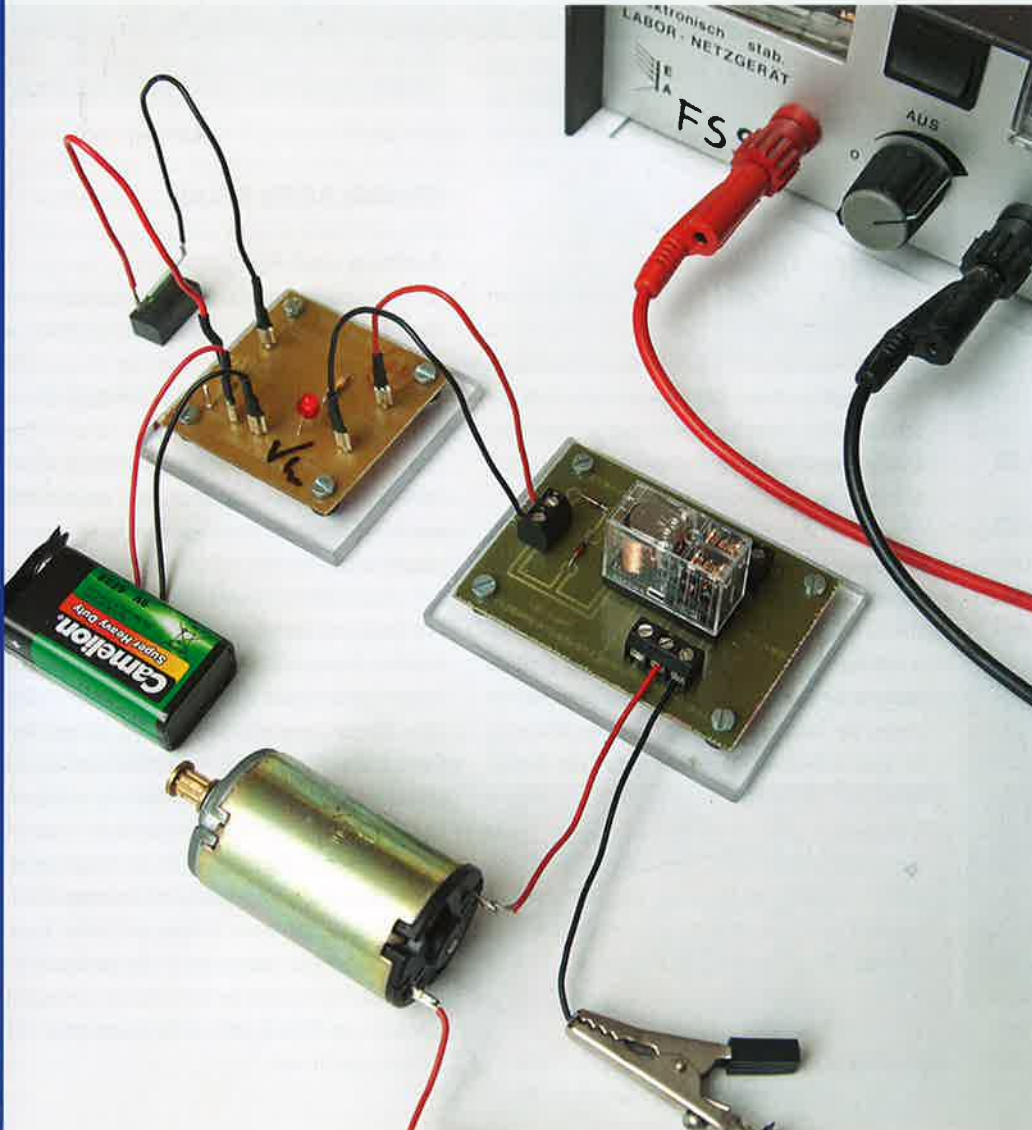


TECHNIK STUNDE 254

INFORMATION UND KOMMUNIKATION



Alarmanlage mit Relaisbaustein

mit 4 Arbeitsblättern

KLASSE

ab 8. Klasse

ZEIT

12 Unterrichtsstunden

MATERIALIEN

Relais, Platinen, Acrylglas, Dioden, Anschlussklemmen etc. (s. Materialliste)

WERKZEUGE

Feinsägen, Feilen, Schmirgelpapier, Tischbohrmaschine, Koordinatentisch, Gewindebohrer M3, Lötstationen, Schraubendreher

KOSTEN

ca. 6 € pro Relaisbaustein

Unterrichtspraxis, LuK, 2

VORBEMERKUNGEN

Die vorliegende Aufgabenstellung eignet sich gut, um mit den Schülern in die Grundlagen der Elektrotechnik und in der Weiterführung in die Elektronik einzusteigen. Im Mittelpunkt steht dabei ein Relaisbaustein, der vielfältig einsetzbar ist. Die Idee dieses Werkstücks besteht darin, das Relais schnell und einfach mit elektronischen Schaltungen auf der Steuerstromkreisseite sowie diversen Aktoren auf der Arbeitsstromkreisseite kombinieren zu können.

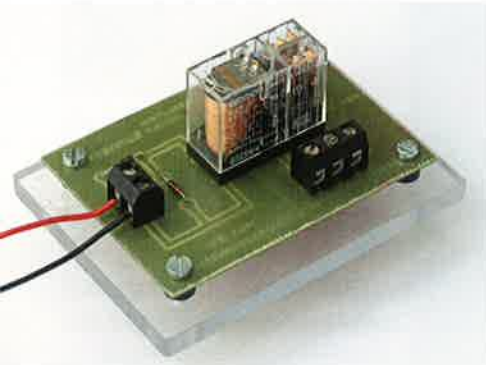


Abb. 1: Relaisbaustein

Eine einfache Einsatzmöglichkeit besteht in der Kombination des Relais mit der einfachen Alarmanlage aus der TST 253, in der ein Reed-Kontaktschalter als Sensor zum Einsatz kommt.

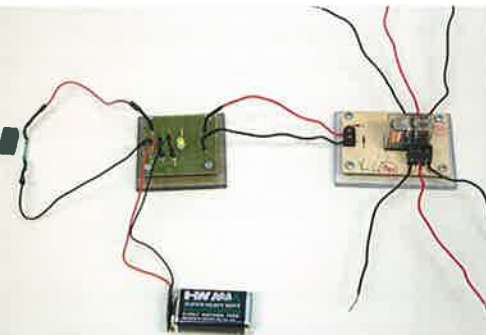


Abb. 2: Relaisbaustein mit Alarmanlage

Neben der einfachen, direkten Anschlussmöglichkeit der Alarmanlage kann den Schülern aber auch die Aufgabe gestellt werden, eine verbesserte Version mit Selbsthalteschaltung zu entwerfen und praktisch umzusetzen.

