

Steuern und Regeln für Heim und Industrie mit LOGO! 8

Eine Kleinststeuerung, die Anlagenmodelle aus Fischertechnik-Teilen steuert, veranschaulicht praxisnah, wie die Programmierung mit der visuellen Programmierung in LOGO! Soft Comfort einfach gelingt - ohne Vorkenntnisse und ab etwa 15 Jahren geeignet.

Planen Sie eine Automatisierung in Ihrer Wohnung, dem Eigenheim oder eines Gebäudes, vielleicht sogar eine Steuerung in Ihrem Betrieb: Die LOGO! 8 kann das übernehmen und Sie haben die volle Kontrolle zur Verwirklichung Ihrer Ideen.

Sind Sie begeistert von sich realistisch bewegenden Technikmodellen und wollen wissen, wie Sie Ihre eigenen Modelle mit einer professionellen Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) zum Leben erwecken? Erleben Sie die Praxis am Modell und nutzen Sie die neuen Kenntnisse für Ihre reale Anlagensteuerung.

Aus dem Inhalt:

- Gefahrlose Installation und Inbetriebnahme der Logo 8
- Erstellen von Schaltprogrammen für SPS
- Interaktion mit Fischertechnik Modellen
- Motorsteuerung mit H-Brücke und externen Relais
- Regeln und Steuern, PI-Regler
- Webserver und virtuelle Simulation mit Factory I/O

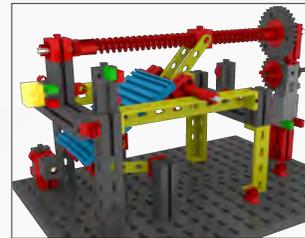
Systemvoraussetzungen:

- Windows 10 mit Ethernet-Netzwerk/Router und Internetzugang

Optimale Ausstattung:

- LOGO! 12/24RCE Starter-Set
- Fischertechnik-Teile
- 2 Netzteile und Zubehör, Elektronikteile

Eine Materialliste finden Sie im Buch und in der Leseprobe auf <https://www.blafusel.de>



Steuern und Regeln für Heim und Industrie mit LOGO! 8

Steuern und Regeln für Heim und Industrie mit LOGO! 8

Automatisierung praxisnah mit
Fischertechnik-Funktionsmodellen
erlernen

F. Schäffer

Florian Schäffer



9 783754 348796

Vorwort

Haus- und Heimautomatisierung sowie *Smart Living* erfahren in den letzten Jahren immer mehr Interesse: Smart Homes steuern automatisch die Heizung, Jalousien, Beleuchtung, Gartenbewässerung und mehr. Spätestens mit der Einführung von Amazons *Alexa* steht in vielen Haushalten ein mehr oder weniger smarter Assistent. Aufwändiger wird es, wenn nicht nur auf digitale Inhalte zugegriffen wird, sondern tatsächlich die Steuerung der Haus- oder Wohnungstechnik übernommen werden soll.

Während für eine industrielle Nutzung große und dann auch teure Systeme benötigt werden, reicht für eine kleine Anlage oder auch das Zuhause eine stark reduzierte speicherprogrammierbare Steuerungen, wie die Siemens Logo! 8. Diese kann in einem landwirtschaftlichen Betrieb Automatisierungen genauso gut steuern, wie in einer kleinen Fabrik oder eben auch im eigenen Heim. Für letzteres gibt es zwar eine Reihe maßgeschneiderter anderer Angebote, die sich gut eignen, wenn das ganze Haus damit ausgestattet werden soll – wollen Sie aber nur eine einzelne Aufgabe wie die Klimaanlage oder das Garagentor automatisieren, dann zeigt die Logo! 8 ihre Stärke und ist auch für zukünftige Aufgaben gewappnet.

Einzig die ersten Schritte in der Materie sind bisher gar nicht so einfach. Lesen Sie die Handbücher oder ein Sachbuch zum Thema, schreckt allein die bürokratische Einführung mächtig ab: Seitenweise Warnhinweise, Verbote und Einschränkungen, gefolgt von Beamtendeutsch und kein Wort dazu, wie man das Ding denn in Betrieb nimmt.

Dabei kann die Logo! 8 richtig interessant sein und Lust auf Experimentieren und Perfektionierung der eigenen Steuerung machen. Damit dies gelingt und nicht nur graue Theorie bleibt, werden in diesem Buch die bekannten Konstruktionsbausätze von Fischertechnik genutzt, um einfache, möglichst

realitätsnah funktionierende Modelle zu bauen und zu steuern. So sehen Sie gleich in der Praxis, wie sich eine Änderung im Programm auswirkt und welche Zusammenhänge es gibt.

Der Einstieg soll möglichst niederschwellig und leicht verständlich sein. Vielleicht haben Sie schon Erfahrung mit der Programmierung und Elektronik, aber bis auf wenige Grundfähigkeiten gibt es keine Vorbedingungen und die Kombination aus Elektronik, Programmierung, Steuerungs- und Regeltechnik sowie Technikmodellbau eignet sich auch sehr gut für interessierte Jugendliche (mit ein wenig Hilfe von Erwachsenen) und vor allem: es ist absolut ungefährlich und macht Spaß.

Florian Schäffer

Inhalt

Vorwort	6
1 Technik zum Anfassen	14
1.1 Hinweise zum Buch	15
Ungefährliche Spannungen	15
1.2 Was Sie benötigen: eine Einkaufsliste	16
1.3 Nachbau der Funktionsmodelle	19
Nachbau der Konstruktionsvorschläge	20
1.4 Praxiseinstieg mit Exzenter-Stanze	22
Vom Schaltplan zum Technikmodell	23
Umgangssprache in Boolesche Algebra übersetzen	25
Verkabelung mit Fritzing	25
Eine SPS kann die Maschine noch verbessern	27
2 Einführung in die Logo! 8	29
2.1 Übersicht der Logo! 8-Bausteine	31
Das Basismodul	32
Erweiterungsmodule	34
DIN-Hutschiene	35
2.2 Logo 12/24RCE in Betrieb nehmen	36
Kabelverbindungen	36
Netzteil für den Installationsverteiler	37
Gefahrlos mit Festspannungs-Steckernetzteilen arbeiten	38
2.3 Prinzip der speicherprogrammierbaren Steuerung	40
EVA-Prinzip	42
Sensoren und Aktoren	43
Einheitssignale	45
Steuern und Regeln	46
2.4 Erste Schritte mit der Logo 12/24RCE	46
Grundeinstellungen auf der Logo 8	46
Netzwerkverbindung	47
Firmware-Update	49
2.5 Entwicklungsumgebung Logo!Soft Comfort einrichten	50
Update mit Hindernissen	51
LogoSoft mit Logo 8 verbinden	52

2.6	Die Stanz-Maschine bekommt eine SPS	54
	Vom Schaltplan zum Modell	54
	Programm erstellen	56
	Simulation der Logikschaltung	62
	Der Praxis-Test	63
	I/O-Kontrolle zur Fehlersuche am Basismodul	66
	Mit dem Online-Test die Funktion überwachen	67
	Weitere praktische Funktionen	68
	Programmierfehler	69
	Ausgangs- und Eingangsverbindungen	71
2.7	Mangelhafter Passwortschutz	72
	Angeblich geschützte Anwendung	72
	Dateischutz mangelhaft	74
	Zugriffsschutz auf dem Basismodul fraglich	75
2.8	Funktionsweise des Schaltprogramms	78
3	Wichtige Funktionsblöcke	80
3.1	Boolesche Grundfunktionen	80
	Alarmanlage überwacht zwei Eingänge	80
	AND, OR und NOT	83
	Exkurs: Mathematische Gesetze für Logikgatter	85
	Alarmanlage mit Störungssicherung: High- und Low-Aktiv	87
3.2	Erweiterte Grundfunktionen	90
	NAND und NOR	92
	Flankengesteuerte Vergleiche	93
	Zeitdiagramme	94
3.3	Exklusiv-Oder (XOR)	96
3.4	Textmeldungen für den Benutzer	99
	Meldetexte ausgeben	103
	Meldetexte mit Vorrang	107
	Simulation mit Meldetexten	108
3.5	Merker: Farbe ins Spiel bringen	110
4	Relais	113
4.1	Einfaches Relais	114
	Logo 8-System erweitern	116
	Relais-Module für DIN-Hutschiene	117
4.2	Motorsteuerung mit H-Brücke	119
	H-Brücke mit Schaltern	119

	H-Brücke für ein Rührwerk mit vier Relais	120
	Zwei Relais steuern den Motor aus der Ferne	122
	Karussell für den Rummel	123
4.3	Selbsthalterelais SR-Flipflop	127
	Setzen und Zurücksetzen	128
4.4	Exkurs: Lichtschranke	129
	Open Collector PNP-, NPN- oder Relais-Ausgang	131
	Günstige Reflexlichtschranke	134
	Reifenrutsche für den Aqua-Park	135
	Komfortable Ein-Taster-Garagentorsteuerung	137
4.5	Stromstoßrelais	141
	Lichtschalterersatz	142
	Frequenzteiler für individuelle Raumbeleuchtung	144
	Abfrage der Cursortasten am Basismodul	147
	BCD-Zähler	148
4.6	Halbleiterrelais	151
	Wechselstrom schalten	152
5	Zeit-, Impulsgeber und Verzögerungen	154
5.1	Einschaltverzögerung	155
	Meldetext mit Blockparametern	159
	Parameteränderung am Basismodul	160
5.2	Ausschaltverzögerung	161
5.3	Ein-/Ausschaltverzögerung	164
	Blinkschaltung	166
5.4	Speichernde Einschaltverzögerung	168
	Mehr Benutzerfreundlichkeit	170
5.5	Wischrelais	171
	Einfacher Futterautomat	172
	Prellfreier Sicherheitsschalter	173
	Flankengetriggertes Wischrelais	173
	Mühle mit Zeitsteuerung	175
5.6	Rekursion	177
	Futterautomat II	179
5.7	Impulsgeber	181
5.8	Zufallsgenerator	186
	Anlaufmerker M8	191

5.9	Treppenlichtschalter	192
5.10	Komfortschalter	193
5.11	Wochenschaltuhr	197
	Lange Zeiträume in der Simulation	199
5.12	Jahresschaltuhr	201
5.13	Astronomische Uhr	203
6	Zähler	205
6.1	Vor-/Rückwärtszähler	205
	Drehgeber auswerten	206
	Balkendiagramm als Meldetext für Zahlenwerte	209
	Schneller zählen	212
6.2	Betriebsstundenzähler	216
	Warnmeldung Wartungsintervall	219
6.3	Schwellwertschalter	220
	Längere ON/OFF-Meldetexte	225
6.4	Schieberegister	226
	Bits schieben	227
	Schieberegister auf der Logo 8	229
	Blick in die Vergangenheit	231
7	Analogwertverarbeitung	235
7.1	Analoge Werte	235
	Widerstandsänderung	236
	Sprachliche Ungenauigkeit: Analogwert	237
	Analoge Eingänge an der Logo 8	240
	Analoge Merker	243
	Analoge Ausgänge	243
7.2	Stoppuhr	244
	Übergabe von Parametern	244
	Referenzverbindungen	246
	So funktioniert die Parameterübergabe	248
7.3	Analogverstärker	249
	Parametrierung	251
	Darstellung auf dem Display und Skalierung	254
	Simulation und Online-Test	255
7.4	Temperaturmessung mit Pt100 und Pt1000	256
	Lange Drahtverbindung	258
	Messumformer nutzen	260

Exkurs: Belasteter Spannungsteiler	264
Temperatursensor direkt anschließen	267
Vom Analogwert zur Temperatur	269
7.5 Digitaler Temperatursensor LM35D	270
LM35D an der Logo 8	272
7.6 Arithmetische Anweisungen	273
Priorisierung der Operatoren	274
Vom Widerstand eines Pt1000 zur Temperatur	278
7.7 Fehlererkennung Arithmetische Anweisung	279
7.8 Analoger Schwellwertschalter	283
Zweipunktsteuerung mit Hysterese	286
7.9 Analogkomparator	287
Lichtempfindliche Sensoren und die Umwelt	288
Der Sonne entgegen	290
7.10 Analoger Differenz-Schwellwertschalter	293
Verbindungen trennen	296
7.11 Analogwertüberwachung	297
7.12 Analoger Multiplexer (MUX)	301
7.13 Digital-to-Analog Converter mit BCD-Decoder	306
D/A-Wandler mit Widerständen	306
BCD-Dezimal-Decoder	310
7.14 Analogrampe	312
7.15 PI-Regler	316
Regelungstechnik	317
PI und PID	318
Wassertank mit PI-Regler	319
Manuelle Bestimmung von PI-Parametern	324
7.16 Impulsdauermodulator (PWM)	327
Pulsweitenmodulation	328
Frequenzumrichter zur Motorsteuerung	333
7.17 Mittelwerte	335
Analogfilter	335
Mittelwert	336

7.18	Max/Min	337
8	Weiterführende Funktionen	339
8.1	Zykluszeit	339
8.2	User Defined Function (UDF)	341
	UDF erstellen	342
	Eigenschaften der UDF definieren	348
	Funktionsblockbibliothek mit UDF erweitern	351
	Nutzung der UDF	352
8.3	Data Log	355
	Protokollierung von Werten und Zuständen	356
	Data-Log auswerten	359
8.4	Variable Memory – Variablenspeicher	360
	Funktionsblöcke für Netzwerkzugriff	361
	Variablenspeicherabbild	362
	Verbindung zu Remote-Gerät	364
	Diagnosemöglichkeiten	365
	Treppenhauslicht mit Signalisierung für Dauerlicht	366
	Simulation mit Datentabelle	372
8.5	Logo-Systeme per Netzwerk verbinden	373
	Display per Webserver spiegeln	373
	Ausgabe im Browser	377
	Netzwerkprojekt anlegen	381
	Datenaustausch für Ein- und Ausgänge	386
8.6	Virtuelle Fabrik mit Factory I/O	392
	Wassertank für die Logo 8	397
	Wassertank-Steuerprogramm	402
	Übersicht wichtige Logikbausteine	408

1 Technik zum Anfassen

Egal, ob Sie mit Fischertechnik Kinderspielzeug oder ein technisches Konstruktionssystem für Lehre und Ausbildung verbinden: Die seit über 50 Jahren mehr oder weniger unveränderten Bausteine mit Nuten und Zapfen finden sich neben den Lego-Bausteinen in wohl fast jedem Jugendzimmer. Die Bauteile von Fischertechnik eignen sich dabei besonders gut, um realistisch bewegte Maschinen und Industrieanlagen nachzubauen oder sich neue auszudenken.

Inzwischen gibt es auch verschiedene Ansätze, die gebauten Anlagen programmgesteuert in Bewegung zu setzen und nicht einfach nur mit einer Batterie zu verbinden. Dazu dienten früher die üblichen Homecomputer und mittlerweile der von Fischertechnik selbst vertriebene Mikrocontroller-Baustein TXT-Controller sowie Anbindungen an Systeme wie Arduino oder BBC micro:bit.

Eine funktionsfähige Maschinenkonstruktion oder der Nachbau einer kleinen Fertigungsstraße eignen sich aber auch hervorragend, um die Welt der professionellen Automatisierung von Industrieanlagen mittels speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) zu entdecken. Echte Schalter, Motoren, Lampen und weitere Komponenten, die sich bewegen und ein Modell zum Leben erwecken, verdeutlichen viel anschaulicher, ob die entworfene Steuerung auch wirklich so arbeitet, wie gewünscht, als abstrakt simulierte Ein- und Ausgaben.

Obwohl der Schwerpunkt in diesem Buch bei der Entwicklung von Anwendungsprogrammen für die Logo 8 liegt, kommt der Spaß durch die Konstruktionsbaukästen für Jung und Alt, Schüler oder Student, Ingenieur oder Hobbybastler nicht zu kurz. Vielleicht auch eine gute Gelegenheit, dem schon etwas vernachlässigten Spielzeug eine neue Chance zu geben.

1.1 Hinweise zum Buch

Dieses Buch richtet sich bewusst nicht an Elektro-Ingenieure, sondern an Endanwender, die einen Einstieg in die Speicherprogrammierbare Steuerung suchen und vielleicht ein kleines bis mittleres Projekt damit realisieren wollen. Auch Schüler, Studenten, Lehrlinge oder interessierte Maker finden hier neben den allgemeinen Grundlagen vor allem viele Praxisbeispiele, mit denen sich die Technikmodelle zum Leben erwecken lassen. Selbst wenn gar keine Automatisierung einer realen Anlage geplant ist, macht es Spaß, die Konstruktionsteile mit einer Steuerung zu kontrollieren, zu neuem Leben zu erwecken und sich so spielerisch Ingenieurwissen anzueignen.

Download und Forum

Zu den Technikmodellen finden Sie detaillierte Aufbaubeschreibungen beim Download zu diesem Buch auf der Webseite <https://t1p.de/o29o>. Dort finden Sie auch die Programme und Verdrahtungspläne etc. Ein Diskussionsforum steht ebenfalls zur Verfügung.

Im weiteren Verlauf wird die LOGO! 8 nur noch abgekürzt als „Logo“ oder „Logo 8“ bezeichnet, damit das Ausrufezeichen im Eigennamen, der nach Schreibweise von Siemens aus Versalien (Großbuchstaben) besteht, nicht als Satzzeichen gelesen wird.

Ungefährliche Spannungen

Im Datenblatt zur Logo 8 wird immer wieder darauf hingewiesen, dass der Betrieb nur von qualifiziertem Personal erlaubt ist, und von Tod, schwerer Körperverletzung und Sachschäden wird gewarnt. Das macht natürlich keinen Spaß und schreckt ab. Nur wer Elektroinstallateur ist oder ähnliches studiert hat, dürfte demnach mit einer Logo 8 hantieren.

Selbstverständlich sind die Warnungen berechtigt, aber bei näherer Betrachtung können sie relativiert werden, und der Betrieb kann im Wesentlichen ungefährlich sein. Hier im Buch wird deshalb auf den Umgang mit gefährlichen Spannungen verzichtet. Es gibt lediglich gelegentlich ein paar Hinweise, welche Möglichkeiten sich ergeben können, wenn die Logo 8 mit Netzspannung betrieben wird.

Nur von Netzspannung, also im Fall der Logo bei 230 V Wechselspannung, geht eine Gefahr aus. Wie Sie ab Seite 31 erfahren, gibt es verschiedene Logo 8-Varianten für unterschiedliche Spannungen. Solange Sie bei Gleichspannung unterhalb von 60 V und bei Wechselspannungen unterhalb 25 V bleiben, besteht selbst für Kinder und Tiere keine Gefahr bei Berührung.

