INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung – fischertechnik Modelle steuern mit ROBO Pro 4
1.1 Installation von ROBO Pro 4
1.2 Installation des USB-Treibers 5
1.3 Erste Schritte 8

2 Vor der Programmierung ein kurzer Test der Hardware 12
2.1 Anschluss des Interface an den PC 12
2.2 Damit die Verbindung stimmt – die Interfaceeinstellungen 12
2.3 Falls die Verbindung nicht stimmt –keine Verbindung zum Interface!? 13
2.4 Funktioniert alles – der Interface-Test. 14

3 Level 1: Dein erstes Steuerungsprogramm 16
3.1 Ein neues Programm erstellen 16
3.2 Die Elemente des Steuerungsprogramms 17
3.3 Programmelemente einfügen, verschieben und ändern 17
3.4 Verbinden der Programmelemente 20
3.5 Testen des ersten Steuerungsprogramms 21
3.6 Weitere Programmelemente 23
3.6.1 Wartezeit 23
3.6.2 Warten auf Eingang 24
3.6.3 Impulszähler 24
3.6.4 Zählschleife 25
3.7 Online- oder Download-Betrieb – Wo ist denn da der Unterschied? 25
3.8 Tipps und Tricks 27

4 Level 2: Arbeiten mit Unterprogrammen 29
4.1 Dein erstes Unterprogramm 30
4.2 Die Unterprogrammbibliothek 34
4.2.1 Verwenden der Bibliothek 34
4.2.2 Verwenden der eigenen Bibliothek34
4.3 Bearbeiten von Unterprogrammsymbolen 35
4.4 Tango 36
4.4.1 Motorsteuerung mit Impulstastern38
4.4.2 Motorsteuerung mit Encodermotoren 41
4.4.3 Tango Hauptprogramm 42
4.5 Tango 2: Kommunikation über Bluetooth oder RF Data Link 44
4.5.1 Funkeinstellungen für das Robo Interface 49
4.5.2 Bluetooth Einstellungen für den TX-Controller 52

5 Level 3: Variablen, Bedienfelder & Co55
5.1 Variablen und Befehle 55
5.2 Variablen und mehrere Prozesse 57
5.3 Bedienfelder 58
5.4 Timer 62
5.5 Befehlseingänge für Unterprogramme 63
5.6 Listen (Arrays) 66
5.7 Operatoren 68

6 Level 4: Benutzerdefinierte Befehle 72
6.1 Verarbeiten von Befehlen in einem Prozess 72
6.2 Der Befehlsfilter 73
6.3 Beliebige Befehle an Unterprogramme senden 74

7 Mehrere Interfaces ansteuern 76
7.1 Erweiterungen (Extensions) ansteuern 76
7.2 ROBO TX Controller und ROBO Interface gemischt 76
7.3 Interfacezuweisungen in Unterprogrammen 78
7.4 Tipps & Tricks 79
7.5 Ändern der Interface-Seriennummer beim ROBO Interface 79

8 Übersicht Programmelemente 81
8.1 Grundelemente (Level 1) 81
8.1.1 Start 81
8.1.2 Ende 81
8.1.3 Verzweigung Digital 82
8.1.4 Verzweigung Analog 83
8.1.5 Wartezeit 84
8.1.6 Motorausgang 84
8.1.7 Encodermotor (Level 1) 85
8.1.8 Lampenausgang (Level2) 86
8.1.9 Warten auf Eingang 87
8.1.10 Impulszähler 88
8.1.11 Zählschleife 89
8.2 Senden, Empfangen (Level2-4) 89
8.2.1 Sender (Level 2) 89

8.2.2 Empfänger / Verzweige wenn Befehl empfangen (Level 2) 91
8.2.3 Empfänger (Level 3) 92
8.2.4 Warten auf Befehl (Level 4) 93
8.2.5 Befehlsfilter (Level 4) 93
8.2.6 Befehlswert austauschen (Level 4) 94
8.2.7 I2C Schreiben (Level 4) 94
8.2.8 I2C Lesen (Level 4) 96
8.3 Unterprogramm I/O (Level 2-3) 96
8.3.1 Unterprogramm-Eingang (Level 2) 97
8.3.2 Unterprogramm-Ausgang (Level 2) 97
8.3.3 Unterprogramm-Befehlseingang (Level 3) 97
8.3.4 Unterprogramm-Befehlsausgang (Level 3) 98
8.4 Variable, Liste, ... (Level 3) 98
8.4.1 Variable (global) 98
8.4.2 Lokale Variable 100
8.4.3 Konstante 100
8.4.4 Timer-Variable 100
8.4.5 Liste 101
8.5 Befehle (Level 3) 104
8.5.1 = (Zuweisen) 104
8.5.2 + (Plus) 105
8.5.3 – (Minus) 105
8.5.4 Rechts 105
8.5.5 Links 105
8.5.6 Stopp 105
8.5.7 Ein 105
8.5.8 Aus 106
8.5.9 Text 106
8.5.10 Wert Anhängen 106
8.5.11 Wert(e) entfernen 106
8.5.12 Werte vertauschen 106
8.6 Vergleiche, Warten auf, ... (Level3) ... 106
8.6.1 Verzweigung (mit Dateneingang) 107
8.6.2 Vergleich mit Festwert 107
8.6.3 Vergleich 108
8.6.4 Wartezeit 108
8.6.5 Warten auf 108
8.6.6 Impulszähler 109
8.7 Interface-Eingänge / -Ausgänge, ... 109
8.7.1 Universaleingang 110
8.7.2 Zählereingang 110
8.7.3 Motor Position erreicht 112
8.7.4 Motorausgang 112
8.7.5 Lampenausgang 113
8.7.6 Bedienfeldeingang 114
8.7.7 Bedienfeldausgang 115
8.8 Operatoren 115
8.8.1 Arithmetische Operatoren 115
8.8.2 Vergleichsoperatoren (relationale Operatoren) 116
8.8.3 Logische Operatoren 117
8.8.4 Bit Operatoren 118
8.8.5 Funktionen 118
8.9 ROBO Interface 120
8.9.1 Verzweigung Digital (ROBO Interface) 120
8.9.2 Verzweigung Analog (ROBO Interface) 121
8.9.3 Warten auf Eingang (ROBO Interface) 122
8.9.4 Impulszähler (ROBO Interface) . 123
8.9.5 Digitaleingang (ROBO Interface) 123
8.9.6 Analogeingang (ROBO Interface) 124
8.9.7 IR-Eingang (ROBO Interface) ... 125

9 Übersicht Bedienelemente und Bedienfelder 127
9.1 Anzeigen 127
9.1.1 Messgerät 127
9.1.2 Textanzeige 128
9.1.3 Anzeigelampe 129
9.2 Steuerelemente 130
9.2.1 Knopf 130
9.2.2 Regler 131

10 Zeichenfunktionen 132

11 Neue Funktionen für ROBO TX Controller 134
11.1 Installation USB-Treiber für den ROBO TX Controller 134
11.2 Umgebung (ab Level 1) 134
11.3 Interfaceunabhängige Programmierung 135
11.4 Umwandlung von Programmen 136
11.5 Universaleingänge, Sensortyp und Eingangsart 136
11.6 Schnelle Zähleingänge und erweiterte Motorsteuerung 136
11.6.1 Encodermotor (Level 1) 137
11.6.2 Erweiterte Motorsteuerung im Level 3 138
11.7 Display 139

12 Rechnen mit Dezimalzahlen 141
12.1 Vergleichen von Gleitkommazahlen .. 141
12.2 Darstellung von Gleitkommazahlen .. 141
12.3 Berechnung der Genauigkeit 143

13 Anschluss mehrer ROBO TX Controller an einen PC..... 144

1 Einleitung – fischertechnik Modelle steuern mit ROBO Pro

Sicherlich hast du dich auch schon manchmal gefragt, wie das funktioniert, wenn Roboter, wie von Geisterhand bewegt, bestimmte Aufgaben ausführen. Aber nicht nur bei echten Robotern, in vielen anderen Bereichen begegnen wir der Steuerungs- und Automatisierungstechnik; auch bei fischertechnik. Bereits im übernächsten Kapitel werden wir gemeinsam ein kleines Steuerungsprogramm für ein automatisches Garagentor entwerfen und dabei lernen, wie man mit Hilfe der Software ROBO Pro für Windows, solche Steuerungsaufgaben lösen und testen kann. Die Bedienung von ROBO Pro ist dabei sehr einfach. Auf der grafischen Bedienoberfläche lassen sich die Steuerungsprogramme, genauer gesagt die Ablaufpläne und später Datenflusspläne, wie wir noch lernen werden, fast ausschließlich mit Hilfe der Maus erstellen.

Damit du deine fischertechnik Modelle über den PC ansteuern kannst, benötigst du neben der Steuerungssoftware ROBO Pro außerdem noch ein Interface als Bindeglied zwischen Rechner und Modell. Es wandelt die Befehle der Software so um, dass beispielsweise Motoren angesteuert und Signale von Sensoren verarbeitet werden können. Von fischertechnik gibt es den ROBO TX Controller Art.-Nr. 500995, sowie die älteren Geräte ROBO Interface Art.-Nr. 93293 und Intelligent Interface Art.-Nr. 30402. Alle diese Interfaces kannst du zusammen mit ROBO Pro verwenden. Allerdings unterstützt ROBO Pro beim Intelligent Interface nur den Onlinemodus. Das ganz alte parallele Interface Art.-Nr. 30520 wird von ROBO Pro nicht mehr unterstützt.

Noch ein paar Worte zum Aufbau dieses Handbuches. Es unterteilt sich in zwei Teile. Der erste Teil von Kapitel 1 bis Kapitel 4 beschreibt die grundsätzliche Vorgehensweise beim Programmieren mit ROBO Pro. Dabei bekommst du viele Informationen und Hintergründe zum Programmieren allgemein und zur Bedienungsweise der Software ROBO Pro.

Der zweite Teil umfasst die Kapitel 5 bis 7 und führt in die Funktionen für fortgeschrittene Programme ein.

Die Kapitel ab Kapitel 8 sind eher ein Nachschlagewerk. Wenn du also nach dem ersten Teil mit der Bedienung von ROBO Pro vertraut bist und ganz spezielle Informationen suchst, findest du dort die ausführliche Erklärung zu den einzelnen Programmelementen.

> Falls du ROBO Pro schon kennst und nur wissen willst, was zusammen mit dem ROBO TX Controller an neuen Funktionen hinzu gekommen ist, genügt es die Kapitel 11 bis 13 des Handbuchs zu lesen.

Nun aber los! Sicherlich bist du schon sehr gespannt, welche Möglichkeiten du mit der Software ROBO Pro zum Programmieren deiner fischertechnik Modelle hast. Viel Spaß!

1.1 Installation von ROBO Pro

Voraussetzungen zur Installation von ROBO Pro sind:

- ein IBM-kompatibler PC mit Pentium II Prozessor mit mindestens 500 MHz Taktfrequenz, 64 MB RAM und ca. 40 MB freier Speicherkapazität auf der Festplatte
- Ein Monitor und eine Grafikkarte mit einer Auflösung von mindestens 1024x768 Bildpunkten. Bei Monitoren mit Bildröhre sollte die Bildwiederholrate bei mindestens 85 Hertz liegen um ein flimmerfreies Bild zu erhalten. TFT Flachbildschirme liefern bei jeder Bildwiederholrate ein flimmerfreies Bild, so dass bei einem TFT Flachbildschirmen die Bildwiederholrate unerheblich ist.

- Microsoft Windows, Version Windows XP und Vista
- Eine freie USB-Schnittstelle zum Anschluss des ROBO TX Controllers. Für das ROBO Interface benötigst du eine freie USB_Schnittstelle oder eine freie RS232-Schnittstelle COM1 bis COM4.

Zunächst musst du natürlich den Computer starten und warten, bis das Betriebssystem (Windows) vollständig geladen ist. Das ROBO–Interface sollte erst nach erfolgreicher Installation an den Computer angeschlossen werden. Lege nun die Installations-CD in das CD-ROM Laufwerk ein. Das Installationsprogramm auf der CD wird dann automatisch gestartet.

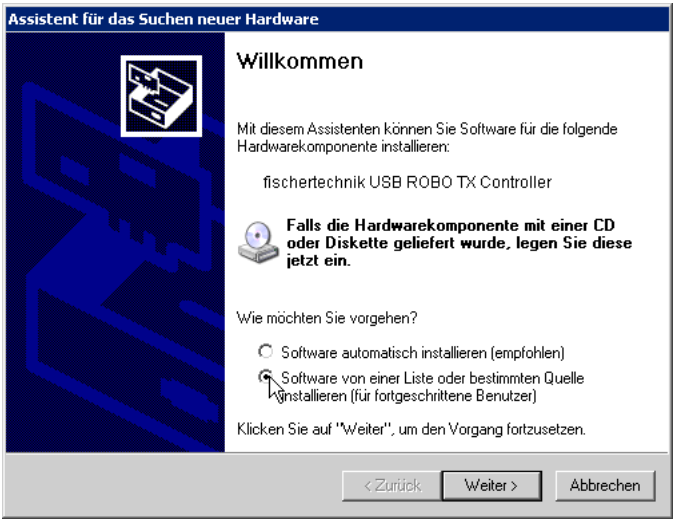
- Im ersten Willkommen-Fenster des Installationsprogramms betätigst du den **Weiter** Knopf.
- Das zweite Fenster **Wichtige Hinweise** enthält wichtige aktuelle Hinweise zur Installation des Programms oder zum Programm selbst. Auch hier betätigst du den **Weiter** Knopf.
- Im dritten Fenster **Lizenzvereinbarungen** ist der Lizenzvertrag zu ROBO Pro wiedergegeben. Du musst den Lizenzvertrag mit **Ja** akzeptieren, bevor du mit **Weiter** zum nächsten Fenster gehen kannst.
- Im folgenden Fenster **Anwenderinformationen** gibst du bitte deinen Namen ein.
- Im Fenster **Installationstyp** kannst du zwischen der **Expressinstallation** und einer **Benutzerdefinierten Installation** wählen. Bei der benutzerdefinierten Installation kannst du einzelne Komponenten von der Installation ausschließen. Wenn du eine neue Version von ROBO Pro über eine ältere Version installierst und einige der Beispielprogramme der älteren Version verändert hast, kannst du in der benutzerdefinierten Installation die Beispiele von der Installation ausschließen. Anderenfalls werden veränderte Beispielprogramme bei der Installation ***ohne Warnung überschrieben***. Wenn du die benutzerdefinierte Installation auswählst und **Weiter** drückst, erscheint ein zusätzliches Fenster, in dem du die Komponenten auswählen kannst.
- Im Fenster **Zielverzeichnis** kannst du den gewünschten Ordner bzw. Verzeichnispfad auswählen, in welchem das Programm ROBO Pro installiert werden soll. Normalerweise ist dies der Pfad C:\Programme\ROBOPro. Du kannst aber auch ein anders Verzeichnis eingeben.
- Wenn du im letzten Fenster auf **Fertig stellen** drückst, wird die Installation durchgeführt. Sobald die Installation abgeschlossen ist — das dauert normalerweise nur wenige Sekunden — meldet das Programm die erfolgreiche Installation. Wenn es Probleme gibt, wird eine Fehlermeldung angezeigt, die dir helfen sollte das Problem zu lösen.

1.2 Installation des USB-Treibers

Dieser Schritt ist erforderlich, wenn der ROBO TX Controller oder das ROBO–Interface an der USB-Schnittstelle angeschlossen werden soll. Das ROBO–Interface kann auch an die serielle Schnittstelle COM1–COM4 angeschlossen werden. Die älteren Windows Versionen Windows 95 und Windows NT 4.0 unterstützen die USB-Schnittstelle nicht. Bei Verwendung von Windows 95 oder NT 4.0 kann das ROBO–Interface nur über die serielle Schnittstelle angeschlossen werden. Ein Treiber braucht dann nicht installiert zu werden.

Wichtiger Hinweis für die Installation unter Windows 2000, XP und Vista:
Der USB-Treiber kann nur von einem Anwender installiert werden, der an dem PC Administratorrechte besitzt. Sollte das Installationsprogramm melden, dass du den USB-Treiber nicht installieren darfst, musst du entweder deinen Systemadministrator bitten, den Treiber zu installieren oder ROBO Pro ohne diesen Treiber installieren.

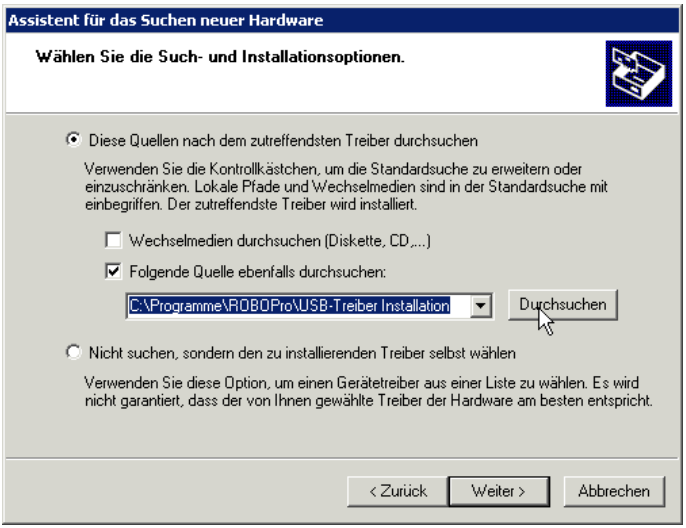
Um den USB-Treiber zu installieren musst du zunächst das den ROBO TX Controller oder das ROBO Interface mit einem USB-Kabel an deinen Computer anschließen und mit Strom versorgen. Windows erkennt automatisch, dass das Interface angeschlossen ist und zeigt folgendes Fenster an:



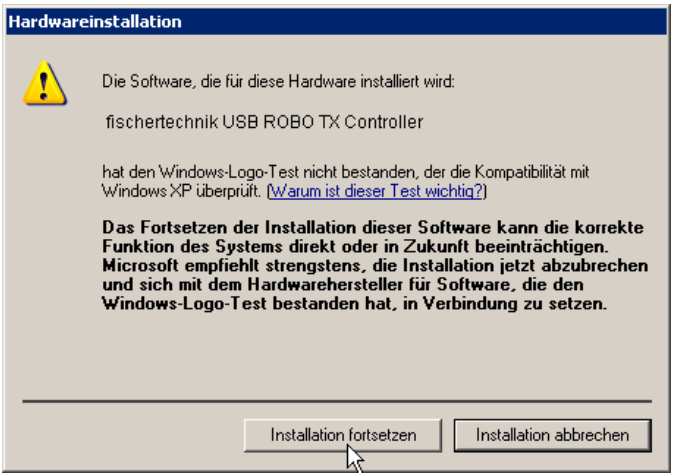
Das Fenster kann je nach Betriebssystem etwas anders aussehen als oben abgebildet!

Hier musst du **Software von einer Liste oder bestimmten Quelle installieren** auswählen und **Weiter** drücken.

Im folgenden Fenster deaktivierst du **Wechselmedien durchsuchen** und aktivierst **Folgende Quellen ebenfalls durchsuchen**. Dann drückst du auf **Durchsuchen** und wählst das Unterverzeichnis ***USB-Treiber Installation*** in dem Verzeichnis, in dem ROBO Pro installiert ist (das Standardverzeichnis ist C:\Programme\ROBOPro\). Für den ROBO TX Controller wählst du darin das Unterverzeichnis ***TXController,*** für das ROBO Interface das Unterverzeichnis ***ROBOInterface***, und danach das Unterverzeichnis mit dem Treiber für dein Betriebssystem, z. B. ***WinXP***.

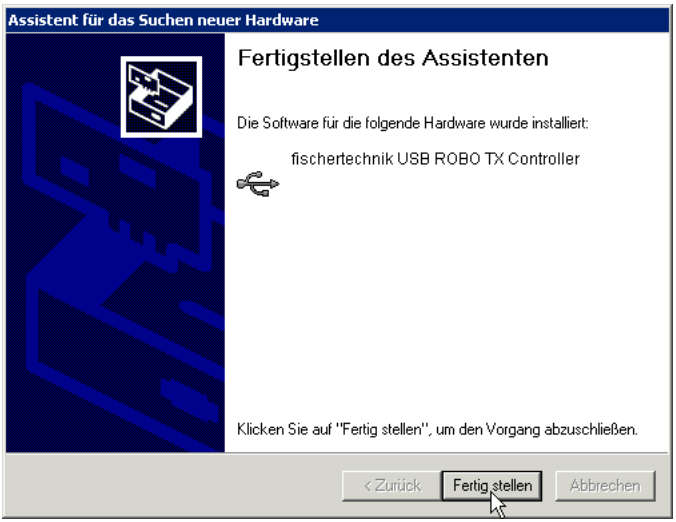


Nachdem du auf **Weiter** gedrückt hast, erscheint unter Windows XP möglicherweise folgende Meldung:



Der USB-Treiber wird noch von Microsoft überprüft. Sobald die Überprüfung abgeschlossen ist wird der Treiber von Microsoft signiert, so dass diese Meldung nicht mehr erscheint. Um den Treiber zu installieren drücke auf **Installation fortsetzen**.

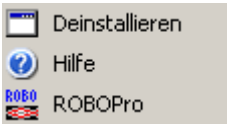
Schließlich erscheint folgende Meldung:



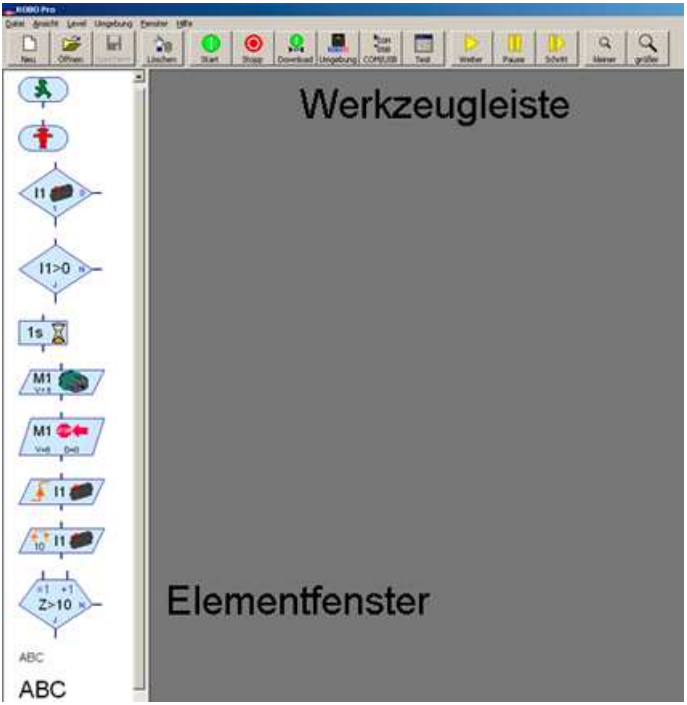
Drücke auf **Fertig stellen** um die USB-Treiber Installation abzuschließen.

1.3 Erste Schritte

Neugierig? Dann starte doch einfach mal das Programm ROBO Pro. Hierfür klickst du auf den Startknopf in der Taskleiste und wählst anschließend ***Programme*** oder ***Alle Programme*** und ***ROBO Pro***. In diesem Ordner des Startmenüs findest du folgende Einträge:



Mit dem Deinstallieren Eintrag kannst du ROBO Pro deinstallieren. Der Hilfe Eintrag öffnet die Hilfedatei zu ROBO Pro und der ROBO Pro Eintrag öffnet das ROBO Pro Programm. Wähle nun den Eintrag **ROBO Pro** aus um die Software zu starten.

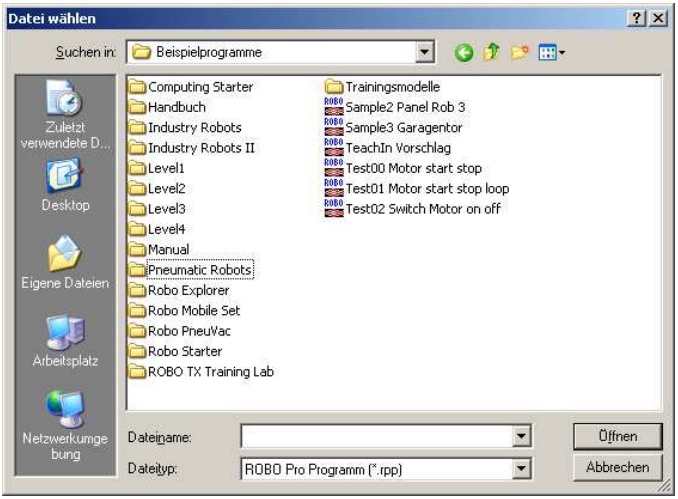


Das Fenster hat oben eine Menüleiste und eine Werkzeugleiste mit verschiedenen Bedienknöpfen sowie auf der linken Seite ein Fenster mit Programmelementen. Wenn Du in der linken Randspalte zwei Fenster übereinander siehst, ist ROBO Pro nicht auf **Level 1** eingestellt. Um die Funktionalität von ROBO Pro an den wachsendes Wissen anzupassen, kannst du ROBO Pro auf Level 1 für Einsteiger bis Level 5 für Experten einstellen. Kontrolliere nun im Menü **Level**, ob bei **Level 1: Einsteiger** ein Haken ist. Falls nicht, schalte bitte auf Level 1 um.

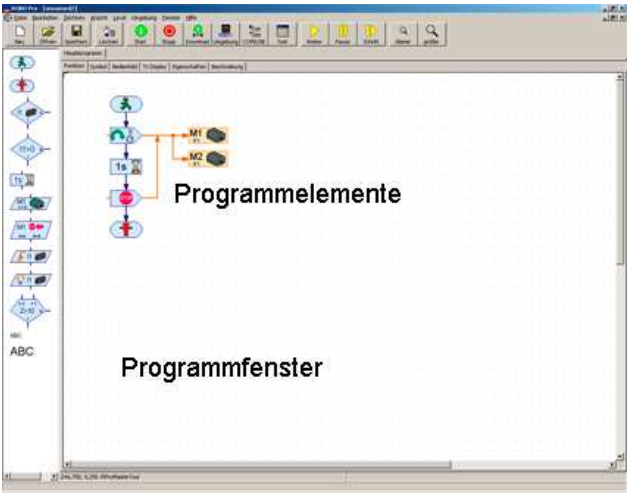
ROBO Pro ist so eingestellt, dass du den ROBO TX Controller als Interface verwendest. Das erkennst du an dem Button ROBO TX in der Werkzeugleiste. Wie du auf das ältere ROBO Interface umschalten kannst und was du dabei beachten musst erfährst du in *Kapitel 11.2 Umgebung*.


Öffnen

Du hast nun die Möglichkeit, entweder eine neue Programmdatei zu erstellen, oder aber eine bereits existierende Programmdatei zu öffnen. Eine neue Programmdatei wollen wir erst im Kapitel 3 erstellen, wenn wir unser erstes Steuerungsprogramm anlegen. Um die Bedienoberfläche kennen zulernen, öffnen wir eines der bereits existierenden Beispielprogramme. Dazu klickst du im Menü **Datei** auf den Eintrag **Öffnen** oder verwendest den **Öffnen** Knopf in der Werkzeugleiste. Die Beispieldateien befinden sich im Verzeichnis ***C:\Programme\ROBOPro\Beispielprogramme***.



Öffne die Datei **\Level3\Motor start stop.rpp**:



Hier kannst du sehen, wie ein einfaches ROBO Pro Programm aussieht. Mit den Programmelementen aus dem Elementfenster werden beim Programmieren in dem Programmfenster die Ablaufpläne der Steuerungsprogramme erstellt. Die fertigen Ablaufpläne können dann überprüft und mit einem angeschlossenen fischertechnik Interface getestet werden. Aber immer mit der Ruhe, wir werden in den nächsten Kapiteln schrittweise das Programmieren kennen lernen! Nachdem du so einen ersten Eindruck von der Bedienoberfläche bekommen hast, schließt du die

Programmdatei über den Befehl **Beenden** im Menü **Datei** wieder. Die Abfrage, ob du die Datei speichern möchtest, kannst du mit **Nein** beantworten.

2 Vor der Programmierung ein kurzer Test der Hardware

Damit wir die Steuerungsprogramme, die wir später erstellen werden, auch testen können, muss das Interface an den PC angeschlossen werden, das ist klar. Aber je nach verwendetem Interface (ROBO TX Controller, oder ROBO–Interface) muss auch die Verbindung zum Interface entsprechend eingestellt und getestet werden. Dies wollen wir im folgenden Kapitel tun.

2.1 Anschluss des Interface an den PC

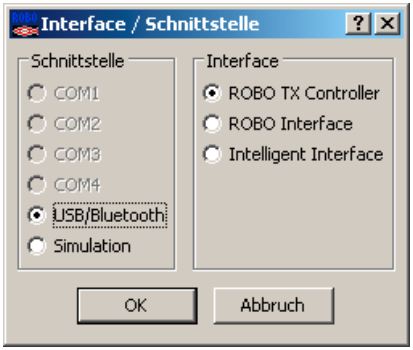
Dies dürfte kein größeres Problem sein. Das mit dem Interface mitgelieferte Verbindungskabel wird am Interface und an einer Schnittstelle des PCs angeschlossen:

- Beim ROBO TX Controller kann eine USB Schnittestelle verwendet werden.
- Beim ROBO–Interface (Art.-Nr. 93293) kann eine USB Schnittstelle oder eine serielle Schnittstelle COM1 bis COM4 verwendet werden.

Die Anschlüsse dieser Schnittstellen befinden sich in der Regel auf der Rückseite deines Computers. Die genaue Lage der verschiedenen Anschlüsse ist in der Bedienungsanleitung deines PCs genau beschrieben, bitte dort nachlesen. USB Anschlüsse finden sich häufig auch an der Frontseite des PCs. Vergiss nicht, das Interface mit Strom zu versorgen (Netzgerät oder Akku). Die einzelnen Anschlüsse des Interfaces sind in der Bedienungsanleitung des jeweiligen Gerätes genau beschrieben.

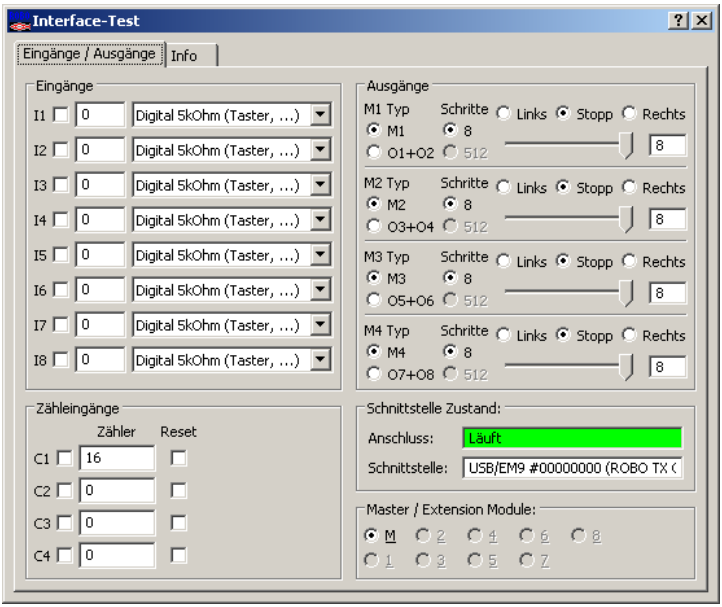
2.2 Damit die Verbindung stimmt – die Interfaceeinstellungen

Damit die Verbindung von PC und Interface korrekt funktioniert, muss das jeweils verwendete Interface in ROBO Pro eingestellt werden. Starte dazu ROBO Pro über den Eintrag **ROBO Pro** im Startmenü unter ***Programme*** oder ***Alle Programme*** und ***ROBO Pro***. Drücke dann in der Werkzeugleiste auf den Knopf **COM/USB**. Es erscheint folgendes Fenster:



Hier kannst du sowohl die Schnittstelle als auch den Interfacetyp auswählen.

Nachdem du die richtigen Einstellungen vorgenommen hast schließe das Fenster mit OK. Öffne nun das Fenster für den Interface-Test mit dem **Test** Knopf in der Werkzeugleiste:



Es zeigt die am Interface vorhandenen Eingänge und Ausgänge. Der grüne Balken unten rechts zeigt den Verbindungsstatus vom PC zum Interface an:

- **Anschluss: läuft** bestätigt eine korrekte Verbindung zum Interface
- **Anschluss: angehalten** deutet darauf hin, dass die Verbindung nicht korrekt eingestellt wurde und der PC keine Verbindung zum Interface aufbauen konnte. Der Balken erscheint dann in roter Farbe.

Um die Interface- oder die Verbindungseinstellungen verändern zu können, musst du das Test Fenster schließen (mit dem X oben rechts) und wie zuvor beschrieben über den COM/USB Knopf in der Werkzeugleiste eine andere Schnittstelle oder einen anderen Interfacetyp auswählen.

Wenn du so die Verbindung von PC und Interface einstellen konntest und im **Test** Fenster der grüne Balken erscheint, kannst du das nächste Kapitel getrost überspringen.

Wenn nicht, können dir vielleicht die Tipps im nächsten Abschnitt weiterhelfen.

2.3 Falls die Verbindung nicht stimmt –keine Verbindung zum Interface!?

Falls bei deinem Interface trotz korrekt eingestellter Schnittstelle (s. oben) die Meldung **Angehalten** erscheint, solltest du nachfolgende Punkte überprüfen. Eventuell musst du hierfür auch einen "Computerkenner" zu Rate ziehen:

- ***Stromversorgung:***
  Wird das Interface richtig mit Strom versorgt? Verwendest du als Stromversorgung Batterien oder Akkus, dann besteht die Möglichkeit, dass leere Akkus nicht mehr genug Spannung lie-

fern. Sinkt die Spannung der Batterie unter 6 V, funktioniert z. B. der Prozessor des ROBO TX Controllers nicht mehr. In diesem Fall wird am Display nichts mehr angezeigt. Wenn die Spannung zu gering ist musst du die Akkus neu laden bzw. neue Batterien verwenden, oder aber das Interface falls möglich mit einem Netzgerät testen.

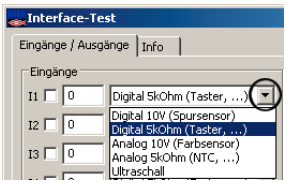
- ***Ist der USB-Treiber richtig installiert?***
  Dies kannst du herausfinden, indem du in der Windows Systemsteuerung im Gerätemanager nachsiehst ob unter Anschlüsse (COM und LPT) ein Eintrag fischertechnik USB ROBO TX Controller vorhanden ist und richtig funktioniert. Sollte der Eintrag nicht vorhanden sein, dann installiere den USB-Treiber noch einmal. Wird ein Fehler angezeigt, dann deinstalliere den Treiber (mit rechter Maustaste auf den entsprechenden Eintrag klicken) und installiere ihn erneut.
- Gibt es einen Konflikt mit einem anderen Gerätetreiber an derselben Schnittstelle (z. B. Modem)? Eventuell muss dieser Treiber deaktiviert werden (siehe Windows- oder Gerätehandbuch).
- Falls du immer noch keine Verbindung zum Interface herstellen kannst, ist wahrscheinlich das Interface oder das Verbindungskabel defekt. In diesem Fall wendest du dich an den fischertechnik Service (Adresse: siehe Menü: **„?“** / **Info Über**).

2.4 Funktioniert alles – der Interface-Test


Test

Nachdem die Verbindung korrekt eingestellt ist, kannst du mit Hilfe des Interfacetests den ROBO TX Controller und daran angeschlossene Modelle testen. Das Testfenster zeigt die verschiedenen Eingänge und Ausgänge des Controllers:

- ***Universaleingänge I1–I8***
  I1-I8 sind die Universaleingänge des ROBO TX Controllers. Hier können verschiedene Arten von Sensoren angeschlossen werden. Es gibt digitale und analoge Sensoren. Je nachdem, was du für einen Sensor anschließen willst, stellst du den Universaleingang entsprechend ein.



- **Digitale Sensoren** können nur die Zustände 0 und 1 oder Ja und Nein annehmen. Standardmäßig ist beiden Universaleingängen die Eingangsart **Digital 5kOhm** eingestellt. An diese Digitaleingänge können als Sensoren Schalter (Minitaster) aber auch Fototransistoren (Lichtsensoren) oder Reedkontakte (Magnetsensoren) angeschlossen werden. Du kannst die Funktion dieser Eingänge überprüfen, indem du am Interface z. B. an I1 einen Mini-Taster (Art.-Nr. 37783) anschließt. (verwende am Taster die Kontakte 1 und 3). Sobald du den Taster drückst, erscheint in der Anzeige von I1 ein Häkchen. Hast du den Taster anders herum angeschlossen (Kontakte 1 und 2), erscheint sofort das Häkchen und verschwindet bei Tastendruck.
- Die Einstellung **Digital 10V** benötigst du für den Infrarot Spursensor.
- Mit **Analog 10V** kannst du z. B den Farbsensor betreiben aber auch Spannungen von 0-10V messen, z. B. die Versorgungsspannung des Akkupacks. Angezeigt wird der Wert in mV (Millivolt).
- **Analog 5kOhm** verwendest du für den NTC-Widerstand zur Temperaturmessung und den Fotowiderstand zur Helligkeitsmessung. Hier wird der Wert in Ohm (Ω = elektrischer Widerstand) angezeigt.

- Mit der Einstellung **Abstand** betreibst du schließlich den Ultraschall-Abstandssensor (für den ROBO TX Controller kannst du ausschließlich die Version TX des Abstandssensors verwenden Art.-Nr. 133009, mit 3-adrigem Anschlusskabel.

- ***Zähleingänge C1-C4***
  An diesen Eingängen kannst du schnelle Impulse mit einer Frequenz von bis zu 1000 Impulsen pro Sekunde zählen. Du kannst sie aber auch als digitale Eingänge für Taster nutzen (nicht für Spursensor geeignet). Wenn du an diesen Eingang einen Taster anschließt, wird bei jedem Tastendruck (=Impuls) der Wertdes Zählers um 1 erhöht. Damit kannst du z. B. einen Roboter eine bestimmte Wegstrecke fahren lassen.

- ***Motorausgänge M1–M4***
  M1 – M4 sind die Ausgänge des Interfaces. Hier werden die so genannten Aktoren angeschlossen. Dies können z. B. Motoren, Elektromagneten oder Lampen sein. Die 4 Motorausgänge lassen sich sowohl in der Geschwindigkeit als auch in der Richtung steuern. Zur Steuerung der Geschwindigkeit dient der Schieberegler. Du kannst zwischen der groben Auflösung mit 8 Geschwindigkeitsstufen oder der feinen Auflösung mit 512 Stufen wählen. Die Programmelemente in Level 1 und 2 verwenden ausschließlich die grobe Auflösung, ab Level 3 gibt es auch Elemente, für die du die feine Auflöung verwenden kannst. Die Geschwindigkeit wird neben dem Schieberegler als Zahl angezeigt. Wenn du einen Ausgang testen möchtest, schließt du an diesen Ausgang, z. B. M1, einen Motor an.

- ***Lampenausgänge O1–O8***
  Die Motorausgänge lassen sich alternativ auch als ein Paar von Einzelausgängen verwenden. Damit kann man Lampen, aber auch Motoren, die sich nur in eine Richtung bewegen müssen, (z.B. Förderband) ansteuern. Wenn du einen dieser Ausgänge testen willst, schließt du einen Anschluss der Lampe an den Ausgang, z. B. O1 an. Den anderen Anschluss der Lampe verbindest du mit einer der Massebuchsen des ROBO TX Controllers (⊥).

- ***Master / Extensionmodule***
  An den ROBO TX Controller, der über die USB-Schnittstelle mit dem PC verbunden ist (=Master), können bis zu 8 weitere ROBO TX Controller als Erweiterung (Extensions) angeschlossen werden (siehe Bedienungsanleitung ROBO TX Controller). Über diese Buttons kannst du auswählen auf welches der angeschlossenen Geräte du mit dem Testfenster zugreifen willst. .

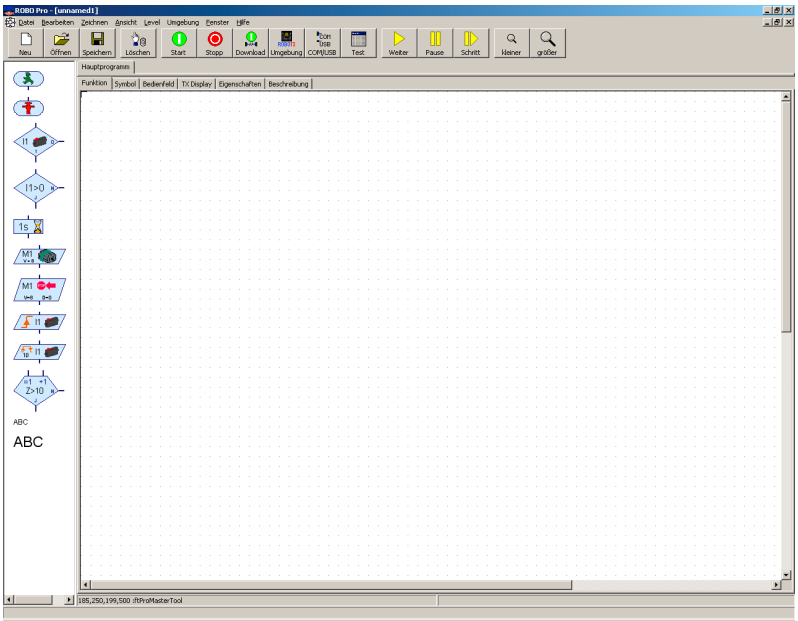
3 Level 1: Dein erstes Steuerungsprogramm

Nachdem du im letzten Kapitel die Hardware, also das Interface und daran angeschlossene Schalter und Motoren, getestet hast, wollen wir uns nun mit dem Programmieren befassen. Was aber bedeutet "Programmieren" eigentlich? Nun stell dir einmal vor, dass an unserem Interface z. B. ein Roboter angeschlossen ist. Dieser Roboter ist aber so dumm, dass er von alleine nicht funktioniert. Zum Glück sind wir da ein bisschen schlauer. Wir können dem Roboter ganz genau sagen, was er tun soll. Wie? Nun, was passierte, als wir im letzten Kapitel mit der Maustaste den Motorausgang M1 auf „Links“ gestellt haben? Richtig, wir haben den Motor eingeschaltet. Würde dieser Motor z. B. die Greifzange unseres Roboters bewegen, hätten wir nichts anderes getan, als dem Roboter gesagt: "Greife den Gegenstand!" Nun wollen wir aber nicht jeden Schritt von Hand auslösen, sondern der Roboter soll dies "automatisch" tun. Dazu müssen wir die einzeln auszuführenden Schritte so abspeichern, dass der Roboter sie nacheinander abarbeiten kann, d. h. wir müssen ein Programm erstellen, welches an unserer Stelle den Roboter steuert. In der Fachsprache nennt man das dann logischerweise ein Steuerungsprogramm.

3.1 Ein neues Programm erstellen


Neu

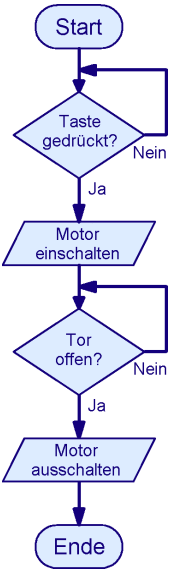
Mit der Software ROBO Pro haben wir nun ein tolles Werkzeug zur Hand, um solche Steuerungsprogramme zu entwerfen und mit Hilfe eines angeschlossenen Interfaces zu testen. Keine Angst, wir wollen nicht gleich einen Roboter programmieren. Wir begnügen uns zunächst mit einfachen Steuerungsaufgaben. Hierzu müssen wir ein neues Programm erstellen. In der Werkzeugleiste findest du den Eintrag „Neu“. Wenn du mit der linken Maustaste darauf klickst, wird ein neues leeres Programm erstellt:



Du siehst nun eine große weiße Zeichenfläche, in die du gleich dein erstes Programm eingeben wirst. Falls du am linken Rand zwei Fenster übereinander siehst, stelle bitte im Menü **Level** auf **Level 1: Einsteiger** um.

3.2 Die Elemente des Steuerungsprogramms

Nun können wir uns an die Aufgabe machen, unser erstes Steuerungsprogramm zu erstellen. Dieses wollen wir anhand eines konkreten Beispiels tun:

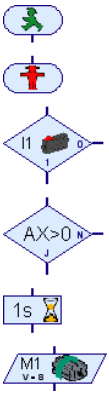


Funktionsbeschreibung:

Stell Dir ein Garagentor vor, das sich automatisch öffnen lässt. Vielleicht besitzt ihr sogar ein solches zu Hause! Kommt man mit dem Auto zur Garage, genügt ein Tastendruck beim Sender und das Garagentor wird, von einem Motor angetrieben, geöffnet. Der Motor muss so lange laufen, bis das Garagentor vollständig geöffnet ist.

Nun ist es recht umständlich und auch nicht sehr anschaulich, eine Steuerung in Worten zu beschreiben. Deshalb verwendet man für die Darstellung der nacheinander auszuführenden Aktionen und die Bedingungen, die für diese Aktionen erfüllt sein müssen, so genannte ***Ablaufpläne***. Die Bedingung für die Aktion "Einschalten des Motors" ist im Fall unserer Steuerung, dass der Taster gedrückt wird. Das Lesen eines solchen Ablaufplanes ist ganz einfach: Immer schrittweise den Pfeilen nach! Diese ergeben dann die genaue Funktionsweise der Steuerung – die einzelnen Schritte können nur in der durch die Pfeile vorgegebenen Reihenfolge ausgeführt werden, niemals anders. Sonst bräuchten wir uns die ganze Arbeit nicht zu machen – oder?

Mit Hilfe unserer Software ROBO Pro können wir nun genau diesen Ablaufplan zeichnen und damit das ***Steuerungsprogramm*** für die angeschlossene Hardware (Interface, Motoren, Schalter, etc.) erstellen. Den Rest übernimmt die Software, was im Übrigen bei großen, industriellen Anwendungen auch nicht anders ist! Damit können wir uns ganz auf die Erstellung des Ablaufplans konzentrieren.



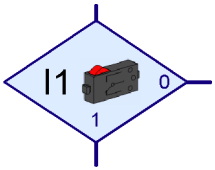
Den Ablaufplan setzt du aus Programmelementen zusammen. Wieder ein neuer Begriff? Halb so wild! In ROBO Pro werden die einzelnen Elemente, mit denen der Ablaufplan erstellt wird, Programmelemente genannt. Die Aktion "Motor einschalten" heißt doch nichts anderes, als dass das Interface tatsächlich diesen Motor, der am Interface angeschlossen ist, einschalten soll! Die verfügbaren Programmelemente findest du im Elementfenster am linken Rand.

3.3 Programmelemente einfügen, verschieben und ändern

Jetzt geht es darum, mit den im Elementfenster enthaltenen Programmelementen den Ablaufplan für unsere Garagentorsteuerung zu erstellen. Alle verfügbaren Programmelemente können aus dem Elementfenster geholt und im Programmfenster eingefügt werden.

Einfügen von Programmelementen

Dazu bewegst du die Maus auf das Symbol des gewünschten Programmelements und klickst mit der linken Maustaste einmal darauf. Dann bewegst Du die Maus in das Programmfenster (das ist die große weiße Fläche) an die gewünscht Stelle und klickst noch einmal. Du kannst das Programmelement auch mit gedrückter Maustaste aus dem Elementfenster in das Programmfenster ziehen. Ein Programm beginnt immer mit einem Startelement. Das Startelement ist das abgerundete Element mit dem grünen Ampelmännchen. Am besten probierst du es gleich mal mit diesem Programmelement aus: Klicke einmal mit der linken Maustaste auf das Startelement im Programmfenster, bewege die Maus oben in das Programmfenster und klicke dort noch einmal die linke Maustaste.



Als nächstes kommt im Programmlaufplan ein Element, das einen Eingang abfragt und je nach dem Zustand des Eingangs in einen oder einen anderen Programmpfad verzweigt. Klicke im Elementfenster auf das rechts abgebildete Element und bewege dann die Maus unter das zuvor eingefügte Startelement. Wenn der obere Eingang des Verzweigungselements ein oder zwei Rasterpunkte unter dem Ausgang des Startelements steht, erscheint im Programmfenster eine Verbindungslinie. Wenn Du nun noch mal die linke Maustaste klickst, wird das Verzweigungselement eingefügt und automatisch mit dem Startelement verbunden.

Verschieben von Programmelementen und von Gruppen

Ein Programmelement lässt sich auch nach dem Einfügen bei gedrückter linker Maustaste an die gewünschte Stelle verschieben. Wenn Du mehrere Elemente zusammen verschieben möchtest, kannst du zunächst mit gedrückter linker Maustaste einen Rahmen um die Elemente aufziehen. Du musst dazu die linke Maustaste in einem ***leeren*** Bereich klicken, die Taste gedrückt halten und mit der Maus ein Rechteck aufziehen, das die gewünschten Elemente enthält. Die Elemente im Rechteck werden nun mit einem roten Rand dargestellt. Wenn Du nun eines der roten Elemente mit der linken Maustaste verschiebst, werden alle roten Elemente mit verschoben. Du kannst auch einzelne Elemente rot markieren, indem du mit der linken Maustaste bei gedrückter Umschalttaste (das ist die Groß-Kleinschreibtaste) auf die Elemente klickst. Wenn du mit der linken Maustaste in einen leeren Bereich klickst, werden alle rot markierten Elemente wieder normal dargestellt.

Kopieren von Programmelementen und von Gruppen

Zum Kopieren von Programmelementen gibt es zwei Möglichkeiten. Du kannst genauso wie beim Verschieben vorgehen, aber bevor du die Elemente verschiebst, drückst du die **STRG** Taste an der Tastatur. Dadurch werden die Elemente nicht verschoben, sondern kopiert. Mit dieser Funktion kannst du Elemente aber nur innerhalb eines Programms kopieren. Wenn du Elemente von einem Programm in ein anderes kopieren möchtest, kannst du die ***Zwischenablage*** von Windows verwenden. Wähle zunächst einige Elemente aus, so wie es im vorigen Abschnitt beim Verschieben von Elementen beschrieben ist. Wenn du nun **STRG+C** an der Tastatur drückst oder den Menüpunkt **Bearbeiten** / **Kopieren** aufrufst, werden alle ausgewählten Elemente in die Windows Zwischenablage kopiert. Du kannst nun zu einem anderen Programm wechseln und die Elemente dort mit **STRG+V** oder **Bearbeiten** / **Einfügen** wieder einfügen. Du kannst einmal kopierte Elemente auch mehrfach einfügen. Wenn du Elemente von einem Programm in ein anderes Programm verschieben möchtest, kannst du am Anfang statt **STRG+C** oder **Bearbeiten** / **Kopieren** die Funktion **STRG+X** oder **Bearbeiten** / **Ausschneiden** verwenden.

Löschen von Elementen und Rückgängig-Funktion


Löschen

Elemente zu löschen ist auch ganz einfach. Du kannst alle rot markierten Elemente (siehe vorheriger Abschnitt) löschen, indem du die Entfernen Taste (**Entf**) auf der Tastatur drückst. Du kannst auch einzelne Elemente mit der Löschfunktion löschen. Klicke dazu zunächst auf den abgebildeten Knopf in der Werkzeugleiste und dann auf das Element, das du löschen möchtest. Probiere es gleich einmal aus. Du kannst das gelöschte Element dann wieder neu zeichnen. Um das gelöschte Element wieder zurück zu holen kannst du aber auch die Funktion **Rückgängig** im Menü **Bearbeiten** verwenden. Über diesen Menüpunkt kannst du alle Änderungen am Programm wieder rückgängig machen.

Eigenschaften von Programmelementen bearbeiten

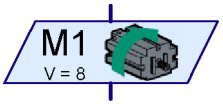
Wenn du mit der ***rechten*** Maustaste auf ein Programmelement im Programmfenster klickst erscheint ein Dialogfenster, in dem du die Eigenschaften des Elements verändern kannst. Das Eigenschaftsfenster für ein Verzweigungselement ist rechts abgebildet.

- Mit den Knöpfen **I1** bis **I8** kannst du eingeben welcher Eingang des Interface abgefragt werden soll. Die Eingänge C1D-C4D stehen für die Zähleingänge, wenn du sie als digitale Eingänge verwendest. Um die Eingänge M1E bis M4E kümmern wir uns später.
- Die weiteren Eingänge C1D..C4D und M1E..M4E sind im Referenzteil im Abschnitt 8.1.3 *Verzweigung Digital* auf Seite 82 beschrieben.
- Die Auswahl **Interface / Extension** wird erst in Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76 erklärt.
- Unter **Sensortyp** kannst du den am Eingang angeschlossenen Sensor auswählen. Digitaleingänge werden meistens mit Tastern verwendet, häufig aber auch mit Fototransistoren oder Reed-Kontakten. Mit der Auswahl des Sensors wird automatisch die für den Sensor benötigte Eingangsart an den Universaleingängen I1-I8 des ROBO TX Controllers eingestellt.
- Unter 1/**0 Anschlüsse vertauschen** kannst du die Position der 1 und 0 Ausgänge des Verzweigungselements vertauschen. Normalerweise ist der 1 Ausgang unten und der 0 Ausgang rechts. Oft ist es aber praktischer wenn der 1 Ausgang rechts ist. Drücke auf **1/0 Anschlüsse vertauschen**, dann werden die 1 und 0 Anschlüsse vertauscht, sobald du das Fenster mit OK schließt.

Hinweis: Wenn du einen Minitaster als Schließer am Anschluss 1 und 3 des Tasters anschließt, geht die Programmverzweigung zum 1 Zweig wenn der Schalter gedrückt ist, sonst zum 0 Zweig.

Wenn du einen Minischalter als Öffner am Anschluss 1 und 2 des Tasters anschließt, geht die Programmverzweigung zum 1 Zweig, wenn der Schalter nicht gedrückt ist, sonst zum 0 Zweig.

Das nächste Programmelement in unserer Garagentorsteuerung ist ein Motorelement. Füge es wie die beiden Elemente zuvor in das Programm ein, und zwar unter dem Verzweigungselement. Am besten platzierst du das Element wieder so, das es automatisch mit dem Element darüber verbunden wird.



Mit dem Motorelement kannst du sowohl einen Motor als auch eine Lampe oder einen Elektromagneten ein- oder ausschalten. Das Eigenschaftsfenster für das Motorelement öffnest du wieder mit einem rechten Mausklick auf das Element.

