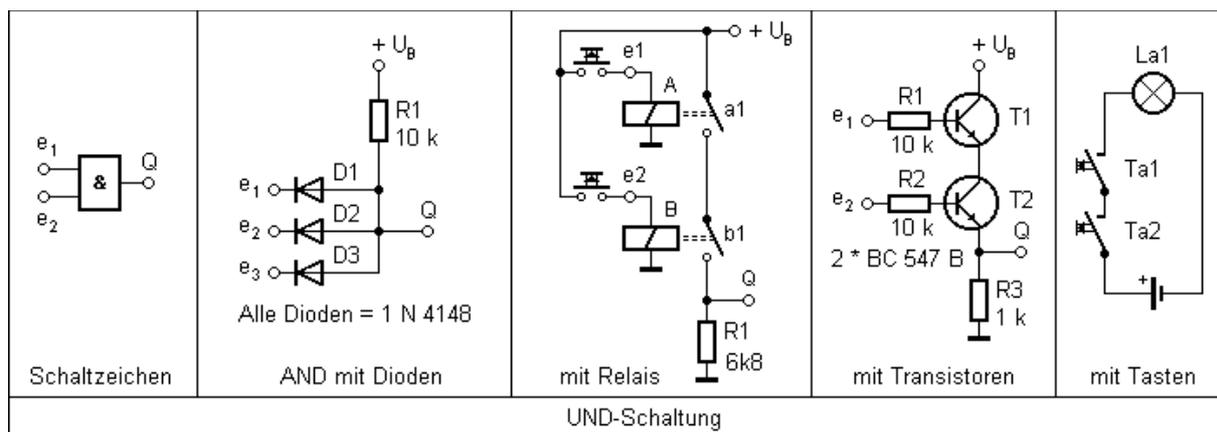
Mit den drei Grund-Gattern UND, ODER und Nicht lassen sich alle anderen Gattertypen realisieren!

1.1 AND, UND, Konjunktion $\Rightarrow Q = e_1 \wedge e_2$

Die Konjunktion (lateinisch für Verbindung, Bindewort) zwischen zwei oder mehreren binären Eingangsvariablen heißt UND-Verknüpfung und entspricht der logischen Multiplikation. Statt des \wedge ist daher auch das Operationszeichen \cdot gebräuchlich.

Der Ausgang Q eines UND liefert nur dann logisch $\gg 1 \ll$, wenn alle Eingänge e ebenfalls an Pluspotenzial liegen. Am Ausgang Q erscheint sofort logisch $\gg 0 \ll$, wenn mindestens ein Eingang e logisch $\gg 0 \ll$ ist. Ein UND ist als eine Reihenschaltung von Kontakten zu verstehen.

Wahrheitstabelle		
e1	e2	Q
1	1	1
1	0	0
0	0	0
0	1	0



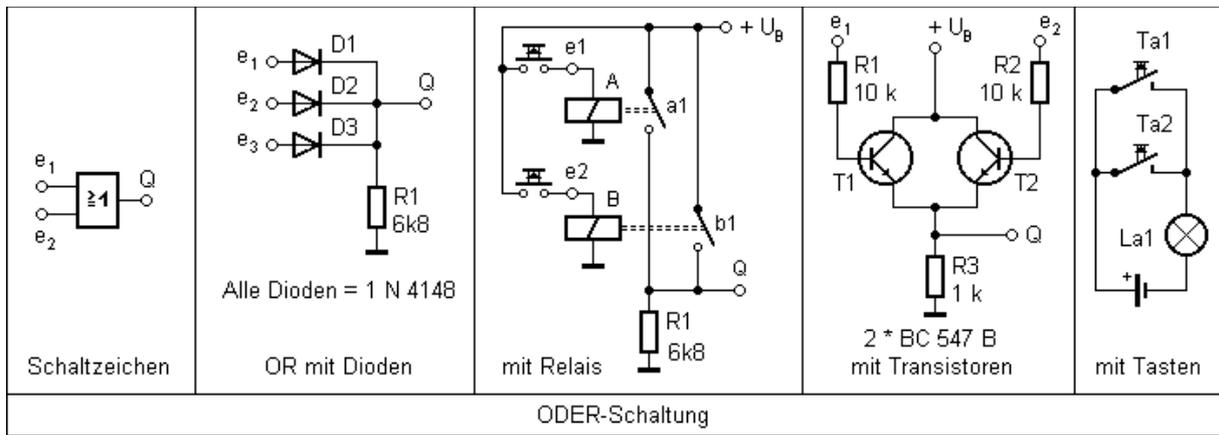
In IC-Form (4 UND mit je 2 Eingängen): SN 7408, SN 7409, CD 4081