Aus diesem Grund wird hier die Logo mit 24 V betrieben, und für die Fischertechnikmodelle kommen 9 V zum Einsatz. Das Netzteil von Siemens ist als Schaltnetzteil ausgeführt und erfordert den Anschluss eines Netzkabels an offene Schraubklemmen, womit Gefahren verbunden sind. Die Alternative besteht darin, zwei preiswerte Steckernetzteile einzusetzen, wie es ab Seite 36 gezeigt wird.

Nachdem Sie hier im Buch gelernt haben werden, wie Sie die Logo 8 für Ihre Zwecke einsetzen können, ist es kein großer Schritt mehr, auch Netzspannungen oder sogar Starkstrom zu nutzen und zu schalten. Die notwendigen Installationen übernimmt jeder zugelassene Elektroinstallateur nach Ihren Angaben und Sie können sich ganz auf die Automatisierung konzentrieren.

Ähnlich ist es mit der Einschränkung, dass die Logo 8 nur mit von Siemens zugelassenen (Fremd-) Produkten und Komponenten für die vorgesehenen Einsatzfälle genutzt werden darf. Eine reine Absicherung des Herstellers vor Haftungsansprüchen und zur Marktabgrenzung, der Sie keine Beachtung schenken müssen, denn natürlich dürfen Sie mit einem von Ihnen erworbenen Produkt machen, was Sie wollen, und es spricht nichts gegen den Anschluss der sicherlich nicht von Siemens zugelassenen Fischertechnik-Bauteile und handelsüblichen Installationskomponenten aus der Elektrotechnik usw.

1.2 Was Sie benötigen: eine Einkaufsliste

Im Verlauf des Buches werden Sie verschiedene Bauteile einsetzen, um einzelne Aufgaben zu realisieren. Natürlich benötigen Sie nicht unbedingt alle sofort, oder Sie können auch auf Alternativen zurückgreifen. Damit Sie nicht unnötig ausgebremst werden, wenn Sie erst noch Teile besorgen müssen, und auch wissen, was finanziell auf Sie zukommt, finden Sie hier eine Materialliste mit ungefähren Preisangaben (Stand: Ende 2021) zur Orientierung.

Ohne Zusatzkosten geht's auch

Prinzipiell benötigen Sie nichts weiter als dieses Buch und die Software Logo!Soft Comfort, um die Schaltprogramme für die Logo 8 zu realisieren. Von LogoSoft gibt es eine Demoversion (<https://t1p.de/3qyx>), die Sie kostenlos bei Siemens downloaden können (wozu eine Registrierung erforderlich ist). Mit der Demosoftware können Sie sämtliche Funktionen erkunden und in der Simulation testen – einzige (für Sie unbedeutende) Einschränkung ist, dass Sie das Programm nicht auf ein Logo 8-Basismodul laden können.

Die wesentlichen Komponenten sind ein Starterkit Logo 8 und zwei Baukästen mit Fischertechnik-Teilen. Die weiteren Artikel werden noch detailliert in den einzelnen Kapiteln beschrieben.



Logo! 8 Starter-Kit 12/24V mit Netzteil und Softwarepaket

(© Siemens AG 2021, Alle Rechte vorbehalten)

Für Einsteiger lohnt es sich nicht, die Logo-Module einzeln zu kaufen. Im Starter-Kit befindet sich nicht nur die Hardware, sondern auch die unverzichtbare Software Logo!Soft Comfort, die Sie einmalig als Vollversion erwerben müssen. Später können Sie natürlich die Module einzeln erwerben und mit der

Technik zum Anfassen

vorhandenen Software programmieren. Die mitgelieferte Systembox (Tanos T-Loc) ist zwar praktisch aber eher überflüssig und verteuert das Kit prinzipiell um etwa 50 Euro – dennoch bleibt das Set günstiger als ein Einzelkauf der benötigten Komponenten.

Die zwei Sets mit dem Technikspielzeug wurden gewählt, weil Sie so fast alle Konstruktionsteile zusammen haben. Der Universal 4 bietet viele mechanische Teile und der Robotics die elektrischen Komponenten wie Motoren und Schalter sowie Schneckengetriebe. Sie können natürlich auch Einzelteile erwerben, andere Sets oder bereits vorhandenes Material. Beim Download finden Sie eine vollständige Liste aller Fischertechnikleile. Leider wurde der Robotics TXT wieder vom Markt genommen, aber in der Regel lassen sich Exemplare noch gut im Einzelhandel oder auf Internetauktionsplattformen finden.

Artikel	Anzahl	Preis €
Siemens LOGO!8 Starter Kit 12/24RCE Art. Nr. 6ED1057-3BA01-0AA8	1	215,-
Fischertechnik ROBOTICS TXT Automation Robots Art. Nr. 511933	1	200,-
Fischertechnik Universal 4 Art. Nr. 548885	1	70,-
Fischertechnik Leuchtstein (38216) mit Linsenstecklampe 9 V (37875) und versch. farbige Rastleuchtkappe (35084 u. a.)	3	14,-
Schaltnetzteil 9 V, ≥ 1 A, $\varnothing 2,1 \times 5,5$ mm	1	8,-
Schaltnetzteil 24 V, ≥ 1 A, $\varnothing 2,1 \times 5,5$ mm	1	8,-
Hutschiene ca. 15 cm	1	3,-
Litze 0,14 – 0,25 mm ²	10 m	1,-
Aderendhülsen inkl. Crimpzange (optional)	1	10,-
Seitenschneider	1	4,-
Multimeter	1	15,-
Relaismodul Push-In, 1 Wechsler, 24 V DC, z. B. Phoenix Contact, Art. Nr. 2903370	2	8,-

IR-Reflektorlichtschranke E18-B03P1	1	12,-
Krokoklemmen-Kabel, Messkabel	4	7,-
Jumperkabel für Breadboards Je m-m, m-w, w-w, 10 cm	10	6,-
Breadboard Standard 400	1	3,-
Digitaler Temperatursensor LM35DZ	1	2,-
Analoger Temperatursensor PT1000	1	2,-
Lichtsensord/LDR GL5528	2	0,50
Widerstand 5,6 k Ω , ¼ W (Kohleschicht/Metallfilm)	2	0,20
Widerstand 10 k Ω , ¼ W (Kohleschicht/Metallfilm)	2	0,20
Widerstand 2,2 k Ω , ¼ W (Kohleschicht/Metallfilm)	1	0,10
Widerstand 4,7 Ω , 1 W (Dünnschicht)	7	1,20
Widerstand 100 Ω , 3 W (Draht)	1	0,30
Trimmer 2,5 k Ω , 9/10 mm, liegend	1	0,30
Dreh-Potentiometer 2,2 k Ω , 4 mm Achse, linear, Mono	1	2,50

Einkaufsliste mit empfohlenen Komponenten

Die Einkaufsliste führt alle weiteren Komponenten auf, die notwendig sind, um alle gezeigten Projekte umzusetzen. Neben den zwei Fischertechnikkästen benötigen Sie auf jeden Fall eine Logo 8 und die zwei Netzteile – alle anderen Teile sind nicht zwingend erforderlich aber sinnvoll. Die Teile bekommen Sie bei gängigen Elektronikdistributoren wie Reichelt, Conrad oder Bürklin, bei ebay oder AliExpress.

1.3 Nachbau der Funktionsmodelle

Weil es hier weniger um attraktive oder realistische Technikmodelle geht, sondern um die Steuerung von Anlagen, wurde beim Entwurf der Konstruktionen versucht, minimalistische Beispiele zu gestalten. In den Handbüchern von Fischertechnik und im Internet finden Sie oft detailliertere Vorschläge und Sie

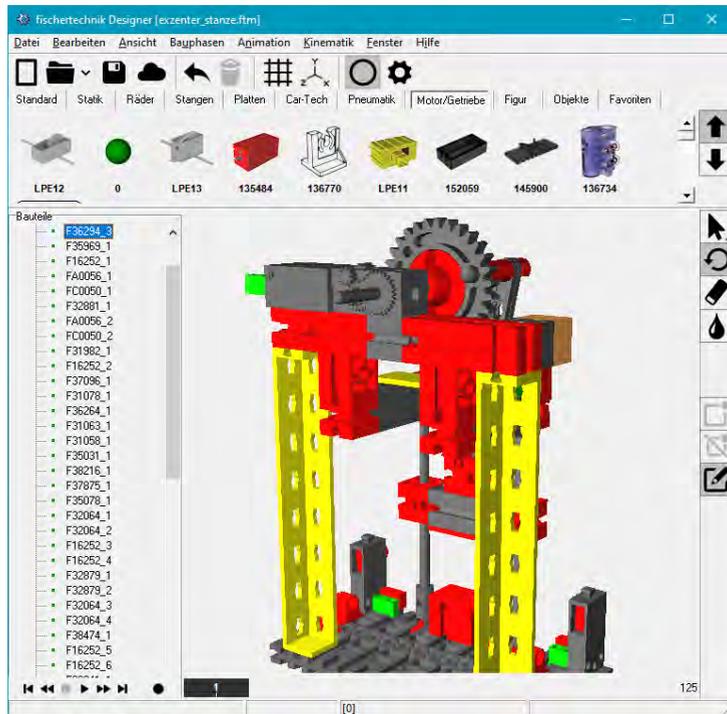
können die Anregungen selbstverständlich völlig frei umsetzen – das ist ja eine der Grundideen der Modellbaukästen.

Wenn Sie ein Sortiment mit etwa 1.000 Teilen haben, dann dürfte der Nachbau damit meistens gelingen (mit kleinen Anpassungen). Neben den Basisteilen werden auch ein paar elektronische Komponenten benötigt. Die Einkaufsliste ab Seite 16 zeigt, was Sie brauchen. Als gute Grundausstattung hat sich der Kasten „Universal 4“ bewährt. Diesem fehlen aber jegliche elektronischen Bauteile, die entweder dem Kasten Robotics TXT entnommen werden können oder separat beschafft werden. Drei Lampen mit farbigen Abdeckungen runden den Bauteilbedarf ab – von den neuen LEDs ist eher abzuraten.

Nicht unerwähnt soll natürlich bleiben, dass Sie auch anderes *Technikspielzeug* benutzen können. Die Bausteine von Lego vor allem aus der Techniksparte eignen sich teilweise ebenso – Sie müssen nur die hier vorgestellten Modelle selber konstruieren. Vereinzelt werden im Buch auch Bastellösungen gezeigt, um zusätzliche Elektronikbauteile zu benutzen.

Nachbau der Konstruktionsvorschläge

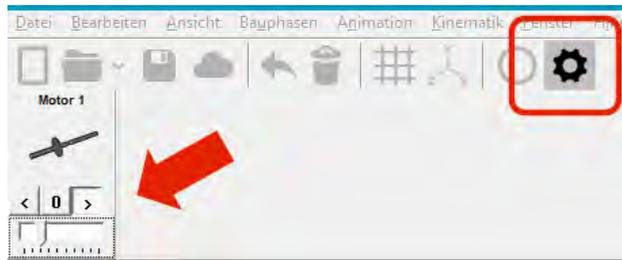
Von den Modellen wird ein Foto eines realen Nachbaus oder eine 3D-Grafik gezeigt, damit Sie sich daran orientieren können und einen Eindruck bekommen. Zum besseren Nachbau gibt es im Downloadarchiv zudem eine Datei mit einem 3D-Modell aus der Software *Fischertechnik-Designer*. Auf der Webseite <http://www.3dprofi.de> können Sie eine Demoversion herunterladen, die zwar im Funktionsumfang eingeschränkt ist, sich aber zum Betrachten der Dateien eignet. In einer PDF-Datei finden Sie eine Einzelteilübersicht der benutzten Bausteine mit Abbildung und Artikelnummer.



Modell zur Ansicht im Fischertechnik Designer

Die Verdrahtung ist in den 3D-Modellen nicht eingezeichnet, da dies eher unübersichtlich wird – vor allem, wenn mehrere Litzen in einem Kabelbaum zusammen verlegt werden. Aus diesem Grund werden in einer der Abbildungen, alle Elektronikbauteile bezeichnet. Diese Bezeichner werden dann im Text und den Schaltplänen etc. benutzt.

Modelle mit sich bewegenden Elementen können zudem in der Software teilweise animiert werden, so dass der Bewegungsablauf (in Teilen) erkennbar wird. Starten Sie den Kinematik-Modus durch Anklicken des Zahnrad-Symbols unter der Menüleiste. Über die Symbole können Sie die Drehrichtung und Geschwindigkeit des virtuellen Motors einstellen.



Kinematik-Modus im Fischertechnik-Designer zur Bewegungsdarstellung

1.4 Praxiseinstieg mit Exzenter-Stanze

exzenter_stanze

Am Beispiel einer mechanischen Stanze aus den Anfängen der Industrialisierung können Sie sehen, wie eine SPS auch vermeintlich einfache Anlagen sinnvoll ergänzen kann.

Das Modell ist recht einfach und besteht aus einem Motor mit Getriebe, um die Drehzahl zu reduzieren. Am Ausgang des Getriebes befindet sich ein Exzenter, der einen Pleuel antreibt, so dass aus der kreisförmigen Bewegung eine lineare wird, welche das Stanzwerkzeug auf und ab bewegt.



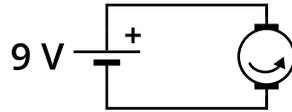
Manuelle Stanzmaschine bei der das Werkstück von Hand eingelegt wird

Nachdem Sie die Konstruktion nachgebaut haben, können Sie direkt an zwei gegenüberliegende Buchsen des Motors eine Spannung von 9 V anschließen – die Polung ist beliebig und beeinflusst lediglich die Drehrichtung.

Vom Schaltplan zum Technikmodell

Für ein Spielmodell reicht das eigentlich aus: Der Stempel bewegt sich pausenlos auf und ab und das Funktionsprinzip ist erkennbar.

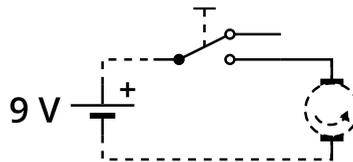
Der Schaltplan für die bisherige Verkabelung sieht so aus:



Schaltplan für einen Motor mit Stromquelle (Batterie)

Problematisch wird es, wenn nach dem Modell eine reale Maschine gebaut werden soll: Wie leicht kann es passieren, dass der Bediener seine Finger nicht rechtzeitig wegnimmt oder das Werkstück schief eingelegt ist? Auch ist es recht unpraktisch, immer den Netzstecker ziehen zu müssen (oder eine Sicherung rauszudrehen), wenn Feierabend ist.

Als angehender Anlagenkonstrukteur und -programmierer denken Sie deshalb an einen Schalter oder Taster, der gedrückt wird, wenn sich die Maschine bewegen soll:



Ein Taster/Umschalter steuert den Motor

Die Taster von Fischertechnik schalten bei Betätigung um: im Ruhezustand besteht eine Verbindung zwischen dem mittleren Anschluss (der mit „1“ auf dem Gehäuse beschriftet ist) und der dem roten Taster abgewandten Seite „2“. Durch Drücken wird die Verbindung geöffnet und Steckkontakt „1“ mit „3“ verbunden.

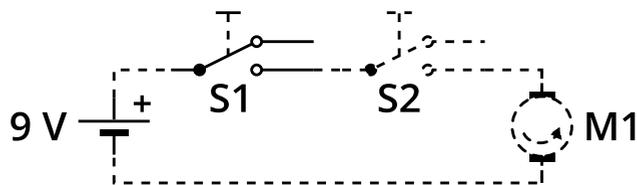
So erweitert, bietet die Stanzmaschine schon etwas Komfort aber noch keine echte Sicherheit gegen eingequetschte Hände. Deshalb wurde schon recht früh eine einfache Sicherheitsschaltung eingesetzt, bei der zwei Taster durch den Maschinenführer gleichzeitig gedrückt werden mussten. Die Taster waren so weit entfernt, dass beide Hände genutzt werden mussten, was sicherstellte, dass die Finger aus dem Bereich der Stanze waren.

Umgangssprache in Boolesche Algebra übersetzen

Selbst moderne Computer und vor allem speicherprogrammierbare Steuerungen arbeiten im Prinzip mit drei logischen Operatoren: UND, ODER und NICHT. Geschickt kombiniert sind damit komplexe Entscheidungen und Steuerungen möglich. Natürlich gibt es auch Erweiterungen, aber Sie werden immer wieder auf diese drei Grundoperationen zurückkommen, so dass sich eine rudimentäre Erklärung an dieser Stelle schon einmal lohnt:

- **UND:** (engl.: AND) Zwei Zustände (Eingänge) werden miteinander verglichen oder verknüpft. Nur wenn an dem einen **und** dem anderen ein Signal anliegt, wird der Ausgang des UND aktiv.
- **ODER:** (engl.: OR) Zwei Zustände (Eingänge) werden miteinander verglichen oder verknüpft. Wenn am einen **oder** dem anderen ein Signal anliegt (das kann auch bedeuten, dass an beiden ein Signal anliegt), wird der Ausgang des ODER aktiv.
- **NICHT:** (engl.: NOT) Der Signalzustand am Eingang wird invertiert am Ausgang ausgegeben.

Eine Aufgabe bei der Entwicklung von Automatisierungen ist immer wieder, sich zu fragen, wie eine im Alltag beschriebene Anweisung in Boolesche Algebra übersetzt werden kann. In „Der Benutzer soll mit beiden Händen gleichzeitig auf die Schalter drücken“ ist das UND schnell gefunden: „Der Benutzer soll mit einer Hand Taster 1 **und** mit der anderen Hand Taster 2 drücken“. Die zwei Taster müssen also per UND verknüpft werden. Bei komplexen Aufgaben wird das natürlich viel aufwändiger. Eine UND-Verknüpfung von Tastern wird durch eine Reihenschaltung erreicht:



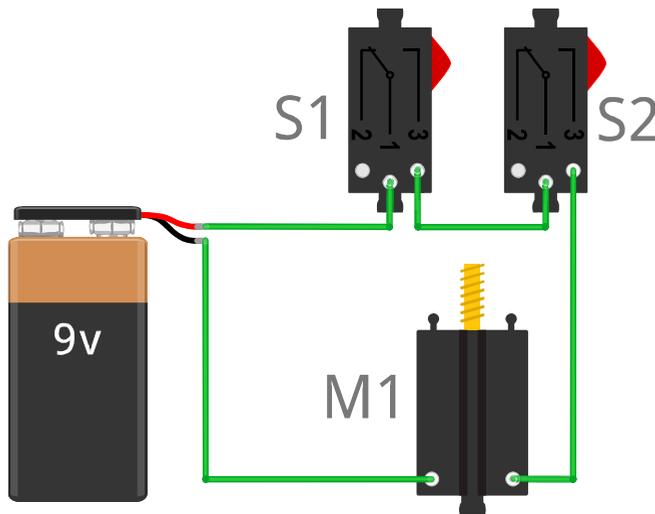
Durch die Reihenschaltung werden die Schalter Und-Verknüpft

Verkabelung mit Fritzing

Schaltpläne sind eine recht abstrakte Darstellung und wenn Sie nicht geübt sind im Lesen von Schaltplänen und dem sich daraus ergebenden Aufbau, dann bleiben viele der Beispiele hier im Buch schwer nachvollziehbar. Weil das

vielen Einsteigern so geht, hat sich in der Makerszene die Darstellung in Steckboardansichten etabliert. Dabei werden die Verbindungen und Bauteile möglichst realistisch und nur leicht abstrahiert dargestellt, so dass sie einfach nachgebaut werden können. Eine verbreitete Software dafür ist Fritzing (<https://fritzing.org>).

