

Dokumente für die Lehrperson

A Erforderliches Vorwissen

Fachlich passt das Thema als ergänzender Exkurs in die Elektrizitätslehre. Da aber praktisch kein Fachwissen erforderlich ist, kann dieses Praktikum „Digital-Elektronik“ auch schon vor der Behandlung der Elektrizitätslehre oder als Einstimmung in dieses Kapitel der Schulphysik eingesetzt werden. In der Digitaltechnik geht es im Sinne der zweiwertigen Logik um Systeme mit zwei Schaltzuständen «Spannung»/«keine Spannung», «ein»/«aus» bzw. «wahr»/«falsch». Die in den Digitalbausteinen verarbeiteten Informationen müssen nicht zwingend als elektrische Spannungswerte interpretiert werden, sondern können ebenso gut als Boole'sche Wahrheitswerte («wahr»/«falsch») verstanden werden. Einzig die Kenntnis der physikalischen Größen «Strom» und «Spannung» sowie der Tatsache, dass Spannungsquellen zwei Pole haben, die beide mit den Bausteinen verbunden werden, sind erforderlich. Ausserdem sollten die Schülerinnen und Schüler mit einfachen Schaltplänen vertraut sein, insbesondere mit der Darstellung von sich kreuzenden Leitungen. Eine gewisse Erfahrung im Aufbau von einfachen Stromkreisen kann auch hilfreich sein.

B Simulation möglicher Ergebnisse

Aufgabe 1

Es kann erwartet werden, dass die meisten Schülerinnen und Schüler die Funktion der Gatter richtig herausfinden. Wer den Hinweis nicht berücksichtigt, dass alle Eingänge beschaltet werden *müssen*, könnte mit einem unvorhersehbaren Verhalten des Bausteins bei offenen Eingängen konfrontiert werden. Vorstellbare Namen für das Und-Gatter (AND-Gate) sind «und», «beide», «alle», «mal»; für das Oder-Gatter (OR-Gate) «oder», «mindestens einer», «plus»; für den Inverter «nicht», «umgekehrt», «1 minus». Möglicherweise ist einigen der Unterschied zwischen dem «gewöhnlichen oder» und dem «exklusiven oder» nicht klar, und sie nennen das Oder-Gatter (nicht ganz korrekt) «entweder-oder». Da in der Umgangssprache aber auch keine klare Unterscheidung gemacht wird, müsste diese Antwort akzeptiert werden. Die sprachliche Funktionsbeschreibung kann positiv formuliert werden, also aussagen, unter welchen Bedingungen der Ausgang «1» («wahr») ist, oder negativ, also angeben, unter welchen Bedingungen der Ausgang «0» («falsch») ist. Wer auf den Gedanken kommt, das Und-Gatter *positiv* und das Oder-Gatter *negativ* zu beschreiben (oder umgekehrt), also «beim Und-Gatter ist der Ausgang genau dann <1>, wenn beide Eingänge <1> sind» und «beim Oder-Gatter ist der Ausgang genau dann <0>, wenn beide Eingänge <0> sind», ist der Dualität von *Und* und *Oder* auf die Spur gekommen.

Aufgaben 2 und 3

Einige unter den in Aufgabe 2 gestellten Problemen sind so einfach gewählt, dass alle Schülerinnen und Schüler zu korrekten Ergebnissen, einer funktionierenden Schaltung und damit zu einem Erfolgserlebnis kommen sollten; insbesondere auch weil es sich um eine Gruppenarbeit handelt.

Wichtig ist die offene Aufgabenstellung bei Aufgabe 3, die einerseits interessierten Schülerinnen und Schülern erlaubt, ihre Kreativität unter Beweis zu stellen, andererseits den Schwächeren die Möglichkeit lässt, mit einem einfachen Problem, das vielleicht von einem einzigen Gatter gelöst wird, zu einem Erfolgserlebnis zu kommen.

Bei gewissen Problemen kann der Lösungsweg über eine sprachliche Formulierung führen, aus der über die Wörter «und», «oder», «nicht» direkt eine Schaltung herausgelesen wird, über logische Formeln, falls die Notation bekannt ist, oder über Zwischendinge wie deutsche Sätze mit mathematischen Klammern. Für andere Probleme ist eine Wahrheitstabelle als vollständige und **un**-zweideutige Formulierung des Problems nützlich. Um die Schülerinnen und Schüler auf diese beiden hilfreichsten Lösungsmethoden aufmerksam zu machen, werden beide verlangt. Denkbar wäre auch ein graphisches Verfahren im Sinne der Karnaugh-Diagramme.

Wer eher praktisch veranlagt ist, baut möglicherweise zuerst eine Schaltung auf und überlegt sich erst anschliessend wie sie arbeitet und welches logische Problem sie löst. Vielleicht stösst man dabei auf die Möglichkeit von Rückkopplungen und baut damit z.B. ein Flipflop (in den Beispielen sind der Einfachheit halber keine Rückkopplungen vorgesehen).

Die Skizze der Schaltung kann, wie im Beispiel gezeigt) ein abstraktes Schaltschema sein, sie kann sich aber auch an die konkrete Anordnung auf dem Steckbrett anlehnen.