1.2 ODER, OR, Disjunktion $\Rightarrow Q = e_1 \vee e_2$

Die Disjunktion (lateinisch für Trennung, Sonderung) zwischen zwei oder mehreren binären Eingangsvariablen heißt ODER-Verknüpfung und entspricht der logischen Addition. Statt des \vee ist daher auch das Operationszeichen $+$ gebräuchlich. Das \vee ist ein stilisiertes V vom Lateinischen vel (= oder).

Der Ausgang Q eines ODER liefert immer dann logisch $\gg 1 \ll$, wenn wenigstens ein Eingang e ebenfalls an Pluspotenzial liegt. Am Ausgang Q erscheint nur dann logisch $\gg 0 \ll$, wenn alle Eingänge e logisch $\gg 0 \ll$ sind. Ein ODER ist als eine Parallelschaltung von Kontakten zu verstehen.

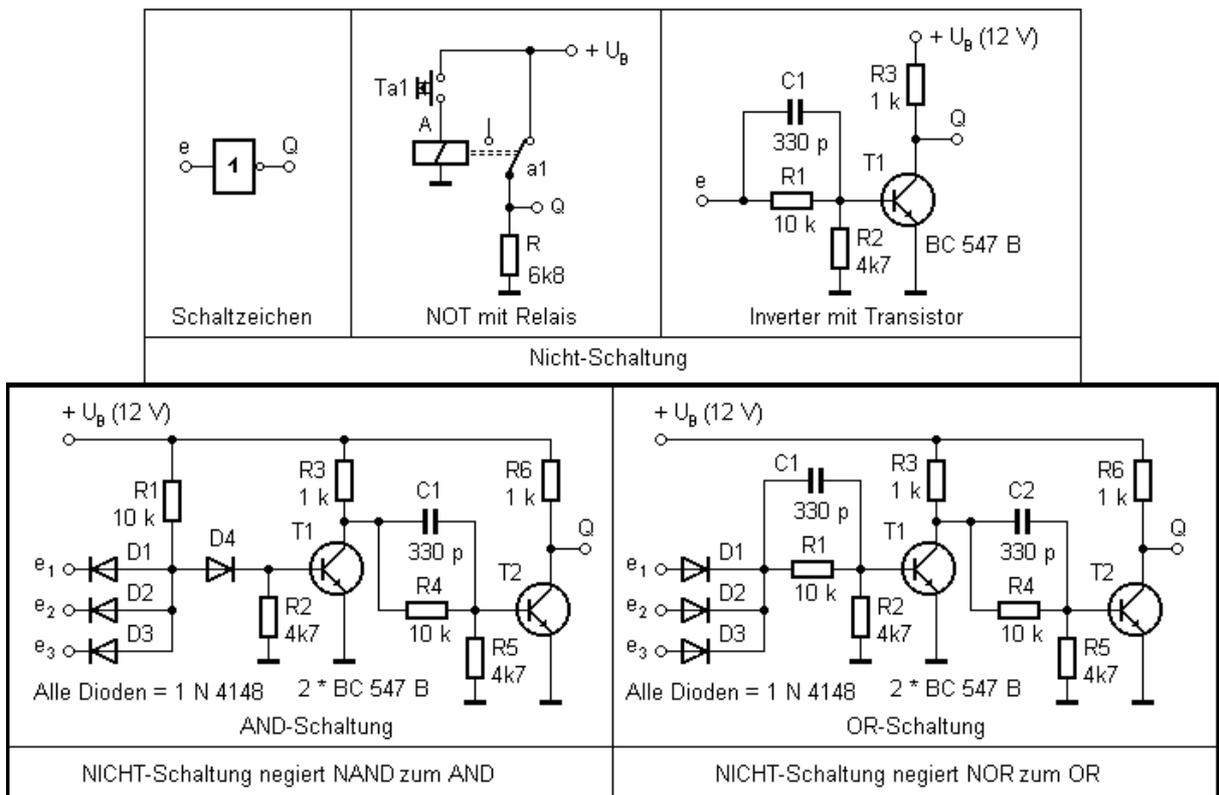
Wahrheitstabelle		
e1	e2	Q
1	1	1
1	0	1
0	0	0
0	1	1