UNTERRICHTSVERLAUF

EINSTIEG

Dauermagnetismus

Der Lehrer setzt einen Dauermagneten ein und nimmt mit diesem eine bestimmte Anzahl Nägel oder Schrauben von der Tischplatte auf. Im anschließenden Unterrichtsgespräch wird das Vorwissen der Schüler aktiviert.

Elektromagnetismus

In einem zweiten Schritt kommt ein Elektromagnet zum Einsatz. Denkbar ist, den Elektromagneten als Black-Box einzusetzen, z. B. indem Spule und Spannungsquelle in einem Gehäuse versteckt sind. Die Schüler stellen Vermutungen an und bringen eventuell vorhandene Vorkenntnisse zum Elektromagnetismus ein.

In einer problem- und handlungsorientierten Versuchsphase stellen die Schüler anschließend einfache Elektromagnete her. In Partner- oder Gruppenarbeit werden dabei Aufgaben bearbeitet, die dazu geeignet sind, die Faktoren herauszuarbeiten, von denen die Kraft eines Elektromagneten abhängig ist. Dies sind neben der Windungszahl des Kupferlackdrahts und einer sauberen Wicklung in eine Richtung vor allem das Material des Kerns sowie die Größe des Stroms. Gegebenenfalls können weitere Faktoren wie die Länge und Geometrie des Spulenkörpers, die Wicklungsdichte oder die Lage der Spule mit in die Versuche einfließen.

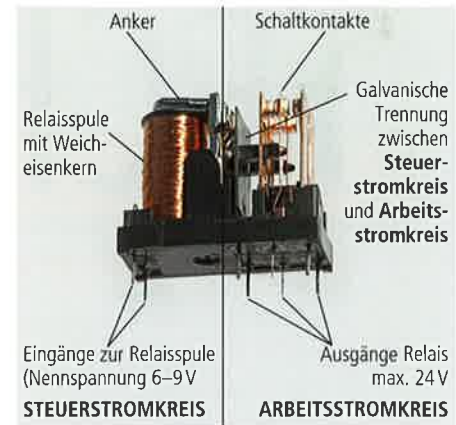


Abb. 3: Relais

GRUNDLAGEN RELAIS

Aufbau und Funktion

Ein mechanisches Relais arbeitet meist nach dem Prinzip des Elektromagneten, indem ein Strom in einer Spule mit Weicheisenkern ein Magnetfeld erzeugt. Der beweglich gelagerte Anker wird vom Magnetfeld angezogen und bewegt dadurch eine oder auch mehrere Kontaktzungen. Sobald an der Spule keine Spannung mehr anliegt, bewegt sich der Anker durch Federkraft wieder in seine Ausgangsposition zurück.

Die Spule mit ihren Anschlüssen bildet den sogenannten Steuerstromkreis. Die über die Kontaktzungen geschalteten Ausgänge des Relais stellen den Arbeitsstromkreis dar. Wichtig ist es, den Schülern das Prinzip der galvanischen Trennung zu vermitteln. Zwischen den beiden Stromkreisen Steuerstromkreis und Arbeitsstromkreis besteht keine elektrische Verbindung. Durch Relais lassen sich mit schwachen Strömen und niedrigen Spannungen gefahrlos starke Ströme und hohe Spannungen schalten. Dabei müssen die Schüler allerdings darüber belehrt werden, dass im Unterricht nur nicht berührungsfähige Spannungen bis 24 Volt erlaubt sind.

Thematisiert werden sollte auch die Darstellung von Relais in Schaltungen. Relais werden immer im Ruhezustand dargestellt, so als ob die Spannungsquelle an der Relaispule nicht angeschlossen wäre. Beim Schaltzeichen wird die Wirkung der Spule durch eine gestrichelte Linie dargestellt, die einen Schaltkontakt oder mehrere Schaltkontakte gleichzeitig bewegt. Sehr anschaulich, was den Aufbau eines Relais betrifft, sind die großen Relais, die früher beim Aufbau der Telefonverbindung eingesetzt wurden. Alternativ eignen sich auch Relais mit transparentem Kunststoffgehäuse oder offene Bauformen zur Analyse durch die Schüler. Überlegenswert ist, ein Relais zur Analyse zu zerlegen und die Spule zunächst als Elektromagneten zu verwenden, wie die selbst hergestellten Elektromagnete in den Versuchen davor.

Schrittweise wird der Aufbau eines Relais bestehend aus einem Weicheisenkern, der Spule, einem beweglichen Anker sowie mindestens zwei Kontaktfedern, die durch den Anker betätigt werden, allerdings von diesem isoliert sind, erarbeitet.

Schließer – Öffner – Wechsler

Ein Relais ist also ein elektromagnetisch arbeitender Schalter. Dabei kann das Relais als Schließer (Kontaktzungen sind im Ruhezustand geschlossen), Öffner (Kontaktzungen sind im Ruhezustand geschlossen) oder Wechsler (drei Kontaktzungen, siehe Abb. 5) ausgelegt sein. Neben den Grundtypen gibt es auch Relais mit mehreren Kontaktzungen, in denen Schließer, Öffner und Wechsler kombiniert werden.

Die Kennzeichnung der Anschlüsse ist normiert: Die Anschlüsse zur Relaispule werden mit A1 und A2 bezeichnet. Als Öffner werden die Schaltkontakte 1 und 2 angeschlossen, als Schließer die Schaltkontakte 1 und 4. Als Wechsler schließen wir 1 als gemeinsamen Schaltkontakt an (Kontaktzunge) und die Anschlüsse 2 und 4.

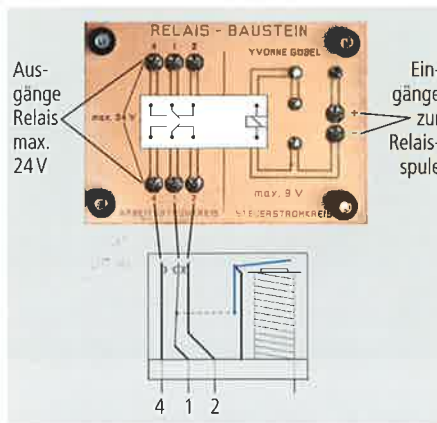


Abb. 4: Anschlüsse des Relais

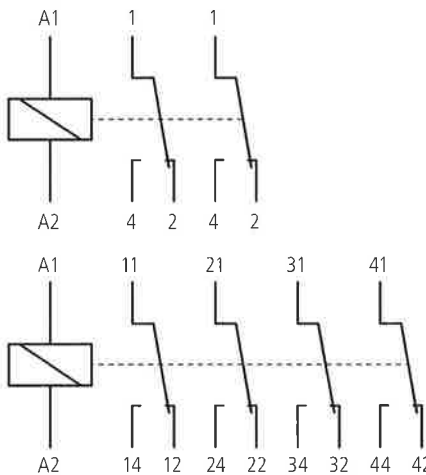


Abb. 5: Schaltzeichen Relais als 2-fach- bzw. 4-fach-Wechsler

Bei Schaltrelais mit mehreren Wechslern werden die Kontaktzungen durchnummeriert. Der erste Wechsler erhält die Nummer 11, der zweite die Nummer 21, 31 usw. Die erste Ziffer ist daher die sogenannte „Platzziffer“ des Schaltkontakts, die zweite Zahl die „Funktionsziffer“.

