

Parkplatz-Zugangskontrolle

Von Günther Zivny

Mit diesem Bauvorschlag können Schülerinnen und Schüler eine Reihe von technischen Sachgebieten kennen lernen und ihre Kenntnisse in Theorie und Praxis erweitern. Es geht um den Bau einer Schranke, mit der auf verschiedene Art die Zufahrt auf einen Parkplatz kontrolliert werden kann.

Die Besonderheit ist, dass das Projekt flexibel angelegt ist und auf verschiedenen Ausbaustufen beendet werden kann. Je nach Lernzielen können so verschiedene Kompetenzstufen erreicht werden.

Konstruktion und Herstellung der Schranke

Die Konzeption und Herstellung der Schranke ist keine große Sache. Hier können die Schüler durchaus auch eigene Ideen und Vorstellungen einbringen. In jedem Fall wird etwas spanabhebende Materialbearbeitung (Sägen, Bohren, Feilen ...) notwendig sein. Als Baumaterial bietet sich Sperrholz an (siehe Bild 1 und 2).

Antrieb

Der Antrieb soll durch einen Elektromotor erfolgen.

Damit die Schranke sich mit angemessener Geschwindigkeit bewegt, muss die hohe Motordrehzahl mit einem Getriebe stark reduziert werden. Hierfür

gibt es je nach Lernziel mehrere Möglichkeiten: Riemenantrieb, Reibradantrieb, Zahnradgetriebe oder eine Kombination daraus. Die einfachste Möglichkeit ist die Verwendung eines käuflichen Zahnradgetriebes mit Motor (Getriebemotor).

Steuerung

Die Schranke soll durch manuelles Betätigen eines Schalters öffnen und schließen und sie soll in den beiden Endstellungen automatisch abschalten.

Diese Aufgabe ist schon etwas abstrakter und erfordert spezifische Kenntnisse. Damit die Schranke öffnet und schließt, muss der Motor die Drehrichtung wechseln. In dem in Bild 3 gezeigten Schaltplan wird dies mit zwei Batterien (z. B. Baby-Zellen) bewerk-

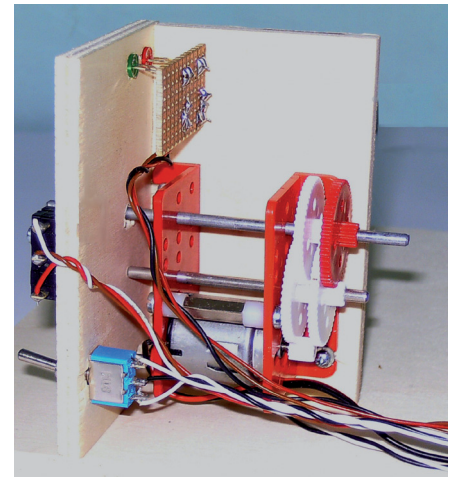


Bild 2: Schranke von hinten. Man sieht den Motor und das vierstufige Getriebe (625:1). Die beiden LEDs und die Widerstände wurden auf einer Streifenleiterplatte montiert. Der umfangreiche Kabelbaum wird an eine Klemmenleiste geführt.

stellt; die eine dient dem Vorlauf und die andere dem Rücklauf. Wir haben hier drei Spannungsniveaus: $-1,5\text{ V}$, 0 V und $+1,5\text{ V}$, es sollte also der Begriff des Potentials fallen.

Das Abschalten in den Endstellungen erfolgt durch Endschalter in Form von Mikroschaltern.

Selbstverständlich kann man auch mit nur einer Batterie auskommen, benötigt dann aber einen doppelten Umschalter (2x Um).