In IC-Form (4 ODER mit je 2 Eingängen): SN 7432, CD 4071

1.3 Negator, Inverter, NICHT, NOT $\Rightarrow Q = \bar{e}$

Diese logische Verknüpfung negiert oder invertiert (lateinisch für umkehren) das Eingangssignal. Der Ausgang Q liefert somit immer dann eine logische $\gg 1 \ll$, wenn der Eingang logisch $\gg 0 \ll$ ist. Ist der Eingang logisch $\gg 1 \ll$, so ist der Ausgang Q logisch $\gg 0 \ll$. Der einfachste Inverter, ist der Transistorschalter in Emitterschaltung mit einer Phasenverschiebung φ von 180° zwischen Ein- und Ausgangspotenzial. Aus einem NAND macht der Inverter wieder ein AND und aus einem NOR ein OR. Es erfolgt hierbei also eine doppelte Invertierung. Diese Schaltungsvariante hat gegenüber dem einfachen Dioden-UND oder Dioden-ODER den Vorteil, dass am Gatter-Ausgang ein definierter H- oder L-Pegel anliegt. Das Operationszeichen für ein NOT ist ein rechter Winkel: \neg . Das Negationssymbol $\bar{\quad}$ ist immer der Aussage voranzustellen. Auch ein Querstrich über der Variablen kennzeichnet eine Negation. Zwei Querstriche über der Variablen deuten auf eine doppelte Negierung hin, d.h. es gilt wieder die Ursprungsvariable.



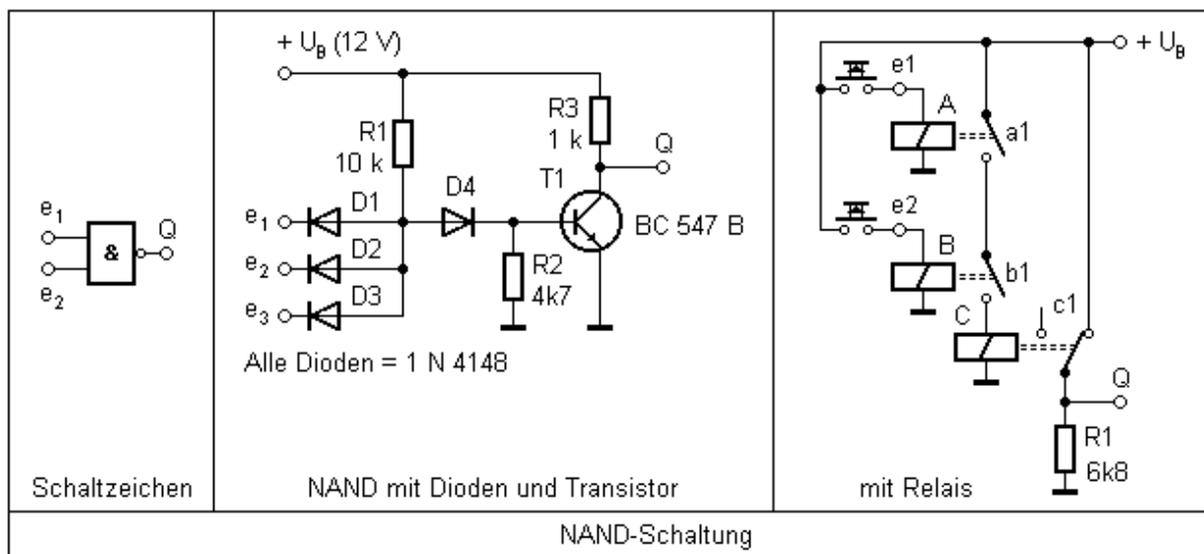
In IC-Form (6 Inverter): SN 7404, SN 7405, SN 7406, SN 7416, CD 4069