Bei der Arbeit mit Schülern kann man auch auf die zweistellige Nummerierung verzichten und es bei der im oberen Teil der Abbildung 5 gezeigten Darstellung belassen.

Anschlussbelegung ermitteln

Liegen keine Datenblätter für das Relais vor, so müssen die Anschlüsse selbst ermittelt werden.

Zunächst empfiehlt es sich, die Anschlüsse A1 und A2 zur Relaispule zu bestimmen. Diese sind meistens räumlich von den Anschlüssen des Arbeitsstromkreises abgesetzt. Mit dem Multimeter kann der Spulenwiderstand gemessen werden (zwischen 50 und 2000Ω). Noch einfacher ist die Bestimmung mit einer 9-V-Blockbatterie. Beim Anlegen der Spannung an die Relaisanschlüsse schaltet das Relais.

Die Anschlüsse der Schaltkontakte ermittelt man am einfachsten mit einem akustischen Durchgangsprüfer: Bei einem Öffner (Anschl. 1 + 2) sind die Anschlüsse in Ruhezustand auf Durchlass. Bei einem Schließer (Anschl. 3 + 4) ist kein Durchlass. Es empfiehlt sich, die Ergebnisse im Ruhezustand und im geschalteten Zustand in einer Tabelle festzuhalten.

Relais erproben

Steht ausreichend Zeit zur Verfügung, so ist es für die Schüler sehr anschaulich, verschiedene Relais in einfache Schaltungen einzubauen. Dabei können die Funktionen Öffner, Schließer, Wechsler sowie Kombinationen praktisch erprobt werden, indem Motoren, Glühlämpchen, Summer etc. betrieben werden.

AUFGABE RELAISBAUSTEIN

Hinführung zur Aufgabenstellung

Entweder im Sitzkreis am „runden Tisch“ oder bei einem Rundgang im Fachraum können verschiedene Einsatzmöglichkeiten des Relais von den Schülern vorgestellt werden. Dabei fällt vor allem der unübersichtliche Aufbau einer derartigen provisorisch aufgebauten Schaltung mit Krokostripen ins Auge. Ausgehend von dieser wenig zufriedenstellenden

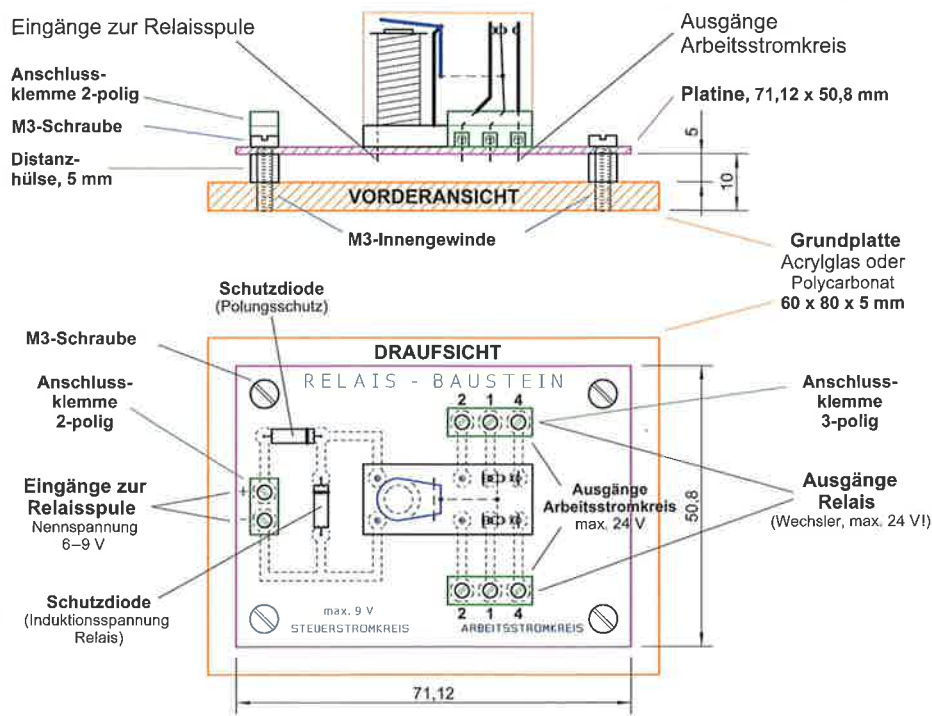


Abb. 6: Ansichten Relaisbaustein

Tatsache werden mit den Schülern Optimierungsmöglichkeiten besprochen.

Aufgabenstellung Relaisbaustein

Wie in Abbildung 6 ersichtlich, wird das Relais auf einer Platine verlötet. Die Eingänge zur Relaisspule sowie die zweimal drei Ausgänge des verwendeten Relais sind gekennzeichnet. Um Probleme zu vermeiden, sind die Eingangsspannung sowie die maximal zulässige Spannung auf der Arbeitsstromseite angegeben. Anschlussklemmen erleichtern den Anschluss der Kabel. Um vor Spannungsspitzen der Spule beim Abschalten zu schützen, ist eine Schutz- oder Freilaufdiode vorgesehen sowie eine Polungsschutzdiode.

Wie die Alarmanlage aus der TST 253, wird auch der Relaisbaustein auf einer Acrylgrundplatte

aufgebaut. Die Platine erhält in den Ecken Bohrungen und wird mit M3-Schrauben auf der Grundplatte befestigt. Distanzhülsen mit 5 mm sorgen für den notwendigen Abstand zur Grundplatte. Die transparente Grundplatte ermöglicht es dem Lehrer unter anderem, auch im montierten Zustand ggf. die Lötstellen des Werkstücks zu bewerten.

