



Thema:	Verknüpfung von Logikbausteinen
Schultyp:	Gymnasium, Sekundarstufe II (auch andere Schulen möglich)
Vorkenntnisse:	Grundlagen des binären Zahlensystems
Bearbeitungsdauer:	zwei Lektionen
Fassung vom:	4. September 1996
Schulerprobung:	nein
Autor:	Alex Birrer, dipl. Informatik-Ing. ETH

Leitidee

Das Binärsystem bildet die Basis der gesamten Verarbeitungen auf dem Computer. Alles was ein Rechner macht, lässt sich auf unterster Ebene als das Hin- und Herschieben von 0 und 1 darstellen. Die grundlegendsten und zugleich einfachsten dieser 0-1-Verarbeitungen sind die logischen Grundoperationen AND, OR und NOT. Alle komplizierteren Operationen werden aus diesen Grundoperationen zusammengesetzt.

An diesem Posten wird gezeigt, wie die Grundoperationen miteinander verknüpft werden und was damit erreicht wird.

Lernziele

Nach dem Absolvieren dieses Postens kennt der Schüler die logischen Grundoperationen. Er kann mit Hilfe einer Tabelle und den vorgefertigten Bausteinen die Ausgangswerte einer Schaltung, die aus den Grundoperationen zusammengesetzt ist, entsprechend den Eingangswerten herausfinden.

Er kann zudem für eine gegebene Tabelle von Eingangs- und Ausgangswerten eine einfache Schaltung aus den Grundoperationen mit Hilfe der vorgefertigten Bausteine zusammensetzen.

Material

Posten-Unterlagen:

- Auftragsblatt
- Lösungsblatt
- Theorieblätter

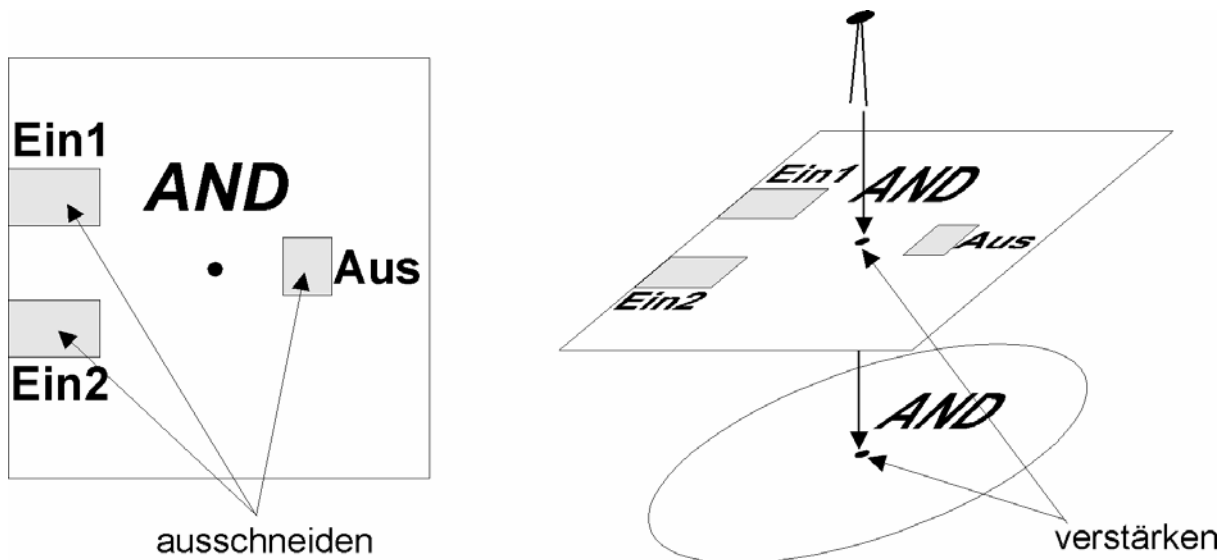
Materialien:

- Je 2 AND, OR und NOT Drehscheiben gemäss Kopiervorlage und Bastelanleitung
- Verbindungsstücke gemäss Kopiervorlage
- 9 Rundkopfklemmen
- 36 Verstärkungsringe (für Ordnerblätter)



Bastelanleitung für die Drehscheiben

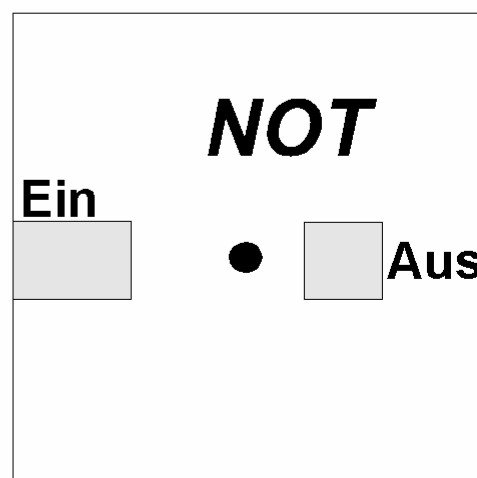
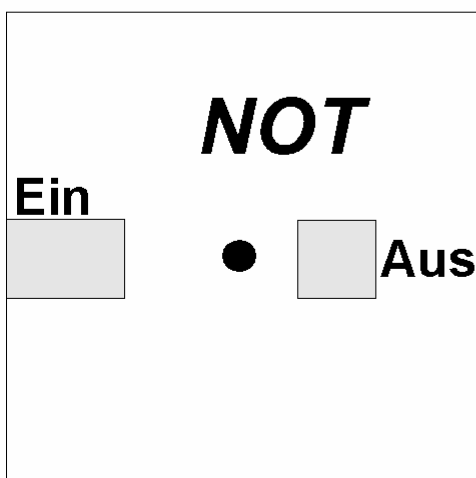
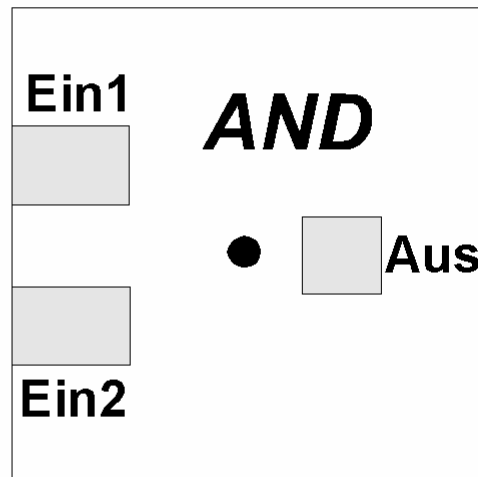
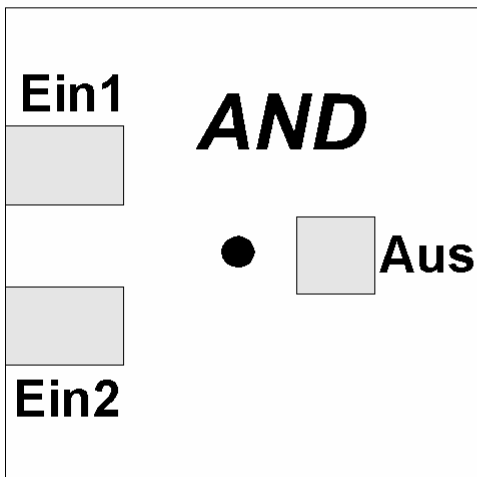
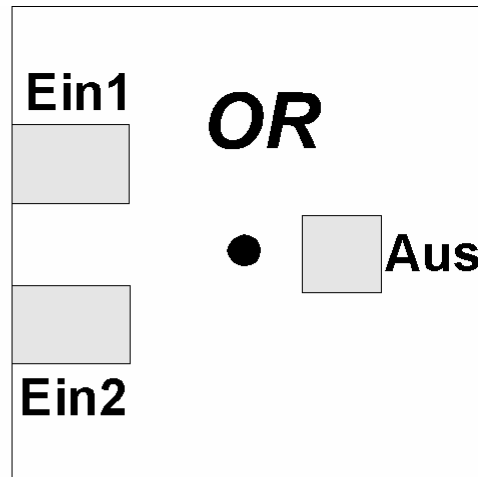
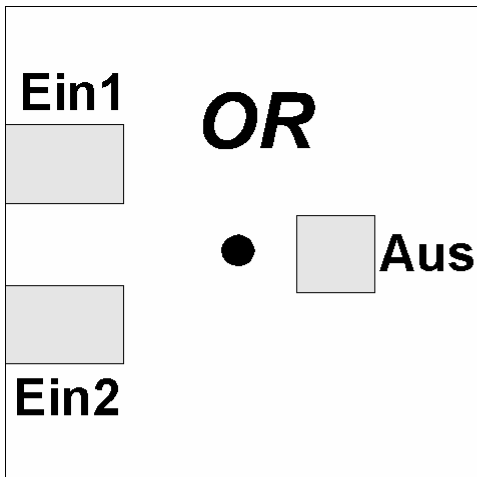
- Jede Drehscheibe setzt sich aus einer Scheibe und dem entsprechenden Deckblatt zusammen. Beides wird mit der Rundkopfklemme zusammengeheftet.
Die folgende Zeichnung zeigt das Zusammensetzen einer AND-Drehscheibe. Die Montage der NOT und OR Scheiben funktioniert analog.



- Es empfiehlt sich, beim Kopieren etwas stärkeres Papier zu verwenden.
- Die Mittellöcher von Drehscheibe und Deckblatt sind auf beiden Seiten mit Verstärkungsringen zu versehen. Dadurch wird die Lebensdauer einer Drehscheibe markant verlängert.

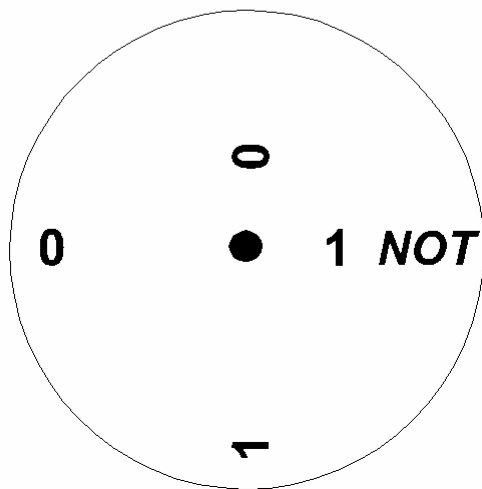
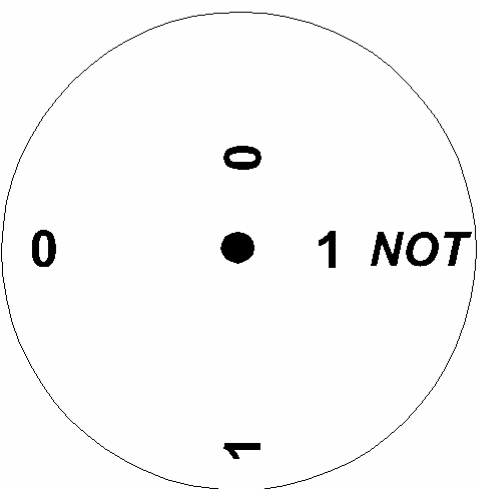
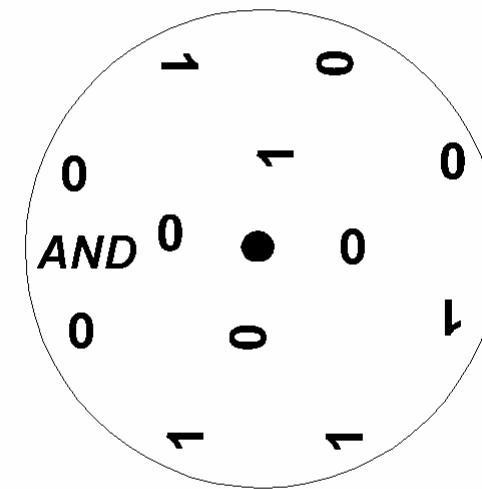
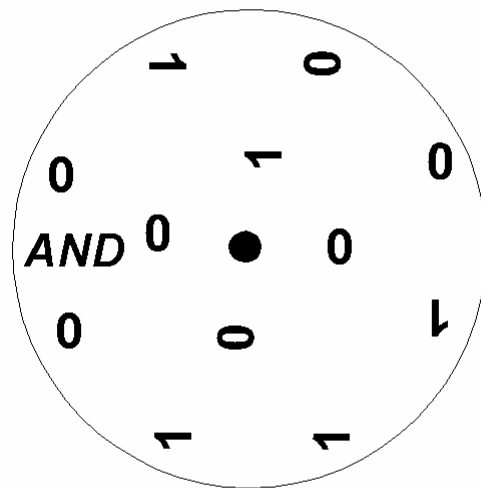
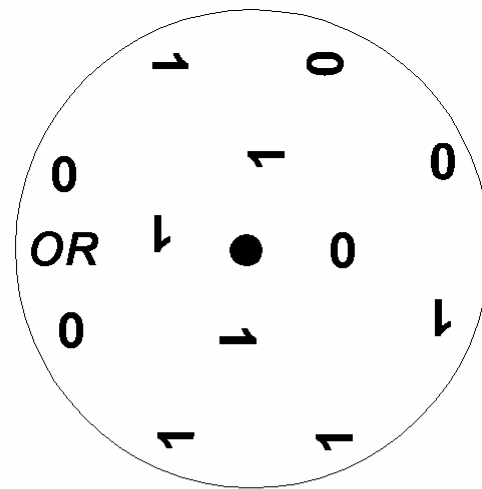
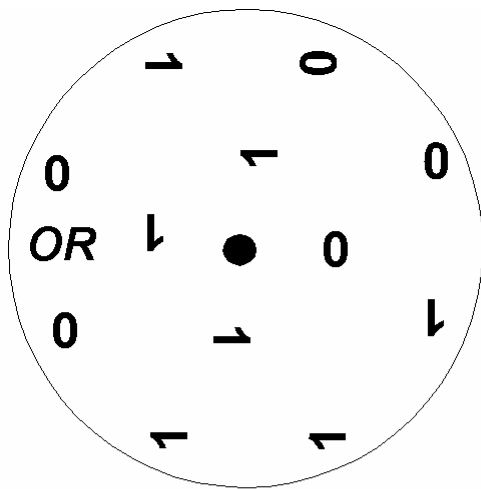


Kopiervorlage 1





Kopiervorlage 2





Kopiervorlage 3

Verbindung

Verbindung

Verbindung

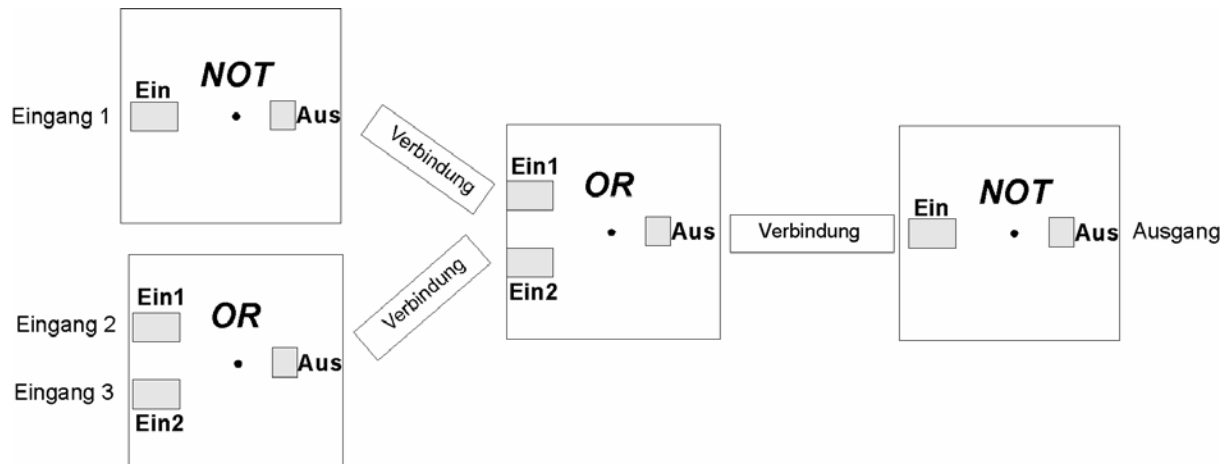
Verbindung

Verbindung



Löse die folgenden Aufgaben mit Hilfe der Drehscheiben. Für die Bearbeitung hast du 15 Minuten Zeit. Wenn du mit beiden Aufgaben fertig bist, zeigst du deine Lösungen dem Lehrer.

1. Die folgende Schaltung verknüpft 3 Eingänge zu einem Ausgang:



Welche Eingangskombinationen für die 3 Eingänge gibt es?

Für welche dieser Kombinationen ergibt sich am Ausgang der Wert 1?

Du darfst die Schaltung mit den Drehscheiben nachbauen. Schreibe die vollständige Wertetabelle auf ein Blatt und umkreise die gesuchten Kombinationen. (K3)

2. Erstelle eine Schaltung mit 2 Eingängen, die genau dann eine 1 liefert, wenn an beiden Eingängen eine 0 anliegt. Für deine Schaltung darfst du keinen OR-Baustein verwenden. Baue die Schaltung mit den Drehscheiben auf und kontrolliere sie mit einer Wertetabelle. Zeige die fertige Schaltung dem Lehrer. (K3)

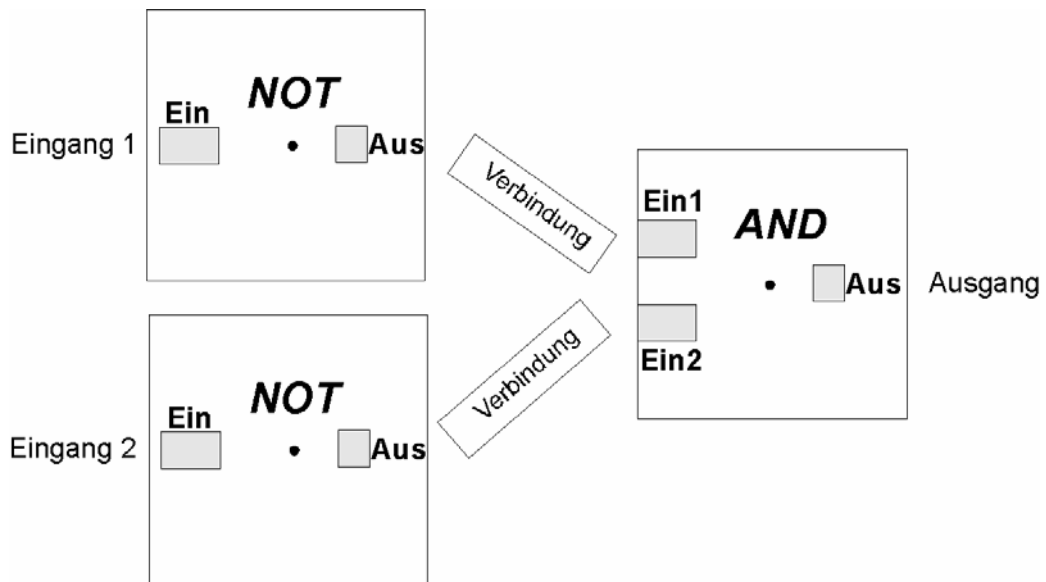


1.

Ein1	Ein2	Ein3	Aus
1	1	1	0
1	1	0	0
1	0	1	0
1	0	0	1
0	1	1	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	0

Der Ausgang wird 1 bei der Eingangskombination 100.

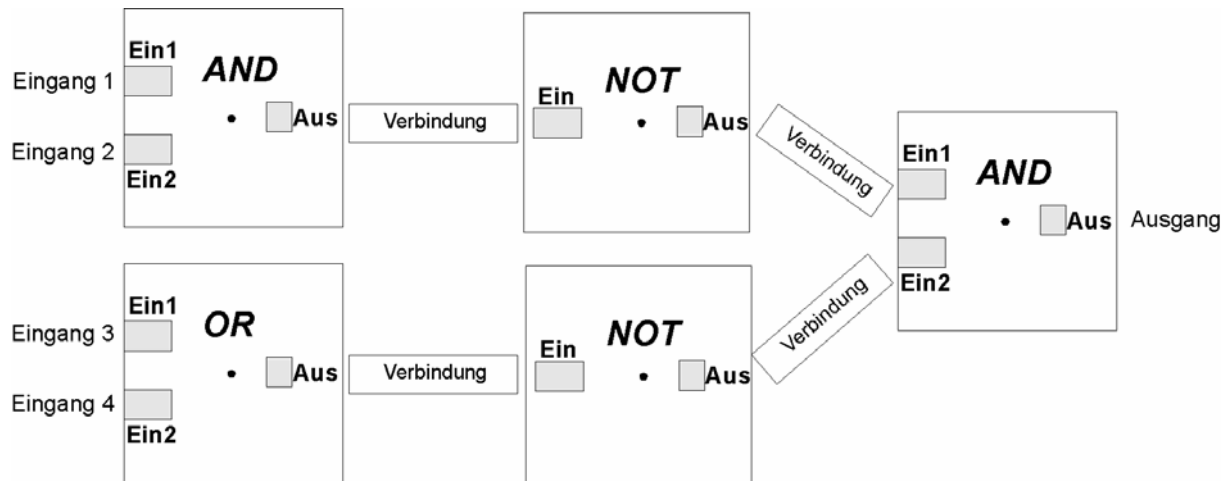
2.





Löse die folgenden Aufgaben mit Hilfe der Drehscheiben. Für die Bearbeitung hast du 15 Minuten Zeit. Wenn du mit beiden Aufgaben fertig bist, zeigst du deine Lösungen dem Lehrer.

1. Die folgende Schaltung verknüpft 4 Eingänge zu einem Ausgang:



Für welche dieser Kombinationen ergibt sich am Ausgang der Wert 1?

Du darfst die Schaltung mit den Drehscheiben nachbauen. Schreibe die vollständige Wertetabelle auf ein Blatt und umkreise die gesuchten Kombinationen. (K2)

2. Erstelle eine Schaltung mit 3 Eingängen, die genau dann eine 0 liefert, wenn an allen drei Eingängen eine 1 anliegt. Verwende dazu höchstens 3 Bausteine. Baue die Schaltung auf und kontrolliere sie mit einer Wertetabelle. Zeige die fertige Schaltung dem Lehrer.

(K3)



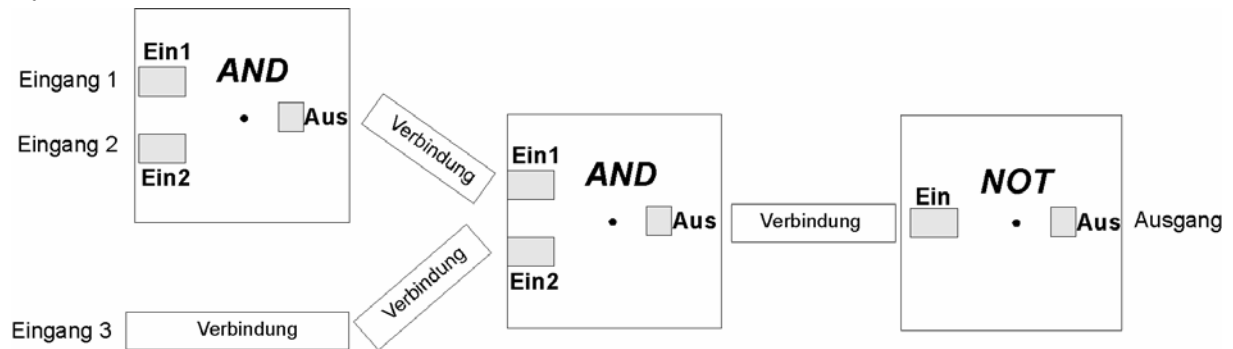
1.

Ein1	Ein2	Ein3	Ein4	Aus
1	1	1	1	0
1	1	1	0	0
1	1	0	1	0
1	1	0	0	0
1	0	1	1	0
1	0	1	0	0
1	0	0	1	0
1	0	0	0	1

Ein1	Ein2	Ein3	Ein4	Aus
0	1	1	1	0
0	1	1	0	0
0	1	0	1	0
0	1	0	0	1
0	0	1	1	0
0	0	1	0	0
0	0	0	1	0
0	0	0	0	1

Der Ausgang wird 1 bei den Eingangskombination 1000, 0100 und 0000.

2.





Was soll ich hier tun?

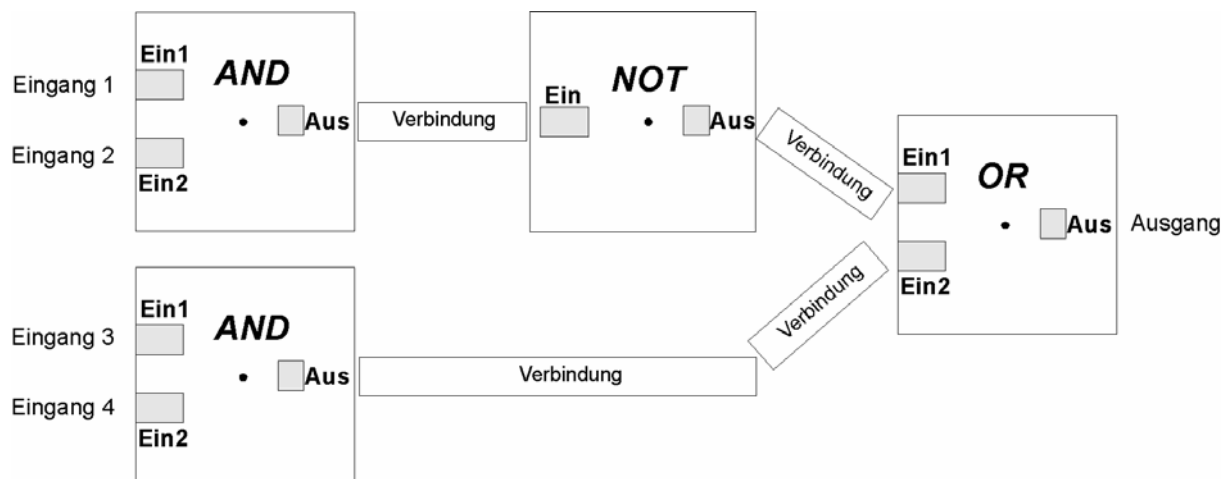
An diesem Posten erfährst du, was logische Grundoperationen und logische Bausteine sind. Du lernst auch wie man sie verknüpfen kann. Als Hilfsmittel stehen dir verschiedene Drehscheiben zur Verfügung. Wie du diese bedienen musst wird im Theorieteil erklärt.

Führe die folgenden Aufgaben der Reihe nach aus. Bei den Aufgaben 2. bis 4. kannst du jeweils deine Lösung mit jener auf dem Lösungsblatt vergleichen. Wenn du genügend Zeit hast, kannst du auch noch die freiwillige Zusatzaufgabe 4a. lösen. Viel Spass!

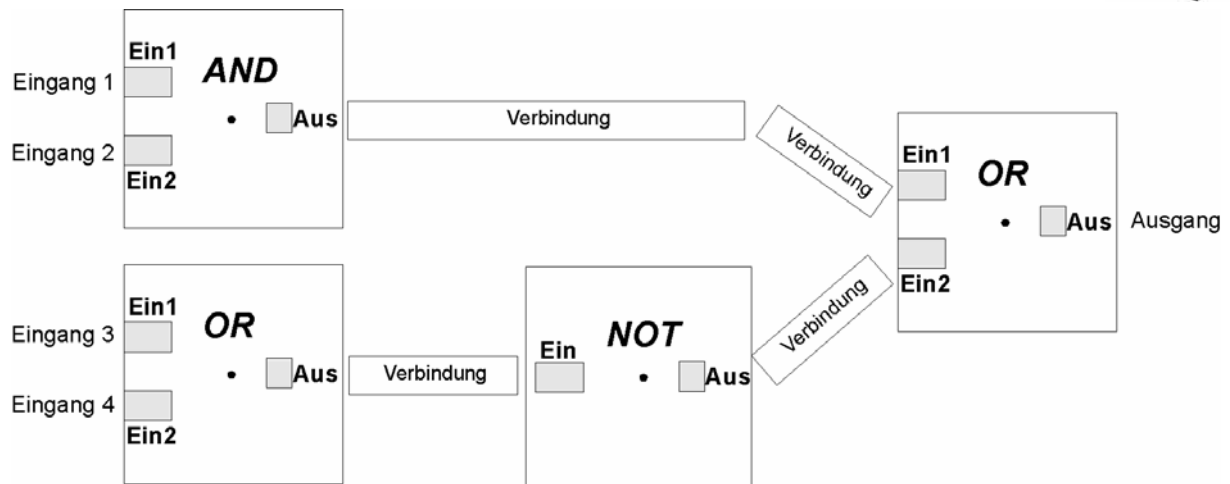
1. Lies den Theorieteil über logische Grundoperationen und deren Verknüpfung aufmerksam durch. (10 Minuten)

2. Schau dir die untenstehende Schaltung an. Sie hat insgesamt 4 Eingänge (je 2 pro AND-Baustein), die zu einem Ausgang kombiniert werden. Für die Eingänge gibt es total 16 Eingangskombinationen (1111, 1110, 1101, 1100, 1011, 1010, 1001, 1000, 0111, 0110, 0101, 0100, 0011, 0010, 0001, 0000).

Welche Werte ergeben sich für den Ausgang (Aus) des letzten OR-Bausteins? Baue die Schaltung nach und stelle nacheinander alle Eingangskombinationen ein. Übertrage jeweils den Wert der Ausgänge zu den entsprechenden Eingängen. Als Lösung wird eine Wertetabelle erwartet. Schreibe sie auf ein separates Blatt.



3. Die Schaltung auf der folgenden Seite hat ebenfalls 4 Eingänge und einen Ausgang. Der Ausgang wird bei 2 der 16 möglichen Eingangskombinationen 1. Bei welchen? Baue dir wiederum zuerst die Schaltung nach und schreibe die Wertetabelle auf ein Blatt. (10 Minuten)



4. Versuche eine Schaltung mit vier Eingängen zu entwerfen, die die folgenden Bedingungen erfüllt:
Der Ausgang wird immer dann 0, wenn an mindestens einem der 4 Eingänge eine 0 anliegt. Zudem sollen für die Schaltung nicht mehr als 3 Bausteine benötigt werden. Baue deine Lösung mit den Drehscheiben auf und kontrolliere sie indem du die Wertetabelle aufstellst. (10 Minuten)

4a. Freiwillige Zusatzaufgabe:

Welche Schaltung mit 4 Eingängen liefert immer eine 0 am Ausgang, unabhängig von der eingestellten Eingangskombination? Verwende zum Bau höchstens 4 Logikbausteine.



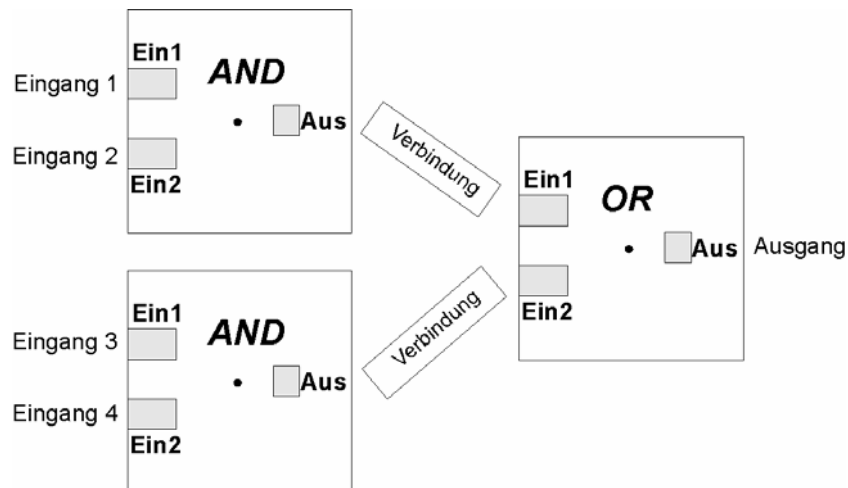
2.

Ein1	Ein2	Ein3	Ein4	Aus
1	1	1	1	1
1	1	1	0	1
1	1	0	1	1
1	1	0	0	1
1	0	1	1	1
1	0	1	0	1
1	0	0	1	1
1	0	0	0	1

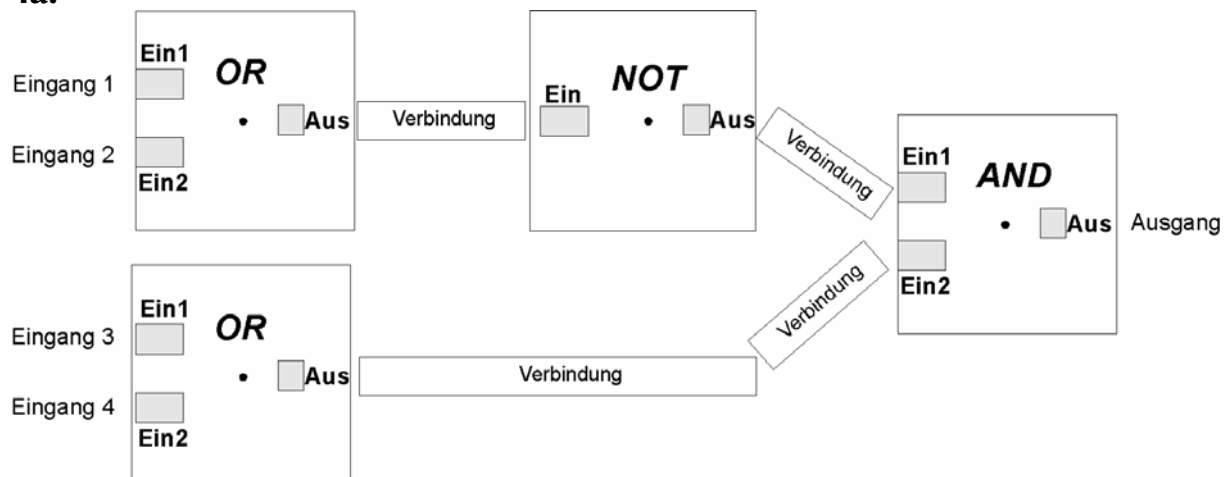
Ein1	Ein2	Ein3	Ein4	Aus
0	1	1	1	1
0	1	1	0	1
0	1	0	1	1
0	1	0	0	1
0	0	1	1	1
0	0	1	0	1
0	0	0	1	1
0	0	0	0	1

3. Der Ausgang der Schaltung wird für die Eingangskombinationen 0000 und 1111 den Wert 1 ausgegeben.

4.



4a.



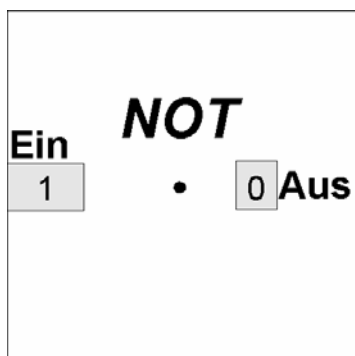


Die logischen Grundoperationen

In seinem tiefsten Inneren arbeitet jeder Computer mit dem Binärsystem, das heisst eigentlich tut er nichts anderes als 0 und 1 hin- und herschieben. Die einfachsten Verarbeitungen von 0 und 1 nennt man logische Grundoperationen. Die drei wichtigsten sind AND, OR und NOT oder auf Deutsch UND, ODER und NICHT.

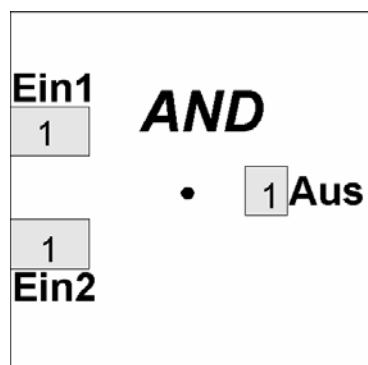
Unter einer NOT-Operation kann man sich eine Maschine vorstellen, die eine ankommende 0 in eine 1 umwandelt und umgekehrt. Die Maschine hat also einen Eingang (Ein) und einen Ausgang (Aus).

Die vor dir liegende NOT-Drehscheibe symbolisiert eine solche Maschine. Du kannst an ihr durch Drehen der Scheibe am Eingang (Ein) eine 0 oder 1 einstellen und am Ausgang (Aus) erscheint dann der entsprechend gekehrte Wert. Alle möglichen Werte für den Eingang und die daraus resultierenden Werte am Ausgang lassen sich in einer Wertetabelle zusammenfassen, indem unter Ein die Eingangswerte und unter Aus auf gleicher Höhe der entsprechende Ausgangswert geschrieben wird.



Ein	Aus
1	0
0	1

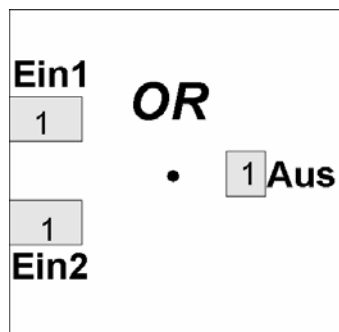
Im Gegensatz zur NOT-Operation haben AND und OR zwei Eingänge (Ein1, Ein2). Sie verarbeiten also ein Paar von 0 und 1 zu einer einzigen 0 oder 1. Auf welche Art diese Verarbeitung geschieht, kann den folgenden Wertetabellen entnommen werden, die nun natürlich auch aus drei Spalten bestehen. Für zwei Eingänge gibt es 4 verschiedene Kombinationen von 0 und 1, nämlich 1-1; 1-0, 0-1 und 0-0. Diese Eingangskombinationen lassen sich bei den AND und OR-Drehscheiben ebenfalls einstellen. Der entsprechende Ausgangswert kann bei Aus abgelesen werden.



Ein1	Ein2	Aus
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0



In der Wertetabelle siehst du, dass bei der AND-Operation der Ausgang (Aus) nur dann 1 ist, wenn beide Eingänge auf 1 stehen. Bei OR ist der Ausgang nur dann 0, wenn beide Eingänge auf 0 stehen.



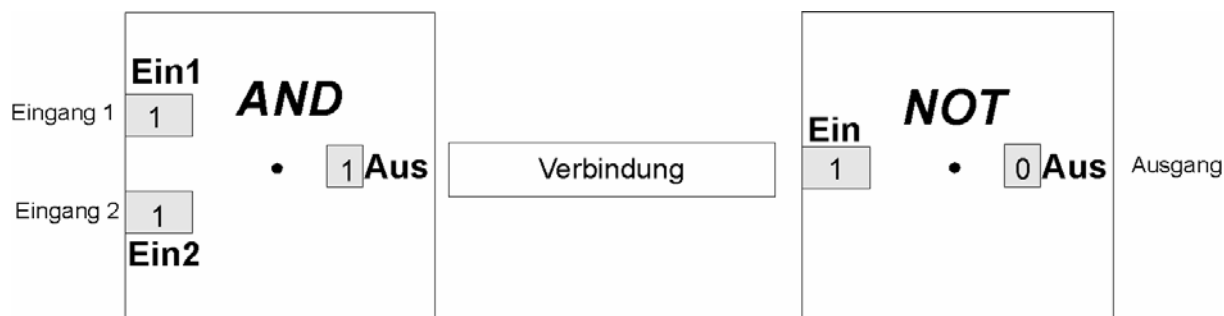
Ein1	Ein2	Aus
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Die AND-, OR- und NOT-Drehscheiben stellen sogenannte logische Bausteine dar. In der Folge wollen wir uns anschauen, wie wir diese miteinander verknüpfen können. Eine solche Verknüpfung nennt man auch logische Schaltung.

Beispiel einer Verknüpfung

Wie gezeigt, liefert der AND-Baustein nur dann eine 1 am Ausgang, wenn beide Eingänge 1 sind. Wie kann man eine Schaltung zusammensetzen, die genau das Gegenteil liefert, also nur dann 0, wenn beide Eingänge 1 sind?

Die Lösung ist ganz einfach, wir verbinden den Ausgang des AND-Bausteins mit dem Eingang eines NOT-Bausteins. Wir verwenden dazu eine der vorgeprägten Verbindungen.



Zum erstellen der Wertetabelle stellst du nacheinander mit der AND-Scheibe die 4 Eingangskombinationen ein. Anschliessend drehst du jeweils den Eingang des NOT-Bausteins auf den Wert des Aus des AND-Bausteins. Beim Aus des NOT-Bausteins kannst du nun jeweils den Endwert der Schaltung ablesen. Versuche es nachzuvollziehen und vergleiche deine Lösung mit der untenstehenden Tabelle.

Ein1	Ein2	Aus
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1