Auch wenn gestandene Techniker das vielleicht belächeln sollten, weil es unkonventionell ist: Wen kümmert's, solange Sie damit erfolgreich lernen und es Spaß macht?



Realitätsnahe Darstellung der Bauteile und Kabelverbindungen

Bei diesen Darstellungen helfen verschiedenfarbige Farben für die Kabelverbindungen, den Überblick zu behalten und gleiche Signale grafisch zu ordnen. In der Praxis können Sie natürlich jede beliebige Farbe benutzen. Der große Vorteil ist, dass Sie genau sehen, in welche Buchsen die Kabel eingesteckt werden müssen. Ob Sie eine Batterie oder eine andere Spannungsquelle verwenden, bleibt natürlich Ihnen überlassen. Bei den Download-Dateien sind diese Ansichten als PDF verfügbar.

Mit dieser Schaltung kann die Stanzmaschine relativ sicher benutzt werden: Solange kein oder nur ein Schalter betätigt wird, bleibt der Motor stehen und selbst im Modell brauchen Sie beide Hände für eine bequeme Bedienung.

Eine SPS kann die Maschine noch verbessern

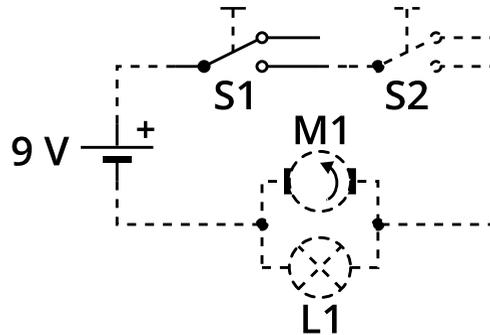
Angesichts dessen, dass die Stanzmaschine jetzt sicher vor Fehlbedienung geschützt ist, fragen Sie sich vielleicht, wie eine SPS hier sinnvoll eingesetzt und die Anlage optimieren kann. Dabei hilft es schon, wenn man sich die Preisverhältnisse in Erinnerung ruft: Die SPS kostet vielleicht inklusive Installation usw. 500 Euro – eine reale Stanzmaschine dieser Art aber ein Vielfaches, so dass die SPS kaum ins Gewicht fallen wird.

Zudem arbeitet eine industrielle Werkzeugmaschine sicher nicht mit 9 V Gleichspannung, sondern eher mit 400 V Drehstrom. Bei solchen Spannungen und dem hohen Strom, den der Motor ziehen wird, können nicht einfach Taster in Reihenschaltung eingesetzt werden, um die Maschine anlaufen zu lassen. Es wird eine niedrige Spannung für die Schalter benötigt und Relais, die eine Motorsteuerung aktivieren.

Wenn sowieso Relais allein zur Erkennung der Schalter notwendig sind, dann kann hier auch eine SPS wie die Logo 8 eingesetzt werden, die dann flexibel umprogrammiert werden kann, wenn es notwendig ist oder die Komfortfunktionen und weitere Sicherheitsaspekte mitbringt.

Ein findiger Arbeiter kommt vielleicht auf die Idee, die Zweihandbedienung auszutricksen und fixiert mit Klebeband o. ä. einen der zwei Taster, so dass er immer geschlossen ist. Ein Programm könnte dies erkennen und dann die Maschine sperren, wenn nach dem Motorlauf nicht wieder beide Taster geöffnet sind.

Oder wie wäre es mit einer Warnlampe, die bei eingeschaltetem Motor aufleuchtet? Beim durchgängigen System mit 9 V kann diese einfach parallel zum Motor eingesetzt werden – nicht aber in einer realen Anlage. Auf keinen Fall darf sie in Reihenschaltung zum Motor eingesetzt werden, da dann der gesamte Strom des Motors auch durch die Lampe fließt.



Die Signallampe kann im Modell parallel zum Motor geschaltet werden

Nachdem Sie die Logo 8 etwas kennengelernt haben, geht es mit dem Modell der Stanzmaschine weiter.

2 Einführung in die Logo! 8

Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) sind aus der Industrie nicht mehr wegzudenken: Sie übernehmen die komplette Steuerung von Anlagen mit Fließbändern, Maschinen, Überwachungssensoren, Anzeigen und vielem mehr. Wo früher Schaltschränke voll mit Relais (sogenannten *Schützen*), Zeitgebern und anderen mechanischen Bauteilen standen, übernimmt heute ein Computer diese Aufgaben.

Sobald Sie beispielsweise eine Maschine oder die Beleuchtung in Abhängigkeit von zwei oder mehr Bedingungen oder zu bestimmten Zeiten ein- oder ausschalten wollen, benötigen Sie eine passende Steuerung. Ein paar Beispiele aus Ihrem Alltag:

- Aufzüge, Hebebühnen
- Tore für Werkshallen, Garagen oder Einfahrten
- Schranken in Parkhäusern
- Fließbänder und Rolltreppen
- Heizungsregelungen
- Verkehrsampeln
- Waschanlagen für Fahrzeuge

Theoretisch könnte auch in Ihrer Waschmaschine, dem Geschirrspüler oder dem Kaffeevollautomaten eine SPS stecken. Aus Kostengründen und weil keine Änderungen am Ablauf oder spätere Systemausbauten zu erwarten sind, werden dann doch einfachere Systeme, teilweise mit fast schon historischen Controllern verbaut – ansonsten wären dies gute Einsatzgebiete für eine Kleinsteuerung wie die Logo 8.

Der Vorteil gegenüber einfachen Tastern, Relais und Schaltuhren ist, dass sich Verhaltensmodifikationen bei einem computerbasierten System viel schneller

Einführung in die Logo! 8

umsetzen lassen und fehleranfällige Verdrahtungen und Mechanik entfällt. Hinzu kommt die Möglichkeit der Fernwartung über Netzwerke und die visuelle Darstellung der Systemzustände.

Es gibt aber auch Anwendungen, für die sich eine Logo 8 und auch andere SPS nicht eignen:

- Zeitkritische Anwendungen mit sehr schnellen Signaländerungen
- Echtzeitfähigkeit bei der sichergestellt ist, dass ohne Zeitverzug reagiert wird
- Unmittelbare Reaktion auf Signaleingänge zur Ausführung von Programmcode (Interrupts)
- Berechnung komplexerer mathematischer Formeln und Fließkommaarithmetik
- Kommunikation über diverse moderne Protokolle wie beispielsweise Profibus, CAN, LIN, I²C/TWI, SPI und UART

Die Logo 8 ist eine kleine Variante der großen SPS von Siemens, die speziell für einfache Anwendungen in der Industrie konzipiert ist, wenn nur einzelne Maschinen gesteuert und überwacht werden sollen. Dennoch ist sie durch Ausbaumöglichkeiten auch für komplexe Aufgaben geeignet aber auch für den Einsatz in Hof und Haus. Besonders reizvoll ist, dass sie einfach in Sicherungs- und Verteilerschränken installierbar ist. Einmal verdrahtet, kann das gespeicherte Programm jederzeit auch durch den Endanwender geändert werden, um so an geänderte Anforderungen angepasst zu werden.



Wenn Sie eine Fabrik mit Speicherprogrammierbarer Steuerung besichtigen wollen, lohnt sich ein Besuch der Mini-Ziegelfabrik im Deutschen Museum

(Foto: Zink)

2.1 Übersicht der Logo! 8-Bausteine

Die Logo 8 ist die derzeit aktuelle Version aus der schon 25-jährigen Geschichte der kleinen Logikmodule, die sich 5, 6, 7 und 8 nannten. Die Basismodule sehen sich relativ ähnlich mit Display, Tasten und dem typischen Gehäuse. Und wenn auch die Grundfähigkeiten gleichgeblieben sind, so sind die einzelnen Module und Zubehörteile nicht oder nur bedingt miteinander kompatibel und kombinierbar. Die Logo 8 zeichnet vor allem die Netzwerkfähigkeit aus, über die sie auch deutlich einfacher mit einer neuen Steuerungssoftware beschrieben werden kann.

Ein integrierter Webserver erlaubt es, dass die Logo 8 Webseiten ausliefert auf denen der Inhalt des Displays (auch wenn physisch gar keins am Basismodell vorhanden ist) in einem Webbrowser angezeigt wird und Eingriffe in den Programmablauf durch virtuelles drücken der Tasten möglich sind.

Das Basismodul

Kern einer jeden Installation bildet mindestens ein Basismodul. Dieses hat bereits verschiedene Ein- und Ausgänge, den besagten Anschluss für ein Netzkabel in Form der gängigen RJ45-Buchse, Platz für eine Micro-SD-Speicherkarte und (je nach Typ) noch ein LC-Display mit farbiger (Rot, Orange-Gelb und Weiß) Hintergrundbeleuchtung.

Jedes Modul hat acht Eingänge und vier Ausgänge. Wie die Ein- und Ausgänge beschaltet und genutzt werden können, ist unterschiedlich. Die Ausgänge sind entweder gewöhnliche Relais mit 3 A (induktive Last) bzw. 10 A (ohmsche Last) oder Transistoren mit 0,3 A Belastbarkeit und einer Ausgangsspannung in Höhe der Betriebsspannung des Moduls. Alle Eingänge können immer digitale Zustände (Spannung liegt an oder nicht) erkennen, aber auch teilweise analoge Werte im Bereich von 0 – 10 V (näherungsweise 10 Bit Auflösung) messen.

Der Fest-Speicher im Modul bietet Platz für 400 Programmblöcke, was in etwa der Anzahl von Logikgattern entspricht. Auf der Speicherkarte können weitere Programme abgelegt werden, und Daten werden hier als Logfile (Messwertprotokoll etc.) gespeichert.

Das Display am Basismodul ist praktisch, um Zustände, Alarmmeldungen und Messwerte anzuzeigen, die durch die Farbe der Hintergrundbeleuchtung zusätzlich hervorgehoben werden können. Außerdem ist so ein Eingriff in den Programmablauf möglich. Theoretisch ist über das Display auch eine Programmierung möglich, aber das ist eigentlich kaum etwas für die Praxis und eher eine Notlösung – mehr dazu finden Sie bei Bedarf im Gerätehandbuch der Logo 8.

Wenn Sie all das für Ihre Anlage nicht benötigen, können Sie auf ein günstigeres Basismodul ohne Display ausweichen. Für den Einstieg und die Entwicklung ist ein Display sehr wertvoll und es ist gar kein Problem, das Steuerprogramm später dann auf einem Modul ohne LCD laufen zu lassen. Displayausgaben werden dann einfach ignoriert oder können über den Webserver angezeigt werden.

Es gibt vier Typen von Basisgeräten (je mit oder ohne LCD, wobei die ohne Display durch ein zusätzliches „O“ am Ende des Namens erkennbar sind) – Die Artikelnummer besteht aus drei Zahlenblöcken („6ED1052 - xxxxx - 0Bxx“), von denen der mittlere und letzte zur Unterscheidung ausreicht.

Siemens vergibt zudem eine nicht ganz einfach zu durchschauende Nummerierung für den Fertigungsstand (FS) der Geräte, von dem dann auch abhängt, welche Firmware die aktuelle ist. Der Fertigungsstand und die komplette Typnummer finden Sie auf der Seite der Logo 8 in winzig kleiner Schrift.

Der rechte Zahlenblock zusammen mit dem Fertigungsstand gibt Auskunft über die genaue Version der Basismodule:

Version	Fertigungsstand	Bestellnummer
8.0	FS:01 – FS:03	6ED1052-xxxxx-0BA8
8.1	FS:04 – FS:06	6ED1052-xxxxx-0BA8
8.2	FS:01 – FS:04	6ED1052-xxx08-0BA0
8.3	FS:01	6ED1052-xxx08-0BA1

Versions- und Fertigungsstände der Logo 8-Basismodule

Eine Logo 8.0 oder Logo 8.1 sollten Sie möglichst nicht als Neugerät kaufen, da sich dann Einschränkungen bei der Nutzung von Modbus TCP/IP und des Webserver ergeben.

Modell (ggf. + „O“):	24CE	12/24 RCE	24RCE	230RCE
Artikelnr. <u>mit</u> Display	1CC08	1MD08	1HB08	1FB08
Artikelnr. <u>ohne</u> Display	2CC08	2MD08	2HB08	2FB08
Versorgungsspannung	24 V DC	12 – 24 V DC	24 V AC/DC	115 – 230 V AC/DC
Eingänge	8	8	8	8
... davon analog nutzbar	4	4	0	0
Ausgänge	4	4	4	4
Technik Ausgang	Transistor	Relais	Relais	Relais

Logo 8-Modelle und ihre Ausstattungen

Hier im Buch wird das Modell 12/24 RCE benutzt, weil mit ihm alle Möglichkeiten aufgezeigt werden können und der Einsatz gefahrlos und unproblematisch ist.

Erweiterungsmodule

Neben dem Basisgerät bietet der Hersteller eine breite Auswahl an Erweiterungen für den Systemausbau. Eine vollständige Übersicht würde an dieser Stelle zu weit gehen, so dass nur ein Überblick folgt:

- **Stromversorgung:** Die Module, die nicht mit Netzspannung versorgt werden, benötigen ein entsprechendes Netzteil, um im Schaltschrank die 230 V auf die benötigte Spannung zu transformieren. Mehr dazu erfahren Sie ab Seite 36.
- **Erweiterungsmodule:** Hiermit erweitern Sie das System um digitale und/oder analoge Ein- und Ausgänge. Als Maximalausbau kann ein Basismodul 24 digitale Eingänge, 20 digitale Ausgänge, 8 analoge Eingänge und 8 analoge Ausgänge besitzen. Durch den Einsatz weiterer Basisgeräte lässt sich das System weiter skalieren, so dass auch große Anlagen gesteuert werden können.

- **Kommunikation:** Die Logo 8 besitzt zwar schon einen Ethernet-Anschluss aber es gibt auch die Möglichkeit, das System über ein Zusatzmodul mit dem KNX-Feldbus zur Gebäudeautomation zu verbinden oder Mobilfunkdienste oder GPS zu nutzen.
- **Bedieneinheiten:** Über zusätzliche Displays können Sie die Bedienung der Logo auch fernab des Basismoduls erledigen und haben dann auch etwas mehr Zeichen und Tasten zur Verfügung. Die Anbindung erfolgt mittels Ethernet.



Netzteil, Logo 8 mit LCD, Ethernet- und KNX-Modul auf einer Hutschiene

(© Siemens AG 2021, Alle Rechte vorbehalten)

DIN-Hutschiene

Für einen leichten Einbau in Schaltschränken verfügen alle Module auf der Unterseite über einen Clipmechanismus für (aufgrund ihrer Profilform) sogenannte Hutschienen mit 35 mm Breite, auf der auch Relais und andere typische Elektroinstallationen montiert werden. Die Module können aneinandergereiht werden und sind teilweise über seitliche Buchsen und Kontakte miteinander zum Datenaustausch gekoppelt.

Zur Montage werden die Gehäuse mit der festen Nase (nachdem diese ggf. zuerst herausgeschoben wurde) zuerst in die Tragschiene eingehangen und dann mit der Unterseite aufgesteckt. Je nach Modell ist dabei bereits ein Schraubenzieher notwendig, um die Feder der Rastnase zurückzuziehen. Spätestens zum Ausbau muss diese Nase mit einem Schraubenzieher zurückgezogen werden, um das Gehäuse dann auf dieser Seite im ersten Schritt auszuhängen.

Damit die Logo 8 und spätere Anbauten beim Basteln nicht auf dem Tisch verrutschen, lohnt es sich, im Baumarkt ein kurzes Stück Hutschiene zu kaufen und diese auf einem kleinen Brett festzuschrauben – eventuell gleich zusammen mit einer größeren Fischertechnik-Grundplatte.

2.2 Logo 12/24RCE in Betrieb nehmen

Um eine Logo 8 in Betrieb zu nehmen, benötigen Sie lediglich eine zusätzliche Spannungsversorgung, die je nach Modell aus einem Netzteil stammt, oder Sie schließen die Logo 230RCE direkt an 230 V Netzspannung an.

Die Logo 12/24RCE benötigt 50 – 165 mA, so dass Sie bei einem Netzteil mit 1 A ausreichend Spielraum haben. Die Versorgungsspannung kann im Bereich 10,8 V – 28,8 V Gleichspannung liegen, wobei hier im Buch 24 V benutzt werden.

Kabelverbindungen

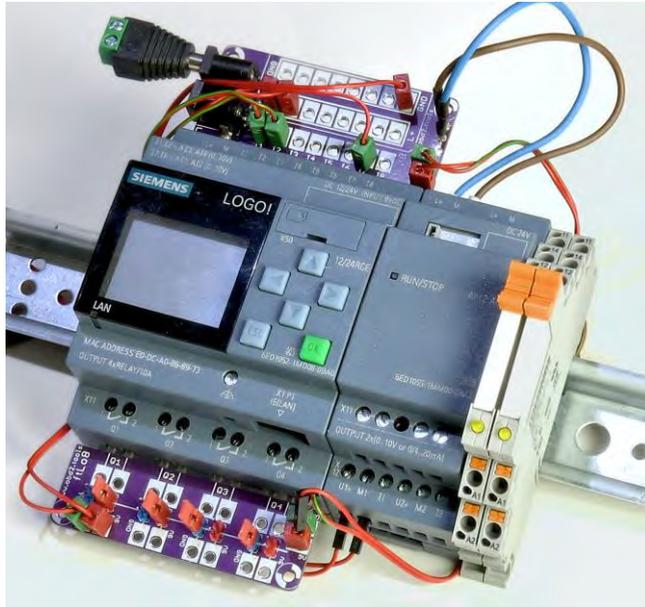
Aus der Fischertechnik-Welt kennen Sie die kleinen Stecker in grün und rot, mit denen sämtliche elektrischen Verbindungen hergestellt werden. Die dünne Litze mit einem Querschnitt von ca. 0,14 mm² ist für die auftretenden Leistungen völlig ausreichend, eignet sich aber nicht für die Verdrahtung an einer SPS, weil sie zu dünn ist, um sicher eingeklemmt zu werden.