Materialliste

- 1 Platine, einseitig kupferbeschichtet (71,12 x 50,8 mm)
- 1 Grundplatte, Acrylglas (60 x 80 x 5 mm)
- 2 Dioden
- 1 Relais, 2 x UM, Nennspannung 6-9 V
- 1 Anschlussklemme, zweipolig
- 2 Anschlussklemmen, dreipolig
- 4 Distanzhülsen, 5 mm für M3-Schrauben
- 4 Zylinderschrauben, M3 x 10

Platinenlayout mit der Lernkartei

Wie bereits bei der Aufgabenstellung Alarmanlage können die Schüler mithilfe einer Lernkartei relativ selbstständig das Platinenlayout am PC erstellen. Die Datei für die Lernkarten zur Aufgabenstellung Alarmanlage sowie weitere Unterrichtsmaterialien können Sie bei der Fa. Ellmitron (www.ellmitron.de) unter der Rubrik Bausätze, Fortbildungsmaterialien Schneider finden und kostenlos herunterladen.

Fertigung des Relaisbausteins

Nachdem das Platinenlayout erstellt und in der Simulation auf etwaige Fehler überprüft wurde, folgt die Fertigung am Koordinatentisch. Die Schüler arbeiten in der Regel zu zweit, wobei der Schüler, der schon fertig ist, den nächsten einweist und aufpasst, dass keine Fehler passieren.

Um Leerlauf und Stau zu vermeiden, sollte der Lehrer Aufgaben zur Differenzierung stellen. Beispielsweise können die Schüler Informationsblätter zum Thema Elektromagnetismus und Relais bearbeiten, während sie auf die Arbeitsmöglichkeit am Koordinatentisch warten.

Vor dem Fräsen der Platine können die Schüler die Kanten der Grundplatte feilen und leicht anfasen. Auch die Kanten der Platine sollten von ihnen bearbeitet werden.

Nach dem Fräsen werden die Lötunkte für das Relais und die Anschlussklemmen mit 1,2 mm aufgebohrt, die Anschlüsse für die Dioden dagegen mit 1,0 mm.

Wie in der TST 253 beschrieben, werden die Bohrungen für die Schrauben in der Platine und der Grundplatte durchgeführt und anschließend das M3-Innengewinde geschnitten.

Die anschließende Bestückung mit den Bauteilen stellt für geübte Schüler kein Problem dar.

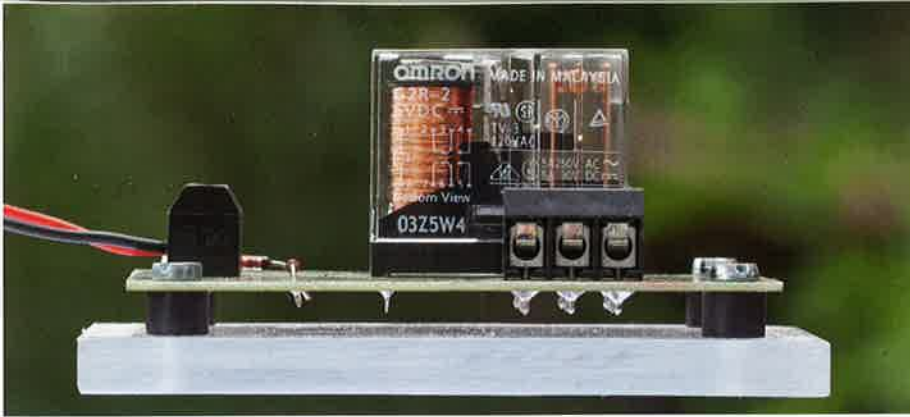


Abb. 7: Fertiger Relaisbaustein

Anfänger erhalten eine Einführung in das sachgerechte Löten von Elektronikbauteilen. Neben dem Vermeiden von kalten Lötstellen muss eine Überhitzung empfindlicher Bauteile vermieden werden. Weiterhin ist darauf zu achten, dass das Lötzinn nicht über die Fräsbahn hinausläuft und dadurch die Funktion der Schaltung gefährdet.

ALTERNATIVEN

Relaisbaustein mit Buchsen

Statt der zwei- oder dreipoligen Anschlussklemmen kann der Relaisbaustein auch mit Buchsen gefertigt werden. Neben den kleinen 2-mm-Buchsen bieten sich die 4-mm-Telefonbuchsen an, die bei den Relaisanschlüssen blank und bei den Relaiseingängen farbig gewählt werden können.

Beim Erstellen des Platinenlayouts mit nccad muss der Pad-Durchmesser für die Buchsen entsprechend größer gewählt werden. Ein Pad-Durchmesser von 12 mm hat sich dabei bewährt. Dies kann man in der Kopfleiste ab nccad7 einstellen:
Parameter/CAD/Leiterplatte/Pad-Durchmesser

Die generierten 12-mm-Pads auf der Platine müssen mit einem 6-mm-Bohrer aufgebohrt werden. Die Buchsen werden nur auf die Platine geschraubt.

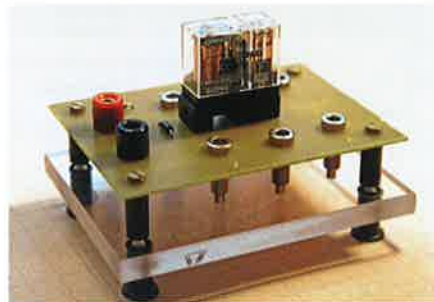


Abb. 8: Alternative – Buchsen als Anschlüsse

Längere Distanzhülsen ermöglichen einen problemlosen Aufbau auf der Grundplatte.

Aufbau auf Lochplatte

Steht kein Koordinatentisch zum Fräsen der Platine zur Verfügung, kann die Platine auch geätzt oder aber auf einer Lochrasterplatte aufgebaut werden. Mit passenden Drahtstücken lässt sich die Schaltung einfach realisieren.

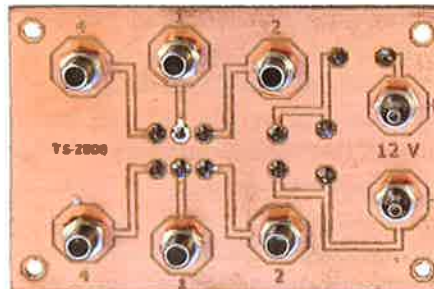


Abb. 9: Rückseite mit 4-mm-Buchsen

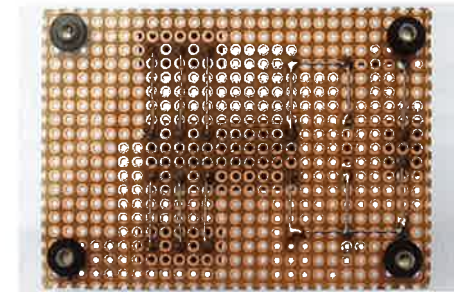


Abb. 10: Aufbau auf Lochrasterplatte

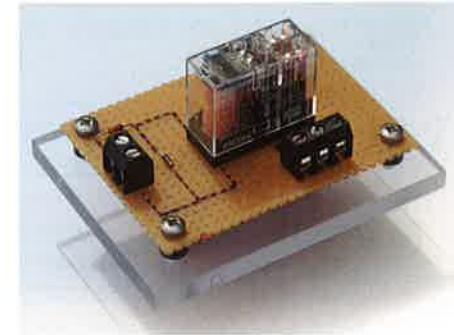


Abb. 11: Schaltung auf einer Lochrasterplatte

ALARMANLAGE MIT RELAIS

Funktionsprüfung

Die fertige Schaltung wird auf ihre Funktionsweise überprüft. Beim Anlegen der Betriebsspannung kann man den Schaltvorgang des Relais hören und dank des transparenten Gehäuses auch leicht beobachten.