Ausführung der Verdrahtung

Der Schaltplan sieht noch recht übersichtlich aus, dennoch kann man die Verdrahtung sehr unübersichtlich und

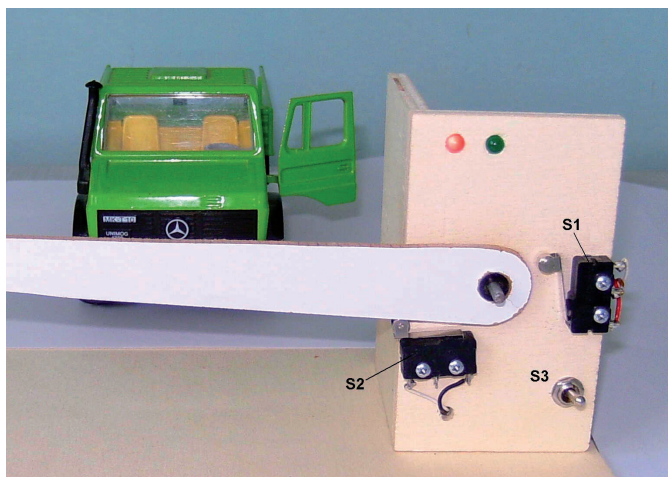


Bild 1: Schranke von vorne. Die Mikroschalter sind an der Vorderwand angeschraubt und werden direkt von der Schranke betätigt. Das ist die einfachste Lösung. Selbstverständlich kann man die Schalter auch hinter der Wand „verstecken“.

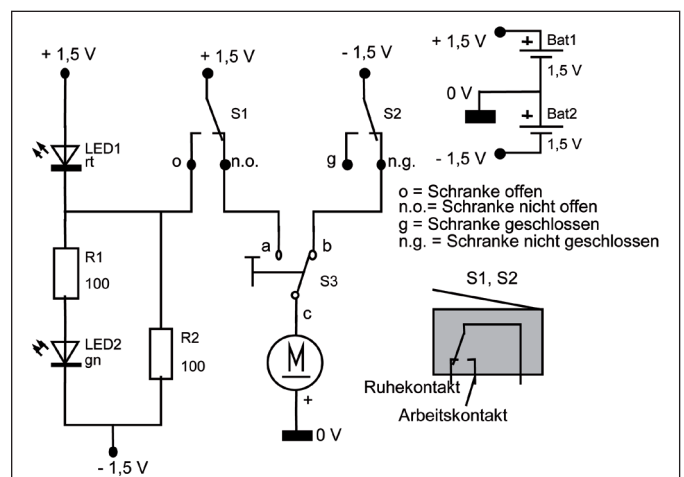


Bild 3: Schaltplan. Der Mikroschalter S1 wird betätigt, wenn die Schranke ganz geöffnet ist. Der Mikroschalter S2 wird betätigt, wenn die Schranke ganz geschlossen ist. In beiden Fällen wird dann der Stromfluss zum Motor unterbrochen und der Motor bleibt stehen.

chaotisch ausführen. Dies sollte also keineswegs dem freien Spiel der Kräfte überlassen werden. Es empfiehlt sich nicht, die Drähte kreuz und quer von Bauteil zu Bauteil zu ziehen und an die schon montierten Bauelemente anzulöten. Vielmehr empfiehlt sich Folgendes:

1. Einen Verdrahtungsplan erstellen.
2. Verschiedenfarbene Leitungen verwenden und diese an die noch nicht montierten Bauteile anlöten.
3. Die Leitungen an einer Klemmenleiste zusammenführen.

Ist alles fertig und überprüft, steht einem Funktionstest nichts mehr im Wege. Sollte nicht alles auf Anhieb funktionieren, ist das nicht schlimm, denn die Fehlersuche zwingt zur intensiven Beschäftigung mit der Funktionsweise und ist deshalb besonders lehrreich. Wichtig ist, dass der Motor die richtige Drehrichtung hat. Sollte das nicht der Fall sein, muss man nur die beiden Anschlussleitungen vertauschen.

Wer die Schranke sauber aufgebaut und zur Funktion gebracht hat, stellt damit ein gutes technisches Kompetenzniveau unter Beweis. Das Projekt ist aber auf Erweiterungen ausgelegt und bietet somit auch die Möglichkeit, noch höhere Kompetenzniveaus zu erklimmen. Im Folgenden sollen einige mögliche Erweiterungen vorgestellt werden. Diese Erweiterungen orientieren sich an den Inhalten, die in den einschlägigen Lehrbüchern behandelt werden.

Zusätzliche Lichtsignale

Zur Information der Autofahrer können zwei Lichtsignale angebracht werden. Das grüne Signal soll bei geöffneter Schranke leuchten und das rote Signal soll bei geschlossener Schranke und auch während der Schrankenbewegung leuchten. Als zusätzliche Forderung soll gelten, dass hierfür kein weiterer Schalter verwendet wird.

Die letzte Forderung ist nicht ohne Weiteres zu erfüllen. Wir lösen das Problem mit Leuchtdioden (LEDs) und nützen dabei aus, dass LEDs eine ziemlich konstante Betriebsspannung von etwa 2 V haben. Ist die ange-

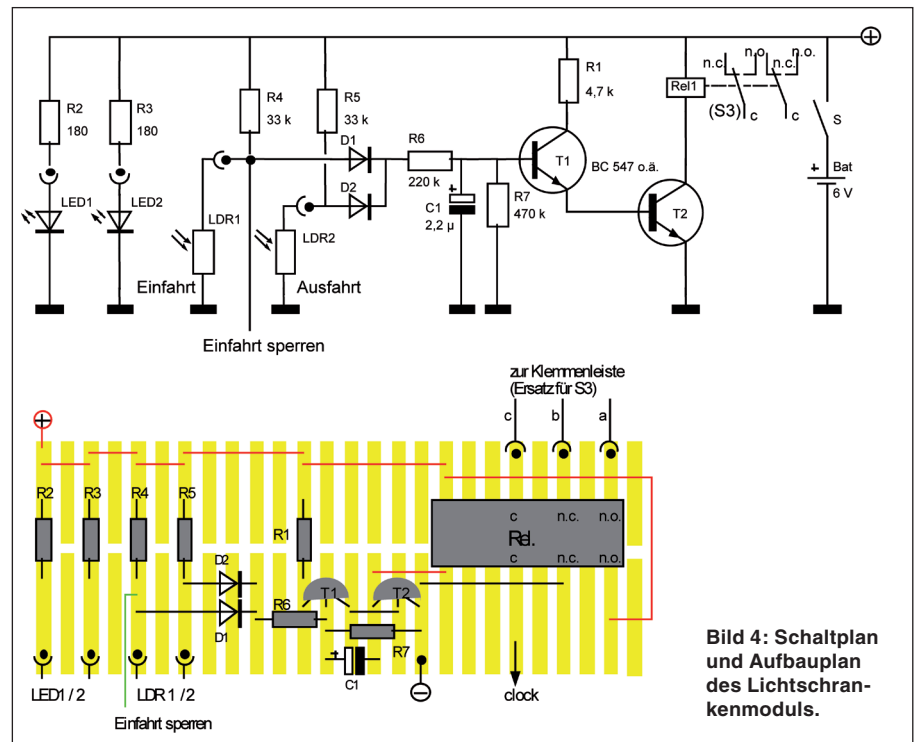


Bild 4: Schaltplan und Aufbauplan des Lichtschrankenmoduls.

legte Spannung kleiner, leuchten sie gar nicht mehr. Im Gegensatz dazu würde ein Glühlämpchen, das für 2 V ausgelegt ist, auch noch bei 1,5 V leuchten. Die Schüler kommen hier mit „verzweigten Stromkreisen“ in Kontakt und können ihr Verständnis in diesem Bereich vertiefen.

Schranke öffnet und schließt automatisch

Ein manuell betätigter Schalter ist fast schon ein Anachronismus. Wir fordern also, dass die Schranke automatisch öffnet, wenn ein Fahrzeug davorsteht und wieder schließt, wenn das Fahrzeug durchgefahren ist. Wir machen damit einen weiteren Schritt in die Elektronik.

Hierzu ersetzen wir den handbetätigten Schalter durch einen, der elektromagnetisch betätigt wird, also durch ein Relais. Das ist die einzige Änderung an der bisherigen Schaltung.

Nun benötigen wir noch zwei Sensoren, die feststellen, ob ein Auto vor oder hinter der Schranke steht, um ein- oder auszufahren. Stand der Technik sind hier sogenannte Induktionsschleifen, die in die Fahrbahn eingelassen sind. So etwas kann man zwar auch bauen, der Aufwand wäre aber für dieses Projekt zu groß. Außerdem ge-

hören die Grundlagen dieser Technik nicht unbedingt zum Lernstoff (siehe Bild 4 und 5).

Wir verwenden stattdessen Lichtschranken in der einfachsten Form mit einem Fotowiderstand (LDR) und einer superhellen Beleuchtungs-LED. Wenn ein Auto vor der Schranke steht, ist die eine Lichtschranke unterbrochen (der LDR hat dann einen hohen Widerstand) und die andere ist nicht unterbrochen (der LDR hat dann einen kleinen Widerstand). Unter diesen Umständen soll das Relais anziehen (Schranke öffnet). Wenn das Auto dann durchfährt, sind beide Lichtschranken unterbrochen, und schließlich werden beide wieder freigegeben und das Relais soll abfallen (Schranke schließt). Wenn also eine oder beide Lichtschranken unterbrochen sind, soll das Relais anziehen. Wenn beide nicht unterbrochen sind, soll das Relais abfallen. Wenn man dem Zustand „unterbrochen“ bzw. „Relais angezogen“ den Wahrheitswert „wahr“ zuordnet, bedeutet das eine ODER-Verknüpfung. Ein einzelnes Logikgatter lässt sich am einfachsten mit Dioden realisieren (Diodenlogik). Weil der LDR (Typbezeichnung LDR07) ziemlich hochohmig ist, sind auch die anderen Widerstände hochohmig. Um das Relais zu betreiben, braucht es einen

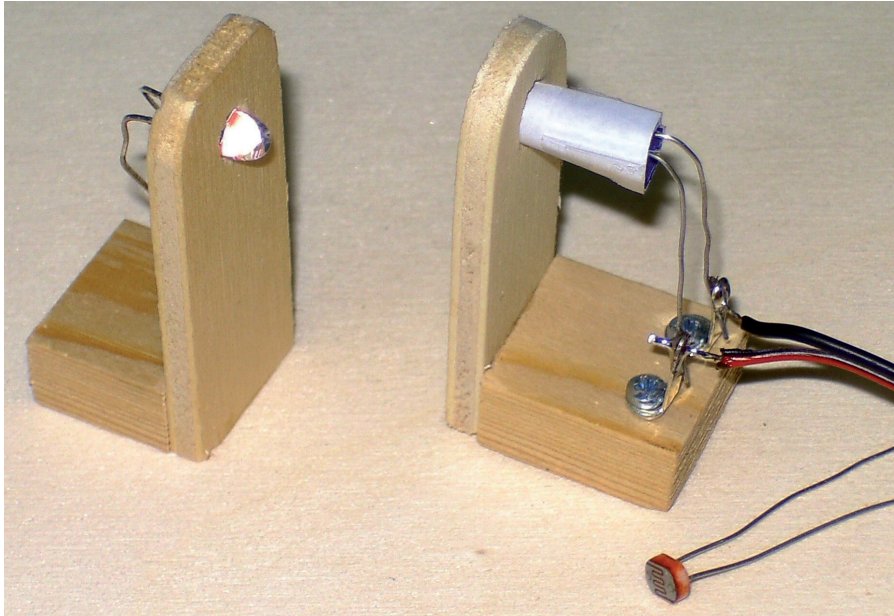


Bild 5: Aufbauvorschlag für die Lichtschranke. Der Fotowiderstand steckt in einem Papierrollchen, um ihn vor Fremdlicht zu schützen. Daneben liegt der Fotowiderstand mit der Bezeichnung LDR07.

zweistufigen Verstärker mit den Transistoren T1 und T2. Der Kondensator C1 verzögert das Anziehen des Relais ein wenig. Diese Funktion ist im Moment nicht notwendig und man kann den Kondensator auch weglassen. Für die nächste Ausbaustufe wird er aber gebraucht, sonst funktioniert die Aufwärts-/Abwärtssteuerung des Zählers nicht richtig.

Es ist nicht einfach, ein Relais mit einer Spulennennspannung von 3 V zu bekommen. Wir verwenden deshalb für die Steuerung eine eigene Batterie, am besten vier Mignonzellen (6 Volt). Damit ist dann der Steuerungsteil vom Leistungsteil (Motor) galvanisch getrennt. Das ist auch im Hinblick auf die folgenden Erweiterungen sinnvoll.

Ausführung

Es empfiehlt sich, Schaltungen, die ein Rastermaß von 2,54 mm erfordern, auf einer Streifenleiterplatte aufzubauen. Die weit verbreiteten Punktrasterplatten sind nicht zu empfehlen. Es ist weiterhin empfehlenswert, die Schaltung nicht in einem Zug aufzubauen, sondern in mehreren Schritten mit eingeschobenen Funktionsprüfungen. Man beginnt beispielsweise mit den beiden Beleuchtungs-LEDs und den Vorwiderständen. Wenn die LEDs dann schön leuchten, ist das schon ein kleiner Er-

folg, der zu weiteren Taten anspornt. Eventuelle Probleme sollten behoben werden, bevor man weitermacht.

Bevor man die Lichtschranken fest installiert, muss man sie ausprobieren. Wenn das Relais bei unterbrochenem Strahl nicht anzieht, muss man den LDR besser abdunkeln. Experimentiert man in einem hellen Raum und unterbricht den Schrankenstrahl mit einem weißen Blatt Papier, kann das reflektierte Licht den LDR eventuell zu stark beleuchten. Nimmt man ein schwarzes Papier, geht es besser. Wenn das Relais bei nicht unterbrochenem Strahl nicht abfällt, muss man die Beleuchtungs-LED besser ausrichten oder den Abstand verringern. Der Autor verwendete eine rote LED. Die LED muss ein klares Gehäuse haben; LEDs mit einem milchigen Gehäuse sind nicht geeignet. Es muss auf der LDR-Seite ein heller Lichtfleck zu sehen sein. Die mögliche Reichweite war größer als 10 cm. Die Ergebnisse sind materialabhängig. Wenn man einen anderen LDR verwendet, müssen eventuell die Außenwiderstände R3 und R4 an den LDR angepasst werden. Falls auch die nächste Erweiterung (Zähler) in Angriff genommen werden soll, sollte man die Spannung am LDR messen. Bei einer Betriebsspannung von 6 V und unterbrochenem Strahl muss die Spannung größer als 3,5 V, besser größer als 4 V sein.

Mit dieser Erweiterung sollten die Lernziele im handlungsorientierten Unterricht gut erreichbar sein. Die folgenden Erweiterungsvorschläge passen auch noch in das Themenspektrum des Technikunterrichts, es ist aber nicht unbedingt sinnvoll, noch mehr Zeit mit Lötarbeiten zu verbringen. Es erscheint daher angemessen, hier den Schwerpunkt auf die theoretischen Erläuterungen zu legen und die Sache dann an einem schon fertig aufgebauten Modell zu demonstrieren.

Ist noch ein Parkplatz frei?

Es ist ärgerlich, wenn man auf einen Parkplatz einfährt, um dann feststellen zu müssen, dass kein Platz mehr frei ist. Die nächste Aufgabe lautet also, die Einfahrt zu sperren, wenn kein Platz mehr frei ist.

Die direkte Lösung wäre, an jedem Stellplatz einen Sensor anzubringen. Dies würde allerdings einen erheblichen Aufwand bedeuten. Wir entscheiden uns deshalb für eine andere Lösung: Die ein- und ausfahrenden Fahrzeuge sollen gezählt werden. Wenn mehr Fahrzeuge einfahren als ausfahren, füllt sich der Parkplatz, bis er schließlich voll ist.

Für diese Aufgabe verwenden wir einen integrierten Aufwärts-/Abwärtszähler aus der CMOS-Logikfamilie mit der Nummer 4016. Das vollständige Datenblatt kann aus dem Internet he-

Wert	Anzeige	Q8	Q4	Q2	Q1
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1
2	2	0	0	1	0
3	3	0	0	1	1
4	4	0	1	0	0
5	5	0	1	0	1
6	6	0	1	1	0
7	7	0	1	1	1
8	8	1	0	0	0
9	9	1	0	0	1
10	-	1	0	1	0
11	-	1	0	1	1
12	-	1	1	0	0
13	-	1	1	0	1
14	-	1	1	1	0
15	-	1	1	1	1

Tabelle 1: Wertetafel des Binärcodes. Die Spalte „Anzeige“ bezieht sich auf die nächste Erweiterung.