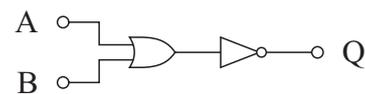
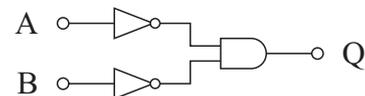
Beispiellösungen der Probleme aus Aufgabe 2

1. «Ich muss die Katze füttern, falls *nicht* die Schwester sie schon gefüttert hat (A) *und nicht* die Mutter sie schon gefüttert hat (B).»

oder

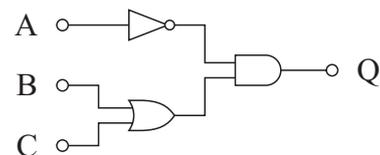
«Ich muss die Katze füttern, falls *nicht* die Schwester *oder* die Mutter sie schon gefüttert haben.»

A	B	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



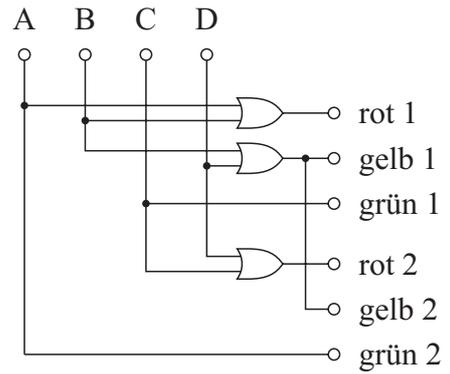
2. «Ich kann ins Kino gehen, falls (*nicht* noch Hausaufgaben zu erledigen sind [A]) *und* (ich Geld habe [B] *oder* mich ein Kollege einlädt [C]).»

A	B	C	Q
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0



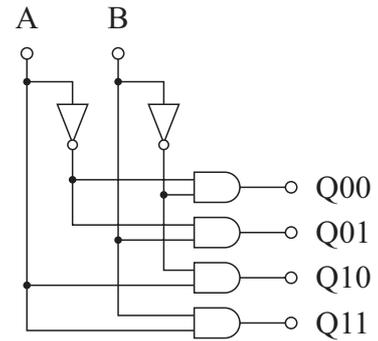
3.

Phase	A	B	C	D	1			2		
					ro	ge	gr	ro	ge	gr
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0
3	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
4	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0

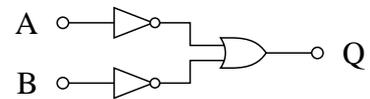
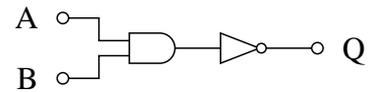


4.

A	B	Q00	Q01	Q10	Q11
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

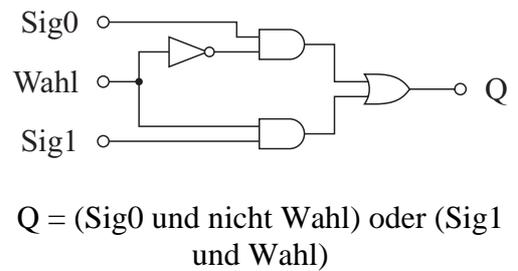


5. nicht (A und B) = (nicht A) oder (nicht B)
 «nicht beide sind wahr» = «mindestens eines ist falsch»



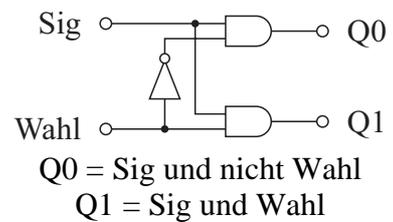
6.

Sig0	Sig1	Wahl	Q
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	1
1	1	0	1
0	0	1	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	1	1



7.

Sig	Wahl	Q0	Q1
0	0	0	0
1	0	1	0
0	1	0	0
1	1	0	1



C Beurteilung des Schülerprotokolls

Formale Beurteilungskriterien sind, im Schüler/innen – Teil erwähnt:

- Korrekte Funktionsbeschreibung und passende Namen für die drei Bausteine (Aufgabe 1).
- Korrekte Wahrheitstabellen (Aufgaben 1, 2 und 3) und sprachliche/formelhafte Lösungsbeschreibungen (Aufgaben 2 und 3).
- Verständliche sprachliche Beschreibung eines neuen logischen Problems (Aufgabe 3).
- Korrekte Schaltungsskizzen mit den vorgegebenen Symbolen für Inverter, Und- und Oder-Gatter (Aufgaben 2 und 3).

Im Zweifelsfall soll lieber zu viel als zu wenig anerkannt werden, um dem Lernenden in seiner selbständigen Entdeckungsarbeit auch ein bestätigendes Erfolgserlebnis zu ermöglichen. Wichtiger als das Einhalten von fachlichen Konventionen, die den meisten Schülerinnen und Schülern gar nicht bekannt sein werden, ist die Verständlichkeit der Aufzeichnungen.

Die Komplexität der bei Aufgabe 3 gewählten Schaltung soll keinen direkten Einfluss auf die Bewertung haben, damit auch schwächere Gruppen zu einem guten Resultat kommen können und um die Gefahr zu verringern, dass sich jemand zu viel vornimmt und dann scheitert.

Das Schülerprotokoll wird mit einem schriftlichen Kommentar versehen zurückgegeben oder in einem kurzen persönlichen Gespräch mit den Autoren besprochen.