Funktioniert der Relaisbaustein, kann er mit der einfachen Alarmanlage aus der TST 253 eingesetzt werden. Auf der Arbeitsstromseite kann wie in der Abbildung 12 beispielsweise ein Summer eingesetzt werden.

Diese Alarmanlage hat allerdings den großen Nachteil, dass der ausgelöste Alarm vom Verursacher problemlos sofort unterbrochen werden kann. Den Schülern kann an dieser Stelle die Aufgabe

gestellt werden, die Schaltung so zu optimieren, dass der Alarm nur durch einen Reset-Schalter wieder abgestellt werden kann.

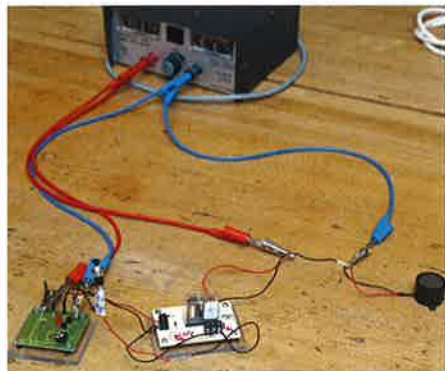


Abb. 12: Inbetriebnahme des Relaisbausteins

ALARMANLAGE MIT RELAIS UND SELBSTHALTUNG

Entwicklung der Schaltung am Simulationsprogramm

Mit einem Simulationsprogramm wie beispielsweise Yenka (Crocodile Clips) können die Schüler zunächst die Schaltung, bestehend aus Alarmanlage auf der Steuerstromseite, dem Relaisbaustein sowie einem Summer, Motor o. Ä. auf der Arbeitsstromseite, aufbauen.

Die Aufgabe besteht darin, das Relais mit weiteren Versorgungsleitungen so zu schalten, dass es, nachdem es einmal ausgelöst wurde, nur durch einen besonderen Reset-Schalter abgeschaltet werden kann. Der ausgelöste Alarm kann nicht unterbrochen werden, indem der signalgebende Sensor wieder in den Ausgangszustand zurückversetzt wird.

Wie auf dem Arbeitsblatt 4 ersichtlich, wird der Eingang des Relais durch eine weitere Versorgungsleitung über die Ausgänge 4 und 1 mit der 9-V-Batterie verbunden. Dadurch bleibt das Relais,

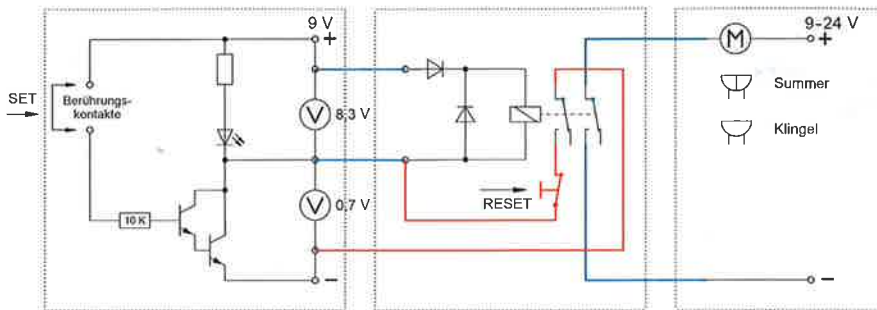


Abb. 13: Berührungssensor mit Selbsthaltung

nachdem der Alarm gesetzt wurde, so lange mit der Spannungsquelle verbunden, bis die Versorgungslleitung durch den Reset-Taster unterbrochen wird.

Die Schüler bauen die Schaltung am Simulationsprogramm auf, erproben und dokumentieren die vier Schaltzustände.

- Steuerstromkreis geöffnet
- Steuerstromkreis geschlossen (SET)
- Steuerstromkreis wieder geöffnet
- RESET

Anschließend wird die Selbsthaltungsschaltung praktisch erprobt und umgesetzt.

TRANSISTORSCHALTUNGEN AUF DER STEUERSTROMSEITE

Eine Weiterführung der Aufgabenstellung für die gesamte Technikgruppe oder eine Differenzierungsmöglichkeit für einzelne Schüler besteht darin, den Sensorbaustein zu variieren. Statt der einfachen Schaltung aus der TST 253 mit Reed-Kontakt und LED wird ein Transistor oder eine Darlingtonstufe eingebaut. Die Schaltung wird dadurch sehr empfindlich, sodass auch ein Berührungssensor eingesetzt werden kann.

Der Aufbau dieser Transistorschaltungen stellt einen Spannungsteiler dar, der gewährleistet, dass das

Relais immer mit der notwendigen Betriebsspannung von ungefähr 8V angesteuert wird. Weitere Sensoren sind Fotowiderstände (LDR), Fototransistoren oder aber Heißleiter (NTC) oder Kaltleiter (PTC). Je nach Aufbau der Schaltung lässt sich z. B. mit einem LDR-Sensor eine Hell- oder eine Dunkelschaltung realisieren. Mit den NTC- oder PTC-Widerständen sind temperaturabhängige Schaltungen, wie etwa eine Warmschaltung (Feuermelder) oder eine Kaltschaltung (Frostschutz) möglich.

Je nach Schaltung ist auf der Arbeitsstromseite der Anschluss eines Summers, eines Motors, eines Lüfters bzw. mehrerer Aktoren möglich.

AUSBLICK

In einer weiteren Technikstunde werden anspruchsvolle Aufgabenbeispiele, bei denen der Relaisbaustein eine wichtige Rolle spielt, vorgestellt.

Autoren:

Thomas Schneider, Neuhausen a. d. Fildern
Dietmar Waibel, Schwäbisch Gmünd

Das Relais

Elektromagnetische Relais sind Schalter, die durch Elektromagnete betätigt werden.

Das unten dargestellte Relais besteht aus einer **Relaisspule** mit einem **Weicheisenkern**, einem beweglichen **Anker** und einer **Kontaktfeder** zwischen zwei „starr“ Kontakten.