Für die Hausinstallation wird bei Beleuchtung und Steckdosen ein Kabel vom Typ NYM-J mit einem Leitungsquerschnitt von 1,5 mm² verlegt. Der feste Draht eignet sich gut für Schraub- und Quetschklemmen, allerdings kaum für kleinere Experimente und Fischertechnik-Modelle.

Litze mit 0,14 mm² ist mit etwa 0,8 – 3 A belastbar (je nach hingenommener Erwärmung und anderen Faktoren), wobei sicherheitshalber nur von 0,8 A ausgegangen werden sollte. Etwas dickere Litze mit 0,25 mm² kann mit etwa 1,5 – 5 A belastet werden und ist zudem etwas stabiler bei Belastung auf Zug. Alle Litzen bekommen Sie als Einzelader für um die 15 Eurocent als Meterware im Fachhandel für Elektronikteile.

Weil sich die Litze in den Schraubklemmen der für größere Kabel vorgesehenen Installationstechnik aufdröseln und nicht in die teilweise vorhandenen Klemmverbinder gesteckt werden kann, ist es ratsam, die Enden mit isolierten Aderendhülsen zu verquetschen.

Eine Alternative sind sogenannte Dupont-Jumperkabel für Experimentiersteckboards. Die breiten Flachbandkabel können in einzelne Kabel getrennt werden, und die angecrimpten Stifte lassen sich gut in den Steckern von Fischertechnik festschrauben und halten auch in Schraubklemmen zuverlässig.



Mehrere Module auf einer Hutschiene. Die Logo 8 wurde mit einer Adapterplatine für Fischertechnik-Flachstecker und einer externen Spannungsversorgung über Hohlstecker ergänzt

Der Autor hat eine Adapterplatine entwickelt, die genau in die Schraubklemmen der Logo 8 passt. In die zwei Hohlbuchsen können die Steckernetzteile zur Versorgung der SPS und der Technikmodelle gesteckt werden. Sämtliche Anschlüsse der SPS sind auf Löcher hinausgeführt, in die sich die Flachstecker von Fischertechnik stecken lassen, was eine Verkabelung mit den Technikmodellen vereinfachen soll. Weitere Steckplätze dienen der Verteilung der Versorgungsspannung und des Masseanschlusses. Das Layout der Platine ist frei zum Nachbau verfügbar.

Netzteil für den Installationsverteiler

Netzteile für die Montage in Schaltschränken auf Hutschiene gibt es von Siemens, passend zur Logo 8 und liegen auch den Starter-Kits bei.

Selbstverständlich können auch alternative Modelle anderer Hersteller benutzt werden, solange die Leistungsdaten passen. Vor allem für einen größeren Systemausbau mit Erweiterungsmodulen, Relais usw. sind Leistungsreserven notwendig.

Sicherheitshinweis

Die Benutzung eines Netzteils für den direkten Anschluss der Netzspannung über Schraubklemmen ist lebensgefährlich und darf auf keinen Fall durch Laien erfolgen. Eine Nutzung ist nur beim Einbau in einen Schaltschrank erlaubt, bei dem die Schraubklemmen anschließend berührungssicher verdeckt werden, weshalb hier nicht weiter darauf eingegangen wird.

Das dem Start-Set beiliegende Netzteil heben Sie am besten für eine spätere Installation auf oder verkaufen es, wenn Sie die Logo 8 auch in Zukunft nur zum Experimentieren oder für *fliegende Aufbauten* einsetzen wollen oder die Steuerung offen auf einer Wand montieren.

Gefahrlos mit Festspannungs-Steckernetzteilen arbeiten

Sie kennen die kleinen Steckernetzteile – oft spöttisch als *Wandwarzen* bezeichnet – aus dem Alltag für USB-Handyladegeräte, tragbare Radios und viele andere Elektrokleingeräte. Noch vor ein paar Jahren waren sie etwas klobiger und vor allem schwerer, weil in ihnen ein aus Kupferdraht gewickelter Transformator saß. Heute gibt es fast nur noch Schaltnetzteile, die sehr leicht sind und vor allem eine stabile Ausgangsspannung liefern. Für die Logo 8 benötigen Sie 24 V und mindestens etwa 1 A, um auch für einen Systemausbau gewappnet zu sein.

Wenn Sie nicht das billigste Modell wählen und bei einem seriösen Anbieter kaufen, ist das Netzteil kurzschlussfest und bietet einen Überlastungsschutz. Mit einem solchen Netzteil können Sie gefahrlos arbeiten. Am Ausgang befindet sich fast immer ein Kabel mit einer Hohlbuchse. Die Buchse gibt es in vielen Varianten, wobei sich $\varnothing 2,1 \times 5,5$ mm etabliert hat. Die Masse sollte am äußeren Rand und der Pluspol innen anliegen.

Die Beschriftung an der Logo 8 entspricht der Leitungsbezeichnung bei Elektroinstallationen: „L+“ ist die Phase oder der Pluspol und „M“ steht für Masse (Minuspol) bei den Kleinspannungsmodellen bzw. „N“ bei der 230 V-Variante für den Neutralleiter.

Kabelfarben

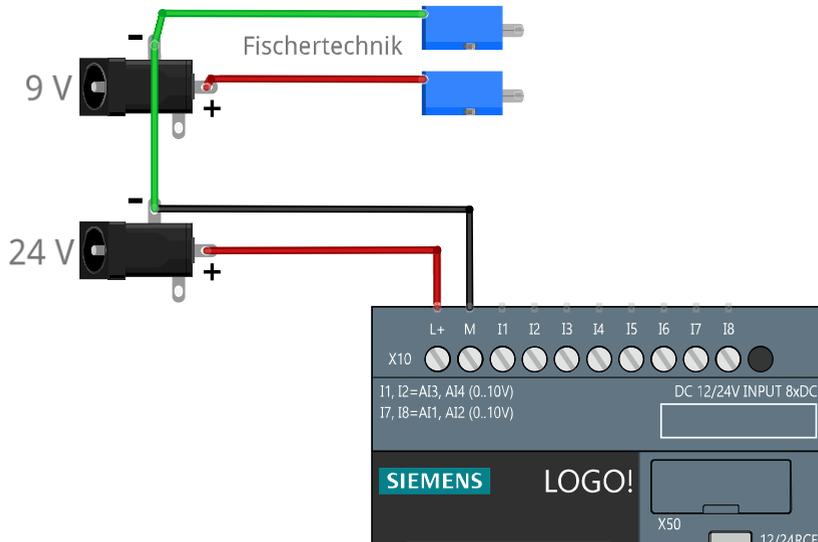
Die Farben für Elektroinstallationskabel sind genormt: L1 ist heutzutage Braun und N Blau. Grün-Gelb-Gestreift ist Erde und darf niemals für irgendetwas anderes benutzt werden. Bei Kleinsignalen gibt es keine Norm aber als gängige Praxis hat sich etabliert, Rot für den Pluspol und Schwarz oder Blau für Masse/Minus zu benutzen. Bei Fischertechnik wird seit eh und je Grün für den Minuspol benutzt.

Wie Sie das Netzteil im Detail anschließen, obliegt Ihnen und es bieten sich verschiedene Möglichkeiten. Die einfachste ist, Sie schneiden am Netzteilkabel den Stecker ab, entfernen etwas Isolierung an den zwei Litzen und quetschen Aderendhülsen auf. Stecken Sie das Netzteil in eine Steckdose und ermitteln Sie mit einem Voltmeter, welche Ader der Pluspol ist. Anschließend können Sie die beiden Kabel an den Schraubklemmen L+ und M der Logo befestigen.

Im Elektronikhandel bekommen Sie zum Netzteil passende Hohlbuchsen (für Printmontage oder mit Lötflächen, auch als Einbaukupplung bekannt) an die Sie zwei Kabel anlöten, die Sie dann mit der Logo 8 verbinden. Der hintere Anschluss an der Buchse gehört zum mittleren Stift und sollte der Pluspol vom Netzteil sein. Eine der beiden seitlichen Lötflächen gehört zu einem internen Kontakt. Sie können mit einem Voltmeter nachmessen, welcher Pin bei eingestecktem Stecker mit Masse verbunden ist. Auf der sicheren Seite sind Sie, wenn Sie die beiden freien Anschlüsse verbinden und über ein Kabel an Masse an der SPS anklemmen.

Gemeinsame Masse

Da mit zwei getrennten Spannungsquellen für die Logo 8 und die Technikmodelle gearbeitet wird, müssen Sie an einer beliebigen Stelle die beiden Massen (Minuspole) der Netzteile miteinander verbinden. Am einfachsten dürfte es sein, wenn Sie auch für das 9 V-Netzteil eine Hohlbuchse verwenden, um von dort auf das Flachsteckersystem von Fischertechnik zu wechseln. Dazu beide Anschlüsse für Minus zusammenlöten oder gemeinsam in der Schraubklemme „M“ befestigen (idealerweise nutzen Sie dafür eine einzelne Aderendhülse, in die Sie beide Litzen stecken).



Spannungsversorgung für die Logo 8 und Fischertechnik über Hohlbuchsen

2.3 Prinzip der speicherprogrammierbaren Steuerung

Die Logo 8 ist im Prinzip nichts Außergewöhnliches: Im Grundbaustein steckt ein Mikrocontroller, ein Display und ein paar Relais oder Transistoren als Ausgänge. Durch Programmierung des Mikrocontroller, können die Ein- und Ausgänge abgefragt und gesteuert werden. So kennen Sie das vielleicht schon von anderen Systemen, wie dem beliebten Arduino, Raspberry Pi und ähnlichen Physical-Computing-Plattformen.

Der Unterschied ist, dass es sich bei der Logo-Familie um ein System für die Industrie handelt, das speziell für die Aufgabe der Automatisierung konzipiert wurde, woraus sich Vor- aber auch Nachteile ergeben. Auch Arduino und Raspberry gibt es inzwischen in den in der Industrie üblichen Gehäusen, und sie füllen teilweise die Lücken klassischer SPS wie Echtzeitfähigkeit, Interruptsteuerung und vor allem Gleitkommaarithmetik.



Industrie PC (IPC) RevPi Connect auf Basis des Raspberry Pi
(Bild: Kunbus)

Die zugrunde liegenden Komponenten bleiben aber ohne solche Modifikationen weitestgehend Systeme für (ambitionierte, professionelle) Bastler – oft werden sie *Maker* genannt. In der Regel müssen Sie noch selbst ein Display, Tasten, Netzwerkfähigkeit, Schaltausgänge usw. hinzufügen. Die Logo 8 funktioniert sozusagen out-of-the-box, ohne dass Sie sich zuvor passende Einzelteile zusammensuchen und diese verkabeln müssen – natürlich hat das dann einen gewissen Preis, der unterm Strich aber gar nicht so viel höher ist.

Eine weitere Hürde ist dann noch, dass den ursprünglich für die Lehre entwickelten Mikrocontroller-Platinen mit den von Ihnen ergänzten Anbauten die Zulassung und Prüfungen fehlen, die in vielen Industriebereichen vorgeschrieben sind. Die Logo-Module sind so gut wie für alles in den meisten Ländern zugelassen und erfüllen somit die Standards. Jeder Elektrotechniker kann die Module verbauen, während er sich bei anderen Lösungen durchaus zurückhalten wird, wenn Sie ihn bitten, Ihr Eigenwerk in einem Schaltschrank an Netzspannung etc. anzuschließen.

Auch die Programmierung folgt einem ganz anderen Ansatz, wie Sie noch sehen werden. Am Ende kann jedes Programm alle Aufgaben übernehmen, aber der Weg und der Aufwand sind unterschiedlich. Die Programmierung einer SPS folgt auch heute noch größtenteils Ideen, die auf einfachen zyklusorientierten, verbindungsprogrammierten Relaischaltungen basieren und inzwischen über

50 Jahre alt sind. Das hat den Vorteil, dass auch altgediente Entwickler sich problemlos in der SPS-Programmierung zurechtfinden.

Interessanterweise ist die Programmierung mit Logikgattern und Relais gut geeignet, auch Neulinge im Bereich der Softwareentwicklung und Automation an die Materie heranzuführen, da viele Zusammenhänge weniger abstrakt als bei klassischen Programmiersprachen sind.

EVA-Prinzip

Wie die meisten Datenverarbeitungssysteme arbeitet eine speicherprogrammierbare Steuerung (englisch: programmable logic controller, PLC) nach dem Prinzip *Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe* (EVA): Die Signale an den Eingängen werden ausgewertet und verarbeitet und die Ausgänge werden davon abhängig geschaltet.

Das hört sich vielleicht nicht nach viel an, aber gerade im „V“ liegt die Vielfalt: Durch die Programmierung der Anwendung entstehen nahezu unendlich viele Möglichkeiten. Aus einer schnöden Ampelsteuerung kann mit dem gleichen Basismodul eine ausgeklügelte Automatisierung zur Fütterung und Wasserüberwachung für den Koi-Karpfenteich werden.

In der SPS steckt eine Firmware als Betriebssystem, welches das individuelle Anwendungsprogramm (in nachfolgenden oft einfach nur *Programm* oder *Schaltprogramm* genannt) laden und ausführen kann. Das Anwendungsprogramm wird meistens auf einem externen System, wie einem gängigen PC erstellt, weil das bequemer ist. Früher gab es aber auch eine Art spezieller Laptops, die der Programmierung dienten. Eine ähnliche Möglichkeit bietet die Logo 8 noch immer, indem man über das Display am Basismodul Schaltsymbole zusammenstellt.

Das Betriebssystem stellt sicher, dass der Anwendung immer die aktuellen Zustände der Eingänge zur Verfügung stehen und die daraus resultierenden Entscheidungen und Schaltvorgänge in einer bestimmten Zeit durchgeführt werden.

Die Logo 8 arbeitet rein zyklusorientiert: Das Betriebssystem liest den Zustand der Eingänge ein und übergibt die Werte an das Anwendungsprogramm. Dieses erzeugt ein Wunschbild der Ausgänge aufgrund der Programmlogik. Anschließend übernimmt das Betriebssystem wieder und stellt die Ausgänge entsprechend ein, um danach den nächsten Zyklus zu beginnen.

Die Zykluszeit der Logo 8 ist stark davon abhängig, was das Programm macht, aus wie vielen Blöcken es besteht und welche Kommunikation mit anderen Geräten stattfindet. Die Zeit können Sie für ein konkretes Programm ermitteln, wie auf Seite 339 gezeigt wird. Als sehr grobe Orientierung können Sie eine Zykluszeit von etwa 1 – 5 ms annehmen. So viel Zeit kann also zwischen einer Signaländerung am Eingang und dem daraus resultierenden Reagieren an den Ausgängen vergehen.

Andere SPS beherrschen auch Interrupts als Unterbrechung, so dass sie unmittelbar und ohne Verzögerung auf bestimmte Ereignisse mit eigens dafür erstellten Routinen reagieren können – egal, was das Hauptprogramm gerade macht.

Wie auch moderne Hochsprachen zur Programmierung gibt es auch objektorientierte und ereignisgesteuerte SPS, bei denen gar keine Zyklen mehr benötigt werden, sondern die Ereignisse in der Reihenfolge des Auftretens abgearbeitet werden.

Sensoren und Aktoren

An die Eingänge der SPS schließen Sie die Sensoren an, die dann vom Programm ausgewertet werden und eine Reaktion an den Ausgängen hervorrufen.

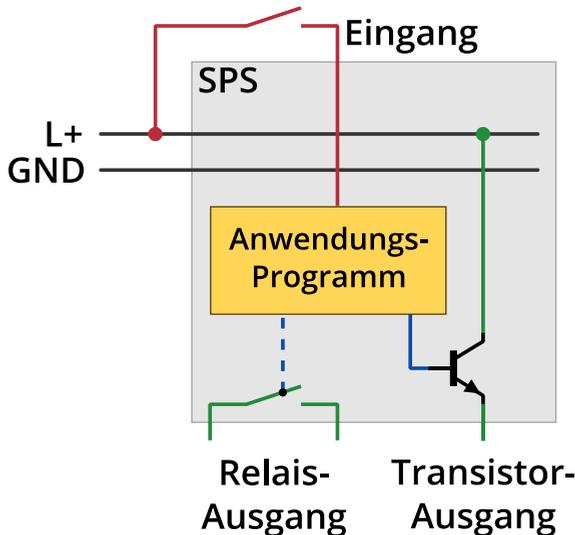
Aus der Historie heraus beherrschen SPS oft nur digitale Zustände an den Ein- und Ausgängen, bei denen Strom fließt oder nicht bzw. der Ausgang als Relais einen Stromkreis schließt oder öffnet. Diese werden als binäre Zustände *Low* und *High* bzw. 0 und 1 für *kein Strom* und *Strom fließt* bezeichnet.

Als einfachsten Sensor können Sie einen Schalter ansehen, der zwei Zustände kennt: geschlossen (Strom fließt) oder geöffnet (kein Stromfluss), wie bei einem gewöhnlichen Lichtschalter. Für die SPS kann alles an einen digitalen Eingang angeschlossen werden, was ein Signal zwischen etwa 0 V und der zum Modell passenden Schaltspannung liefert. Der Spannungsbereich hängt von der Versorgungsspannung der Logo 8 ab.

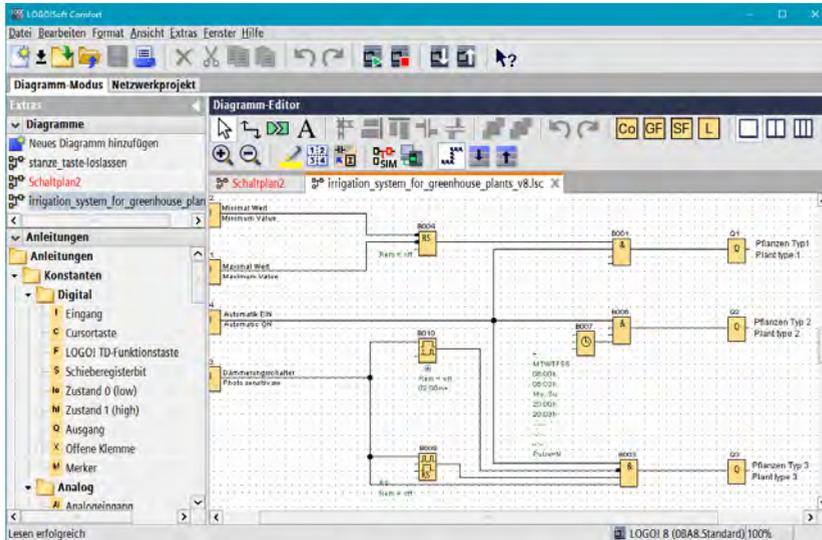
Spannungspegel passen zu Fischertechnik

Für die 12/24RCE wird eine Spannung $< 5\text{ V}$ als logisch 0 und eine Spannung von $> 8,5\text{ V}$ als logisch 1 gewertet. Die bei Fischertechnik übliche Betriebsspannung von 9 V reicht also theoretisch aus. In der Praxis ist das nicht der Fall. Aus diesem Grund werden auch die Fischertechnik-Sensoren (allen voran die Schalter) mit (unkritischen) 24 V betrieben. Nur für die Aktoren wie Motoren und Lampen wird 9 V benutzt, da 24 V diese Komponenten zerstören dürfte. Verschiedene Spannungen treten auch bei realen Installationen auf, so dass diese Verquickung auch hier im Buch durchaus realistisch ist.