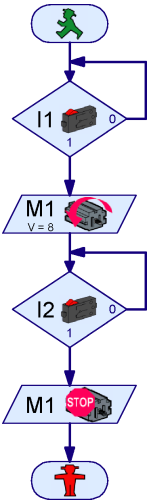
- Über die Knöpfe **M1** bis **M4** kannst du auswählen welcher Ausgang des Interface angesteuert werden soll.
- Unter **Bild** kannst du ein Bild auswählen, das den am Ausgang angeschlossenen fischertechnik Baustein darstellt.
- Die Auswahl **Interface / Extension** wird erst in Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76 erklärt.
- Unter **Aktion** kannst du auswählen, wie der Ausgang beeinflusst werden soll. Einen Motor kannst du mit Drehrichtung links oder rechts starten oder stoppen. Eine Lampe kannst du ein oder ausschalten.
- Unter **Geschwindigkeit/Intensität** kannst du einstellen, mit welcher Geschwindigkeit sich der Motor drehen soll, bzw. wie hell die Lampe leuchten soll. Mögliche Werte sind von 1 bis 8.

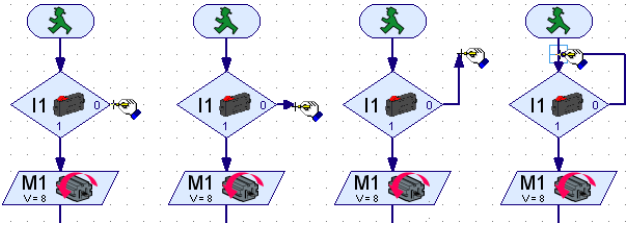
Für unseren Programmlaufplan benötigen wir den Befehl ***Motor M1 links mit Geschwindigkeit 8.***

3.4 Verbinden der Programmelemente

Nachdem du nun weißt, wie man Elemente in ein Steuerprogramm einfügt, können wir uns an die Aufgabe machen, unser Steuerungsprogramm fertig zu stellen. Denk mal zurück an die Funktionsbeschreibung der Garagentorsteuerung - fehlt da nicht noch etwas? Richtig, zwar haben wir den Motor per Tastendruck eingeschaltet, nachdem das Tor geöffnet ist, muss er aber wieder automatisch abgeschaltet werden! In der Praxis geschieht dies mit einem so genannten Endschalter. Das ist ein Taster, der so am Garagentor angebracht ist, dass er in dem Moment betätigt wird, in dem der Motor das Tor ganz geöffnet hat. Und wie beim Einschalten des Motors kann dieses Signal verwendet werden, um den Motor wieder auszuschalten. Für die Abfrage des Endschalters können wir wieder das Verzweigungselement verwenden.

Füge also in dein Steuerprogramm noch ein Verzweigungselement ein, das den Endschalter am Eingang I2 abfragt. Vergiss nicht mit der rechten Maustaste auf das Element zu klicken und den Eingang auf I2 umzustellen. Sobald das Garagentor offen und der Endschalter gedrückt ist, soll der Motor wieder anhalten. Dies wird über ein Motorelement erreicht. Verwende zunächst das gleiche Element wie zum Einschalten des Motors. Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, kannst du die Funktion des Elements auf **Motor stoppen** ändern. Abgeschlossen wird das Programm durch ein Ende-Element. Dein Programm sollte nun fast so wie rechts abgebildet aussehen. Wenn du die Elemente immer mit einem Abstand von ein oder zwei Rasterpunkten direkt untereinander platziert hast, sind die meisten Ein- und Ausgänge bereits durch Programmflusspfeile miteinander verbunden. Der Nein (N) Ausgang der beiden Verzweigungen ist aber noch nicht angeschlossen. Solange der Taster am Eingang I1 nicht gedrückt ist, soll das Programm wieder zurückgehen und den Schalter noch mal abfragen. Um diese Linie zu zeichnen, klicke mit der Maus nacheinander auf die im Bild unten gezeigten Stellen.





Hinweis: Sollte einmal eine Linie nicht korrekt mit einem Anschluss oder einer anderen Linie verbunden sein, wir dies durch ein grünes Rechteck an der Pfeilspitze dargestellt. In diesem Fall musst du die Verbindung durch Verschieben der Linie oder durch Löschen und neu zeichnen herstellen. Sonst funktioniert der Programmablauf an dieser Stelle nicht.

Löschen von Programmflusslinien

Das Löschen von Linien geht genau so wie das Löschen von Programmelementen. Klicke einfach mit der linken Maustaste auf die Linie, so dass sie rot markiert wird. Drücke nun die Entfernen Taste (**Entf**) auf der Tastatur, um die Linie zu löschen. Du kannst auch mehrere Linien auswählen, wenn du die Umschalttaste (das ist die Taste zur Umschaltung zwischen Groß- und Kleinbuchstaben) gedrückt hältst und dann nacheinander mit der linken Maustaste auf die Linien klickst. Außerdem kannst du zum Markieren mehrerer Linien auch einen Rahmen um diese Linien herum aufziehen. Nun kannst du alle rot markierten Linien durch drücken der **Entf** Taste auf einmal löschen.

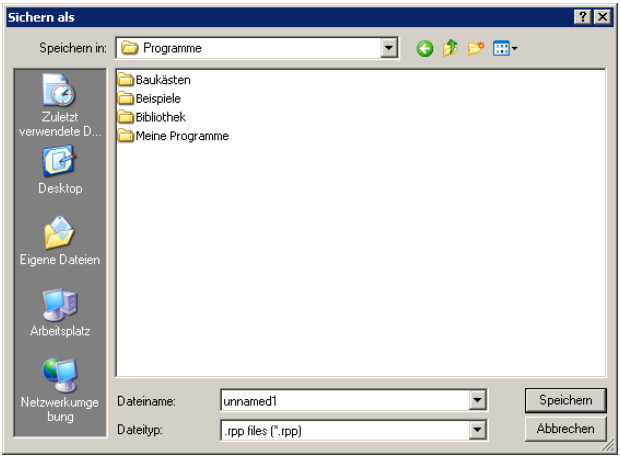
3.5 Testen des ersten Steuerungsprogramms

Um unser erstes Steuerungsprogramm testen zu können, solltest du ein kleines Modell aufbauen. Dazu genügt es, an das Interface an I1 und I2 einen Taster und an M1 einen Motor anzuschließen.

Hinweis: Der Anschluss des Interfaces an den PC und die Einstellung des Interfaces wurde bereits im vorigen Kapitel durchgeführt und kann dort nachgelesen werden.

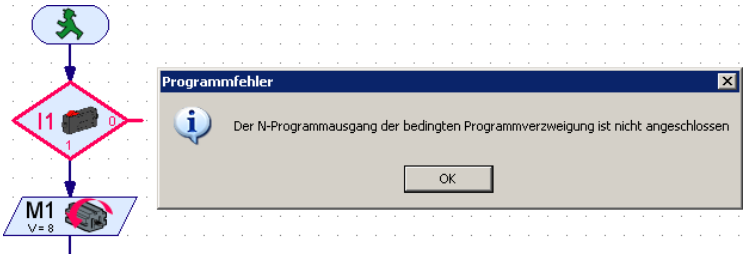
Bevor du das Steuerungsprogramm testest, solltest du die Programmdatei auf der Festplatte deines Computers abspeichern. Klicke mit der Maus auf den Befehl **Speichern unter** im Menü **Datei**. Darauf erscheint folgendes Dialogfenster:

Wähle bei "Speichern in" das Verzeichnis, in dem du das Programm abspeichern willst. Gebe bei "Dateinamen" einen noch nicht vergebenen Namen ein, z. B. GARAGENTOR und bestätige mit einem linken Mausklick auf "Speichern".




Start

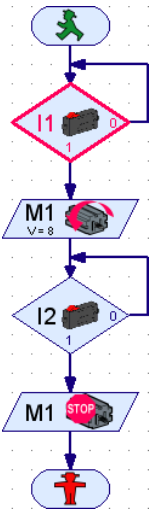
Um das Programm zu testen, drücke auf den links gezeigten Start-Knopf in der Werkzeugleiste. Zunächst testet ROBO Pro ob alle Programmelemente richtig verbunden sind. Sollte ein Element nicht richtig verbunden sein oder etwas anderes nicht in Ordnung sein, wird es rot markiert, und eine Fehlermeldung angezeigt, die beschreibt, was nicht in Ordnung ist. Wenn Du z.B. vergessen hast den Nein (N) Ausgang der Programmverzweigung anzuschließen, sieht das so aus:



Wenn du eine Fehlermeldung erhalten hast, musst du zunächst den gemeldeten Fehler korrigieren. Anderenfalls wird das Programm nicht gestartet.

Hinweis: Eine ausführliche Erklärung zu dieser Betriebsart und zu der Betriebsart „Download-Betrieb“ findest du im Kapitel 3.7 auf Seite 25.

Das erste Verzweigungselement wird rot markiert. Es wird angezeigt, dass der Ablauf in diesem Programmelement auf ein Ereignis wartet, nämlich dass der Taster an I1, der das Garagentor öffnen soll, gedrückt wird. Solange der Taster nicht gedrückt ist, verzweigt das Programm zum Nein (N) Ausgang der Programmverzweigung und geht von dort wieder an den Anfang der Verzweigung. Drücke nun den Taster, der am Eingang I1 des Interface angeschlossen ist. Damit ist die Bedingung zum Weiterschalten erfüllt und der der Motor wird eingeschaltet. Der Ablauf wartet im nächsten Schritt darauf, dass der Endschalter am Eingang I2 gedrückt wird. Sobald du den Endschalter an I2 betätigst, verzweigt das Programm zum zweiten Motorausgang und schaltet den Motor wieder aus. Schließlich erreicht das Programm das Programmende. Es erscheint eine Meldung, dass das Programm beendet wurde.

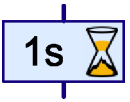


Hat alles geklappt? Herzlichen Glückwunsch! Du hast damit Dein erstes Steuerungsprogramm erstellt und getestet. Falls es nicht funktioniert – nicht verzagen, einfach noch einmal alles genau nachprüfen, bestimmt hat sich irgendwo ein kleiner Fehler versteckt. Jeder Programmierer macht mal Fehler und aus Fehlern lernt man am meisten. Deshalb, nur Mut!!!

3.6 Weitere Programmelemente

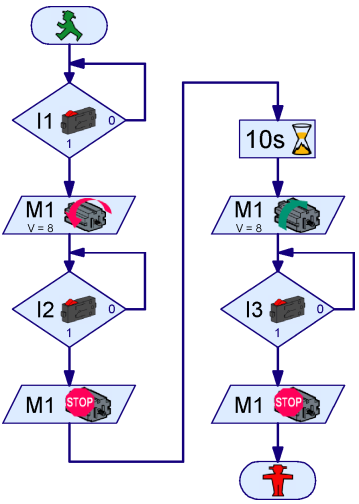
Wenn du dein erstes Steuerprogramm an einem richtigen Garagentormodell ausprobiert hast, steht das Tor nun offen. Wie aber wird es wieder geschlossen? Natürlich könnten wir den Motor wieder durch Drücken eines Tasters starten! Wir wollen aber eine andere Lösung testen und dabei ein neues Programmelement kennen lernen. Hierfür speicherst du das Programm zunächst unter einem neuen Namen (den jetzigen Ablaufplan benötigen wir später noch einmal). Verwende dazu den Menüpunkt **Speichern unter ...** im Menü **Datei** und gib dort einen noch nicht verwendeten Dateinamen ein.

3.6.1 Wartezeit

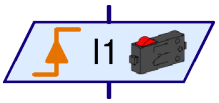


Bevor wir den Ablaufplan erweitern können, musst du die Verbindung zwischen „Motor abschalten“ und „Programmende“ löschen und das Ende-Element nach unten verschieben. Die neuen Programmelemente kannst du nun zwischen diesen beiden Elementen einfügen. Das Garagentor soll nach einer Zeit von 10 Sekunden automatisch geschlossen werden. Hierfür kannst du das rechts abgebildete Programmelement ***Wartezeit*** verwenden. Die Wartezeit kannst du in weiten Grenzen beliebig einstellen, indem du wie üblich mit der rechten Maustaste auf das Element klickst. Gib die gewünschte Wartezeit von 10 Sekunden ein. Zum Schließen des Garagentores muss der Motor natürlich in die andere Richtung, also nach rechts, laufen. Abgeschaltet wird der Motor durch einen weiteren Endschalter an I3.

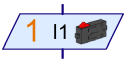
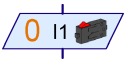
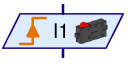
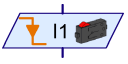
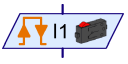
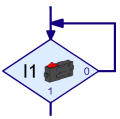
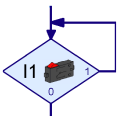
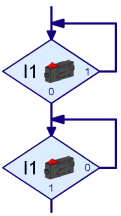
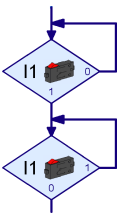
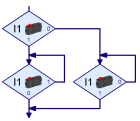
Dein fertiges Ablaufdiagramm sollte etwa so aussehen wie rechts dargestellt. Die neuen Programmelemente sind zur besseren Darstellung nach rechts verschoben. Sind im Ablaufplan keine Fehler mehr enthalten, kannst du die erweiterte Garagentorsteuerung wie gewohnt mit dem **Start** Knopf testen. Bei Betätigung des Tasters an I1 wird der Motor eingeschaltet, bei Betätigung von I2 wieder abgeschaltet. Damit ist das Garagentor geöffnet. Nun wird das Programmelement Wartezeit für 10 Sekunden, das ist unsere eingestellte Wartezeit, rot umrandet. Dann wird der Motor mit anderer Drehrichtung eingeschaltet bis der Taster an I3 betätigt wird. Versuche auch einmal die Wartezeit zu verändern.



3.6.2 Warten auf Eingang

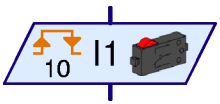


Neben dem Element Wartezeit gibt es noch zwei weitere Elemente, die auf etwas warten, bis sie die Programmausführung fortsetzen. Das links abgebildete **Warten auf Eingang Element** wartet bis ein Eingang des Interfaces einen bestimmten Zustand hat oder sich auf eine bestimmte Art ändert. Von diesem Element gibt es 5 Varianten:

Symbol					
Warten auf	Eingang=1 (geschlossen)	Eingang=0 (offen)	Wechsel 0-1 (offen nach geschlossen)	Wechsel 1-0 (geschlossen nach offen)	beliebiger Wechsel (1-0 oder 0-1)
Gleiche Funktion nur mit Verzweigung					

Man kann dafür auch eine Kombination aus Verzweigungselementen verwenden, aber mit dem Element **Warten auf Eingang** geht es einfacher und übersichtlicher.

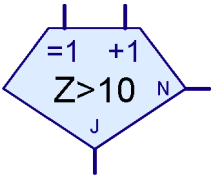
3.6.3 Impulszähler



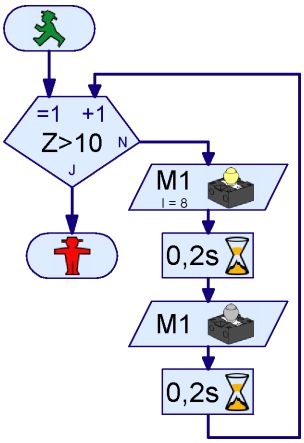
Viele Fischertechnik Robotermodelle verwenden auch Impulszahnräder. Diese Zahnräder betätigen einen Taster bei jeder Umdrehung 4 Mal. Mit solchen Impulszahnrädern kann man einen Motor statt einer bestimmten Zeit eine genau definierte Zahl von Umdrehungen einschalten. Dazu muss man die Zahl der Impulse an einem Eingang des

Interface zählen. Zu diesem Zweck gibt es das links abgebildete ***Impulszählerelement***, das auf eine einstellbare Zahl von Impulsen wartet. Auch bei diesem Element kannst du einstellen, ob beliebige Änderungen oder nur 0-1 oder nur 1-0 Wechsel als Impuls gewertet werden. Bei Impulsrädern wartet man in der Regel auf beliebige Änderungen, so dass man bei 4 Zähnen eine Auflösung von 8 Schritten pro Umdrehung erreicht.

3.6.4 Zählschleife



Mit dem Zählschleifenelement kannst du ganz einfach ein bestimmtes Programmstück mehrfach ausführen lassen. Das abgebildete Programm schaltet zum Beispiel eine Lampe an **M1** 10x ein und wieder aus. Das Zählschleifenelement hat einen eingebauten Zähler. Wenn die Zählschleife über den **=1** Eingang betreten wird, wird der Zähler auf 1 gesetzt. Wenn die Zählschleife dagegen über den **+1** Eingang betreten wird, wird zum Zähler 1 dazu gezählt. Je nach dem ob der Zähler größer einem von dir vorgegeben Wert ist oder nicht, verzweigt die Zählschleife zum Ja (**J**) oder zum Nein (**N**) Ausgang. Der Ja Ausgang wird also verwendet, wenn die Schleife so oft durchlaufen wurde, wie du es im Zählerwert vorgegeben hast. Wenn noch weitere Schleifendurchgänge notwendig sind, verzweigt die Zählschleife dagegen zum Nein Ausgang. Wie beim Verzweigungselement kannst du den Ja und Nein Ausgang über das Eigenschaftsfenster auch vertauschen.



3.7 Online- oder Download-Betrieb – Wo ist denn da der Unterschied?


Start

Bisher haben wir unsere Steuerungsprogramme im so genannten ***Online-Betrieb*** getestet. Du konntest dabei den Ablauf der Programme am Bildschirm mitverfolgen, weil das jeweils aktive Element am Bildschirm rot markiert worden ist. Den Online-Betrieb verwendest du um Programme zu verstehen oder Fehler in Programmen zu suchen.


Pause

Im Online-Betrieb kannst du das Programm auch anhalten und wieder fortsetzen, indem du den **Pause** Kopf drückst. Das ist sehr praktisch, wenn du bei deinem Modell etwas untersuchen möchtest, ohne das Programm vollständig zu stoppen. Auch wenn du versuchst den Ablauf eines Programms nachzuvollziehen, kann die Pause Funktion sehr hilfreich sein.


Schritt

Mit dem **Schritt** Knopf kannst du das Programm in Einzelschritten Element für Element ausführen. Jedes mal, wenn du den Schritt Knopf drückst, geht das Programm zum nächsten Programmelement. Wenn du ein ***Wartezeit*** Element oder ein ***Warten auf*** Element ausführst, kann es natürlich eine Weile dauern, bis das Programm beim nächsten Element ankommt.


Download

Bei deinem ROBO TX Controller kannst du statt dem Online-Betrieb auch den ***Download-Betrieb*** verwenden. Im Online-Betrieb werden die Programme von deinem Computer ausgeführt. Er sendet dabei Steuerbefehle wie „Motor einschalten“ an das Interface. Dazu ist es notwendig, dass das Interface mit dem Computer verbunden ist, solange das Programm läuft. Im Download-Betrieb wird dagegen das Programm vom Interface selbst ausgeführt. Dein Computer speichert das Programm im ROBO TX Controller. Sobald das geschehen ist, kann die Verbindung zwischen Computer und

Interface getrennt werden. Nun kann das Interface das Steuerungsprogramm unabhängig vom Computer ausführen. Wichtig ist der Download-Betrieb z. B. bei der Programmierung von mobilen Robotern, bei denen ein Verbindungskabel zwischen PC und Roboter sehr hinderlich wäre. Trotzdem sollten Steuerungsprogramme zuerst im Online-Betrieb getestet werden, da sich hier mögliche Fehler besser finden lassen. Das ausgetestete Programm kann dann per Download auf den ROBO TX Controller übertragen werden. Das störende USB-Kabel darüber hinaus durch eine Bluetooth Funkverbindung ersetzt werden. Damit ist das Modell auch im Onlinebetrieb uneingeschränkt mobil (siehe Bedienungsanleitung ROBO TX Controller).

Der Online-Betrieb hat gegenüber dem Download-Betrieb aber auch Vorteile. Ein Computer hat im Vergleich zum Interface sehr viel mehr Arbeitsspeicher und kann viel schneller rechnen. Bei großen Programmen ist dies von Vorteil. Zudem können im Online-Betrieb gleichzeitig ein ROBO TX Controller und ein ROBO Interface aus einem Programm heraus angesteuert werden..

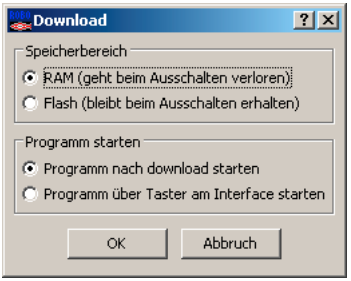
Die zwei Betriebsarten im Überblick

Betriebsart	Vorteil	Nachteil
Online	• Die Programmausführung kann am Bildschirm verfolgt werden • Die Ausführung auch großer Programme ist sehr schnell • Gleichzeitige Ansteuerung von ROBO TX Controller und ROBO Interface möglich. • Das ältere Intelligent Interface wird unterstützt • Bedienfelder können verwendet werden • Das Programm kann angehalten und fortgesetzt werden.	• Computer und Interface müssen miteinander verbunden bleiben
Download	• Computer und Interface können nach dem Download voneinander getrennt werden	• Das ältere Intelligent Interface wird nicht unterstützt • Die Programmausführung kann nicht am Bildschirm verfolgt werden.

Den Download-Modus verwenden


Download

Solltest du also den ROBO TX Controller oder das ROBO Interface besitzen, kannst du deine Garagentorsteuerung mit dem **Download** Knopf in der Werkzeugleiste auf das Interface übertragen. Zunächst wird das rechts zu sehende Dialogfenster angezeigt. Das ROBO Interface verfügt über mehrere Programmspeicherplätze, einem ***RAM*** (Random Access Memory) Bereich und zwei ***Flash***-Bereiche. Ein Programm im RAM geht verloren, sobald du das Interface von der Stromversorgung trennst oder der Akkupack leer ist. Ein im Flash gespeichertes Programm bleibt dagegen auch ohne Strom jahrelang auf dem Interface gespeichert. Natürlich kannst du Programme im



Flash trotzdem jederzeit überschreiben. Der Download in den RAM geht aber deutlich schneller und wird daher für Testzwecke empfohlen.

Im Flashspeicher kannst du mehrere Programme, z. B. verschiedene Verhaltensweisen von mobilen Roboter, ablegen. Die verschiedenen Programme kannst du über das Display und die Auswahltasten des ROBO TX Controllers auswählen, starten und stoppen. Wenn die Option ***Programm nach download starten*** aktiviert ist, wird das Programm nach dem Download sofort gestartet. Zum Stoppen des Programms drückst du die linke Auswahltaste am TX Controller. Bei mobilen Robotern ist die Option **Programme über Taster am Interface starten** sinnvoller. Falls du keine Bluetooth-Schnittstelle besitzt, musst du nämlich noch das USB-Kabel abziehen, bevor dein Programm den Roboter in Bewegung setzt. In diesem Fall startest du das heruntergeladene Programm über die linke Auswahltaste des TX Controllers.

Über die Funktion Autostart des ROBO TX Controllers wird ein Programm automatisch gestartet, sobald das Interface mit Strom versorgt wird. Damit kannst du z. B. dein Interface über ein Netzteil mit Zeitschaltuhr mit Strom versorgen und das Programm jeden Tag um die gleiche Zeit starten. Es muss dann weder das Interface dauernd eingeschaltet bleiben noch das Programm jedes Mal nach dem Einschalten über die Auswahltaste gestartet werden.

Hinweis:

Eine ausführliche Beschreibung der Funktionen des ROBO TX Controllers findest du auch in der Bedienungsanleitung die dem Gerät beiliegt.

3.8 Tipps und Tricks

Verbindungslinien verändern

Wenn du Elemente verschiebst bemüht sich ROBO Pro die Verbindungslinien vernünftig anzupassen. Falls dir eine angepasste Linie einmal nicht gefällt, kannst du die Verbindungslinien leicht verändern, indem du mit der linken Maustaste auf die Linie klickst und die Linie mit gedrückter Maustaste verschiebst. Je nachdem wo sich die Maus auf der Linie befindet, wird ein Eckpunkt oder eine Kante der Linie verschoben. Das wird durch unterschiedliche Mauscursors angezeigt:

Wenn sich die Maus über einer senkrechten Verbindungslinie befindet, kannst du mit gedrückter linker Maustaste die ganze senkrechte Linie verschieben.

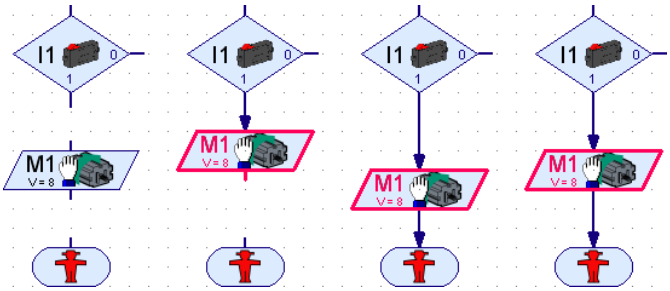
Wenn sich die Maus über einer waagrechten Verbindungslinie befindet, kannst du mit gedrückter linker Maustaste die ganze waagrechte Linie verschieben.

Wenn sich die Maus über einer schrägen Verbindungslinie befindet, wird ein neuer Punkt in die Verbindungslinie eingefügt, wenn du die linke Maustaste drückst. Du musst die linke Maustaste gedrückt halten, und die Maustaste erst loslassen, wenn sich die Maus da befindet, wo der neue Punkt seinen Platz haben soll.

Wenn sich die Maus in der Nähe eines Eckpunktes oder Endpunktes einer Verbindungslinie befindet, kannst du den Punkt mit gedrückter linker Maustaste verschieben. Einen verbundenen Linienendpunkt kannst du nur auf einen anderen passenden Anschluss eines Programmelements ziehen. In diesem Fall wird der Endpunkt der Verbindungslinie mit diesem Anschlusspunkt verbunden. Anderenfalls wird der Punkt nicht verschoben.

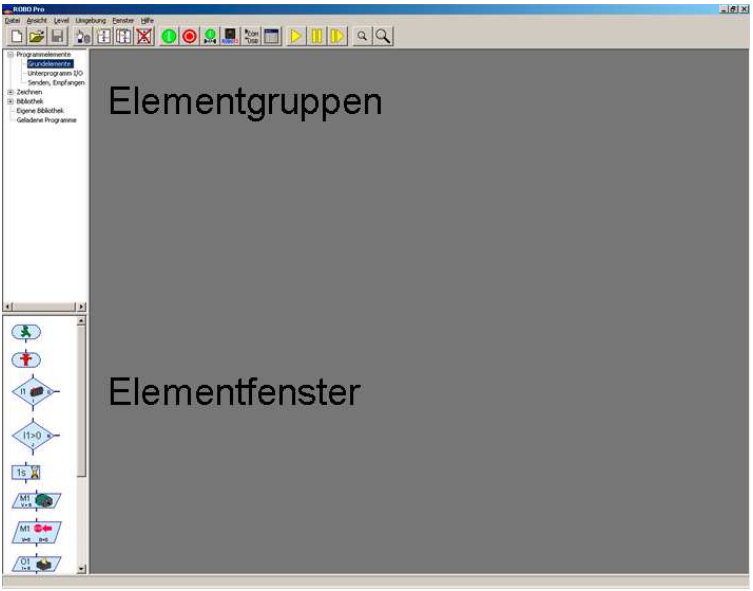
Verbindungslinien einmal anders

Verbindungslinien lassen sich auch durch Verschieben der Programmelemente erzeugen. Wenn du ein Programmelement so verschiebst, dass sein Eingang ein oder zwei Rasterpunkte unter dem Ausgang eines anderen liegt, wird zwischen beiden Elementen eine Verbindungslinie erzeugt. Das gilt auch bei einem Ausgang, der über einen Eingang geschoben wird. Danach kannst du das Programmelement in seine Endposition schieben oder weitere Verbindungen für die verbleibenden Ein und Ausgänge zeichnen:



4 Level 2: Arbeiten mit Unterprogrammen

Nachdem du erfolgreich dein erstes Steuerprogramm erstellt und getestet hast, bist du bereit für ROBO Pro Level 2. Wähle nun im Menü **Level** den Eintrag **Level 2: Unterprogramme** aus. Sicher bemerkst du gleich den Unterschied: Das Elementfenster ist verschwunden und stattdessen hast du nun am linken Rand zwei Fenster übereinander:



Aber keine Angst! Das Elementfenster ist noch da, nur ist es jetzt leer. Im Level 2 gibt es mehr Programmelemente, so dass es zu unübersichtlich wäre alles in ein Fenster zu packen. Daher sind die Elemente ab Level 2 zu Elementgruppen zusammengefasst. Die Elemente sind in Gruppen so ähnlich organisiert wie Dateien in Ordnern auf deiner Computerfestplatte. Wenn du im oberen Fenster am linken Rand eine Gruppe auswählst, erscheinen alle Elemente dieser Gruppe im unteren Fenster. Die Elemente aus dem Level 1 findest du in der Gruppe **Programmelemente** / **Grundelemente**. Da das Elementfenster nun nur noch halb so groß ist, musst du den Rollbalken rechts am Elementfenster verwenden um die unteren Elemente anzuzeigen.

So, nun aber zum eigentlichen Thema: den Unterprogrammen! Zwar sind unsere bisher entworfenen Ablaufpläne noch nicht so umfangreich, dass wir bereits die Übersicht verlieren, aber sicherlich kannst du dir vorstellen, dass dies bei größeren Projekten mit umfangreicheren Ablaufplänen sehr leicht der Fall sein kann. Plötzlich ist das Arbeitsblatt voller Bausteine, überall sind Verbindungslinien und auf dem Bildschirm muss man mit den Scroll-Balken ständig hin- und herfahren. "Wo war jetzt dieser oder jener Ausgang?" Kurz – es droht ein kleines Chaos! Was tun? Gibt es nicht eine Möglichkeit, hier wieder etwas mehr Ordnung zu schaffen? Doch – und sie nennt sich ***Unterprogramm***!

4.1 Dein erstes Unterprogramm


Neu


UP Neu

Ein Unterprogramm ist den Programmen die du bisher kennen gelernt hast sehr ähnlich. Damit du das genauer untersuchen kannst, musst du zunächst ein neues Programm und in dem Programm ein neues leeres Unterprogramm erzeugen. Drücke dazu auf Programm **Neu** und dann den **UP Neu** Knopf in der Werkzeugleiste. Ein Fenster erscheint, in dem du den Namen und eine Beschreibung für das Unterprogramm eingeben kannst.

Der Name sollte nicht zu lang sein (ca. 8-10 Buchstaben), da sonst das Unterprogrammsymbol sehr groß wird. Du kannst alle Eingaben, die du hier machst, natürlich später jederzeit ändern.

Sobald du das Fenster **Neues Unterprogramm** mit **OK** schließt, erscheint in der Unterprogrammleiste das neue Unterprogramm:

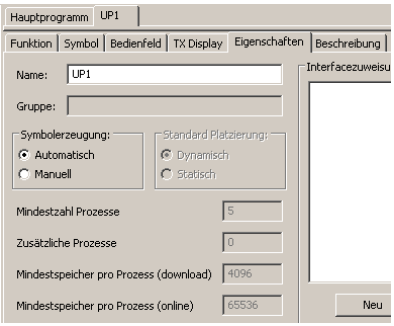
Du kannst jederzeit zwischen Hauptprogramm und Unterprogramm wechseln, indem Du in der Unterprogrammleiste auf den Programmnamen klickst. Da beide Programme noch leer sind, sieht man allerdings noch keinen Unterschied.

Wir wollen nun die Garagentorsteuerung aus dem vorigen Kapitel (siehe Abschnitt 3.6 *Weitere Programmelemente* auf Seite 23) in Unterprogramme gliedern. Das Programm besteht aus vier Funktionseinheiten:

- Warten bis Taster I1 gedrückt
- Tor öffnen
- 10 Sekunden warten
- Tor schließen

Das Öffnen und Schließen wollen wir nun auf zwei Unterprogramme verteilen. Die beiden Unterprogramme kannst du dann aus dem Hauptprogramm mit nur einem Symbol aufrufen. Das Warten auf Taster I1 und die Wartezeit von 10 Sekunden bleiben im Hauptprogramm, da beide ohnehin nur aus einem Element bestehen. Du hast gerade ein neues Programm mit einem Unterprogramm namens **Unterprogramm 1** angelegt. **Öffnen** und **Schließen** wären aber bessere Namen für die zwei Unterprogramme. Du kannst das bereits angelegte Unterprogramm umbenennen, indem Du zunächst das Unterprogramm 1 über die Unterprogrammleiste auswählst, sofern es nicht schon ausgewählt ist.

Schalte dann über die Funktionsleiste auf das Eigenschaftsfenster für das Unterprogramm um, indem du auf **Eigenschaften** klickst. Hier kannst du den Namen von **UP 1** in **Auf** ändern. Die meisten anderen Felder sind nur in der Fortgeschrittenenstufe oder gar in der Expertenstufe veränderbar. Der Punkt **Symbolerzeugung** wird etwas später erklärt.



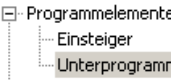
Wenn du in der Funktionsleiste auf Beschreibung klickst, kannst du die zuvor eingegebene Beschreibung ändern, obwohl „Mein erstes Unterprogramm“ ja nach wie vor ganz zutreffend ist.

Klicke in der Funktionsleiste nun auf **Funktion**, damit du die Funktion des Unterprogramms programmieren kannst. Nun siehst du wieder das Programmfenster, in dem du schon im vorherigen Kapitel die Programmelemente für dein erstes ROBO Pro Programm eingefügt hast. Achte darauf, dass in der Unterprogrammleiste das Unterprogramm **Auf** ausgewählt ist:

Bist du bereit dein erstes Unterprogramm zu programmieren? Na dann los! Aber womit fängt ein Unterprogramm eigentlich an? Gute Frage! Ein Hauptprogramm hast du immer mit dem Startelement begonnen. Ein Unterprogramm beginnt mit einem ähnlichen Element, dem Unterprogrammeingang. Das Element heißt so, weil durch dieses Element die Programmführung vom Hauptprogramm in das Unterprogramm hineingeht. Du kannst hier kein Startelement verwenden, weil ja kein neuer Prozess gestartet werden soll.

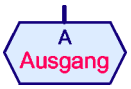
	Startelement	Startet einen neuen, eigenständigen Prozess
	Unterprogramm-eingang	Hier wird die Programmführung vom Hauptprogramm an das Unterprogramm übergeben

Das Unterprogrammeingang findest du im Elementgruppenfenster unter **Unterprogramm I/O**. Platziere nun das Unterprogrammeingang oben im Programmfenster für das Unterprogramm **Öffnen**. Einem Unterprogrammeinganselement kannst du auch einen anderen Namen als **Eingang** geben, aber das ist nur nötig wenn du später einmal ein Unterprogramm mit mehreren Eingängen schreibst.

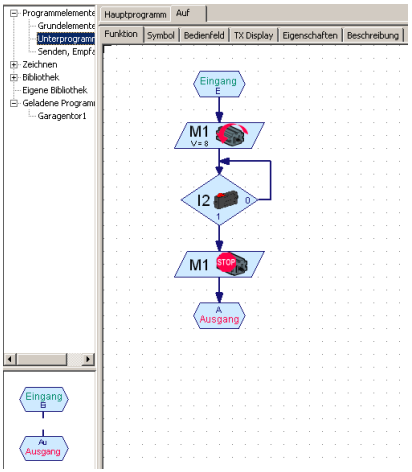


Der weitere Programmablauf im Unterprogramm ist identisch mit dem Öffnen-Teil des bisherigen Hauptprogramms: Du schaltest den Motor M1 mit Drehrichtung links ein, wartest bis der Taster am Eingang I2 geschlossen ist und schaltest dann den Motor wieder aus.

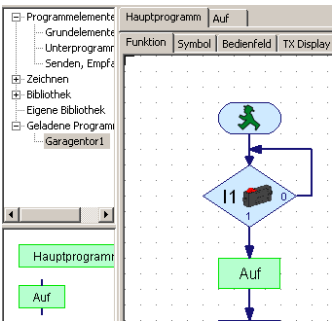
Um das Unterprogramm abzuschließen verwendest du ein Unterprogrammausgang. Der Unterschied zwischen dem Unterprogrammausgang und dem Stoppelement ist der gleiche wie zwischen Unterprogrammeingang und Prozessstart.

	Stoppelement	Beendet die Programmausführung eines unabhängigen Prozesses
	Unterprogrammausgang	Hier wird die Programmführung vom Unterprogramm an das Hauptprogramm zurückgegeben.

Dein fertiges Unterprogramm sollte nun etwa so aussehen:



Achte darauf, dass du das Unterprogramm wirklich unter **Auf**, und nicht unter **Hauptprogramm** eingetragen hast. Schalte nun in der Unterprogrammleiste wieder von **Auf** auf **Hauptprogramm**. Du siehst nun das nach wie vor leere Programmfenster des Hauptprogramms. Füge in das Hauptprogramm wie gewohnt ein Startelement (keinen Unterprogrammeingang!) ein. Auch die Abfrage des Tasters an **I1**, der das Garagentor öffnen soll, führst du wie gewohnt im Hauptprogramm aus.



Dein neues Unterprogramm kannst du nun wie ein gewöhnliches Programmelement in dein Hauptprogramm (oder ein anderes Unterprogramm) einfügen. Du findest es im Elementgruppenfenster unter **Geladene Programme** und dem Dateinamen deines Programms. Wenn du die Datei noch nicht gespeichert hast ist der Name **unbenannt1**. Wenn du noch mehr Programmdateien geladen hast, kannst du im Auswahlfenster auch die Unterprogramme, die zu anderen Dateien gehören, auswählen. Auf diese Weise kannst du sehr einfach Unterprogramme aus einer anderen Datei verwenden.

In der Elementgruppe **Geladen Programme / unbenannt1** findest du zwei grüne Unterprogrammsymbole. Das erste mit dem Namen **Hauptprogramm** ist das Symbol für das Hauptprogramm. Das wird eher selten als Unterprogramm verwendet, aber möglich ist das schon, zum Beispiel wenn du einen ganzen Maschinenpark steuerst, und du die Steuerungen für die einzelnen Maschinen zuvor einzeln als Hauptprogramme entwickelt hast. Das zweite Symbol mit dem Namen **Auf** ist das Symbol deines neuen Unterprogramms. **Auf** ist der Name, den du unter Eigenschaften

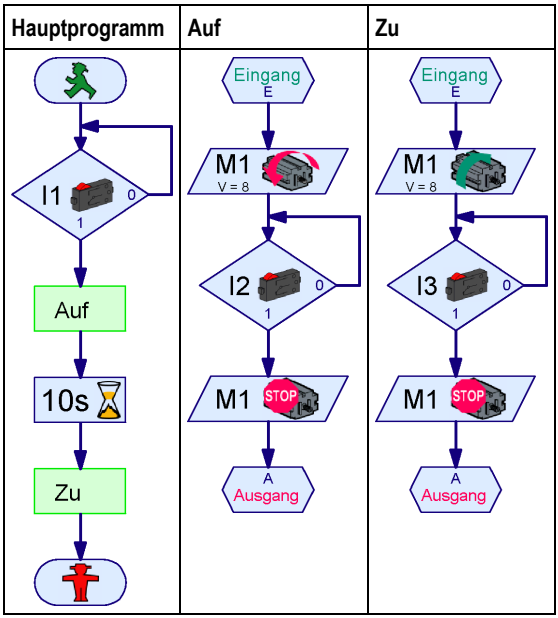
eingetragen hast. Füge nun das Unterprogrammsymbol, so wie du es von gewöhnlichen Programmelementen gewohnt bist, in dein Hauptprogramm ein. So einfach ist das!


UP Neu

Du kannst dein Hauptprogramm schon einmal mit einem Stoppelement abschließen, und es ausprobieren. Das Tor lässt sich durch drücken des Tasters I1 öffnen, aber den Schließen-Teil haben wir noch nicht programmiert. Dazu legst du ein weiteres Unterprogramm an. Drücke den **UP Neu** Knopf in der Werkzeugleiste und gib im Fenster **Neues Unterprogramm** als Name **Zu** ein. Eine Beschreibung brauchst du nicht eingeben, aber schaden tut es nichts, damit du später noch weißt wozu das Unterprogramm gedacht ist.

Gib nun im Programmfenster für das Unterprogramm **Zu** das Programm zum Schließen des Garagentors ein. Du beginnst wieder mit einem Unterprogrammeingang. Der Motor **M1** soll sich zunächst rechts drehen. Sobald der Endtaster an **I3** geschlossen wird, soll der Motor **M1** stoppen. Abgeschlossen wird das Unterprogramm wieder mit einem Unterprogrammausgang.

Wechsle nun wieder über die Unterprogrammleiste zum Hauptprogramm. Wenn du vorhin dein Hauptprogramm mit einem Stoppelement angeschlossen hast um es auszuprobieren, musst du das Stoppelement jetzt wieder löschen. Nachdem das Garagentor geöffnet ist, soll es 10 Sekunden offen bleiben, bevor es wieder geschlossen wird. Nach einer Wartezeit von 10 Sekunden fügst du aus der Elementgruppe **Geladene Programme / unbenannt1** das Symbol **Zu** für das Unterprogramm ein. Das Hauptprogramm und die beiden Unterprogramme sollten in etwa so aussehen:



Das Programm startet am Startelement im **Hauptprogramm**. Dann wartet das Programm bis der Taster **I1** gedrückt ist. Dafür könntest du übrigens auch das ***Warten auf Eingang*** Element verwenden (siehe Abschnitt 8.1.9 *Warten auf Eingang* auf Seite 87). Nachdem der Taster I1 gedrückt ist trifft das Hauptprogramm auf den Aufruf des Unterprogramms **Auf**. Die Programmausführung wechselt dadurch zum Unterprogrammeingang des Unterprogramms **Auf**. Das Unterprogramm **Auf** öffnet das Garagentor und kommt dann zu seinem Unterprogrammausgang. An dieser Stelle verzweigt das Programm wieder zum Hauptprogramm. Nach dem Ende des Unterprogramms **Auf** wird im Hauptprogramm 10 Sekunden gewartet. Anschließend wechselt die

Programmausführung zum Unterprogramm **Zu**, das das Garagentor wieder schließt. Nach der Rückkehr aus dem Unterprogramm **Zu** trifft das Hauptprogramm auf ein Stoppelement, wodurch das Programm beendet ist.

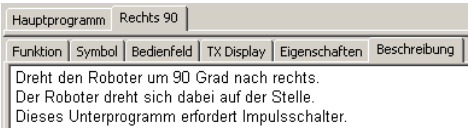
4.2 Die Unterprogrammbibliothek

Du kannst recht einfach Unterprogramme von einer Datei in eine andere kopieren, indem du beide Dateien lädst und dann ein Unterprogramm aus einer Datei über die Elementgruppe **Geladene Programme** in die andere Datei einfügst. Für häufig verwendete Unterprogramme geht es aber noch einfacher, und zwar mit der **Bibliothek**. ROBO Pro enthält eine Bibliothek von fertigen Unterprogrammen, die du einfach wieder verwenden kannst. Außerdem kannst du eine eigene Bibliothek anlegen, in der du deine häufig verwendeten Unterprogramme ablegen kannst.

4.2.1 Verwenden der Bibliothek

Die **Bibliothek** ist zunächst in zwei Hauptgruppen unterteilt. Unter der Gruppe **Baukästen** findest du Unterprogramme, die du für Modelle aus bestimmten Baukästen verwenden kannst. Unter der Gruppe **Allgemein** findest du Unterprogramme, die du für alle möglichen Modelle verwenden kannst. Die meisten dieser Unterprogramme aus der Gruppe **Allgemein** erfordern aber Techniken aus dem Level 3, die erst im nächsten Kapitel erklärt werden.

Für jeden Computing Baukasten, wie zum Beispiel das ROBO Mobile Set, gibt es in der Gruppe **Baukästen** eine eigene Untergruppe. Diese ist manchmal weiter nach den Modellen unterteilt, die du in der Bauanleitung zu dem Baukasten findest. Wenn du den Baukasten oder eines der Modelle auswählst, werden im Elementfenster die fertigen Unterprogramme für dieses Modell angezeigt.



Wenn du mit der Maus auf eines der Unterprogrammsymbole zeigst, wird eine kurze Beschreibung angezeigt. Wenn du ein Unterprogramm in dein Programm einfügst, kannst du eine genaue Beschreibung anzeigen, indem du das Unterprogramm in der Unterprogrammleiste auswählst und dann in der Funktionsleiste auf **Beschreibung** klickst:

Achtung: Wenn du ein Unterprogramm aus der Bibliothek einfügst, werden zum Teil weitere Unterprogramme eingefügt, die von diesem Unterprogramm verwendet werden. Du kannst alle Unterprogramme wieder entfernen, indem du aus dem Menü **Bearbeiten** die Funktion **Undo** auswählst.

4.2.2 Verwenden der eigenen Bibliothek

Nachdem du dich eine Weile mit ROBO Pro beschäftigt hast, wirst du sicherlich eigene Unterprogramme haben, die du häufiger verwendest. Damit du nicht jedes Mal die entsprechende Datei suchen und laden musst, kannst du auch eine eigene Unterprogrammbibliothek anlegen, die genauso funktioniert wie die vordefinierte Bibliothek. Die eigene Bibliothek besteht aus einer oder mehreren ROBO Pro Dateien, die alle in einem Ordner gespeichert sind. Für jede Datei in diesem Ordner wird in der Gruppenauswahl eine eigene Gruppe angezeigt.

In welchem Ordner du deine eigne Bibliothek speichern möchtest, kannst du im Menü **Datei** unter **Eigenes Bibliotheksverzeichnis** angeben. Das Standardverzeichnis für die eigene Bibliothek ist C:\Programme\ROBOPro\Eigene Bibliothek. Wenn du ein eigenes Benutzerverzeichnis auf deinem Computer hast, empfiehlt es sich dort einen eigenen Ordner dafür anzulegen und diesen zu verwenden.

> ***Tipp:*** Am Anfang kannst du den Ordner, in dem du auch deine ROBO Pro Programme speicherst, bei **Eigenes Bibliotheksverzeichnis** angeben. Dann hast du schnellen Zugriff auf alle Unterprogramme in allen Dateien in deinem Arbeitsordner.

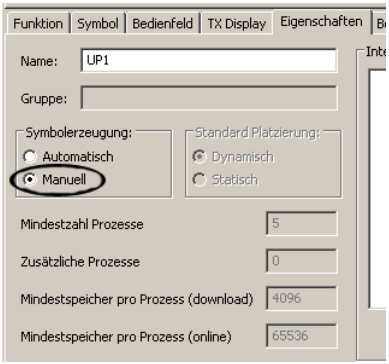
Organisieren deiner eigenen Bibliothek

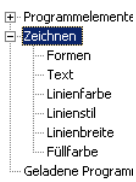
Es gibt in ROBO Pro keine speziellen Funktionen um eine Bibliothek zu ändern. Das geht aber trotzdem ganz einfach. Wenn du zu einer Bibliotheksgruppe Unterprogramme hinzufügen oder daraus entfernen möchtest, musst du zunächst einmal die entsprechende Datei laden. Du findest diese Datei in dem Verzeichnis, das du unter **Eigenes Bibliotheksverzeichnis** eingestellt hast. Nun kannst du zum Beispiel eine zweite Datei laden und aus dieser ein Unterprogramm aus der Gruppe **Geladene Programme** in das Hauptprogramm der Bibliothek ziehen. Bei einer Bibliothek ist das Hauptprogramm kein richtiges Programm, sondern lediglich eine Sammlung aller Unterprogramme der Bibliothek. Das Hauptprogramm selbst wird bei Bibliotheken im Elementfenster nicht angezeigt. Du kannst natürlich auch Unterprogramme aus einer Bibliothek löschen oder Unterprogramme verändern.

Wenn du eine Bibliotheksdatei verändert und gespeichert hast, musst du im Menü **Datei** den Menüpunkt **Eigene Bibliothek aktualisieren** auswählen. Dadurch wird die Dateiliste im Gruppenfenster aktualisiert.

4.3 Bearbeiten von Unterprogrammsymbolen

Wie du im vorigen Abschnitt gesehen hast, erzeugt ROBO Pro für deine Unterprogramme automatisch grüne Unterprogrammsymbole. Du kannst aber auch eigene Symbole zeichnen, die besser verdeutlichen, was deine Unterprogramme machen. Dazu musst du im Eigenschaftsfenster des Unterprogramms von automatischer auf manuelle Symbolerzeugung umschalten. Anschließend kannst du in der Funktionsleiste von **Eigenschaften** auf **Symbol** umschalten und dort das Unterprogrammsymbol bearbeiten. Zeichenfunktionen findest du im Elementgruppenfenster unter **Zeichnen**.

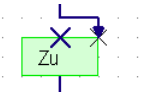




Unter **Zeichen / Formen** findest alle üblichen grafischen Grundelemente wie Rechteck, Kreis, Ellipse, Polygone und ähnliches. Unter **Zeichen / Text** findest du Textobjekte in verschiedenen Schriftgrößen. In den anderen Gruppen unter Zeichnen findest du Funktionen zum Ändern der Farbe und ähnlicher Eigenschaften ausgewählter Elemente. Die genaue Anwendung der Zeichenfunktionen ist in Kapitel 10 *Zeichenfunktionen* auf Seite 132 erklärt. Beachte auch die Funktionen im

Hauptmenü unter **Zeichnen**.

Du kannst auch die Anschlüsse des Unterprogramms verschieben, aber du kannst die Anschlüsse nicht löschen oder neue hinzufügen. Im Unterprogrammsymbol gibt es immer für jeden Unterprogrammeingang oder Unterprogrammausgang der Unterprogrammfunktion einen Anschluss. Die Anschlusselemente werden auch dann automatisch erzeugt, wenn du auf manuelle Symbolerzeugung umgeschaltet hast.



Sobald du das Symbolbearbeitungsfenster verlässt, werden alle Aufrufe des Unterprogramms im Hauptprogramm oder in anderen Unterprogrammen entsprechend angepasst. Bitte beachte, dass wenn du Anschlüsse eines Unterprogramms verschoben hast, bei den Aufrufen des Unterprogramms ein kleines Durcheinander entstehen kann, wenn die Anschlüsse schon angeschlossen waren. Die Endpunkte der Verbindungslinien enden dann unter Umständen nicht mehr auf dem richtigen Anschluss, was durch ein Kreuz am Linienendpunkt und am Anschluss angezeigt wird (siehe Bild). In der Regel reicht es aus, wenn du einmal mit der linken Maustaste irgendwo auf die Verbindungslinie klickst. Die Linie wird dann automatisch neu verlegt. Bei Unterprogrammen mit vielen Verbindungen kann es aber sein, dass du die Linie noch bearbeiten musst.

4.4 Tango

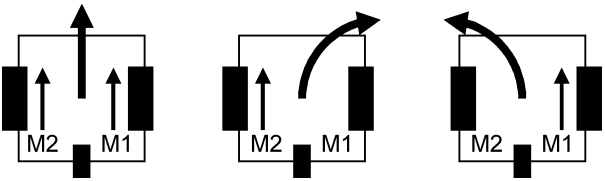
Bisher hast du nur recht einfache Programme kennen gelernt und wartest vielleicht schon sehnsüchtig auf neue Programmelemente und Möglichkeiten. Aber bevor wir uns im nächsten Kapitel mit Variablen und noch schwierigeren Dingen beschäftigen, wollen wir erst einmal sehen, was man mit den Programmelementen aus dem Level 2 so alles machen kann. Wie wäre es zum Beispiel wenn du deinem mobilen Roboter das Tango tanzen beibringen würdest? Für die Nerds[Σ] unter euch: Tango tanzt man nach Musik im 2/4 Takt. Der Grundschritt umfasst 8 Schritte in 3 Takten. Für den Herrn ist die Schrittfolge wie folgt:

- Ein langsamer Schritt vorwärts mit dem linken Fuß (1/4 Takt)
- Ein langsamer Schritt vorwärts mit dem rechten Fuß (1/4 Takt)
- Nun kommt der 4/8 Takte dauernde „Wiegeschritt“. Dabei bewegst du die Füße wenig bis gar nicht sondern verlagerst nur das Gewicht. Zunächst verlagerst du das Gewicht für 1/8 Takt auf den linken hinteren Fuß, dann für 1/8 auf den rechten vorderen Fuß und dann wieder für 1/8 auf den linken hinteren Fuß. Zum Abschluss des Wiegeschritts machst du eine Pause von 1/8 Takt.
- Als nächstes kommen drei schnelle Schritte: Zuerst machst du mit dem rechten Fuß einen kleinen Schritt rückwärts, so dass er wieder neben dem linken Fuß steht. Dann machst du mit dem linken Fuß einen Schritt zur Seite und schließlich stellst du den rechten Fuß wieder neben den linken Fuß. Diese drei Schritte dauern auch jeweils 1/8 Takt und werden wieder mit einer Pause von 1/8 Takt abgeschlossen.

Für die Dame ist die Schrittfolge symmetrisch, das heißt links und rechts sowie vorwärts und rückwärts sind vertauscht. Das ganze wiederholst du solange bis die Musik zu Ende ist, du an die Grenzen des Raumes stößt oder es dir langweilig wird. In den letzten beiden Fällen solltest du einen Tanzlehrer um Rat fragen.

[Σ] „Nerd“ ist Englisch und bezeichnet jemanden der ohne Taschenrechner nicht aus dem Haus geht und lieber seinem Mathematiklehrer erklärt wie man es richtig macht als tanzen zu gehen.

Nun aber wieder zurück zur Robotik. Vielleicht hast du ja einen fischertechnik Baukasten für mobile Roboter. Die Roboter aus diesen Kästen haben meistens zwei Antriebsräder mit je einem unabhängigen Motor. Die Lenkung erfolgt bei diesen Robotern ähnlich wie bei Kettenfahrzeugen. Wenn sich beide Antriebsmotoren in die gleiche Richtung drehen fährt der Roboter geradeaus. Wenn ein Motor steht fährt der Roboter eine Kurve.



Natürlich kann man mit diesen Robotern auch rückwärts geradeaus und um die Kurve fahren. Wenn sich die beiden Antriebsmotoren in entgegen gesetzte Richtung drehen, dreht sich der Roboter auf der Stelle. Versuchen wir nun die Tango-Schrittfolge in Raddrehungen zu übersetzen. Ein 1/4 Takt soll dabei eine Radumdrehung dauern. Wir erhalten dann:

- Linkes Rad 1 Umdrehung vorwärts (üblicher Weise Motor M2 links).
- Rechtes Rad 1 Umdrehung vorwärts (üblicher Weise Motor M1 links).

Nun kommt der „Wiegeschritt“. Aber den Körper bewegen ohne die „Füße“ zu bewegen kann unser Roboter natürlich nicht. Auch der Seitenschritt im 3. Takt ist für einen Roboter ziemlich schwierig. Wir machen daher im 2. Takt eine leichte Drehung nach links und fahren dann im 3. Takt ein kleines Stück gerade aus um den Seitenschritt zu simulieren. Für den 2. Takt ergibt sich:

- Linkes Rad ½ Umdrehung zurück (üblicher Weise Motor M2 rechts).
- Rechtes Rad ½ Umdrehung vorwärts.
- Linkes Rad ½ Umdrehung zurück.