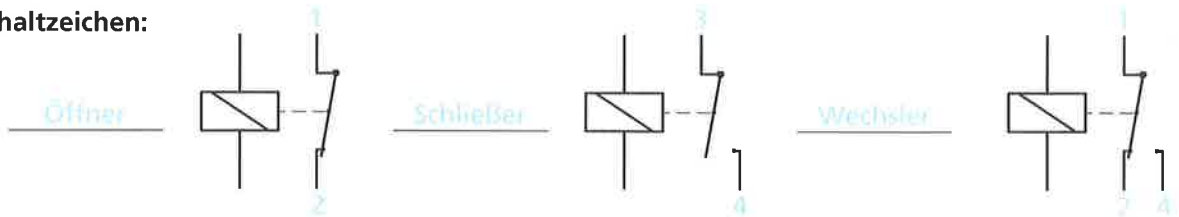
Der **Anker** ist mit der **Kontaktfeder** durch einen **Isolator** verbunden (Strichlinie). Zwischen den beiden Stromkreisen besteht keine elektrische Verbindung!

Den Stromkreis, an dem die Relaisspule angeschlossen ist, bezeichnet man als **Steuerstromkreis**.

Im **Arbeitsstromkreis** kann eine Spannungsquelle bis **24 V** angeschlossen werden. Dieser Arbeitsstrom wird durch die Kontaktfeder des Relais geschlossen oder geöffnet.

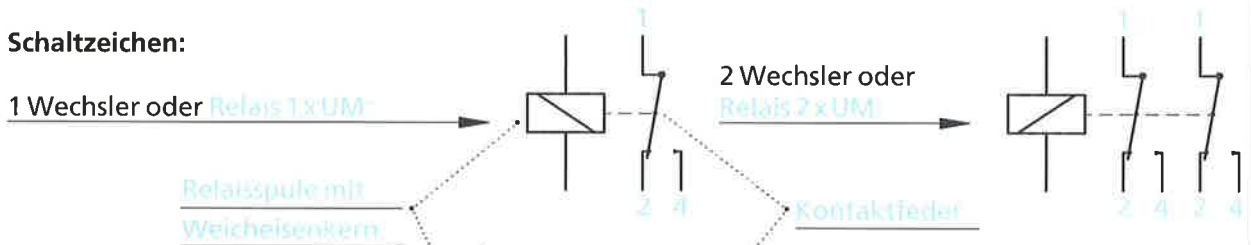
Relais haben unterschiedliche Anwendungsgebiete. Daher gibt es verschiedene Ausführungen als **Öffner**, **Schließer** und **Wechsler**.

Schaltzeichen:

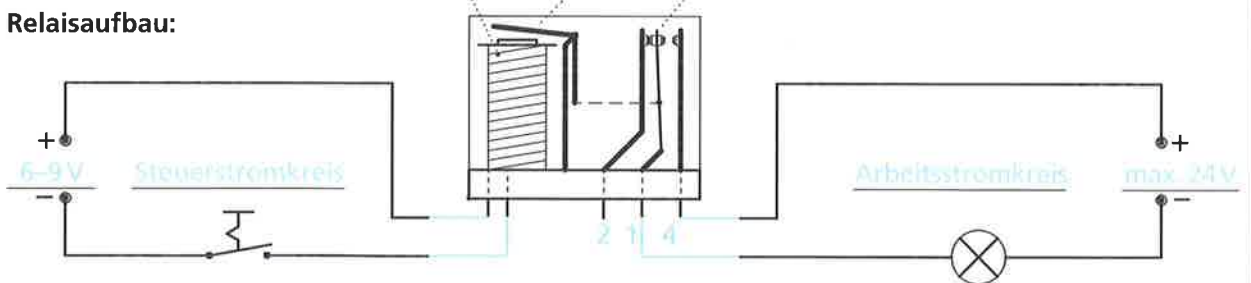


Als weitere Ausführungen gibt es Relais mit einem, zwei oder mehreren Wechslern mit den Bezeichnungen: Relais 1 x UM, Relais 2 x UM oder Relais 3 x UM.

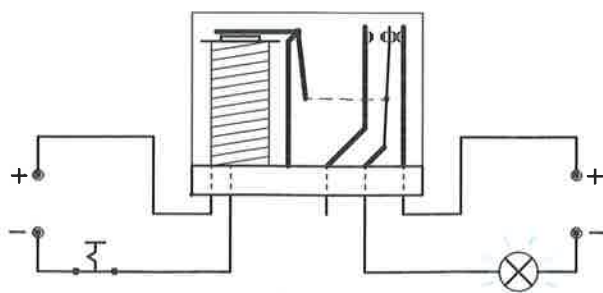
Schaltzeichen:



Relaisaufbau:



Funktion:



Ist der Steuerstromkreis geschlossen, wird der Eisenkern der Spule magnetisch und zieht den Anker an. Dabei wird die Kontaktfeder nach „rechts“ gedrückt und der Arbeitsstromkreis wird geschlossen. Die Kontaktzunge wirkt als Schließer.

Name: _____		Relais Grundlagen	Maßstab: _____
Klasse: _____	Datum: _____		Blatt-Nr.: _____

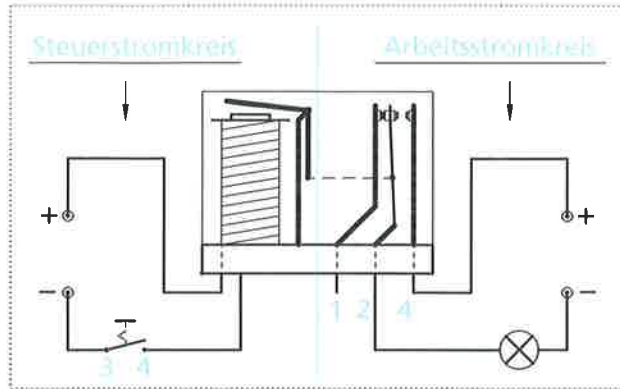
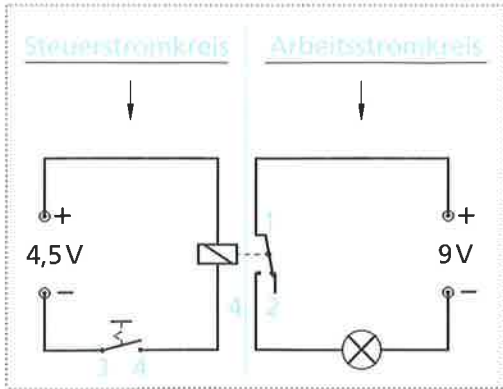
Das Relais als Schließer, Öffner und Wechsler

Aufgabe: Baue folgende Relais-Schaltungen mit einem Simulationsprogramm oder mit einem Elektronikbaukasten auf.