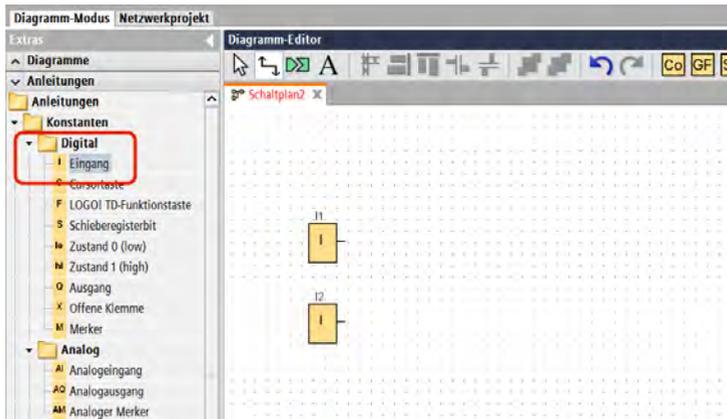
Als Aktoren werden meistens Bauteile bezeichnet, die ein elektrisches Signal in eine Bewegung oder Veränderung umsetzen. Hierzu gehören beispielsweise Ventile, Motoren, aber theoretisch gehören auch einfache Lampen dazu. Die SPS steuert diese Aktoren durch das Anwendungsprogramm und Schalten der Ausgänge: Dazu wird das interne Relais des Ausgangs geschlossen bzw. bei Transistorausgängen liegt die Versorgungsspannung am Ausgang an.



Schematische Darstellung von Ein- und Ausgängen an einer Logo 8.

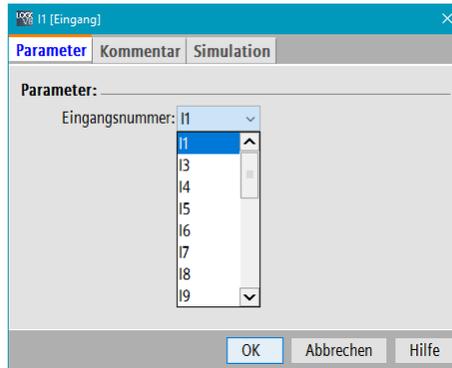


5. Ziehen Sie aus der Liste der Programmblöcke das Symbol **Eingang** (*Konstanten | Digital*) auf den Arbeitsbereich.
6. Ziehen Sie einen zweiten Block **Eingang** auf den Arbeitsbereich, so dass er tiefer als der erste liegt. Sie können die Blöcke jederzeit verschieben oder anklicken und dann mit <Entf> löschen.

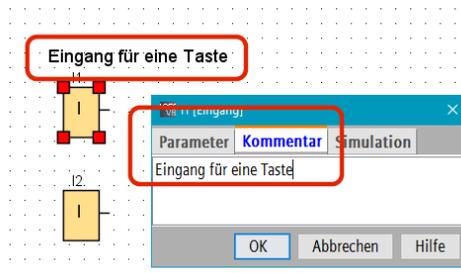


7. Es ist üblich, Funktionspläne von links nach rechts auszubauen: Links sind die Eingänge und rechts die Ausgänge. Wenn Sie genau hinschauen, sehen Sie, dass an den beiden Blöcken „I1“ und „I2“ steht. Damit ist erkennbar, dass der eine Block Eingang I1 der Logo 8 überwacht und der andere I2. Dies ist durch die Reihenfolge entstanden, in der Sie die Blöcke in den

Arbeitsbereich zogen. Über die Parametrierung können Sie bei den meisten Blöcken Einstellungen zum Verhalten etc. vornehmen. So können Sie für jeden Eingangsblock festlegen, welcher Eingang genutzt werden soll. Klicken Sie doppelt auf einen der beiden Eingangsblöcke und Sie sehen die möglichen *Parameter*:

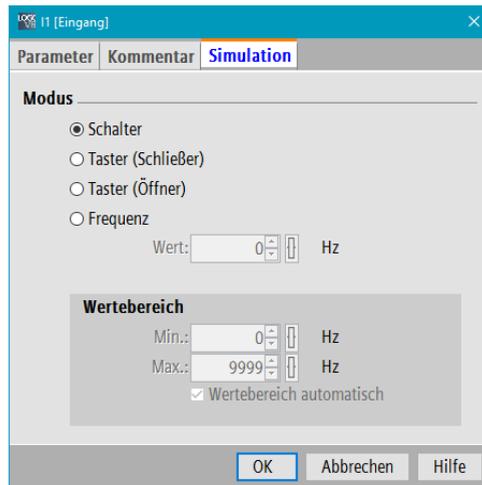


8. Auf der Registerkarte *Kommentar* können Sie beliebigen Text eintragen, der dann über dem Block angezeigt wird. Das ist praktisch, wenn Sie einen Kniff anwenden und sich später daran erinnern wollen oder um die Funktion allgemein zu beschreiben.

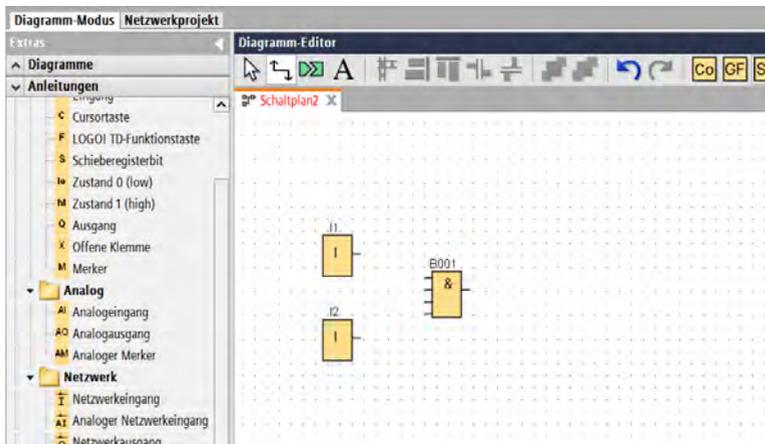


9. Später können Sie die Schaltung simulieren. Nur für diese können Sie bei *Simulation* einstellen, was für ein Taster oder Signalgeber extern an die Logo 8 angeschlossen ist. Theoretisch würde für das Beispiel mit der Stanzmaschine *Taster (Schließer)* gut passen. Allerdings ist es nicht möglich, in der Simulation zwei Taster gleichzeitig zu bedienen, so dass Sie die

Einstellung diesmal auf *Schalter* belassen. Schließen Sie die Parametrisierung mit *OK* oder *Abbrechen*.

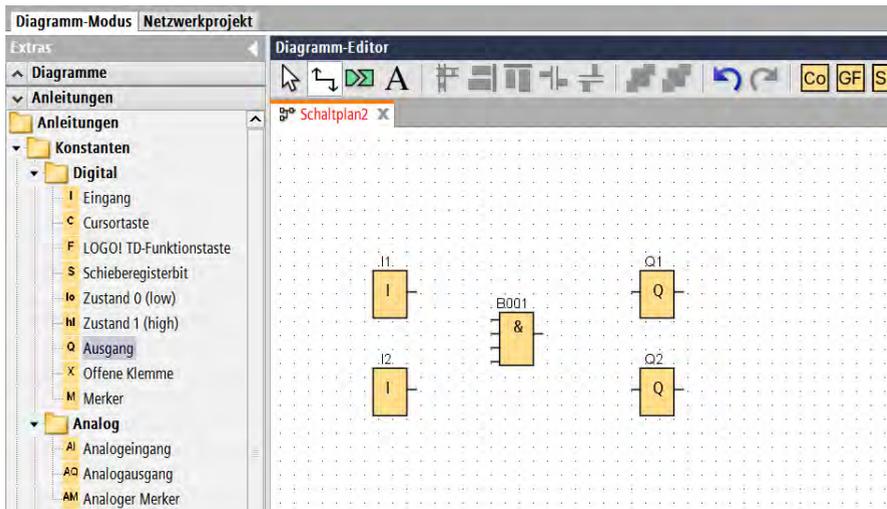


10. Ziehen Sie das Symbol **AND** (*Grundfunktionen*) auf den Arbeitsbereich etwa an die gezeigte Position.

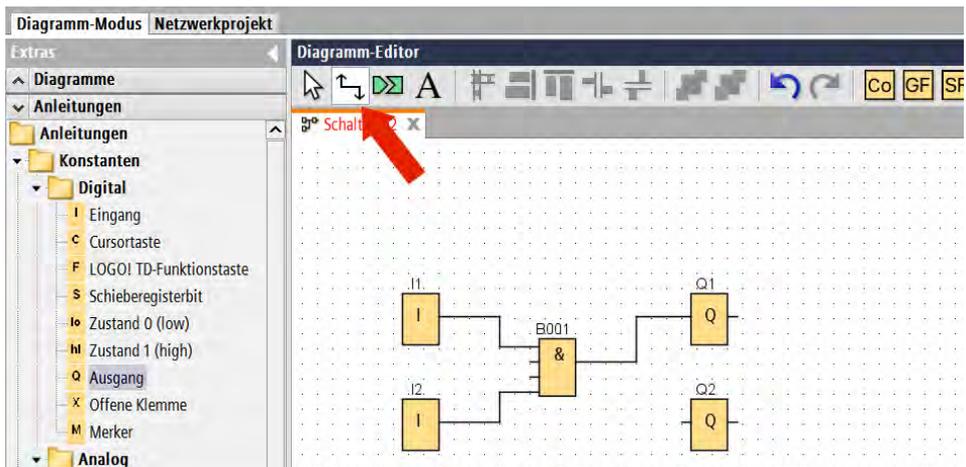


11. Anschließend ziehen Sie das Symbol **Ausgang** (*Konstanten | Digital*) zweimal rechts neben das **AND**-Symbol. Auch hier wird automatisch der

zugehörige Ausgang vergeben, den Sie über die Parametrierung ändern könnten.

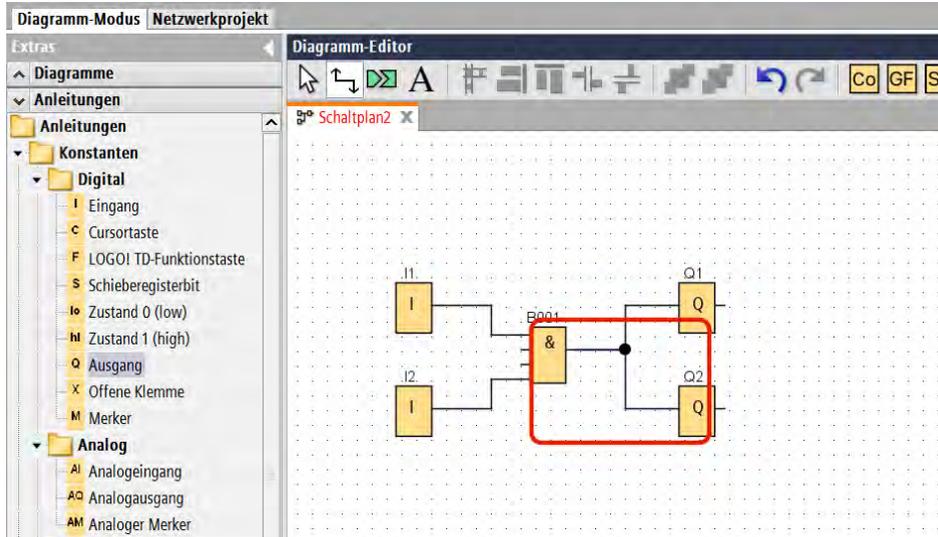


12. Jetzt müssen die Verbindungen zwischen den Bauteilen hergestellt werden. Aktivieren Sie dazu das Werkzeug *Verbinden* in der Symbolleiste, wenn es bisher nicht aktiv war. Sobald Sie mit dem Mauszeiger in die Nähe einer Ein- oder Ausgangsmarkierung (die kleinen Striche nach links und rechts) an einem Symbol kommen, wird der Greifpunkt markiert und Sie können bei gedrückter Maustaste eine Verbindungslinie zu einem anderen Punkt ziehen. Erstellen Sie die abgebildeten drei Verbindungen:



Einführung in die Logo! 8

- Möchten Sie eine Linie (oder ein Bauteil) löschen oder verschieben, aktivieren Sie zuerst das Werkzeug *Selektion* (Symbol mit Mauszeiger) und wählen Sie dann die Linie aus.
- Für die letzte Linie muss eine zusätzliche Verbindung vom Ausgang des AND an Q2 gehen. Diese können Sie wie bisher zeichnen. Sobald Sie aber die Maustaste loslassen, wird die Linie automatisch optimiert und es entsteht das folgende Bild:

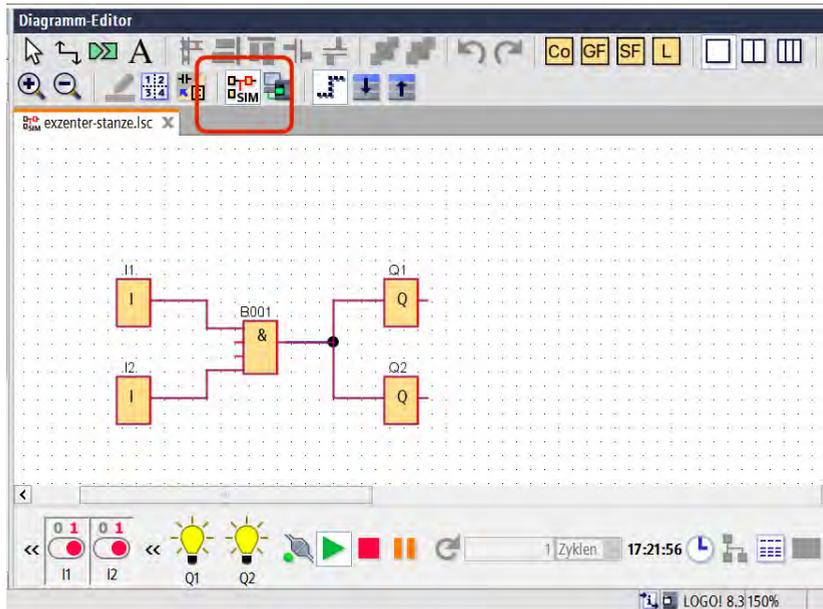


- Sie sind mit der Programmierung fertig. Speichern Sie den Plan mit *Datei|Speichern* ab.

Simulation der Logikschaltung

Eine praktische Funktion von LogoSoft ist, dass Sie ein Programm ganz ohne Hardware testen können. In der Simulation können Sie die Eingänge schalten und sehen, wie sich die Logikbausteine verhalten und welches Signal wo anliegt. So lassen sich gut Fehler finden oder Funktionen ausprobieren.

1. Klicken Sie auf das Symbol *Simulation* oder wählen Sie *Extras | Simulation*.



2. Am unteren Fensterrand erscheinen die Symbole zur Steuerung der virtuellen SPS. Für die Eingänge gibt es Schalter und für die Ausgänge Glühbirnen. Klicken Sie auf die Schalter-Symbole, um sie ein- oder auszuschalten. Dies entspricht einem High- bzw. Low-Pegel am jeweiligen Eingang **I1** oder **I2**.
3. Die roten Ränder um die Blocksymbole und roten Verbindungslinien zeigen, wo im System High-Pegel (logisch 1) anliegt. Blaue Linien bedeuten Low (0). Beachten Sie, dass die beiden unbenutzten Eingänge am **AND** ständig rot sind – das wird später noch erklärt.
4. Die Anlagensteuerung soll nur dann den Ausgang für den Motor bzw. die Kontroll-Lampe einschalten, wenn beide Schalter gedrückt sind. Sobald dies der Fall ist, leuchten die Lampen-Symbole für **Q1** und **Q2**.
5. Während die Simulation läuft, können Sie keine Änderungen am Programm vornehmen. Halten Sie vorher die Simulation an, in dem Sie erneut auf das Symbol *Simulation* klicken.

Der Praxis-Test

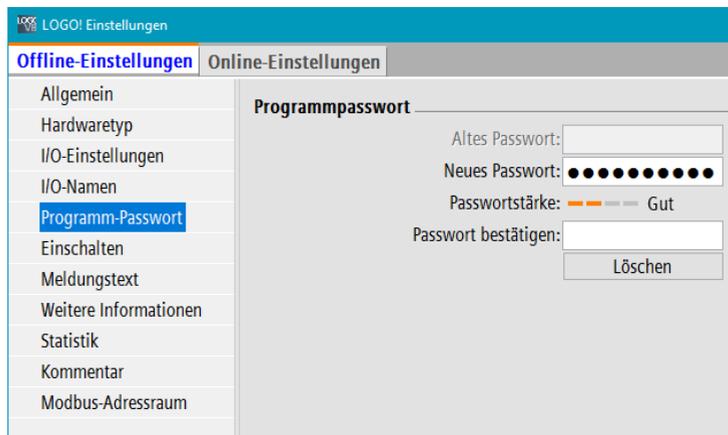
Nachdem Sie Ihr Programm erstellt und ggf. vorab in der Simulation überprüft haben, wird es Zeit, es in die freie Wildbahn zu entlassen und auf die Logo 8 zu

Diesen Konflikt müssen Sie durch Zwischenschaltung eines weiteren Logikbausteins lösen. Dazu gibt es beispielsweise die logischen Vergleiche wie Und-, Oder- sowie Exklusiv-Oder-Verknüpfung (und weitere, die Sie noch kennenlernen werden).

2.7 Mangelhafter Passwortschutz

Wenn Sie Ihre Arbeit gegen (geistigen) Diebstahl schützen wollen, dann können Sie das Programm mit einem Passwort schützen. Dazu wählen Sie *Datei|Eigenschaften* und vergeben auf der Registerkarte *Programm-Passwort* ein Kennwort ein (oder ändern Sie ein bereits vergebenes).

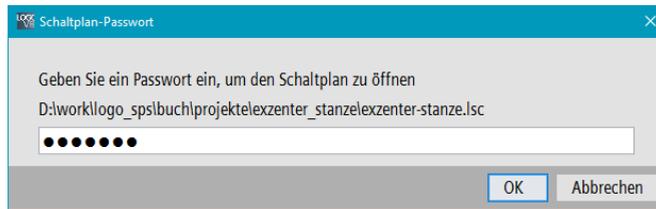
Da Sie lediglich zehn Zeichen und nur Großbuchstaben eingeben können, ist das Passwort niemals besser als gut und wäre per Brute-Force-Methode in relativ kurzer Zeit (etwa 4 Monaten) zu knacken.



Vergeben Sie ein Passwort für Ihr Programm

Angeblich geschützte Anwendung

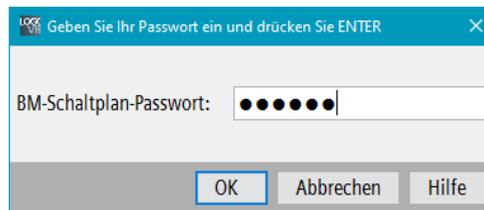
Sobald Sie anschließend die Datei gespeichert haben, werden Sie beim nächsten Öffnen nach dem Kennwort gefragt. Ob Sie Groß- oder Kleinbuchstaben eingeben, ist unwichtig.



Passworteingabe beim Öffnen einer Datei – Sie haben beliebig viele Fehlversuche

Das passwortgeschützte Programm auf der Logo 8 ist auch dort gegen Auslesen und Ändern geschützt. Im Prinzip dient das dazu, dass niemand Ihr Programm unberechtigt ausliest und ändert oder auf weitere Basismodule kopiert.

Wenn Sie das Programm vom Basismodul auf den PC übertragen wollen, müssen Sie zuerst das Passwort in LogoSoft eingeben.



Passwortabfrage beim Auslesen der Logo 8

Diese Abfrage erscheint auch, wenn Sie ein Programm von LogoSoft zum Basismodul übertragen wollen, das ein anderes Passwort benutzt, als das Programm, das bisher auf der Logo 8 gespeichert ist – selbst wenn es das gleiche Programm ist.

Auf der Logo 8 können Sie das gespeicherte Programm trotz Passwortschutz jederzeit löschen – beispielsweise, wenn Sie das alte Passwort vergessen haben und ein neues Programm aufspielen wollen. Dazu müssen Sie das Programm anhalten und in die Betriebsart STOP wechseln. Dann können Sie die Funktion [Programmieren►Prog löschen](#) aufrufen und den Vorgang bestätigen.

Dateischutz mangelhaft

Leider ist der Dateischutz mit Passwort in LogoSoft absolut ungenügend umgesetzt worden. Das Kennwort steht im Klartext und ohne zusätzliche Sicherung wie einen Hash-Wert in der Datei. Zudem werden die Daten durch das Passwort nicht verschlüsselt, sondern bleiben unverändert. Der Schutz erfolgt also lediglich durch LogoSoft beim Öffnen.



Um Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu sichern, ist es erforderlich, ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu implementieren (und kontinuierlich aufrechtzuerhalten), das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Die Produkte und Lösungen von Siemens formen nur einen Bestandteil eines solchen Konzepts. Weitergehende Informationen über Industrial Security finden Sie unter <http://www.siemens.com/industrialsecurity>.

Hinweis zur notwendigen Absicherung

Auch Siemens ist sich des Problems bewusst, dass Anlagen und Netzwerke anfällig für Cyber-Bedrohungen sind und betont an verschiedenen Stellen, dass ein ganzheitliches Sicherheitskonzept implementiert werden muss. Die Erkenntnis, dass der Passwortschutz ungenügend ist, schadet dabei sicherlich nicht.

Um das Passwort aus einer Datei mit Funktionsplan (Dateisuffix .lsc) auszulesen, benötigen Sie nur einen etwas besseren Texteditor, der den Inhalt auch als Hex-Werte darstellen kann (beispielsweise Notepad++).

The screenshot shows a hex editor window with a memory dump. The ASCII column contains the text: ..Siemensq.~,Ä~t, ..adminxq.~,0t., .ABCDE.~,q.~,0t., .1.U.q.~,Hsr.), ..Siemens.ad.logo.util.MessageG, ..GlobalInfoFÄtdÄ²Ä, ..Äto....I.,ourCha. The password 'ABCDE' is highlighted in red. A search window is open with the search string 'DE.siemens.ad.logo.util.MessageGlobalInfo'.

Passwort „ABCDE“ als Klartext in der Datei

Wenn Sie nach dem ASCII-String `DE.siemens.ad.logo.util.MessageGlobalInfo` in der Datei suchen, dann steht das Passwort in Großbuchstaben (gefolgt von einem „t“) 25 Bytes davor.

Es ist also keine gute Idee, eine Datei mit Ihrem Programm weiterzugeben, wenn Sie nicht wollen, dass irgendjemand das Programm öffnet und weiternutzt.

Zugriffschutz auf dem Basismodul fraglich

Erinnern Sie sich an *Stuxnet*? Der Virus attackierte 2010 Simatic-Steuerungen für Industrieanlagen und erregte vor allem dadurch Aufmerksamkeit, weil es zu außergewöhnlichen Störungen im iranischen Atomprogramm kam. So brisante Anlagen werden Sie vielleicht nicht steuern aber es ist dennoch beunruhigend zu wissen, dass jemand Ihr Programm manipulieren könnte und dadurch Schaden anrichtet oder Zugriff auf Ihre Hausautomatisierung erlangt.

Solange Ihre Logo 8 im Regelbetrieb an kein Netzwerk angeschlossen ist, müsste ein Angreifer vor dem Modul stehen und dort das Programm manipulieren. Wenn Sie (wie zuvor beschrieben) ein Passwort mit zehn Zeichen vergeben haben, dann bietet das an dieser Stelle einen relativ guten Schutz, denn der Hacker müsste es erraten und dazu jede der Kombinationsmöglichkeiten

aus zehn Großbuchstaben durchprobieren, was angesichts der mühsamen Passworтеingabe am Basismodul unrealistisch ist.

Schneller geht es, wenn der Angreifer einen Laptop mitbringt und sich per Ethernet mit der Logo 8 verbindet – so, wie Sie es auch zur Programmierung machen. Dann kann er die Übertragung zum PC anfordern und dort das Passwort deutlich schneller automatisch durchprobieren.

Ganz unrealistisch ist das Begehren nicht, ein passwortgeschütztes Programm aus der Logo 8 auszulesen. Wenn Sie im Web suchen, finden Sie viele Anfragen, wie man das machen kann – angeblich immer, weil sich die Leute selbst ausgesperrt haben oder ähnlich unglaubliche Stories.

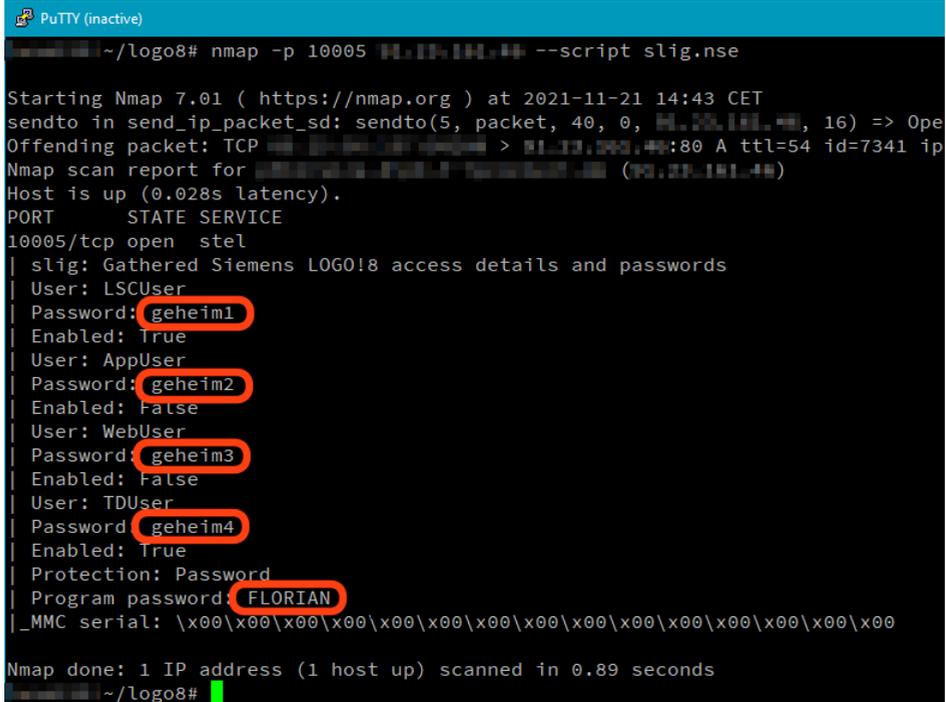
All der Aufwand ist aber gar nicht notwendig, denn Siemens hat eine kritische Sicherheitslücke im System eingebaut, die 2019 entdeckt und publiziert wurde: <https://github.com/SySS-Research/slig> und <https://heise.de/-4436078>. Alle Passwörter die Sie zur Absicherung vergeben können (wozu auch der Zugriffsschutz für Webanwendungen etc. gilt, der später im Buch noch behandelt wird), können mit dem Siemens LOGO!8 Information Gatherer (SLIG) ausgelesen werden. In diesem Fall allerdings nicht, weil die Passwörter im Klartext gespeichert werden, sondern weil der Schlüssel für die Verschlüsselung der Daten sich aus LogoSoft auslesen lässt. Das ist so, als würden Sie Ihre Wohnung abschließen, den Schlüssel aber dann auf die Fußmatte legen.

Mit dem Schlüssel wird Ihr Programm kodiert bevor es als Binärdatei (englisch: bin file) auf der Logo 8 (und auch anderen Systemen aus der Simatic-Familie) gespeichert wird. Der Schlüssel muss also in LogoSoft bekannt sein, sollte aber geschützt und nicht auch noch in einer Klasse gespeichert sein, die namentlich mehr als deutlich auf die Verwendung des Schlüssels (englisch: key) für die Binärdatei hinweist. Dabei handelt es sich um ein fatales Versagen der Sicherheitsvorkehrungen seitens des Herstellers.

Es genügt, die frei verfügbare Demoversion der Entwicklungsumgebung LogoSoft herunter zu laden. Mit einem Debugger für Java lässt sich dann in einer der Dateien der Schlüssel als Zweierkomplement gespeicherte Bytewerte auslesen. Da der Key für alle Logo 8 etc. identisch ist, genügt es, ihn einmal zu ermitteln.

Weil der Schlüssel in keiner Weise geschützt wurde, ist es fraglich, ob beim ermitteln des Schlüssels und dem anschließenden Auslesen der Passwörter ein Gesetzesverstoß gegen Strafgesetzbuch (StGB) § 202a *Ausspähen von Daten*

vorliegt, da dies erst der Fall ist, wenn die Daten gegen unberechtigten Zugang besonders gesichert sind, und Zugang durch Überwindung der Zugangssicherung verschafft wird. Ein schlampig verstecktes Passwort ist nicht Stand der Technik und eher keine Sicherung gegen Zugriff oder eine Zugangssicherung.



```

PuTTY (inactive)
~/logo8# nmap -p 10005 --script slig.nse

Starting Nmap 7.01 ( https://nmap.org ) at 2021-11-21 14:43 CET
sendto in send_ip_packet_sd: sendto(5, packet, 40, 0, , 16) => Ope
Offending packet: TCP > :80 A ttl=54 id=7341 ip
Nmap scan report for 
Host is up (0.028s latency).
PORT      STATE SERVICE
10005/tcp open  stel
| slig: Gathered Siemens LOGO!8 access details and passwords
| User: LSCUser
| Password: geheim1
| Enabled: True
| User: AppUser
| Password: geheim2
| Enabled: False
| User: WebUser
| Password: geheim3
| Enabled: False
| User: TDUser
| Password: geheim4
| Enabled: True
| Protection: Password
| Program password: FLORIAN
|_MMC serial: \x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00
Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 0.89 seconds
~/logo8#
```

Mit dem ungeschützten Key können alle Passwörter ausgelesen werden

Über den auf der Logo 8 offenen Netzwerkport 10005 kann dann das Profil ausgelesen werden, so dass alle auf der Logo 8 gespeicherten Passwörter (für den Zugriffsschutz und das gespeicherte Programm) ausgegeben werden.

Bisher gibt es seitens Siemens keinen Patch für das Problem bei etwas älterer Hardware – und es wird vermutlich nie einen geben. Erst ab Logo 8 Version 8.3 soll die Lücke geschlossen sein. So bleibt Ihnen nur, den Zugriff auf den Port 10005 in Ihrem Netzwerk zu verbieten (bspw. per Firewall oder Router) oder zusätzlich zu schützen. Das Auslesen am Ethernetanschluss direkt an der Logo 8 lässt sich nicht verhindern.

3 Wichtige Funktionsblöcke

Mit den nächsten Technikmodellen werden Sie wichtige Bausteine kennenlernen, ohne die kaum eine automatisierte Steuerung auskommt. Auch das Display der Logo 8 kommt zum Einsatz, um Systeminformationen etc. anzuzeigen.

Zusätzlich erfahren Sie, wie Sie durch einfache Überlegungen dafür sorgen können, dass Ihre Steuerung bei Defekten in der Installation dafür sorgt, dass Sie diese schneller bemerken und die Produktion weniger gefährdet ist.

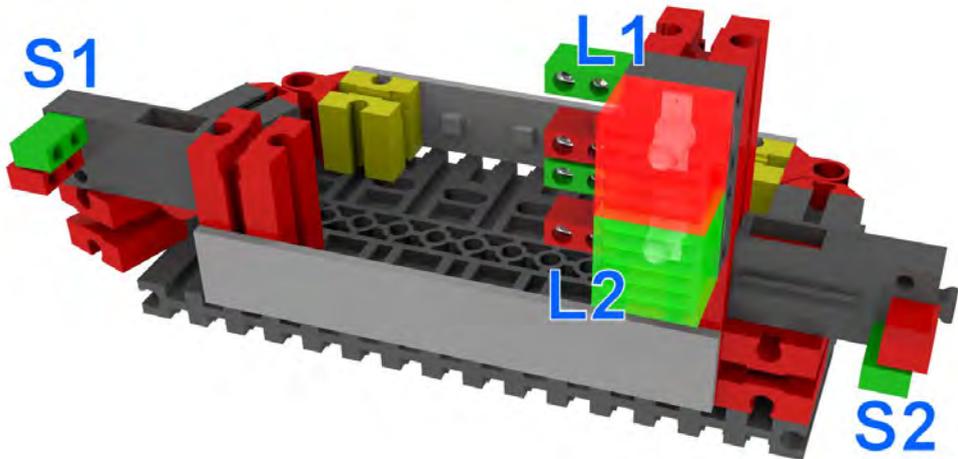
3.1 Boolesche Grundfunktionen

Immer wieder muss eine Steuerungssoftware den Zustand verschiedener Eingänge und Ergebnisse von anderen Logikblöcken miteinander vergleichen und dann eine Entscheidung treffen.

Alarmanlage überwacht zwei Eingänge

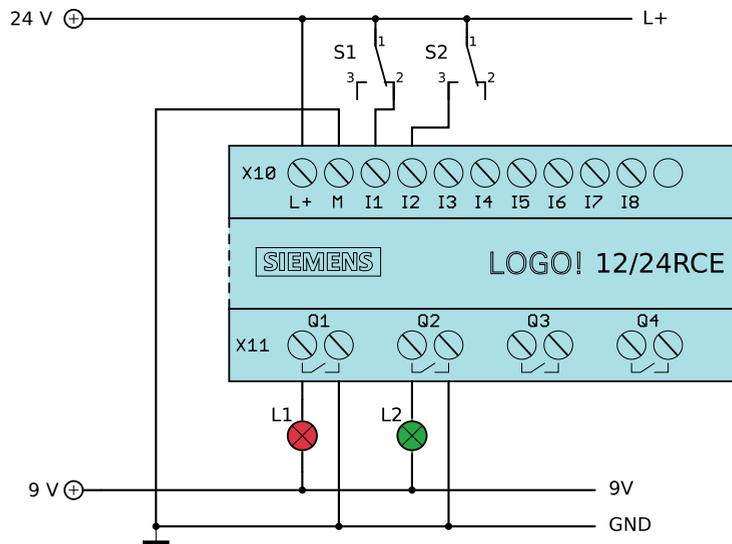
 alarmanlage

Eine Anwendung aus der Praxis zeigt eine Alarmanlage: Ein (optischer) Alarm soll ausgelöst werden, wenn in einen Bereich eingebrochen wird (oder wenn ausgebrochen wird – je nach Bedarf). Überwacht werden zwei Türen oder Fenster, und sobald eine oder eins geöffnet ist, leuchtet die rote Signallampe, während die grüne anzeigt, dass alles verschlossen und sicher ist.



Eine Alarmanlage für ein kleines Tiergehege aus Fischertechnik mit zwei Toren

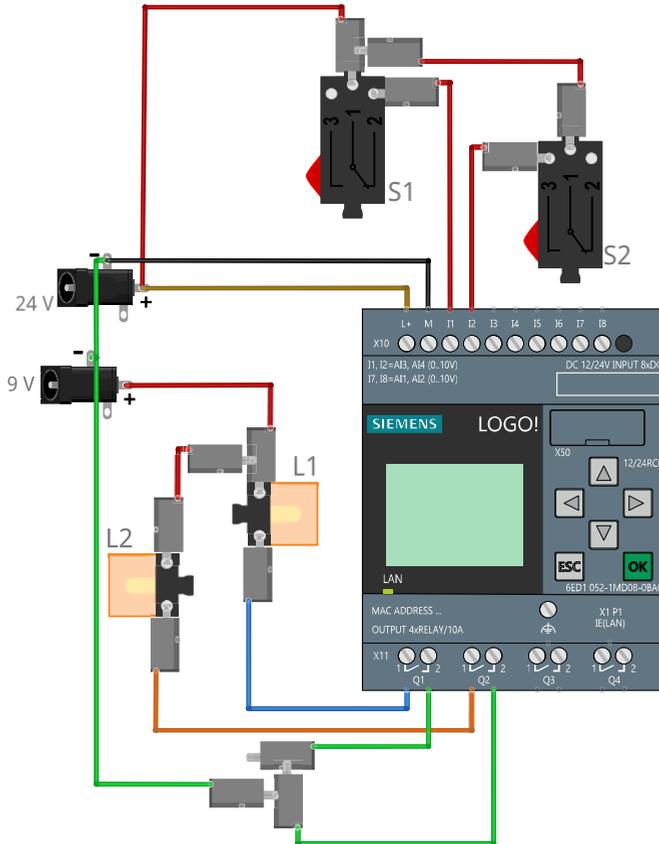
Wenn Sie das Bild vom Technikmodell genau studieren, fällt Ihnen vielleicht auf, dass die beiden Schalter unterschiedlich angeschlossen sind. Im Schaltbild wird es deutlicher: S1 ist in Ruhestellung geschlossen und S2 ist offen.



Schaltbild für den Einbruchalarm mit zwei Schaltern und Lampen

Wichtige Funktionsblöcke

Auch im Verdrahtungsplan ist S1 als Öffner und S2 als Schließer beschaltet. S1 ist so beschaltet, wie Sie es vermutlich intuitiv selbst gemacht hätten: Solange Tor 1 geschlossen ist, ist S1 betätigt und die Anschlüsse 1 und 3 sind verbunden, so dass Low-Signal an der Logo 8 anliegt. Sobald sich Tor 1 öffnet, begibt sich der Schalter in seine Ruhelage und die Logo 8 erkennt einen High-Pegel, weil dann Pin 1 und 2 verbunden sind.



Verkabelung mit Fischertechnik-Bauteilen

S2 stellt das Prinzip sozusagen auf den Kopf oder invertiert es: Die Logo 8 bekommt die ganze Zeit ein High-Signal, weil der Schalter betätigt ist, solange das Tor 2 zu ist. Erst wenn das Tor 2 geöffnet wurde, öffnet sich der Schalter und an der Logo 8 liegt keine Spannung mehr an (Low).

Etwas vorweggreifend kann schon mal gesagt werden, dass es der Logo 8 völlig egal ist, wie lange und welches Signal anliegt und es spielt auch fürs Programm gar keine direkte Rolle, denn beide Fälle können (wie auch immer) im Programm behandelt werden.

Offene Eingänge oder Pull-Up und Pull-Down

Bisher wurde es nicht beachtet aber elektrotechnisch ist es wichtig: Was bedeutet ein offener Eingang an der Logo 8? Wenn der Eingang mit dem Pluspol der 24 V verbunden ist, liegt High an und wenn der Eingang mit Masse verbunden ist, dann entspricht das einer logischen 0 oder Low. Ein offener Eingang (dessen Anschluss mit keinem Spannungspegel verbunden ist) wird aber so behandelt, als würde an ihm Low-Pegel anliegen. Im Schaltplan ist dies bei S2 der Fall, solange der Schalter nicht betätigt wird: I2 ist zwar mit Pin 3 des Schalters verbunden, dieser hängt aber offen in der Luft. Dass die Logo 8 offene Eingänge als Low bewertet, ist nicht selbstverständlich. In anderen Technikgebieten wäre ein solcher Anschluss ein gravierender Designfehler und müsste mit einem sogenannten Pull-Up- oder Pull-Down-Widerstand beschaltet werden, der ein definiertes Signal garantiert.

AND, OR und NOT

Zwei der wichtigsten Vergleichsmöglichkeiten sind **AND** (Und) und **OR** (Oder). Den Und-Vergleich haben Sie bereits kennengelernt: Nur wenn alle Eingänge High-Pegel (logisch 1) führen (wobei unbeschaltete Ausgänge bei Logo unberücksichtigt bleiben), steht am Ausgang High an – in allen anderen Fällen ist er Low.

Wichtige Funktionsblöcke

Für viele Logikbausteine wird das Verhalten in einer Zustandstabelle dargestellt:

Eingang 1	Eingang 2	Ausgang
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Logiktable für zwei Und-Eingänge

Beim Oder-Vergleich führt der Ausgang High-Pegel, sobald einer der Eingänge auf High liegt. Der Pegel der anderen Eingänge spielt dann keine Rolle. Wenn Eingang 1 **oder** Eingang 2 **oder** ... High ist, dann wird der Ausgang High.

Eingang 1	Eingang 2	Ausgang
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Logiktable für zwei Oder-Eingänge

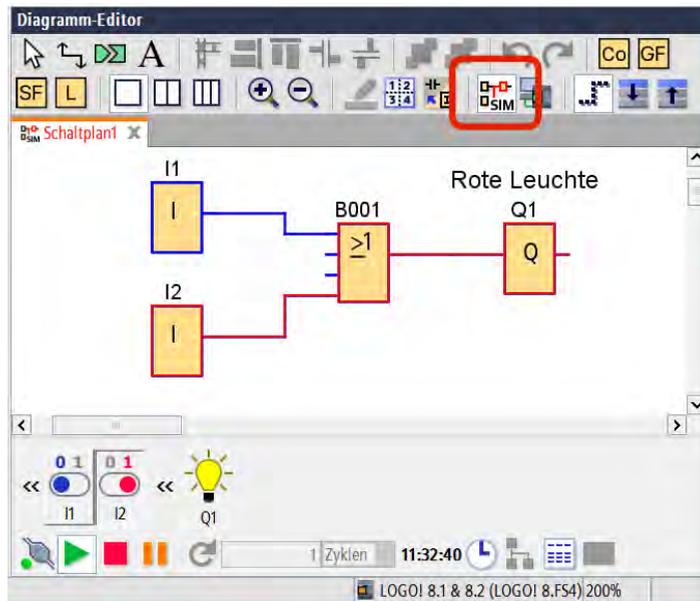
Ganz einfach zu verstehen ist das **NOT** (Nicht): Am Ausgang liegt immer das Gegenteil vom Eingang an. Das Nicht invertiert somit das Eingangssignal.

Eingang	Ausgang
0	1
1	0

Logiktable für ein Nicht-Glied

Exkurs: Mathematische Gesetze für Logikgatter

Für eine Alarmanlage wird ein Oder-Vergleich benötigt: Wenn Tor 1 **oder** Tor 2 geöffnet ist, soll das rote Signallight aufleuchten. Wobei die auf den ersten Blick merkwürdige Beschaltung von S2 erst einmal außer Acht gelassen wird. In LogoSoft können Sie ein Programm erstellen, das dies abbildet und das Sie im Editor simulieren (ohne es auf die Logo 8 zu übertragen)

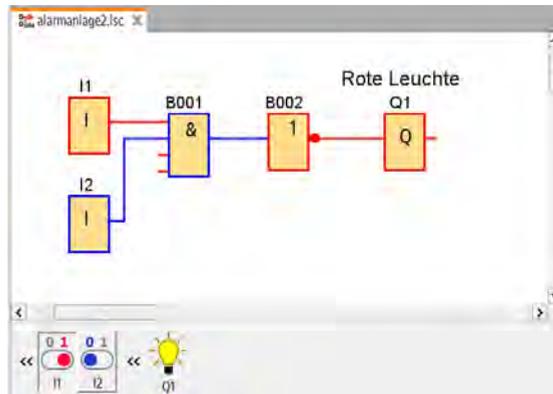


Oder-Verknüpfung zweier Eingänge

Wenn Sie ein wenig darüber nachdenken – oder vielleicht hatten Sie den Einfall auch schon von Anfang an – werden Sie feststellen, dass auch eine andere Herangehensweise möglich ist: Wenn Tor 1 **und** Tor 2 geschlossen ist, soll die grüne Lampe leuchten.

Es sieht so aus, als wäre beides richtig und im Grunde gleichwertig. Der einzige Unterschied ist, ob die grüne oder die rote Lampe leuchtet. Das kann aber mit einem **NOT** korrigiert werden: Wenn Tor 1 und Tor 2 geschlossen ist, soll Nicht die rote Lampe leuchten.

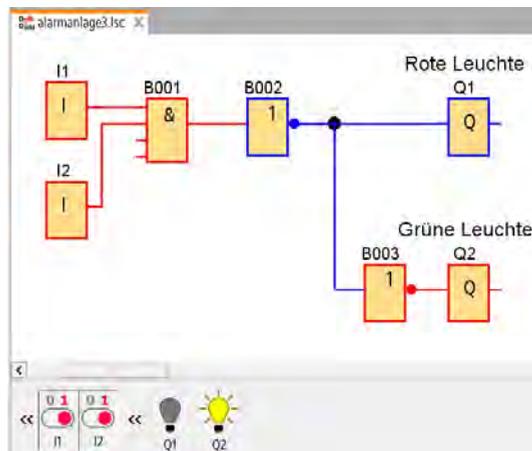
Wichtige Funktionsblöcke



Ein Und sowie ein Nicht führen zum gleichen Ergebnis

Das Und liefert solange High am Ausgang, wie beide Eingänge auch High (Tor ist zu) liefern. Das Ergebnis wird invertiert (aus High wird Low) und die rote Lampe bleibt aus. Sobald ein Tor geöffnet wird, ergibt der Und-Vergleich am Ausgang Low, invertiert wird das zu High und der Ausgang mit der roten Lampe wird eingeschaltet.

Die zweite Lampe soll immer leuchten, wenn die erste nicht eingeschaltet ist. Im zweiten Beispiel soll die grüne leuchten, wenn Rot nicht an ist. Mit einem weiteren **NOT** ist das einfach umzusetzen.



Die Ausgänge sind immer unterschiedlich High oder Low

Wieder einmal sehen Sie, dass es mehrere Lösungsmöglichkeiten gibt. In der booleschen Algebra gibt es mehrere Gesetze, wie solche Logikschaltungen notiert und auch umgestellt werden können. Namentlich kennen Sie einige davon sicher noch aus der gewöhnlichen Mathematik wie beispielsweise das Kommutativgesetz, das auch hier gilt. Besonders wichtig sind die de-morganschen Gesetze, mit denen Und-Glieder und Oder-Glieder gegenseitig ersetzt werden können. Mit einem Karnaugh-Veitch-Diagramm können Boolesche Funktionen übersichtlich dargestellt und durch Zusammenfassung vereinfacht werden.

Eine gängige Form der booleschen Darstellung für die Schaltung mit dem Und ist:

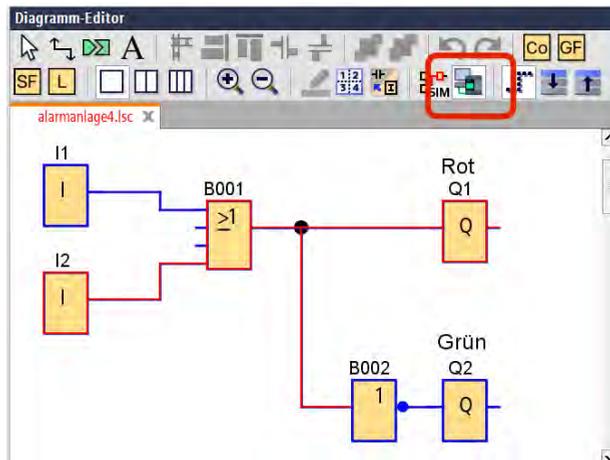
$$Q1 = \overline{(I1 \wedge I2)} \text{ oder auch } Q1 = \neg(I1 \wedge I2)$$

Weiter soll das Thema hier nicht vertieft werden, da es zu weit führt aber Sie sollten einmal etwas davon gehört haben und wenn Sie sich weiter informieren wollen, dann bietet zum Beispiel die Wikipedia einen guten Anfang: <https://w.wiki/4SSf>.

Alarmanlage mit Störungssicherung: High- und Low-Aktiv

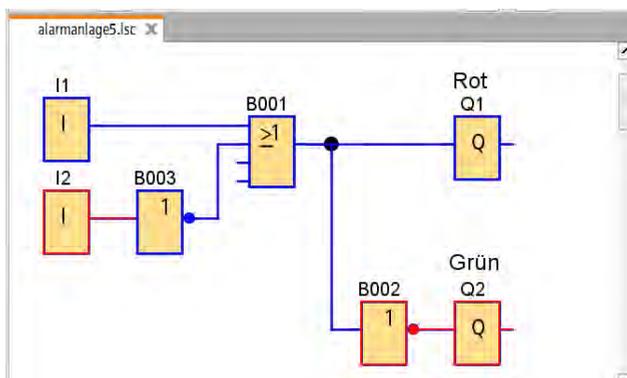
Die Überwachung Ihres Tiergeheges oder einer Immobilie sollte nach den bisherigen Ausführungen keine Herausforderung mehr sein. Aber noch immer steht die Frage im Raum, warum die beiden Schalter nicht gleich angeschlossen wurden und welche der beiden Varianten einen Vorteil bringt.

Im Modell ist der Raum sicher, wenn beide Tore geschlossen sind. Dadurch werden beiden Taster aus ihrer Ruhelage in die andere Stellung bewegt. S1 ist dabei geöffnet (Low an der Logo 8) und S2 geschlossen (High). Beim Online-Test fällt auf, dass dadurch der Oder-Vergleich erfüllt ist, am Ausgang High ansteht und die rote Lampe leuchtet, was so aber nicht gewünscht ist.



Bei geschlossenem Tor 2 liefert S2 an I2 eine logische 1

Man könnte sagen, das Signal an I2 sei falsch herum oder invertiert zu dem, was gewünscht ist. Anstatt jetzt die Verkabelung zu ändern, kann im Programm ein **NOT** zwischen I2 und dem **OR** eingefügt werden, um den Eingangs-Pegel zu invertieren. So wird erreicht, dass beim **OR** an beiden Eingängen Low-Pegel anliegt und als Ergebnis des Vergleichs auch am Ausgang, was dazu führt, dass die rote Lampe bei geschlossenen Toren aus ist und die grüne an.



Das NOT invertiert das Eingangssignal von I2

Anhand dieses kleinen Beispiels wird ein weiterer Vorteil der Automatisierung mit SPS deutlich: Ein (vermeintlicher) Fehler in der Installation kann in vielen Fällen jederzeit durch Anpassen der Software kompensiert werden. So ist es nicht nötig, Kabel neu zu verlegen oder zu verdrahten.

Stellen Sie sich vor, ein Einbrecher schneidet die Kabel zwischen den Schaltern und der Logo 8 durch, um die Anlage auszutricksen, oder eine Verbindung lockert sich mit der Zeit. Probieren Sie es aus: Ziehen Sie probeweise bei S1 einen der Fischertechnik-Stecker ab. Nichts passiert und wenn jetzt die Tür geöffnet wird, bleibt der Alarm stumm. Bei S2 sieht es anders aus: Sobald der Stecker abgezogen (oder das Kabel durchgeschnitten) wird, löst der Alarm aus. Daran ändert sich auch nichts, wenn die Tür 2 geöffnet wird.

Natürlich handelt es sich bei einem technischen Defekt um einen falschen Alarm aber eigentlich ist das Verhalten praktisch: Anstatt blauäugig zu glauben, Ihre Anlage sei in Ordnung, werden Sie schnell merken, dass kein Einbruch stattfand, sondern die Verbindung ausgefallen ist.

Derartige Überlegungen werden oft bei der Planung angestellt: Was passiert bei einem Defekt in der Installation und wie kann er einfach erkannt werden? Ein Schalter, der nur dann ein Signal an die SPS liefert, wenn er betätigt wird, kann unbemerkt ausfallen. Dieses Schaltprinzip wird *High-Aktiv* (engl.: active high) genannt. Liefert ein Schalter permanent High und nur bei Betätigung Low, dann fällt die Störung eher auf, weil das Signal unplausibel wird und nicht zum Zustand der Anlage passt. Solche Signale werden als *Low-Aktiv* (engl.: active low) bezeichnet.

Pegel	Low	High
Binär	0	1
Umgangssprache	Aus	Ein
Spannung Eingang Logo 8, 12/24V (andere Bereiche je nach System)	< 5 V	> 8,5 V
Pegel bedeutet, Zustand ist vorhanden	Low-Aktiv	High-Aktiv

Signalpegel Low und High

anderen Modulen geben. Wenn Sie doppelt auf diese graue Verbindungslinie klicken, erhalten Sie weitere Informationen zu den Daten, die ausgetauscht werden.

Nachdem die Programme fertiggestellt sind, werden sie wie gewohnt auf die Basismodule übertragen. Dabei ist es wichtig, daran zu denken, dass es sich um zwei getrennte Programme für zwei unterschiedliche Module handelt. Sie müssen deshalb eins der Diagramm-Fenster aktivieren und auf das Symbol PC->LOGO klicken oder *Extras | Übertragen | PC->LOGO* auswählen. Anschließend aktivieren Sie das andere Fenster und wiederholen den Vorgang.

Davon ausgehend, dass kein zweites Basismodul zur Verfügung steht, können Sie das Netzwerkprojekt in LogoSoft wie gewohnt simulieren. Dazu müssen Sie wieder in jedem Programmfenster einzeln die Simulation starten. Je nachdem, welches Fenster gerade aktiv ist, wird dann der Meldetext oder die PI-Trendanzeige eingeblendet. Sie können beobachten, wie ein über die zwei Eingänge geänderter Sollwert (simulierte Taster) an den PI-Regler übertragen wird und umgekehrt die gegenwärtige Temperatur (die Sie mit dem Analogregler ändern können) als Meldetext angezeigt wird. Lösen Sie den Schalter für einen leeren Öltank aus, wird das Meldefenster rot und der Ausgang an der Logo 8 im Hauptgebäude schaltet auf High.

8.6 Virtuelle Fabrik mit Factory I/O

Mit den Fischertechnikmodellen wird der Einstieg in die Programmierung einer SPS praxisnah und anschaulich, weil sich wirklich etwas bewegt und nicht nur ein Lämpchen am Ausgang der Logo 8 abstrakt für eine Maschine o. ä. steht. Allerdings sind den Möglichkeiten Grenzen gesetzt, da komplexe Anlagen aufwändig zu realisieren sind und vor allem analoge Messwerte und passende Aktoren sich kaum integrieren lassen. Für mehr Realitätsnähe sorgt deshalb das Programm Factory I/O (<https://factoryio.com>): Erstellen Sie eine virtuelle Fabrik und binden Sie diese an Ihre physisch vorhandene SPS an (die Software unterstützt auch weitere Geräte neben den Logo-Modellen).



Ihre Fabrikhalle können Sie beliebig mit vordefinierten Maschinen ausstatten.

Die Software simuliert eine Physik-Engine, bei der sich die Maschinen und Objekte wie Kisten und Wasser realitätsnah bewegen und auf die Steuerung Ihrer SPS reagieren. Es gibt verschiedene Versionen, die unterschiedlich viel externe Hardware einzelner Hersteller oder Kommunikationsprotokolle wie Modbus unterstützen. Eine 30-Tage-Demo mit vollem Leistungsumfang kann kostenlos herunter geladen werden. Vor allem im Bereich der analogen Daten fehlen allerdings wünschenswerte Geräte aus dem Bereich HKL (Heizung, Klima, Lüftung; engl.: HVAC, heating, ventilation, air conditioning).

Das Programm bietet zwar auch eine einfache Simulationsmöglichkeit einer SPS, aber eine Kernfertigkeit ist die Anbindung über Ethernet (oder eine Schnittstelle) an eine reale SPS, auf der das wie gewohnt erstellte Programm abläuft. Weil die Eingänge der Logo 8 nicht softwaremäßig (von der Firmware der Logo 8) geschaltet oder mit einem Analogwert angesteuert werden können, werden die Daten von der Simulation über Netzwerkeingänge zugeführt. Sie können aber physisch angeschlossene Geräte an den Ein- und Ausgängen der Logo 8 in die Simulation einfließen lassen.

Fabrik bauen

📁 [factory_io](#)

Wasserentnahme und niedrigem oder hohem gewünschten Füllstand? Schon über 9 l im Tank gehabt (bei angeschlossenen Lautsprechern am PC)?



In der Simulation erwacht der Spieltrieb und das Reglerverhalten wird anschaulich visualisiert

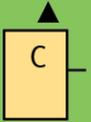
Nachdem die Fabrik automatisiert ist, können Sie sich an die Feinabstimmung machen:

- Ändern Sie in LogoSoft die Parameter für den PI-Regler, um ein optimales Verhalten zu erreichen. Bedenken Sie dabei, dass es aufgrund von Konvertierungs- und Rundungsfehlern zu kleinen Abweichungen kommen wird und auch die Variationen aus möglichen Kombinationen für Füllstand und Ablauf sich auswirken, so dass es nicht *die* perfekten Werte geben wird.
- Nach jeder Änderung müssen Sie natürlich das Programm auf die Logo 8 übertragen. In Factory I/O erzeugt das die o. g. Fehlermeldung, die aber unbedeutend ist.
- Starten Sie in LogoSoft den Online-Test während die Simulation läuft. So können Sie den PI-Trendverlauf einsehen (Brillen-Symbol am PI-Regler), der sich aus der Simulation ergibt.

Übersicht wichtige Logikbausteine

Konstanten

Digital

Eingang 	Digitales Eingangssignal an einer der Schraubklemmen.
Ausgang 	Digitales Ausgangssignal (Relais/Transistor offen/geschlossen) an einer der Schraubklemmen.
TD-Funktionstaste 	Die angegebene Funktionstaste F1 — F4 wurde am externen Display gedrückt.
Cursortaste 	Die angegebene Cursortaste am Basismodul wurde gedrückt.
Offene Klemme 	Zum Verschalten eines ungenutzten Ausgangs, der aber nicht offen sein darf.
Merker 	Gibt am Ausgang das Eingangssignal aus; wird benötigt, wenn ein Ausgang eines Logikblocks nicht unbeschaltet sein darf. Einige Merker stehen für bestimmte Ereignisse oder Einstellungen (Anlaufmerker, Hintergrundbeleuchtung usw.).
Zustand Low 	Gibt eine logische 0 am Ausgang aus.

Index

°C	146	App.....	373
0 V — 10,0 V	238	AQ.....	243
230 V	16	Arduino.....	14, 40
3D-Grafik	20	Arithmetische Anweisung	273
3-Leiterverbindung.....	259	Astronomische Uhr	203
4 mA	45	Auflösung	238
9 V.....	43	Auftrennen	296
∅	236	Ausgang.....	63, 67
ξ	258	Ausgang, analog	243
τ	328	Ausgangsverbindung.....	71
active high	89	Ausrufezeichen, rot.....	353
active low.....	89	Ausschaltverzögerung	161
ADC.....	238, 249, 269	Balkendiagramm	210
Aderendhülse.....	36	Basismodul.....	32, 160
AI 240		Batterie.....	251
AI1	240	BBC micro:bit	14
AI3/AI4	241	BCD	148, 305, 310, 342
Aktor.....	44	benutzerdefinierte Funktion	341
AM2 AQ.....	319	Betriebsstundenzähler	216
Analog.....	45	Betriebssystem.....	42, 49
analog digital converter	238	Binärdatei.....	76
Analog-Digital-Wandler.....	238	Binärsystem	148, 310
Analoge Werte	235	binary coded decimal	148
Analoger Differenz-		Binärzähler.....	144
Schwellwertschalter.....	293	Bit	362
Analoger Multiplexer	301	Blinklicht	167
Analoger Netzwerkausgang	361	Block	159
Analoger Netzwerkeingang.....	361	Blockname	158
Analoger Schwellwertschalter.....	283	Boolesche Algebra.....	25, 87
Analogfilter	335	Breadboard	26, 268
Analogkomparator	287	Bremswiderstand	334
Analogrampe	313	Brille.....	256, 323
Analogrechner	237	Brute-Force	72
Analogverstärker	249, 262	CD.....	50
Analogwert	237	Celsius.....	271
Analogwertüberwachung	297	COM	115
AND	25, 83	comma separated values	355
Anlaufmerker M8	111, 191	<i>common</i>	115
Anschlussplan	54	Crouzet Millenium 3.....	329
Anwendungsprogramm	42	CSV	355

Cursortasten.....	67, 108, 140, 147
Cyber-Bedrohungen	74
DAC.....	244, 306
Data Log.....	355
Dateischutz	74
Datentabelle	372
DDR.....	141
Delta	294, 297
de-morgansche Gesetze	87
Dezimalsystem	148
DHCP	48
Diagnose	365
Differentialverhalten	318
Digital	43
Digital-Analog-Konverter.....	244
Display.....	32, 103, 111
Division durch Null	280
DPS	118
DPST	118
Drehencoder	206
Drehstrom	328, 333
Drehstrommotor	164
Dreieckschaltung	164
Dreileiterverbindung	259
Dreiphasenwechselstrom.....	328, 333
DS-Lite	377
Dual Stack Lite.....	377
Dupont-Kabel	269
Durchschnitt.....	335
Dynamo.....	298
DynDNS.....	377
Ein-/Ausschaltverzögerung.....	164
Einbaukupplung.....	39
Eingang.....	43, 63, 66
Eingang (grün).....	157
Eingang, analog.....	240
Eingangsimpedanz.....	265
Eingangsverbindung.....	71
Einheitssignale	45
Einschaltverzögerung.....	155
elektromagnetische Verträglichkeit.....	45
elektro-magnetisches Relais.....	151
EMR.....	151
EMV.....	45, 115
En	181
enable.....	104
Enable.....	181
Encodermotor	221, 298
Erweiterungen.....	34
Erweiterungsmodul	116
ESC.....	66, 108, 140, 160
Ethernet	48, 381
EU-Richtlinie 2011/65/EU	288
EVA.....	42
Exklusiv-Oder	96
Exportbeschränkungen.....	51
F1 - F4.....	380
Fabrik.....	320, 392
Factory I/O	320, 392
Fähnchen, grün	296
false	148
Faustformelverfahren	321
Fehler	66, 69
Fehlererkennung Arithmetische Anweisung.....	278, 280
Fernschaltrelais.....	141
Fernzugriff	373
Fertigungsstand	33
Firmware.....	33, 42, 49
first in - first out.....	229
Fischertechnik	19
Fischertechnik-Designer	20
Flachstecker.....	269
Flankengesteuert	93
Fließkommaarithmetik.....	274
Flipflop	128, 141, 226
Fortschaltrelais.....	141
Fotodiode.....	151
Fototransistor.....	151
Fotowiderstand	288
Frequenz	220, 333
Frequenzteiler	144
Frequenzumrichter.....	333
Fritzing.....	26
FS	33
FU.....	333

Funkenschlag.....	115	IB	362
Funktion.....	341	Impulsausgabe	171
Funktionsplan	57	Impulsdauermodulation	327
Funktionstasten.....	380	Impulsgeber.....	181
FUP.....	57	induktive Last.....	153
Gabellichtschranke.....	130	Infofenster.....	70
Gain.....	250, 262	Innenwiderstand	265
galvanische Trennung.....	114, 151	Integer	238, 274
Gate.....	152	Integralverhalten	318
Gateway.....	48, 383	Integralzeit	323
gefährliche Stoffe	288	Interrupt	43
gelöscht	152	Inverter	83
Generator	298	IP-Adresse	48, 373, 377
Gerätepasswort.....	53	IPv4.....	377
gezündet.....	152	IPv6.....	377
GL5528.....	289	Istwert.....	286, 317
Glättung.....	335	Jahresschaltuhr.....	201
Gleichrichter.....	151	Jumperkabel.....	37, 269
Gleichstrom.....	152	K	<i>Siehe Relais</i>
Glühbirne.....	63	Kabelbruch.....	45
Grundrechenarten	274	Karnaugh-Veitch-Diagramm	87
Halbleiterrelais.....	151	KC	322
Hardwaretyp	67, 344	Kelvin	271
Hash	51	Kennwort.....	74
Hauptmenü	46	Key.....	76
H-Brücke.....	119, 120, 138, 290	Kinematik	21
Hebung	133	Kleinsteuerung	29
Heißeiter.....	236	Klemmennummer	152
Heizung.....	393	Klima	393
High.....	43, 277	Kollektor, offen	132
<i>High-Aktiv</i>	89	Komfortschalter.....	193
High-Side Switch	329	Kommentar	59
Hintergrundbeleuchtung.....	47, 110	Kommutativgesetz	87
HKL	393	Komparator.....	287
Hohlbuchse	38	Konnektor negieren	91
Hub.....	48	Kontaktplan.....	57
Hutschiene	35, 117	KOP	57
HVAC	393	Koppelrelais	114
Hysterese.....	286	KP	322
I - Eingang.....	78	L+	38
I/O-Einstellungen.....	242	LAD.....	57
I ² C	237	ladder diagram	57
I-Anteil.....	318	LAN.....	373

LAN-LED	49	Messbereich	253
LDR	288	Messumformer	259
lebender Nullpunkt.....	45	Micro-SD-Karte.....	49, 355
LED.....	116	Middle	277
Leistung.....	267	Millennium-Bug.....	202
Leiterdiagramm	57	Minuspol	38
Leitungsbezeichnung	38	Mittelwert	335, 336
Leitungswiderstand	259	Modbus	33, 393
Leuchtstein	289	MOSFET	329
Lichtschanke	130, 134	Motor.....	119, 137, 223, 298, 312, 327
light dependent resistor	288	M-schaltend.....	133
Litze	36	Multiplexer.....	301
LM135.....	271	MUX.....	301
LM335.....	271	N	38
LM35.....	271	Nachkommastellen.....	254
Logfile.....	355	Nachstellzeit	323
logischen Operatoren	25	Näherungsschalter	131
Logo 12/24RCE	36	NAI	361
Logo 230RCE.....	36	NAND.....	92
Logo Web Editor.....	380	NAQ	361
LOGO! AM2 AQ.....	243, 306	NC	115, 131
LOGO! AM2 RTD.....	259	Negationszeichen	91
LOGO! DM8 24	328	Negierungspunkt	91
Logo!Soft Comfort	50	Netzteil.....	36, 37
LogoSoft.....	50	Netzwerk.....	47, 373
LogoSoft Comfort	17	Netzwerkausgang	361
Low	43, 277	Netzwerkeingang.....	361
Low-Aktiv.....	89	Netzwerkprojekt	381
LSC	50	Neutralleiter	38
Lüftung.....	393	NI	361
LWE.....	380	NICHT	25, 83
M	38	Nicht-Oder	92
M8.....	111	Nicht-Und.....	92
Makro	342	NO.....	115, 131
Masse	38, 39	Nocken	154, 198
Materialliste.....	16	NOR	92
Mathematische Berechnung	273	normally closed.....	115
Max/Min	337	normally open	115
MB.....	362	Normierung	238
Meldetext 103, 145, 159, 210, 225, 254, 277, 373		NOT.....	25, 83, 91
Merker.....	110, 179	NPN	132
Merker, analog.....	243	NQ.....	361
		Nulldurchgangsschalter	153

Nullpunkt.....	260	Potentiometer.....	236, 268, 294, 403
Nullspannungsschalter	153	prellen.....	115, 151
Nutzungszeit	216	Priorisierung	108, 274
NYM-J	36	process value	320
ODER.....	25, 83	programmable logic controller	42
Offene Klemme.....	70	Programmschalter	155
Öffner.....	82	Proportionalbeiwert.....	322
Offset	250, 262	Proportionalverhalten	318
offset zero	45	Protokolldaten	355
ohmsche Last.....	153	Prozedur	341
ON/OFF.....	146, 225	Prüfsummen	51
Onboard-AI-Einst.	242	P-schaltend	133
Online-Test.....	67, 255, 323	Pt100/Pt1000	256, 265, 278
open collector	132, 329	PTC	257
Operator	276	Pull-Down	83, 132
Operatorrangfolge	274	Pull-Up	83, 132
Optokoppler.....	151	Pulsdauer	328
OR.....	25, 83	Pulsdauermodulation.....	328
P-Anteil.....	318	Pulsweitenmodulation.....	328
Par	157	Punkt, grün.....	353
Parameter	59, 247	Punktrechnung.....	274
Parametersätze	322	PV	320
Parameterübergabe.....	247, 279	PWM.....	328, 333
Parametrieren.....	160	Q - Ausgang.....	78
Passwort.....	53, 72, 376	QB.....	362
PDM.....	328	Quantisierung.....	238
Periodenlänge.....	328	Quelle.....	133
Phase	38	R2R-Netzwerk	307
Phasenabschnittsteuerung.....	153	Rampenfunktion.....	313
Phasenanschnittsteuerung.....	153	Raspberry Pi.....	40
Photowiderstand	288	reelle Zahlen	235, 274
Physical-Computing-Plattform.....	40	Referenz	247
PID-Regeler.....	318	Referenzverbindung	247
PI-Regler	316, 402	Reflexlichtschranke	130
PI-Trendansicht.....	324	Regeldifferenz.....	318
Platin	257	Regelung.....	46, 286
PLC	42	Registrierung.....	51
Pluspol	38	Reglerverstärkung.....	322
PNP.....	132	Reihenschaltung.....	25
Polung.....	119	Rekursion	177
Port 10005.....	77	Relais.....	113, 122, 131, 141, 151
Portforwarding	377	relay	114
positive temperature coefficient ...	257	Remanenz	129

Remote-Gerät.....	364	sinking.....	133
Reset.....	128	Skalieren	250
Restmagnetfeld.....	129	SLIG.....	76
Restriction of Hazardous Substances	288	Smartphone.....	373
Revolution Pi.....	40	Snubber	115
RJ45-Buchse.....	32	solid state relay.....	151, 329
RoHS-Richtlinie.....	288	Sollwert	286, 317
Router.....	47	Sonderzeichen.....	105, 146
RS232.....	237	Sonnenauf-/untergang.....	203
RS-Relais.....	128	sourcing	133
Ruhestellung.....	81	SP	320
RUN.....	65	SP3T.....	118
runden.....	254, 274	Spannungsteiler.....	265, 269, 290, 295
SBWZ-2460.....	260	Spannungsversorgung	36
Schaltglieder	154	SPDT	118
Schaltnetzteil.....	38	Speicherbedarf.....	90
Schaltplan	25, 54	Speicherkarte	356
Schaltprogramm	42	Speichernde Einschaltverzögerung	168
Scheibenwischer	181	Speicherprogrammierbare Steuerung	29
Schieberegister	226	SPI	237
Schließer	82	Spindeltrimmer	260
Schlüssel	76	Sprache	47
Schütz.....	114	SPS	29
Schutz aktiv.....	161	SPST	118
Schwellertschalter.....	220	SPTT	118
scrollen.....	107	Spule.....	114
SD-Karte	49	Spulenspannung.....	119
Selbsthalterelais.....	128	SR-Relais.....	128
Selektion	69	SSR.....	151
Senke	133	Starter-Kit.....	17
Sensor	43, 236	Status	67
Serviceportal.....	51	Steckboardansichten.....	26
Set.....	128	Steckernetzteil.....	38
set point value.....	320	Steckplatine	268
Sicherheitslücke	76	Stellgröße.....	318
Sicherungskasten.....	30	Stern-Dreieck-Anlaufschaltung	164
Siemens LOGO!8 Information Gatherer	76	Sternschaltung	164
Signalpegel.....	45, 89	Steuerung	46, 286
Signalspreizung.....	260	STOP	65
Simatic.....	75	Stoppuhr	244
Simulation.....	62, 108, 255, 393	Störgröße.....	317
		Strichrechnung.....	274

Strom	237	user defined function	341
Stromstoßrelais	141	variable memory	361
Stuxnet.....	75	variable-frequency drive	334
Subnetmaske	48	Variablen	360
Systemmenü	46, 108	Variablenpeicher	361
Tabellenkalkulation	355	VB	362
Tastgrad.....	328	VD	362
TD	374	Verbinden.....	296
TDE	105, 373	Verbindung.....	53, 61, 68
Temperaturbeiwert.....	258	Verbindungsanker.....	247
Temperaturkoeffizient.....	258	Verbindungsline	240, 296
Temperaturmessung	256	Verlustleistung.....	330
Temperatursensor	270	Verpolung.....	151
Theta	236	Verschlüsselung.....	76
Thyristor	151	versetzter Nullpunkt	45
TI	323	Verteilerschrank	30
Timer	155	Vierleiterverbindung.....	259
Timing-Diagramm.....	94	VM	361, 369
TO-92	271	Vor-/Rückwärtszähler.....	205
toggle	141	Vorrang.....	108
Transistor	117, 132, 151, 328	Vorwarnung	192
Transmitter	259	VW	362
Transport Service Access Point.....	365	Wartungsarbeiten	216
Treppenlichtschalter	192	Wassertank	320, 397
Trg	158	Webbrowser.....	373
Triac.....	151	Webserver	31, 373
Trigger.....	158	Wechselschaltung	98
Trimmer.....	268	Wechselstrom	152, 333
Trommelschalter	155	Wertebereich	278
true.....	148	Werteübergabe.....	276
TSAP	365	wertkontinuierlich.....	235
Twisted-Pair-Kabel.....	272	Widerstand.....	133, 236, 257, 264, 289, 306, 330
TXT-Controller	14	Wischrelais	171
Überlauf.....	278, 280	Wischrelais, flankengetriggert	173
Überschwingen.....	318	WLAN	48
übertragen	64, 69	Wochenschaltuhr	197, 286
Überwachung.....	66	XD26.....	329
UDF.....	341	XOR	96
Uhr	199	YΔ-Schaltung	164
Uhrzeit	54	zählen	212
UND.....	25, 83	Zahlenbereich.....	261
Unterroutine	341	Zeitdiagramm	94
Update	49, 51		

Zeitgeber.....	155	Zweierkomplement	76
Ziegler und Nichols-Methode.....	321	Zweipunktsteuerung	286
Zufallsgenerator.....	186	Zyklus	42, 94
Zugriffssteuerung	374	Zykluszeit	339