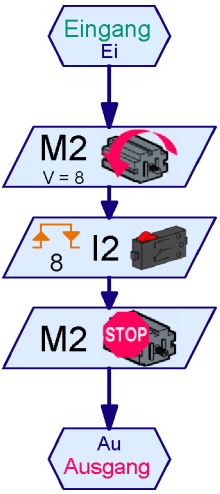
Sowohl bei „links rückwärts“ als auch bei „rechts vorwärts“ dreht sich der Roboter nach links. Im 3. Takt machen wir nun folgendes:

- Rechtes Rad ½ Umdrehung rückwärts.
- Geradeaus ½ Umdrehung vorwärts.
- Rechtes Rad rückwärts und linkes Rad vorwärts für ½ Umdrehung.

Wir drehen den Roboter also erst wieder ein klein wenig nach rechts, fahren dann geradeaus (in Richtung vorne links) um den Seitenschritt nach links zu simulieren und drehen den Roboter dann wieder gerade.

Nun Versuchen wir, diese Schrittfolge in ROBOPro umzusetzen. Je nachdem ob du einen TX-Controller mit Encodermotoren, oder ein Modell mit Impulstastern verwendest, sieht die Umsetzung etwas anders aus. Die beiden Fälle sind getrennt in den folgenden beiden Abschnitten behandelt: 4.4.1 *Motorsteuerung mit Impulstastern* auf Seite 38 und 4.4.2 *Motorsteuerung mit Encodermotoren* auf Seite 41.

4.4.1 Motorsteuerung mit Impulstastern



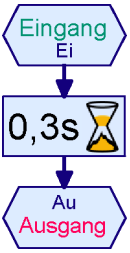
Am besten fängst du mit Unterprogrammen für die einzelnen Schritte an. Ein Unterprogramm für den ersten Schritt „Linkes Rad 1 Umdrehung“ ist rechts abgebildet. Üblicher Weise ist der Antriebsmotor für das linke Rad am Interfaceausgang M2 und der zugehörige Impulsschalter am Interfaceeingang I2 angeschlossen, wobei links herum vorwärts ist.

Für den ersten Schritt schaltest du den Motor M2 links herum ein (volle Geschwindigkeit) und wartest dann 8 Halbimpulse am Eingang I2. 8 Halbimpulse heißt, dass du sowohl 0➔1 als 1➔0 Flanken zählst. Du kannst das im Eigenschaftsfenster des Impulszähler Elements auswählen. 8 Halpimpulse entsprechen bei vielen Modellen einer Radumdrehung. Je nach Übersetzung und Anordnung der Impulsschalter kann das aber auch anders sein, zum Beispiel 16 Halbimpulse pro Umdrehung.

Sobald die 8 Impulse eingegangen sind, schaltest du den Motor M2 wieder aus und das Unterprogramm ist beendet. Dieses Unterprogramm kannst du zum Beispiel „Links 1/4“ nennen.

Für die weiteren Schritte brauchst du noch folgende Unterprogramme:

- Rechts 1/4 (Wie Links 1/4 mit M1 und I1 statt M2 und I2)
- Links 1/8R (Wie Links 1/4, aber 4 statt 8 Halbimpulse und rückwärts also Motor rechts herum)
- Rechts 1/8 (Wie Rechts 1/4, aber 4 statt 8 Halbimpulse)
- Rechts 1/8 R (Wie Rechts 1/8, aber rückwärts, also Motor rechts herum)



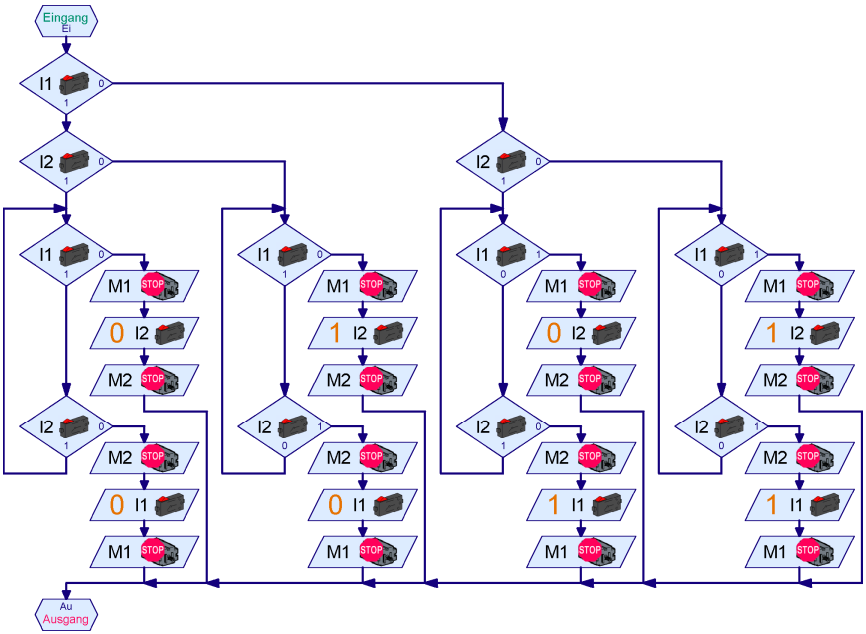
Die 1/8 Pausen kannst du natürlich nicht über Impulszähler abwarten, weil sich in den Pausen ja kein Rad bewegt. Wir verwenden stattdessen eine Verzögerungszeit. Bei den Standardmodellen aus den ROBO Mobile Set entsprechen 4 Halbimpulse etwa 0,3 Sekunden. Ja nach Übersetzung und Motor kann das bei deinem Modell aber auch anders sein. Erstelle auch ein Unterprogramm für die 1/8 Pause. Das Unterprogramm enthält, vom Unterprogramm Ein- und Ausgang einmal abgesehen, zwar nur ein einziges Programmelement, aber du benötigst die Pause zweimal. Wenn du ein Unterprogramm dafür anlegst kannst du die Pausenzeit leichter ändern.

Du wirst nun vielleicht einwenden, dass wir für die Schritte auch eine Verzögerungszeit und keine Impulszähler verwenden sollten. Das Problem, die Pausenzeit and die Schrittzeit anzupassen, gäbe es dann nicht. Der Nachteil wäre aber, dass sich der rechte und der linke Motor nie ganz gleich schnell drehen und der Roboter daher nicht reproduzierbare Formen tanzen würde. Wenn man die Impulsschalter verwendet ist dagegen sicher gestellt, dass sich beide Räder immer genau die gleiche Strecke bewegen, auch wenn der Akku einmal leer wird oder ein Rad mal ein bisschen schwerer geht als das andere.

Nun fehlen uns nur noch die Unterprogramme für den geraden 1/8 Schritt und die 1/8 Drehung auf der Stelle. Das sollte eigentlich genauso gehen wie die anderen Schritte, nur dass man statt einem Motor zwei Motoren einschaltet. Die einzige Frage ist, wie man das mit den Impulsschaltern macht. Einfach zwei Impulszähler hintereinander setzen geht nicht. Das Programm würde dann erst 4 Halbschritte des einen Motors und dann 4 Halbschritte des anderen Motors abwarten. Nur auf

einen der beiden Motoren zu warten käme der Sache schon näher, aber dann gäbe es Probleme wenn sich beide Motoren nicht genau gleich schnell drehen würden. Die beste Lösung ist beide Motoren zu starten und dann zu warten bis sich einer der Impulsschalter ändert. Man stoppt dann sofort den Motor, dessen Impulsschalter sich geändert hat, und wartet dann bis sich der zweite Impulsschalter ändert und man den zweiten Motor stoppen kann. Das Ganze ist leider etwas kompliziert, weil man nicht weiß, ob die Impulsschalter am Anfang offen oder geschlossen sind. Nachdem es zwei Impulsschalter sind, gibt es da insgesamt vier Möglichkeiten. Zum Glück gibt es für diese Funktion aber bereits ein fertiges Unterprogramm aus der Bibliothek. Erstelle ein Unterprogramm „Gerade 1/8“ und füge das Unterprogramm „SyncSchritt“ aus der gleichnamigen Bibliothek im Ordner „ROBO Mobile Set“ ein. Wenn Du nicht mehr weißt, wie das geht, schaue bitte im Kapitel 4.2 *Die Unterprogrammbibliothek* auf Seite 34 nach.

Für die Wissbegierigen unter Euch wird nun auch noch das unten abgebildete Unterprogramm „SyncSchritt“ kurz erklärt. Wem der Anblick des Unterprogramms genügt, kann gerne den folgenden Absatz und die Aufgabe überspringen. Es ist völlig in Ordnung ein Unterprogramm zu verwenden, ohne dass man versteht wie es funktioniert –- solange man versteht was es tut.

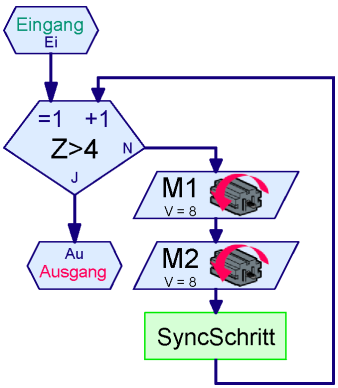


Das Unterprogramm fragt zunächst die Zustände der beiden Impulsschalter I1 und I2 ab. Je nachdem ob I1 und I2 0 oder 1 sind, springt das Unterprogramm in 4 verschiedene Programmzweige. Der Zweig ganz links ist für den Fall in dem I1 und I2 am Anfang den Wert 1 haben. Das Unterprogramm muss dann logischer Weise darauf warten dass I1 oder I2 den Wert 0 bekommen. Dies wird in der Schleife mit den zwei Verzweigungselementen gemacht. Solange I1 und I2 den Wert 1 haben, dreht sich das Programm im Kreis. Sobald aber einer der beiden Eingänge 0 wird, wird sofort der betreffende Motor ausgeschaltet. Das Unterprogramm wartet dann mit einem „Warten auf Eingang“ Element bis der zweite Eingang 0 wird, und schaltet dann den zweiten Motor ab. Die Schleife in der auf beide Eingänge gewartet wird ist notwendig, da man ja nicht weiß, welcher der beiden Motoren sich schneller dreht und welcher der Impulsschalter sich somit schneller ändert. Die anderen 3 Zweige funktionieren genau so, gehen aber von einem anderen Anfangszustand

aus, und Warten daher auf den jeweils dem Anfangszustand entgegen gesetzten Endzustand. Im zweiten Zweig von links ist zum Beispiel am Anfang I1=1 und I2=0, wie du leicht nachprüfen kannst, indem du den Weg durch die ersten beiden Verzweigungselemente verfolgst. Der zweite Zweig wartet also darauf, dass I1=0 und I2=1 werden. Falls du das Programm selber schreiben möchtest, musst du sehr genau aufpassen, was die Anfangswerte der Impulsschalter in jedem Zweig sind, und worauf du dementsprechend warten musst.

Wenn du schon etwas in dem nachfolgenden Kapitel über Variablen geblättert hast, versuche einmal ein Unterprogramm mit gleicher Funktion mit Variablen zu schreiben. Das ist einfacher, weil du am Anfang den Wert der beiden Impulsschalter mit = Befehlselementen in zwei Variablen speichern kannst und nur einen Programmzweig benötigst, in dem du den aktuellen Wert der Eingänge mit den Variablenwerten vergleichen kannst.

So, nun aber zurück zum Tango: Der Zweck des SyncSchritt Unterprogramms bestand darin ein Unterprogramm „Gerade 1/8“ zu schreiben, das 4 Halbschritte geradeaus fährt. Wenn man die Motoren M1 und M2 startet und dann das SyncSchritt Unterprogramm ausführt, werden die Motoren nach einem Halbschritt wieder gestoppt. Du musst das ganze also 4 mal machen, und das geht am besten mit einem Schleifenelement.

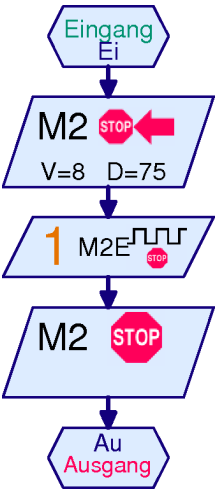


Wenn Du sehr gut aufgepasst hast, machst du dir nun vielleicht Sorgen darüber, dass die Motoren am Ende des SyncSchritt Unterprogramms ausgeschaltet werden, und danach gleich wieder eingeschaltet werden. Bei dem langsameren der beiden Motoren ist eine sehr kurze Pause zwischen aus- und einschalten, die notwendig ist um die Geschwindigkeiten der beiden Motoren einander anzugleichen. Das ist für die Motoren aber unschädlich. Tatsächlich regelt das Interface die Motorgeschwindigkeit auch durch ständiges aus- und einschalten. Man nennt das PWM (PulsWeiten-Modulation). Bei dem schnelleren Motor geht das Aus- und Einschalten dagegen so schnell, dass der Motor gar nichts davon merkt. Man könnte in dem SyncSchritt Unterprogramm aber auch darauf verzichten den zweiten Motor auszuschalten, und beide Motoren ausschalten sobald die Schleife beendet ist. Auch beim Programmieren führen oft verschiedene Wege zum Ziel.

Probiere aus, ob ein Roboter mit dem SyncSchritt Unterprogramm wirklich besser geradeaus fährt, als wenn du beide Motoren einfach eine bestimmte Zahl von Impulsen einschaltest.

Das letzte Unterprogramm, das wir noch benötigen, soll den Roboter 4 Halbschritte lang auf der Stelle nach rechts drehen. Interessanter Weise kannst du dafür das exakt gleiche „SyncSchritt“ Unterprogramm verwenden, wie für das „Gerade 1/8“ Unterprogramm. Das „SyncSchritt“ Unterprogramm stoppt nämlich nur die Motoren, und der Stopp Befehl hängt nicht von der Drehrichtung ab. Du startest Motor M1 in der Schleife einfach mit Drehrichtung rechts statt links. Die Impulsschalter sind auch unabhängig von der Drehrichtung. Egal ob sich die Motoren links oder rechts drehen, die Impulsschalter wechseln immer von 0➔1 und von 1➔0. Um das Unterprogramm „Dreh 1/8“ zu erstellen brauchst du also nur das Unterprogramm „Gerade 1/8“ zu kopieren und die Drehrichtung zu ändern.

4.4.2 Motorsteuerung mit Encodermotoren



Am besten fängst du mit Unterprogrammen für die einzelnen Schritte an. Ein Unterprogramm für den ersten Schritt „Linkes Rad 1 Umdrehung“ ist rechts abgebildet. Üblicher Weise ist der Antriebsmotor für das linke Rad am Interfaceausgang M2 und der zugehörige Impulsschalter am Interfaceeingang I2 angeschlossen, wobei links herum vorwärts ist.

Für den ersten Schritt schaltest du den Motor M2 links herum ein (volle Geschwindigkeit) und wartest dann 75 Vollimpulse am Eingang C2. 75 Vollimpulse heißt, dass du 75 mal auf den Wechsel 0➔1 gefolgt von dem Wechsel 1➔0 wartest. Für Encodermotoren gibt es das Element **Erweiterte Motorsteuerung**, das den Motor startet und nach einer vorgegeben Zahl von Impulsen wieder stoppt. Dazu wählst du im Eigenschaftsfenster als **Aktion Abstand** aus und gibst unter **Distanz** 75 Impulse ein.

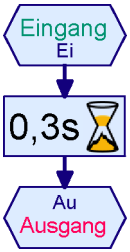
Das Element wartet jedoch nicht darauf, dass der Motor sein Ziel erreicht. So könnte das Programm andere Dinge tun, während der Motor läuft. In diesem Fall wollen wir jedoch nur warten, bis der Motor sein Ziel erreicht hat. Dazu gibt es für jeden Motorausgang einen eigenen „Ziel erreicht“ Eingang. Für Motor M2 ist das der Eingang **M2E**.

Ein Encodermotor benötigt übrigens zwei Anschlüsse am TX-Controller: einen Motorausgang M1 bis M4 und einen Zählereingang C1 bis C4. Ein Encodermotor verwendet immer den Zählereingang mit der gleichen Nummer wie der Motorausgang. Deswegen kann man die Zählernummer im Eigenschaftsfenster der erweiterten Motorsteuerung nicht einstellen.

Nachdem der Motor sein Ziel erreicht hat, muss die **Aktion Abstand** noch gelöscht werden, weil die Motorsteuerung den Motor anhält, wenn er sein Ziel erreicht hat. Der Motor reagiert dann nicht mehr auf normale Motorbefehle wie Links oder Rechts. Dazu verwendest du wieder die **Erweiterte Motorsteuerung**, diesmal mit der **Aktion Stopp**. Das ist aber nur nötig, wenn du den Motor mit dem normalen Motorelement steuern möchtest. Auf Aktionen der **Erweiterten Motorsteuerung** reagiert der Motor auch ohne **Aktion Stopp**.

Für die weiteren Schritte brauchst du noch folgende Unterprogramme:

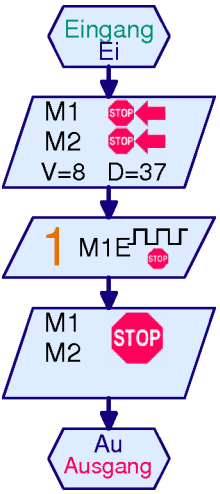
- Rechts 1/4 (Wie Links 1/4 mit M1 und M1E statt M2 und M2E)
- Links 1/8R (Wie Links 1/4, aber 37 statt 75 Impulse und rückwärts also Motor rechts herum)
- Rechts 1/8 (Wie Rechts 1/4, aber 37 statt 75 Halbimpulse)
- Rechts 1/8 R (Wie Rechts 1/8, aber rückwärts, also Motor rechts herum)



Die 1/8 Pausen kannst du natürlich nicht über Impulszähler abwarten, weil sich in den Pausen ja kein Rad bewegt. Wir verwenden stattdessen eine Verzögerungszeit. Bei den Standardmodellen aus dem ROBO TX Training Lab entsprechen 37 Impulse etwa 0,3 Sekunden. Ja nach Übersetzung und Motor kann das bei deinem Modell aber auch anders sein. Erstelle auch ein Unterprogramm für die 1/8 Pause. Das Unterprogramm enthält, vom Unterprogramm Ein- und Ausgang einmal abgesehen, zwar nur ein einziges Programmelement, aber du benötigst die Pause zweimal. Wenn du ein Unterprogramm dafür anlegst kannst du die Pausenzeit leichter ändern.

Du wirst nun vielleicht einwenden, dass wir für die Schritte auch eine Verzögerungszeit und nicht die erweiterte Motorsteuerung verwenden sollten. Das Problem, die Pausenzeit und die Schrittzeit anzupassen, gäbe es dann nicht. Der Nachteil wäre aber, dass sich der rechte und der linke Motor nie ganz gleich schnell drehen und der Roboter daher nicht reproduzierbare Formen tanzen würde. Wenn man die erweitere Motorsteuerung verwendet ist dagegen sicher gestellt, dass sich beide Räder immer genau die gleiche Strecke bewegen, auch wenn der Akku einmal leer wird oder ein Rad mal etwas schwerer geht als das andere.

Nun fehlen uns nur noch die Unterprogramme für den geraden 1/8 Schritt und die 1/8 Drehung auf der Stelle. Die erweiterte Motorsteuerung bietet auch die Möglichkeit zwei Motoren gleichzeitig anzusteuern. Dafür gibt es die Aktionen **Synchron** und **Synchron Distanz**. Die Aktion **Synchron** sorgt dafür, dass sich zwei Encodermotoren genau gleich schnell drehen. Damit erreichst du, dass dein Roboter recht genau geradeaus fährt. Ganz genau geradeaus geht es aber auch mit Encodermotoren nicht, weil die Räder immer etwas Schlupf haben. In unserem Fall sollen sich M1 und M2 über eine Distanz von 75 Impulsen gleich schnell drehen. Dafür verwendest du die Aktion **Synchron Distanz**. Bei synchron gekoppelten Motoren wird das Ziel erreicht Signal für beide Motoren erst dann gesetzt, wenn beide Motoren ihr Ziel erreicht haben. Daher reicht es aus, auf eines der beiden Ziel erreicht Signale zu warten. Vergiss nicht, am Ende beide Motoren wieder zu stoppen!



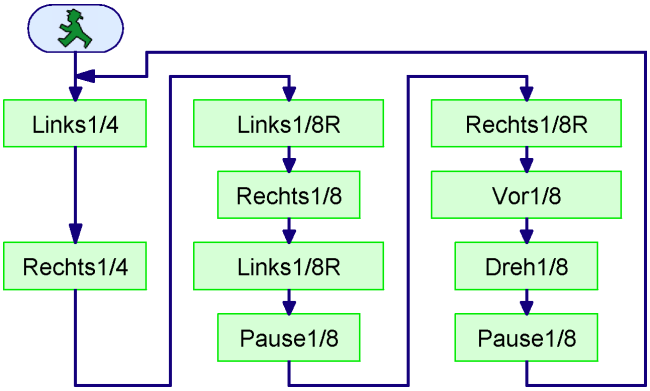
Probiere aus, ob ein Roboter mit der Aktion Synchron Distanz wirklich besser geradeaus fährt, als wenn du beide Motoren getrennt mit der Aktion Distanz ansteuerst.

Das letzte Unterprogramm, das wir noch benötigen, soll den Roboter 37 Impulse lang auf der Stelle nach rechts drehen. Auch dafür verwendest du die erweiterte Motorsteuerung mit der Aktion **Synchron Distanz**, wobei sich für das Unterprogramm „Dreh 1/8“ beide Motoren in unterschiedliche Richtungen drehen. Denke darüber nach, wie rum sich M1 und M2 drehen müssen, damit sich das Modell auf der Stelle nach rechts dreht.

4.4.3 Tango Hauptprogramm

Nachdem du nun alle Unterprogramme zusammen hast, kannst du dich an das Hauptprogramm machen. Das ist nun gar nicht mehr schwer. Wie das Hauptprogramm aussehen könnte, siehst du oben auf der nächsten Seite.

Das dargestellte Hauptprogramm führt die Tango Schritte endlos in einer Schleife aus. Versuche eine Zählschleife zu verwenden um die ganze Tango-Sequenz 5 mal in einer Schleife auszuführen. Kopiere dazu den Inhalt des Hauptprogramms mit Bearbeiten/Kopieren und Bearbeiten/Einfügen in ein neues Unterprogramm und füge einen Unterprogramm Ein- und Ausgang hinzu. Dieses Unterprogramm kannst du dann in der Schleife 5 mal ausführen.



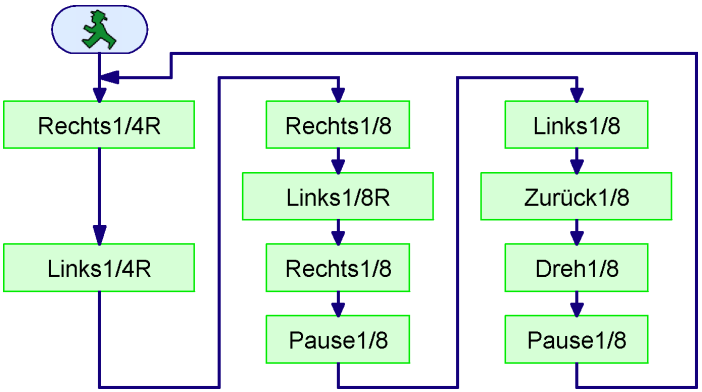
Das fertige Tango Programm findest du im ROBOPro Installationsverzeichnis unter:

Beispielprogramme\Handbuch\Tango Encodermotor\TangoSolo.rpp

Beispielprogramme\Handbuch\Tango Impulsschalter\TangoSolo.rpp

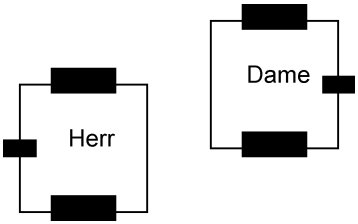
Falls du einen geeigneten Roboter hast, probiere dein selbst geschriebenes Programm oder das fertige Programm doch einmal aus.

Nun denkst du vielleicht: ist ja ganz nett, aber zum Tanzen gehören eigentlich zwei. Ein Programm zu schreiben, das den zum Herrenschritt passenden Damenschritt ausführt ist aber nicht schwer. Du musst dazu nur links und rechts und vorwärts und rückwärts vertauschen. Lade zunächst dein Programm für den Herrenschritt und speichere es unter einem neuen Namen, zum Beispiel **TangoSoloDame.rpp**. Ändere nun die Unterprogramme, zum Beispiel **Links 1/4** in **Rechts 1/4 R**. Du musst dazu M2 in M1 ändern und die Drehrichtung von links nach rechts. Den Namen des Unterprogramms kannst du ändern, indem du auf den Reiter **Eigenschaften** klickst, und dort einen neuen Namen eingibst. Der Name ändert sich auch automatisch im Hauptprogramm, wo das Unterprogramm aufgerufen wird.



Das Unterprogramm **Dreh 1/8** ändert sich nicht. Kannst du dir denken warum? Vertausche in **Dreh 1/8** links und rechts (M1 und M2 im Unterprogramm) und vorwärts und rückwärts (Motor links/rechts) und vergleiche das ursprüngliche Unterprogramm mit dem geänderten Unterprogramm.

Falls du zwei mobile Roboter hast, lade nun in einen das **TangoSolo.rpp** Programm und in den anderen das **TangoSoloDame.rpp** Programm. Wenn du nur einen Roboter hast, kannst du das vielleicht mit jemandem, der auch einen Roboter hat, zusammen ausprobieren. Beim Download solltest du angeben, dass das Programm über den Taster am Interface gestartet wird. Stelle nun beide Roboter wie auf der Zeichnung unten leicht versetzt gegenüber, und starte beide Roboter gleichzeitig über einen kurzen Druck auf den Start Taster (TX-Controller) oder den PROG Taster (Robo Interface) an beiden Interfaces.

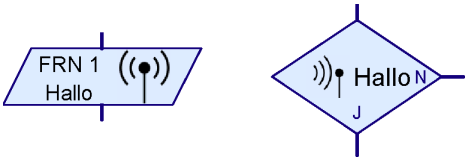


Wenn du beide Roboter einigermaßen gleichzeitig gestartet hast, werden beide eine Weile schön im Takt miteinander Tango tanzen. Weil jedoch die Motoren und Akkus nicht genau gleich sind, drehen sich die Motoren nicht genau gleich schnell und über kurz oder lang kommen die Roboter merklich aus dem Takt. Wie man es schafft, dass beide Roboter auch über längere Zeit im Takt bleiben, erfährst du im nächsten Abschnitt.

4.5 Tango 2: Kommunikation über Bluetooth oder RF Data Link

Um im Takt zu bleiben müssen sich die beiden Tango-Roboter „absprechen“. Der TX-Controller hat ein integriertes Bluetooth Funkgerät. Für das Robo Interface gibt es als Zubehör das ROBO RF Data Link. Das ROBO RF Data Link besteht aus zwei Funkmodulen. Das Interface-Funkmodul wird als Platine direkt in das ROBO Interface eingebaut, das PC-Funkmodul im roten Gehäuse wird über USB an den PC angeschlossen. Bisher hast du Funkverbindungen vermutlich nur dazu verwendet um deine mobilen Roboter per Funk, also ohne Kabelverbindung, online steuern zu können. Mit Bluetooth und RF Data Link kann aber noch mehr machen: zwei Roboter können Nachrichten austauschen und so miteinander kommunizieren.

Im Level 2 gibt es unter **Programmelemente** eine Untergruppe **Senden, Empfangen** mit zwei Elementen. Das linke Element im Bild ist der Sender, das rechte Element der Empfänger.



Das abgebildete Sendeelement sendet die Nachricht **Hallo** an den TX-Controller oder das ROBO Interface (im folgenden nur noch TX-Controller) mit der Funkrufnummer 1, abgekürzt FRN 1. Die Funkrufnummer ist eine Art Telefonnummer, mit der angegeben wird, an welchen Controller die Nachricht geschickt wird. Mehr dazu erfährst du im folgenden Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** *Funkeinstellungen für das Robo Interface* auf Seite **Fehler! Textmarke nicht definiert.** und 4.5.2 *Bluetooth Einstellungen für den TX-Controller* auf Seite 52.

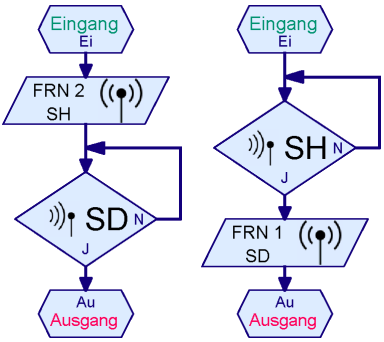
Der Empfänger rechts im Bild funktioniert wie eine Programmverzweigung: Wenn die Nachricht **Hallo** empfangen wurde, verzweigt das Element zum Ja Ausgang **J**, anderenfalls zum Nein Ausgang **N**.

Nehmen wir einmal an das Senderelement wird von einem Programm auf dem Controller mit der Funkrufnummer (Telefonnummer) 2 aufgerufen. Es schickt dann über Funk die Nachricht **Hallo** an das Interface mit der Funkrufnummer 1, weil das im Sender als Ziel angegeben ist. Das Interface mit der Funkrufnummer 1 merkt sich, dass eine Nachricht Hallo empfangen worden ist. Wenn auf diesem Interface das nächste Mal ein Empfängerelement fragt, ob eine Nachricht **Hallo** eingetroffen ist, ist die Antwort Ja, danach wieder Nein bis eine weitere Nachricht **Hallo** eingetroffen ist. Der Empfänger kann nicht unterscheiden, von welchem Interface die Nachricht gesendet worden ist†. Um das unterscheiden zu können, musst du unterschiedliche Nachrichten senden.

Die Nachricht ist ein beliebiges Wort wie im Beispiel **Hallo**. Allerdings werden aus technischen Gründen nur die ersten drei Buchstaben oder Ziffern der Nachricht berücksichtigt. Du kannst mehr als drei Zeichen angeben, aber Hallo, Halali oder Halde stehen alle für die gleiche Nachricht, weil alle mit ‚Hal' anfangen. Groß- und Kleinschreibung und Sonderzeichen (Leerzeichen, !?,% und ähnliches) werden ebenfalls nicht unterschieden. XY! Und XY? stehen auch für die gleiche Nachricht. Ziffern werden aber unterschieden, so dass XY1 und XY2 unterschiedliche Nachrichten sind.

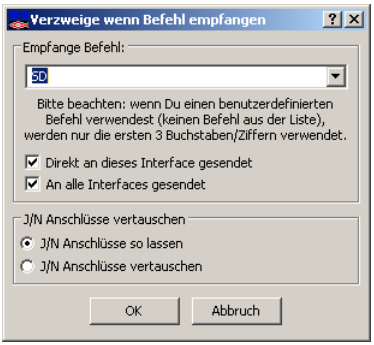
Hallo = Halali

Die Synchronisation der beiden Tango Roboter mit dem Sender und Empfänger Element ist nun gar nicht schwer. Am Anfang des Schrittzyklus sendet der eine Roboter eine „Wollen wir tanzen" Nachricht und der andere Roboter eine „Ja, lass uns tanzen" Nachricht und schon geht es los. Da die Nachrichten ja nicht so lang sein sollen, nennen wir sie SH für „Synchronisation Herr" und SD für „Synchronisation Dame". Rechts sind zwei Unterprogramme für die Synchronisation abgebildet. Das linke Unterprogramm wird vom „Herrn" Roboter mit der Funkrufnummer 1 ausgeführt und sendet zunächst eine SH Nachricht an die „Dame" mit der Funkrufnummer 2. Anschließend wartet der „Herr" auf eine SD Nachricht von der „Dame".



Rechts ist das Eigenschaftsfenster des Senderelements abgebildet. Unter **Sende Befehl** kannst du einen Befehl (eine Nachricht) aus der Liste auswählen oder einen eigenen Befehl eingeben. Unter **Zielinterface** kannst du auswählen ob der Befehl an ein Interface mit einer bestimmten Funkrufnummer oder an alle Interfaces geschickt werden soll.

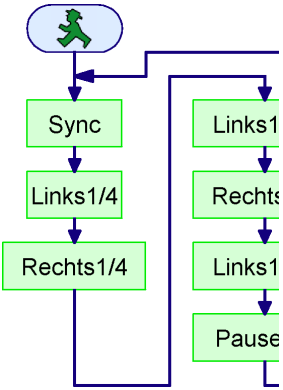
† Ab dem Level 4 gibt es zu diesem Zweck Empfängergruppen.


Verzweige wenn Befehl empfangen
Empfange Befehl:
SD
Bitte beachten: wenn Du einen benutzerdefinierten Befehl verwendest (keinen Befehl aus der Liste), werden nur die ersten 3 Buchstaben/Ziffern verwendet.
Direkt an dieses Interface gesendet
An alle Interfaces gesendet
J/N Anschlüsse vertauschen
J/N Anschlüsse so lassen
J/N Anschlüsse vertauschen
OK
Abbruch

Links siehst du das Eigenschaftsfenster des Empfängerelements. Wie beim Sender kannst du einen Befehl (eine Nachricht) auswählen. Dann musst du noch auswählen, ob der Empfänger nur auf Befehle reagiert, die direkt an das Interface gesendet worden sind, also mit einer bestimmten Funkrufnummer, oder auf Befehle, die an alle Interfaces gesendet worden sind. Du kannst auch beides auswählen. Schließlich kannst du noch wie bei jedem Verzweigungselement die Ja und Nein Anschlüsse vertauschen.

Bisher haben wir immer von „Nachrichten“ gesprochen. In den Eigenschaftsfenstern des Senders und Empfängers und später im Level 3 wird aber der Begriff „Befehl“ verwendet. Aus Sicht der Datenübermittlung ist das das Gleiche. Ob eine Nachricht ein Befehl ist, hängt von der Interpretation, und nicht von der Art der Übermittlung ab. Im Level 3 wirst du sehr viel mit Nachrichten zu tun haben, die zum Beispiel Befehle zur Steuerung eines Motors oder einer Variable sind. Daher wird in ROBOPro für Nachrichten allgemein der Begriff „Befehl“ verwendet.

Füge nun in die Programme **TangoSolo.rpp** und **TangoSolo-Dame.rpp** jeweils eines der auf der vorigen Seite abgebildeten Synchronisationsunterprogramme ein. Nenne die Unterprogramme **Sync**. Du kannst die Unterprogramme natürlich auch so schreiben, dass die „Dame“ den „Herrn“ zum tanzen auffordert. Das Unterprogramm rufst du wie im Bild rechts im Hauptprogramm jeweils zu beginn des Schrittzyklus auf. Du findest die fertigen Programme im Installationsverzeichnis von ROBOPro unter



Beispielprogramme\Handbuch\Tango Encodermotor
Beispielprogramme\Handbuch\Tango Impulsschalter

TangoSyncHerr.rpp
TangoSyncDame.rpp

ROBO-IF

Lade die beiden Programme in je einen Roboter und starte die Programme. Mit dem Robo Interface und dem Data Link wirst du feststellen, dass die Roboter nur tanzen, wenn das Programm auf der „Dame“ zuerst gestartet wird. Das liegt daran, dass der „Herr“ als erstes eine Nachricht **SH** schickt, und die „Dame“ auf diese Nachricht wartet. Wird der „Herr“ zuerst gestartet, geht die Nachricht ins Leere und die „Dame“ wartet und wartet und wartet .... Wird dagegen die „Dame“ zuerst gestartet wartet sie bereits auf die **SH** Nachricht wenn der „Herr“ gestartet wird. Das ist natürlich etwas unpraktisch, insbesondere wenn man vergessen hat welcher der Roboter der „Herr“ und wer die „Dame“ ist.

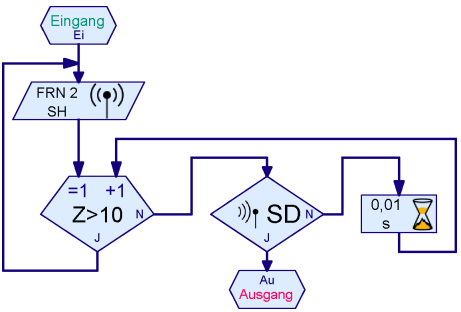
TX-Controller

Mit dem TX-Controller gibt es dieses Problem nicht, weil der Herr die Nachricht erst sendet, wenn die Bluetooth-Funkverbindung zur Dame aufgebaut worden ist.

Aber kann man da nicht auch für das Robo Interface etwas machen?

ROBO-IF

Ganz einfach: Der „Herr“ muss seine Aufforderung zum Tanzen so lange wiederholen, bis die Dame antwortet. Jedes mal, wenn der „Herr“ die Nachricht gesendet hat, wartet er eine Weile ob von der „Dame“ eine Antwort kommt. Im Beispiel rechts sendet der „Herr“ die Nachricht **SH** und wartet in einer Schleife dann 10 mal 0,01 Sekunden, insgesamt also 1/10 Sekunde, ob die „Dame“ antwortet. Wenn die „Dame“ in dieser Zeit nicht antwort, sendet der „Herr“ nochmals **SH**.



ROBO-IF

Da fragst dich nun vielleicht warum der Herr nicht einfach in einer Schleife eine **SH** Nachricht senden und sofort nachsehen kann ob er eine **SD** Nachricht erhalten hat. Das liegt daran, dass die Übertragung der Nachricht von „Herr“ zu „Dame“ 1/100 bis 2/100 Sekunden dauert. Der Rückweg dauert die gleiche Zeit. Selbst wenn das Programm auf der „Dame“ schon läuft, dauert also bis zu 4/100 Sekunden bis die Antwort da ist. In dieser Zeit könnte der Herr eine Menge **SH** Nachrichten senden, die alle an die „Dame“ übermittelt werden würden. Für die erste Synchronisation spielt das zwar keine Rolle, aber die überschüssigen **SH** Nachrichten würden im Empfängerelement im Damenprogramm gespeichert bleiben. Zu Beginn des nächsten Schrittzyklus hätte die „Dame“ dann schon eine **SH** Nachricht empfangen ohne dass der „Herr“ eine neue Nachricht gesendet hätte. Die „Dame“ würden dann nicht mehr auf den „Herrn“ warten. Daher sollte der „Herr“ ausreichend lange warten, bevor eine Nachricht wiederholt.

ROBO-IF

Der „Herr“ könnte natürlich auch nach dem Senden 1/10 Sekunde warten und dann erst nachsehen, ob er eine Antwort empfangen hat. In einer Schleife 10 mal 1/100 Sekunde zu warten hat aber den Vorteil, dass der „Herr“ fast sofort das Programm fortsetzen kann, wenn er die Antwort von der „Dame“ erhalten hat. Probiere nun aus, ob das Programm besser funktioniert, wenn du in **TangoSyncHerr.rpp** das **Sync** Unterprogramm wie oben beschrieben veränderst. Die Roboter sollten nun immer starten sobald das Programm auf dem zweiten Roboter gestartet wird, unabhängig davon welcher Roboter zuerst gestartet wird.

Wenn du deine Roboter tanzen lässt, bis einer der Akkus leer wird, reicht die Synchronisation einmal je Schrittzyklus nicht mehr aus. Die Roboter synchronisieren sich zwar am Anfang jedes Schrittzyklus, aber sie laufen während des Zyklus merkbar auseinander, wenn einer der Akkus an seine Grenzen kommt. Es ist besser eine zusätzliche Synchronisation nach jedem Schritt einzubauen. Hier ist aber klar, dass beide Programme laufen, so dass du auf die Wiederholung verzichten kannst. Damit die Anfangssynchronisation und die Schrittsynchronisation nicht durcheinander kommt, solltest du dafür zwei verschiedene Unterprogramme **Sync1** und **Sync2** verwenden, die unterschiedliche Nachrichten verwenden, zum Beispiel **SH1**, **SD1** und **SH2**, **SD2**. Die fertigen Programme findest du im Installationsverzeichnis von ROBOPro unter

Beispielprogramme\Handbuch\Tango Encodermotor
Beispielprogramme\Handbuch\Tango Impulsschalter

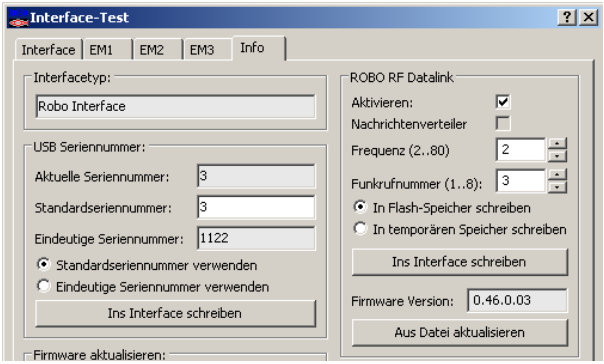
TangoHerr.rpp
TangoDame.rpp

Du findest dort ein Programm **TangoNachrichtenMonitor.rpp**. Wenn du über einen dritten TX-Controller oder ein drittes Interface mit ROBO RF Data Link Modul verfügst, kannst du dieses Programm im Online Modus starten, während die beiden Tango Roboter tanzen. Das Programm zeigt am Bildschirm an was für Nachrichten verschickt wurden. Das Programm verwendet Level 3 Elemente und du brauchst im Moment nicht verstehen wie das Programm funktioniert.

4.5.1 Funkeinstellungen für das Robo Interface


Interface testen

Jedes ROBO Interface bekommt eine eigene Funkrufnummer zwischen 1 und 8 und eine Frequenz zugeordnet, die du beide im **Info** Fenster des Interface-Test einstellen kannst. In der folgenden Abbildung findest du die ROBO RF Data Link Einstellungen oben rechts. Alle RF Data Link Module, die miteinander Nachrichten austauschen sollen, müssen auf die gleiche **Frequenz** eingestellt werden. Die Frequenz wird als Zahl zwischen 2 und 80 eingegeben. Die Frequenz kannst du ändern, wenn mehrere Gruppen von Robotern in einem Raum, zum Beispiel in einer Schule oder bei einem Wettbewerb, unabhängig voneinander kommunizieren sollen. Alle Roboter, die zu einer Gruppe gehören, verwenden die gleiche Frequenz. Verschiedene Gruppen verwenden verschiedene Frequenzen. Du kannst die Frequenz auch ändern, wenn das RF Data Link auf der von dir verwendeten Frequenz nicht gut funktioniert. Viele Funksysteme, zum Beispiel drahtlose PC Netzwerke, verwenden den gleichen Frequenzbereich (2.4 GHz) wie das ROBO RF Data Link. Wenn das RF Data Link von anderen Funksystemen gestört wird, kann ein Frequenzwechsel die Probleme beheben. Beachte aber, dass du dann alle RF Data Link Module und das PC-Funkmodul umstellen musst, da immer alle Geräte in einer Gruppe die gleiche Frequenz verwenden müssen.



Alle ROBO Interfaces mit RF Data Link, die auf die gleiche Frequenz eingestellt sind, müssen eine unterschiedliche **Funkrufnummer** zwischen 1 und 8 haben. Die Funkrufnummer 0 ist für das PC Modul des RF Data Link, den „roten Kasten“, reserviert. Es können also maximal 8 Interfaces mit eingebautem Funkmodul und ein RF Data Link PC Modul miteinander kommunizieren. Die Funkrufnummer ist sozusagen die Telefonnummer eines Interfaces im Funknetz. Die Nummern 1 bis 8 kannst du beliebig den bis zu 8 Interfaces zuordnen.

Der **Aktivieren** Haken ist fast immer gesetzt. Du kannst ein Funkmodul in einem Interface aber deaktivieren, wenn du es in einem Modell gerade nicht verwendest und Strom sparen möchtest ohne das Modul auszubauen.

Wenn du alle Einstellungen vorgenommen hast, kannst du die Einstellungen mit dem **Ins Interface schreiben** Knopf im Interface speichern. In der Regel wirst du die Einstellungen in den **Flash Speicher schreiben**. Die Einstellungen bleiben dann erhalten, auch wenn du das Interface ausschaltest. Wenn du nur kurz etwas ausprobieren möchtest, kannst du die Einstellungen aber auch **in den temporären Speicher schreiben**.

Um die **Firmware Version**, das ist die Version des internen Steuerprogramms für das RF Data Link, brauchst du dich nicht zu kümmern. ROBOPro fordert dich automatisch dazu auf die Firmware zu aktualisieren, wenn das notwendig sein sollte.

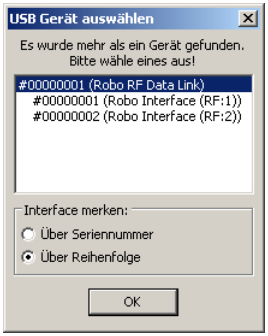
Um die Kommunikation zwischen den beiden Tango-Robotern zu ermöglichen, verbinde zunächst einen der beiden Roboter mit der USB Schnittstelle des PC und öffne das Interface-Test Fenster. Eventuell musst du vorher den COM-USB Knopf drücken und das Interface auswählen. Wechsle im Interface-Test Fenster zum Reiter Info und stelle dort die ***Frequenz 2*** und ***die Funkrufnummer 1*** ein und speichere die Einstellungen mit dem **Ins Interface schreiben** Knopf. Schließe nun das Interface-Test Fenster, verbinde den anderen Roboter mit der USB Schnittstelle und stelle die ***Frequenz 2*** und ***Funkrufnummer 2*** ein.

Voraussetzungen für die Funkkommunikation

Auch wenn, wie im Fall der zwei Tango Roboter, zwei Interfaces über RF Data Link Module direkt miteinander Nachrichten austauschen, ist das rote PC-Funkmodul notwendig. Es dient als Vermittlungsstelle für alle anderen Module und muss daher an die USB-Schnittstelle eines PC angeschlossen sein. Der PC muss eingeschaltet sein und darf nicht in einen Stromspar- oder Schlafzustand wechseln, damit das PC-Funkmodul mit Strom versorgt wird. Das PC-Funkmodul muss auch auf die gleiche Frequenz wie die Funkmodule in den Interfaces eingestellt sein. Die Funkrufnummer des PC-Funkmoduls ist auf 0 eingestellt und kann nicht geändert werden.

Um die Frequenz des PC Funkmoduls einzustellen, schließe das PC Modul an die USB Schnittstelle des PC an. Du kannst dann die Frequenz genauso über den Info Reiter des Interface-Test Fensters einstellen wie bei einem Interface-Funkmodul. Falls das PC Funkmodul kein Interface mit eingebautem Funkmodul erreichen kann, zum Beispiel weil die Frequenz noch nicht stimmt, erhältst du eine Fehlermeldung, wenn du das Interface-Test Fenster öffnest. Die Fehlermeldung bezieht sich aber nur darauf, dass kein Interface gefunden wurde und dass somit keine Ein- und Ausgänge zur Verfügung stehen. ***Die Einstellungen im Info-Fenster kannst du aber trotz der Fehlermeldung vornehmen***.

Auswahl von Interfaces über den Schnittstellen (COM/USB) Knopf



Bisher hast du vermutlich meistens nur mit einem ROBO Interface gearbeitet. Sobald man mehr als ein ROBO Interface oder ein PC Funkmodul mit mehr als einem über Funk erreichbaren ROBO Interface an den PC angeschlossen hat, stellt sich die Frage, zu welchem Interface ROBOPro verbinden soll wenn ein Programm im Online-Modus gestartet wird, ein Programmdownload gemacht wird oder das Interface-Test Fenster geöffnet wird. Wenn du den Knopf für die Schnittstellenoptionen (COM-USB Knopf) drückst, erscheint zunächst die Schnittstellenauswahl. Wenn du dort USB auswählst und ROBOPro mehr als ein Interface am USB Bus oder im Funknetzwerk findet, wird das Auswahlfenster rechts angezeigt. In diesem Beispiel ist das PC-Funkmodul eines RF Data Link an die USB Schnittstelle des PCs angeschlossen. Das PC-Funkmodul hat über Funk zwei ROBO Interfaces mit RF Data Link gefunden, die die Funkrufnummern 1 und 2 haben. Du kannst in diesem Fenster auswählen, welches der beiden Interfaces für zukünftige Operationen verwendet werden soll. In der Regel wählst du hier eines der Interfaces, und nicht das ROBO RF Data Link aus.

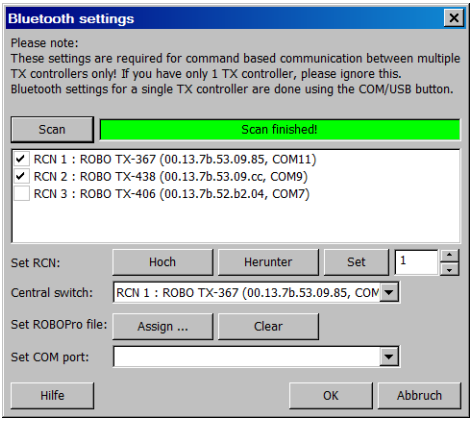
Wenn du wie im Bild oben das RF Data Link auswählst, verbindet ROBOPro zum Interface mit der kleinsten Funkrufnummer, im Beispiel 1. Es gibt aber einen wichtigen Unterschied: Wenn das RF Data Link selbst ausgewählt ist, beziehen sich die Einstellungen im Info Reiter des Interface-Test Fensters auf das PC Funkmodul selbst, und nicht auf das Interface-Funkmodul im über Funk verbunden Interface. Dadurch kannst du zum Beispiel die Frequenz der beiden Interface-Funkmodule und des PC Funkmoduls über Funk ändern, ohne die Interfaces über ein USB-Kabel an den PC anschließen zu müssen. Dazu wählst du über den COM/USB Knopf zunächst eines der Interfaces aus, änderst über das Interface-Test Fenster die Frequenz und schließt das Interface-Test Fenster wieder. Wenn du nun wieder den COM/USB Knopf drückst, ist das Interface mit der geänderten Frequenz aus der Liste verschwunden, da es vom PC-Funkmodul nicht mehr erreicht werden kann. Wähle nun das zweite Interface aus und ändere die Frequenz. Wenn du noch einmal den COM/USB Knopf drückst, wird vermutlich gar keine Auswahlliste mehr angezeigt, weil das PC-Funkmodul die einzige erreichbare Einheit ist. Falls du noch weitere Interfaces direkt an USB angeschlossen hast und die Auswahlliste erscheint, wähle das PC-Funkmodul aus. Beim Öffnen des Interface-Test erscheint nun eine Fehlermeldung, dass kein Interface gefunden wurde. Das stört aber nicht weiter, da du nur die Einstellungen des Data Link ändern möchtest. Wenn du die Frequenz des PC Funkmoduls änderst und wieder den COM/USB Knopf drückst, werden wieder das PC-Funkmodul und beide Interfaces angezeigt, weil nun alle drei wieder die gleiche Frequenz haben.

Warum musst du zuerst de Frequenzen der Interfaces ändern und erst zuletzt des Frequenz des PC-Moduls? Probiere aus was passiert, wenn du die Frequenz des PC Moduls zuerst änderst.

Es kann übrigens passieren, dass sich Änderungen erst nach ein paar Sekunden auswirken. Wenn die Auswahlliste des COM/USB Knopfes nicht der aktuellen Konfiguration entspricht, drücke den COM/USB Knopf einfach noch mal. Falls du ein Interface nicht mehr über Funk erreichen kannst, verbinde es am besten direkt mit der USB Schnittstelle des PC und kontrolliere die RF Data Link Einstellungen für das Interface.

4.5.2 Bluetooth Einstellungen für den TX-Controller

Bluetooth Einstellungen



Jedem TX-Controller wird eine eigene Funkrufnummer zwischen 1 und 8 zugeordnet, die du im Fenster für die Bluetooth Einstellungen zuweisen kannst. In ROBOPro Programmen wird die Funkrufnummer wie eine Telefonnummer verwendet, um die einzelnen Controller zu identifizieren. Zuerst musst du alle TX Controller am PC als Bluetooth-Geräte anmelden. Wie das geht ist in der Anleitung des TX-Controllers beschrieben†. Dein PC benötigt dazu entweder eine integrierte Bluetooth-Schnittstelle oder einen USB-Bluetooth-Adapter. Wenn alle Controller am PC angemeldet und eingeschaltet sind, öffne ROBO Pro. Wähle über den Menüpunkt **COM/USB** einen ROBO TX Controller aus, der über USB oder Bluetooth online mit ROBO Pro verbunden wird. Öffne das Fenster für Bluetooth Einstellungen über den Menüpunkt **Bluetooth Bearbeiten** oder den Bluetooth Toolbar Knopf. Die Liste mit TX-Controllern wird gefüllt, sobald du den **Suchen** Knopf drückst.

Je nachdem welchen Bluetooth Adapter du verwendest, kann es sein, dass die Interfacenamen nicht in der Liste angezeigt werden. In diesem Fall kannst du die zugehörigen COM Schnittstellen nacheinander über den COM/USB Knopf auswählen, und über den Interfacetest herausfinden, welches Interface welches ist. Außerdem musst du dann unter **COM Port zuweisen** jedem TX Controller den zugehörigen COM Port manuell zuweisen. In den meisten Fällen geht das aber automatisch.

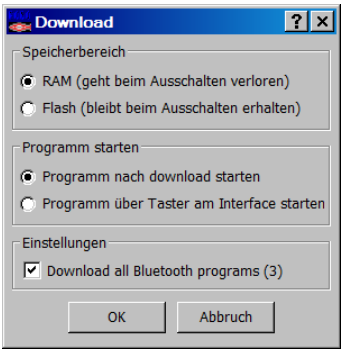
Die Liste mit den erkannten TX Controllern ist immer nach Funkrufnummern (FRN) sortiert. Du kannst die Funkrufnummern ändern, indem du eine Zeile in der Liste auswählst und **Hoch** oder **Herunter** drückst. Wenn du zum Beispiel die Zeile für die Funkrufnummer 2 auswählst und **Hoch** drückst, wandert der Controller eine Zeile nach oben und bekommt die Funkrufnummer 1. Der Controller aus Zeile 1 wandert dafür eine Zeile nach unten und hat dann Funkrufnummer 2. Du kannst auch eine Zeile auswählen, die Funkrufnummer in dem Textfeld neben dem **Setzen** Knopf eingeben, und dann den **Setzen** Knopf drücken.

Nachdem du die Funkrufnummern eingestellt hast, musst du noch angeben, welche Controller an der Funkübertragung teilnehmen sollen. In der Regel sind das alle Controller in der Liste. Insbesondere in Schulen kann es aber passieren, dass auch Controller einer anderen

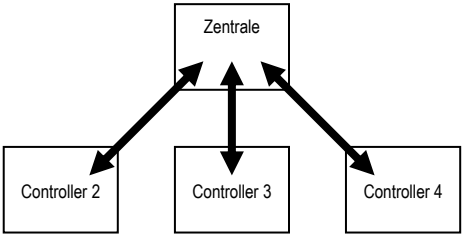
† Für Bluetooth Experten, die das auch ohne Anleitung können: Der Hauptschlüssel ist 1234.

Experimentiergruppe in der Liste auftauchen. Wähle die Controller, mit denen dein Programm kommunizieren soll, aus, indem du die Haken am Anfang der Zeilen in der Liste setzt.