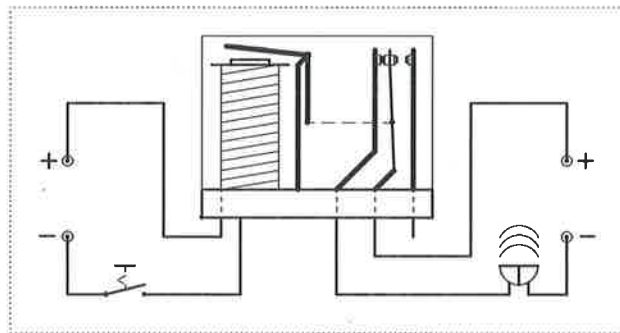
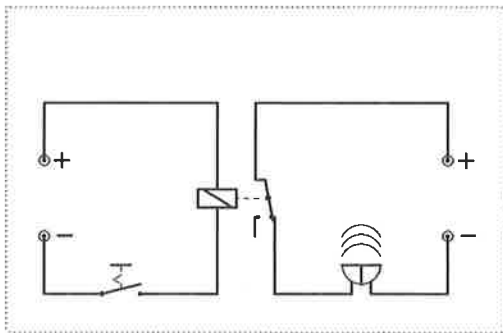
1. Relais als Schließer: Verwende als Verbraucher im Arbeitsstromkreis eine **Glühlampe**.

Schaltpläne:

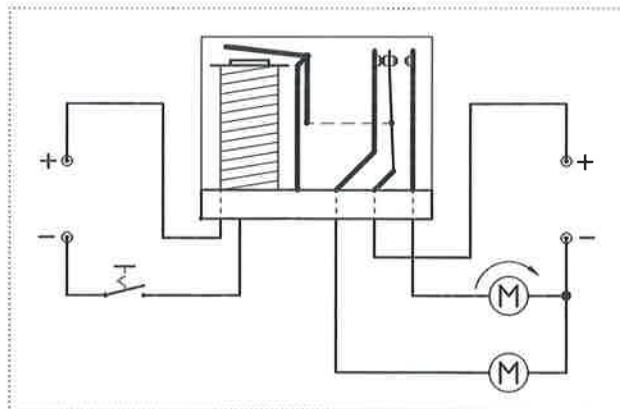
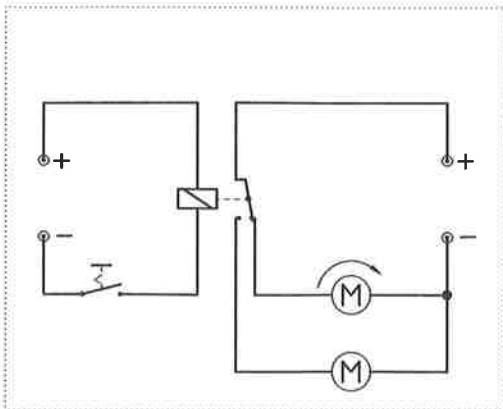
Grafiken:



2. Relais als Öffner: Verwende als Verbraucher im Arbeitsstromkreis einen **Summer**.



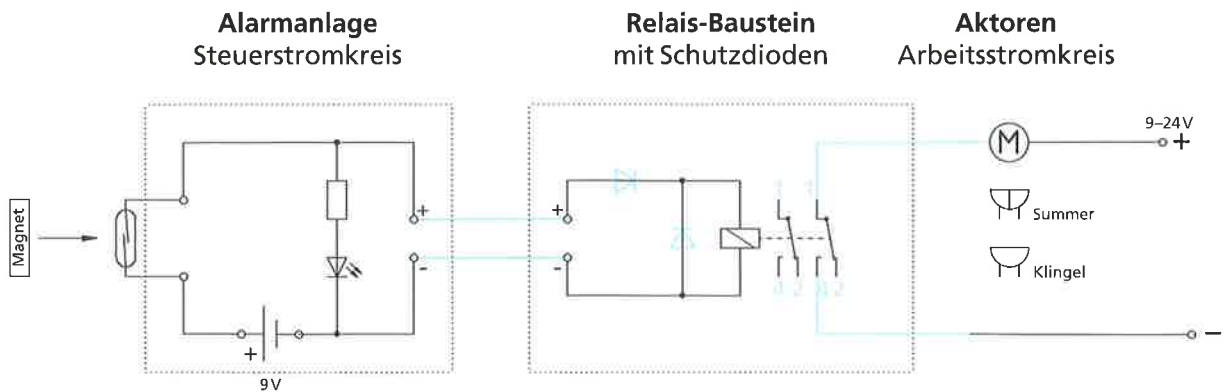
3. Relais als Wechsler: Verwende als Verbraucher im Arbeitsstromkreis **Motoren**.



Name: _____		Relais als Schließer, Öffner und Wechsler	Maßstab: _____
Klasse: _____	Datum: _____		Blatt-Nr.: _____

Alarmanlage mit Relais und Arbeitsstromkreis

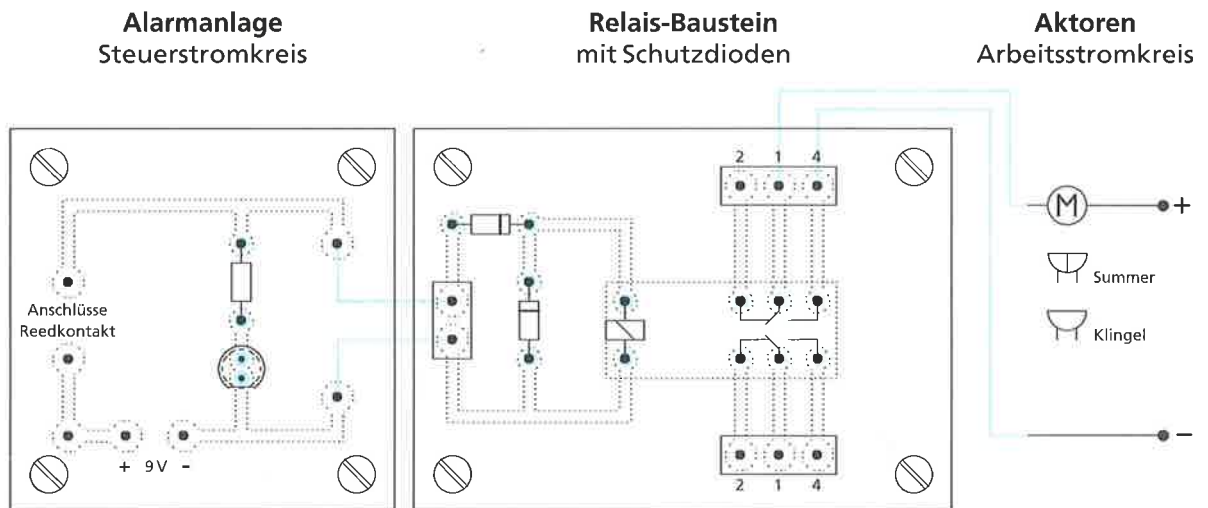
Schaltplan:



- Aufgabe 1:** a) Verbinde die Ausgänge der Alarmanlage mit den Eingängen des Relaisbausteins.
 b) Ergänze den Schaltplan beim Relaisbaustein mit zwei Schutzdioden.
 c) Beschrifte die Schaltkontakte des Relais mit den entsprechenden Zahlen.
 d) Verbinde den Arbeitsstromkreis mit einem Ausgang des Relais als **Schließer**.