1.4 NAND, NUND, NICHT-UND $\Rightarrow Q = \overline{e_1 \wedge e_2}$

Ein hinter ein UND geschalteter Inverter (NICHT oder NOT) negiert das UND-Verhalten und es entsteht ein NICHT-UND (NAND), dessen Verhalten genau umgekehrt zum UND ist.

Der Ausgang Q eines NAND liefert somit nur dann logisch $\gg 0 \ll$, wenn alle Eingänge e an Pluspotenzial liegen. Am Ausgang Q erscheint sofort logisch $\gg 1 \ll$, wenn mindestens ein Eingang e logisch $\gg 0 \ll$ ist.

Wahrheitstabelle		
e1	e2	Q
1	1	0
1	0	1
0	0	1
0	1	1



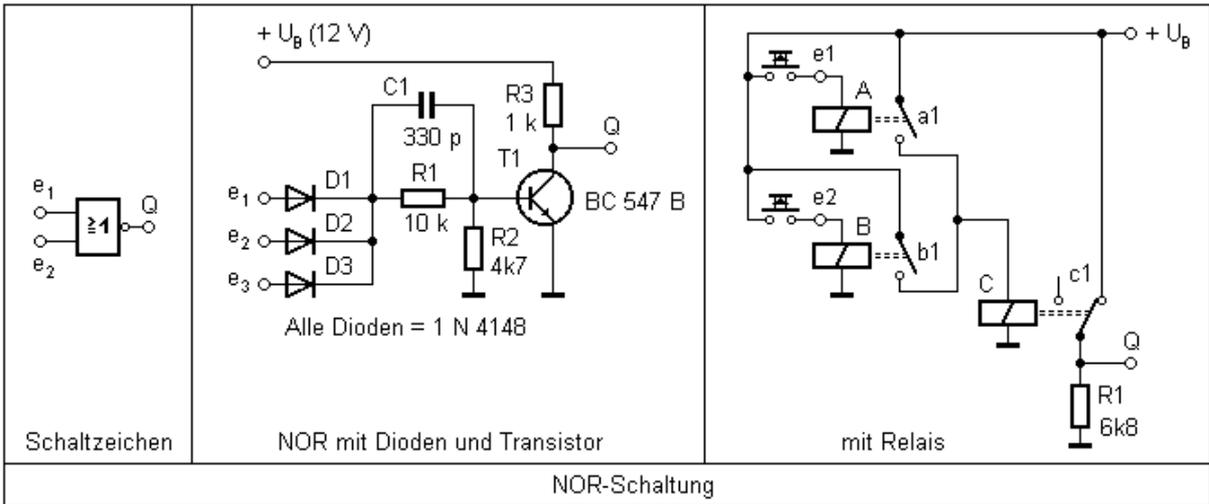
In IC-Form (4 NAND mit je 2 Eingängen): SN 7400, SN 7401, SN 7403, CD 4011

1.5 NOR, NODER, NICHT-ODER $\Rightarrow Q = \overline{e_1 \vee e_2}$

Ein hinter ein ODER geschalteter Inverter (NICHT oder NOT) negiert das ODER-Verhalten und es entsteht ein NICHT-ODER (NOR), dessen Verhalten genau umgekehrt zum ODER ist.

Der Ausgang Q eines NOR liefert somit immer dann logisch $\gg 0 \ll$, wenn wenigstens ein Eingang e an Pluspotenzial liegt. Am Ausgang Q erscheint nur dann logisch $\gg 1 \ll$, wenn alle Eingänge e logisch $\gg 0 \ll$ sind.

Wahrheitstabelle		
e1	e2	Q
1	1	0
1	0	0
0	0	1
0	1	0



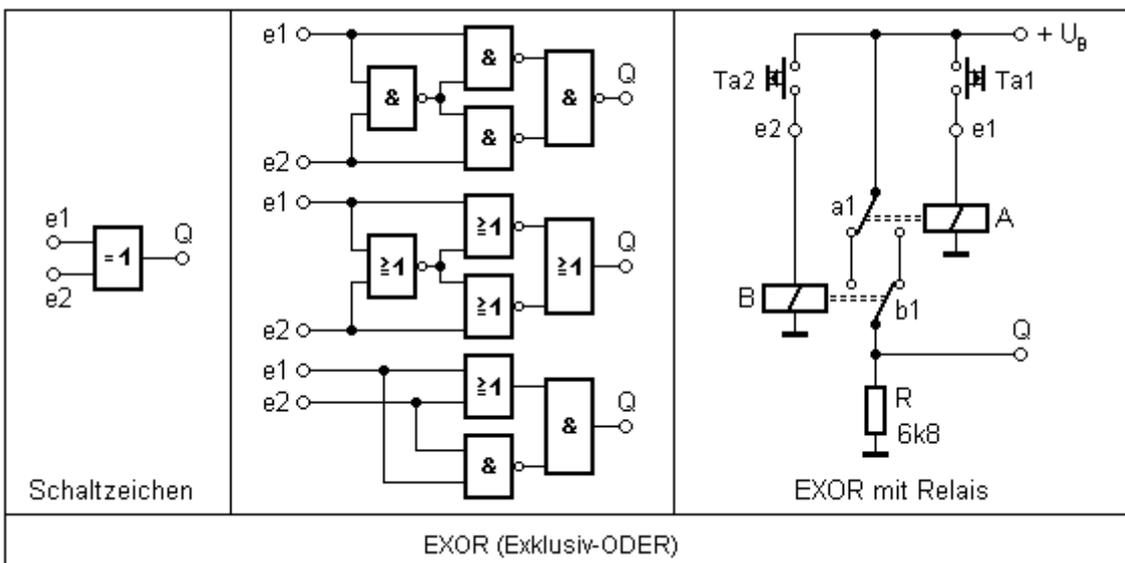
In IC-Form (4 NOR mit je 2 Eingängen): SN 7402, SN 7428, SN 7433, SN 74128, CD 4001

1.6 EXOR, Exklusiv-ODER, Antivalenz $\Rightarrow Q = (e_1 \wedge \bar{e}_2) \vee (\bar{e}_1 \wedge e_2)$

Diese auch Antivalenzschaltung (antivalent = lateinisch für gegenwertig) genannte Verknüpfung entsteht durch Kombination mehrerer verschiedenartiger oder gleichartiger Gatter (z.B. vier NAND). Aufgrund des Bauteileaufwandes bei der diskreten Schaltungstechnik empfiehlt es sich, auf die IC-Form des EXOR zurückzugreifen. Hier gibt es bereits mehrere EXOR in einem IC (siehe unten).

Der Ausgang Q eines EXOR liefert immer dann logisch $\gg 0 \ll$, wenn alle Eingänge e an gleichem Potenzial liegen, d.h. alle Eingänge sind logisch $\gg 1 \ll$ oder $\gg 0 \ll$. Am Ausgang Q erscheint nur dann logisch $\gg 1 \ll$, wenn alle Eingänge an unterschiedlichem Potenzial liegen.

Wahrheitstabelle		
e1	e2	Q
1	1	0
1	0	1
0	0	0
0	1	1



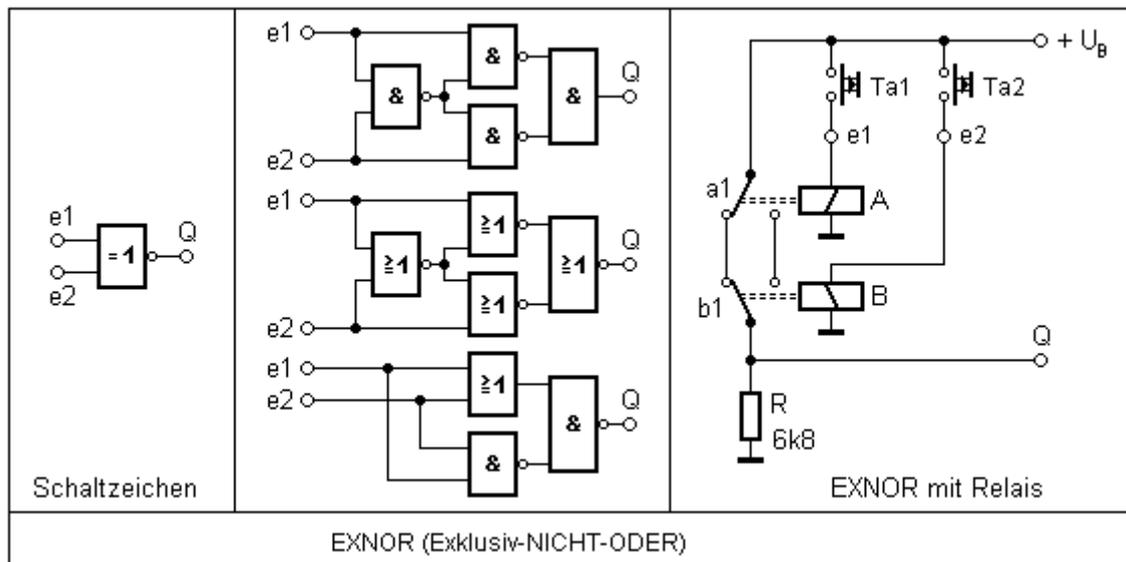
In IC-Form (4 EXOR mit je 2 Eingängen): SN 7486, SN 74136, CD 4030, CD 4070

1.7 EXNOR, Exklusiv-NICHT-ODER, Äquivalenz $\Rightarrow Q = (e_1 \wedge e_2) \vee (\overline{e_1} \wedge \overline{e_2})$

Diese auch Äquivalenzschaltung (äquivalent = lateinisch für gleichwertig) genannte Verknüpfung entsteht durch Kombination mehrerer verschiedenartiger oder gleichartiger Gatter (z.B. vier NOR). Im Prinzip ist ein EXNOR ein negiertes EXOR. Aufgrund des Bauteileaufwandes bei der diskreten Schaltungstechnik empfiehlt es sich, auf die IC-Form des EXNOR zurückzugreifen. Hier gibt es bereits mehrere EXNOR in einem IC (siehe unten).

Der Ausgang Q eines EXOR liefert immer dann logisch >>1<<, wenn alle Eingänge e an gleichem Potenzial liegen, d.h. alle Eingänge sind logisch >>1<< oder >>0<<. Am Ausgang Q erscheint nur dann logisch >>0<<, wenn alle Eingänge an unterschiedlichem Potenzial liegen.

Wahrheitstabelle		
e1	e2	Q
1	1	1
1	0	0
0	0	1
0	1	0



In IC-Form (4 EXNOR mit je 2 Eingängen): SN 74266, CD 4077

1.8 Info

Ausführliche Erläuterungen zur Funktion der Schaltungen und weitere Grundschaltungen z.B. mit Transistoren, Digital-ICs, NF-Verstärker-ICs, Spezial-ICs, Operationsverstärkern sowie Timern (555 und 556) finden Sie im Band 2 der vierbändigen Buchreihe "ELEKTRONIK & MODELLBAHN" vom Elektor-Verlag, Aachen, ISBN 3-89576-122-2; www.elektor.de.

Die Inhaltsverzeichnisse der einzelnen vier Bücher finden Sie auf dieser Homepage.