Weil das Herunterladen von mehreren Programmen auf mehrere Interfaces mühsam ist, bietet ROBOPro die Möglichkeit, jedem TX-Controller in der Liste eine ROBOPro .rpp Datei zuzuweisen. Dazu dienen die Knöpfe **Auswählen** und **Löschen**. Im Download-Fenster gibt es eine Option alle diese Programme auf einmal herunter zu laden.



Zentrale Vermittlungsstelle



Für den Austausch von Nachrichten mit 3 oder mehr Controllern wird eine Stern-Topologie verwendet. Einer der Controller übernimmt die Rolle einer **zentralen Vermittlungsstelle**, wie in dem Bild links. Wenn Controller 2 mit Controller 3 Nachrichten austauschen möchte, werden die Nachrichten über die Zentrale geleitet. Welcher Controller die Rolle der Zentrale übernimmt ist meistens egal. Bei mobilen Robotern, die außerhalb der Funkreichweite gelangen könnten, kann es jedoch eine Rolle spielen, welcher Controller die Zentrale ist. Dies kann dann auch im Fenster für Bluetooth Einstellungen ausgewählt werden. Ein weiterer wichtiger Punkt ist, dass die Online-Verbindung mit dem zentralen Controller schwieriger und nicht so zuverlässig ist. Das liegt daran, dass für die Online-Verbindung der PC die Rolle der Zentrale hat, und dann der zentrale Controller für einige Bluetooth-Verbindungen die Zentrale ist, für andere nicht. Wie gesagt, das funktioniert zwar, aber die Zeiten für einen Verbindungsaufbau sind spürbar länger.

Wo werden welche Einstellungen gespeichert?

Die Controller Auswahl (Häkchen am Zeilenanfang) und die Zuweisung von ROBOPro Programmen zu Controllern ist Teil eines ROBOPro Programms. Bei einem Mehrfachdownload übernehmen alle Programme die Bluetooth Einstellungen von dem Programm, über das der Download gestartet worden ist. Die Zuweisung zwischen Funkrufnummern und TX-Controllern wird dagegen nicht im ROBOPro Programm, sondern auf dem PC gespeichert. Das macht es leichter, ROBOPro Programme mit anderen auszutauschen.

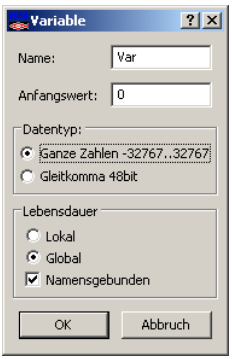
5 Level 3: Variablen, Bedienfelder & Co

Denk daran ROBO Pro im Menü **Level** auf **Level 3** (oder höher) umzustellen!

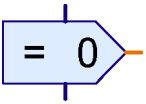
Stell dir einmal vor, dass du in einem Museum in einem bisher unerforschten Seitengang eine faszinierende Maschine entdeckst, die du unbedingt aus fischertechnik nachbauen möchtest. Beim ergründen der Maschine vergisst du aber die Zeit und merkst nicht dass alle anderen Besucher das Museum verlassen. Erst als das Museum bereits geschlossen ist, hast du die Maschine genau genug studiert um sie nachbauen zu können. Aber leider musst du erst eine unangenehme Nacht alleine im Museum verbringen, bevor du loslegen kannst. Damit das nicht wieder vorkommt, bietest du dem Museumsdirektor an einen Besucherzähler zu programmieren, der alle Besucher beim hineingehen und hinausgehen zählt und ein rote Warnlampe einschaltet solange noch Besucher im Museum sind. Nur wie machst du das? Wie kannst du mit ROBO Pro etwas zählen? Die Antwort lautet: mit **Variablen**.

5.1 Variablen und Befehle

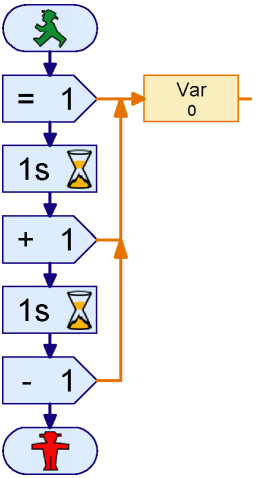
Eine Variable ist ein Element, das sich eine Zahl merken kann. Im Eigenschaftsfenster der Variablen gibst du einen **Namen** ein, der einen Hinweis darauf geben soll, was für eine Zahl in der Variablen gespeichert ist. Unter **Anfangswert** kannst du angeben, welche Zahl am Anfang des Programms in der Variablen gespeichert werden soll. Unter **Datentyp** kannst du auswählen ob die Variable eine ganze Zahl (z. B. 1, 2 oder 3) sein soll oder eine Dezimalzahl, auch Gleitkommazahl genannt (z. B. 1,3457). Zunächst verwenden wir nur ganze Zahlen. Die Einstellung **Lebensdauer** wird im Abschnitt 8.4.2 *Lokale Variable* auf Seite 100) erklärt.



Die gespeicherte Zahl kannst du ändern, indem du Befehle an die Variable schickst. Eine Variable versteht 3 verschiedene Befehle: **=**, **+** und **–**. Der **=** Befehl ersetzt die gespeicherte Zahl durch eine neue Zahl. Der **+** und **–** Befehl zählen zu der gespeicherten Zahl etwas hinzu oder ziehen etwas davon ab.

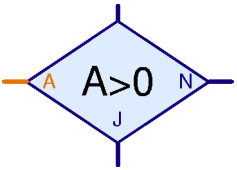


Die Befehle schickst du mit einem ***Befehlselement*** an die Variable. Das Befehlselement hat wie die meisten anderen Programmelemente oben einen blauen Programmeingang und unten einen blauen Programmausgang. Rechts hat es aber etwas ganz neues, einen ***orangen*** Anschluss. Das ist ein Befehlsausgang. Immer wenn das Befehlselement ausgeführt wird, schickt es über diesen Ausgang an alle angeschlossenen Elemente einen Befehl. Die Variable hat auf der linken Seite einen passenden Befehlseingang. Wenn du den Befehlsausgang mit dem Befehlseingang verbindest, zeichnet ROBO Pro statt der üblichen blauen Verbindungen eine orange Linie. Über die orangen Linien können Programmelemente Befehle oder Nachrichten senden und so Informationen austauschen.



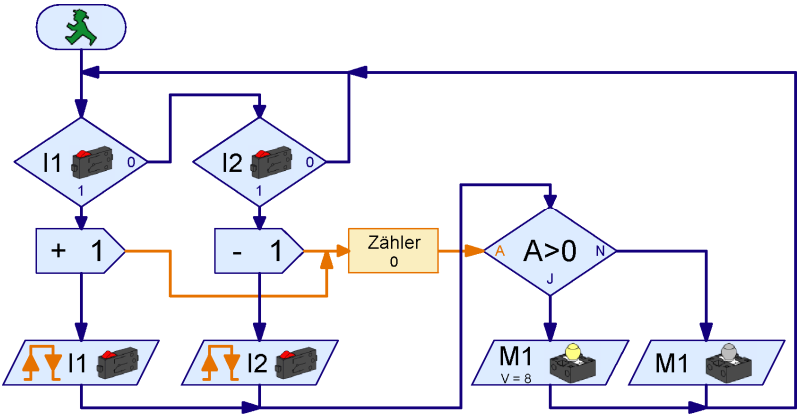
Das Programm rechts schickt der Variablen **Var** zunächst einen **= 1** Befehl. Ein Befehl besteht in der Regel aus einem eigentlichen Befehl wie **=** und einem Wert wie **1**. Der =1 Befehl setzt die Variable auf 1. Nach einer Sekunde schickt das Programm der Variablen einen **+1** Befehl. Die Variable zählt daraufhin zu ihrem bisherigen Wert 1 hinzu und hat dann der Wert 2. Nach einer weiteren Sekunde schickt das Programm einen **-1** Befehl. Daraufhin hat die Variable wieder den Wert 1.

Versuche einmal dieses einfache Programm in ROBO Pro zu zeichnen. Die Befehlselemente findest du in der Gruppe **Befehle**, die Variable in der Gruppe **Variable, Timer, ...**. Wenn du das Programm im Online-Modus ausführst, siehst du wie sich der Wert der Variablen ändert.



Schön und gut, wirst du nun vielleicht sagen: Ich kann mir den Wert der Variablen ansehen, aber was mache ich denn damit? Ganz einfach: Die Variable hat rechts einen orangen Anschluss, über den sie Nachrichten mit ihrem aktuellen Wert an alle angeschlossenen Elemente schickt. Es gibt einige Elemente in ROBO Pro, die links einen orangen Eingang haben, den du mit dem Ausgang der Variablen verbinden kannst. So findest du zum Beispiel in der Gruppe **Verzweigung, Warten, ...** ein Ja / Nein Verzweigungselement, das nicht direkt einen Eingang abfragt, sondern einen beliebigen Wert abfragen kann, unter anderem den Wert einer Variablen.

Damit lässt sich der Besucherzähler für das Museum wie folgt programmieren:

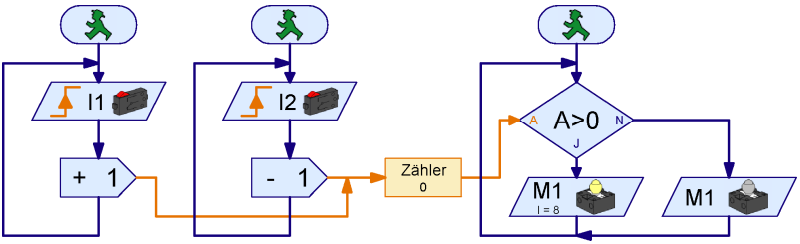


Das Drehkreuz am Eingang betätigt den Taster an **I1**, das Drehkreuz am Ausgang den Taster an **I2**. Sobald **I1** gedrückt ist, schickt das Programm der Variablen **Zähler** einen **+ 1** Befehl. Anschließend wartet das Programm bis der Taster an **I1** wieder losgelassen wird. Mit dem Taster für den Ausgang an **I2** verhält es sich genauso, nur dass hier der Variablen **Zähler** ein **- 1** Befehl geschickt wird. Jedes mal wenn sich der Zähler verändert hat, wird der Zählerstand kontrolliert. Wenn die Variable **Zähler** einen Wert **> 0** hat wird die rote Warnlampe an **M1** eingeschaltet, sonst ausgeschaltet.

Zeichne nun das obige Programm nach und probiere es aus. Sobald du den Taster an I1 drückst und wieder los lässt, leuchtet die Warnlampe an M1 auf. Wenn du den Taster an I2 betätigst, geht sie wieder aus. Wenn du I1 mehrfach betätigst musst du I2 genauso oft betätigen, damit die Warnlampe wieder ausgeht. Versuche auch einmal was passiert wenn erst 5 Besucher kommen, dann 2 gehen, dann noch mal 3 kommen. Wie oft musst du jetzt den Taster an I2 betätigen, damit die Warnlampe wieder aus geht?

5.2 Variablen und mehrere Prozesse

Vielleicht ist dir beim Testen des Besucherzählers aufgefallen, dass es Probleme macht, wenn die Taster an I1 und I2 gleichzeitig gedrückt werden. Solange einer der Taster gedrückt ist, kann das Programm nicht mehr auf den anderen Taster reagieren. Nachdem aber die Besucher am Eingang und am Ausgang durchaus gleichzeitig durch das jeweilige Drehkreuz gehen können, führt das zu Zählfehlern. Du kannst diesen Fehler beheben, indem du mehrere parallele Prozesse verwendest. Bisher hatten alle Programme immer nur ein Startelement. Du kannst aber durchaus mehrere Startelemente verwenden. Alle Abläufe mit einem eigenen Startelement werden dann nebeneinander abgearbeitet. Der Fachmann spricht daher von ***nebenläufigen Prozessen***. Mit dieser Technik kannst du das Besucherzählerprogramm wie folgt abändern:



Für I1 und I2 werden nun unabhängige Prozesse verwendet. Wenn der Taster an I1 gedrückt ist, bleibt der Prozess für I2 davon unabhängig und kann weiter den Taster an I2 überwachen. Zum Abfragen der Zählwerte und zum Ein- und Ausschalten der Warnlampe wird ebenfalls ein eigener Prozess verwendet.

Wie du siehst macht es keine Probleme von mehreren Prozessen aus auf eine Variable zu zugreifen. Du kannst einer Variablen von mehreren Prozessen aus Befehle schicken und du kannst den Wert einer Variablen in mehreren Prozessen verwenden. Daher eignen sich Variablen auch sehr gut um Informationen zwischen Prozessen auszutauschen

Der Museumsdirektor ist von deinem genialen Besucherzähler so begeistert, dass er dich gleich um die Lösung eines anderen Problems bittet: Das Museum hat eine neue Ausstellung eingerichtet. Da aber alle Besucher die neue Ausstellung sehen wollen, herrscht dort so ein Gedränge, dass nun gar keiner mehr etwas sehen kann. Der Direktor möchte daher die Zahl der Besucher in der Ausstellung auf 10 begrenzen. Am Eingang und am Ausgang zur Ausstellung hat der Direktor jeweils ein Drehkreuz aufgestellt. Das Drehkreuz am Eingang lässt sich elektronisch verriegeln. Nun braucht er nur noch einen fähigen Programmentwickler, und zwar dich!

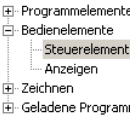
Versuche das beschriebene Programm mit ROBO Pro zu entwickeln. Es funktioniert im Wesentlichen wie der Besucherzähler. Die elektronische Verriegelung des Eingangs simulierst du durch eine rote Lampe an M1, die eingeschaltet sein soll, wenn 10 Besucher in der Ausstellung sind.

5.3 Bedienfelder

Nachdem du das Problem mit der Ausstellung gelöst hast, hat der Museumsdirektor schon wieder eine neue Aufgabe: Er möchte wissen wie viele Besucher an einem Tag sein Museum besucht haben. Ein Programm das zählen kann ist ja nun kein Problem mehr für dich, aber wie kannst du einen Wert anzeigen? Natürlich könntest du das Programm im Online-Modus ausführen und dem Museumsdirektor zeigen, bei welcher Variablen er den Wert nachsehen kann. Aber für einen Computer-Laien wie den Museumsdirektor ist das doch recht kompliziert. Etwas Einfacheres muss her!

Für solche Fälle gibt es in ROBO Pro Bedienfelder. Ein Bedienfeld ist eine eigene Seite, auf der du Anzeigen und Bedienknöpfe zeichnen kannst. Lade dein Besucherzählerprogramm und schalte in der Funktionsleiste auf **Bedienfeld** um.

Das Bedienfeld ist zunächst einmal eine leere graue Fläche. Auf diese Fläche platzierst du Anzeigen und Steuerelemente, die du im Elementgruppenfenster unter **Bedienelemente** findest. Unter den Steuerelementen findest du Druckknöpfe, Schieberegler und ähnliches. Unter Anzeigen findest du Textanzeigen, Anzeigelampen und Anzeigen mit Drehzeiger.

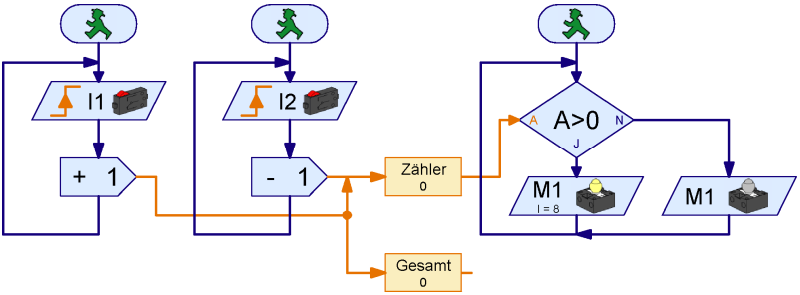


Achtung: Ein Bedienfeld ist Teil eines Unterprogramms. Wenn du Unterprogramme hast, achte darauf, dass du das Bedienfeld unter **Hauptprogramm** und nicht unter einem Unterprogramm anlegst! Später als Profi kannst du mehrere Bedienfelder anlegen.

Falls du ein Bedienfeld gezeichnet hast und das Bedienfeld später plötzlich verschwunden ist, hast du vermutlich in der Unterprogrammleiste ein Unterprogramm ausgewählt. Schalte wieder auf **Hauptprogramm** und dein Bedienfeld ist sicher wieder da.

Für den Besucherzähler nimmst du eine **Textanzeige** (die Farbe ist egal) aus dem Elementfenster **Bedienelemente / Anzeigen** und platzierst sie im Bedienfeld. In dieser Anzeige soll nun die Anzahl der Museumsbesucher angezeigt werden.

Zunächst musst du aber zu deinem Programm eine zweite Variable hinzufügen, die die Zahl der Besucher am Eingang zählt ohne die Besucher am Ausgang wieder abzuziehen. Dazu schaltest du in der Funktionsleiste wieder um auf **Funktion** und fügst die Variable **Gesamt** wie folgt ein:



Wie du siehst kann ein Befehlselement auch verwendet werden, um an zwei Variablen gleichzeitig einen Befehl zu schicken. Die **-1** Befehle erhält die Variable **Gesamt** nicht, weil Befehle entlang der orangen Linien nur in Pfeilrichtung übertragen werden. Die **+1** Befehle werden dagegen an beide Variablen übermittelt. Das soll hier aber nur ein Beispiel sein. In der Regel ist es einfacher und übersichtlicher ein zweites Befehlselement zu verwenden.

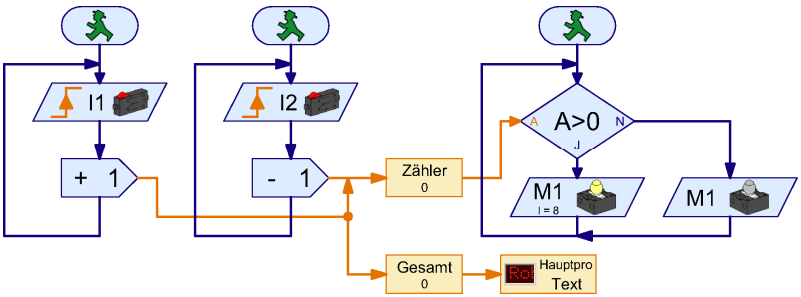
Tipp: Wenn sich orange Linien verzweigen ist es oft praktischer die Linien vom Ziel zum Anfang zu zeichnen. Wenn du im obigen Beispiel die Linie zur Variablen **Gesamt** zeichnen möchtest, klicke zuerst auf den Eingang der Variable **Gesamt** und verlege die Linie dann rückwärts bis zum Verzweigungspunkt. Wenn du dagegen eine orange Linie auf einer bestehenden orangen Linie beginnen möchtest, musst du mit der linken Maustaste einen Doppelklick an der Stelle machen, wo die neue Linie anfangen soll.

So, nun hast du eine Textanzeige im Bedienfeld und eine Variable, die du in der Anzeige darstellen möchtest. Wie verbindet man nun die beiden? Da die Textanzeige und die Variable auf verschiedenen Seiten sind, kannst du die beiden ja schlecht mit einer Linie verbinden. Deswegen gibt es ein spezielles Element, das den Wert, der im Bedienfeld dargestellt werden soll, an die entsprechende Anzeige weiterleitet. Das oben abgebildete Element **Bedienfeldausgang** findest du am Ende der Gruppe **Eingänge, Ausgänge**. Füge so einen Bedienfeldausgang in dein Programm neben der Variablen **Gesamt** ein und verbinde den rechten Anschluss der Variablen mit dem Anschluss des **Bedienfeldausgangs**.

Da du in der Regel mehr als eine Anzeige in einem Bedienfeld haben wirst, musst du dem Bedienfeldausgang noch mitteilen, an welche Anzeige es die Variablenwerte schicken soll. Das geht ganz einfach über das Eigenschaftsfenster des Elements. Wenn du mit der rechten Maustaste auf den Bedienfeldausgang klickst, siehst du eine Auswahlliste, in der alle Anzeigen aufgelistet sind, die bereits im Bedienfeld eingefügt wurden. Da jedes Unterprogramm ein eigenes Bedienfeld haben kann, sind die Bedienfelder nach Unterprogrammen geordnet. In unserem Beispiel gibt es kein Unterprogramm, nur das Hauptprogramm. Darunter gibt es eine Anzeige mit dem Namen **Text**. Wähle diese Anzeige aus und klicke auf OK.

Sobald du den Bedienfeldausgang mit einer Anzeige verbunden hast, ändert sich das Symbol und die Beschriftung entsprechend. Der von uns verwendete Bedienfeldausgang stellt eine Verbindung mit der Textanzeige mit Namen **Text** im (Unter-)Programm **HAUPT** her.

Nachdem du den Bedienfeldausgang eingefügt und mit der Textanzeige verbunden hast, sieht dein Programm so aus:



Probiere es gleich einmal aus. Sobald du das Programm im Online-Modus gestartet hast, zeigt die Anzeige im Bedienfeld die Zahl der Besucher an, die das Drehkreuz am Eingang passiert haben.

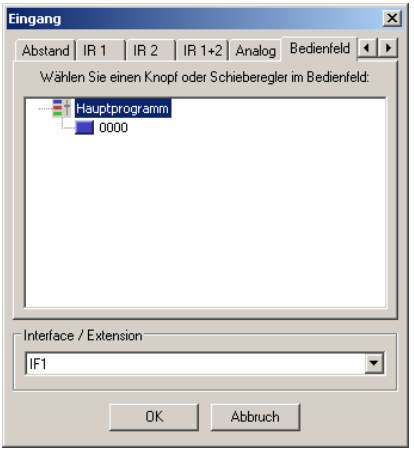
Hinweis: Falls du mehr als eine Anzeige in einem Bedienfeld verwenden möchtest, ist es wichtig, dass du jeder Anzeige einen anderen Namen gibst, damit du sie bei der Verknüpfung mit dem Programm unterscheiden kannst. Dazu drückst du mit der rechten Maustaste auf die Anzeige im Bedienfeld. Dort kannst du unter **ID / Name** einen Namen eingeben. Wenn du dann einen Bedienfeldausgang mit der Anzeige verknüpfst, erscheint dieser Name im Auswahlfenster des Bedienfeldausgangs. Da wir im Moment nur eine Anzeige haben, ist der Name aber unwichtig und wir behalten den Namen **Text** bei.

Das Programm ist noch nicht ganz perfekt. Was noch fehlt ist ein Schalter um den Zähler zurückzusetzen. Dazu wollen wir aber keinen normalen Taster, sondern einen Knopf verwenden, auf dem wir im Bedienfeld drücken können.

Den Bedienknopf findest du im Elementfenster unter der Gruppe **Bedienelemente** / **Steuerelemente**. Schalte in der Funktionsleiste auf **Bedienfeld** um und füge in dein Bedienfeld neben der Textanzeige einen Knopf ein. Die Beschriftung ***Knopf*** ist natürlich nicht ganz passend, lässt sich aber leicht über das Eigenschaftsfenster für den Knopf ändern. Klicke mit der rechten Maustaste auf den Knopf, gib bei **Beschriftungstext** zum Beispiel 0000 ein und bestätige mit **OK**.

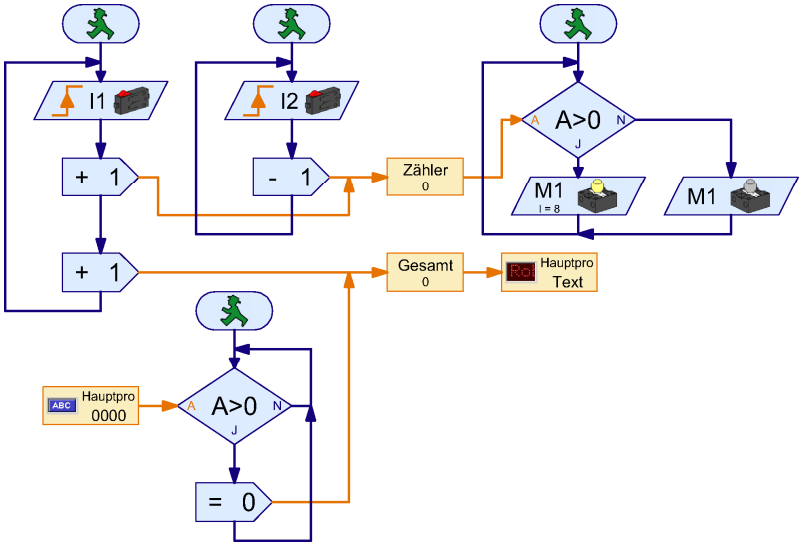
Genauso wie bei der Textanzeige benötigen wir auch ein Programmelement, das den Knopf mit dem Programmablauf verbindet. Schalte deshalb in der Funktionsleiste zunächst wieder auf **Funktion** um. Du findest im Elementfenster in der Gruppe **Eingänge, Ausgänge**. das abgebildete Element **Bedienfeldeingang.** Platziere es im Programmablauf unter dem bisherigen Ablauf.

Jetzt musst du noch den Bedienfeldeingang mit dem Knopf im Bedienfeld verknüpfen. Dazu klickst du mit der rechten Maustaste auf das Element Bedienfeldeingang. Die Steuerelemente sind wie bei den Anzeigen nach Unterprogrammen geordnet, da jedes Unterprogramm ein eigenes Bedienfeld haben kann. Wähle nun den Knopf **0000** aus und bestätige mit OK.



Vielleicht ist dir aufgefallen, dass man dieses Element über die Reiterleiste des Eigenschaftsfensters auf alle möglichen Arten von Eingängen einstellen kann. Das wird jedoch erst im übernächsten Abschnitt *Befehlseingänge für Unterprogramme* erklärt.

Den Wert, den der Bedienfeldeingang liefert, fragst du mit einem Verzweigungselement ab. Dieses Element hast du bereits verwendet, um die Variable abzufragen. Das fertige Programm mit Nullstellung sieht nun so aus:



Solange der Knopf ***0000*** gedrückt ist, wird dem Gesamtzähler ein **= 0** Befehl geschickt, der den Zähler auf 0 setzt.

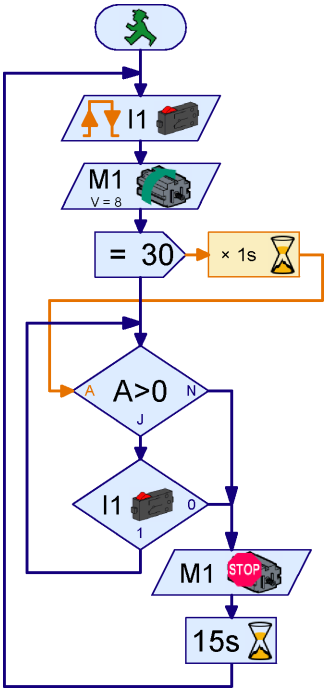
5.4 Timer

Der Museumsdirektor weiß nach deinen Erfolgen gar nicht mehr, was er ohne dich anfangen soll, und ernennt dich daher zum Computerberater des Museums. So ein Posten bringt natürlich viel Ruhm und Ehre mit sich, aber auch viel Arbeit, und zwar folgende: In dem Museum gibt es viele Modelle, die sich auf Knopfdruck bewegen. Nun drücken aber manche Besucher ziemlich lange auf die Knöpfe, so dass die Modelle heiß laufen und so immer wieder zur Reparatur müssen. Der Direktor möchte nun, dass die Modelle solange laufen, wie der Knopf gedrückt wird, höchstens aber 30 Sekunden am Stück. Wenn das Modell einmal gelaufen ist, soll es eine Pause von 15 Sekunden einlegen, bis es wieder eingeschaltet werden kann.

Hmm, gar kein Problem denkst du nun vielleicht: Ein paar Wartezeiten, ein paar Programmverzweigungen und fertig. Versuche es ruhig einmal! Nach einer Weile wirst du feststellen, dass das gar nicht so einfach ist, und zwar aus zwei Gründen:

- Während der Zeit von 30 Sekunden muss das Programm den Knopf abfragen um festzustellen, ob der Knopf schon vor Ablauf der 30 Sekunden losgelassen wird. Na gut, zugegeben, das kann man durch zwei Prozesse lösen, die gleichzeitig ablaufen, siehe Abschnitt 5.2 *Variablen und mehrere Prozesse* auf Seite 57.
- Wenn ein Besucher nach 5 Sekunden den Knopf los lässt, und dann nach 15 Sekunden wieder drückt, muss die Wartezeit von 30 Sekunden wieder neu gestartet werden. Die Wartezeit ist aber erst 5 + 15 = 20 Sekunden gelaufen und damit noch aktiv. Auch mit parallel ablaufenden Prozessen kann man eine Wartezeit nicht neu starten. Eventuell geht es mit zwei Wartezeiten in drei Prozessen, die du abwechselnd startest, aber da bekommt man ja schon langsam Kopfweh vom Nachdenken.

Gibt es da nicht etwas Einfacheres? Doch, und zwar ***Timervariablen***, oder kurz ***Timer***. Ein Timer funktioniert zunächst mal wie eine ganz normale Variable. Der Timer merkt sich eine Zahl und du kannst die Zahl mit **=**, **+** und **–** Befehlen verändern. Das Besondere an einem Timer ist nun, dass er die Zahl von selber regelmäßig bis auf 0 herunterzählt. Die Zeit für einen Zählschritt kannst du in Schritten zwischen einer tausendstel Sekunde und einer Minute einstellen. Mit Timern kann man viele Zeitsteuerungsaufgaben viel eleganter lösen, als mit Wartezeiten. Siehst du schon, wie du die Aufgabe mit einem Timer lösen kannst?



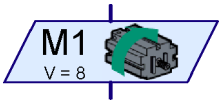
Richtig: Sobald der Besucher den Taster an **I1** drückt. startest du das Modell und setzt dann den Timer mit einem **=** Befehl auf 30 x 1 Sekunde = 30 Sekunden. Dann fragst du in einer Schleife ab, ob die Zeit von 30 Sekunden abgelaufen ist oder ob der Taster an **I1** losgelassen wurde. Wenn eine der beiden Abbruchkriterien erfüllt ist, stoppst du das Modell und wartest **15** Sekunden. Danach geht wieder alles von vorne los.

Zugegeben, langsam werden die Programme etwas anspruchsvoller. Aber versuche einmal diese Aufgabe zu lösen: Entwickle ein Programm gleicher Funktion mit Wartezeiten anstatt mit Timern! ***Achtung: Dies ist eine sehr schwierige Aufgabe und nur für diejenigen gedacht, die gerne auch mal etwas länger an einem Rätsel herumknobeln! Alle Anderen gehen einfach weiter zum nächsten Abschnitt.*** Es gibt für diese Aufgabe zwei Lösungsansätze: Du kannst zwei Wartezeiten verwenden, die du abwechselnd in eigenen Prozessen startest. Da es eine Auszeit von 15 Sekunden gibt, ist eine der beiden Wartezeiten spätestens nach dem zweiten Durchlauf abgelaufen, so dass sie dann neu gestartet werden kann. Eine andere Alternative wäre, einen Timer mit einer normalen Variable und einem Element **Wartezeit** mit einer kurzen Wartezeit von zum Beispiel einer Sekunde nachzubauen.

5.5 Befehlseingänge für Unterprogramme

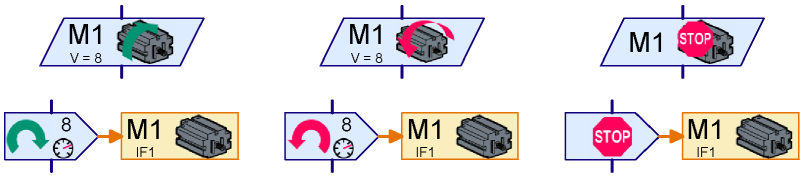
Wie immer funktioniert dein Programm ausgezeichnet und fischertechnik freut sich, weil im Museum alle Modelle mit dem ROBO Interface ausgerüstet werden. Nur leider sind wie überall in öffentlichen Einrichtungen auch im Museum die Kassen leer. Daher möchte der Direktor mit so wenig Interfaces wie möglich auskommen. Immerhin hat ein ROBO Interface vier Motorausgänge und auch genügend Eingänge um vier Modelle anzusteuern. Da sich die meisten Modelle nur in einer Richtung drehen können, kannst du sogar 8 Modelle über die einpoligen Ausgänge O1 bis O8 ansteuern.

Das spart dem Museumsdirektor natürlich eine Menge Geld. Dafür musst du jetzt das Programm 7 Mal kopieren und überall die Ein- und Ausgänge anpassen. Oder doch nicht? Könnte man das nicht auch mit Unterprogrammen machen?



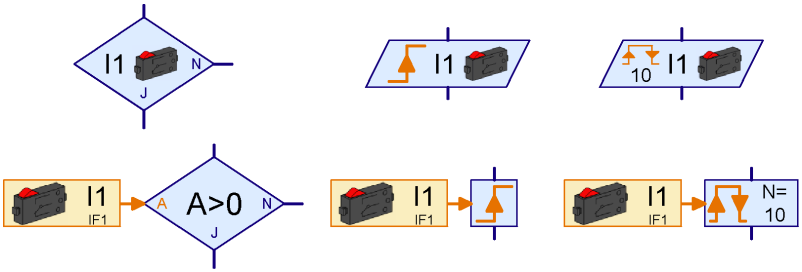
Könnte man schon, aber dabei taucht ein Problem auf: Wenn du in einem Unterprogramm die üblichen Tasterabfragen und Motorelemente aus der Gruppe **Grundelemente** verwendest, fragt jeder Aufruf des Unterprogramms den gleichen Taster ab und steuert die gleichen Motoren an. Das liegt daran, dass zum Beispiel in einem Motorausgangselement der Steuerbefehl für den Motor (rechts, links oder stopp) und die Motorausgangsnummer (M1...M8) eine Einheit bilden. Da es ein Unterprogramm aber nur einmal gibt, steht da auch immer der gleiche Motor drin. Änderst du in einem Unterprogrammaufruf die Nummer des Motorausgangs, wird sie in allen vorhandenen Aufrufen des Unterprogramms ebenfalls geändert. Du müsstest also wieder das Unterprogramm 7 Mal kopieren, jedem Unterprogramm einen anderen Namen geben und überall die Ein- und Ausgänge von Hand anpassen.

Aber man kann dieses Problem viel eleganter lösen. Der Trick ist, die Steuerbefehle von den Motorsymbolen zu trennen. Dann kann man die Steuerbefehle (links, rechts, stopp) ins Unterprogramm und die Motorelemente ins Hauptprogramm setzen. Im Unterprogrammablauf schickst du dann über ein Befehlselement, das du schon bei den Variablen kennen gelernt hast, die Befehle links, rechts oder stopp an das Hauptprogramm, wo du sie dann zu verschiedenen Motoren weiterleiten kannst. Für den Motor gibt es ein Motorelement, das nur einen Motor repräsentiert ohne festzulegen, was der Motor machen soll. Dieses Element hat einen Befehlseingang, an den du Befehle schicken kannst. Die Elemente aus der Gruppe Grundelemente kannst du wie folgt durch ein Befehlselement und ein Motorelement ersetzen:



In der oberen Zeile siehst du jeweils ein Motorelement aus der Gruppe **Grundelemente**. In der zweiten Zeile ist die Kombination aus einem Befehlselement der Gruppe **Befehle** und ein Motorelement der Gruppe **Eingänge, Ausgänge** abgebildet, die genau den gleichen Effekt hat. Tatsächlich sind die oberen Elemente nur Abkürzungen oder Vereinfachungen für die Kombinationen in der unteren Zeile. Beide senden an den Motor **M1** einen Befehl rechts, links oder stopp.

Das Gleiche geht auch für die Abfrage von Tastern:



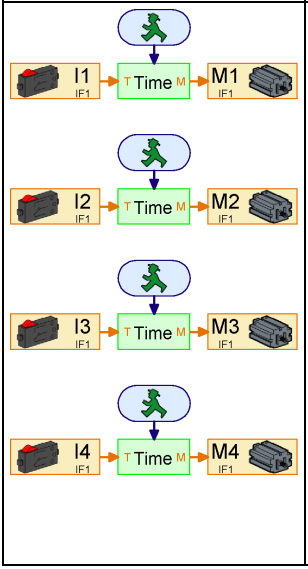
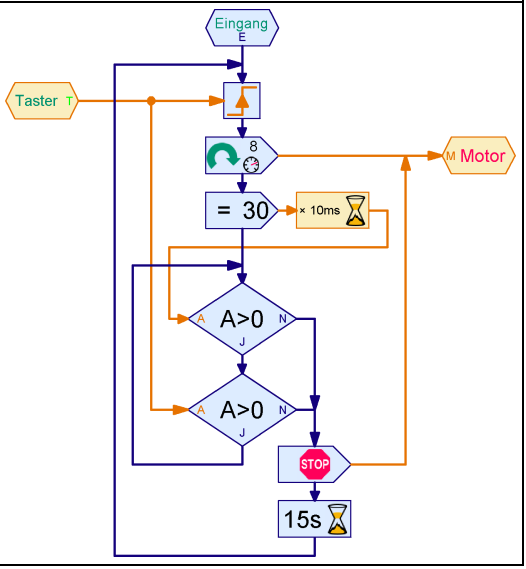
In der oberen Zeile siehst du wieder Elemente aus der Gruppe **Grundelemente**. In der unteren Reihe findest du jeweils eine Kombination aus einem Digitaleingang und einem Element aus der Gruppe **Verzweigung, Warten, ...**. Das orange Element **Digitaleingang** findest du wie das Motorelement in der Gruppe **Eingänge, Ausgänge**.

Mit diesem Trick kannst du die Logik eines Programmablaufs von den Ein- und Ausgängen trennen. Etwas fehlt aber noch. Wenn die Motor- und Tasterelemente im Hauptprogramm stehen sollen und die Befehle in einem Unterprogramm, muss es ja einen Weg geben die Taster und Motorelemente mit dem Unterprogramm zu verbinden. Die dafür nötigen Anschlusselemente findest du in der Gruppe **Unterprogramm I/O**.

Über einen Unterprogramm-Befehlseingang kannst du Befehle von außen in ein Unterprogramm hinein schicken. Das Digitaleingangselement (Taster) schickt über die orange Linie seinen neuen Wert wenn sich der Zustand des Eingangs ändert (mit einem so genannten „= Befehl“). Im Dialogfeld des Elements kannst du dem Eingang einen Namen geben.

Über einen Unterprogramm-Befehlsausgang kannst du Befehle aus einem Unterprogramm hinaus schicken. So kannst du zum Beispiel die Befehle links, rechts oder stopp aus einem Unterprogramm heraus an einen Motor schicken. Auch bei diesem Element kannst du im Dialogfeld einen Namen eingeben.

Nun hast du alles beisammen für deinen ***Mehrfachmodelltimer mit Unterprogrammen***:

Hauptprogramm	Unterprogramm **Time**
	

Das **Unterprogramm Time** ist fast genau gleich wie das Programm aus dem vorigen Abschnitt. Die Elemente **Warten auf Digitaleingang I1** am Anfang und in der Schleife sind aber durch **Warten-auf-**Elemente mit Datenanschlüssen für orange Linien aus der Gruppe **Verzweigung, Warten, ...** ersetzt worden. Beide sind mit dem Unterprogramm-Befehlseingang **Taster** verbunden. Die zwei Motorsteuerelemente am Anfang und am Ende des Programms sind durch Befehlselemente ersetzt worden. Beide senden ihre Befehle an den Unterprogramm-Befehlsausgang **Motor**.

Im **Hauptprogramm** wird das Unterprogramm **Time** vier Mal aufgerufen. Der Unterprogramm-Befehlseingang **Taster** hat an dem grünen Unterprogrammsymbol auf der linken Seite automatisch den orangen Anschluss **T** erzeugt. Durch den Unterprogramm-Befehlsausgang **Motor** ist auf der rechten Seite der Anschluss **M** entstanden. Der Anschluss **T** des Unterprogrammsymbols wird

jeweils mit einem der Taster **I1** bis **I4** verbunden. An den Anschluss **M** wird jeweils einer der Motoren **M1** bis **M4** angeschlossen. Auf diese Weise fragt jeder Aufruf des Unterprogramms **Time** einen anderen Taster ab und steuert einen anderen Motor!

Versuche das obige Unterprogramm und Hauptprogramm nachzuzeichnen und probiere es aus. Du musst zuerst das Unterprogramm zeichnen, weil du das Unterprogramm sonst nicht in das Hauptprogramm einfügen kannst. Falls du Schwierigkeiten mit dem Unterprogramm hast, lies noch einmal im Kapitel 4 *Level 2: Arbeiten mit Unterprogrammen* auf Seite 29 nach.

Hinweis: Weitere Informationen zu Befehlseingängen findest du im Abschnitt: 6.3 *Beliebige Befehle an Unterprogramme senden* auf Seite 74.

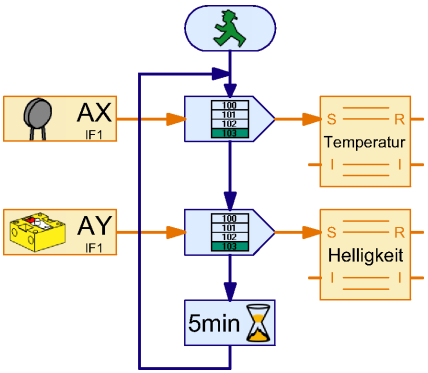
5.6 Listen (Arrays)

Nachdem alle Versuchsaufbauten im Museum mit deiner Kosten sparenden Steuerung ausgerüstet sind, lässt das nächste Problem des Museumsdirektors nicht lange auf sich warten: In einem Raum mit sehr wertvollen antiken Ausstellungsstücken ist es in letzter Zeit zu schädlichen Temperaturschwankungen gekommen. Du vermutest, dass dies mit der Sonneneinstrahlung zusammenhängt. Um diesen Zusammenhang zu beweisen möchtest du ein Gerät bauen, das die Helligkeit und die Temperatur aufzeichnet. Das ROBO Interface hat ja mehrere Analogeingänge und du weißt bereits auch wie man mit Hilfe von Variablen Werte speichern kann. Das Ganze sollte also kein Problem sein, oder doch? Um über 12 Stunden alle 5 Minuten zwei Werte aufzunehmen braucht man 288 Variablen! Das wird aber ein riesiges und unübersichtliches Programm werden. Kann man das vielleicht wieder mit Unterprogrammen vereinfachen? Schon, aber es gibt einen viel besseren Weg: Das Element **Liste** (Programmierer nennen es „Array“).

In einer Liste kann man nicht nur einen Wert sondern eine ganze Liste von Werten speichern. Am Anfang ist die Liste in der Regel leer. Wenn du an den oberen linken Dateneingang mit der Bezeichnung **S** einen Befehl **Anhängen** schickst, wird der Wert, der in diesem Befehlselement angegeben ist, am Ende der Liste angehängt. Die maximale Länge der Liste kannst du zwischen 1 und 32767 über das Eigenschaftsfenster des Elements **Liste** einstellen. Damit wird das Programm zur Aufzeichnung von Temperatur und Helligkeit ganz einfach:

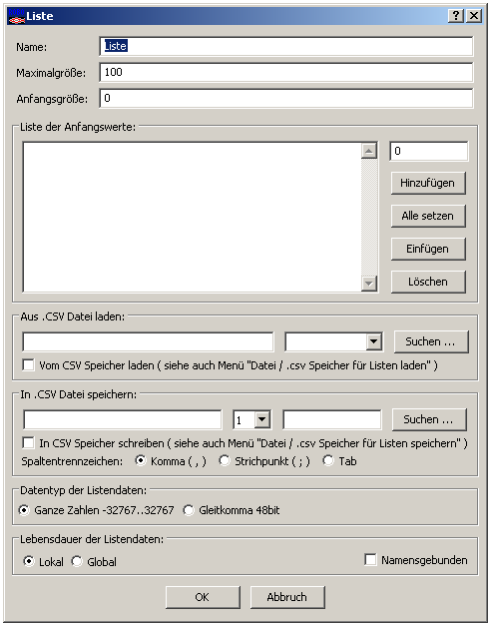
Am Analogeingang **AX** ist der Temperatursensor und am Analogeingang **AY** der Helligkeitssensor angeschlossen. Das Programm liest in einer Schleife alle 5 Minuten beide Werte ein und fügt sie über den Befehl **Anhängen** jeweils einer Liste hinzu.

Hinweis: Beim Einfügen des Befehlselements musst du im Eigenschaftsfenster die Option **Dateneingang für Befehlswert** aktivieren. Dann erscheint links am Befehlselement ein Dateneingang, an den du den Analogeingang anschließen kannst.



Zum Testen des Programms ist es hilfreich die Schleifenzeit von 5 Minuten auf einige Sekunden zu verringern.

Nun fragst du dich sicherlich, wie du die gespeicherten Werte wieder aus der Liste auslesen kannst. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten: Du kannst die Werte wie bei einer gewöhnlichen Variable auslesen und in deinem Programm weiter verarbeiten. Da die Liste mehrere Elemente enthält, wählst du zuerst am linken Dateneingang mit der Bezeichnung **I** die Nummer des Elements aus, das du auslesen willst. Dann wird der Wert, den dieses Element besitzt, am Datenausgang **R** auf der rechten Seite ausgegeben.



ROBO Pro kann aber auch alle Werte der Liste in eine Datei auf deinem Computer speichern, die du dann z. B. in Excel weiter verarbeiten kannst. Da du im vorliegenden Fall die aufgezeichneten Helligkeiten und Temperaturen nur anschauen und vergleichen möchtest, ist das sicherlich praktischer. ROBO Pro speichert die Werte in einer so genannten ***CSV-Datei*** (comma separated values = kommagetrennte Werte). CSV-Dateien sind Textdateien, die eine oder mehrere Spalten mit je einer Datenreihe enthalten. Du kannst also auch mehrere Messreihen wie Temperatur und Helligkeit in verschiedenen Spalten einer CSV-Datei speichern. Die Spalten sind durch Komma getrennt. In Ländern, in denen man 0,5 mit Komma und nicht 0.5 mit Punkt schreibt (z. B. Deutschland), wird als Trennzeichen für die Spalten häufig ein **Strichpunkt (;)** verwendet. Falls du Probleme beim Austausch von CSV-Dateien zwischen ROBO Pro und zum Beispiel Microsoft Excel hast, kannst du im Eigenschaftsfenster der Liste das **Spaltentrennzeichen** ändern.

Den Namen der CSV-Datei und die Spalte, in welcher der Inhalt einer Liste gespeichert werden soll, kannst du im Eigenschaftsfenster der Liste unter **CSV-Datei speichern** einstellen. Die Daten werden gespeichert, wenn das Programm im Online-Modus beendet wird, oder wenn du im Menü **Datei** den Punkt **CSV-Dateien speichern** auswählst, so lange das Programm noch läuft (Online oder Download). Im Downloadmodus kannst du das ROBO Interface zum Aufzeichnen der Daten vom PC trennen und dann zum Speichern wieder anschließen.

Nachdem du das obige Programm im Online-Modus ausgeführt hast, kannst du die von ROBO Pro erzeugte .CSV Datei mit den Daten in Microsoft Excel oder einem anderen Tabellenkalkulationsprogramm öffnen. Falls du kein Tabellenkalkulationsprogramm hast, kannst du auch den Windows Editor (Notepad.exe) verwenden, den du meistens im Windows Startmenü unter Zubehör findest.

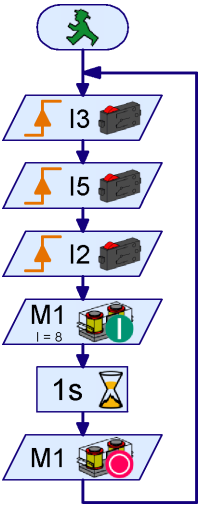
Solange das Programm im Online-Modus läuft, kannst du die Daten in einer Liste auch ansehen, indem du mit der rechten Maustaste auf das Listenelement klickst.

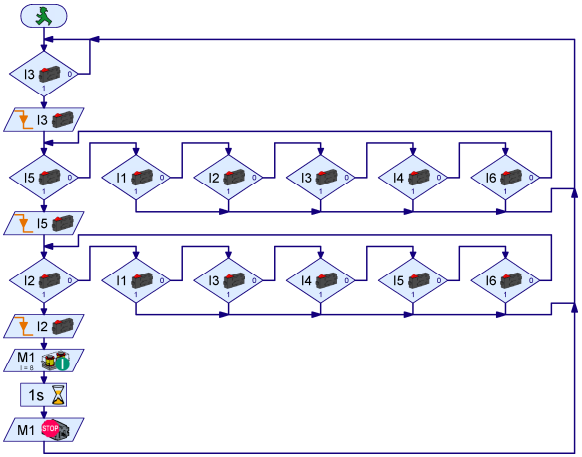
5.7 Operatoren

Dein Programm zur Aufzeichnung von Helligkeit und Temperatur hat gut funktioniert, aber aus der Aufzeichnung ergibt sich, dass die Temperatur in dem Ausstellungsraum des Museums nichts mit der Sonne zu tun hat. Wie sich herausstellt, haben einige der Besucher die Klimasteuerung in dem Ausstellungsraum mit einer Modellsteuerung verwechselt und fleißig daran herumgedrückt. Kein Wunder, dass die Temperatur im Ausstellungsraum verrückt spielt!

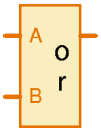
Aber dieses Problem lässt sich leicht beheben, und zwar mit einem elektronischen Zahlenschloss. Das Zahlenschloss soll ein Tastenfeld mit Tasten von 1 bis 6 haben. Wenn 3 Ziffern hintereinander richtig eingegeben sind, soll das Tastenschloss über einen Magneten die Abdeckung der Klimasteuerung frei geben.

Auf den ersten Blick ist so ein Tastenschloss ganz einfach: das Programm wartet einfach ab, bis die richtigen Tasten in der richtigen Reihenfolge gedrückt werden. Rechts ist so ein Programm für die Kombination 3-5-2 zu sehen. Auf den zweiten Blick hat dieses Programm aber ein Problem: Man kann das Schloss ganz leicht knacken, indem man 3 Mal hintereinander auf alle Tasten von 1 bis 6 drückt. Damit hat man dann auf jeden Fall immer auch die richtige Taste gedrückt. Wie sagte Albert Einstein so schön: „Man sollte die Dinge so einfach wie möglich machen — aber nicht einfacher“. Das Programm muss also nicht nur abfragen, ob die richtigen Tasten kommen, sondern auch ob eine falsche Taste gedrückt wird. Das Programm sieht dann so aus:

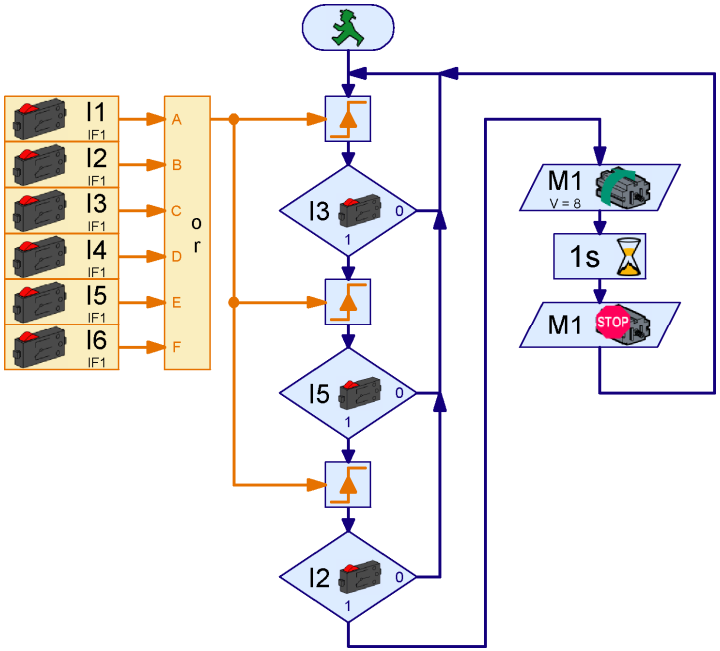




Dieses Programm öffnet das Schloss nur, wenn die Tasten 3 5 2 gedrückt werden, ohne dass dazwischen irgendeine andere Taste gedrückt wird. Wenn zum Beispiel die Taste 3 gedrückt wird, wartet das Programm zunächst bis die Taste wieder losgelassen wird. Wird anschließend irgendeine andere Taste als die Taste 5 gedrückt, beginnt das Programm wieder von vorne. Das Programm funktioniert also richtig, aber einfach und übersichtlich ist es nicht. Außerdem ist es recht schwierig den Code zu ändern. Aber keine Angst, es geht auch einfach und richtig, und zwar mit ***Operatoren***. Es gibt verschiedene Arten von Operatoren. Du findest sie unter **Programmelemente** in der Gruppe **Operatoren**. Für das Zahlenschloss benötigen wir zunächst einen **Oder Operator**.



An die Eingänge des **Oder Operators** (English **or**) kann man mehrere Signale anschließen. Am Ausgang liefert der Operator immer dann 1, wenn mindestens einer der Eingänge 1 (oder größer 0) ist. Wenn man an die Eingänge des **Oder Operators** mehrere Taster anschließt, ist der Ausgang des Operators immer 1, wenn mindestens einer der Taster gedrückt ist. Die Zahl der Eingänge kann über das Eigenschaftsfenster des Operators bis 26 eingestellt werden. Man kann also auch alle 6 Taster an einen Operator anschließen. Du fragst dich nun vielleicht, wie man damit das Zahlenschloss vereinfachen kann? Ganz einfach: mit dem Operator kannst du in jedem Schritt zunächst warten bis irgendeine Taste gedrückt ist. Dann kannst du nachprüfen, ob es die richtige Taste ist. Pro Ziffer brauchst du dann statt 7 nur noch 2 Programmelemente.



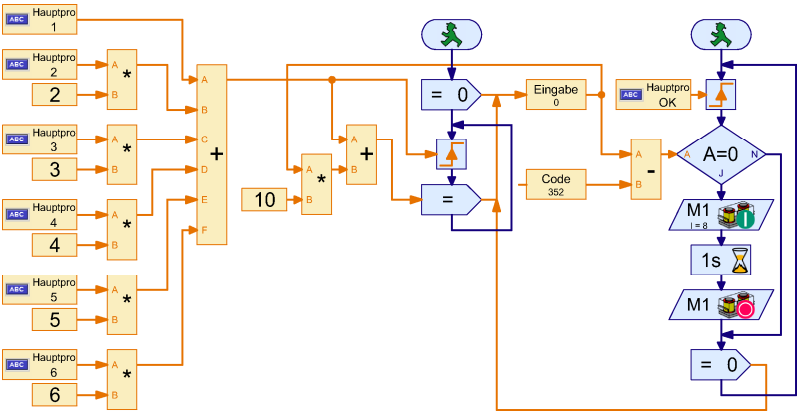
Die Taster an den Eingängen I1 bis I6 werden über einen Oder Operator mit 6 Eingängen zusammengefasst. Wenn mindestens einer der Taster gedrückt ist, liefert der Oder Operator einen Ausgangswert von 1, sonst 0. Mit einem **Warten auf** Element wartet das Programm so lange, bis einer der Taster gedrückt wird. Im Anschluss daran wird sofort getestet, ob es der richtige Taster war. Falls ja, wird wieder auf einen Tastendruck gewartet. Falls eine falsche Taste gedrückt wurde, beginnt das Programm wieder von vorne.

Ändere das obige Programm so, dass es statt der Taster Bedienelemente in einem Bedienfeld verwendet. Zeichne dazu zunächst ein Bedienfeld mit 6 Knöpfen mit der Beschriftung 1 bis 6. Ändere dann die Digitaleingänge über das Eigenschaftsfenster. Die Verzweigungen musst du durch Verzweigungen mit Dateneingang und Bedienfeldeingänge ersetzen.

Das Zahlenschloss funktioniert nun einwandfrei, aber den Code (3 5 2) zu ändern ist nach wie vor nicht so ganz einfach. Man muss dazu die Eingänge in drei Verzweigungselementen ändern. Für die Klimasteuerung des Museums ist es nicht erforderlich den Code regelmäßig zu ändern, aber wenn du das Codeschloss zum Beispiel für eine Alarmanlage verwendest, möchtest du den Code vermutlich regelmäßig ändern. Einfacher wäre es natürlich, wenn man den Code in einer Variablen

speichern könnte. Dann könnte man den Code sogar automatisch ändern. Wenn zum Beispiel in der Alarmanlage ein stiller Alarm ausgelöst wird, könnte man den normalen Code durch einen besonderen Alarmcode ersetzen.

Damit du die Eingaben mit der Code-Variablen vergleichen kannst, musst du die Eingaben selbst ebenfalls in einer Variablen speichern. Am Anfang soll die Variable mit dem Eingabewert den Wert 0 haben. Wenn du nun die Taste 3 drückst, soll die Variable den Wert 3 haben. Nach dem nächsten Tastendruck auf die Taste 5 den Wert 35 und schließlich nach einem Druck auf die Taste 2 den Wert 352.



Das Zahlenschloss mit Codevariable hat zwei Prozesse. Im linken Prozess wird mit einigen Mal-Operatoren und einem Plus-Operator jeder Taste eine Zahl zugeordnet. Der Taste 1 die Zahl 1, der Taste 2 die Zahl 2 und so weiter. Die Tasten liefern einen Wert von 1 oder 0 und wenn man den Wert mit einer festen Zahl X multipliziert, ergibt sich ein Wert von 0 oder X. Da die Werte 0 sind, wenn die Tasten nicht gedrückt sind, kann man alle Werte aufaddieren und bekommt so den Tastenwert als Zahl. Sobald eine Taste gedrückt wird, wird der Eingabevariablen 10 mal der vorherige Wert plus der Wert der gedrückten Taste zugewiesen. Die Multiplikation mit 10 schiebt den bisherigen Wert der Eingabevariablen eine Zehnerstelle weiter (aus 35 wird zum Beispiel 350).

Der rechte Prozess wartet so lange, bis nach der Eingabe des Codes die OK Taste im Bedienfeld gedrückt wird. Dann wird die Codevariable Code, die bei richtig eingegebenem Code den Wert 352 hat, mit der Eingabevariablen verglichen. Wenn beide den gleichen Wert haben, wird der Öffnungsmagnet ausgelöst, sonst nicht. Schließlich wird die Eingabevariable wieder auf 0 gesetzt. Die Variablen Eingabe und Code werden miteinander verglichen, indem ihre Differenz mit 0 verglichen wird. Du hättest auch ein Vergleichselement verwenden können.

Wenn du zwei Tasten gleichzeitig drückst, werden die Werte der Tasten addiert. Wenn du zum Beispiel 3 und 6 gleichzeitig drückst, ergibt sich der Wert 9. Damit kannst du ein Supergeheimschloss bauen, bei dem man zuweilen mehrere Tasten gleichzeitig drücken muss. Überlege dir, welche Tasten du in welcher Reihenfolge drücken musst, damit sich das Schloss bei einem Code von 495 öffnet. Beachte dabei, dass das Element **Warten auf...** das Programm fortsetzt, wenn sich der Wert erhöht, nicht nur wenn er sich von 0 nach 1 ändert.

Funktioniert das Zahlenschloss auch für 2 oder 4 stellige Codes? Wenn ja, bis zu welcher Stellenzahl funktioniert es und warum? Wie ist das mit den anderen Zahlenschlossprogrammen?

6 Level 4: Benutzerdefinierte Befehle

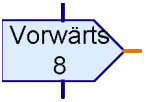
Denk daran ROBO Pro im Menü **Level** auf **Level 4** (oder höher) umzustellen!

Im Level 3 hast du dich ausführlich damit beschäftigt, wie du mit Hilfe von Befehlen Daten verarbeiten und zum Beispiel Motoren steuern kannst. Dabei hast du ausschließlich vordefinierte Befehle wie den = Befehl oder den Rechts, Links und Stopp Befehl verwendet. Im Level 4 wird nun das Senden von Befehlen über orange Verbindungen und die Verwendung von eigenen Befehlen, miteinander verknüpft.

6.1 Verarbeiten von Befehlen in einem Prozess

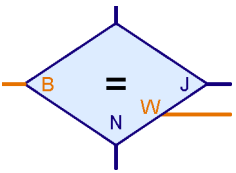
Sicherlich hast du schon einmal ein Programm geschrieben, das einen über zwei Räder gesteuerten Roboter oder ein Kettenfahrzeug steuert. Egal ob das Fahrzeug links, rechts, gerade oder rückwärts fahren soll, du musst immer zwei Motoren einen Rechts, Links oder Stopp Befehl geben. Und dann musst du dir immer noch merken welcher Motor das linke und welcher das rechte Rad antreibt und ob sich der Motor links oder rechts drehen muss, damit das Fahrzeug vorwärts fährt. Aber ein schlauer Kopf wie du hat seinen Kopf voller anderer Sachen, genialen Ideen zum Beispiel, und kann sich solche Nebensächlichkeiten daher nicht merken.

Natürlich lässt sich dieses Problem lösen, indem man für jede Operation Unterprogramme anlegt, aber noch eleganter wäre es, wenn man ein Unterprogramm schreiben könnte, das wie ein Motorausgang einen Befehlseingang hat, dem man dann nur noch Vorwärts, Rückwärts, Links, Rechts und Stopp Befehle schicken braucht und das dann zwei Motoren richtig steuert.



Nun wirst du sicherlich einwenden, dass es im Befehlselement von ROBOPro zwar einen Rechts und einen Links Befehl gibt, aber keinen Vorwärts und keinen Rückwärts Befehl. Aber das gute alte Befehlselement ist immer wieder für eine Überraschung gut. Erstelle nur mal so zum Spaß ein neues Programm, ziehe ein beliebiges Befehlselement in das Hauptprogramm und gib im Eigenschaftsfenster bei Befehl einfach einmal „Vorwärts“ ein. Und du wirst feststellen ... es geht!

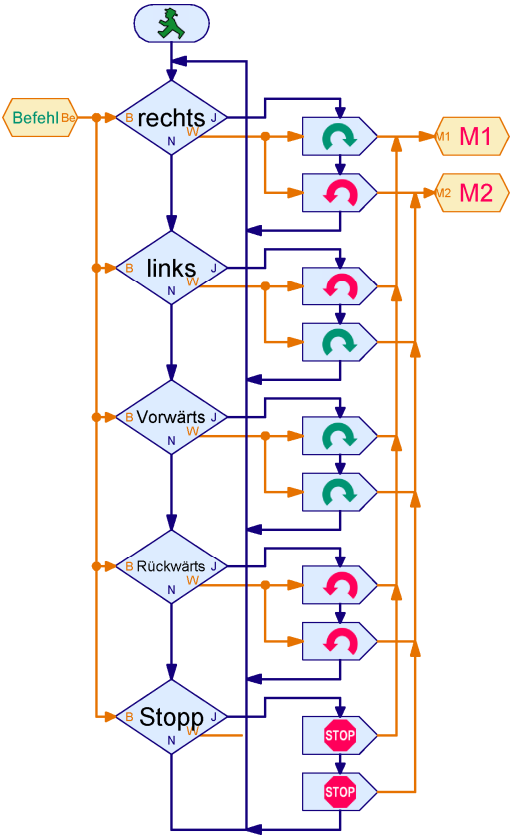
Die nächste Frage ist: was macht man mit so einem Befehlselement? Es gibt doch gar kein Element, das solche Befehle verarbeiten kann. Wenn du zum Beispiel den Vorwärts Befehl an einen Motorausgang schickst und versuchst das Programm zu starten, wird ROBOPro melden „Kein angeschlossener Eingang kann den Befehl Vorwärts verarbeiten“. Ab dem Level 4 gibt es zwei neue recht unscheinbare aber sehr leistungsfähige Elemente, die beliebige Befehle verarbeiten können: das „Warten auf Befehl“ Element und den Befehlsfilter. Du findest beide Elemente am Ende der Elementgruppe **Senden, Empfangen**.



Die Aufgabe ein Unterprogramm zu entwickeln, durch das sich ein 2-Rad Roboter über die Befehle Vorwärts, Rückwärts, Rechts und Links steuern lässt, kann man mit beiden Elementen lösen. Versuchen wir es zunächst einmal mit dem nebenstehenden „Warten auf Befehl“ Element. Diesem Element kannst du über den Befehlseingang **B** beliebige Befehle schicken. Das Element wartet aber immer nur auf einen ganz bestimmten Befehl, den du einstellen kannst. Wenn das Element diesen Befehl erhalten hast, verzweigt der Programmfluss zum **J** Ausgang, sonst zum **N** Ausgang. Wie du weißt besteht in ROBOPro ein Befehl aus einem Namen und einer Zahl, dem Befehlswert. Wenn das „Warten auf Befehl“ Element den

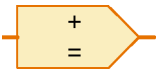
einen Befehl auf den es wartet empfangen hat, steht der Befehlswert am **W** Ausgang zur Verfügung.

Damit ist das gewünschte Unterprogramm recht einfach zu machen. In einer Endlosschleife wird jeder der 5 möglichen Steuerbefehle mit einem „Warten auf Befehl“ Element abgefragt. Wenn ein entsprechender Befehl empfangen wurde, wird der Befehlswert an Rechts und Links Befehle weitergeleitet, die zu den beiden Motorausgängen M1 und M2 geschickt werden. Wenn das Unterprogramm zum Beispiel einen Befehl **Vorwärts** mit dem Wert 8 erhält, wird der Wert 8 vom **W** Ausgang des Befehlsfilters an zwei Befehlselemente weitergegeben, die dann den beiden Motoren einen Rechts Befehl mit diesem Wert als Geschwindigkeitschicken. Es ist übrigens nicht so praktisch hier nur ein einziges Rechts Befehlselement zu verwenden, das den Befehl an beide Motoren schickt. Bei solchen Konstruktionen ist es oft sehr schwer die beiden Motor Befehlslinien auseinander zu halten so dass dann oft auch andere Befehle an beide Motoren gehen.



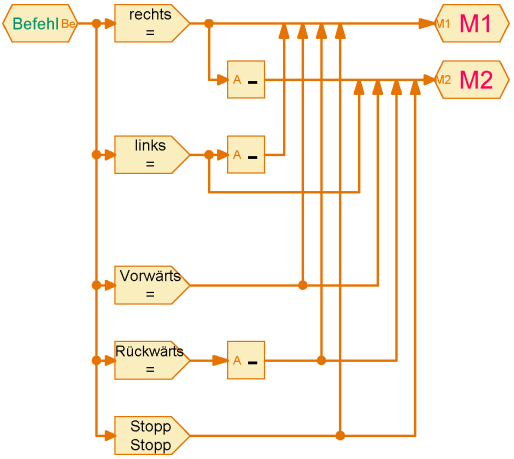
Im Beispiel ist der **W** Ausgang des Stopp Befehlsfilters nicht angeschlossen, weil die Stopp Befehlselemente keinen Wert benötigen.

6.2 Der Befehlsfilter



Die Aufgabe aus dem vorigen Abschnitt lässt sich auch mit dem Befehlsfilter lösen. Mit dem Befehlsfilter kann man Befehle sozusagen umbenennen. Wenn an den linken Eingang ein bestimmter Befehl gesendet wird, sendet das Element an die Elemente, die am rechten Ausgang angeschlossen sind, einen anderen Befehl, aber mit dem gleichen Befehlswert wie der am Eingang empfangene Befehl. Damit kann man zum Beispiel aus einem = Befehl einen Motorsteuerbefehl wie Rechts oder Links machen. Insbesondere kann man mit dem Befehlsfilter aber auch beliebige eigene Befehle in ROBOPro Standardbefehle umwandeln, so dass man mit eigenen Befehlen eine Aktion auslösen kann.

In der Abbildung rechts siehst du, wie man das Unterprogramm zur Steuerung eines 2-Rad Roboters mit dem Befehlsfilter aufbauen kann. Der oberste Befehlsfilter wandelt zum Beispiel den Befehl **Rechts** in einen **=** Befehl um. Motorausgänge können auch **=** Befehle mit einem Wert von -8 bis 8 verarbeiten. Da sich bei einer Rechtsdrehung des Modells die beiden Motoren in unterschiedliche Richtungen drehen sollen, wird der Wert des **=** Befehls für den Motor **M2** mit einem **–** Operator negativ gemacht. Beim **Links** Befehl wird dagegen der Wert für den Motor **M1** negativ. Vorwärts und Rückwärts sind einfacher, weil beide Motoren sich in die gleiche Richtung drehen.



Man muss mit dem Befehlsfilter die Befehle nicht unbedingt ändern. Der letzte Befehlsfilter hat sowohl als Eingangs- als auch als Ausgangsbefehl den **Stopp** Befehl. Mit diesem Element werden Stoppbefehle direkt an die Motoren weitergeleitet. Du brauchst aber dennoch einen Befehlsfilter, damit andere Befehle wie **Links** oder **Rechts** nicht direkt an die Motorausgänge gesendet werden.

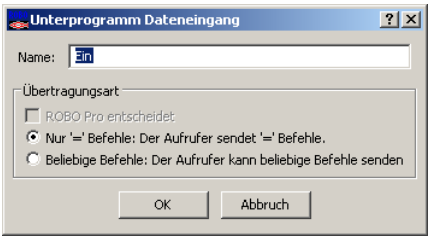
Der große Vorteil des Befehlsfilters gegenüber dem Warten auf Befehl Element aus dem vorherigen Abschnitt ist, dass man keinen Prozess benötigt. Das spart Speicherplatz und die Verarbeitung geschieht sofort und nicht erst bei der nächsten Prozessumschaltung.

Bei Anwendung des Befehlsfilters in dieser Art musst du darauf achten, dass du die Datenlinien für die beiden Motoren nicht vermischst. Es ist am einfachsten, wenn wie im Bild oben alle Endpfeile auf einer einzigen Datenlinie enden. Manchmal ist es auch einfacher für einen Befehl zwei Befehlsfilter zu verwenden, so dass man zwei getrennte Ausgänge hat.

Beim Programm oben dreht sich der Roboter beim Befehl **Rechts** auf der Stelle. Versuche das Programm so zu ändern, dass sich M1 bewegt und M2 steht. Du brauchst dazu für den Rechts Befehl zwei Befehlsfilter. Einer wandelt den Befehl in einen = Befehl um, der andere in einen Stopp Befehl. Der Befehlswert wird bei einem Stopp Befehl ignoriert.

6.3 Beliebige Befehle an Unterprogramme senden

Im Abschnitt 5.5 *Befehlseingänge für Unterprogramme* auf Seite 63 hast du bereits Befehlseingänge für Unterprogramme kennen gelernt. Du hast dort aber nur Digital- oder Analogeingangselemente an die Befehlseingänge angeschlossen. Solche Elemente senden immer einen = Befehl, wenn sich der Wert des Eingangs ändert. Wenn du an einen Befehlseingang eines Unterprogramms einen anderen Befehl schicken möchtest, musst du



das im Eigenschaftsfenster des Befehlseingangs angeben. Ab Level 4 ist in dem Eigenschaftsfenster eine neue Option **Übertragungsart** hinzugekommen.

Wenn du hier **Nur '=' Befehle** auswählst, kannst du an den entsprechenden Eingang eines Unterprogrammaufrufs nur = Befehle schicken. Zudem wird der letzte = Befehl ***automatisch wiederholt***, wenn das ***Unterprogramm startet***. Anderenfalls hätte der Unterprogrammeingang nicht den richtigen Wert, wenn das Unterprogramm startet. Stell dir einmal vor, dass an den Unterprogrammeingang ein Digitaleingangselement angeschlossen ist. Diese Elemente senden nur Befehle, wenn sich der Wert am Eingang des Interface ändert. Wenn nun der Eingang geschlossen wird, sendet das Digitaleingangselement einen = 1 Befehl. Wenn das Unterprogramm gestartet wird, nachdem der Befehl gesendet worden ist, ist es wichtig, dass der Befehl nochmals gesendet wird, nachdem das Unterprogramm gestartet ist. Anderenfalls hätte der Eingang einen falschen Wert, bis das am Unterprogrammeingang angeschlossene Element wieder seinen Wert ändert.

Diese Sendeautomatik kann aber auch störend sein und ist bei den meisten Befehlen eher unerwünscht. Wenn du zum Beispiel einen Start oder einen +1 Befehl an ein Unterprogramm sendest, möchtest du in der Regel nicht, dass dieser automatisch wiederholt wird. Daher werden Befehle nicht wiederholt gesendet, wenn du die Option **Beliebige Befehle** auswählst.

Auch wenn du einen **= *Befehl*** an einen ***Beliebige Befehle*** Eingang schickst, werden die Befehle beim Unterprogrammstart ***nicht wiederholt***. Es kann dann vorkommen, dass der Wert, den der Unterprogrammeingang weitergibt, mit dem tatsächlichen Wert am Eingang ***nicht übereinstimmt***.

7 Mehrere Interfaces ansteuern

Mit einem ROBO TX Controller kannst du bereits ziemlich aufwändige Modelle steuern. Aber der eine oder andere mag es vielleicht noch ein bisschen umfangreicher. Falls du mit den vorhandenen Ein- und Ausgängen nicht auskommst, kannst du an deinen ROBO TX Controller über die 6-poligen Erweiterungsstecker bis zu 8 weitere ***ROBO TX Controller anschließen.*** Für diejenigen, die noch das ältere ROBO Interface besitzen gibt es darüber hinaus noch die Möglichkeit im Onlinemodus zusätzlich bis zu 3 ROBO Interfaces (jedes möglicherweise mit 3 I/O-Extensions), von einem Programm aus anzusteuern.

7.1 Erweiterungen (Extensions) ansteuern

Vielleicht ist dir die Auswahlliste unter **Interface / Extension** in den Eigenschaftsfenstern für Ein- und Ausgangselemente schon aufgefallen. Dort kannst du auswählen, an welchem Interface oder Extension Modul sich der Ein- oder Ausgang befindet. Sofern du nichts anderes eingestellt hast (siehe nächster Abschnitt) hat die Liste die folgenden Einträge:

- **IF1:** Das ist der ROBO TX Controller, der als so genannter Master mit dem PC verbunden werden kann.
- **EM1..EM8:** Das sind die ROBO TX Controller, die als Erweiterungen (Extensions) am Master angeschlossen sind.

Es ist also ganz leicht Extensionmodule anzusteuern. Du brauchst dazu bei den Ein- und Ausgängen lediglich den gewünschten Controller (Master oder Extension 1-8)) auswählen. Wie du einen ROBO TX Controller einstellst , dass er als Extension funktioniert, entnimmst du der Bedienungsanleitung des ROBO TX Controllers.

7.2 ROBO TX Controller und ROBO Interface gemischt

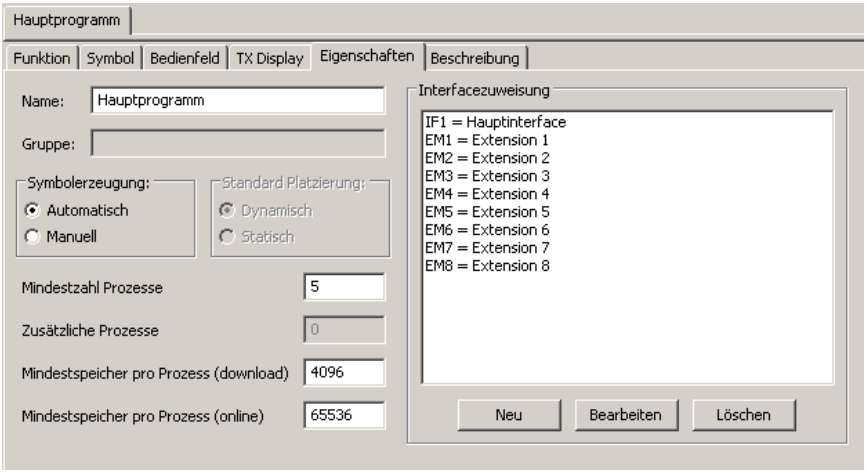
Wenn du gleichzeitig einen ROBO TX Controller und ein ROBO Interface aus einem Programm heraus ansteuern willst, funktioniert das nur im Onlinemodus. Du kannst z. B. einen ROBO TX Controller mit 8 Extensions an USB anschließen. Zusätzlich schließt du ein ROBO Interface an COM1 oder USB an. Dieses kann mit bis zu 3 ROBO I/O-Extensions ausgestattet sein. Damit du im Eigenschaftsfenster der Ein- und Ausgänge definieren kannst, welches Interface angesprochen werden soll, musst du die Interfacezuweisung anpassen.

Solange du nichts anderes einstellst, findest du in den **Interface / Extension** Auswahllisten der Ein- und Ausgänge die Einträge **IF1**, **EM1-EM8** . Du kannst die Liste aber auch ändern oder erweitern. Dafür kann es mehrere Gründe geben:

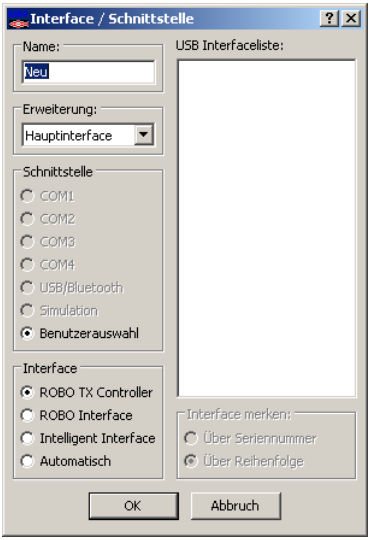
- Zu besseren Übersicht möchtest du den Modulen statt IF1 oder EM1 einen Namen geben, der angibt welchen Teil deiner Maschine oder deines Roboters das Modul steuert.
- Du möchtest zwei Extensionmodule (zum Beispiel EM1 und EM2) vertauschen, weil das mit den Kabeln besser geht, aber dein Programm nicht ändern.
- Du möchtest ein Programm, das für einen ROBO TX Controller mit mehr als 3 Erweiterungen geschrieben wurde, mit mehreren ROBO Interfaces laufen lassen.

.

All das kannst du ganz einfach machen, indem du die **Interfacezuweisung** im Eigenschaftsfenster des ***Hauptprogramms*** änderst:



Hier kannst du sehen, welche Module (Master oder Extension) den Namen **IF1** bis **EM8** zugeordnet sind. Mit dem Button **Neu** kannst du ein neues Interface hinzufügen. Willst du einen Eintrag in der Liste ändern, wählst ihn aus und klickst auf **Bearbeiten.** In beiden Fällen wird das folgende Fenster angezeigt:



COM/USB

- Unter **Name** kannst du den Namen für das Modul ändern. Der Name sollte nicht zu lang sein, weil der Platz für den Interfacenamen in den Grafiksymbolen sehr klein ist. Wenn du den Namen änderst, musst du meistens auch den Modulamen in allen Ein- und Ausgangs-elementen ändern, die diesen Namen verwenden.
- Unter **Erweiterung** kannst du einstellen, ob der Name sich auf ein Interface oder auf eines der Extensionmodule 1 bis 8 bezieht.
- Unter **Schnittstelle** kannst du auswählen, an welcher Schnittstelle das Interface angeschlossen ist. Wenn du hier **Benutzerauswahl** angibst, wird das Interface verwendet, das du in der Werkzeugleiste unter **COM/USB** ausgewählt hast. Solange du nur einen ROBO TX Controller mit mehreren Extensionmodulen verwenden möchtest, ist das am einfachsten, weil so auch jemand anders dein Programm ohne Änderung benutzen kann. Schließt du zusätzlich ROBO Inetrfacesüber USB an deinen PC an, stellst du hier die Schnittstelle ein, an der das jeweilige Interface angeschlossen ist.
- Unter **Interface** kannst du angeben, welches Interface du verwenden möchtest. Schließt du ein altes ROBO Interface oder Intelligent Interface an die serielle Schnittstelle an, ,kann das

Programm automatisch erkennen um welches Interface es sich handelt (Auswahl **Automatisch**).

- Der rechte Teil des Fensters ist nur wichtig, wenn du gleichzeitig verschiedene Interfaces am USB Bus angeschlossen hast. Wenn du unter **Schnittstelle** auf **USB** klickst, kannst du unter **USB Interfaceliste** eines der Interfaces auswählen.

Achtung: Anders als beim alten ROBO Interface wird immer nur ein ROBO TX Controller über USB oder Bluetooth an einen PC angeschlossen. An diesen so genannten Master kannst du bis zu 8 ROBO TX Controller als so genannte Extensions anschließen.

Wenn du mehrere ROBO Interfaces am USB-Bus betreiben möchtest, musst du zunächst jedem Interface eine eigene Seriennummer zuweisen. Standardmäßig wurden alle ROBO Interfaces mit der gleichen Seriennummer ausgeliefert, um Probleme beim Austausch von Interfaces zu vermeiden. Das Windows Betriebssystem erkennt jedoch nur Interfaces mit verschiedenen Seriennummern. Mehr dazu erfährst du in Abschnitt 7.5 *Ändern der Interface-Seriennummer beim ROBO Interface* auf Seite 79.

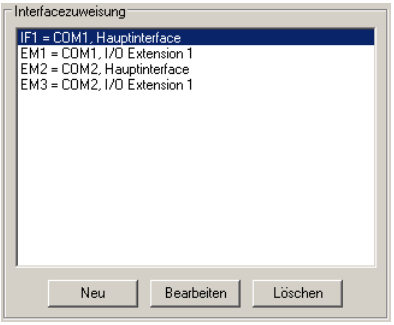
- Unter **Interface merken** kannst du einstellen, wie sich das Programm das ausgewählte Interface merkt. Hier gibt es zwei Möglichkeiten: Wenn du **Über Seriennummer** auswählst, speichert das Programm die Seriennummer des ROBO Interface. Auch wenn du weitere ROBO Interfaces an den USB-Bus anschließt und entfernst, kann das Programm das ausgewählte Interface immer wieder anhand der Seriennummer finden. Allerdings hat das den Nachteil, dass das Programm nur noch mit einem Interface mit gleicher Seriennummer funktioniert. Wenn du ein Interface mit einer anderen Seriennummer verwenden möchtest, musst du die Interfacezuweisung oder die Seriennummer des Interfaces ändern. Um Probleme mit den Seriennummern zu umgehen gibt es die zweite Möglichkeit **Über Reihenfolge**. Wenn du diesen Punkt auswählst, speichert das Programm statt der Seriennummer die Reihenfolge in der Liste. Das kann zwar zu einem Durcheinander führen, wenn du Interfaces am USB-Bus hinzufügst oder entfernst, aber das Programm läuft unverändert mit jedem beliebigen Interface.

7.3 Interfacezuweisungen in Unterprogrammen

Normalerweise machst du alle Interfacezuweisungen für dein Programm im Eigenschaftsfenster des Hauptprogramms. Du kannst aber auch in Unterprogrammen Interfacezuweisungen eingeben. In dem Unterprogramm kannst du dann die Interfacezuweisungen des Unterprogramms und des Hauptprogramms verwenden. Wenn zwei Zuweisungen den gleichen Namen haben, hat die Zuweisung im Unterprogramm Vorrang. So kannst du zum Beispiel definieren, dass im Hauptprogramm IF1 auf das Hauptinterface zugreift, in einem bestimmten Unterprogramm IF1 aber für ein Extensionmodul steht. Das ist sehr praktisch wenn du einen ganzen Maschinenpark steuern möchtest, wobei jede Maschine von einem eigenen Interface gesteuert wird. Du kannst dann die Steuerungen für die einzelnen Maschinen erst als unabhängige Programme entwickeln, wobei jedes Hauptprogramm auf IF1 zugreift. Später kannst du alle Maschinenhauptprogramme in einem Gesamtprogramm als Unterprogramm einfügen. Im Gesamtprogramm brauchst du dann nur die Interfacezuweisungen zu ändern, aber nicht den Namen in jedem einzelnen Ein- und Ausgang.

7.4 Tipps & Tricks

Wenn du ein Programm, das für ein ROBO Interface mit 3 Extensionmodulen entwickelt wurde, auf 2 Intelligent Interfaces mit je einem Extensionmodul laufen lassen möchtest, kannst du die abgebildete Interfacezuordnung verwenden. Die Extensionmodule 2 und 3 werden dabei durch ein weiteres Intelligent Interface mit Extensionmodul an COM2 ersetzt.



7.5 Ändern der Interface-Seriennummer beim ROBO Interface

Standardmäßig wurden alle ROBO Interfaces und ROBO I/O-Extensions mit der gleichen Seriennummer ausgeliefert. Solange du nur ein ROBO Interface an einem Computer verwenden möchtest, ist das praktischer, weil auf diese Weise alle Interfaces für den Computer gleich aussehen und es keine Probleme beim Austauschen von Interfaces gibt. Wenn du aber mehr als ein Interface an einem Computer über USB betreiben willst, musst du vorher die Seriennummer des Interfaces ändern, damit der Computer die Interfaces unterscheiden und ansprechen kann. Wenn du die Interfaces über mehrere serielle Schnittstellen ansprichst, ist das dagegen nicht nötig.

Um die Seriennummer eines Interfaces zu ändern, gehst du wie folgt vor:

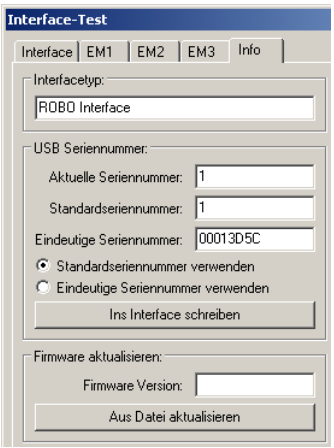
- Schließe das Interface ***einzeln*** an den USB Bus des Computers an.
- Schalte in der Werkzeugleiste mit dem Knopf **Umgebung** auf die Programmierungebung für das ROBO Interface um

- Drücke in der Werkzeugleiste auf den **COM/USB** Knopf und wähle die USB Schnittstelle aus.
- Öffne das Interfacetest Fenster über den **Test** Knopf in der Werkzeugleiste und wechsle zum **Info** Reiter:

COM/USB

Test

- Unter **Interfacetyp** wird die Art der Interfaces, also zum Beispiel **ROBO Interface** oder **ROBO I/O Extension** angezeigt.
- Unter **USB Seriennummer** kannst du die Seriennummer einstellen, die das Interface beim Starten verwendet. Jedes Interface hat zwei eingebaute Seriennummern, eine **Standardseriennummer**, die 1 ist solange du nichts anderes einstellst, und eine **eindeutige Seriennummer**, die du nicht verstellen kannst, und die bei jedem Interface anders ist. Der einfachste Weg um mehrere Interfaces am USB-Bus zu verwenden, besteht darin bei jedem Interface den Auswahlknopf auf **Eindeutige Seriennummer verwenden** umzustellen. Dann ist garantiert, dass jedes Interface eine eigene, unverwechselbare Seriennummer hat. Falls du viele Interfaces für ein Modell verwendest, kann es aber sehr unpraktisch sein, sich die ganzen Seriennummern zu merken. In diesem Fall ist es ein-



facher, wenn du die Standardseriennummern deiner Interfaces zum Beispiel auf 1, 2, 3 usw. einstellst und diese verwendest. Nachdem du die Seriennummer verstellt oder ausgewählt hast, musst du noch den Knopf **Ins Interface schreiben** drücken. Nachdem du die Seriennummer geändert hast, musst du das Interface von der Stromversorgung trennen und wieder anschließen.

Achtung: Wenn die Seriennummer geändert wird, muss eventuell der Treiber neu installiert werden, wozu unter Windows Administratorrechte erforderlich sind. Wenn du die Seriennummer änderst, aber den Treiber nicht neu installieren kannst, weil du keine Administratorrechte hast, kannst du auf das Interface nicht mehr über USB zugreifen. In diesem Fall kannst du das Interface von der Stromversorgung trennen und beim Wiederanlegen der Stromversorgung den **Port-**Taster gedrückt halten. Das Interface startet dann mit der Seriennummer 1 und wird wieder von dem bereits installierten Treiber erkannt. Dabei wird die Seriennummer aber nicht dauerhaft umgestellt, d.h. beim nächsten Start ohne Port-Taster ist wieder die vorherige Seriennummer eingestellt. Um die Seriennummer dauerhaft umzustellen gehst du vor wie oben beschrieben.

- Unter **Firmware aktualisieren** kannst du schließlich das interne Steuerprogramm deines ROBO Interfaces aktualisieren, falls fischertechnik einmal eine neue Version der Interface-Firmware anbieten sollte.

8 Übersicht Programmelemente

Alle Programmelemente, die in ROBO Pro zur Verfügung stehen, sind im Folgenden nach Elementgruppen geordnet in der Reihenfolge beschrieben, in der sie im Elementfenster abgebildet sind.

8.1 Grundelemente (Level 1)

8.1.1 Start

Ein Prozess in einem Programm beginnt immer mit einem Startelement. Fehlt dieses Programmelement am Anfang, wird der Prozess nicht abgearbeitet. Wenn ein Programm mehrere Prozesse enthält, muss jeder dieser Prozesse mit einem Startbaustein beginnen. Die verschiedenen Prozesse werden dann gleichzeitig gestartet.

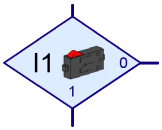
Ein Startelement hat keine Eigenschaften, die du verändern kannst. Deswegen wird im Gegensatz zu den meisten anderen Elementen ***kein*** Eigenschaftsfenster geöffnet, wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst.

8.1.2 Ende

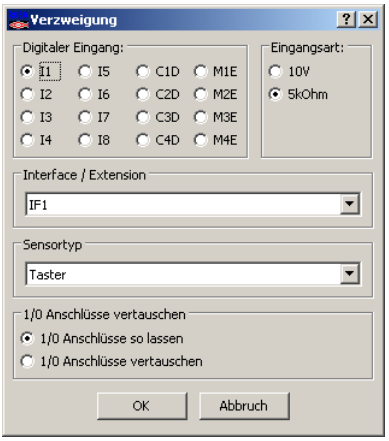
Soll ein Prozess beendet werden, verbindet man den Ausgang des letzten Elements mit dem Ende-Element. Ein Prozess kann auch an verschiedenen Stellen mit diesem Element beendet werden. Es besteht auch die Möglichkeit Ausgänge von verschiedenen Elementen mit einem einzigen Endebaustein zu verbinden. Es kann aber auch durchaus vorkommen, dass ein Prozess als Endlosschleife ausgeführt wird und kein Ende-Element enthält.

Ein Ende-Element hat keine Eigenschaften, die du verändern kannst. Deswegen wird im Gegensatz zu den meisten anderen Elementen ***kein*** Eigenschaftsfenster geöffnet, wenn du mit der rechten Maustaste auf den Baustein klickst.

8.1.3 Verzweigung Digital



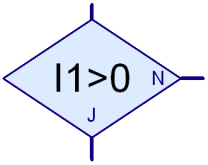
Mit dieser Verzweigung kannst du den Programmablauf abhängig vom Zustand eines der Digitaleingänge **I1** bis **I8** in zwei Richtungen lenken. Wenn z. B. ein Taster am Digitaleingang geschlossen (=1) ist, verzweigt das Programm zum **1**-Ausgang. Wenn der Eingang dagegen offen (=0) ist, verzweigt das Programm zum **0**-Ausgang.



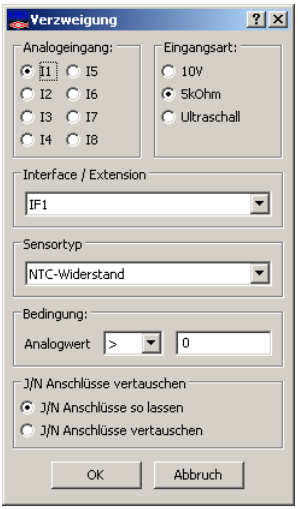
Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt:

- Mit den Knöpfen **I1** bis **I8** kannst du eingeben, welcher Universaleingang des ROBO TX Controllers abgefragt werden soll.
- Mit den Knöpfen **C1D-C4D** kannst du einen der Eingänge C1-C4 des ROBO TX Controllers als einfachen Digitaleingang auswählen.
- Mit den Knöpfen **M1E-M4E** kannst du einen dieser vier internen ROBO Pro Eingängen abfragen. Diese werden auf 1 gesetzt, sobald ein Motor, der über ein Element **Erweiterte Motorsteuerung** angesteuert wurde, die vorgegebene Position erreicht hat.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interface oder einen Eingang eines Extensionmoduls verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Sensortyp** kannst du den am Eingang angeschlossenen Sensor auswählen. An Digitaleingänge werden meistens Taster angeschlossen, häufig aber auch Fototransistoren oder Reed-Kontakte. ROBO Pro stellt die **Eingangsart** des Universaleingangs automatisch passend zu dem ausgewählten Sensor ein. Ab Level 4 kannst du die **Eingangsart** auch unabhängig vom Sensor einstellen.
- Unter **1/0 Anschlüsse vertauschen** kannst du die Position der 1- und 0-Ausgänge der Verzweigung vertauschen. Normalerweise ist der 1-Ausgang unten und der 0-Ausgang rechts. Oft ist es aber praktischer, wenn der 1 Ausgang rechts ist. Drücke auf **1/0 Anschlüsse vertauschen**, dann werden die beiden Anschlüsse vertauscht, sobald du das Fenster mit OK schließt.

8.1.4 Verzweigung Analog



Zusätzlich zu den Digitaleingängen hat das ROBO Interface 6 Analogeingänge, 2 Widerstandseingänge AX und AY, 2 Spannungseingänge A1 und A2 sowie 2 Eingänge für Abstandssensoren D1 und D2. Mit dieser Verzweigung kannst du den Wert eines Analogeingangs mit einer festen Zahl vergleichen und, je nachdem ob der Vergleich zutrifft oder nicht, zum Ja (J) oder Nein (N) Ausgang verzweigen.



Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt:

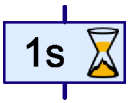
- Unter **Analogeingang** kannst du auswählen, welcher Universaleingang des ROBO TX Controllers abgefragt werden soll.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interface oder einen Eingang eines Extensionmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Sensortyp** wählst du den Sensor aus, der am Eingang angeschlossen ist. Dadurch stellt ROBO Pro bei dem Universaleingang automatisch die richtige **Eingangsart** für den verwendeten Sensor ein. Ab Level 4 kannst du die **Eingangsart** auch unabhängig vom Sensor einstellen.

Sensor	Eingangsart	angezeigter Wert
NTC Widerstand, Fotowiderstand	Analog 5kOhm	0-5000 Ohm
Farbsensor	Analog10V	0-10000 mV
Ultraschall-Abstandssensor (Version TX Art.-Nr. 133009 mit 3 Kabeln)	Abstand	3-400 cm

- Weitere Informationen zu den verschiedenen Analogeingängen findest du im Abschnitt 8.7.1 *Universaleingang* auf Seite 110.
- Unter **Bedingung** kannst du einen Vergleichsoperator wie kleiner (<) oder größer (>) auswählen und den Vergleichswert eingeben. Der Vergleichswert sollte im Bereich zwischen 0 und 1023 liegen. Wenn du ein Programm mit einer Verzweigung für Analogeingänge im Online-Modus startest, wird der aktuelle Analogwert angezeigt.
- Unter **J/N Anschlüsse vertauschen** kannst du die Position der 1- und 0-Ausgänge der Verzweigung vertauschen. Normalerweise ist der Ja (J) Ausgang unten und der Nein (N) Ausgang rechts. Oft ist es aber praktischer wenn der Ja-Ausgang rechts ist. Drücke auf **J/N**

Anschlüsse vertauschen, dann werden die J- und N-Anschlüsse vertauscht, sobald du das Fenster mit OK schließt.

8.1.5 Wartezeit



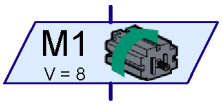
Mit dem Element **Wartezeit** kannst du die weitere Ausführung eines Prozesses um eine einstellbare Zeit verzögern.

Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt. Hier kannst Du die Wartezeit in Sekunden, Minuten oder Stunden eingeben. Der Einstellbereich für die Wartezeit reicht von einer Millisekunde (das ist eine tausendstel Sekunde) bis 500 Stunden (das sind knapp 3 Wochen). Allerdings wird die Zeitmessung ungenauer, je länger die Wartezeit ist.

Die folgende Liste gibt zu verschiedenen Wartezeiten die Genauigkeit an:

Wartezeit	Genauigkeit
Bis 30 Sekunden	1/1000 Sekunde
Bis 5 Minuten	1/100 Sekunde
Bis 50 Minuten	1/10 Sekunde
Bis 8,3 Stunden	1 Sekunde
Bis 83 Stunden	10 Sekunden
Bis 500 Stunden	1 Minute

8.1.6 Motorausgang



Mit dem Programmelement ***Motorausgang*** schaltet man einen der zweipoligen Ausgänge M1-M4 des Interface. Die Ausgänge des Interface können sowohl für Motoren als auch für Lampen oder Elektromagnete genutzt werden. Bei einem Motor möchte man außer der Geschwindigkeit auch die Drehrichtung einstellen können.

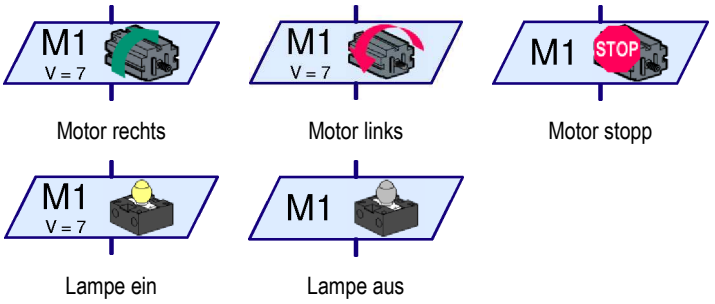
Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt:

- Unter **Motorausgang** kannst du einstellen welcher der vier Motorausgänge **M1** bis **M4** verwendet werden soll.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Ausgang des Interface oder einen Ausgang eines Extensionmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Bild** kannst du ein Bild auswählen, das den

am Ausgang angeschlossenen fischertechnik Baustein darstellt.

- Unter **Aktion** stellst du ein, wie der Ausgang beeinflusst werden soll. Einen Motor kannst du links oder rechts laufen lassen oder stoppen. Falls du eine Lampe an einen Motorausgang anschließt (siehe Tipp unter Lampenausgang) kannst du diese ein- oder ausschalten.
- Schließlich kannst du noch eine **Geschwindigkeit** oder **Intensität** zwischen 1 und 8 angeben. 8 ist die größte Geschwindigkeit, Helligkeit oder Magnetkraft, 1 die kleinste. Beim Stoppen oder Ausschalten brauchst du natürlich keine Geschwindigkeit angeben.

Hier die Symbole für einige Aktionen und Bilder aufgelistet:

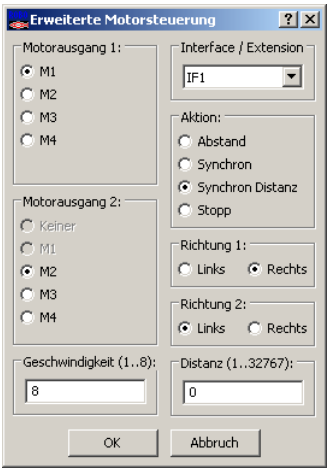


Tipp: Manchmal wird auch ein Motor nur in einer Richtung betrieben, z.B. bei einem Förderband. In diesem Fall kannst du für den Motor einen Lampenausgang verwenden, so dass ein Anschluss weniger verbraucht wird.

8.1.7 Encodermotor (Level 1)

Für die komfortable Steuerung von Motoren mit eingebautem Impulsgeber (Encoder) gibt es das Programmelement **Encodermotor**, das ab Level 1 verfügbar ist.

Mit diesem Element kannst du entweder nur einen Motor eine vorgegebene Zahl von Impulsen bewegen, oder zwei Motoren synchron, mit oder ohne Distanzvorgabe. Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt:

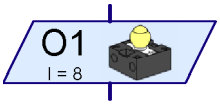


- Unter **Aktion** wählst du aus, ob du einen Motor eine bestimmte Distanz (**Abstand**), zwei Motoren mit gleicher Geschwindigkeit (**Synchron**) oder zwei Motoren eine bestimmte Distanz mit gleicher Geschwindigkeit (**Synchron Distanz**) bewegen willst. Um eine dieser Aktionen abzubrechen und den Motor zu stoppen, wählst Du die Aktion **Stopp**.
- Unter **Motorausgang 1/2** wählst die Motorausgänge aus, auf die die Aktion wirken soll. Je nach Aktion kannst Du einen oder zwei Motoren auswählen.

- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Ausgang des Master oder einen Ausgang eines Extensionmoduls verwenden möchtest. Wenn die Aktion 2 Motoren steuert, müssen beide Motorausgänge am selben Interface liegen. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Richtung 1/2** stellst du ein, in welche Richtung sich die Motoren bewegen sollen.
- Unter **Geschwindigkeit** gibst du die Geschwindigkeit für die Motoren ein. Wenn zwei Motoren gesteuert werden, ist die Geschwindigkeit beider Motoren gleich.
- Unter **Distanz** kannst du schließlich die Anzahl von Encoderimpulsen eingeben, die sich der oder die Motoren bewegen sollen.

Weitere Hinweise zur Verwendung dieses Elements erhältst du in Abschnitt 11.6.1 *Encodermotor (Level 1)* auf Seite 137

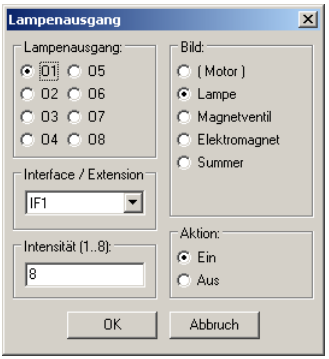
8.1.8 Lampenausgang (Level2)



Mit dem Programmelement ***Lampenausgang*** schaltet man einen der einpoligen Ausgänge O1-O8 des ROBO TX Controllers. Die Ausgänge können entweder paarweise als Motorausgänge (siehe oben) oder einzeln als Lampenausgänge O1-O8 genutzt werden. Die Lampenausgänge belegen im Gegensatz zum Motorausgang nur einen Anschlusspin. Dadurch kannst du 8 Lampen oder Magnetventile getrennt ansteuern. Den anderen Anschluss der Lampe verbindest du mit einer der Massebuchsen (⊥) des ROBO TX Controllers.

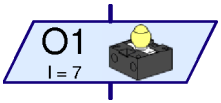
Tipp: Wenn du nur vier Lampen oder Motoren anschließen möchtest, kannst Du auch für Lampen einen Motorausgang verwenden. Das ist praktischer, weil du so beide Anschlüsse der Lampe am Interfaceausgang direkt anschließen kannst und nicht alle Minuspole separat mit einer Massebuchse verbinden musst.

Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt:

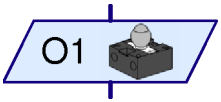


- Unter **Lampenausgang** kannst du einstellen welcher der acht Ausgänge **O1** bis **O8** verwendet werden soll.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Ausgang des Interface oder einen Ausgang eines Extensionmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Bild** kannst du ein Bild auswählen, das den am Ausgang angeschlossenen fischertechnik Baustein darstellt.
- Unter **Aktion** stellst du ein, wie der Ausgang beeinflusst werden soll. Eine Lampe kannst du ein- oder ausschalten.
- Schließlich kannst du noch eine **Intensität** zwischen 1 und 8 angeben. 8 ist die größte Helligkeit oder Magnetkraft, 1 die kleinste. Beim ausschalten brauchst du natürlich keine Intensität angeben.

Hier sind die Symbole für die verschiedenen Aktionen für das Bild **Lampe** aufgelistet:

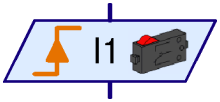


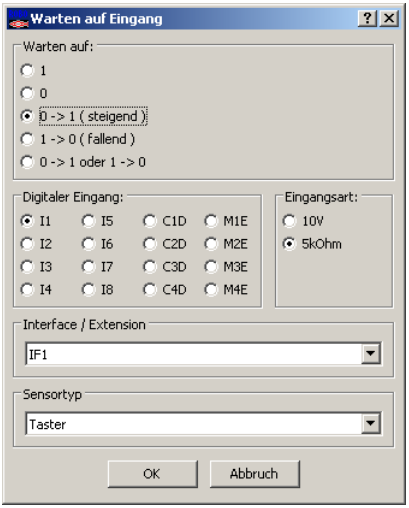
Lampe ein



Lampe aus

8.1.9 Warten auf Eingang



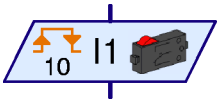


Das Element **Warten auf Eingang** wartet, bis ein Eingang des Interfaces einen bestimmten Zustand hat oder sich auf eine bestimmte Art ändert.

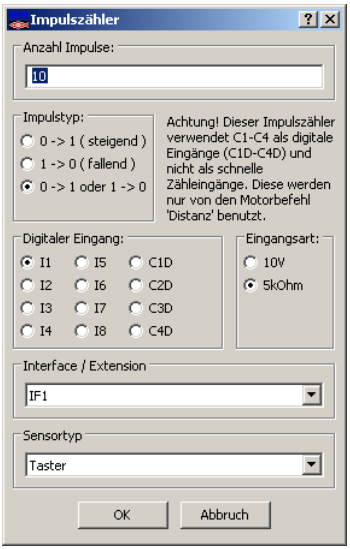
Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt:

- Unter **Warten auf** kannst du auswählen, auf welche Art von Änderung oder Zustand gewartet werden soll. Wenn du **1** oder **0** auswählst, wartet das Element so lange bis der Eingang geschlossen (1) oder offen (0) ist. Wenn Du **0 -> 1** oder **1 -> 0** auswählst wartet das Element, bis sich der Eingangszustand von offen in geschlossen (0->1) oder von geschlossen in offen (1->0) ***verändert***. Bei der letzten Möglichkeit wartet das Element, bis sich der Eingang verändert, egal ob von offen nach geschlossen oder umgekehrt. Im Abschnitt 3.6 *Weitere Programmelemente* auf Seite 23 ist zum weiteren Verständnis erklärt, wie du dieses Element mit dem Element Verzweigung nachbauen kannst.
- Unter **Digitaler Eingang** kannst du einstellen, welcher der Eingänge abgefragt werde soll. Mit **I1..I8** wählst du einen der Universaleingänge aus. Die anderen Eingänge sind im Abschnitt 8.1.3 *Verzweigung Digital* auf Seite 82 beschrieben.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interface oder einen Eingang eines Extensionmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Sensortyp** kannst du den am Eingang angeschlossenen Sensor auswählen. An Digitaleingänge werden meistens Taster angeschlossen, häufig aber auch Fototransistoren oder Reed-Kontakte. ROBO Pro stellt die **Eingangsart** des Universaleingangs automatisch passend zu dem ausgewählten Sensor ein. Ab Level 4 kannst du die **Eingangsart** auch unabhängig vom Sensor einstellen.

8.1.10 Impulszähler



Viele Fischertechnik Robotermodelle verwenden auch so genannte Impulszahnräder. Diese Zahnräder betätigen einen Taster bei jeder Umdrehung 4 Mal. Mit solchen Impulszahnrädern kann man einen Motor statt einer bestimmten Zeit eine genau definierte Zahl von Umdrehungen einschalten. Dazu muss man die Zahl der Impulse an einem Eingang des Interface zählen. Zu diesem Zweck gibt es das Element ***Impulszähler***, das auf eine einstellbare Zahl von Impulsen wartet.

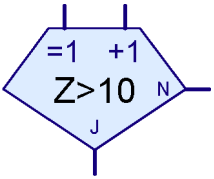


> Hinweis: Für die Steuerung von **Encodermotoren** gibt es ein spezielles Element, das die Motoren rechtzeitig abbremst und daher genauer arbeitet. Siehe Abschnitt 8.1.7 *Encodermotor (Level 1)* auf Seite 85.

Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt:

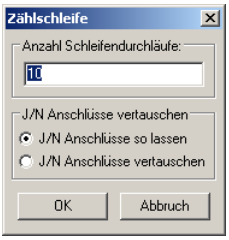
- Unter **Impulstyp** kannst du auswählen, auf welche Art von Impuls gezählt werden soll. Wenn du **0 -> 1** (steigend) auswählst, wartet das Element, bis sich der Eingangszustand so oft von offen in geschlossen (0->1) verändert hat. wie du unter **Anzahl Impulse** angegeben hast. Bei **1 -> 0** (fallend) wartet das Element, bis sich der Eingangszustand so oft von geschlossen in offen verändert hat, wie angegeben. Mit Impulszahnrädern wird aber häufiger die dritte Möglichkeit verwendet. Hier zählt das Element sowohl die Änderungen **0 -> 1** als auch die Änderungen **1 -> 0**, so dass pro Umdrehung eines Impulszahnrades 8 Impulse gezählt werden.
- Unter **Digitaler Eingang** kannst du einstellen, welcher der Eingänge abgefragt werde soll. Mit **I1..I8** wählst du einen der Universaleingänge aus. Mit **C1D..C4D** wählst du einen der Zähleingänge aus. Dabei wird jedoch kein schneller Hardwarezähler verwendet. Die maximale Zählfrequenz ist aber dennoch einige 100 Hz.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interface oder einen Eingang eines Extensionmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Sensortyp** kannst du den am Eingang angeschlossenen Sensor auswählen. An Digitaleingänge werden meistens Taster angeschlossen, häufig aber auch Fototransistoren oder Reed-Kontakte. ROBO Pro stellt die **Eingangsart** des Universaleingangs automatisch passend zu dem ausgewählten Sensor ein. Ab Level 4 kannst du die **Eingangsart** auch unabhängig vom Sensor einstellen.

8.1.11 Zählschleife



Mit dem Element **Zählschleife** kannst du ganz einfach ein bestimmtes Programmstück mehrfach ausführen lassen. Das Zählschleifenelement hat einen eingebauten Zähler. Wenn die Zählschleife über den **=1** Eingang betreten wird, wird der Zähler auf 1 gesetzt. Wenn die Zählschleife dagegen über den **+1** Eingang betreten wird, wird zum Zähler 1 dazu gezählt. Je nach dem ob der Zähler größer einem von dir vorgegeben Wert ist oder nicht, verzweigt die Zählschleife zum Ja (**J**) oder zum Nein (**N**) Ausgang. Ein Beispiel dazu findest du im Abschnitt 3.6.4 *Zählschleife* auf Seite 25.

Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt:

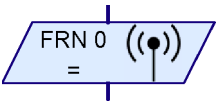


- Unter **Anzahl der Schleifendurchläufe** gibst du ein, wie oft die Zählschleife über Nein (**N**) Ausgang verlassen werden soll, bevor der Ja (**J**) Ausgang aktiviert wird. Der eingegebene Wert sollte positiv sein.
- Wenn du **J/N Anschlüsse vertauschen** anklickst, werden der **J**- und der **N-**Anschluss vertauscht, sobald du das Fenster mit OK schließt. Je nachdem wo der **J**- und wo der **N**-Anschluss sind, steht der Programmteil, der wiederholt wird, rechts oder unter der Zählschleife.

8.2 Senden, Empfangen (Level2-4)

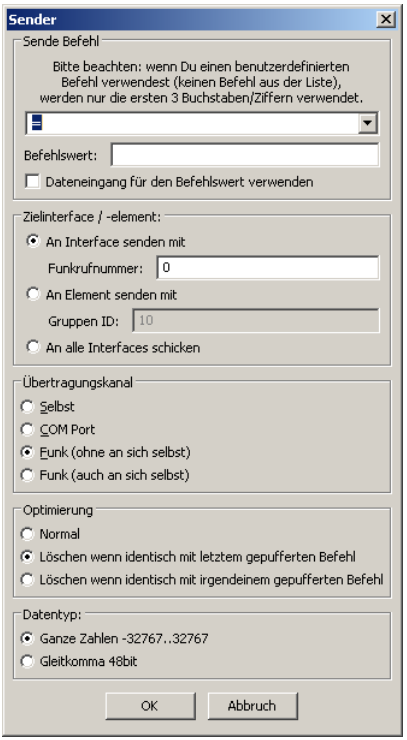
In dieser Elementgruppe findest du Programmelemente, die du zum Senden und Empfangen von Nachrichten über das ROBO RF Data Link oder über die serielle Schnittstelle des ROBO Interfaces verwenden kannst.

8.2.1 Sender (Level 2)



Mit dem Sender kannst du einen Befehl, oder ganz allgemein eine Nachricht, über Bluetooth (beim ROBO Interface über das ROBO RF Data Link) an ein anderes Interface schicken. Auf diese Weise können zum Beispiel mehrere Roboter miteinander kommunizieren.

Eigenschaftsfenster für das Senderelement

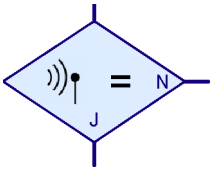


- Unter **Sende Befehl** kannst du den Befehl und ab Level 3 den Befehlswert eingeben. Ein Befehl besteht aus einem Namen und einem Zahlenwert. Der Zahlenwert kann auch über einen Dateneingang bestimmt werden. Bei Befehlsnamen, die nicht aus der Liste ausgewählt werden, werden nur die ersten 3 Buchstaben oder Ziffern berücksichtigt. Du kannst mehr als drei Zeichen angeben, aber Hallo, Halali oder Halde stehen alle für die gleiche Nachricht, weil alle mit ‚Hal' anfangen. Groß- und Kleinschreibung und Sonderzeichen (Leerzeichen, !?,% und ähnliches) werden ebenfalls nicht unterschieden. XY! Und XY? stehen auch für die gleiche Nachricht. Ziffern werden aber unterschieden, so dass XY1 und XY2 unterschiedliche Nachrichten sind.
- Unter **Zielinterface / -element** kannst du auswählen an welches Interface oder Programmelement der Befehl geschickt werden soll. In den meisten Fällen wirst du einen Befehl an ein Interface mit einer bestimmten **Funkrufnummer** oder an **alle Interfaces** schicken. Ab Level 4 gibt es zusätzlich die Möglichkeit als Empfängeradresse eine **Gruppe** zwischen 10 und 255 zu verwenden. Befehle an eine Gruppe werden nicht an ein bestimmtes Interface mit einer bestimmten Funkrufnummer geschickt, sondern an Empfängerelemente, in denen die gleiche Gruppennummer angegeben ist. Dadurch kannst du zum Beispiel unterscheiden von wem eine Nachricht gesendet worden ist, indem du für jeden Sender eine andere Gruppe verwendest. Die Gruppennummern fangen mit 10 an, weil die Nummern 0 bis 9 reserviert sind. Zu den reservierten Gruppennummern erfährst du mehr beim Empfängerelement.
- Unter **Übertragungskanal** stellst du ein, wie die Nachricht rein technisch übertragen werden soll. Im Level 2 ist diese Auswahl nicht verfügbar und es wird immer per **Funk (ohne an sich selbst)** gesendet. Per Funk bedeutet, dass die Nachricht über Bluetooth (ROBO RF Data Link) gesendet wird. Ist **Funk (auch an sich selbst)** ausgewählt, wird die Nachricht auch an das Interface geschickt, das die Nachricht gesendet hat. Damit das funktioniert, muss unter **Zielinterface / -element** ein Ziel ausgewählt sein, welches das sendende Interface mit einschließt, also zum Beispiel an **alle Interfaces** oder an eine **Empfängergruppe**. Du kannst eine Nachricht auch nur an das sendende Interface **selbst** verschicken. Diese Funktion kannst du zum Beispiel zur Kommunikation zwischen verschiedenen Prozessen verwenden. Das ROBO Interface unterstützt ab Level 4 auch das Senden von Befehlen über die serielle **COM Schnittstelle** des ROBO Interfaces. Du musst dazu zwei Interfaces mit einem seriellen Nullmodemkabel verbinden.
- Unter **Optimierung** (ab Level 4) kannst du einstellen ob identische Befehle mehrfach verschickt werden sollen. Bei vielen Befehlen macht es keinen Unterschied ob man den Befehl einmal oder mehrmals hintereinander schickt. Ohne Optimierung füllt zum Beispiel ein in ei-

ner Schleife mehrfach hintereinander gesendeter Befehl die Übertragungspuffer des RF Data Links, so dass andere Befehle nicht so schnell gesendet werden können. Daher ist es sinnvoll identische Befehle zu löschen. In der Regel wirst du einen Befehl nur dann löschen wollen, wenn er **mit dem letzten gepufferten Befehl identisch** ist. Wenn du in diesem Modus zum Beispiel 2x Start und dann 2x Stopp sendest, wird nur 1x Start und dann 1x Stopp übertragen. Wenn du aber schnell hintereinander Start, Stopp, Start und Stopp sendest, also nicht zwei mal den gleichen Befehl hintereinander, werden die Befehle unverändert übertragen. Du kannst aber auch angeben, dass Befehle gelöscht werden sollen, wenn sie mit **irgendeinem gepufferten Befehl** identisch sind. Bei manchen Befehlen ist die Optimierung dagegen nicht sinnvoll und es sollte der **Normal**-Modus verwendet werden. Ein Beispiel dafür ist der ***Hinzufügen*** Befehl, mit dem man Elemente zu einer Liste hinzufügen kann. Bei einer Liste macht es schließlich einen Unterschied, ob ein Element 1x oder 2x angehängt wird. Im **Level 2** ist immer die Option **Löschen wenn identisch mit letztem gepufferten Befehl** ausgewählt.

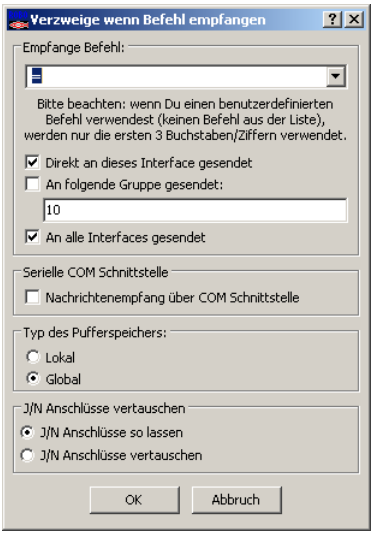
- Unter **Datentyp** kannst du auswählen, ob der Wert des gesendeten Befehls eine ganze Zahl oder eine Gleitkommazahl ist. Siehe auch Kapitel 12 *Rechnen mit Dezimalzahlen* auf Seite 141.

8.2.2 Empfänger / Verzweige wenn Befehl empfangen (Level 2)



Dieses Element ist das Gegenstück zum vorhergehenden Senderelement. Je nachdem ob ein bestimmter Befehl empfangen worden ist oder nicht, verzweigt das Element zum J oder zum N Ausgang.

Eigenschaftsfenster für das Empfängerelement

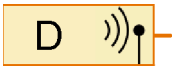


- Unter **Empfange Befehl** gibst du den Befehl ein, den der Empfänger empfangen soll. Wie schon beim Sender erklärt, werden nur die ersten 3 Buchstaben oder Ziffern des Namens berücksichtigt. Dann musst du noch auswählen, ob der Empfänger nur auf Befehle reagiert, die direkt an das Interface gesendet worden sind, also mit einer bestimmten Funkrufnummer, oder auf Befehle, die an alle Interfaces gesendet worden sind. Du kannst auch beides auswählen. Wie schon beim Sender beschrieben, kannst du ab dem Level 4 Nachrichten auch an eine bestimmte Gruppe schicken. Solche Nachrichten werden von allen Empfängerelementen empfangen, bei denen diese Gruppe angegeben worden ist. Die Gruppen 10 bis 255 können beliebig verwendet werden. Die Gruppen 0 bis 8 entsprechen den Funkrufnummern 0 bis 8. Die Gruppe 9 ist für das Senden an alle Interfaces reserviert. Beim Versenden von Nachrichten macht es keinen Unterschied, ob man an die Gruppe 1 oder an die Funkrufnummer 1 sendet. Beim Empfang kann man aber keine Funkrufnummer angeben, weil jedes Interface seine eigene Funkrufnummer kennt. Indem man beim Empfänger eine Empfängergruppe von 1 bis 8 angibt, kann man aber

Nachrichten empfangen, die eigentlich für ein anderes Interface gedacht waren. Empfängergruppen kleiner als 10 kann man aber erst ab Level 5 verwenden.

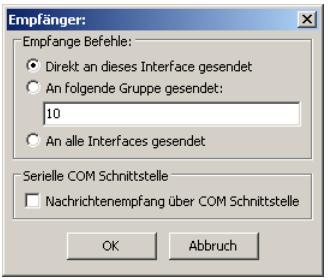
- Unter **Serielle COM Schnittstelle** (ab Level 4, nur ROBO Interface) kannst du angeben, dass das Element auch Nachrichten von der COM Schnittstelle empfangen kann. Hierbei handelt es sich um eine globale Einstellung ob die COM Schnittstelle aktiviert werden soll oder nicht. Wenn in einem Programm ein einziger Sender oder Empfänger die COM Schnittstelle verwendet, können alle Empfängerelemente Nachrichten von der COM Schnittstelle empfangen.
- Unter **Typ des Pufferspeichers** kannst du angeben, ob der Speicherbereich, in dem Empfangene Befehle gespeichert werden, **lokal** oder **global** ist. Wenn du hier global auswählst, kann das Element auch Befehle empfangen, wenn das Unterprogramm, in dem sich das Element befindet, nicht aktiv ist.
- Unter **J/N Anschlüsse vertauschen** kannst du die Position der J- und N-Ausgänge der Verzweigung vertauschen. Normalerweise ist der Ja (J) Ausgang unten und der Nein (N) Ausgang rechts. Oft ist es aber praktischer wenn der Ja-Ausgang rechts ist. Drücke auf **J/N Anschlüsse vertauschen**, dann werden die J- und N-Anschlüsse vertauscht, sobald du das Fenster mit OK schließt.

8.2.3 Empfänger (Level 3)



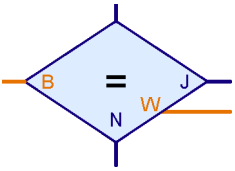
Das im vorigen Abschnitt beschriebene Empfängerelement ist hauptsächlich für den Level 2 gedacht, da es nur Befehle, aber keine Befehlswerte empfangen kann. Das Level 3 Empfängerelement empfängt dagegen beliebige Befehle mit Befehlswert. Du gibst bei diesem Element keinen Befehl an, den das Empfängerelement empfangen soll. Das Element schickt ganz einfach alle empfangenen Befehle an die am Ausgang angeschlossenen Elemente.

Eigenschaftsfenster für das Empfängerelement



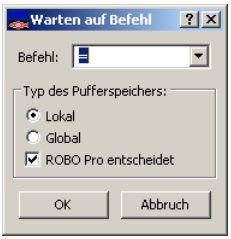
- Unter **Empfange Befehl** gibst du an, ob der Empfänger nur auf Befehle reagiert, die direkt an das Interface gesendet worden sind, also mit einer bestimmten Funkrufnummer, oder auf Befehle die an alle Interfaces gesendet worden sind. Ab dem Level 4 kannst du auch eine bestimmte Gruppe auswählen. Zu Empfängergruppen erfährst du mehr in den beiden vorigen Abschnitten *Sender (Level 2)* und *Empfänger / Verzweige wenn Befehl empfangen (Level 2)*. Anders als beim Level 2 Empfänger kannst du beim Level 3 Empfänger nur eine Option auswählen. Du kannst aber die Ausgänge von zwei oder mehrere Empfängerelementen mit unterschiedlicher Auswahl zusammenschalten, wenn du Befehle mit unterschiedlichen Zielangaben empfangen willst. Insbesondere kannst du so auch Empfänger mit unterschiedlichen Gruppen zusammen schalten.
- Unter **Serielle COM Schnittstelle** (ab Level 4) kannst du angeben, dass das Element auch Nachrichten von der COM Schnittstelle empfangen kann. Siehe dazu den vorigen Abschnitt *Empfänger / Verzweige wenn Befehl empfangen (Level 2)*.

8.2.4 Warten auf Befehl (Level 4)



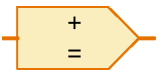
Das „Warten auf Befehl“ Element wird ähnlich wie das Element *Empfänger / Verzweige wenn Befehl empfangen (Level 2)* verwendet um auf einen Befehl zu warten. Allerdings wartet es nicht auf Befehle, die per ROBO RF Data Link oder sonstigen Schnittstellen gesendet werden, sondern auf Befehle, die an den Befehlseingang auf der linken Seite des Elements gesendet werden. Wenn man dort ein *Empfänger (Level 3)* Element anschließt, ergibt sich ein Level 2 Empfänger. Allerdings hat dieses Element zusätzlich einen Datenausgang auf der rechten Seite. Immer wenn ein Befehl empfangen wurde und so der Programmfluss zum **J** Ausgang geleitet wird, steht am Befehlswertausgang **W** der mit dem Befehl gesendete Zahlenwert zur Verfügung. Da der W und J Ausgang zusammen gehören, kann man bei diesem Element die **J** und **N** Ausgänge nicht vertauschen. Ein Beispiel findest im Abschnitt 6.1 auf Seite 72.

Eigenschaftsfenster für das „Warten auf Befehl“ Element



- Unter **Befehl** wählst du den Befehl aus, auf den das Element warten soll. Du kannst auch einen eigenen Befehl eingeben, wobei aber nur die ersten 3 Buchstaben oder Ziffern berücksichtigt werden. Siehe dazu die Beschreibung unter ***Sende Befehl*** im Abschnitt 8.2.1 *Sender (Level 2)* auf Seite 89.
- Die Einstellung **Größe des Befehlspuffers** wird erst ab Level 5 angezeigt. Wie der Level 2 Empfänger merkt sich dieses Element wie viele Befehle eingegangen sind. Da sich das Warten auf Befehl Element zu jedem Befehl auch den Befehlswert merken muss, ist hier die maximale Zahl von Befehlen aber begrenzt. Für übliche Anwendungen sollte der Standardwert von 4 Befehlen völlig ausreichen, da ein Programm empfangene Befehle meistens möglichst sofort verarbeitet.

8.2.5 Befehlsfilter (Level 4)



Mit dem Befehlsfilter kann man Befehle sozusagen umetikettieren. Wenn an den linken Eingang ein bestimmter Befehl gesendet wird, sendet das Element an die Elemente, die am rechten Ausgang angeschlossen sind, einen anderen Befehl, aber mit dem gleichen Befehlswert wie der am Eingang empfangene Befehl. Damit kann man zum Beispiel aus einem = Befehl einen Motorsteuerbefehl wie Rechts oder Links machen. Ein Beispiel findest im Abschnitt 6.2 auf Seite 73.

Eigenschaftsfenster für das Befehlsfilterelement

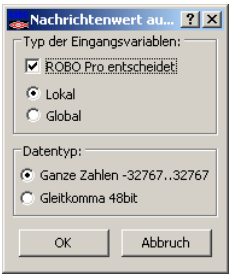
Im Befehlsfilterelement wählst du zwei Befehle aus: den Befehl den es am Eingang erwartet und den Befehl in den dieser Befehl umgewandelt und an den Ausgang geschickt wird. Du kannst auch eigene Befehl eingeben, wobei aber nur die ersten 3 Buchstaben oder Ziffern berücksichtigt werden. Siehe dazu die Beschreibung unter ***Sende Befehl*** im Abschnitt 8.2.1 *Sender (Level 2)* auf Seite 89.

Unter **Datentyp** kannst du auswählen, ob der Wert des Befehls (ein- wie ausgehend) eine ganze Zahl oder eine Gleitkommazahl ist. Siehe auch Kapitel 12 *Rechnen mit Dezimalzahlen* auf Seite 141.

8.2.6 Befehlswert austauschen (Level 4)

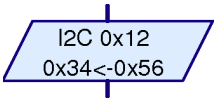
So ähnlich wie der Befehlsfilter (siehe vorheriger Abschnitt) den Namen eines Befehls austauscht, so tauscht dieses Element den Wert aus. Zusammen mit dem Befehlsfilter kannst du so aus einer Nachricht mehrere verschiedene Nachrichten mit verschiedenen Werten erzeugen. Wenn du zum Beispiel eine Steuerung für ein Kettenfahrzeug programmieren möchtest, dass Befehle wie links, rechts, oder vorwärts versteht, kannst du mit dem Befehlsfilter den Befehl „links“ in einen „=“ Befehl an ein Motorelement umwandeln und mit diesem Element kannst du den Wert des = Befehls durch 0 oder den negativen Wert ersetzen und an den anderen Motor schicken. Der Befehl, dessen Wert ausgetauscht werden soll, wird an den **B** Eingang geschickt. An den **W** Eingang legst du den neuen Wert an.

Eigenschaftsfenster für das Befehlswert austauschen Element



- Unter **Typ der Eingangsvariablen** kannst du einstellen, ob der W Eingang sich den Wert in einer lokalen oder globalen Variablen merken soll.
- Unter **Datentyp** kannst du auswählen, ob der Wert des Befehls (ein- wie ausgehend) eine ganze Zahl oder eine Gleitkommazahl ist. Siehe auch Kapitel 12 *Rechnen mit Dezimalzahlen* auf Seite 141.

8.2.7 I2C Schreiben (Level 4)

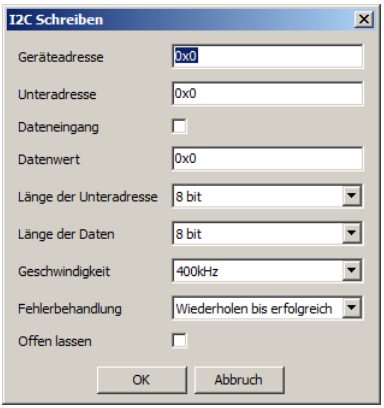


Dieses Element sendet Befehle oder Daten an die I2C Schnittstelle des TX Controllers. Die I2C Schnittstelle ist am EXT2 Anschluss verfügbar. Die I2C Schnittstelle wird verwendet, um Sensoren und Aktuatoren von Fremdherstellern (nicht fischertechnik) an den TX Controller anzuschließen. Die Verwendung von I2C erfordert Erfahrung im Umgang mit elektronischen Bauelementen und entsprechende Messgeräte.

Im Elementfenster findest du unter **Bibliothek** / **I2C** Unterprogramme für verschiedene häufig verwendete I2C Bausteine. Du kannst die Bibliotheksdateien auch direkt als ROBO Pro Programm öffnen. Das Hauptprogramm der Bibliotheken enthält ein Testprogramm für den jeweiligen Baustein. Die Bibliotheksdateien findest du im ROBO Pro Installationsverzeichnis unter Bibliothek\I2C.

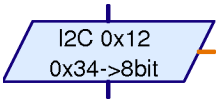
Das Element ***I2C Schreiben*** sendet ein Adressbyte und zwischen 1 und 4 Datenbytes über die I2C Schnittstelle. Zunächst werden die 7-bit Geräteadresse und das Schreibbit gesendet. Anschließend wird eine 0-2 Bytes lange Unteradresse und zuletzt 1 oder 2 Datenbytes gesendet. Aus der Sicht des I2C Protokolls besteht kein Unterschied zwischen Unteradresse und Daten. Viele I2C Bausteine erfordern jedoch, dass nach der Geräteadresse zunächst eine Unteradresse und erst anschließend die Daten gesendet werden. Das genaue Protokoll ergibt sich aus dem Datenblatt eines I2C Bausteins.

Eigenschaftsfenster für das I2C Schreiben Element



- Unter **Geräteadresse** gibst du die 7 Bit Geräteadresse (ohne R/W Bit) ein. Bei manchen Geräten ist die Adresse als 8 Bit Adresse (mit R/W Bit) angegeben. In diesem Fall musst du die Adresse durch 2 teilen, also zum Beispiel 0x60 statt 0xC0.
  Die Geräteadressen 0x50..0x57 (=0xA0…0xAF als 8 bit) werden vom TX Controller intern verwendet und können nicht für externe Bausteine verwendet werden.
- Unter **Unteradresse** kannst du eine 8 oder 16 Bit Unteradresse eingeben. Siehe auch **Länge der Unteradresse** weiter unten.
- Unter **Dateneingang** kannst du auswählen ob die Daten fest sind und weiter unten unter **Datenwert** angegeben sind, oder ob das Element einen Dateneingang verwenden soll.
- Unter **Datenwert** kannst du den zu sendenden Datenwert eingeben, wenn kein Dateneingang verwendet wird.
- Unter **Länge der Unteradresse** kannst du auswählen, ob eine Unteradresse verwendet wird. Nicht alle I2C Bausteine verwenden Unteradressen, so dass man unter **Länge der Unteradresse** auch **keine** angeben kann. Wenn du eine 16 Bit lange Unteradresse verwendest, kannst du auswählen, ob das höherwertige (MSB=Most Significant Byte) oder niederwertige (LSB=Least Significant Byte) Byte zuerst übertragen wird.
- Unter **Länge der Daten** kannst du auswählen, ob das Element 8 oder 16 Bit Daten an den I2C Baustein sendet. Bei 16 Bit Daten kannst du wie bei der Unteradresse auswählen, ob das höherwertige (MSB) oder niederwertige (LSB) Byte zuerst übertragen wird.
- Unter **Geschwindigkeit** kannst du den I2C Takt auswählen. Dieser kann 100kHz oder 400kHz sein. Wenn ***alle*** angeschlossenen I2C Bausteine 400kHz unterstützen, solltest du 400kHz verwenden, anderenfalls 100 kHz.
- Unter **Fehlerbehandlung** kannst du auswählen, was passiert, wenn der angeschlossene I2C Baustein die gesendeten Daten nicht verarbeiten kann. Du hast die Wahl zwischen **Wiederholen bis erfolgreich**, **10x wiederholen** und **sofort abbrechen**. Bei den letzten beiden Optionen erhält das Element unten rechts einen zusätzlichen Fehlerausgang.
- Wenn bei **offen lassen** ein Haken gesetzt ist, sendet das Element am Ende kein Stopp über den I2C Bus. Dadurch können mit einem weiteren I2C Schreiben oder I2C Lesen Element weitere Daten gesendet oder gelesen werden. Sofern nicht zwischen lesen und schreiben gewechselt wird oder eine Lesebefehl mit Unteradresse ausgeführt wird, wird die Geräteadresse von folgenden I2C Elementen nicht neu gesendet. Bei einem Wechsel zwischen Lesen und Schreiben wird am I2C Bus ein Restart durchgeführt, keine Stopp-Start Sequenz. Der I2C Bus bleibt für den aktuellen Prozess reserviert, bis der aktuelle Prozess ein I2C Element ohne die Option offen lassen ausführt. Andere Prozesse werden solange blockiert, wenn sie I2C Element verwenden.

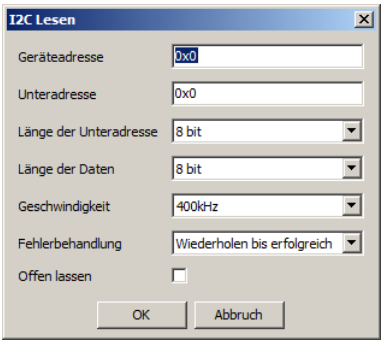
8.2.8 I2C Lesen (Level 4)



Dieses Element liest Daten von der I2C Schnittstelle des TX Controllers. Die Bemerkungen für das Element I2C Schreiben gelten auch für dieses Element.

Wenn eine Unteradresse verwendet wird, sendet das Element ***I2C Lesen*** zunächst ein Adressbyte im Schreibmodus und anschließend die 1 oder 2 Byte lange Unteradresse. Anschließend führt das Element einen Restart am I2C Bus durch, sendet erneut die Geräteadresse, diesmal im Lesemodus, und liest anschließend 1-2 Datenbytes. Wenn keine Unteradresse verwendet wird, wird das Adressbyte gleich im Lesemodus gesendet und anschließend die Daten gelesen.

Eigenschaftsfenster für das I2C Lesen Element



- Unter **Geräteadresse** gibst du die 7 Bit Geräteadresse (ohne R/W Bit) ein. Bei manchen Geräten ist die Adresse als 8 Bit Adresse (mit R/W Bit) angegeben. In diesem Fall musst du die Adresse durch 2 teilen, also zum Beispiel 0x60 statt 0xC0.
  Die Geräteadressen 0x50..0x57 (=0xA0…0xAF als 8 bit) werden vom TX Controller intern verwendet und können nicht für externe Bausteine verwendet werden.
- Unter **Unteradresse** kannst du eine 8 oder 16 Bit Unteradresse eingeben. Siehe auch **Länge der Unteradresse** weiter unten.
- Unter **Länge der Unteradresse** kannst du auswählen, ob eine Unteradresse verwendet wird. Nicht alle I2C Bausteine verwenden Unteradressen, so dass man unter **Länge der Unteradresse** auch **keine** angeben kann. Wenn du eine 16 Bit lange Unteradresse verwendest, kannst du auswählen, ob das höherwertige (MSB=Most Significant Byte) oder niederwertige (LSB=Least Significant Byte) Byte zuerst übertragen wird.
- Unter **Länge der Daten** kannst du auswählen, ob das Element 8 oder 16 Bit Daten von dem I2C Baustein liest. Bei 16 Bit Daten kannst du wie bei der Unteradresse auswählen, ob das höherwertige (MSB) oder niederwertige (LSB) Byte zuerst gelesen wird.
- Unter **Geschwindigkeit** kannst du den I2C Takt auswählen. Dieser kann 100kHz oder 400kHz sein. Wenn ***alle*** angeschlossenen I2C Bausteine 400kHz unterstützen, solltest du 400kHz verwenden, anderenfalls 100 kHz.
- Unter **Fehlerbehandlung** kannst du auswählen, was passiert, wenn der angeschlossene I2C Baustein die gesendeten Daten nicht verarbeiten kann. Du hast die Wahl zwischen **Wiederholen bis erfolgreich**, **10x wiederholen** und **sofort abbrechen**. Bei den letzten beiden Optionen erhält das Element unten rechts einen zusätzlichen Fehlerausgang.
- Die Option **offen lassen** hat die gleiche Wirkung wie beim Element I2C Schreiben.

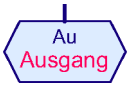
8.3 Unterprogramm I/O (Level 2-3)

In dieser Elementgruppe findest du Programmelemente, die du nur in Unterprogrammen benötigst.

8.3.1 Unterprogramm-Eingang (Level 2)

Ein Unterprogramm kann einen oder mehrere Unterprogramm-Eingänge haben. Über diese Eingänge übergibt das Hauptprogramm oder übergeordnete Unterprogramm die Ausführung an das Unterprogramm. Im grünen Symbol des Unterprogramms, das in das übergeordnete Programm eingefügt wird, wird für jeden Unterprogramm-Eingang an der Oberseite ein Anschlusspin eingefügt. Die Anschlüsse im Symbol haben die gleiche Reihenfolge (von links nach rechts) wie die Unterprogramm-Eingänge im Funktionsplan des Unterprogramms. Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt. Dort kannst du dem Eingang einen Namen geben, der dann im Symbol angezeigt wird. Mehr zum Thema Unterprogramme findest du im Kapitel 4: *Level 2: Arbeiten mit Unterprogrammen* auf Seite 29.

8.3.2 Unterprogramm-Ausgang (Level 2)

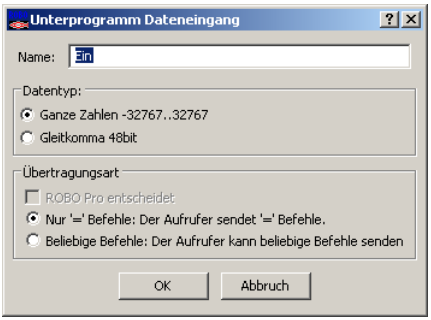


Ein Unterprogramm kann einen oder mehrere Unterprogramm-Ausgänge haben. Über diese Ausgänge übergibt das Unterprogramm die Programmausführung zurück an das Hauptprogramm oder übergeordnete Unterprogramm. Im grünen Symbol des Unterprogramms, das in das übergeordnete Programm eingefügt wird, wird für jeden Unterprogrammausgang an der Unterseite ein Anschlusspin eingefügt. Die Anschlüsse im Symbol haben die gleiche Reihenfolge (von links nach rechts) wie die Unterprogramm-Ausgänge im Ablaufplan des Unterprogramms. Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt. Dort kannst du dem Ausgang einen Namen geben, der dann im Element angezeigt wird. Mehr zum Thema Unterprogramme findest du im Kapitel 4: *Level 2: Arbeiten mit Unterprogrammen* auf Seite 29.

8.3.3 Unterprogramm-Befehlseingang (Level 3)

Über dieses Element können Unterprogramme mit Eingangselementen wie z.B. Schaltern im Hauptprogramm oder im übergeordneten Unterprogramm verbunden werden oder von dort mit Werten aus Variablenelementen, z.B. Koordinaten, versorgt werden. Im grünen Symbol des Unterprogramms, das in das übergeordnete Programm eingefügt wird, wird für jeden Unterprogramm-Befehlseingang an der linken Seite ein Anschlusspin eingefügt. Die Anschlüsse im Symbol haben die gleiche Reihenfolge (von oben nach unten) wie die Unterprogramm-Befehlseingänge im Unterprogramm. Die Anwendung dieses Elements wird ausführlich in Abschnitt 5.5 *Befehlseingänge für Unterprogramme* auf Seite 63 erklärt.

Eigenschaftsfenster



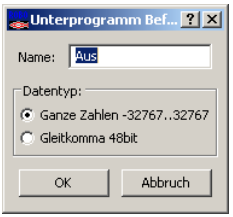
- Unter **Name** kannst du den Namen des Befehlseingangs eingeben. Im grünen Unterprogrammsymbol werden nur die ersten 2 Zeichen angezeigt.
- Unter **Datentyp** kannst du auswählen, ob der Wert der eingehenden Befehle eine ganze Zahl oder eine Gleitkommazahl ist. Siehe auch Kapitel 12 *Rechnen mit Dezimalzahlen* auf Seite 141.
- Unter **Übertragungsart** (ab Level 4) kannst du einstellen, ob der Eingang **nur**

= Befehle oder beliebige Befehle akzeptiert. Wenn im Unterprogrammaufruf an den Eingang Variablen oder Interface-Eingänge angeschlossen werden, solltest du nur = Befehle auswählen. In diesem Fall speichert der Unterprogrammeingang den zuletzt übertragenen Wert, so dass der richtige Wert beim Start des Unterprogramms sofort zur Verfügung steht. Wenn du beliebige Befehle auswählst, kannst du auch Befehle wie Stopp oder eigene Befehle an den Eingang schicken. Diese Befehle werden nur an das Unterprogramm weitergeleitet, wenn das Unterprogramm aktiv ist. Dies ist sinnvoll, wenn das Unterprogramm zum Beispiel ein Motorelement enthält, und du diesem Element von außen Befehle senden möchtest. Mehr dazu findest du im Abschnitt 6.3 *Beliebige Befehle an Unterprogramme senden* auf Seite 74.

8.3.4 Unterprogramm-Befehlsausgang (Level 3)

Über dieses Programmelement können Befehle wie z. B. links, rechts, stopp, an Motoren oder andere Ausgangselemente gesendet werden, die sich im Hauptprogramm oder im übergeordneten Unterprogramm befinden. Im grünen Symbol des Unterprogramms, das in das übergeordnete Programm eingefügt wird, wird für jeden Unterprogramm-Befehlsausgang an der rechten Seite ein Anschlusspin eingefügt. Die Anschlüsse im Symbol haben die gleiche Reihenfolge (von oben nach unten) wie die Unterprogramm-Befehlsausgänge im Unterprogramm. Die Anwendung dieses Elements wird ausführlich in Abschnitt 5.5 *Befehlseingänge für Unterprogramme* auf Seite 63 erklärt.

Eigenschaftsfenster

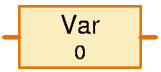


- Unter **Name** kannst du den Namen des Befehlsausgangs eingeben. Im grünen Unterprogrammsymbol werden nur die ersten 2 Zeichen angezeigt.
- Unter **Datentyp** kannst du auswählen, ob der Wert der ausgehenden Befehle eine ganze Zahl oder eine Gleitkommazahl ist. Siehe auch Kapitel 12 *Rechnen mit Dezimalzahlen* auf Seite 141.

8.4 Variable, Liste, ... (Level 3)

Die Programmelemente in dieser Gruppe können einen oder mehrere Zahlenwerte speichern. Damit kann man Programme entwickeln, die ein Gedächtnis haben.

8.4.1 Variable (global)



Eine Variable kann einen einzelnen Zahlenwert zwischen -32767 und 32767 speichern. Der Wert der Variablen wird gesetzt, indem man am Befehlseingang auf der linken Seite ein **=** Befehlselement anschließt (siehe Abschnitt 8.5.1 = *(Zuweisen)* auf Seite 104). Man kann einer Variablen über das Eigenschaftsfenster auch einen Anfangswert geben, den die Variable behält bis sie den ersten Befehl zur Änderung des Wertes erhält.

ROBO Pro legt für alle Variablenelemente mit ***gleichem Namen*** und **Variablentyp** = **Global** nur eine einzige Variable an. Alle globalen Variablen mit gleichem Namen sind identisch und haben immer den gleichen Wert, auch wenn sie in verschiedenen Unterprogrammen vorkommen. Wenn eines dieser Variablenelemente über einen Befehl verändert wird, ändern sich auch alle anderen globalen Variablenelemente mit gleichem Namen. Es gibt auch lokale Variablen (siehe nächster Abschnitt) bei denen das nicht so ist.

Zusätzlich zum **=** Befehl versteht eine Variable auch den **+** und den **–** Befehl. Erhält eine Variable z.B. den Befehl **+ 5**, addiert sie den Wert 5 zu ihrem aktuellen Wert hinzu. Beim **–** Befehl wird der mit dem Befehl übermittelte Wert vom aktuellen Wert der Variablen abgezogen.

Achtung:
Wenn der Wert der Variablen bei einem **+** oder **–** Befehl über den Wertebereich der Variablen hinausgeht, wird zum Wert der Variablen 65536 hinzugezählt oder davon abgezogen, so dass der Wert wieder gültig ist. Da dieses Verhalten in der Regel nicht erwünscht ist, solltest Du darauf achten, dass das nicht passiert.

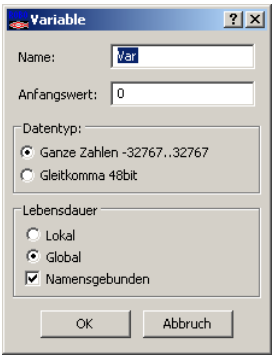
Jedes Mal, wenn sich der Wert der Variablen ändert, schickt sie einen **=** Befehl mit dem neuen Wert an alle Elemente, die am Befehlsausgang der Variablen angeschlossen sind. Wenn Du den Wert einer Variablen beobachten willst, kannst Du an den Ausgang der Variablen eine Bedienfeldanzeige anschließen (siehe Abschnitt 8.7.6 *Bedienfeldanzeige* auf Seite 114).

Hier noch einmal zur Übersicht alle Befehle, die das Variablenelement verarbeiten kann:

Befehl	Wert	Aktion
=	-32767 bis 32767	Setzt den Wert der Variablen auf den mit dem Befehl übermittelten Wert.
+	-32767 bis 32767	Addiert zum aktuellen Wert der Variablen den mit dem Befehl übermittelten Wert.
-	-32767 bis 32767	Subtrahiert vom aktuellen Wert der Variablen den mit dem Befehl übermittelten Wert.

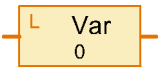
Der krumme Wertebereich von -32767 bis 32767 kommt übrigens daher, dass Computer im Zweiersystem rechnen, und nicht im Zehnersystem wie wir. Im Zweiersystem ist 32767 eine glatte Zahl, etwa wie 9999 im Zehnersystem. Aber darum brauchen wir uns nicht zu kümmern, da der Computer alle Zahlen vom Zweier- ins Zehnersystem umrechnet. Nur bei den Maximalwerten von Variablen merkt man noch etwas davon und wenn es beim Rechnen einen Überlauf gibt.

Eigenschaftsfenster für Variablen



- Unter **Name** kannst du einen Namen für die Variable eingeben.
- Unter **Anfangswert** kannst du den Anfangswert für die Variable eingeben. Die Variable behält diesen Wert solange, bis sie über einen =, + oder – Befehl einen neuen Wert bekommt.
- Unter **Datentyp** kannst du auswählen, ob der Wert der Variablen eine ganze Zahl oder eine Gleitkommazahl ist. Siehe auch Kapitel 12 *Rechnen mit Dezimalzahlen* auf Seite 141.
- Der Punkt **Lebensdauer** ist nur für Variablen in Unterprogrammen interessant und wird im folgenden Abschnitt „Lokale Variable“ genauer erklärt. Bei Variablen im Hauptprogramm haben beide Einstellungen den gleichen Effekt.

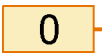
8.4.2 Lokale Variable



Alle **globalen** Variablenelemente mit gleichem Namen verwenden ein und dieselbe Variable und haben immer den gleichen Wert. Das ist vermutlich das was du erwartest und was in der Regel auch praktisch ist. Wenn du aber Variablen in Unterprogrammen verwendest, kann das zu großen Problemen führen. Wenn dein Programm mehrere parallele Prozesse hat, kann ein Unterprogramm zu einer Zeit mehrfach ausgeführt werden. In so einer Situation führt es in der Regel zu Chaos, wenn das Unterprogramm in allen Prozessen die gleichen Variablen verwendet. Aus diesem Grund gibt es ***lokale Variablen***. Eine lokale Variable verhält sich fast genauso wie eine globale Variable, mit einem Unterschied: die lokale Variable gilt nur in dem Unterprogramm, in dem sie definiert ist. Selbst wenn zwei lokale Variablen in verschiedenen Unterprogrammen den gleichen Namen haben, sind es verschiedene, unabhängige Variablen. Auch wenn ein Unterprogramm von mehreren Prozessen mehrfach parallel ausgeführt wird, hat das Unterprogramm in jedem Prozess einen unabhängigen Satz von lokalen Variablen. Lokale Variablen existieren nur so lange, wie das Unterprogramm in dem sie definiert sind, ausgeführt wird. Der Anfangswert wird lokalen Variablen daher nicht beim Programmstart, sondern bei jedem Start des jeweiligen Unterprogramms zugewiesen. Da ein Unterprogramm bei mehreren Aufrufen in der Regel immer wieder das gleiche machen soll, ist es viel praktischer, wenn die Variablen bei jedem Aufruf auf den Anfangswert gesetzt werden. Lokale Variablen haben sozusagen keine Erinnerung an vorherige Aufrufe des gleichen Unterprogramms.

Im Hauptprogramm verhalten sich lokale Variablen und globale Variablen gleich, da das Gesamtprogramm und das Hauptprogramm gleichzeitig gestartet werden. Lokale Variablen sind aber etwas effizienter in der Programmausführung. Listenelemente sollte man dagegen eher global definieren, weil der Speicherbereich für globale Variablen größer ist als für lokale Variablen.

8.4.3 Konstante



Eine Konstante hat wie eine Variable einen Wert, aber der Wert kann nicht durch das Programm verändert werden. Eine Konstante kannst du mit einem Dateneingang eines Unterprogrammsymbols verbinden, wenn das Unterprogramm immer den gleichen Wert verwenden soll. Auch bei Berechnungen mit Operatoren sind Konstanten sehr praktisch. Ein Beispiel dafür findest du am Ende des Abschnitts 5.7 *Operatoren* auf Seite 68.

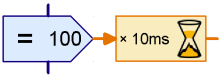
Eigenschaftsfenster für Konstanten:

- Unter **Datentyp** kannst du auswählen, ob der Wert der Konstanten eine ganze Zahl oder eine Gleitkommazahl ist. Siehe auch Kapitel 12 *Rechnen mit Dezimalzahlen* auf Seite 141.
- Bei **Wert** gibst du den Wert der Konstanten ein.

8.4.4 Timer-Variable

Eine Timervariable verhält sich im Wesentlichen genau so wie eine Variable. Auch die Unterscheidung zwischen normalen und statischen Variablen gibt es bei Timer-Variablen. Der einzige Unterschied ist, dass eine Timervariable den gespeichert Wert in einem festen Zeittakt bis auf 0 herunterzählt. Sobald der Timerwert 0 ist, bleibt die Timer-Variable stehen. Wenn der Timerwert z.B. durch einen Minus- Befehl negativ wird, wird der Wert beim nächsten Zeitschritt wieder 0.

Die Geschwindigkeit mit der die Timer-Variable herunterzählt kannst du zwischen 1/1000 Sekunde pro Schritt und 1 Minute pro Schritt im Eigenschaftsfenster einstellen. Du solltest dabei beachten, dass die Genauigkeit des Timers von den eingestellten Zeitschritten abhängt. Wenn du zum Beispiel einen Timer auf 1 x 10 Sekunden setzt, kann der nächste 10 Sekunden Timerschritt kurze Zeit später , (z.B. bereits nach einer Sekunde) oder erst nach 10 Sekunden erfolgen. Timer sind also immer nur so genau, wie die eingestellten Zeitschritte. Daher solltest du eher kleine Zeitschritte wählen, zum Beispiel 10 x 1 Sekunde oder 100 x 0,1 Sekunden statt 1 x 10 Sekunden. Einen Zeitschritt von einer Minute solltest du nur wählen, wenn das Programm mindestens eine Stunde warten soll. Dann wird es auf eine Minute mehr oder weniger nicht ankommen.

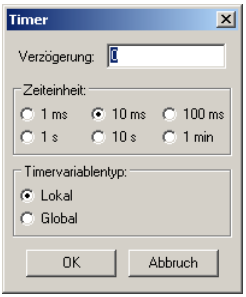


Die Anzahl der Schritte, die heruntergezählt werden soll, wird der Timer-Variablen in der Regel über einen =-Befehl von einem Befehlselement zugewiesen. Im abgebildeten Beispiel werden 100 Schritte von je 10ms heruntergezählt. Das entspricht einer Zeitdauer von 1000 ms=1 Sekunde. Die Genauigkeit beträgt dabei 10ms.

Mit Timer-Variablen kann man sehr einfach auch schwierige Zeitmessungs- und Verzögerungsaufgaben lösen. Wenn ein Roboter zum Beispiel eine Suche nach 20 Sekunden abbrechen soll, kannst du am Anfang der Suche eine Timervariable auf 20 x 1 Sekunde (oder 200 x 0,1 Sekunde) setzen und dann im Suchprogramm regelmäßig abfragen, ob der Timer-Wert noch größer 0 ist. Du kannst auch bei Teilerfolgen der Suche den Timer wieder auf den Anfangswert setzen.

Wenn du eine Zeit messen willst, muss du die Timer-Variable am Anfang auf einen möglichst großen positiven Wert (30000 oder 32767) setzen, damit viel Zeit verbleibt, bis der Timerwert 0 ist. Wenn du wissen willst, wie viel Zeit seitdem vergangen ist, ziehst du den aktuellen Timerwert vom Anfangswert ab.

Eigenschaftsfenster für Timer-Variablen



- Unter **Verzögerung** kannst du den Anfangswert für die Timervariable festlegen. In der Regel gibt man hier 0 ein und setzt den Wert der Timer-Variable mit einem = Befehl zum passenden Zeitpunkt. Wenn der Timer aber bei Start des Programms oder eines Unterprogramms loslaufen soll, kann hier der entsprechende Wert eingegeben werden.
- Unter **Zeiteinheit** kannst du die Größe der Zeitschritte auswählen, in denen die Timer-Variable heruntergezählt wird.
- Unter **Timervariablentyp** kannst du einstellen, ob der Timer eine globale oder eine lokale Variable ist (siehe Abschnitt 8.4.2 *Lokale Variable* auf Seite 100).

8.4.5 Liste

Das Element **Liste** entspricht einer Variablen, mit der man nicht nur einen Wert, sondern mehrere Werte speichern kann. Die maximale Zahl von Werten, die in einer Liste gespeichert werden können, wird im Eigenschaftsfenster des Elements festgelegt.

Du kannst an die Liste hinten Werte anhängen und Werte am Ende der Liste entfernen. Zudem kannst du einen beliebigen Wert in der Liste verändern oder auslesen und einen beliebigen Wert in der Liste mit dem ersten Wert in der Liste vertauschen. Einen Wert in die Mitte oder am Anfang der Liste einfügen oder löschen kann man nicht direkt. Man kann aber ein entsprechendes Unterprogramm schreiben, das diese Funktionen ausführt.

Folgende Funktionen einer Liste werden genutzt, indem man dem Element an den Eingang **S** (für Schreiben) Befehle schickt. Dem **S-**Eingang kann man folgende Befehle schicken:

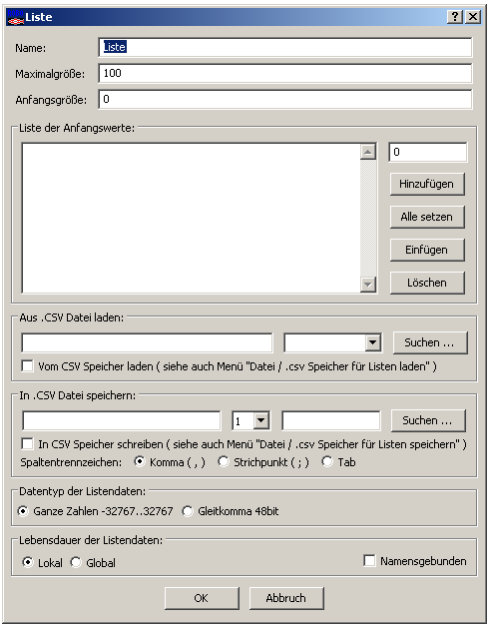
Befehl	Wert	Aktion
Anhängen 	-32767 bis 32767	Hängt den mit dem Befehl übermittelten Wert am Ende der Liste an. Die Liste wird um ein Element vergrößert. Wenn die Liste schon die maximale Größe hat, wird der Befehl ignoriert.
Entfernen 	0 bis 32767	Löscht die angegebene Zahl von Elementen am Ende der Liste. Der mit dem Befehl übermittelte Wert ist die Anzahl der zu löschenden Elemente. Wenn die Anzahl größer ist als die Zahl der Elemente in der Liste, werden alle Elemente in der Liste gelöscht. Ist die Anzahl 0 oder negativ, wird der Befehl ignoriert.
Vertauschen 	0 bis 32767	Vertauscht das angegebene Element mit dem ersten Element in der Liste. Der mit dem Befehl übermittelte Wert ist die Nummer des Elements, das vertauscht werden soll.

Über den Eingang **I** (für Index) kann ein bestimmtes Element der Liste ausgewählt werden. Dazu schickt man dem **I**-Eingang einen **=**-Befehl mit der gewünschten Elementnummer. Das erste Element hat dabei die Nummer 0. Dem Element, das über den **I**-Eingang ausgewählt wurde, kann man einen neuen Wert zuweisen, indem man an den **S**-Eingang mit einem **=**-Befehl den gewünschten neuen Wert schickt.

Das über den **I**-Eingang ausgewählte Element kann über den **R**-Ausgang (für Rücklesen) abgefragt werden. Ändert sich der **I**-Eingang oder der Wert des Eintrags, der über den **I**-Eingang ausgewählt wurde, schickt die Liste den aktuellen Wert des ausgewählten Eintrags an die Elemente, die am **R**-Ausgang angeschlossen sind.

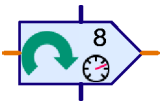
Über den **I**-Ausgang lässt sich abfragen, ob der am **I**-Eingang angelegte Index gültig ist. Wenn N die Anzahl der Elemente ist, muss am **I**-Eingang ein Wert zwischen 0 und N-1 angelegt werden. Ist das der Fall, sendet der **I**-Ausgang einen **=**-Befehl mit Wert N, anderenfalls mit Wert 0 an alle angeschlossenen Elemente.

Eigenschaftsfenster für Listen



- Unter **Name** kannst du einen Namen für die Liste eingeben.
- Unter **Maximalgröße** kannst du die maximale Zahl von Elementen der Liste eingeben. Diese Größe kann von **Anhängen**-Befehlen nicht überschritten werden.
- Unter **Anfangsgröße** gibst du die Anzahl der Elemente ein, mit der die Liste zum Start vorbelegt werden soll.
- Unter **Liste der Anfangswerte** kannst du die Anfangswerte eingeben, mit denen die Liste vorbelegt werden soll. Mit den Knöpfen rechts neben der Liste kannst du die Liste bearbeiten.
- Unter **Aus .CSV Datei laden** kannst du eine Excel-kompatible .CSV Datei auswählen, aus der die Liste ihre Werte übernimmt. Im Auswahlfeld in der Mitte kannst du die Spalte der .CSV Datei auswählen, die dazu verwendet werden soll. Die Datei wird sofort geladen und unter **Liste der Anfangswerte** angezeigt. Wenn du das Programm startest oder einen Download durchführst, versucht ROBO Pro nochmals die aktuellen Werte aus der Datei zu laden. Gelingt das nicht, werden die unter Liste der Anfangswerte gespeicherten Werte verwendet.
- Unter **In .CSV Datei speichern** kannst du eine Datei angeben, in die der Inhalt der Liste nach Programmende gespeichert werden soll. Das funktioniert aber nur im Online- oder Online-Modus und nur für statische Listen (siehe nächster Punkt). Der Inhalt der Liste wird in die ausgewählte Spalte der Datei geschrieben. Unter **Spaltentrennzeichen** kannst du auswählen, ob die einzelnen Spalten in der Liste mit Kommata oder Strichpunkten getrennt werden sollen. In Ländern in denen man 0.5 mit Punkt schreibt wird in der Regel ein Komma als Spaltentrennzeichen verwendet. Da man in Deutschland 0,5 mit Komma schreibt, wird in Deutschland auch häufig ein Strichpunkt als Spaltentrennzeichen verwendet. Wenn du beim Import einer ROBO Pro CSV Datei zum Beispiel in Microsoft Excel Probleme hast, versuche ein anderes Spaltentrennzeichen.
- Unter **Datentyp der Listendaten** kannst du auswählen, on die Liste ganze Zahlen oder Gleitkommazahlen enthalten soll. Siehe auch Kapitel 12 *Rechnen mit Dezimalzahlen* auf Seite 141.
- Unter **Lebensdauer der Listendaten** kannst du einstellen, ob die Listenelemente globale oder eine lokale Variable sind (siehe Abschnitt 8.4.2 *Lokale Variable* auf Seite 100). Für große Listen (Maximalgröße mehr als 100 Elemente) ist der Typ **Global** empfehlendwert, weil für globale Variablen mehr Speicher zur Verfügung steht, als für lokale Variablen.

8.5 Befehle (Level 3)

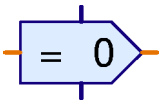


Alle Programmelemente in dieser Gruppe sind Befehlselemente. Je nach Anwendung werden sie auch als Nachrichtenelemente bezeichnet. Wenn ein Befehlselement ausgeführt wird (d.h. wenn der Programmfluss oben in den blauen Eingang des Elements hineingeht), schickt das Befehlselement einen Befehl oder eine Nachricht an das Element, das rechts an seinem Ausgang angeschlossen ist. Es gibt verschiedene Befehle wie rechts, links oder stopp, die unterschiedliche Wirkungen auf das angeschlossene Element haben. In der Regel verstehen die angeschlossenen Elemente nur wenige Befehle. Bei den verschiedenen Programmelementen ist aufgelistet, welche Befehle sie verstehen und welche Wirkung die Befehle haben. Die meisten Befehle werden noch von einem Wert begleitet. Bei einem **Rechts**-Befehl gibt man zum Beispiel noch eine Geschwindigkeit zwischen 1 und 8 an. Ein **Stopp**-Befehl hat dagegen keinen zusätzlichen Wert.

Eigenschaftsfenster für Befehlselemente

- Unter **Befehl** kannst du aus einer Liste aller möglichen Befehle den gewünschten Befehl auswählen.
- Unter **Wert** gibst du den Zahlenwert ein, der mit dem Befehl übermittelt werden soll. Falls kein Wert übermittelt werden soll, bleibt dieses Feld leer.
- Unter **Wertebezeichnung** kannst du einen kurzen Hinweistext eingeben, der zusammen mit dem Wert im Befehlselement angezeigt wird (z.B. X= oder T=). Der Hinweis soll verdeutlichen um was für eine Art von Wert es sich handelt. Dies dient aber nur als Kommentar und hat keinerlei Funktion.
- Unter **Datentyp** kannst du auswählen, ob der Wert des Befehls eine ganze Zahl oder eine Gleitkommazahl ist. Siehe auch Kapitel 12 *Rechnen mit Dezimalzahlen* auf Seite 141.
- Unter **Dateneingang für Befehlswert** kannst du angeben, ob das Befehlselement an seiner linken Seite einen orangen Dateneingang für den zu übermittelnden Wert haben soll. Der Wert kann bei allen Befehlselementen entweder in dem Befehlselement direkt eingegeben werden oder über einen Dateneingang auf der linken Seite des Befehlselements eingelesen werden. Dadurch kann man zum Beispiel einen Motor in einem Regelkreis mit einer veränderlichen Geschwindigkeit ansteuern.

8.5.1 = (Zuweisen)

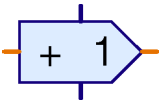


Der **=**-Befehl weist dem Empfänger einen Wert zu. In der Regel wird er verwendet um Variablen, Timer-Variablen, Listenelementen oder Bedienfeld-Ausgängen einen Wert zuzuweisen.

Der **=**-Befehl wird aber nicht nur von Befehlselementen gesendet, sondern von allen Programmelementen mit Datenausgängen. Alle Elemente versenden **=**-Befehle, wenn sich der Wert eines Ausgangs ändert. Ein Digitaleingangselement versendet beispielsweise einen = 1-Befehl wenn ein Taster am Eingang geschlossen wird und einen = 0 Befehl, wenn der Taster geöffnet wird. Dabei wird aber kein Befehlselement verwendet. In Programmelementen mit Datenausgängen sind sozusagen **=**-Befehlselemente eingebaut.

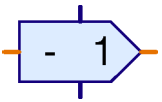
Alle Dateneingänge von ROBO Pro-Programmelementen können zumindest den **=**-Befehl verarbeiten. Der **=**-Befehl ist damit der am häufigsten verwendete Befehl in ROBO Pro.

8.5.2 + (Plus)



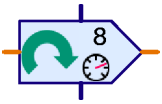
Der **+**-Befehl wird an Variablen oder Timer-Variablen geschickt, um den Wert der Variablen zu erhöhen. Mit dem **+**-Befehl kann ein beliebiger Wert übermittelt werden, der zu der Variablen hinzu addiert wird. Da der mit dem Befehl übermittelte Wert auch negativ sein kann, kann sich der Wert der Variable dadurch auch vermindern. Siehe Abschnitt 8.4.1 *Variable* auf Seite 98 und Abschnitt 8.4.4 *Timer-Variable* auf Seite 100.

8.5.3 – (Minus)



Der **–** Befehl wird ähnlich verwendet wie der zuvor beschriebene **+** Befehl. Der einzige Unterschied ist, dass der mit dem Befehl übermittelte Wert vom Wert der Variable abgezogen wird.

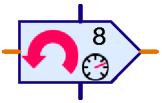
8.5.4 Rechts



Der Befehl **Rechts** wird an Motorausgangselemente geschickt um den Motor mit Drehrichtung rechts einzuschalten. Siehe Abschnitt 8.7.4 *Motorausgang* auf Seite 112.

Der Wert ist eine Geschwindigkeit von 1 bis 8.

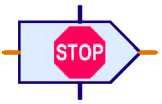
8.5.5 Links



Der Befehl **Links** wird an Motorausgangselemente geschickt um den Motor mit Drehrichtung links einzuschalten. Siehe Abschnitt 8.7.4 *Motorausgang* auf Seite 112.

Der Wert ist eine Geschwindigkeit von 1 bis 8.

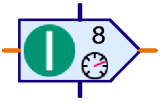
8.5.6 Stopp



Der Befehl **Stopp** wird an Motorausgangselemente geschickt um den Motor anzuhalten. Siehe Abschnitt 8.7.4 *Motorausgang* auf Seite 112.

Mit dem **Stopp** Befehl wird kein Wert übermittelt.

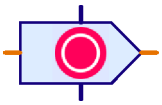
8.5.7 Ein



Der Befehl **Ein** wird an Lampenausgangselemente geschickt um die Lampe einzuschalten. Siehe Abschnitt 8.7.5 *Lampenausgang* auf Seite 113. Ein **Ein**-Befehl kann auch an Motorausgangselemente geschickt werden, er entspricht dem Befehl **Rechts.** Für Motoren sollte aber besser der Befehl **Rechts** verwendet werden, weil die Drehrichtung direkt erkennbar ist.

Der Wert ist die Helligkeit oder Intensität von 1 bis 8.

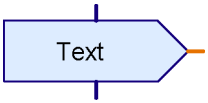
8.5.8 Aus



Der Befehl **Aus** wird an Lampenausgangselemente geschickt um die Lampe auszuschalten. Siehe Abschnitt 8.7.5 *Lampenausgang* auf Seite 113. Ein **Aus** Befehl kann auch an Motorausgangselemente geschickt werden, er entspricht dem Befehl **Stopp**.

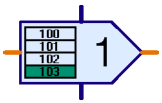
Mit dem **Aus** Befehl wird kein Wert übermittelt.

8.5.9 Text



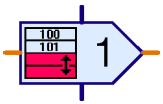
Der Befehl **Text** ist ein besonderer Befehl, da er nicht einen Befehl mit einer Zahl, sondern einen beliebigen Text an das angeschlossene Element schickt. Allerdings gibt es nur ein Programmelement, das den Text Befehl verarbeiten kann, und zwar eine Textanzeige in einem Bedienfeld. Weitere Informationen findest du im Abschnitt 9.1.2 *Textanzeige* auf Seite 128.

8.5.10 Wert Anhängen



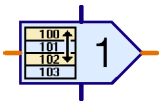
Der Befehl **Anhängen** ist ein Spezialbefehl für Listenelemente. Siehe Abschnitt 8.4.5 *Liste* auf Seite 101 . Mit dem Befehl wird ein Wert übermittelt, der an das Ende der Liste angehängt wird. Wenn die Liste bereits voll ist, wird der Befehl ignoriert.

8.5.11 Wert(e) entfernen



Der Befehl **Entfernen** ist ein Spezialbefehl für Listenelemente. Siehe Abschnitt 8.4.5 *Liste* auf Seite 101. Mit dem Befehl lässt sich eine beliebige Anzahl von Elementen am Ende einer Liste löschen. Die gewünschte Anzahl wird mit dem Befehl als Wert übermittelt. Ist der übermittelte Wert größer als die Anzahl der Elemente in der Liste, werden alle Elemente in der Liste gelöscht. Um eine Liste vollständig zu löschen kann man einen Befehl **Entfernen** mit dem maximal möglichen Wert von 32767 an ein Listenelement senden.

8.5.12 Werte vertauschen

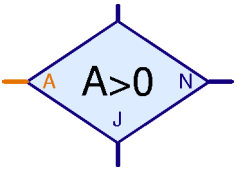


Der Befehl **Vertauschen** ist ein Spezialbefehl für Listenelemente. Siehe Abschnitt 8.4.5 *Liste* auf Seite 101. Mit dem Befehl lässt sich ein beliebiges Element einer Liste mit dem ersten Element der Liste vertauschen. Die Nummer des Elements, mit dem das erste Element vertauscht wird, wird mit dem Befehl als Wert übermittelt. ***Wichtig:*** das erste Element einer Liste hat die Nummer 0. Wenn der übermittelte Wert keine gültige Elementnummer ist, wird der Befehl vom Listenelement ignoriert.

8.6 Vergleiche, Warten auf, ... (Level3)

Die Programmelemente in dieser Gruppe dienen alle zur Programmverzweigung oder zur Verzögerung des Programmablaufs.

8.6.1 Verzweigung (mit Dateneingang)



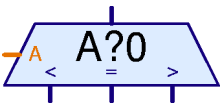
Diese Programmverzweigung besitzt einen orangen Dateneingang **A** links am Element. Darüber wird ein Wert eingelesen, der häufig von einem Eingangselement (siehe Abschnitt 8.7.1 bis 8.7.6 ab Seite 110) kommt. Der Dateneingang **A** kann aber auch mit den Datenausgängen von Variablen, Timer-Variablen oder Operatoren (siehe Abschnitt 8.8 *Operatoren* auf Seite 115) verbunden werden. Der Wert am Dateneingang **A** wird von dem Element mit einem festen, aber frei definierbaren Wert verglichen. Je nachdem ob der Vergleich zutrifft oder nicht, verzweigt das Element zum **J**- oder zum **N**-Ausgang.

Eigenschaftsfenster für die Verzweigung

- Unter **Bedingung** trägst du im rechten Feld den Wert ein, mit dem der Eingangswert **A** verglichen werden soll. Für den Vergleich stehen alle üblichen Vergleichsoperationen zur Verfügung.
- Unter **Datentyp** kannst du auswählen, ob der Eingangswert eine ganze Zahl oder eine Gleitkommazahl ist. Siehe auch Kapitel 12 *Rechnen mit Dezimalzahlen* auf Seite 141.
- Wenn du **J/N Anschlüsse vertauschen** auswählst, werden der **J**- und **N**-Ausgang miteinander vertauscht, sobald du das Eigenschaftsfenster mit OK schließt. Um die J/N Anschlüsse wieder an ihre Ausgangsposition zu bringen, kannst du sie nochmals vertauschen.

Der am meisten verwendete Vergleich ist **A>0**. Das bedeutet, dass der Programmfluss zum **J**-Ausgang verzweigt, wenn der am Dateneingang **A** angelegte Wert größer als 0 ist. Damit lassen sich zum Beispiel Digitaleingänge auswerten, die eine 1 oder 0 liefern. Aber auch Timer-Variablen und viele andere Werte lassen sich mit dem Vergleich **A>0** sinnvoll auswerten.

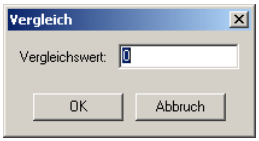
8.6.2 Vergleich mit Festwert



Mit dem Programmelement **Vergleich mit Festwert** lässt sich der Wert am Dateneingang **A** mit einem festen, aber frei definierbaren Wert vergleichen. Je nachdem ob der am Dateneingang **A** angelegte Wert größer, kleiner oder gleich dem Festwert ist, verzweigt dieses Vergleichselement zum rechten, linken oder mittleren Ausgang. In der Regel wird am Dateneingang **A** der Ausgang einer Variable oder einer Liste angeschlossen. Das Vergleichselement lässt sich durch zwei Verzweigungselemente ersetzen. Es ist jedoch in vielen Fällen übersichtlicher, wenn man nur ein Element benötigt.

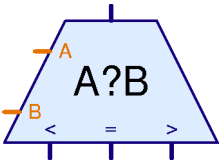
Hinweis: Dieses Element gibt es nicht für Gleitkommazahlen, da Gleitkommazahlen mit Rundungsfehlern behaftet sind, und es daher nicht sinnvoll ist zu fragen, ob zwei Werte genau gleich sind. Einen 2 Wege Vergleich kannst du mit einer Programmverzweigung durchführen. Siehe Abschnitt 8.6.1 *Verzweigung (mit Dateneingang)* auf Seite 107.

Eigenschaftsfenster für Vergleich



- Unter Vergleichswert kannst du den konstanten Wert eingeben, mit dem der Wert am Eingang **A** verglichen werden soll.

8.6.3 Vergleich

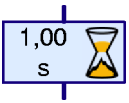


Mit dem Programmelement **Vergleich** lassen sich die an den beiden Dateneingängen A und B angelegten Werte miteinander vergleichen. Je nachdem ob **A** kleiner **B**, **A** größer **B** oder **A** gleich **B** ist, verzweigt das Element zum linken, rechten oder mittleren Ausgang. Die häufigste Anwendung dafür ist der Vergleich von einem Sollwert mit einem Istwert. Je nachdem wie der Sollwert zum Istwert liegt kann dann ein Motor zum Beispiel links oder rechts drehen oder angehalten werden.

Das **Vergleichen** Programmelement hat keinerlei Einstellmöglichkeiten und daher kein Eigenschaftsfenster.

Hinweis: Dieses Element gibt es nicht für Gleitkommazahlen, da Gleitkommazahlen mit Rundungsfehlern behaftet sind, und es daher nicht viel Sinn macht zu fragen, ob zwei Werte genau gleich sind. Einen 2 Wege Vergleich kannst du mit einem Vergleichsoperator (siehe Abschnitt 8.8.2 *Vergleichsoperatoren (relationale Operatoren)* auf Seite 116) und einer Programmverzweigung (siehe Abschnitt 8.6.1 *Verzweigung (mit Dateneingang)* auf Seite 107) durchführen.

8.6.4 Wartezeit



Mit diesem Element kann man eine **Wartezeit** in einem Ablauf programmieren. Die Wartezeit beginnt, wenn das Element im Ablauf an der Reihe ist. Sobald die eingegebene Wartezeit zu Ende ist, wird der Ablauf fortgesetzt. Siehe auch Abschnitt 3.6.1 *Wartezeit* auf Seite 23.

Eigenschaftsfenster für Wartezeit:

- Unter **Zeit** kannst du die Wartezeit eingeben. Du kannst auch Kommazahlen wie 1,23 verwenden.
- Unter **Zeiteinheit** kannst du als Zeiteinheit Sekunde, Minute oder Stunde auswählen. Die Zeiteinheit hat, anders als bei einer Timervariablen, keinen Einfluss auf die Genauigkeit der Wartezeit. Eine Wartezeit von 60 Sekunden und eine Wartezeit von 1 Minute verhalten sich genau gleich.

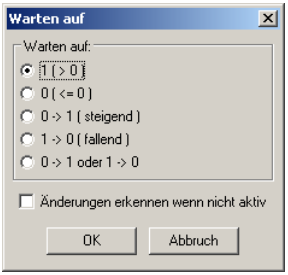
Im Expertenmodus (Level 5) wird ein erweitertes Eigenschaftsfenster angezeigt, das dem Eigenschaftsfenster für Timervariablen ähnlicher ist.

8.6.5 Warten auf...

Das Programmelement **Warten auf...** verzögert die Programmausführung so lange, bis am Dateneingang des Elements eine Veränderung stattgefunden hat oder

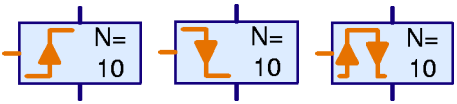
ein bestimmter Zustand eingetreten ist. Das Element gibt es in fünf Ausführungen: Das Element links wartet solange, bis sich der Wert am Eingang vergrößert hat. Dabei zählen nicht nur Änderungen von 0 nach 1, sondern jede Vergrößerung, also zum Beispiel auch von 2 nach 3. Das zweite Element wartet solange bis sich der Wert am Eingang verringert hat, und das Element in der Mitte wartet auf irgendeine Änderung, egal in welche Richtung. Das dritte Element wird häufig für Impulszahnräder verwendet. Das vierte und das fünfte Element warten nicht auf eine Änderung, sondern darauf, dass am Eingang der Zustand Ja (>0) oder Nein (<=0) anliegt. Wenn der betreffende Zustand bereits anliegt, wartet das Element nicht. Die ersten drei Elemente warten dagegen immer bis eine Änderung am Eingang erkennt wird.

Eigenschaftsfenster für Warten auf Änderung



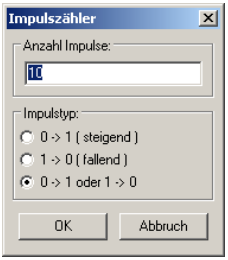
- Unter **Änderungsart** kannst du zwischen den fünf oben beschriebenen Funktionsweisen umschalten.
- Wenn der Knopf **Änderungen erkennen wenn nicht aktiv** gedrückt ist, erkennt das Element auch Änderungen die passiert sind, als das Element im Ablauf gar nicht an der Reihe war. In diesem Fall speichert das Element den zuletzt bekannten Wert. Wenn das Element dann erneut ausgeführt wird, setzt es die Programmausführung sofort fort, wenn sich der Wert in der Zwischenzeit auf die richtige Art geändert hat. Auf diese Weise ist die Wahrscheinlichkeit geringer, dass man eine Änderung verpasst, weil das Programm gerade etwas anderes gemacht hat.

8.6.6 Impulszähler



Dieses Programmelement wartet auf eine einstellbare Anzahl von Impulsen am Dateneingang auf der linken Seite, bevor es mit der Programmausführung fort fährt. Das ist für einfache Positionieraufgaben mit Impulszahnrädern recht praktisch. Für aufwändigere Positionierungen, z.B. mit einem veränderlichen Wert, müssen dann Unterprogramme mit Variablen verwendet werden.

Eigenschaftsfenster für Impulszähler



- Unter **Anzahl Impulse** gibst du die Anzahl der Impulse ein, auf die gewartet werden soll, bis die Programmausführung fortgesetzt wird.
- Unter **Impulstyp** kannst du zwischen den drei Impulsarten **0-1, 1-0** oder beliebiger Wechsel.

Die Möglichkeit Änderungen zu erkennen wenn das Element nicht aktiv ist wie beim einfachen **Warten auf...** Element, gibt es bei diesem Element nicht.

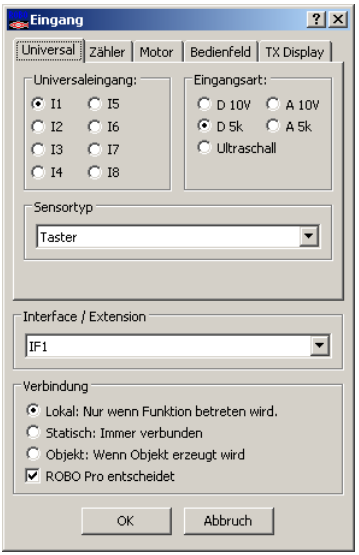
8.7 Interface-Eingänge / -Ausgänge, ...

Diese Gruppe von Programmelementen enthält alle Ein- und Ausgangselemente. Wie diese Elemente verwendet werden ist in Kapitel 5 *Level 3: Variablen, Bedienfelder & Co* auf Seite 55.

8.7.1 Universaleingang

Der TX Controller hat 8 Universaleingänge **I1..I8**, die mal als Digitaleingang oder als Analogeingang verwenden kann. An diese Eingänge kannst du Taster sowie alle Sensoren aus dem aktuellen Fischertechnik-Programm anschließen.

Eigenschaftsfenster für Universaleingänge:



- Unter **Universaleingang** kannst du auswählen, welcher Eingang des Interfaces verwendet werden soll. Eingänge von Extensionmodulen wählst du unter **Interface / Extension** aus.
- Unter **Sensortyp** kannst du den am Eingang angeschlossenen Sensor auswählen.
- Unter **Eingangsart** wählst du aus, ob der Eingang ein Analogeingang oder Digitaleingang ist, und ob er auf Spannung oder Widerstand reagiert, oder ob ein Ultraschall Entfernungssensor angeschlossen ist. Mehr dazu erfährst du im Abschnitt 11.5 *Universaleingänge, Sensortyp und Eingangsart* auf Seite 136. Die Eingangsart wird von ROBOPro automatisch anhand des ausgewählten Sensors bestimmt. Ab Level 4 kannst du die Eingangsart aber auch unabhängig einstellen. Das ist zum Beispiel für den Fototransistor sinnvoll. ROBOPro stellt für den Fototransistor die Eingangsart digital 5kOhm (D 5k) ein. So kannst du den Fototransistor zusammen mit einer Linsenlampe als Lichtschranke verwenden, die entweder unterbrochen (= 0) oder geschlossen (= 1) ist. Wenn du für den Fototransistor dagegen die Eingangsart analog 5kOhm (A 5k) auswählst, kannst du viele Abstufungen von hell und dunkel unterscheiden.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interface oder einen Eingang eines Extensionmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Verbindung** kannst du einstellen, ob der Eingang immer verbunden ist, oder nur wenn das Unterprogramm, das den Eingang enthält, ausgeführt wird. Das macht nur einen Unterschied, wenn an den Eingang in einem Unterprogramm andere globale Elemente wie globale Variablen oder Operatoren angeschlossen sind.

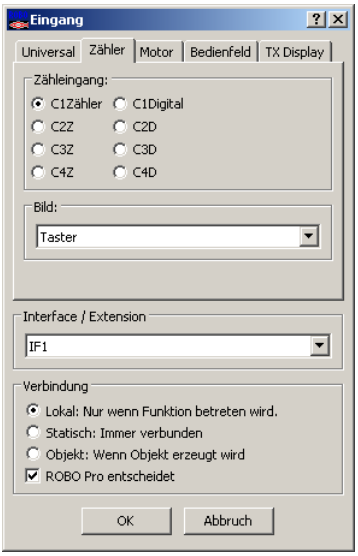
Genauer betrachtet gibt es für alle Arten von Eingängen nur ein einziges Programmelement. Über die Reiter oben im Eigenschaftsfenster kannst du die Eingangsart jederzeit umschalten. Das ist insbesondere zum Umschalten zwischen Schalter und Bedienfeld-Eingängen praktisch.

8.7.2 Zählereingang

Neben den 8 Universaleingängen **I1..I8** hat der TC Controller 4 Zählereingänge **C1..C4**. An die Zählereingänge kannst du nur digitale Sensoren und die Encoder von Encodermotoren anschließen. Zu jedem Zählereingang gibt es in ROBOPro zwei verschiedene Zählereingänge wie **C1Z** und **C1D** für den Eingang **C1**. Der Eingang C1D verhält sich wie ein gewöhnlicher Digitaleingang. der Ein-

gang C1Z zählt dagegen die Zahl von Impulsen am Eingang C1. Den Zähler kannst du zurücksetzen, indem du einen Reset Befehl an das entsprechende Motorelement schickst. Die Zähler werden nämlich von der Encodermotorsteuerung verwendet und dürfen für andere Zwecke nur verwendet werden, wenn an dem entsprechenden Motorausgang (z.B. M1 für C1) kein Encodermotor angeschlossen ist.

Eigenschaftsfenster für Zählereingänge:

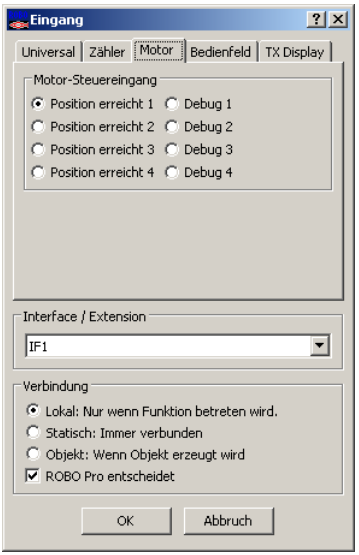


- Unter **Zählereingang** kannst du den einen Zähler oder einen Digitaleingang auswählen.
- Unter **Bild** kannst du ein Bild des Sensors auswählen, der an dem Eingang angeschlossen ist.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interfaces, eines Extensionmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Verbindung** kannst du einstellen, ob der Eingang immer verbunden ist, oder nur wenn das Unterprogramm, das den Eingang enthält, ausgeführt wird. Das macht nur einen Unterschied, wenn an den Eingang in einem Unterprogramm andere globale Elemente wie globale Variablen oder Operatoren angeschlossen sind.

An dem Eigenschaftsfenster für Zählereingänge wird wieder deutlich, dass ROBO Pro für alle Eingänge nur ein einziges Element verwendet, das sich über die Reiter auf alle Eingangsarten umschalten lässt. Zur Vereinfachung stehen aber im Elementfenster bereits verschiedene Eingangselemente zur Auswahl bereit.

8.7.3 Motor Position erreicht

Bei diesen Eingängen handelt es sich nicht um echte Eingänge, sondern um logische Eingänge der Encodermotorsteuerung. Mehr dazu erfährst du im Abschnitt 11.6.2 *Erweiterte Motorsteuerung im Level 3* auf Seite 138.



Eigenschaftsfenster für Motoreingänge:

- Unter **Motor-Steuereingang** kannst du einstellen, für welchen Motor du das Position erreicht Signal abfragen möchtest.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interfaces, eines Extensionmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Verbindung** kannst du einstellen, ob der Eingang immer verbunden ist, oder nur wenn das Unterprogramm, das den Eingang enthält, ausgeführt wird. Das macht nur einen Unterschied, wenn an den Eingang in einem Unterprogramm andere globale Elemente wie globale Variablen oder Operatoren angeschlossen sind.

8.7.4 Motorausgang

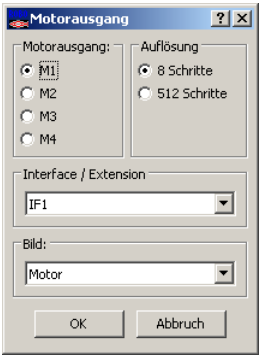
Über das Element **Motorausgang** lässt sich einer der 4 zweipoligen Motorausgänge eines ROBO Interface oder Intelligent Interface ansteuern. Ein Motorausgang verwendet immer zwei Anschlüsse des Interface, während ein Lampenausgang nur einen Anschluss verwendet. Mehr zum Unterschied zwischen Motor- und Lampenausgang erfährst du in den Abschnitten 8.1.6 *Motorausgang* auf Seite 84 und 8.1.8 *Lampenausgang*.

An einen Motorausgang muss über ein Befehlselement ein Befehl geschickt werden, damit der Ausgang geschaltet wird. Ein Motorelement kann die folgenden Befehle verarbeiten:

Befehl	Wert	Aktion
Rechts	1 bis 8	Der Motor dreht sich nach rechts mit Geschwindigkeit 1 bis 8
Links	1 bis 8	Der Motor dreht sich nach links mit Geschwindigkeit 1 bis 8
Stopp	keiner	Der Motor stoppt
Ein	1 bis 8	Wie Rechts
Aus	keiner	Wie Stopp
=	-8 bis 8 oder -512 bis 512	Wert -1 bis -8 (oder -512): Der Motor dreht sich links Wert 1 bis 8 (oder 512): Der Motor dreht sich rechts Wert 0: Der Motor stoppt

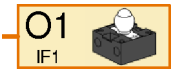
Darüber hinaus kann ein Motorelement noch die Befehle der erweiterten Motorsteuerung (Synchron, Distanz, Reset) empfangen, die im Abschnitt 11.6.2 *Erweiterte Motorsteuerung im Level 3* auf Seite 138 erklärt werden.

Eigenschaftsfenster für Motorelemente:



- Unter **Motorausgang** kannst du auswählen, welche Ausgangsanschlüsse des Interface verwendet werden sollen. Ausgänge von Extensionmodulen wählst du unter **Interface / Extension** aus.
- Unter **Auflösung** kannst du auswählen, ob du die Intensität des Ausgangs in 8 Schritten (von 1..8) oder in 512 Schritten (von 1..512) steuern möchtest.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Ausgang des Interface, eines Extensionmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Bild** kannst du ein Bild des Verbrauchers auswählen, der an dem Ausgang angeschlossen ist. In den meisten Fällen wird das ein **Motor** sein. Du kannst aber auch einen **Elektromagnet**, ein **Magnetventil** oder eine **Lampe** an einen Motorausgang anschließen.

8.7.5 Lampenausgang



Über das Element **Lampenausgang** lässt sich einer der 8 einpoligen Lampenausgänge O1-O8 eines ROBO Interface oder Intelligent Interface ansteuern. Ein Lampenausgang verwendet immer nur einen Ausgangs-Anschluss des Interface. Der andere Anschluss des Verbrauchers wird mit Massebuchse verbunden. Einen so angeschlossenen Verbraucher kannst du nur ein- oder ausschalten, aber nicht umpolen. Mehr zum Unterschied zwischen Motor- und Lampenausgang erfährst du in den Abschnitten 8.1.6 *Motorausgang* auf Seite 84 und 8.1.8 *Lampenausgang*.

An ein Lampenelement muss über ein Befehlselement ein Befehl geschickt werden, der den Ausgang schaltet. Ein Lampenelement kann die folgenden Befehle verarbeiten:

Befehl	Wert	Aktion
Ein	1 bis 8	Die Lampe wird mit einer Helligkeit von 1 bis 8 eingeschaltet
Aus	keiner	Die Lampe wird ausgeschaltet
=	0 bis 8	Wert 1 bis 8: Die Lampe wird eingeschaltet Wert 0: Die Lampe wird ausgeschaltet

Eigenschaftsfenster für Lampenausgangselemente:

- Unter **Lampenausgang** kannst du auswählen, welcher Ausgangsanschluss des Interface verwendet werden soll. Ausgänge von Extensionmodulen wählst du unter **Interface / Extension** aus.
- Unter **Auflösung** kannst du auswählen, ob du die Intensität des Ausgangs in 8 Schritten (von 1..8) oder in 512 Schritten (von 1..512) steuern möchtest.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Ausgang des Interface, eines Extensionmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Bild** kannst du ein Bild des Verbrauchers auswählen, der an dem Ausgang angeschlossen ist. In den meisten Fällen wird das eine **Lampe** sein. Du kannst aber auch einen **Elektromagnet**, ein **Magnetventil** und sogar einen **Motor** an einen Lampenausgang anschließen. Ein an einen Lampenausgang angeschlossener Motor kann sich aber immer nur in eine Richtung drehen.

8.7.6 Bedienfeldeingang

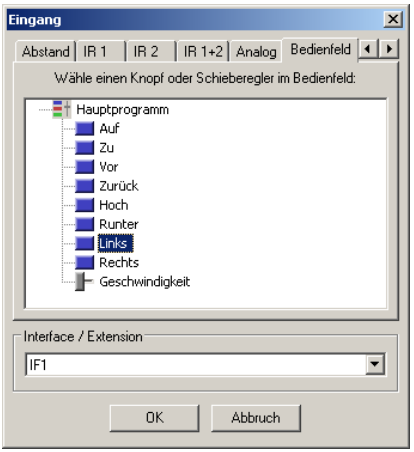
ROBO Pro bietet die Möglichkeit eigene Bedienfelder für deine Modelle zu zeichnen. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 8.9 *Referenz Bedienelemente und Bedienfelder* auf Seite 120. Auf diese Weise kannst du deine Modelle komfortabel vom Computer aus steuern. Im Bedienfeld stehen Druckknöpfe, Schieberegler und Eingabeelemente zur Verfügung. Der Zustand dieser Elemente lässt sich im Programm über das Element **Bedienfeldeingang** abfragen. Druckknöpfe liefern einen Wert von 0 oder 1. Schieberegler liefern einen Wert in einem einstellbaren Bereich (standardmäßig 0 bis 100).

Bedienfelder lassen sich nur im Online -Modus verwenden. Mehr dazu erfährst du im Abschnitt 3.7 *Online- oder Download-Betrieb – Wo ist denn da der Unterschied?* auf Seite 25.

Eigenschaftsfenster für Bedienfeldeingänge:

Zu jedem Haupt- oder Unterprogramm gehört ein Bedienfeld. Unter dem Namen der Programme sind die Bedienelemente aufgelistet. Wenn du noch keine Bedienelemente angelegt hast, erscheinen auch keine Elemente in der Liste. Du musst also zuerst das Bedienfeld zeichnen, bevor du einen Bedienfeldeingang mit einem Bedienelement verbinden kannst.

Die Auswahl unter **Interface / Extension** wird bei Bedienfeldeingängen ignoriert, da es sich hierbei nicht um tatsächliche Eingänge an einem Interface-Modul handelt.



8.7.7 Bedienfeldausgang

ROBO Pro bietet die Möglichkeit eigene Bedienfelder für deine Modelle zu zeichnen. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 8.9 *Referenz Bedienelemente und Bedienfelder* auf Seite 120. Neben Druckknöpfen und anderen Eingabeelementen zur Steuerung deines Modells, kannst du in einem Bedienfeld auch Anzeigelemente einfügen. In den Anzeigelementen kannst du zum Beispiel die Achs-Koordinaten eines Roboters oder den Zustand eines Endschalters anzeigen lassen. Den angezeigten Wert änderst du, indem du in deinem Programm ein Element **Bedienfeldausgang** einfügst und dem Element einen **=**-Befehl schickst, z. B. indem du eine Variable, einen Analogeingang oder ein Befehlselement daran anschließt.

Bedienfelder lassen sich nur im Online-Modus verwenden mehr dazu erfährst du im Abschnitt 3.7 *Online- oder Download-Betrieb – Wo ist denn da der Unterschied?* auf Seite 25.

Eigenschaftsfenster für Bedienfeldanzeigen:

Zu jedem Haupt- oder Unterprogramm gehört ein Bedienfeld. Unter dem Namen der Programme sind die Bedienfeldanzeigen aufgelistet. Wenn du noch keine Bedienelemente angelegt hast, erscheinen auch keine Elemente in der Liste. Du musst also zuerst das Bedienfeld zeichnen, bevor du einen Bedienfeldeingang mit einem Bedienelement verbinden kannst.

8.8 Operatoren

Die Programmelemente dieser Gruppe sind so genannte Operatoren. Die Operatoren haben einen oder mehrere orange Dateneingänge. Die Werte an den Dateneingängen werden vom Operator zu einem Wert verknüpft und am Ausgang des Operators per **=**-Befehl ausgegeben.

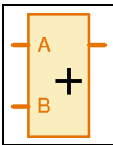
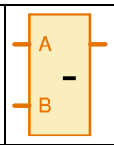
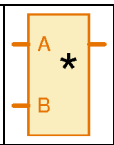
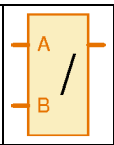
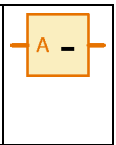
Eigenschaftsfenster für Operatoren

Alle Operatoren verwenden das gleiche Eigenschaftsfenster. Du kannst über das Eigenschaftsfenster auch einen Operator in einen anderen Operator umwandeln.

- Unter **Operation** kannst du einstellen, wie der Operator seine Eingänge verknüpfen soll. Die einzelnen Funktionen sind in den nächsten beiden Abschnitten erklärt.
- Unter **Anzahl Eingänge** kannst du einstellen, wie viele Eingänge der Operator habe soll.

8.8.1 Arithmetische Operatoren

ROBO Pro stellt dir die vier Grundrechenarten als Operatoren zur Verfügung. Die Symbole bei zwei Eingängen sehen so aus:

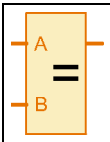
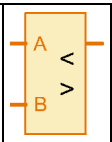
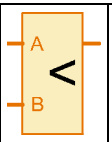
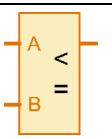
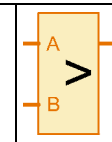
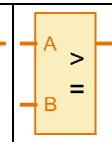
				
Plus	Minus	Mal	Geteilt	Minus
A + B	A - B	A * B	A / B	- A

Wenn der **Minus** Operator mehr als zwei Eingänge hat, werden alle weiteren Eingangswerte vom Wert am Eingang A abgezogen. Wenn der Minus Operator nur einen Eingang hat, kehrt der Operator das Vorzeichen des Eingangswertes um.

Wenn der **Geteilt** Operator mehr als zwei Eingänge hat, wird der Wert am Eingang A durch alle weiteren Eingangswerte geteilt.

8.8.2 Vergleichsoperatoren (relationale Operatoren)

Um Werte zu vergleichen gibt es 6 Vergleichsoperatoren:

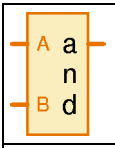
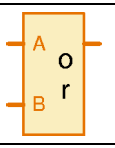
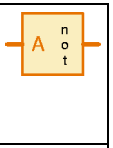
					
gleich	ungleich	kleiner	kleiner gleich	größer	größer gleich
A = B	A ≠ B	A < B	A ≤ B	A > B	A ≥ B

Wenn der Vergleich zutrifft, ist der Ausgangswert 1, sonst 0. Der Ausgangswert ist immer eine Ganzzahl, auch wenn die Eingangswerte Gleitkommazahlen sind.

Außer dem Ungleichoperator kannst du alle Vergleichsoperatoren auch mit mehr als 2 Eingängen verwenden. Das Ergebnis ist dann 1, wenn die Bedingung für A und B sowie für B und C usw. zutrifft. So kannst du zum Beispiel mit nur einem Operator feststellen, ob ein Wert innerhalb der gegebenen Ober- und Untergrenze liegt.

8.8.3 Logische Operatoren

Zum Beispiel zur Verknüpfung von Digitaleingängen gibt es in ROBO Pro drei logische Operatoren:

		
Und	Oder	Nicht
A>0 und B>0	A>0 oder B>0	A <= 0

Die logischen Operatoren interpretieren einen Wert größer Null am Eingang als **ja** oder **wahr** und einen Wert kleiner oder gleich Null als **nein** oder **falsch**. Digitaleingänge liefern einen Wert von 0 oder 1, so dass 0 als **falsch** und 1 als **wahr** interpretiert wird.

Der **Und** Operator schickt an die am Ausgang angeschlossenen Elemente einen **=** Befehl mit Wert 1, wenn an allen Eingängen der Wert wahr, also ein Wert > 0 anliegt. Anderenfalls sendet das Element einen **=** Befehl mit Wert 0.

Der **Oder** Operator schickt an die am Ausgang angeschlossenen Elemente einen **=** Befehl mit Wert 1, wenn an mindestens einem der Eingänge der Wert wahr ist, also ein Wert > 0 anliegt. Anderenfalls sendet das Element einen **=** Befehl mit Wert 0.

Der **Nicht** Operator schickt an die am Ausgang angeschlossenen Elemente einen **=** Befehl mit Wert 1, wenn am Eingang der Wert falsch, also ein Wert <= 0 anliegt. Anderenfalls sendet das Element einen **=** Befehl mit Wert 0.

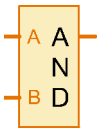
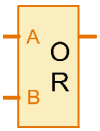
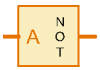
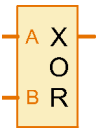
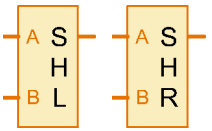
Die Funktion von logischen Operatoren kann man auch mit mehreren Verzweigungs-Elementen nachbilden. Aber oft ist es viel übersichtlicherer mehrere Eingänge mit Operatoren zu verknüpfen.

8.8.4 Bit Operatoren

Eine Ganzzahl-Variable in ROBOPro besteht aus 16 einzelnen Bits. In jedem dieser Bits kann man eine 0 oder eine 1 speichern. Aus den Bits wird eine Zahl, indem man jedem Bit eine Zweierpotenz zuordnet:

Bit	Zahlenwert	Bit	Zahlenwert
0	$1 = 2^0$	8	$256 = 2^8$
1	$2 = 2^1$	9	$512 = 2^9$
2	$4 = 2^2$	10	$1024 = 2^{10}$
3	$8 = 2^3$	11	$2048 = 2^{11}$
4	$16 = 2^4$	12	$4096 = 2^{12}$
5	$32 = 2^5$	13	$8192 = 2^{13}$
6	$64 = 2^6$	14	$16384 = 2^{14}$
7	$128 = 2^7$	15	$-32768 = 2^{15}$

Bei der Zahl 3 sind zum Beispiel die Bits 0 und 1 auf 1 gesetzt weil $2^0 + 2^1 = 3$ ist. Die Bitoperatoren führen die gleichen Operationen wie die logischen Operatoren aus, jedoch auf jedem Bit einzeln. So ergibt 3 AND 6 den Wert 2, weil das Bit 2^1 das einzige ist, das sowohl in $3 = 2^0 + 2^1$ als auch in $6 = 2^1 + 2^2$ gesetzt ist. Beachte, dass der Zahlenwert -32768, bei dem nur das Bit 2^{15} auf 1 gesetzt ist, in ROBOPro eine besondere Bedeutung hat und für Fehler oder Nichts verwendet wird. Um eine Variable mit diesem Wert zu erzeugen, gibst du als Wert einfach nichts (leer) ein.

				
Und	Oder	Nicht	Exklusiv Oder	Schieben links/rechts
Bit ist gesetzt, wenn es in A und B gesetzt ist	Bit ist gesetzt, wenn es in A oder B gesetzt ist	Bit ist gesetzt, wenn es in A nicht gesetzt ist	Bit ist gesetzt, wenn es in A oder B gesetzt ist, aber nicht in beiden	Die Bits in A werden um B Stellen nach links (zu höheren Bits) oder rechts (zu niedrigeren Bits) geschoben.

8.8.5 Funktionen

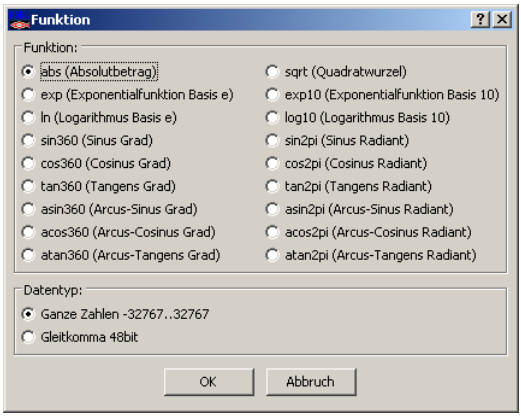
Funktionen sind ähnlich wie Operatoren, haben jedoch immer nur einen Eingang. Zu den Funktionen gehören die trigonometrischen Wurzel-, Exponential- und Logarithmusfunktionen.

Hinweis1: Funktionen sind größtenteils aufwändig zu berechnen. Da auf dem TX-Controller garantiert ist, dass jeder Prozess mindestens 1000x pro Sekunde einen Befehl ausführen kann, ist die Anzahl von Funktionen, die pro Befehl ausgewertet werden kann, begrenzt. Net-

ze von orangen Datenlinien werden immer in einem Befehl abgearbeitet, und nicht aufgeteilt. Daher sollte man nicht zu viele Funktionen hintereinander in einem orangen Netz aufrufen.

Hinweis2: ROBOPro verwendet keine Arithmetik mit erweiterter Genauigkeit, um die Funktionen zu berechnen. Die Genauigkeit des Ergebnisses liegt daher in der Regel etwa 2 Bit unterhalb der maximal möglichen Genauigkeit der 48-bit Gleitkommadarstellung. Die Genauigkeit der Ergebnisse wird von ROBOPro ungefähr geschätzt und im Ergebnis gespeichert.

Eigenschaftsfenster für Funktionen



Alle Funktionen verwenden das gleiche Eigenschaftsfenster.

- Unter **Funktion** kannst du einstellen, welche mathematische Funktion das Element berechnen soll. Die einzelnen Funktionen sind in den nächsten beiden Abschnitten erklärt.
- Unter **Datentyp** kannst du auswählen, ob der Wert der Funktion eine ganze Zahl oder eine Gleitkommazahl ist. Siehe auch Kapitel 12 *Rechnen mit Dezimalzahlen* auf Seite 141. Außer der **abs** Funktion, sind alle Funktionen nur für Gleitkomma verfügbar.

Grundfunktionen

abs	**Absolutbetrag:** Gibt zu einem Wert den positiven Wert, z.B. 3,2 zu -3,2, zurück
sqrt	**Quadratwurzel** (englisch square root): Gibt zu einem Wert die Quadratwurzel, z.B. 1,4142... zu 2.0

Exponential und Logarithmusfunktionen

exp	**Exponentialfunktion Basis e:** Gibt zu einem Wert x die x-te Potenz der Eulers'schen Zahl e, also e^x, zurück
exp10	**Exponentialfunktion Basis 10:** Gibt zu einem Wert x die x-te Potenz von 10, also 10^x oder 100.0 für x=2.0, zurück
log	**Logarithmus Basis e:** Ermittelt zu einem Wert x, in die wievielte Potenz man die Euler'sche Zahl e erheben muss, um x zu erhalten.
log10	**Logarithmus Basis 10:** Ermittelt zu einem Wert x, in die wievielte Potenz man die Zahl 10 erheben muss, um x zu erhalten. Für x=1000 erhält man beispielsweise das Ergebnis 3.0

Trigonometrische Funktionen und Umkehrfunktionen

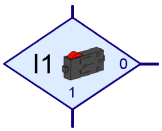
Alle trigonometrischen Funktionen und Umkehrfunktionen gibt es für 2 verschiedene Winkelmaße, und zwar für Grad (1 Vollkreis = 360 Grad) und für Radiant (1 Vollkreis = 2 pi).

sin360 / sin2pi	**Sinus:** Gibt zu einem Wert x den Sinus des Winkels x zurück

cos360 / cos2pi	**Cosinus:** Gibt zu einem Wert x den Cosinus des Winkels x zurück
tan360 / tan2pi	**Tangens:** Gibt zu einem Wert x den Tangens des Winkels x zurück
asin360 / asin2pi	**Arcus-Sinus:** Gibt zu einem Sinuswert x den passenden Winkel zurück
acos360 / acos2pi	**Arcus-Cosinus:** Gibt zu einem Cosinuswert x den passenden Winkel zurück
atan360 / atan2pi	**Arcus-Tangens:** Gibt zu einem Tangenswert x den passenden Winkel zurück

8.9 ROBO Interface

8.9.1 Verzweigung Digital (ROBO Interface)

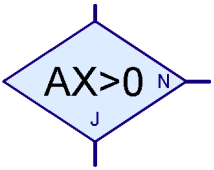


Mit dieser Verzweigung kannst du den Programmablauf abhängig vom Zustand eines der Digitaleingänge **I1** bis **I8** in zwei Richtungen lenken. Wenn z. B. ein Taster am Digitaleingang geschlossen (=1) ist, verzweigt das Programm zum **1**-Ausgang. Wenn der Eingang dagegen offen (=0) ist, verzweigt das Programm zum **0**-Ausgang.

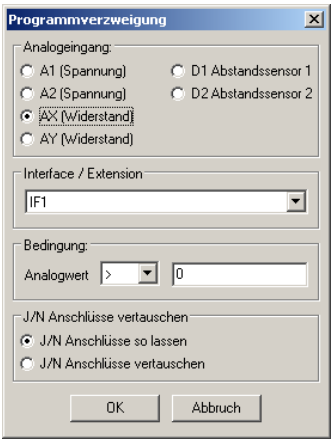
Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt:

- Mit den Knöpfen **I1** bis **I8** kannst du eingeben, welcher Eingang des Interface abgefragt werden soll.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interface oder einen Eingang eines Erweiterungsmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Erweiterungsmodule und mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Bild** kannst du ein Bild für den am Eingang angeschlossenen Sensor auswählen. An Digitaleingänge werden meistens Taster angeschlossen, häufig aber auch Fototransistoren oder Reed-Kontakte.
- Unter **1/0 Anschlüsse vertauschen** kannst du die Position der 1- und 0-Ausgänge der Verzweigung vertauschen. Normalerweise ist der 1-Ausgang unten und der 0-Ausgang rechts. Oft ist es aber praktischer, wenn der 1 Ausgang rechts ist. Drücke auf **1/0 Anschlüsse vertauschen**, dann werden die beiden Anschlüsse vertauscht, sobald du das Fenster mit OK schließt.

8.9.2 Verzweigung Analog (ROBO Interface)



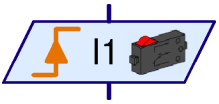
Zusätzlich zu den Digitaleingängen hat das ROBO Interface 6 Analogeingänge, 2 Widerstandseingänge AX und AY, 2 Spannungseingänge A1 und A2 sowie 2 Eingänge für Abstandssensoren D1 und D2. Mit dieser Verzweigung kannst du den Wert eines Analogeingangs mit einer festen Zahl vergleichen und, je nachdem ob der Vergleich zutrifft oder nicht, zum Ja (J) oder Nein (N) Ausgang verzweigen.



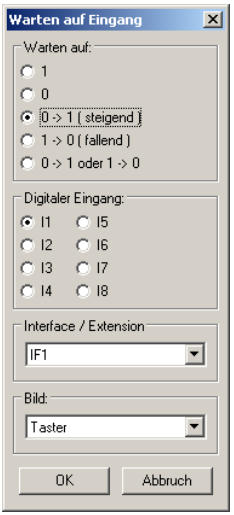
Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt:

- Unter **Analogeingang** kannst du auswählen, welcher Eingang des Interface abgefragt werden soll. Alle Analogeingänge liefern einen Wert zwischen 0 und 1023. Weitere Informationen zu den verschiedenen Analogeingängen findest du im Abschnitt 8.9.6 *Analogeingang* auf Seite 124.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interface oder einen Eingang eines Erweiterungsmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Erweiterungsmodule und mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Bedingung** kannst du einen Vergleichsoperator wie kleiner (<) oder größer (>) auswählen und den Vergleichswert eingeben. Der Vergleichswert sollte im Bereich zwischen 0 und 1023 liegen. Wenn du ein Programm mit einer Verzweigung für Analogeingänge im Online-Modus startest, wird der aktuelle Analogwert angezeigt.
- Unter **J/N Anschlüsse vertauschen** kannst du die Position der 1- und 0-Ausgänge der Verzweigung vertauschen. Normalerweise ist der Ja (J) Ausgang unten und der Nein (N) Ausgang rechts. Oft ist es aber praktischer wenn der Ja-Ausgang rechts ist. Drücke auf **J/N Anschlüsse vertauschen**, dann werden die J- und N-Anschlüsse vertauscht, sobald du das Fenster mit OK schließt.

8.9.3 Warten auf Eingang (ROBO Interface)



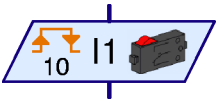
Das Element **Warten auf Eingang** wartet, bis ein Eingang des Interfaces einen bestimmten Zustand hat oder sich auf eine bestimmte Art ändert.



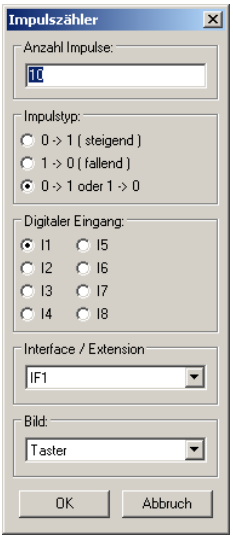
Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt:

- Unter **Warten auf** kannst du auswählen, auf welche Art von Änderung oder Zustand gewartet werden soll. Wenn du **1** oder **0** auswählst, wartet das Element so lange bis der Eingang geschlossen (1) oder offen (0) ist. Wenn Du **0 -> 1** oder **1 -> 0** auswählst wartet das Element, bis sich der Eingangszustand von offen in geschlossen (0->1) oder von geschlossen in offen (1->0) ***verändert***. Bei der letzten Möglichkeit wartet das Element, bis sich der Eingang verändert, egal ob von offen nach geschlossen oder umgekehrt. Im Abschnitt 3.6 *Weitere Programmelemente* auf Seite 23 ist zum weiteren Verständnis erklärt, wie du dieses Element mit dem Element Verzweigung nachbauen kannst.
- Unter **Digitaler Eingang** kannst du einstellen, welcher der 8 digitalen Eingänge von **I1** bis **I8** abgefragt werden soll.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interface oder einen Eingang eines Erweiterungsmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Erweiterungsmodule und mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Bild** kannst du ein Bild für den am Eingang angeschlossenen Sensor auswählen. An Digitaleingänge werden meistens Taster angeschlossen, häufig aber auch Fototransistoren oder Reed-Kontakte.

8.9.4 Impulszähler (ROBO Interface)



Viele Fischertechnik Robotermodelle verwenden auch so genannte Impulszahnräder. Diese Zahnräder betätigen einen Taster bei jeder Umdrehung 4 Mal. Mit solchen Impulszahnrädern kann man einen Motor statt einer bestimmten Zeit eine genau definierte Zahl von Umdrehungen einschalten. Dazu muss man die Zahl der Impulse an einem Eingang des Interface zählen. Zu diesem Zweck gibt es das Element ***Impulszähler***, das auf eine einstellbare Zahl von Impulsen wartet.



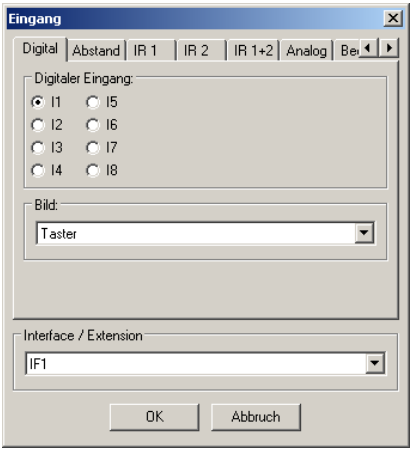
Wenn du mit der rechten Maustaste auf das Element klickst, wird das Eigenschaftsfenster angezeigt:

- Unter **Impulstyp** kannst du auswählen, auf welche Art von Impuls gezählt werden soll. Wenn du **0 -> 1** (steigend) auswählst, wartet das Element, bis sich der Eingangszustand so oft von offen in geschlossen (0->1) verändert hat. wie du unter **Anzahl Impulse** angegeben hast. Bei **1 -> 0** (fallend) wartet das Element, bis sich der Eingangszustand so oft von geschlossen in offen verändert hat, wie angegeben. Mit Impulszahnrädern wird aber häufiger die dritte Möglichkeit verwendet. Hier zählt das Element sowohl die Änderungen **0 -> 1** als auch die Änderungen **1 -> 0**, so dass pro Umdrehung eines Impulszahnrades 8 Impulse gezählt werden.
- Unter **Digitaler Eingang** kannst du einstellen welcher der 8 digitalen Eingänge von **I1** bis **I8** abgefragt werden soll.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interface oder einen Eingang eines Erweiterungsmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Erweiterungsmodule und mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.
- Unter **Bild** kannst du ein Bild für den am Eingang angeschlossenen Sensor auswählen. Für Digitaleingänge werden meistens Taster verwendet, häufig aber auch Fototransistoren oder Reed-Kontakte.

8.9.5 Digitaleingang (ROBO Interface)

Über das Element **Digitaleingang** lässt sich der Wert eines der Digitaleingänge I1 bis I8 des Interfaces abfragen. Sind die beiden zum Eingang gehörenden Buchsen am Interface miteinander verbunden, liefert das Digitaleingangselement an seinem orangen Anschluss einen Wert von 1, anderenfalls einen Wert von 0.

Eigenschaftsfenster für Digitaleingänge:



- Unter **Digitaler Eingang** kannst du auswählen, welcher Eingang des Interfaces verwendet werden soll. Eingänge von Erweiterungsmodulen wählst du unter **Interface / Extension** aus.
- Unter **Bild** kannst du ein Bild des Sensors auswählen, der an dem Eingang angeschlossen ist. In den meisten Fällen wird das ein **Taster** sein. Ein **Reed Kontakt** ist ein Schalter, der auf Magnetfelder reagiert. Auch ein **Fototransistor** lässt sich an einen Digitaleingang anschließen, obwohl er eigentlich ein analoger Sensor ist. An einem Digitaleingang angeschlossen kannst du den Fototransistor zusammen mit einer Linsenlampe als Lichtschranke verwenden, die entweder unterbrochen (= 0) oder geschlossen (= 1) ist. Wenn du den Fototransistor dagegen an einen *Analogeingang* anschließt, kannst du viele Abstufungen von hell und dunkel unterscheiden.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interface oder einen Eingang eines Erweiterungsmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Erweiterungsmodule und mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.

Genauer betrachtet gibt es für alle Arten von Eingängen nur ein einziges Programmelement. Über die Reiter oben im Eigenschaftsfenster kannst du die Eingangsart jederzeit umschalten. Das ist insbesondere zum Umschalten zwischen Schalter, IR- und Bedienfeld-Eingängen praktisch.

8.9.6 Analogeingang (ROBO Interface)

Über das Element **Analogeingang** lässt sich der Wert eines der Analogeingänge abfragen. Im Gegensatz zu Digitaleingängen, die nur den Wert 0 oder 1 liefern können, können Analogeingänge feine Abstufungen unterscheiden. Alle Analogeingänge liefern einen Ausgangswert zwischen 0 und 1023. Beim ROBO Interface gibt es jedoch verschiedene Arten von Analogeingängen, die verschiedene physikalische Größen messen. Es gibt Analogeingänge für Widerstandmessungen, für Spannungsmessungen und für einen speziellen Sensor zur Abstandsmessung:

Eingang	Eingangstyp	Messbereich
A1, A2	Spannungseingänge	0-10,23V
AX, AY	Widerstandseingänge	0-5,5kΩ
D1, D2	Distanzsensoreingänge	ca. 0-50cm
AV	Versorgungsspannung	0-10V

Die üblichen fischertechnik Sensoren NTC-Widerstand, Foto-Transistor und Foto-Widerstand wandeln die Messgröße (Temperatur bzw. Lichtstärke) in einen Widerstand um. Daher musst du

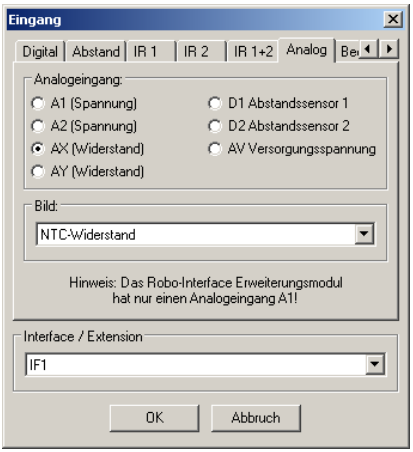
diese Sensoren an die **AX** oder **AY** Eingänge anschließen. Die Spannungseingänge **A1** und **A2** sind für alle Sensoren gedacht, die eine Spannung zwischen 0 und 10V ausgeben.

Für den **AV**-Eingang gibt es keine Buchse am ROBO Interface. Er ist immer mit der Versorgungsspannung des Interfaces verbunden. Auf diese Weise kannst du z.B. die Akkuspannung überwachen und dein Modell in die Ausgangsposition bringen, bevor der Akku leer ist.

An die Distanzsensoreingänge **D1** und **D2** können spezielle Sensoren von fischertechnik angeschlossen werden, die den Abstand z.B. zu einem Hindernis messen können.

Das Intelligent Interface hat nur zwei Analogeingänge, EX und EY. Diese entsprechen den AX und AY Eingängen des ROBO–Interface. Die anderen Analogeingänge können mit dem Intelligent Interface nicht verwendet werden!

Eigenschaftsfenster für Analogeingänge:



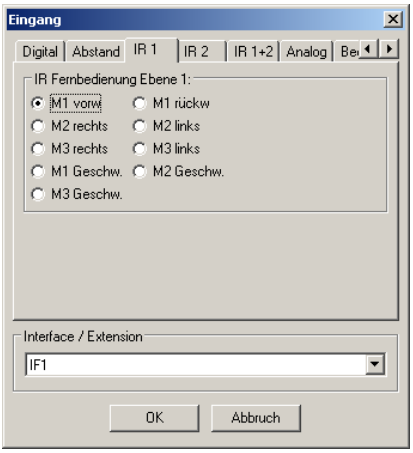
- Unter **Analogeingang** kannst Du gemäß oben stehender Tabelle den gewünschten Analogeingang auswählen.
- Unter **Bild** kannst du ein Bild des Sensors auswählen, der an dem Eingang angeschlossen ist.
- Unter **Interface / Extension** kannst du auswählen, ob du einen Eingang des Interfaces, eines Erweiterungsmoduls oder eines zweiten Interface verwenden möchtest. Mehr dazu erfährst du im Kapitel 7 *Erweiterungsmodule und mehrere Interfaces ansteuern* auf Seite 76.

An dem Eigenschaftsfenster für Analogeingänge wird wieder deutlich, dass ROBO Pro für alle Eingänge nur ein einziges Element verwendet, das sich über die Reiter auf alle Eingangsarten umschalten lässt. Zur Vereinfachung stehen aber im Elementfenster bereits verschiedene Eingangselemente zur Auswahl bereit.

8.9.7 IR-Eingang (ROBO Interface)

Im ROBO Interface ist ein Infrarot-Empfänger für den Handsender aus dem fischertechnik ***IR Control Set*** Art.-Nr. 30344 eingebaut. Der Infrarothandsender ist nicht nur zum Fernsteuern, sondern allgemein als Tastatur für deine Modelle sehr praktisch. Für das ***IR Control Set*** gibt es zwei Empfänger, zwischen denen man mit den Tasten **1** und **2** am Handsender umschalten kann. Im ROBO Interface kannst du daher jede Taste des Handsenders doppelt belegen. Zwischen den zwei Belegungen kannst du mit den Umschaltasten **1** und **2** umschalten. Alternativ können die Tasten **1** und **2** als ganz normale Tasten verwendet werden.

Im Eigenschaftsfenster eines IR-Eingangs kannst du in der Reiterleiste oben zwischen **IR 1**, **IR 2** und **IR 1+2** umschalten. Wenn du **IR 1** ausgewählt hast, liefert das IR-Eingangselement nur dann eine 1, wenn der entsprechende Taster am Sender gedrückt ist, und der Sender zuvor über die **1** Taste auf Belegung 1 eingestellt worden ist. Wenn du **IR 2** auswählst, muss der Sender dagegen über die Taste **2** auf Belegung 2 eingestellt sein.



Wenn du aber **IR 1+2** auswählst, ist es egal wie der Handsender eingestellt ist. Dann kannst du die Tasten 1))) und 2))) ebenfalls als Eingänge verwenden.

Im Programmelement wird die Auswahl durch eine weiße 1 oder 2 unten rechts im Handsendersymbol angezeigt. Bei **IR 1+2** wird im Programmelement keine Zahl angezeigt.

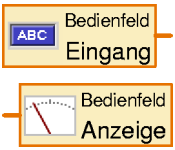
9 Übersicht Bedienelemente und Bedienfelder

In ROBO Pro lassen sich eigene Bedienfelder definieren. Über Bedienfelder kannst du komplexe Modelle komfortabel steuern. Da das Bedienfeld auf dem PC-Bildschirm angezeigt wird, funktionieren Bedienfelder nur im Online-Modus. Siehe dazu Abschnitt 3.7 *Online- oder Download-Betrieb – Wo ist denn da der Unterschied?* auf Seite 25.

Um ein Bedienfeld zu erstellen, wählst du in der Funktionsleiste **Bedienfeld** aus:

In dem leeren grauen Feld darunter kannst du dann Bedienelemente einfügen. Ein Bedienfeld gehört immer zu dem Haupt- oder Unterprogramm, in dem du dich bei der Erstellung des Bedienfeldes befunden hast. Daher ist es wichtig, dass du in der Unterprogrammleiste das richtige Unterprogramm auswählst, bevor du ein Bedienfeld anlegst. Meistens legt man Bedienfelder unter dem **Hauptprogramm** an.

In Bedienfeldern gibt es Anzeigen und Steuerelemente. Mit Anzeigen kannst du zum Beispiel Werte von Variablen oder Textnachrichten anzeigen. Steuerelemente funktionieren dagegen wie zusätzliche Taster oder Analogeingänge.



Zu jedem Bedienelementen, das du im Bedienfeld einfügst, gehört im Programm ein Element **Bedienfeldeingang** (für Steuerelemente) oder **Bedienfeldausgang** (für Anzeigen). Über diese Programmelemente stellst du die Verbindung zwischen deinem Programm und deinem Bedienfeld her. Du findest sie in der Elementgruppe **Eingänge, Ausgänge**. Je nachdem mit welcher Art von Bedienelement du diese Programmelemente verbindest, wird ein anderes Symbol angezeigt. In der Elementliste gibt es aber nur zwei Elemente: eines für Anzeigen und eines für Steuerelemente.

9.1 Anzeigen

Anzeigen werden so ähnlich verwendet wie Interfaceausgänge. Den Wert einer Anzeige kannst du mit einem **=**-Befehl setzen.

9.1.1 Messgerät

Das **Messgerät** ist einem analogen Zeigerinstrument nachempfunden. Es wird meistens verwendet um den Wert von Analogeingängen anzuzeigen, du kannst es aber auch für Variablen oder andere Programmelemente verwenden.

Das Messgerät wird vom Programm aus über einen Bedienfeldausgang gesteuert. Den **Bedienfeldausgang** findest du in der Elementgruppe **Eingänge, Ausgänge**.

Den Wert des Messgeräts setzt du, indem du dem zugehörigen Bedienfeldausgang im Programm einen **=**-Befehl schickst. Fast alle Programmelemente mit Datenausgängen schicken einen **=**-Befehl, wenn sich ihr Wert ändert. Analogeingänge oder Variablen kannst du zum Beispiel direkt mit dem Bedienfeldausgang verbinden.

Eigenschaftsfenster für Messgeräte

- Unter **ID / Name** solltest du zunächst einen Namen für das Messgerät eingeben. Der Name ist wichtig, damit du mehrere Messgeräte in deinem Programm voneinander unterscheiden kannst.
- Unter **Hintergrundfarbe** kannst du eine andere Farbe als weiß einstellen.
- Unter **Minimalwert** und **Maximalwert** gibst du die Werte an, die der Zeigerposition am linken und rechten Rand der Skala entsprechen. Wenn einer der Werte kleiner als 0 und der andere größer als 0 ist, wird ein besonders langer 0 Strich gezeichnet.
- Die Skala besteht aus langen und kurzen Strichen. Den Abstand der langen und kurzen Striche gibst du unter **Schreitweite kurze / lange Marken** ein. Wenn beide den gleichen Wert haben, sind nur lange Marken sichtbar.

9.1.2 Textanzeige

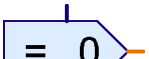
In einer Textanzeige kannst du Zahlenwerte, Text oder beides gemischt anzeigen.

Die Textanzeige wird vom Programm aus über einen Bedienfeldausgang gesteuert. Den **Bedienfeldausgang** findest du in der Elementgruppe **Eingänge, Ausgänge**.

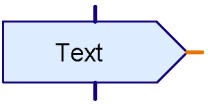
Sobald du den Bedienfeldausgang über sein Eigenschaftsfenster mit einer Textanzeige verbunden hast, ändert sich das Symbol und es erscheint der Name des Bedienfelds (z.B. Haupt) und der Anzeige (z.B. Text).

Du kannst den Text in der Anzeige Auf zwei Arten setzen:

- Du kannst den Inhalt der Anzeige setzen, indem du dem zugehörigen Bedienfeldausgang einen **=**-Befehl schickst. Das ist sehr praktisch, wenn du die Anzeige verwenden möchtest, um den Wert einer Variablen oder anderen Programmelements anzuzeigen, weil die meisten Programmelemente über ihre Datenausgänge automatisch **=**-Befehle schicken, wenn sich der Wert ändert. Der **=**-Befehl überschreibt nur die letzten 6 Zeichen der Anzeige. Den Rest der Anzeige kannst du mit einem vorgegebenen Text füllen. Auf diese Weise kannst du zum Wert einen Hinweistext in die Anzeige setzen. Wenn die Anzeige mehrzeilig ist, kannst du den Hinweistext auch in eine eigene Zeile setzen. Bei mehrzeiligen Anzeigen werden von einem **=**-Befehl nur die letzten 6 Zeichen der letzten Zeile überschrieben.



- Mit dem Text-Befehl kannst du den Inhalt der Anzeige ganz beliebig setzen. Der Text Befehl ist ein spezielles Befehlselement, das nicht nur eine Zahl, sondern einen ganzen Text über seinen Ausgang senden kann. Wie ein gewöhnliches Befehlselement kann das Befehlselement **Text** auch einen Dateneingang haben. Du



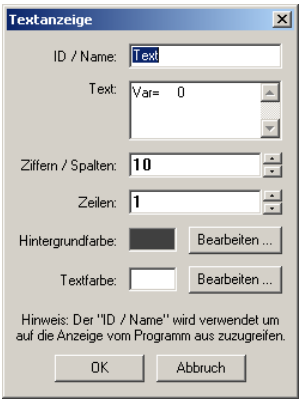
kannst dann den am Dateneingang anliegenden Zahlenwert in den Text einbauen. Wenn du einem Anzeigeelement mehrere **Text**-Befehle schickst, werden die Texte aneinander gehängt. Auf diese Weise kannst du Zahlen und Text beliebig mischen.

Steuerzeichen in Text-Befehlen

Im Befehlselement **Text** kannst du folgende Zeichen verwenden, um besondere Effekte zu erzielen:

Steuerzeichen	Effekt
######	Gibt den Wert am Dateneingang als Zahl mit 5 Stellen + Vorzeichen aus
##.##	Gibt den Wert am Dateneingang als Zahl mit 2 Nachkommastellen aus, die durch ***Punkt*** getrennt sind.
##,##	Gibt den Wert am Dateneingang als Zahl mit 2 Nachkommastellen aus, die durch ***Komma*** getrennt sind.
\c	Anzeige löschen und Einfügepunkt an den Anfang der Anzeige setzen

Eigenschaftsfenster für Textanzeigen



- Unter **ID / Name** solltest du zunächst einen Namen für die Anzeige eingeben. Der Name ist wichtig, damit du mehrere Anzeigen in deinem Programm voneinander unterscheiden kannst.
- Unter **Text** gibst du den Inhalt der Anzeige ein. Dieser Inhalt bleibt solange erhalten, bis du vom Programm aus einen Befehl an die Anzeige schickst. Wenn du einen **=**-Befehl an die Anzeige schickst, werden nur die letzten 6 Zeichen des Anzeigeninhalts überschrieben. Der Anfang des Textes bleibt erhalten, so dass du vor für eine Zahl noch einen Hinweis anzeigen kannst, um was für eine Zahl es sich handelt. Im abgebildeten Beispiel bleibt der Text **Var=** erhalten. Die Anzeige hat 10 Zeichen, also bleiben 10-6=4 Zeichen erhalten.
- Unter **Ziffern/Spalten** und unter **Zeilen** kannst du eingeben, für wie viel Zeichen die Anzeige Platz bieten soll. In einer mehrzeiligen Anzeige kannst du einen Hinweis wie ***Var=*** oder **Besucher** in einer eigenen Zeile anzeigen.
- Unter **Hintergrundfarbe** und **Textfarbe** kannst du das Farbdesign der Anzeigen verändern. Klicke auf **Bearbeiten ...** um eine Farbe auszuwählen oder eine eigene Farbe zu definieren.

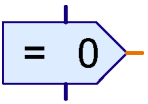
9.1.3 Anzeigelampe

Die **Anzeigelampe** ist die einfachste Art von Anzeige. Sie funktioniert so ähnlich wie ein fischertechnik Lampenbaustein, der an einem Ausgang des Interface angeschlossen ist.

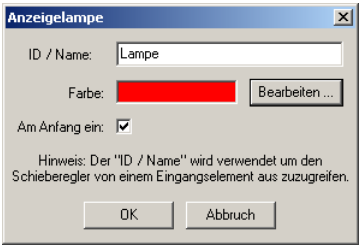
Die Anzeigelampe wird vom Programm aus über einen Bedienfeldausgang gesteuert. Den **Bedienfeldausgang** findest du in der Elementgruppe **Eingänge, Ausgänge**.

Sobald du den Bedienfeldausgang über sein Eigenschaftsfenster mit einer Anzeigelampe verbunden hast, ändert sich das Symbol und es erscheint der Name des Bedienfelds (z.B. Haupt) und der Lampe.

Du kannst die Lampe ein- oder ausschalten, indem du dem zugehörigen Bedienfeldausgang in deinem Programm einen Befehl **Ein** oder **Aus** schickst, wie du ihn auch für richtige Lampenausgänge verwendest. Du kannst die Anzeigelampe auch über einen **=**-Befehl ein- und ausschalten. Ist der Wert größer 0, wird die Lampe eingeschaltet. Ist der Wert kleiner oder gleich 0, wird die Lampe ausgeschaltet.



Eigenschaftsfenster für Anzeigelampen



- Unter **ID / Name** solltest du zunächst einen Namen für die Anzeigelampe eingeben. Der Name ist wichtig, damit du mehrere Anzeigelampen in deinem Programm voneinander unterscheiden kannst.
- Unter **Farbe** kannst du die Farbe der Anzeigelampe ändern. Klicke dazu auf den **Bearbeiten** Knopf.
- Wenn **Am Anfang ein** angekreuzt ist, ist die Anzeigelampe an, bis das zugehörige Programmelement den ersten Befehl erhält. Anderenfalls ist die Anzeigelampe am Anfang aus.

9.2 Steuerelemente

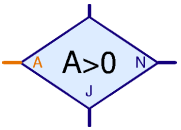
Steuerelemente werden so ähnlich verwendet wie Interfaceeingänge.

9.2.1 Knopf

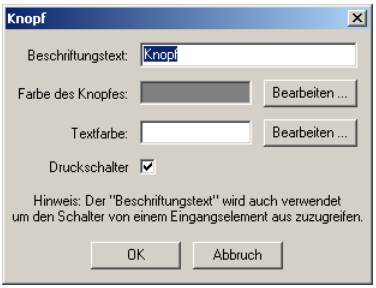
Das **Bedienelement Knopf** kannst du verwenden wie einen fischertechnik Taster oder Schalter, der an einem der Eingänge des Interface angeschlossen ist.

Der Knopf wird vom Programm aus über einen **Bedienfeldeingang** abgefragt. Den **Bedienfeldeingang** findest du in der Elementgruppe **Eingänge, Ausgänge**.

Den zum Knopf gehörenden Bedienfeldeingang kannst du wie einen Digitaleingang des Interface an alle Programmelemente mit einem Dateneingang, zum Beispiel an die **Verzweigung**, anschließen. Wenn der Knopf gedrückt ist liefert er als Wert 1, anderenfalls den Wert 0.



Eigenschaftsfenster für Knöpfe



- Unter **Beschriftungstext** kannst du die Beschriftung für den Knopf eingeben. Dies ist gleichzeitig der Name, mit dem vom Programm aus auf den Knopf zugegriffen wird. Ein zusätzliche Name/ID Feld wie bei den anderen Bedienelementen gibt es beim Knopf nicht.
- Unter **Farbe des Knopfes** und **Textfarbe** kannst du das Farbdesign des Knopfes verändern. Klicke dazu auf **Bearbeiten...**.
- Wenn bei Druckschalter ein Häkchen erscheint, wirkt der Knopf nicht wie ein Taster, sondern wie ein Schalter. Beim ersten Klick auf den Knopf wird der Knopf hineingedrückt und bleibt dann bis zum zweiten Klick gedrückt. Anderenfalls wirkt der Knopf als Taster und springt sofort wieder heraus, wenn er losgelassen wird.

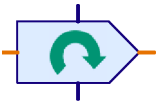
9.2.2 Regler

Den Regler kannst du wie ein Potentiometer verwenden, das an einem Analogeingang des Interface angeschlossen ist. Anders als der Knopf kann der Regler nicht nur die Werte 0 und 1 sondern wie ein Analogeingang viele Werte liefern. Der Wertebereich ist über das Eigenschaftsfenster einstellbar. Der Regler kann zum Beispiel verwendet werden um die Motordrehzahl zwischen 1 und 8 einzustellen.

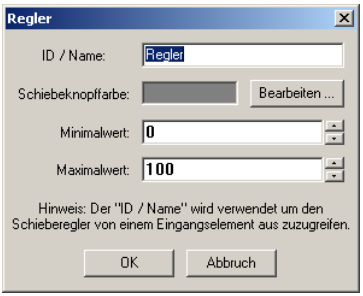
Der Regler wird vom Programm aus über einen Bedienfeldeingang abgefragt. Den **Bedienfeldeingang** findest du in der Elementgruppe **Eingänge, Ausgänge**.

Sobald du den Bedienfeldeingang über sein Eigenschaftsfenster mit einem Regler verbunden hast, ändert sich das Symbol und es erscheint der Name des Bedienfelds (z.B. Haupt) und des Reglers.

Den zum Regler gehörenden Bedienfeldeingang kannst du wie einen Analogeingang des Interface an alle Programmelemente mit einem Dateneingang anschließen. Sehr häufig wird der Regler an ein Befehlselement mit Dateneingang angeschlossen, so dass der Regler die Geschwindigkeit eines Motors steuert.



Eigenschaftsfenster für Regler

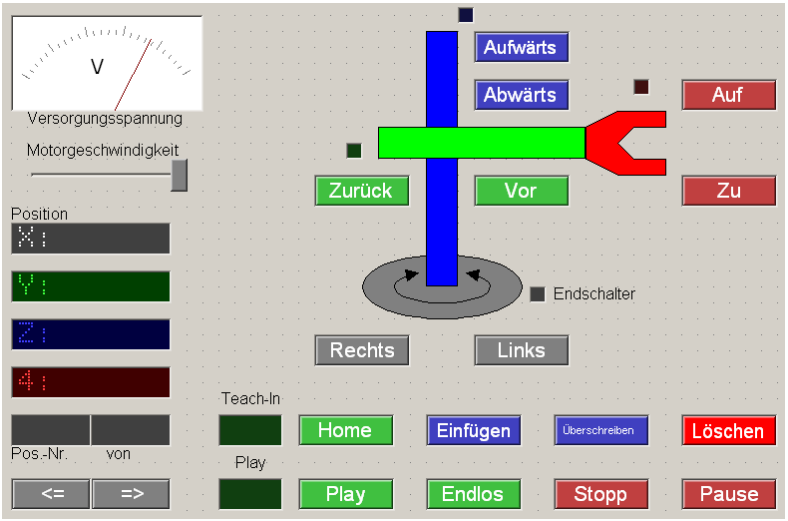


- Unter **ID / Name** solltest du zunächst einen Namen für den Regler eingeben. Der Name ist wichtig, damit du mehrere Regler im Programm voneinander unterscheiden kannst.
- Unter **Schiebeknopffarbe** kannst du die Farbe des Schiebeknopfes ändern. Klicke dazu auf **Bearbeiten**.
- Unter **Minimalwert** und **Maximalwert** gibst du den Wertebereich für den Regler ein. Wenn du den Regler zur Steuerung einer Motorgeschwindigkeit verwenden möchtest, sollte der Wertebereich von 1 bis 8 gehen.

10 Zeichenfunktionen

ROBO Pro verfügt über übliche Zeichenfunktionen. Du findest sie im Elementgruppenfenster unter **Zeichnen**. In der Untergruppe **Formen** sind Zeichenwerkzeuge für verschiedene geometrische Grundformen enthalten. In der Untergruppe **Text** findest du Textzeichenwerkzeuge für verschiedene Schriftgrößen. Die anderen Untergruppen enthalten Funktionen zum Ändern der Farbe und Linienstärke.

Mit den Zeichenfunktionen kannst du deine Bedienfelder und Programme illustrieren, um die Funktion zu verdeutlichen. Hier ist zum Beispiel ein selbst gezeichnetes Bedienfeld für einen Roboter abgebildet:



Die Knöpfe, Koordinatenanzeigen und Endschalterlampen sind jeweils in der gleichen Farbe gehalten wie die einzelnen Achsen in der schematischen Zeichnung des Roboters. Dadurch ergibt sich ein sehr übersichtliches Bedienfeld.

Die Anwendung der Zeichenfunktionen sollte keine großen Schwierigkeiten bereiten. Im Folgenden sind daher nur einige Punkte aufgeführt, die vielleicht nicht sofort klar sind:

- Grafische Objekte wie Rechtecke und Kreise werden **nicht** wie in vielen anderen Programmen mit gedrückter Maustaste aufgezogen, sondern durch zwei Mausklicks, einen in der linken oberen und einen in der rechten unteren Ecke.
- Text wird nicht in einem Dialogfenster bearbeitet, sondern direkt im Arbeitsbereich. Wenn du ein neues Textobjekt einfügest, erscheint zunächst nur ein hellblauer Rahmen. Du kannst nun einfach auf der Tastatur schreiben und der geschriebene Text erscheint dann direkt im Arbeitsbereich. Du kannst auch Text aus der Zwischenablage mit STRG+V einfügen.
- Nachdem du ein Objekt gezeichnet hast, kannst du das Objekt bearbeiten, indem du die kleinen blauen Griffpunkte verschiebst. Es gibt auch Griffpunkte zum Drehen und Verzerren von Objekten. Ein Rechteck hat oben links zwei Griffpunkte. Wenn du den zweiten größeren Griffpunkt verschiebst, kannst du die Ecken des Rechtecks abrunden. Den Bearbeitungsmodus kannst du beenden, indem du die rechte Maustaste oder die **ESC** Taste drückst.

- Wenn du ein Objekt nachträglich bearbeiten willst, wähle im Menü **Zeichnen** die Funktion **Bearbeiten**. Wenn du dann auf ein Objekt klickst, erscheinen wieder die hellblauen Griffpunkte.
- Viele Objekte haben zwei oder mehr Bearbeitungs- und Zeichenmodi. Du kannst zwischen den einzelnen Modi mit der Tabulator-Taste an der Tastatur wechseln, während du ein Objekt zeichnest oder bearbeitest. Bei einem Kreis kannst du zum Beispiel auswählen, ob du zwei Eckpunkte oder den Mittelpunkt und einen Eckpunkt angeben möchtest. Bei Polygonen kannst du zwischen Punktbearbeitung und Funktionen wie „Drehen“ wechseln. Bei Textobjekten kannst du zwischen Bearbeitung des Textes sowie Veränderung der Textgröße und des Drehwinkels umschalten.
- Im Menü **Zeichnen** gibt es die Funktionen Objekt **in den Vordergrund / Hintergrund**. Mit diesen Funktionen kannst du alle ausgewählten (rot nachgezeichneten) Objekte nach vorne oder hinten schieben, so dass sie andere Objekte überdecken oder von diesen überdeckt werden.
- Mit der Funktion **Rastersnap** im Menü **Zeichnen** kannst du das Zeichenraster ein- oder ausschalten. Du solltest aber darauf achten, dass das Raster eingeschaltet ist, wenn du dein Programm bearbeitest, da alle Programmelemente an das Raster angepasst sind.

Bei Textobjekten kannst du die Textausrichtung verändern, indem du STRG + eine Taste von 1-9 am Nummernblock drückst. Das geht aber nur, wenn die Num-Lock Lampe an der Tastatur leuchtet. Falls nicht, musst du vorher die Num-Taste drücken.

11 Neue Funktionen für ROBO TX Controller

ROBOPro 2.X kann sowohl für das bisherige ROBO Interface als auch für den neuen ROBO TX Controller verwendet werden. Man kann ROBOPro Programme so entwerfen, dass sie ohne Änderung sowohl auf dem bisherigen, als auch dem neuen Interface laufen. Da es jedoch zwischen den beiden Interfaces Unterschiede bei den Ein- und Ausgängen gibt, gilt das nicht für alle ROBOPro Programme. So hat der neue ROBO TX Controller zum Beispiel 8 Universaleingänge, die man alle auch als Analogeingang für Widerstandswerte verwenden kann. Das ROBO Interface hat dagegen nur 2 analoge Widerstandseingänge (AX und AY). Andererseits hat das ROBO Interface einen internen Analogeingang für die Versorgungsspannung (AV). Diese kann beim ROBO TX Controller ebenfalls über einen Universaleingang gemessen werden..

11.1 Installation USB-Treiber für den ROBO TX Controller

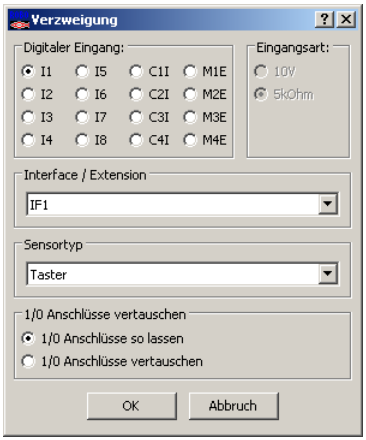
Der USB-Treiber für den ROBO TX Controller befindet sich im ROBOPro Installationsverzeichnis im Unterverzeichnis ***\USB-Treiber Installation\TXController***. Dort kann für das verwendete Windows-Betriebssystem der passende Treiber ausgewählt werden. Ansonsten funktioniert die Installation genau wie beim ROBO Interface (siehe auch *Installation des USB-Treibers* auf Seite 5)

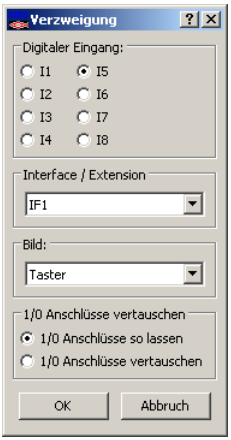
11.2 Umgebung (ab Level 1)

Damit bei der Entwicklung eines Programms nur die Optionen angezeigt werden, die das verwendete Interface auch wirklich unterstützt, wählt man zunächst über den Knopf in der Werkzeugleiste aus, ob ein Programm für den ROBO TX Controller oder das ROBO Interface entworfen werden soll.

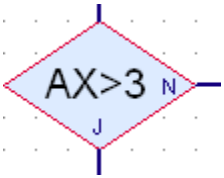
Je nachdem, welches Interface ausgewählt ist, ändert der Knopf sein Bild. Dieser Knopf, und das entsprechende Menü „Umgebung“, ändern weder das aktuelle ROBOPro Programm, noch welches Interface an den Computer angeschlossen ist (das stellt man mit dem COM/USB Knopf ein).

Der Knopf ändert nur die Optionen, die in den Eigenschaftsfenstern von Programmelementen angezeigt werden. Unten siehst du das Eigenschaftsfenster für eine Verzweigung für das ROBO Interface und für den ROBO TX Controller.





Zudem werden Eingangselemente, die nicht zum ausgewählten Interface passen, rot umrandet dargestellt.



In der Regel wirst du immer die Umgebung verwenden, die zu dem Interface passt, das du besitzt, mit folgenden Ausnahmen:

- Du möchtest ein Programm entwickeln, das sowohl einen ROBO TX Controller als auch ein ROBO Interface verwendet. Das ist im Online-Modus durchaus möglich. In diesem Fall entwickelst du die für die verschiedenen Interfaces gedachten Programmteile in der jeweils passenden Umgebung. Du kannst die Umgebung jederzeit hin und her schalten.
- Du hast einen ROBO TX Controller und hast von einem Freund ein Programm, das für das ROBO Interface entwickelt worden ist, erhalten. Wenn die Eingangskonfiguration kompatibel ist, kannst du die interfaceunabhängige Programmierung verwenden (mehr dazu im nächsten Abschnitt). Für kleine Änderungen ist es dann besser, im ROBO Interface Modus zu bleiben.
- Du hast einen ROBO TX Controller und möchtest ein Programm für einen Freund schreiben, der ein ROBO Interface besitzt. In diesem Fall kannst du ebenfalls die interfaceunabhängige Programmierung verwenden und das Programm in der ROBO Interface Umgebung entwickeln.
- Die beiden obigen Punkte treffen natürlich auch umgekehrt zu, also wenn du ein ROBO Interface hast, und dein Freund einen ROBO TX Controller.

11.3 Interfaceunabhängige Programmierung

Sofern dein Programm nur Eingänge verwendet, die sowohl auf dem ROBO Interface als auch dem ROBO TX Controller verfügbar sind, kannst du dein Programm ohne Änderung sowohl mit einem ROBO TX Controller als auch mit einem ROBO Interface verwenden. Die Eingänge werden dabei wie folgt umgesetzt:

ROBO Interface	ROBO TX Controller
D1 (Ultraschall)*	I1 (Ultraschall)*
A1 (analog 10V)	I2 (analog 10V)
AX (analog 5kOhm)	I3 (analog 5kOhm)
AY (analog 5kOhm)	I4 (analog 5kOhm)
I1-I4 (digital)	I5-I8 (digital)
I5-I8 (digital)	C1D-C4D (digital, nicht für Spursensor)**

**Hinweis:* An den ROBO TX Controller kann nur der Ultraschall-Abstandssensor Version TX Art.-Nr. 133009 mit 3 Anschlusskabeln angeschlossen werden. Zum ROBO Interface hingegen passt nur der Ultraschall-Abstandssensor Art.-Nr. 128597 mit 2 Anschlusskabeln.

***Hinweis:* Die Abkürzung C1D bedeutet, dass der Zähleingang C1 als einfacher digitaler Eingang verwendet wird. Verwendet ein Eingangselement C1 als schnellen Zähleingang steht im Dialogfenster C1Z

Wenn dein Programm nur die oben aufgelisteten Eingänge verwendet, und auf dem ROBO TX Controller bei den Universaleingängen I1-I8 auch die Eingangsart stimmt, kannst du das Programm sowohl auf ein ROBO Interface als auch einen ROBO TX Controller laden. Die Umsetzung erfolgt dann automatisch, wenn du das Programm in Online- oder Downloadmodus startest. Du kannst also ein Programm in der ROBO Interface Umgebung mit ROBO Interface Eingängen entwickeln, aber unter COM/USB einen ROBO TX Controller auswählen.

11.4 Umwandlung von Programmen

Wenn du die Interface unabhänge Programmierung nicht verwenden kannst oder möchtest, kannst du die Anpassung an ein Interface auch fest im Programm vornehmen. Der Menüpunkt **Umgebung / Eingänge umwandeln** passt alle Eingänge gemäß der Tabelle aus dem vorherigen Abschnitt an die ausgewählte Umgebung an. Eingänge, die in der Tabelle nicht zugeordnet sind (D2,A2,AV), werden nicht umgesetzt und können im Anschluss manuell geändert werden. Du kannst den Vorgang rückgängig machen, indem du die Umgebung umschaltest und den Menüpunkt noch einmal aufrufst.

11.5 Universaleingänge, Sensortyp und Eingangsart

Beim ROBO Interface hat jeder Eingang eine fest vorgegebene Eingangsart. An einen AX Eingang kannst du zum Beispiel nur Widerstandssensoren anschließen. Der ROBO TX Controller hat dagegen 8 Universaleingänge I1-I8, die man über ein ROBOPro Programm so umschalten kann, dass man verschiedene Sensoren daran anschließen kann. Die Eingangsart wird automatisch aus dem Sensortyp bestimmt. Auch in älteren ROBOPro Versionen konntest du zu Eingängen ein Sensorbild auswählen, das jedoch nur zur Illustration diente und keine technische Funktion hatte. Beim ROBO TX Controller ist es dagegen wichtig, dass du bei allen Eingängen den richtigen Sensortyp auswählst. Anderenfalls wird der Eingang nicht richtig eingestellt.

Ab Level 4 kannst du die Eingangsart auch unabhängig vom Sensortyp einstellen.

Beim ROBO TX Controller benötigen einige Sensoren unterschiedliche Eingangsarten, obwohl sie am ROBO Interface alle an die Eingänge I1-I8 angeschlossen werden können. Dies betrifft hauptsächlich den Spursensor, der am ROBO TX Controller mit der Eingangsart digital 10V betrieben werden muss. Bei der Umwandlung von Programmen und bei der Interface unabhängigen Programmierung verwendet ROBOPro das bisherige Sensorbild als Sensortyp um die richtige Eingangsart auszuwählen.

11.6 Schnelle Zähleingänge und erweiterte Motorsteuerung

Der ROBO TX Controller verfügt über 4 schnelle Zähleingänge C1-C4, und eine integrierte Motorsteuerung, mit deren Hilfe Motoren präzise gesteuert werden können. Die erweiterte Motorsteuerung bietet zwei Funktionen, automatisches Bremsen nach einer vorgegeben Distanz und Drehzahlsynchronisation von zwei Motoren. Dem Motor M1 wird intern automatisch der Zähleingang C1 zugeordnet, zu M2 gehört C2 usw.

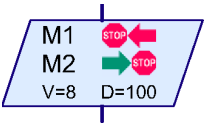
Beim ***automatischen Bremsen*** wird eine Zahl von Impulsen vorgegeben, und die Steuerung bremst den Motor automatisch ab, wenn diese Zahl erreicht ist. Die Steuerung berechnet auch den Bremsweg des Motors und beginnt mit dem Bremsen so frühzeitig, dass die gewünschte Distanz auch mit schnellen Motoren oder hochauflösenden Drehgebern genau erreicht wird.

Bei der ***Drehzahlsynchronisation*** werden zwei Motoren so gesteuert, dass sie möglichst genau die gleiche Anzahl von Umdrehungen in der gleichen Zeit zurücklegen. Das ist insbesondere für

Kettenfahrzeuge praktisch, die dadurch genau geradeaus fahren. Wenn ein Motor langsamer wird, bremst die Motorsteuerung automatisch auch den anderen Motor ab.

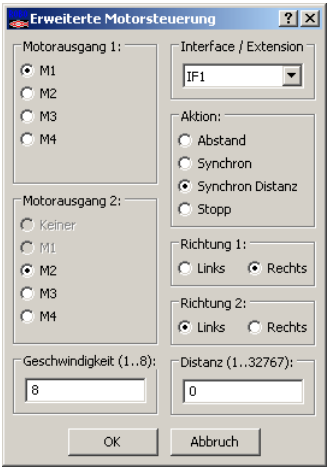
Du kannst die beiden Funktionen auch kombinieren, also eine vorgegebene Zahl von Impulsen mit zwei Motoren mit synchronisierter Geschwindigkeit fahren.

11.6.1 Encodermotor (Level 1)



Für die komfortable Steuerung von Motoren mit eingebautem Impulsgeber (Encoder) gibt es ein neues Programmelement **Encodermotor**, das ab Level 1 verfügbar ist.

Mit diesem Element kannst du entweder nur einen Motor eine vorgegebene Zahl von Impulsen bewegen, oder zwei Motoren synchron, mit oder ohne Impulsvorgabe. Das Programmelement bietet folgende Einstellmöglichkeiten:

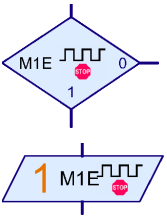


Wenn du nur einen Motor mit vorgegebener Impulszahl bewegen willst, wählst du als **Aktion Abstand** und gibst die gewünschte ***Geschwindigkeit, Richtung*** und ***Distanz*** ein.

Mit der **Aktion Synchron** kannst du zwei Motoren drehzahlsynchron bewegen. Du kannst dann für beide Motoren eine ***Richtung*** auswählen. Die ***Geschwindigkeit*** kannst du aber nur für beide Motoren gemeinsam einstellen, weil sich beide ja gleich schnell drehen sollen.

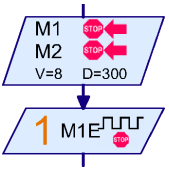
Die **Aktion Synchron Distanz** kombiniert wie bereits erklärt eine vorgegebene Impulszahl mit der Drehzahlsynchronisation von 2 Motoren.

Mit der **Aktion Stopp** kannst du die Motoren jederzeit anhalten, die Synchronisation beenden und eine gegebenenfalls noch ausstehende Restdistanz löschen. Wenn du Motoren mit diesem Element startest, musst du sie auch mit diesem Element stoppen, bevor du wieder gewöhnliche Motorsteuerelemente verwenden kannst..



Wenn du eine Distanz vorgegeben hast, ***wartet das Element nicht,*** bis die vorgegebene Distanz erreicht ist, sondern geht sofort zum nächsten Programmelement über. Auf diese Weise kann das Programm weiter arbeiten und die Motoren bei bestimmten Ereignissen stoppen. Um zu testen, ob der Motor sein Ziel erreicht hat, gibt es für jeden Motor einen internen Eingang **M1E** bis **M4E**, den du mit dem Verzweigungselement oder dem **Warten auf Eingang** Element abfragen kannst.

Die Eingänge **M1E** bis **M4E** werden ***1***, wenn der entsprechende Motor die vorgegebene Zahl von Impulsen (Distanz) erreicht hat. Die Eingänge bleiben solange 1, bis du für den Motor einen neuen Distanzbefehl gibst. Beim Warteelement wartest du daher am besten wie im Bild auf 1. Steuerst du 2 Motoren synchron, musst du nur den ersten Motor abfragen, ob er sein Ziel erreicht hat, nicht beide. Bei synchronisierten Motoren werden die Eingänge erst 1, wenn beide Motoren das Ziel erreicht haben.

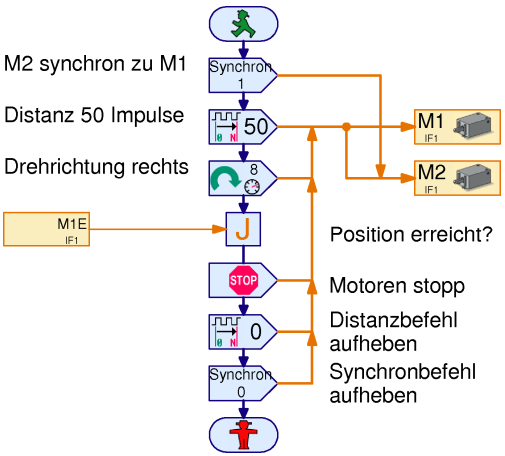


Ein Beispiel für die Anwendung dieses Elements findest du im Abschnitt 4.4 *Tango* auf Seite 36.

11.6.2 Erweiterte Motorsteuerung im Level 3

Im Level 3 erfolgt die Motorsteuerung dadurch, dass an ein oranges Motorelement bestimmte Befehle geschickt werden.

Mit dem Befehl **Synchron** kann ein Motor mit einem anderen Motor synchronisiert werden. Wenn man zum Beispiel an Motor zwei den Befehl Synchron mit Wert 1 schickt, ist Motor 2 mit Motor 1 synchronisiert. Im Level 3 kann man auch mehr als 2 Motoren miteinander synchronisieren. Die Synchronisation wird wieder aufgehoben, wenn man an den Motor den Befehl **Synchron** mit Wert 0 schickt.



Mit dem Befehl **Distanz** kann man einem Motor eine Impulsvorgabe geben. Sobald diese Zahl von Impulsen erreicht ist, bremst der Motor ab. Die Distanzvorgabe kann man auch jederzeit löschen, indem man den Befehl Distanz mit Wert 0 gibt.

Wenn man Synchronisation und Distanz kombinieren möchte, muss man den Distanzbefehl an beide Motoren schicken. Der Synchronbefehl wird aber jeweils nur an einen Motor geschickt, mit der Nummer des anderen Motors als Wert.

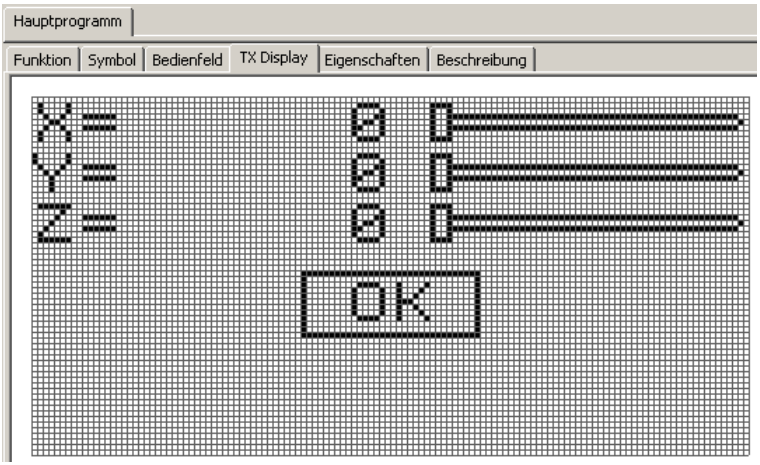
Weder der Synchron, noch der Distanzbefehl starten den Motor. Dazu benötigt man einen links oder rechts oder = Befehl.

Auf die Zielerreichung wartet man genau so wie im Level 1. natürlich gibt es auch Level 3 Elemente für die Ziel erreicht Eingänge.

Wenn man den Motor anschließend wieder mit normalen Motorbefehlen steuern möchte, muss man zunächst den Distanz- und den Syncronbefehl wieder aufheben, indem man einen Distanz- und einen Synchronbefehl mit Wert 0 schickt. ***Vorher*** muss man dem Motor aber einen Stopp Befehl schicken. Der Distanz- und der Synchronbefehl stoppen den Motor nur solange die Befehle aktiv sind. Wenn man die Befehle aufhebt, ohne den Motor vorher zu stoppen, läuft der Motor wieder los.

11.7 Display

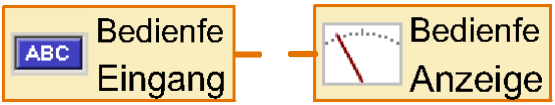
Ebenfalls neu am ROBO TX Controller ist das ***Display***. Über das Display kann man Programme wie über ein Bedienfeld steuern und Statusdaten ausgeben. Das Display wird wie ein Bedienfeld im Reiter **TX Display** gezeichnet:



Wie beim Bedienfeld stehen als Steuerelemente ein Schieberegler und ein Druckknopf zur Verfügung. Zur Anzeige von Statusdaten steht eine Textanzeige zur Verfügung. Zur Gliederung der Anzeige gibt es ein Linienelement sowie ein Rechteck Element..

Um die Größe einer Steuerelements zu verändern, verwende den Menüpunkt **Zeichnen / Bearbeiten**

Die Verbindung zwischen Displayelementen und dem Programm erfolgt wie beim Bedienfeld über Bedienfeld Ein- und Ausgänge.



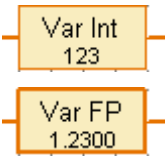
Das Display wird über die zwei Tasten am Interface bedient. Du kannst zwischen verschiedenen Steuerelementen wechseln, indem du den linken oder rechten Taster kurz drückst. Wenn du den linken oder rechten Taster lang drückst, wird das Bedienelement verändert. Ein Schieberegler verschiebt sich, ein Knopf wird gedrückt.

Du musst im Eigenschaftsfenster jedes Steuerelementes eine Reihenfolgenummer eingeben. Diese Nummer bestimmt, in welcher Reihenfolge die Elemente mit den Tasten ausgewählt werden.

Wichtiger Hinweis: Um ein Programm im Downloadmodus zu stoppen, das die Displayfunktionen nutzt, muss man beide Displaytasten am Interface gleichzeitig drücken.

Wie bei den Bedienfeldern, kann jedes Unterprogramm einen anderen Displayinhalt haben. Anders als bei den Bedienfeldern wird der Displayinhalt jedoch automatisch gewechselt, wenn ein Unterprogramm betreten oder verlassen wird. Dadurch kann man recht einfach auch aufwändige Menüsteuerungen entwickeln. Allerdings ist es ratsam, alle Unterprogramme mit Displayinhalten aus einem einzigen Prozess heraus zu steuern. Anderenfalls kann es schwierig werden vorherzusehen, welcher Displayinhalt in welcher Situation angezeigt wird.

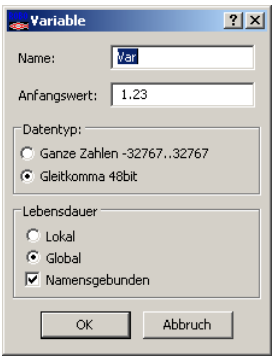
12 Rechnen mit Dezimalzahlen



ROBOPro bietet in der Version 2 auch die Möglichkeit mit Dezimalzahlen (auch Dezimalbrüche genannt) zu rechnen. Das bedeutet, dass du Rechenoperationen nicht nur mit ganzen Zahlen wie 1 oder 2, sondern auch mit Bruchzahlen wie 3,99482925 mit bis zu 9 Stellen Genauigkeit durchführen kannst. Dazu verwendet ROBOPro das Verfahren der so genannten Gleitkommaarithmetik. Es kann mit dem ROBO TX Controller im Online- und Downloadmodus verwendet werden. Für das ROBO Interface kann die Gleitkommaarithmetik im Moment nur im Online-Modus verwendet werden. Die Unterstützung im Downloadmodus ist jedoch geplant und wird demnächst zur Verfügung stehen. Ebenso geplant sind trigonometrische und andere nicht rationale Funktionen (z. B. sin, cos, tan, ln, e^x, $\sqrt{}$, x^2).

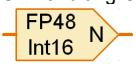
Für diejenigen, die es genau wissen wollen: Die Genauigkeit der Rechenoperationen beträgt 48 Bit mit 32 Bit Mantisse. Das entspricht einer Genauigkeit von etwas mehr als 9 Dezimalstellen.

In der Version 2.1.1.0 stehen folgende Funktionen zur Verfügung:



- Gleitkommavariable
- Gleitkommaliste
- Operatoren +, -, *, /

  Umwandlung Ganzzahl / Gleitkomma und umgekehrt



  Dieses Element befindet sich im Elementfenster bei den Operatoren.

- Verzweigungselement, in welchem eine Gleitkommazahl mit einer Konstanten verglichen werden kann.
- Textbefehl mit Gleitkommaformatierung.

Es gibt keine besonderen Gleitkommaelemente. Statt dessen kann man im Eigenschaftsfenster der entsprechenden Ganzzahlelemente den Datentyp umschalten. Gleitkommaelemente werden mit einer dickeren Umrandung dargestellt.

12.1 Vergleichen von Gleitkommazahlen

Das 3-Wege Vergleichselement gibt es nicht für Gleitkommazahlen. Der Grund ist, dass man Gleitkommazahlen möglichst nicht auf Gleichheit vergleichen soll, da der Wert einer Gleitkommazahl meistens mit Rundungsfehlern behaftet ist. So ergibt zum Beispiel das Ergebnis von 10· 0,1 nicht gleich 1, weil sich 0,1 mit binären Gleitkommazahlen nicht exakt darstellen lässt.

Du kannst eine Gleitkommazahl mit dem Level 3 Verzweigungselement mit einer Gleitkommakonstante vergleichen. Ab ROBOPro Version 2.1.2 gibt es zudem Vergleichsoperatoren.

12.2 Darstellung von Gleitkommazahlen

Da auf dem TX-Display nicht so viel Platz wie auf einem Computerbildschirm ist, bietet ROBOPro einige Möglichkeiten, um Gleitkommazahlen Platz sparend darzustellen. Der Exponent wird übli-

cher Weise über die in der Technik gebräuchlichen Exponentenzeichen dargestellt, wie zum Beispiel k (kilo) für tausend, wie in km (Kilometer). Die Exponentenzeichen sind wie folgt:

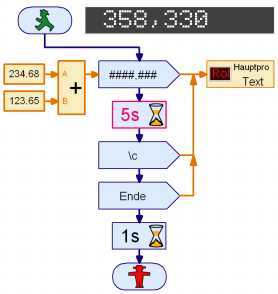
Kürzel	Bezeichnung	Exponent
a	Atto	10^{-18}
f	Femto	10^{-15}
p	Pico	10^{-12}
n	Nano	10^{-9}
u	Mikro	10^{-6}
m	Milli	10^{-3}
k	Kilo	10^{3}
M	Mega	10^{6}
G	Giga	10^{9}
T	Tera	10^{12}
P	Peta	10^{15}
E	Exa	10^{18}

Sollte der Exponent einer Zahl außerhalb dieses Bereiches lieben, was meist nur bei Rechenfehlern vor kommt, wird der Fehler **?FORMAT?** angezeigt.

Natürlich kann man Gleitkommazahlen aber auch mit der in Computern und Taschenrechnern üblicheren Formatierungen ausgeben. Dazu verwendest du den Textbefehl. Dieser bietet folgende Optionen:

Format	Ausgabe 1	Ausgabe -0.01	Ausgabe 1000
####.####	___1.0000	__-0.0100	?FORMAT?
#####	____1	___-0	_1000
##.###^	_1.000	-10.00m	_1.000k
##.###^##	_1.000^00	_1.000v02	_1.000^03
##.#####^^####	_1.0000E+0000	_1.0000E-0002	_1.0000E+0003

Beispiel:



Zwei Konstanten werden addiert und das Ergebnis 5 Sekunden lang in der Anzeige sichtbar gemacht. Danach wird die Anzeige gelöscht (Eingabe \c im Textbefehl) und das Wort „Ende“ angezeigt.

Bitte beachte die folgenden Hinweise zur Formatierung:

- Sowohl die Zahl der gültigen Stellen also auch die Zahl der Ziffern im Exponenten kann man in allen Formaten variieren.
- Du kannst einen Punkt oder ein Komma als Dezimaltrennzeichen verwenden.
- Vor dem Punkt oder Komma müssen mindestens 2 # Zeichen kommen, eines für das Vorzeichen und eines für die mindestens eine Ziffer vor dem Komma.

ROBOPro verwendet die folgenden Codes um besondere Situationen und Fehler anzuzeigen:

- **0** wird verwendet um eine exakte 0 (ohne Fehler) oder Zahlen, die kleiner als etwa $\pm 10^{-2500}$ sind darzustellen.
- **?FORMAT?** Die Zahl kann mit dem ausgewählten Format nicht angezeigt werden.
- **?OVERFLOW?** Die Berechnung führte zu einem arithmetischen Überlauf. Zum Beispiel führt eine Division durch 0 zu einem Überlauf.
- **?NAN?** „Keine Zahl“ (engl. Not A Number) ist das Ergebnis einer ungültigen Berechnung, wie der Wurzel aus -1.
- **?UNDEFINED?** Dieser Wert wird zum Beispiel für Unterprogrammeingänge verwendet, bevor diese einen Wert erhalten.
- **?LOST?** erscheint z. B. bei 0/0
- **?CORRUPTED?** Das sollte nicht vorkommen. Wenn du ein Programm hast, das diesen Wert anzeigt, sende es bitte an den fischertechnik Service.
- **??.??** Siehe nächster Abschnitt.

12.3 Berechnung der Genauigkeit

Anders als die meisten Gleitkommasysteme, berechnet ROBOPro für jede Zahl auch die Zahl der gültigen Stellen (oder Bits). Stellen, die bei Berechnungen verloren gegangen sind, werden bei der Textausgabe als „?“ angezeigt. So ergibt in ROBOPro die Rechnung 1.00000001 -- 1.00000000 den Wert 9.8??n. Genau wäre die Differenz 0.00000001 oder 10n. ROBOPro zeigt jedoch eine Stelle mehr an als es genau berechnen kann. Die letzte Stelle zeigt nur ungefähr die Richtung, in die zu runden ist. In diesem Fall von 9.8n auf 10n. Wenn du in ROBOPro 1.0-1.0 berechnest, ist das Ergebnis ??.??p. Das bedeutet 0 mit einer Genauigkeit von etwa 99.99p oder 100p, also 10 hoch -10. Wie schon erwähnt gibt es auch eine richtige 0 (ohne Fehler), die aber nur selten vorkommt.

13 Anschluss mehrer ROBO TX Controller an einen PC

Willst du mehrere ROBO TX Controller aus einem ROBO Pro Programm heraus ansteuern, musst du nicht mehr wie beim alten ROBO Interface jedes Gerät auf die „eindeutige Seriennummer“ umstellen und dann einzeln mit jeweils einem USB-Kabel an den PC anschließen. Statt dessen wird immer nur ein ROBO TX Controller über USB mit dem PC verbunden. Dieses Gerät wird „Master“ genannt. Weitere Geräte werden als Erweiterungen, so genannte „Extensions“, über die Anschlüsse EXT1 oder EXT2 mit dem Master verbunden. Die genaue Vorgehensweise ist in der Bedienungsanleitung des ROBO TX Controllers im Kapitel „Erweiterungen“ beschrieben. Auf diese Weise können bis zu 8 Geräte an einen Master angeschlossen werden. Die Daten aller Geräte werden gebündelt und sehr effizient über eine einzige USB-Schnittstelle an den PC übertragen.

Der Anschluss mehrerer ROBO TX Controller über mehrere USB Schnittstellen an einen PC ist nicht vorgesehen.