- Aufgabe 2:** Baue den Schaltplan mit einem Simulationsprogramm auf.
 Ersetze den Reed-Kontakt durch einen Schalter. Verwende unterschiedliche Aktoren (Verbraucher) im Arbeitsstromkreis.

Platinen mit Bauteilen in Originalgröße (Sicht von oben):



- Aufgabe 3:** Ergänze hier ebenfalls die Verbindungen wie bei Aufgabe 1.

- Aufgabe 4:** Baue deine Alarmanlage mit dem Relaisbaustein auf:
 a) als **Schließer**
 b) als **Öffner**
 c) als **Wechsler** (mit zwei Aktoren im Arbeitsstromkreis)

Name: _____		Alarmanlage mit Relais und Arbeitsstromkreis	Maßstab: _____
Klasse: _____	Datum: _____		Blatt-Nr.: _____

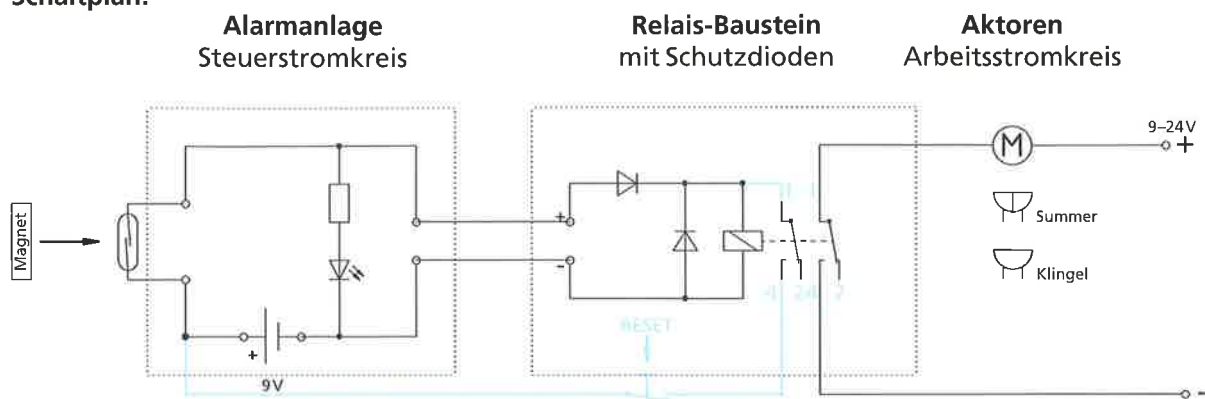
Alarmanlage mit Relais und Selbsthalteschaltung:

In einer **Selbsthalteschaltung** ist das Relais so angeschlossen, dass die Kontakte des Arbeitsstromkreises in Ruhestellung geöffnet sind.

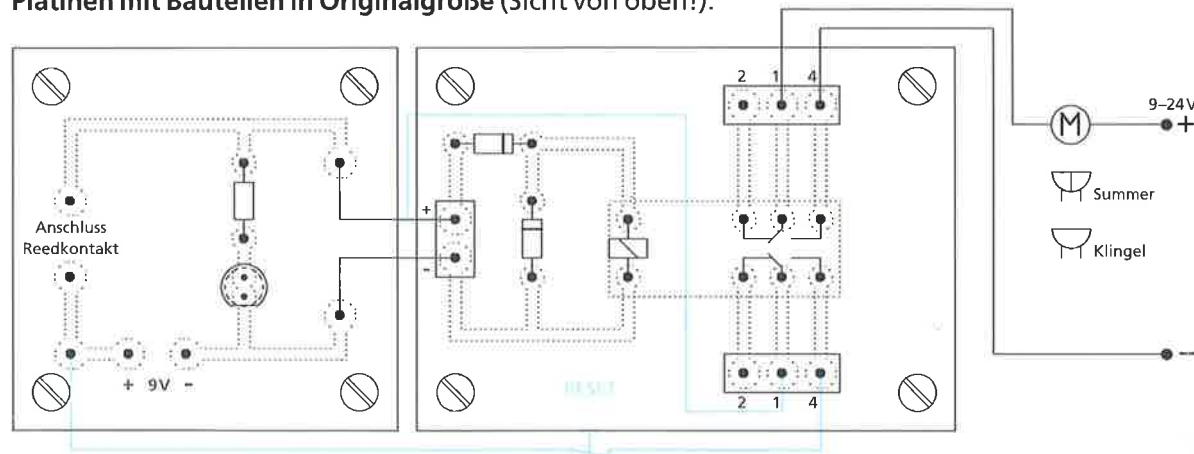
Wird im Steuerstromkreis ein Magnet in die Nähe des Reed-Kontakts gebracht (SET), wird der Steuerstromkreis geschlossen und die LED leuchtet.

Dadurch liegt auch an der Relaispule eine Spannung von 9 V an, das Relais schaltet und der Arbeitsstromkreis wird geschlossen.

Schaltplan:



Platinen mit Bauteilen in Originalgröße (Sicht von oben!):



Für die **Selbsthalteschaltung** wird ein zusätzlicher **Versorgungsstromkreis** für die Magnetspule angeschlossen.

Die Magnetspule ist dann immer noch an der Spannungsquelle angeschlossen, auch wenn der Steuerstromkreis wieder unterbrochen wird.

Mit dem Taster (RESET) kann der Versorgungsstromkreis des Relais unterbrochen werden.
 SET = setzen, einschalten RESET = löschen, zurücksetzen

Aufgabe 1: Ergänze den vorhandenen Schaltplan und den Bauteileplan mit dem zusätzlichen Versorgungsstromkreis für die Relaispule und einem RESET-Taster (Öffner).

Aufgabe 2: Dokumentiere vier Schaltzustände mit einem Simulationsprogramm:
 a) Steuerstromkreis geöffnet (s. Abbildung)
 b) Steuerstrom geschlossen (SET)
 c) Steuerstrom wieder geöffnet
 d) RESET

Name:		Alarmanlage mit Relais und Selbsthalteschaltung	Maßstab:
Klasse:	Datum:		Blatt-Nr.: