



fischertechnik TXT
community firmware

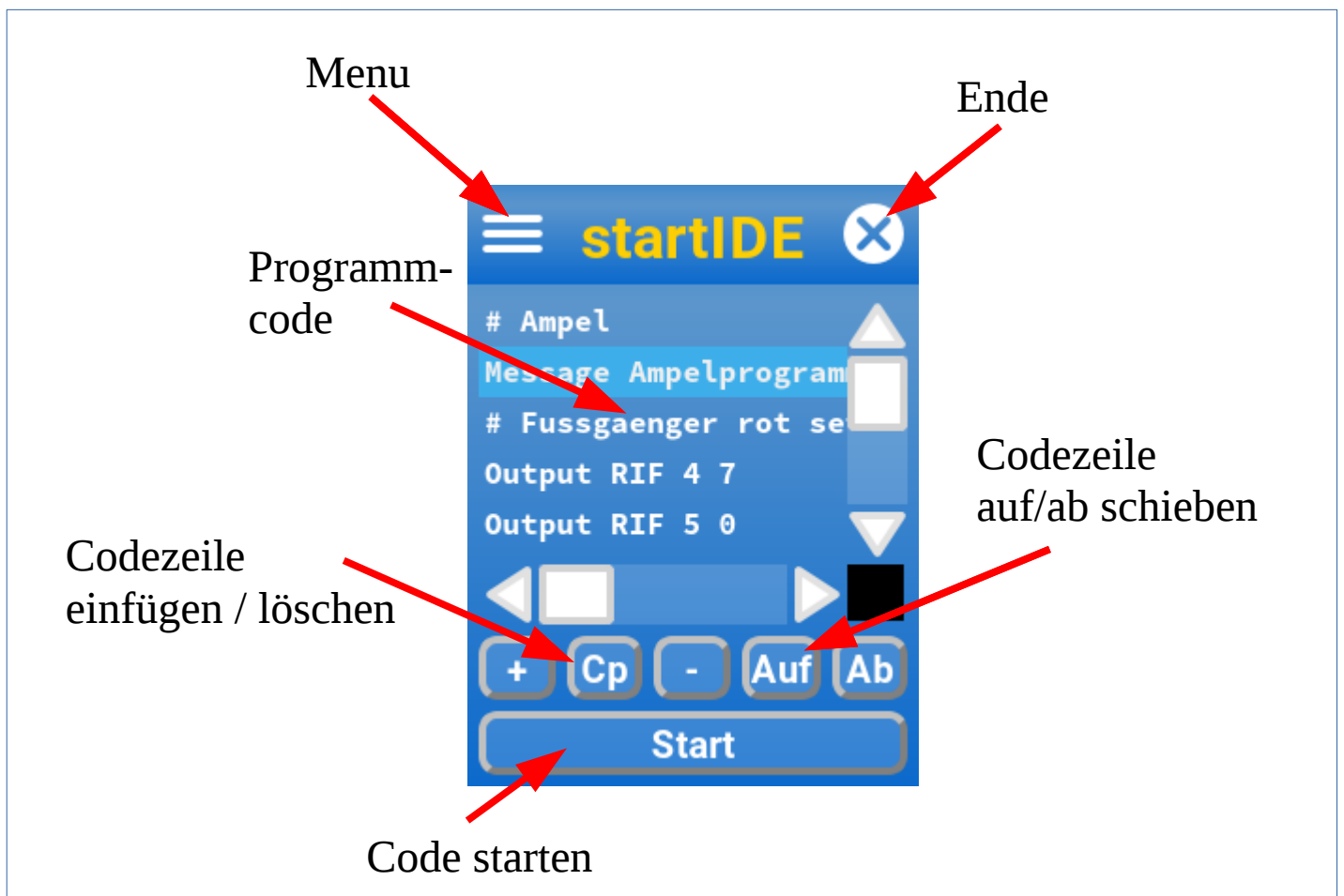


startIDE

v1.8.0

Referenzhandbuch

2020/04/30



startIDE ist eine Programmier-App für die community firmware des TXT Controllers (auch für den TX-Pi und ftDuino), mit der sich eine Vielzahl einfacher Modelle programmieren lässt.

startIDE © 2017-2020 Peter Habermehl, peter.habermehl@gmx.de

Basierend auf der community firmware für den fischertechnik ® TXT Controller: <http://cfw.ftcommunity.de> mit herzlichem Dank an alle Beteiligten.

Besonderer Dank geht an **Till Harbaum** für den TX-Pi (<https://tx-pi.de>) und seine Motivationsmaßnahmen.

Weiterhin seien erwähnt **Richard Kunze**, **Raphael Jacob** und **Esther Mietzsch** vornehmlich für die Arbeit an der community firmware und **Torsten Stuehn** für ftrobopy (<https://github.com/ftrobopy/ftrobopy>) zur TXT-Programmierung sowie **Erik Andresen** für die libroboint <https://gitlab.com/Humpelstilzchen/libroboint> zum Zugriff auf die Robo Interfaces und last but not least **Rolf Meingast** als „der Tester“.

Inhaltsverzeichnis

1. Der Hauptbildschirm.....	7
2. Das Menu.....	8
3. Funktionsübersicht.....	11
3.1. Eingänge.....	12
3.1.1. WaitForInputDig.....	13
3.1.2. IfInputDig.....	14
3.1.3. WaitForInput.....	15
3.1.4. IfInput.....	16
3.1.5. QueryInput.....	17
3.1.5. CounterClear.....	17
3.2. Ausgänge.....	18
3.2.1. Output.....	18
3.2.2. Motor.....	19
3.2.3. MotorPulsewheel.....	20
3.2.4. MotorEncoder.....	21
3.2.5. MotorEncoderSync.....	22
3.3. Variable.....	24
3.3.1. Init.....	25
3.3.2. From.....	26
3.3.2.1. FromIn.....	26
3.3.2.2. FromKeypad.....	27
3.3.2.3. FromDial.....	28
3.3.2.4. FromButtons.....	29
3.3.2.5. FromPoly.....	30
3.3.2.6. FromSys.....	30
3.3.3. QueryVar.....	31
3.3.4. IfVar.....	32

3.3.5. Calc.....	32
3.3.6. Arrays.....	35
3.3.6.1 ArrayInit.....	35
3.3.6.2 Array.....	36
3.3.6.3 ArrayStat.....	38
3.3.6.4 QueryArray.....	40
3.3.6.5 LookUpTable.....	40
3.3.6.6 ArrayLoad.....	42
3.3.6.7 ArraySave.....	42
3.4. Steuerung.....	44
3.4.1. # comment.....	44
3.4.2. Tag.....	44
3.4.3. Jump.....	45
3.4.4. LoopTo.....	46
3.4.5. Time.....	48
3.4.5.1. Delay.....	48
3.4.5.2. TimerQuery.....	49
3.4.5.3. TimerClear.....	49
3.4.5.4. IfTimer.....	49
3.4.5.5. Interrupt.....	49
3.4.5.6. QueryNow.....	51
3.4.6. Stop.....	51
3.4.7. RIFShift.....	51
3.5. Module.....	52
3.5.1. Call / CallExt.....	53
3.5.2. Return.....	53
3.5.3. Module.....	53
3.5.4. MEnd.....	54
3.6. Interaction.....	55

3.6.1. Print.....	55
3.6.2. Clear.....	56
3.6.3. Message.....	56
3.6.4. Logfile.....	57
3.6.5. Grafik.....	59
3.6.5.1 Canvas.....	59
3.6.5.2 Pen.....	60
3.6.5.3 Color.....	63
3.6.5.4 Text.....	63
3.6.5.5 VarToText.....	64
3.6.6 Touch.....	64
3.6.7 Communication.....	65
3.6.7.1 I2CWrite.....	66
3.6.7.2 I2CRead.....	67
4. Beispiele.....	68
4.1. Mitgelieferte startIDE-Projekte.....	68
4.1.1. c_Ampel.....	68
4.1.2. c_Blink.....	69
4.1.3. c_Haendetrockner.....	69
4.1.4. c_Lauflicht und c_Signalfeuer.....	69
4.1.5. c_Touch.....	70
4.1.6. c_Sort.....	72
4.2. Programmieraufgaben.....	74
4.2.1. Hallo Welt 1.....	74
4.2.2. Hallo Welt 2.....	74
4.2.3. Hallo Welt 3.....	74
4.2.4. Gottes Rache.....	75
4.2.5. Es regnet immer noch.....	78

5. Tips und Tricks.....	79
5.1. Programmierhinweise.....	79
5.2. Kopieren von Programmteilen.....	80
5.3. Debugging / Fehlersuche.....	80
5.4. startIDE-Projekte auf PC übertragen.....	83
Anhang.....	87
Befehlsreferenz.....	88
Ablaufplan „Turm von Hanoi“.....	89

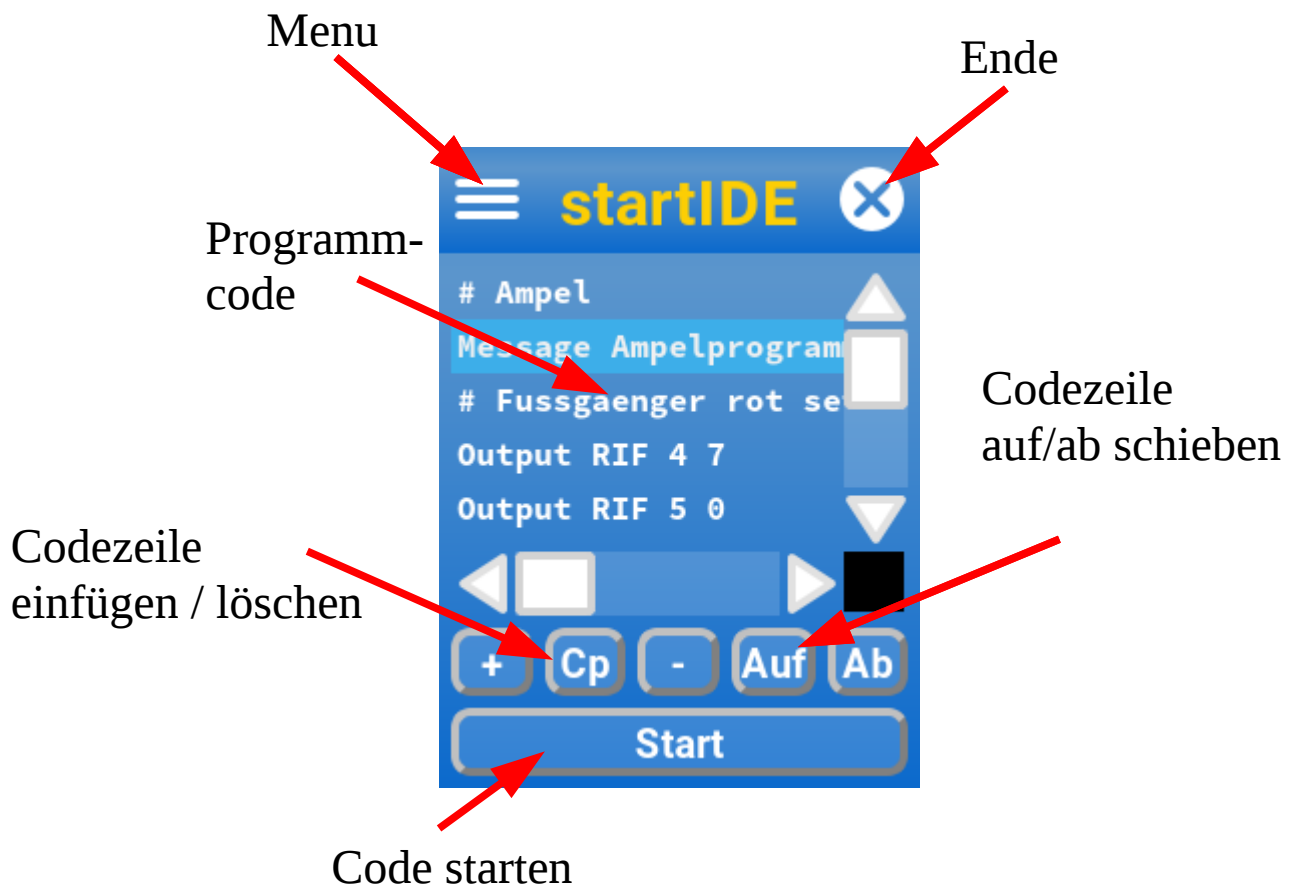
Anmerkungen zum TX-Pi:

Ab v1.8 unterstützt startIDE auch den TX-Pi HAT von Till Harbaum. Allerdings kann der HAT nur mit 3,5“ und 4“ Displays eingesetzt werden, weil die Hardware-Buttons des 3,2“-Displays auf der GPIO mit dem HAT kollidieren.

Unterstützte I/O-Befehle sind `Motor`, `MotorPulsewheel`, `IfInputDig`, `WaitForInputDig`, `QueryIn` und `FromIn`.

Alle anderen Befehle zur Programmsteuerung laufen natürlich wie gewohnt.

1. Der Hauptbildschirm



Die wesentlichen Elemente des Hauptbildschirms sind in der Abbildung gekennzeichnet.

Oben links befindet sich der „**Menu**“-Knopf, dessen Funktionen in Kap. 2 erläutert werden.

Mit dem Kreuz-Knopf („**Ende**“) wird startIDE beendet. Der aktuelle Programmcode geht nicht verloren und steht beim nächsten Aufruf von startIDE wieder zur Verfügung.

Mit dem **Plus**- und **Minus**-Knopf wird eine neue Programmzeile eingefügt bzw. die aktuelle Zeile gelöscht. Zum Löschen ist ein schnelles zweimaliges Antippen des Minus-Knopfs erforderlich.

Der **Cp**- Knopf dupliziert die aktuelle Befehlszeile (Copy).

Mit dem **Up**- bzw. **Down**-Knopf wird die aktuelle Zeile nach oben bzw. unten verschoben.

Der „**Start**“-Knopf schließlich startet die Ausführung des Programmes.

2. Das Menu

Das Menu bietet die Optionen



Unter „**Project**“ ist es möglich,

- mit „**New**“ ein neues Projekt anzulegen. Dabei wird der Programmspeicher gelöscht.
- mit „**Load**“ ein vorher gespeichertes Projekt wieder zu laden
- mit „**Save**“ das aktuelle Projekt abzuspeichern
- mit „**Delete**“ ein abgespeichertes Projekt dauerhaft zu löschen

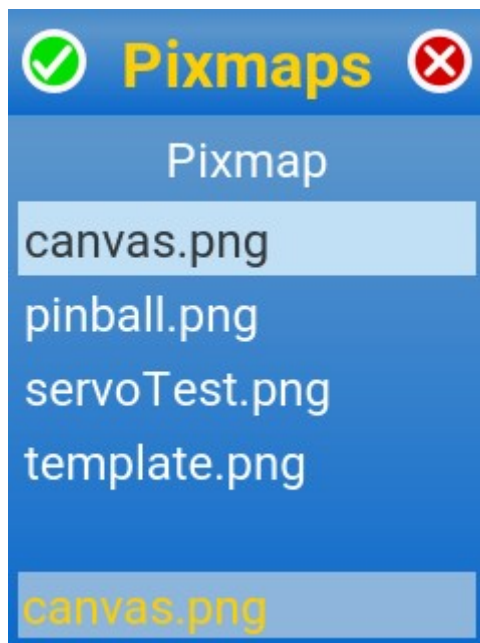
Der Speicherort für die Projekte ist dabei ein Unterverzeichnis des startIDE-Verzeichnisses auf der SD-Karte. In **Kap. 5.4.** wird erläutert, wie man von außen (PC) auf diese Daten zugreifen kann.

Mit den unter „**Modules**“ angebotenen Optionen können

- mit „**Import**“ Programmmodule von SD-Karte zum aktuellen Code dazugeladen werden
- mit „**Export**“ Programmmodule aus dem aktuellen Programm auf SD-Karte exportiert werden
- mit „**Delete**“ Module von SD-Karte dauerhaft gelöscht werden

Zur Erklärung, was ein Modul im Sinne von startIDE ist, siehe **Kap. 3.**

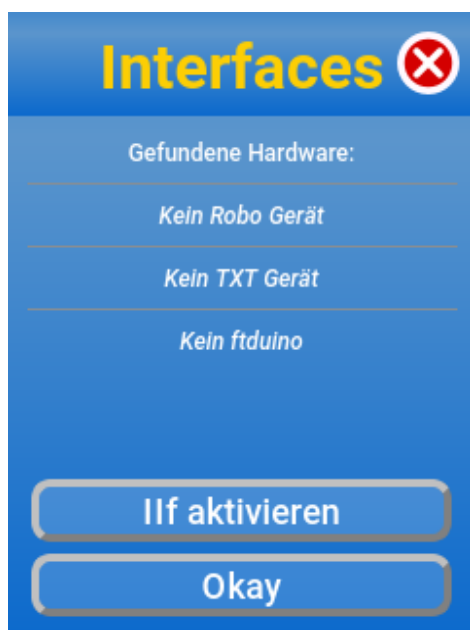
Der Eintrag „**Daten**“ ermöglicht es, auf dem TXT/TX-Pi gespeicherte Daten zu verwalten. Dies sind Log-Dateien, Arrays und Pixmaps.



Die gespeicherten Dateien der jeweiligen Kategorie werden aufgelistet – siehe hier einige gespeicherte Pixmaps – und können dann bei Bedarf einzeln gelöscht werden.

Der Menüpunkt „**Interfaces**“ öffnet eine Benachrichtigung, die anzeigt, welche Hardware-Interfaces (TXT und/oder Robo Interface Familie sowie ftdduino) aktuell gefunden wurden.

Wurde ein externes Interface nach dem Start von startIDE angeschlossen, so muß dieser Menüpunkt aufgerufen werden, um das Interface in startIDE nutzen zu können.



Hier kann auch der Zugriff auf ein USB-Seriell-Wandler angeschlossenes Intelligent Interface aktiviert werden. Dabei ist zu beachten, dass es zu Komplikationen kommen kann, wenn andere Geräte am USB-Port angeschlossen sind. Wird das Interface während des Betriebs vom USB-Seriell-Wandler getrennt, kann startIDE ggf. abstürzen. Aus diesen Gründen muss der Zugriff auf ein Intelligent Interface explizit nach jedem Start von startIDE hier aktiviert werden.

startIDE kann neben der TXT-Hardware das Robo Interface, die Robo I/O Extension, das Robo LT Interface und das Robo RF Funkmodul ansprechen. Es wird jedoch nur das unter „Interfaces“ angezeigte Gerät verwendet, auch wenn mehrere Interfaces gleichzeitig angeschlossen sind.

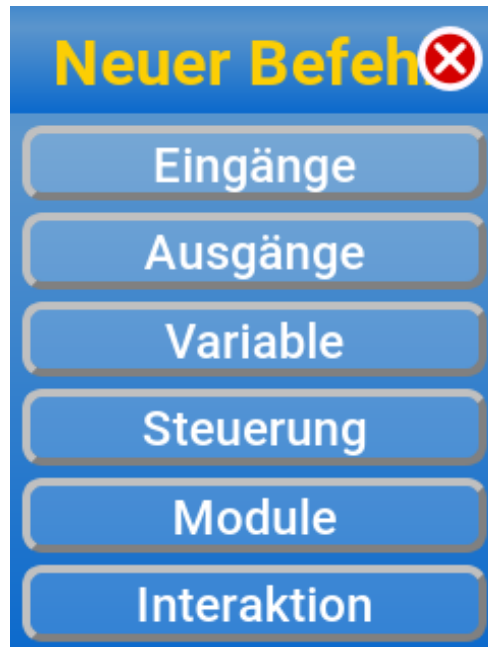
Auf dem TXT ist es jedoch möglich, in einem Programm gleichzeitig die TXT-Hardware **und** ein weiteres, per USB an den TXT angeschlossenes Interface zu nutzen.

Weiterhin kann auch der ftDuino per USB angeschlossen und als I/O Hardware verwendet werden; dies ist ideal für die Kombination TX-Pi/ftDuino.

Damit startIDE mit dem ftDuino kommunizieren kann, muss das Sketch „ftduino_direct“ auf dem ftDuino laufen. Es kann z.B. mit der cfw-App ftDuinIO, der es auch beiliegt, auf den ftDuino geflasht werden.

3. Funktionsübersicht

Über den „+“-Knopf auf dem Hauptbildschirm können Funktionen aus den folgenden Gruppen in den Programmcode eingefügt werden:



Mit dem Kreuz-Knopf oben rechts kann die Auswahl abgebrochen werden, ohne eine neue Code-Zeile einzufügen.

Soweit die Funktionen Parameter benötigen, werden diese jeweils in entsprechenden Bildschirmdialogen konfiguriert.

Dabei können in vielen Fällen, in denen Zahlen als Parameter erwartet werden, auch Variablen verwendet werden, siehe Abs. 3.3.

3.1. Eingänge



Mit den hier verfügbaren Funktionen können die Hardware-Eingänge abgefragt und der Programmablauf abhängig vom Eingangszustand gesteuert werden.

3.1.1. WaitForInputDig

Der Befehl „WaitForInputDig“ wartet auf eine Änderung des Signals an einem Digitaleingang.

Es gibt folgende Optionen:

Device: TXT, RIF, FTD oder HAT

Es wird erst beim Programmstart überprüft, ob das gewählte Interface tatsächlich vorhanden ist.

Port: Die Nummer des Anschlusses

Condition: Soll auf eine steigende („Raising“) oder fallende („Falling“) Signalflanke gewartet werden?

Steigende Flanke bedeutet, dass der Kontakt geschlossen wird, fallend dementsprechend ein Öffnen des Kontaktes.

Timeout: maximale Wartezeit in ms, bis auch ohne Signaländerung fortgefahren wird. 0 steht dabei für „unendlich lange“ Wartezeit.

Im Code-Abschnitt des Hauptbildschirms ist die Syntax

```
WaitInDig <Device> <Port> <Condition> <Timeout>
```

also z.B.

```
WaitInDig RIF 1 Raising 500
```

Wartet max. 500ms darauf, dass der Kontakt an RoboInterface I1 geschlossen wird. Nach Schließen des Kontakts oder 500ms wird mit dem Programmablauf fortgefahren.

3.1.2. IfInDig

Der Befehl „IfInDig“ überprüft den Zustand eines Digitaleingangs und springt mit der Programmausführung abhängig vom Ergebnis ggf. zu einer Sprungmarke.

Vor dem Einfügen des IfInDig-Befehls muß mindestens eine Sprungmarke definiert sein.

Zur Definition von Sprungmarken siehe **Abs. 3.4.2., Befehl „Tag“**



Device: TXT, RIF, FTD oder HAT
Es wird erst beim Programmstart überprüft, ob das gewählte Interface tatsächlich vorhanden ist.

Port: Die Nummer des Anschlusses

Condition: „True“ (Wahr, Eingang ist aktiv / Kontakt geschlossen) oder „False“ (Falsch, Eingang ist deaktiv / Kontakt offen)

Jump Tag: Die Sprungmarke, die angesprungen werden soll

Im Codeabschnitt des Hauptbildschirms ist die Syntas

```
IfInDig <Device> <Port> <Condition> <Jump Tag>
```

also z.B.

```
IfInDig TXT 2 False ende
```

Springt zur Marke „ende“, wenn I2 am TXT Falsch (also Kontakt geöffnet) ist. Andernfalls wird mit der direkt folgenden Programmzeile fortgefahren.

3.1.3. WaitForInput

Analog dem WaitForInputDig-Befehl wartet WaitForInput auf das Eintreten eines Zustands an einem beliebigen (Analog-)Eingang.



Device: TXT, FTD oder RIF
Port: Je nach gewählter Eingangs-Art
Eing.-Art: Typ des Einganges (s.u.)
Operator: Vergleichsoperator
Wert: Vergleichswert
Timeout: maximale Wartezeit in ms, bis auch Erreichen des Sollzustands fortgefahren wird. 0 steht dabei für „unendlich lange“ Wartezeit.

Mögliche Eingangstypen sind:

- switch S (Digitaleingang)
- resistance R (Widerstand)
- voltage V (Spannung)
- distance D (Ultraschall-Abstandssensor)
- counter C (Schnelle Zähler an TXT/FTD)

Vergleichsoperatoren sind:

- Eingangswert kleiner als Vergleichswert: „<“
- Eingangswert gleich Vergleichswert: „==“
- Eingangswert nicht gleich Vergleichswert: „!=“
- Eingangswert größer als Vergleichswert: „>“

Im Code-Abschnitt des Hauptbildschirms ist die Syntax

```
WaitIn <Device> <Port> <Type> <Operator>  
      <Vergleichswert> <Timeout>
```

also z.B.

```
WaitIn RIF 1 D < 50 2500
```

Wartet max. 2500ms darauf, ob ein am Eingang D1 des Robo Interface angeschlossener Entfernungssensor eine Objektannäherung auf weniger als 50cm erkennt.

3.1.4. IfInput

Dieser Befehl arbeitet analog dem IfInputDig-Befehl. Mit ihm wird der Zustand eines analogen Einganges abgefragt und bei Erfüllung eines vorgegebenen Zustands verzweigt die Programmausführung zu einer angegebenen Sprungmarke.

Device: TXT, FTD oder RIF
Port: Je nach gewählter Eingangs-Art
Eing.-Art: Typ des Einganges (s.u.)
Operator: Vergleichsoperator
Wert: Vergleichswert
Target: Sprungmarke (Tag), bei der bei Erfüllung des Sollzustands fortgefahren wird

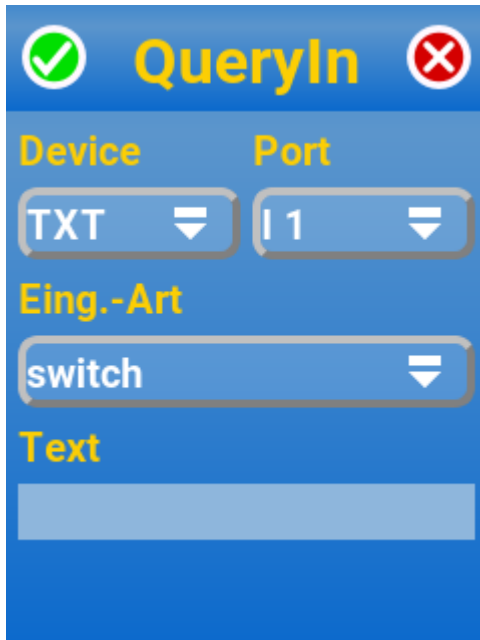
Eingangsart, Operator und Wert entsprechen der Funktion „WaitForInput“.

Im Code-Abschnitt des Hauptbildschirms ist die Syntax

```
WaitIn <Device> <Port> <Type> <Operator>  
      <Vergleichswert> <Sprungziel>
```


3.1.5. QueryInput

QueryInput fragt den Zustand eines Eingangs ab und gibt den eingelesenen Wert auf dem Logscreen aus.



Device: TXT, RIF, FTD oder HAT
Port: Je nach gewählter Eingangs-Art
Eing.-Art: Typ des Einganges (s.u.)
Operator: Vergleichsoperator
Text: Text, der der Ausgabe vorangestellt wird

Eingangsart, Operator und Wert entsprechen der Funktion „WaitForInput“.

Im Code-Abschnitt des Hauptbildschirms ist die Syntax

```
QueryIn <Device> <Port> <Type> <Text>
```

3.1.5. CounterClear



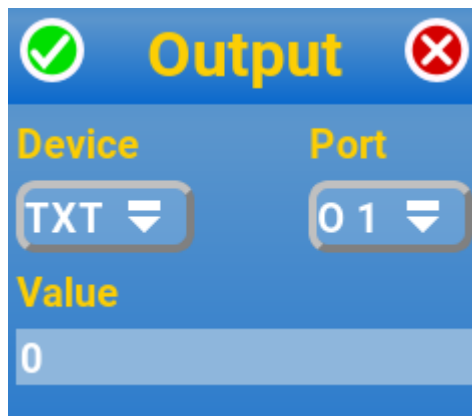
Mit CounterClear wird der betreffende schnelle Zähler des gewählten Interfaces auf Null gesetzt.

3.2. Ausgänge



3.2.1. Output

Der Befehl „Output“ dient zum Schalten eines einzelnen Ausganges.



Device:

TXT oder RIF

Es wird erst beim Programmstart überprüft, ob das gewählte Interface tatsächlich vorhanden ist.

Port:

Die Nummer des Anschlusses

Value: Einstellender Wert, zwischen 0 (= Aus) und 7 am RIF bzw. 0 und 512 am TXT.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Output <Device> <Port> <Value>
```

also z.B.

```
Output TXT 1 255
```

Setzt den Ausgang O1 am TXT auf 255, also ungefähr halbe Leistung (255/512).

3.2.2. Motor

Der „Motor“ Befehl dient zum Ansteuern eines Motorausgangs.

Device: TXT, RIF, FTD oder HAT
Es wird erst beim Programmstart überprüft, ob das gewählte Interface tatsächlich vorhanden ist.

Port: Die Nummer des Anschlusses

Value: Einzustellender Wert, zwischen 0 (= Aus) und 7 am RIF bzw. 0 und 512 am TXT.

Direction: Drehrichtung „right“, „left“ oder „stop“. Dabei ist zu beachten, dass die tatsächliche Drehrichtung von der Polung des Motors abhängt.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Motor <Device> <Port> <Direction> <Value>
```

also z.B.

```
Motor TXT 1 r 512
```

Setzt den Ausgang M1 am TXT auf 512, also volle Leistung und Drehrichtung „rechts“.

3.2.3. MotorPulsewheel

Zur Ansteuerung eines Motors, der über einen gekoppelten Impulsgeber (üblicherweise Impulszahnrad, das einen Taster betätigt) und einen Endschalter überwacht wird. Damit lässt sich z.B. eine genaue Zielposition ansteuern.

Device: TXT, RIF, FTD oder HAT

Es wird erst beim Programmstart überprüft, ob das gewählte Interface tatsächlich vorhanden ist.

Port: Die Nummer des Anschlusses

Value: Einstellender Wert (Spannung), zwischen 0 (= Aus) und 7 am RIF bzw. 0 und 512 am TXT.

Direction: Drehrichtung „right“, „left“ oder „stop“. Dabei ist zu beachten, dass die tatsächliche Drehrichtung von der Polung des Motors abhängt.

End Sw.: Eingang, an dem der Endschalter angeschlossen ist. Der Endschalter wird nur bei Drehrichtung „links“ überwacht. D.h. per Konvention bedeutet eine Drehung rechtsherum eine Bewegung vom Endschalter weg.

Pulse Inp.: Eingang, an dem der Impulsgeber (Schalter) angeschlossen ist.

Pulses: Anzahl Impulse, für die der Motor laufen soll.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
MotorP <Device> <Port> <End Sw.>  
      <Pulse Sw.> <Direction> <Value> <Pulses>  
      - 20 -
```

also z.B.


```
MotorP TXT 1 1 2 1 400 144
```

um einen am Ausgang M1 des TXT-Controllers angeschlossenen Motor, dessen Endschalter am Eingang I1 und dessen Pulsgeber am Eingang I2 verbunden sind, linksherum mit Geschwindigkeit (Ausgangsspannung) 400 für 144 Impulse drehen zu lassen.

Diese Funktion eignet sich besonders dazu, ältere Industriemodelle ohne Encoder-Motor anzusteuern.

3.2.4. MotorEncoder

Zur Ansteuerung eines Encoder-Motors am TXT. Dabei müssen Motorausgangs- und Zählereingangsnummer übereinstimmen. Ein an M2 angeschlossener Motor muß sein Encoder-Signal über den Eingang C2 empfangen.



Device: TXT

Es wird erst beim Programmstart überprüft, ob das gewählte Interface tatsächlich vorhanden ist.

Port: Die Nummer des Anschlusses

Value: Einzustellender Wert (Spannung), zwischen 0 (= Aus) und 512

Direction: Drehrichtung „right“, „left“ oder „stop“. Dabei ist zu beachten, dass die tatsächliche Drehrichtung von der Polung des Motors abhängt.

End Sw.: Eingang, an dem der Endschalter angeschlossen ist. Der Endschalter wird nur bei Drehrichtung „links“ überwacht. D.h. per Konvention bedeutet eine Drehung rechtsherum eine Bewegung vom Endschalter weg.

Pulses: Anzahl Impulse, für die der Motor laufen soll.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
MotorE <Device> <Port> <End Sw.> <Direction> <Value>  
      <Pulses>
```

also z.B.

```
MotorE TXT 2 2 1 400 150
```

um einen am Ausgang M2 des TXT-Controllers angeschlossenen Motor, dessen Endschalter am Eingang I2 (und dessen Encoderanschluß per Konvention am Eingang C2) angeschlossen ist, linksherum mit Geschwindigkeit (Ausgangsspannung) 400 für 150 Impulse drehen zu lassen.

Hinweis zu den Encoder-Motoren:

Die alten ft-Encoder-Motore aus TX-Zeiten liefern 75 Pulse pro Umdrehung, die neueren Motoren aus dem TXT Discovery Set 66 1/3.

3.2.5. MotorEncoderSync

Zur synchronen Ansteuerung zweier Encoder-Motoren am TXT. Dabei müssen Motorausgangs- und Zählereingangsnummern übereinstimmen. Ein an M2 angeschlossener Motor muß sein Encoder-Signal über den Eingang C2 empfangen.

Eine Überwachung von Endschaltern ist nicht vorgesehen, die Motoren können eine bestimmte Impulszahl oder unendlich lange (Pulses=0) laufen.

Wenn eine Pulszahl angegeben ist, läuft der Befehl bis zum Erreichen derselben und stoppt die Motoren dann.

Wird die Pulszahl Null vorgegeben, laufen beide Motore solange synchron, bis sie über einen erneuten MotorEncoderSync-Befehl mit Drehrichtung „Stop“ wieder angehalten werden.

Damit kann z.B. ein Spurfolge- oder Hinderniserkennungs-Roboter programmiert werden, der so lange geradeaus fährt, bis er ein Hindernis erkennt.

Device:TXT

Es wird erst beim Programmstart überprüft, ob das gewählte Interface tatsächlich vorhanden ist.

Port: Die Nummer des Anschlusses

Value: Einstellender Wert (Spannung), zwischen 0 (= Aus) und 512

Direction: Drehrichtung „right“, „left“ oder „stop“. Dabei ist zu beachten, dass die tatsächliche Drehrichtung von der Polung des Motors abhängt.

Sync to: Motor, mit dem dieser Motor synchronisiert werden soll.

Pulses: Anzahl Impulse, für die der Motor laufen soll.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
MotorES <Device> <Port> <Sync to> <Direction> <Value>
      <Pulses>
```

also z.B.

```
MotorES TXT 3 4 1 400 1500
```

Damit laufen die Motoren M3 und M4 synchron linksherum mit Geschwindigkeit 400 für 1500 Pulse (=5 Umdrehungen bei altem Encodermotor mit 75 Pulsen pro Umdrehung)

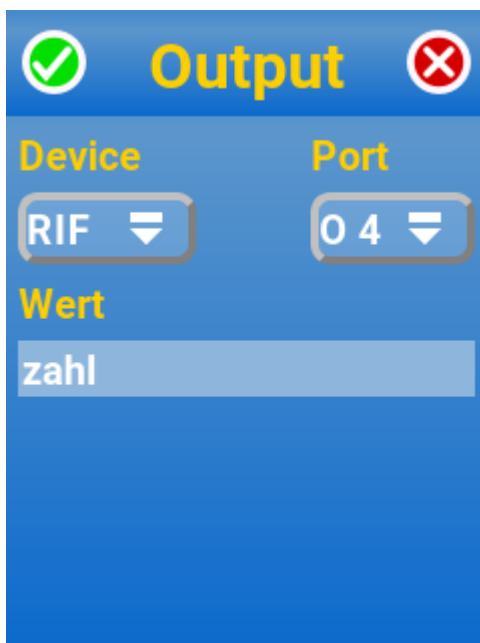
3.3. Variable

startIDE kennt Integer(Ganzzahl)-Variablen und kann einige arithmetische Funktionen auf Variablen bzw. konstante Operatoren anwenden.



Bevor auf eine Variable zugegriffen werden kann, muss sie im Programmcode initialisiert werden, siehe „Init“-Funktion in Abs. 3.3.1.

Um eine Variable als Parameter zu setzen, ist das entsprechende Eingabefeld im Konfigurationsdialog für mehr als 0,5 Sekunden zu drücken. Daraufhin öffnet sich eine Auswahlliste, in der alle bereits deklarierten Variablen angezeigt werden, so dass die gewünschte Variable ausgewählt werden kann.



Im hier dargestellten Konfigurationsdialog des Output-Befehls ist die Variable „zahl“ als Parameter für den Ausgang gewählt.

Wird das entsprechende Eingabefeld für weniger als 0,5 sek. betätigt, so kann über die Bildschirmtastatur eine Zahlenkonstante als Parameter eingegeben werden.

Wichtig: werden Variablen als Parameter verwendet, so findet keine Bereichsüberprüfung statt. Eventuell ist es sinnvoll, den Wertebereich mit der calc min / calc max – Funktion (Abs. 3.3.5) zu

begrenzen.

Möchte man z.B. den Wertebereich einer Variable zur Ansteuerung eines Ausgangs auf $0 \leq \text{var} \leq 512$ begrenzen, so wären dazu die Befehle

```
Calc variable variable min 512  
Calc variable variable max 0
```

zu verwenden. Der erste Calc-Befehl setzt den Wert von „variable“ auf das Minimum aus aktuellem Wert von „variable“ und 512, so dass „variable“ damit nach oben hin auf maximal 512 begrenzt wird.

Analog dazu setzt der zweite Calc-Befehl den Wert von „variable“ anschließend auf das Maximum aus aktuellem Wert und Null, so dass „variable“ nun im Bereich zwischen Null und 512 liegt.

3.3.1. Init

Mit dem Init-Befehl wird der Name der Variablen festgelegt und ihr ein Wert zugewiesen.



Der Initialisierungswert kann eine Zahlenkonstante oder eine bereits initialisierte Variable sein.

Während des Programmablaufs kann eine wiederholte Initialisierung vorgenommen werden, um die Variable auf einen gewünschten Wert zu setzen.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

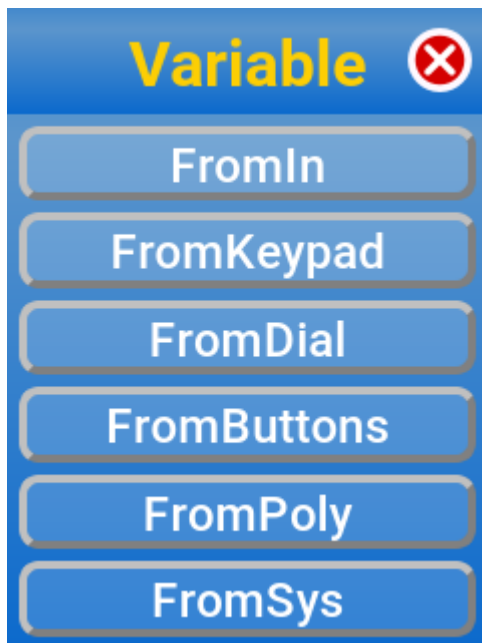
```
Init <Name> <Wert>
```

also z.B.

Init zahl 5

um die Variable „zahl“ mit dem Wert 5 zu initialisieren.

3.3.2. From...



In dieser Gruppe sind mehrere Funktionen zum Setzen eines Variablenwertes zusammengefaßt.

3.3.2.1. FromIn



FromIn setzt den Wert einer Variablen auf den von einem angegebenen Eingang eingelesenen Wert.

Mögliche Eingangstypen sind:

- switch S (Digitaleingang)
- resistance R (Widerstand)
- voltage V (Spannung)
- distance D (Ultraschall-Abstandssensor)
- counter C (Schnelle Zähler an TXT/FTD)

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

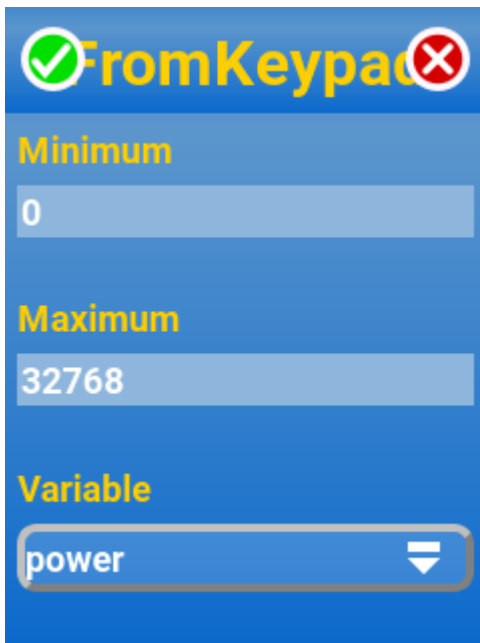
```
FromIn <device> <port> <type> <variable>
```

also z.B.

```
FromIn FTD 6 V power
```

Damit würde die am Port 6 eines ftduino anliegende Spannung in mV in der Variable power zurückgegeben.

3.3.2.2. FromKeypad



FromKeypad öffnet während des Programmablaufes die Bildschirmtastatur zur Eingabe eines Wertes. Dieser wird auf den Bereich zwischen „Minimum“ und „Maximum“ begrenzt und in die angegebene Variable übertragen.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
FromKeypad <variable> <min> <max>
```

also z.B.

```
FromKeypad power 0 512
```

um eine Zahl zwischen 0 und 510 in die Variable power einzugeben.

3.3.2.3. FromDial



FromDial öffnet während des Programmablaufes ein Eingabefenster mit einem Drehknopf, an dem ein Wert zwischen „Minimum“ und „Maximum“ eingestellt werden kann, der anschließend in der angegebenen Variable zur Verfügung steht.

Die angegebene Textnachricht wird über dem Steller angezeigt.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
FromDial <variable> <min> <max> <text>
```

also z.B.

```
FromDial power -10 10 Set level
```

um eine Zahl zwischen -10 und 10 in die Variable power einzugeben, wobei der Text „Set level“ im Eingabefenster angezeigt wird:



3.3.2.4. FromButtons



FromButtons öffnet während des Programmablaufes ein Eingabefenster mit bis zu sieben Buttons.

Die Nummer des vom Benutzer gewählten Knopfes wird in der Variablen zurückgegeben.

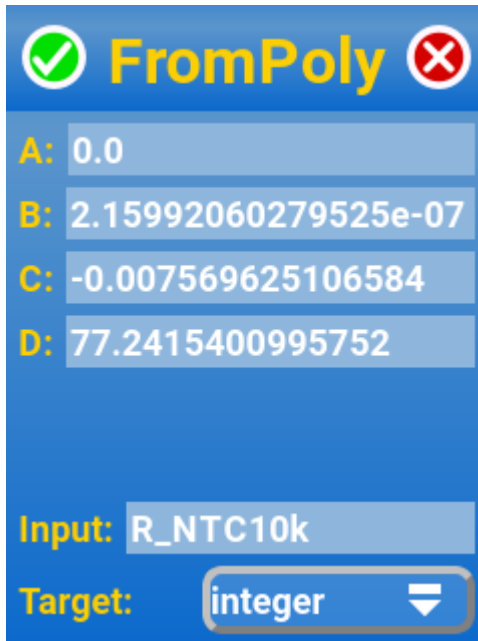
Der Name der Variable wird als Titel des Eingabefensters verwendet.

Mit dieser Funktion lassen sich somit interaktive Menusteuerungen verwirklichen, so zum Beispiel die Steuerung eines Hochregallagers:

```
# Hochregal
Init Hochregal
Tag start
FromButtons Hochregal Einlagern Auslagern Inventur Ende
IfVar Hochregal == 1 einlagern
IfVar Hochregal == 2 auslagern
IfVar Hochregal == 3 inventur
Stop
# Unterrountinen
Tag einlagern
...
Jump start
Tag auslagern
...
Jump start
Tag inventur
...
Jump start
```



3.3.2.5. FromPoly



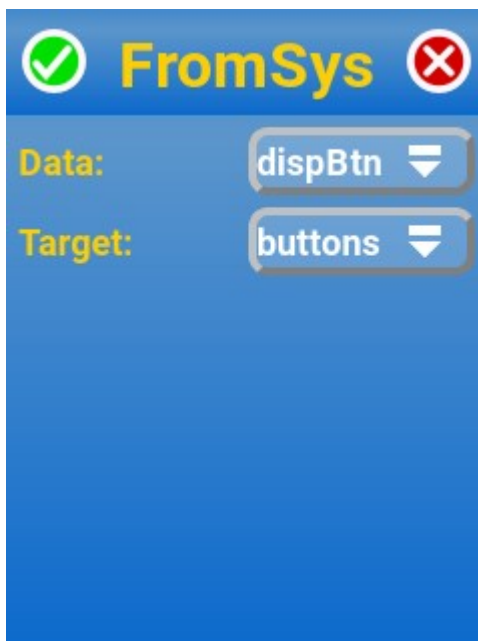
FromPoly berechnet ein Polynom dritten Grades mit den Koeffizienten A bis D und dem vorgegebenen Eingangswert gemäß der Formel:

$$f(x) = A \cdot x^3 + B \cdot x^2 + C \cdot x + D$$

Die Koeffizienten A – D sind Fließkommazahlen, die Ausgabe erfolgt wiederum als Integer-Wert ohne Kommastellen.

Mit den nebenstehend angegebenen Werten für die Koeffizienten läßt sich zum Beispiel der in der Variable R_NTC10k gegebene Widerstandswert eines NTC-Widerstands näherungsweise in die äquivalente Temperatur umrechnen.

3.3.2.6. FromSys



Unter FromSys ist die Abfrage diverser weiterer Datenquellen möglich. Der Wert der jeweiligen Datenquelle wird in die Zielvariable geschrieben.

Implementierte Datenquellen sind:

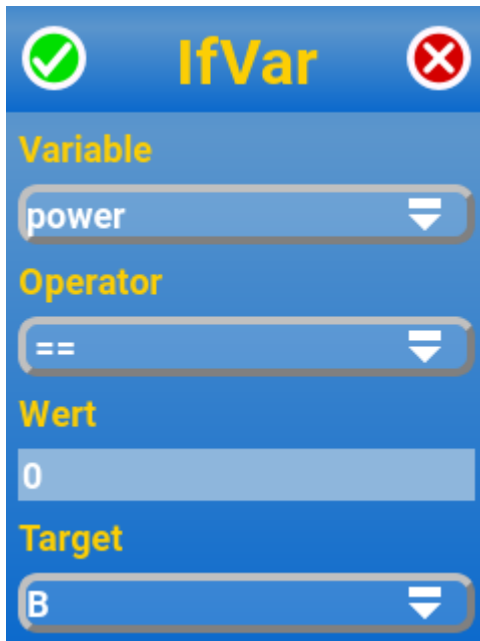
- timer	:	der aktuelle Timerstand
- hour	:	Uhrzeit – Stunde
- minute	:	Uhrzeit – Minute
- second	:	Uhrzeit – Sekunden
- year	:	Datum – Jahr
- month	:	Datum – Monat
- day	:	Datum – Tag
- dispBtn	:	Hardware-Tasten des 3,2-Zoll- TX-Pi Displays
- RIIR	:	Robo Interface Infrarot-Fernbedienungs-Tasten
- CxRes	:	Canvas-Auflösung in x-Richtung (Breite)
- CyRes	:	Canvas-Auflösung in y-Richtung (Höhe)
- CxPos	:	aktuelle x-Position des Zeichenstifts
- CyPos	:	aktuelle y-Position des Zeichenstifts
- CpRed	:	Rot-Wert an der aktuellen Stiftposition
- CpGreen	:	Grün-Wert an der aktuellen Stiftposition
- CpBlue	:	Blau-Wert an der aktuellen Stiftposition
- touchXPos	:	x-Koordinate des letzten Touch-Events
- touchYPos	:	y-Koordinate des letzten Touch-Events
- aktXPos	:	aktuelle X-Koordinate
- aktYPos	:	aktuelle Y-Koordinate
- touch	:	=1 wenn gerade berührt wird, ansonsten 0

3.3.3. QueryVar



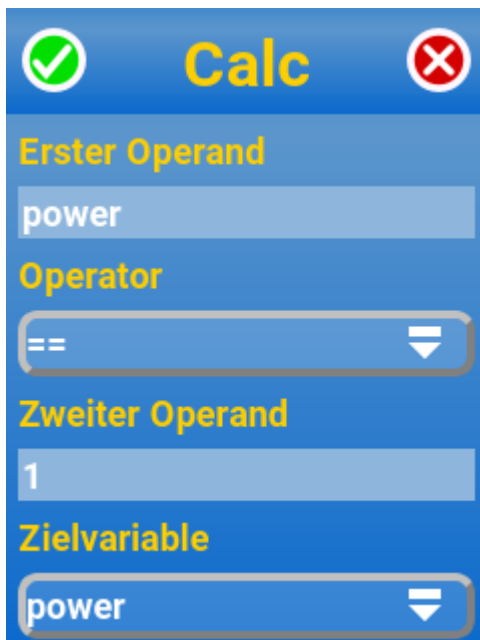
Mit QueryVar werden der Variablenname und der Wert, getrennt durch ":" ausgegeben.

3.3.4. IfVar



IfVar führt einen Vergleich der angegebenen Variable mit dem gewählten Vergleichsoperator und dem vorgegebenen Wert durch. Fällt der Vergleich positiv aus, so wird die Programmausführung an der unter „Target“ angegebenen Sprungmarke (Tag) fortgesetzt.

3.3.5. Calc



Die Calc-Funktion ist die wohl komplexeste Funktion von startIDE. Sie führt die mathematische Verknüpfung zweier Operanden mittels eines Operators aus und übergibt das Ergebnis in die angegebene Zielvariable.

Die beiden Operanden können Konstanten oder Variablen sein.

Als Operatoren stehen zur Verfügung:

- die **Grundrechenarten** „+, -, *, /“
 - Calc var var + 1 entspricht var = var + 1

- der **Ganzzahldivisionsoperator** „div“
 - calc var 11 div 4 entspricht var = 11 div 4
- Der „**digit**“ **Operator** liefert die Ziffer an der von rechts her gezählten Stelle <operand1> von <operand2>
 - calc var 2 digit 456 liefert also „5“
- der **Modulo-Operator** „mod“ (liefert den Rest einer Ganzzahldivision)
 - Calc var 9 mod 5 entspricht var = 9 mod 5
- der **Exponentialoperator** „exp“
 - Calc var var exp 2 entspricht var = var ^ 2
- der **Vorzeichenoperator** „sgnCpy“
 - Calc var var1 sgnCpy var2 entspricht var = var1 * signum(var2)
- der **Wurzeloperator** „root“ liefert die <operand 1>. Wurzel aus <operand 2>
 - Calc var 2 root 9 entspricht var = $\sqrt[2]{9}$
- der **min-** und **max-Operator** liefern jeweils das Minimum oder Maximum der beiden Operanden zurück
- **sin-** und **cos-Operator** liefern einen skalierten ganzzaligen Sinus- oder Cosinus-Wert des in Grad angegebenen Winkels zurück
 - Calc var faktor sin winkel entspricht var=faktor * sin(winkel)
- der **random-Operator** liefert eine Zufallszahl
operand1 <= random <= operand2

Weiterhin gibt es noch **boolesche** und **Vergleichsoperatoren**:

- **&&** und **||** sind boolesche und- bzw. oder-Verknüpfung der beiden Operanden. Dabei wird „0“ als Falsch und alle anderen Werte als Wahr interpretiert. Rückgabewerte sind „0“ oder „1“
- „**<**, **<=**, **=**, **!=**, **>=**, **>**“ vergleichen Operand 1 mit Operand 2 und liefern 0 (Falsch) oder 1 (Wahr) zurück.

Zur **Bitmanipulation** stehen ebenfalls einige Funktionen zur Verfügung:

- der **sign-Operator** wandelt die als Operand1 übergebene Zahl anhand ihrer Binärdarstellung in eine „Operand2“-bit große, vorzeichenbehaftete Zahl um.
- Der **unsign-Operator** arbeitet entgegengesetzt zum sign-Operator und wandelt die als Operand1 übergebene Zahl in eine „Operand2“-bit große positive Zahl um.
- Die Operatoren **„bitAnd“**, **„bitOr“** und **„bitXOr“** liefern entsprechend bitweise Und-, Oder- bzw. Exclusive-Oder - Verknüpfung der beiden Operanden zurück.
- Der **bitShift-Operator** verschiebt die Bits von Operand1 um Operand2 Stellen nach links. Ein negativer Operand2 führt zu einem Bitshift nach rechts.

Beispielsweise liefert **Calc x 255 sign 8** in der Variablen x den Wert -1 zurück.

Calc x 255 bitShift 8 liefert 65280 zurück:

255dez = 1111 1111b

1111 1111b << 8dez = 1111 1111 0000 0000b

1111 1111 0000 0000b = 65280dez

3.3.6. Arrays



Ein Array unter startIDE ist eine Liste von Werten, deren einzelne Elemente über ihre Indexnummer angesprochen werden können.

Die Länge der Liste, d.h., die Anzahl ihrer Elemente, ist dynamisch und theoretisch nur durch den verfügbaren Arbeitsspeicher begrenzt.

Damit ein Array benutzt werden kann, muss es zunächst analog einer Variablen initialisiert werden.

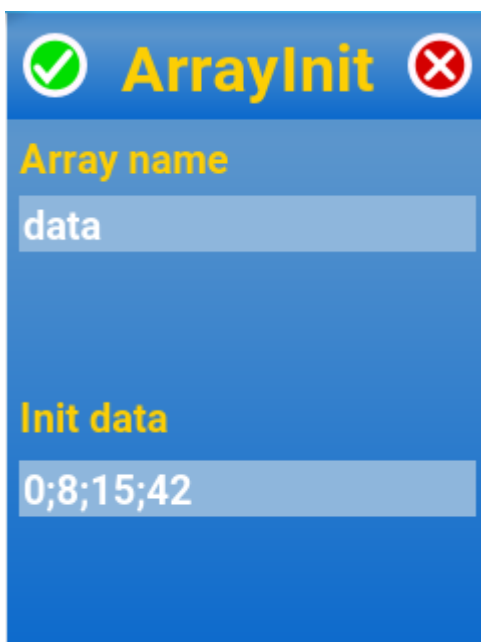
Direkt nach Initialisierung ist das Array leer, hat also eine Länge von 0.

Anschließend können dem Array Elemente hinzugefügt oder bestehende Elemente ausgelesen, geändert oder gelöscht werden.

Während des Programmablaufs kann ein Array auch erneut initialisiert und damit geleert werden.

Ein Beispiel zur Verwendung von Arrays findet sich in Kap. 4.1.6. mit dem Beispielprogramm c_Sort.

3.3.6.1 ArrayInit



Mit ArrayInit wird ein neues Array angelegt oder ein bereits existierendes Array neu initialisiert, d.h. geleert.

Dazu ist der Name des Arrays anzugeben.

Weiterhin kann hier eine Erstbedatung durch eine Reihe von Integerzahlen, getrennt durch Semikolons, vorgenommen werden.

3.3.6.2 Array



Mit den hier verfügbaren Funktionen kann ein Array manipuliert werden, nachdem es mit **ArrayInit** initialisiert wurde.

Der Index kann ein Festwert oder eine Variable sein. Die Zählung beginnt bei 0 für das erste Element.

appendTo hängt den Inhalt der ausgewählten Variablen als neuen Eintrag an das Ende des ausgewählten Arrays. Der Eintrag „at Index“ wird dabei ignoriert.

readFrom liest den Inhalt des Elements mit dem Index „at Index“ in die angegebene

Variable ein.

writeTo schreibt analog dazu den Inhalt der Variablen an der unter „at index“ angegebenen Adresse in das ausgewählte Array.

removeFrom funktioniert wie **readFrom**, zusätzlich wird das indizierte Element aus dem Array entfernt, so dass es anschließend ein Element weniger enthält.

insertAt fügt an der angegebenen Indexnummer ein neues Element mit dem Wert der ausgewählten Variablen ein und verschiebt alle Elemente ab diesem Index um eine Position, so dass das Array anschließend ein Element mehr enthält.

Alle Funktionen außer **appendTo** führen zu einer Fehlermeldung, wenn das Array kleiner ist als der angegebene Index.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Array <Variable> <Funktion> <Array> <Index>
```

also z.B.

```
Array int readFrom data 2
```

Mit diesem Befehl würde der Wert des dritten Elements des Arrays „data“ in die Variable „int“ übertragen.

Das folgende Beispiel schreibt die Werte 0 bis 4 in ein Array namens LISTE und liest anschließend das dritte Element (Index-Nr. 2) wieder aus.

```
ArrayInit LISTE  
Init n 0  
#  
Tag LOOP  
Array n appendTo LISTE 0  
Calc n n + 1  
LoopTo Loop 5  
QueryArray LISTE  
#  
Array n readFrom LISTE 2  
QueryVar n
```

Die Ausgabe des Programms ist:



3.3.6.3 ArrayStat



ArrayStat liefert statistische Daten aus dem Array, die in der ausgewählten Variablen zurückgegeben werden.

sizeof gibt die Anzahl der Elemente, also die Länge, des Arrays zurück.

Achtung: der Index des letzten Elements ist $\text{sizeof} - 1$, da die Indizierung mit 0 beginnt.

min liefert den Wert des kleinsten Elements des Arrays zurück.

max liefert das größte Element des Arrays.

Mean errechnet den arithmetischen Mittelwert aller Elemente.

minIdx und **maxIdx** liefern die Indices des kleinsten bzw. größten Elements zurück.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
ArrayStat <Variable> <Funktion> <Array>
```

also z.B.

```
ArrayStat int sizeof data
```

Mit diesem Befehl würde die Anzahl der Elemente des Arrays „data“ ermittelt.

Das folgende Beispiel schreibt die Werte 5 bis 1 in ein Array namens LISTE, liest anschließend das dritte Element (Index-Nr. 2) wieder aus und ermittelt kleinsten und größten Wert.

```
ArrayInit LISTE  
Init n 5  
Init a 0
```

```

Init b 0
Init pos 0
#
Tag LOOP
Array n appendTo LISTE 0
Calc n n - 1
LoopTo Loop 5
QueryArray LISTE
#
Array n readFrom LISTE 2
QueryVar n
#
ArrayStat a min LISTE
Print Kleinster Wert
QueryVar a
ArrayStat pos minIdx Liste
QueryVar pos
ArrayStat b max LISTE
Print Groesster Wert
QueryVar b
ArrayStat pos maxIdx Liste
QueryVar pos

```

Die Ausgabe dieses Programms ist:

```

<Start>
LISTE: 5;4;3;2;1
n: 3
Kleinster Wert
a: 1
pos: 4
Groesster Wert
b: 5
pos: 0
<End>

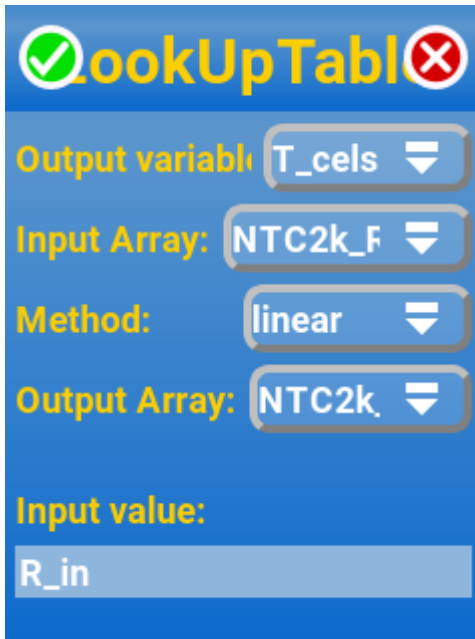
```

3.3.6.4 QueryArray

QueryArray gibt den Inhalt des ausgewählten Arrays als Semikolon-getrennte Liste aus.

Insbesondere in Logdateien kann diese Liste anschließend außerhalb von startIDE weiterverarbeitet werden.

3.3.6.5 LookUpTable



LookUpTable interpoliert eine Ausgangsgröße aus einer Kennlinie.

Die Kennlinie wird dazu in zwei Arrays hinterlegt, dem Eingangs- und dem Ausgangsarray.

Das Eingangsarray muss streng monoton steigend sein, d.h., dass die Werte in aufsteigender Reihenfolge vorliegen müssen und nicht doppelt vorkommen dürfen.

Mit der Methode „nearestNeighbor“ wird der Eintrag aus der Eingangskennlinie gewählt, der der Eingangsvariable am nächsten ist.

Mit „linear“ wird linear zwischen den Einträgen interpoliert.

Wird z.B. die nebenstehende Kennlinie eines NTC 2k Heißleiters in zwei Arrays übertragen, so kann damit der gemessene Widerstand in einen Temperaturwert umgerechnet werden.

Dazu sind die Widerstandswerte in aufsteigender Reihenfolge in ein erstes Array, das Eingangsarray, einzutragen. Analog dazu müssen die Temperaturwerte in das

Kennlinie NTC 2k	
T[°C]	R[Ohm]
-40	43039,60
-30	24651,20
-20	14614,90
-10	8946,90
0	5642,00
10	3656,90
20	2431,10
25	2000,00
30	1654,50
40	1150,70
50	816,40
60	590,10
70	433,90
80	324,20
90	245,80
100	189,00
110	147,10
120	115,90

Ausgangsarray eingetragen werden, und zwar in der gleichen Reihenfolge (also von „unten nach oben“).

Besonders leicht lässt sich eine Kennlinie in starttIDE erstellen, indem die Daten in zwei CSV-Dateien geschrieben und über das Webinterface als Arrays auf den Controller übertragen werden.

Eine Datei „NTC2k_R.arr“ könnte dann folgende Daten beinhalten:

116; 147; 189; 246; 324; 434; 590; 816; 1151; 1655; 2000; 2431; 3657;
5642; 8947; 14615; 24651; 43040;

Die korrespondierende Datei „T_Cels“:

120; 110; 100; 90; 80; 70; 60; 50; 40; 30; 25; 20; 10; 0; -10; -20; -30; -40;

Mit ArrayLoad können dann beide Dateien als Arrays importiert und mit LookUpTable verwendet werden:

```
01 # NTC2k
02 Init R_in 0
03 Init T_cels 0
04 ArrayInit NTC2k_R
05 ArrayLoad NTC2k_R byName
06 ArrayInit NTC2k_T
07 ArrayLoad NTC2k_T byName
08 FromIn TXT 1 R R_in
09 LookUpTable T_cels NTC2k_R linear NTC2k_T R_in
10 QueryVar T_cels
```

In den Zeilen 1 und 2 werden die Variablen für den gemessenen Widerstand – R_in – und die daraus berechnete Temperatur – T_cels – definiert.

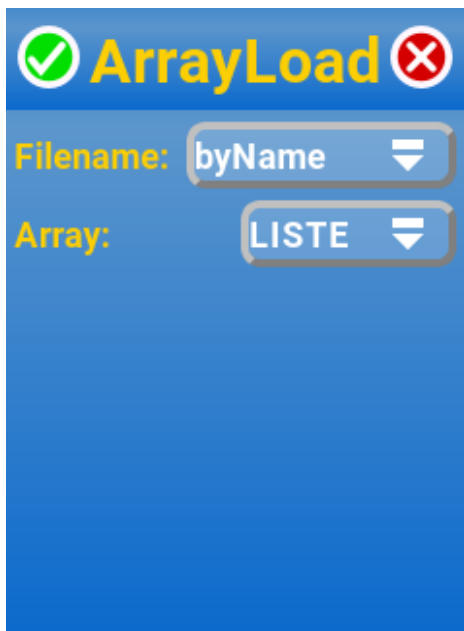
In Zeilen 4 und 5 wird das Eingangsarray „NTC2k_R“ definiert und von der Speicherkarte geladen, analog dazu das Ausgangsarray „NTC2k_T“ in Zeilen 6 und 7.

In Zeile 8 wird der aktuelle Widerstandswert an Eingang 1 des TXT abgefragt. Hier wäre jetzt ein NTC2k-Heißleiter anzuschließen.

In Zeile 9 wird der gemessene Widerstand über den LookUpTable in eine Temperatur umgerechnet und diese in Zeile 10 ausgegeben.

Das Beispielprogramm „c_NTC2k“ und die beiden Kennlinien sind im startIDE-Archiv bereits enthalten.

3.3.6.6 ArrayLoad



Mit ArrayLoad kann ein zuvor mit ArraySave abgespeichertes Array wieder geladen werden.

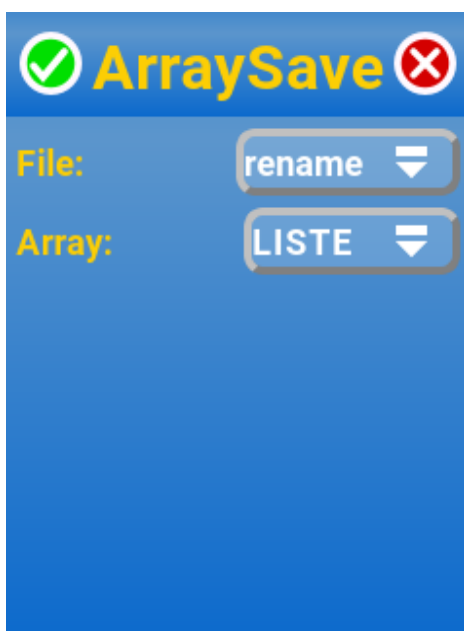
Die Option **Filename** „byName“ legt fest, dass das Array aus einer Datei gleichen Namens geladen werden soll.

Wird eine solche Datei nicht gefunden, so erfolgt die Ausgabe einer Fehlermeldung und der bisherige Inhalt des Arrays bleibt unverändert.

Wird die Option „**userSelect**“ gewählt, so wird während des Programmablaufs eine

Liste aller abgespeicherten Arrays angezeigt, aus der der Benutzer das zu ladende Array auswählen kann. Misslingt der Ladevorgang, so bleibt der Inhalt des Arrays unverändert und es wird durch entsprechende Textausgabe über den fehlgeschlagenen Ladevorgang informiert.

3.3.6.7 ArraySave



Mit ArraySave kann der Inhalt eines Arrays auf dem lokalen Dateisystem (SD-Karte) gespeichert werden.

Über das Webinterface von startIDE können Arrays hoch- und heruntergeladen werden.

Die Option **File** „replace“ legt fest, dass das Array unter seinem Namen gespeichert und eine ggf. bereits vorhandene Datei gleichen Namens überschrieben wird.

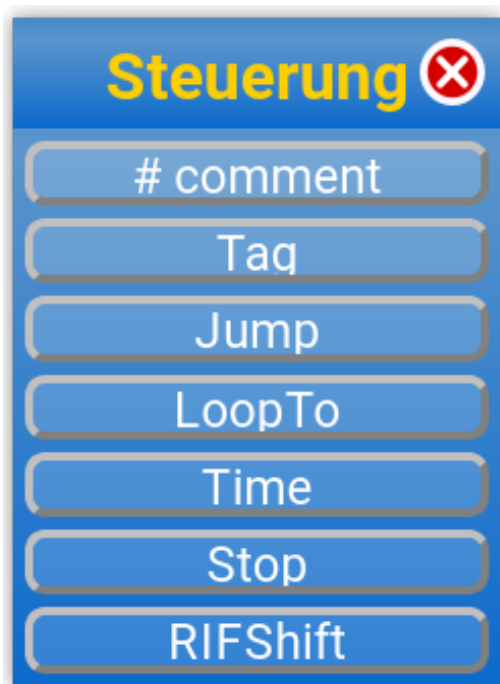
Im Gegensatz dazu führt die Option **File** „rename“ dazu, dass dem Namen das aktuelle Datum und die Uhrzeit vorangestellt

werden. Dies ist insbesondere dann nützlich, wenn die Daten des Arrays über das Webinterface von startIDE zur weiteren Verwendung vom TXT/TX-Pi heruntergeladen werden sollen.

Die dritte Option „**userSelect**“ läßt den Benutzer eine bereits vorhandene Datei zum überschreiben auswählen.

Wird die Auswahl über den „Schließen“-Knopf des Auswahlfensters abgebrochen, so wird das Array nicht gespeichert.

3.4. Steuerung



Hier sind Funktionen zur Programmablaufsteuerung zu finden.

3.4.1. # comment

Hiermit wird ein Kommentartext in den Programmcode eingefügt.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
# <Kommentar>
```

also z.B.

```
# Hier startet das Hauptprogramm
```

3.4.2. Tag

Der Tag-Befehl definiert eine Sprungmarke innerhalb des Programmcodes, die mit „IfInputDigital“, „Jump“ oder „LoopTo“ angesprungen werden kann, d.h. bei Erreichen der Programmzeile „Jump <Sprungmarke >“ wird die Programmausführung bei der Zeile „Tag <Sprungmarke>“ fortgeführt.

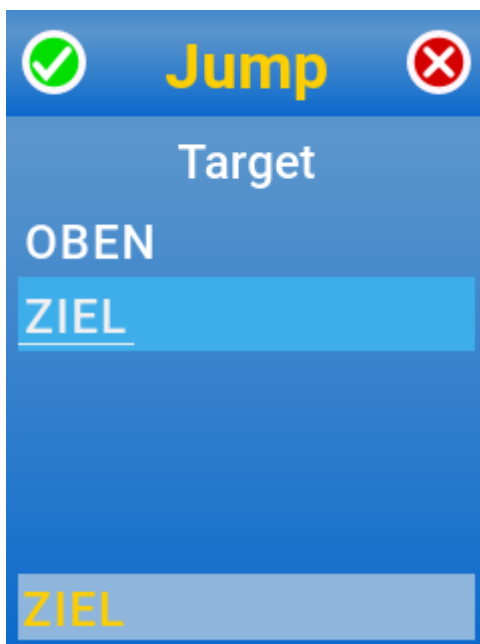
Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Tag <Sprungmarke>
```

also z.B.

```
Tag START
```

3.4.3. Jump



Jump ist ein Sprungbefehl. Bei Erreichen der Programmzeile „Jump <Jump Tag>“ wird die Programmausführung bei der Zeile „Tag <Jump Tag>“ fortgeführt. Damit ist die Programmierung von (Endlos-)Schleifen möglich.

Es muß mindestens ein „Tag“ im Programmcode definiert sein, damit der Jump-Befehl eingefügt werden kann.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Jump <Jump Tag>
```

also z.B.

```
Jump START
```

Eine Endlosschleife wäre:

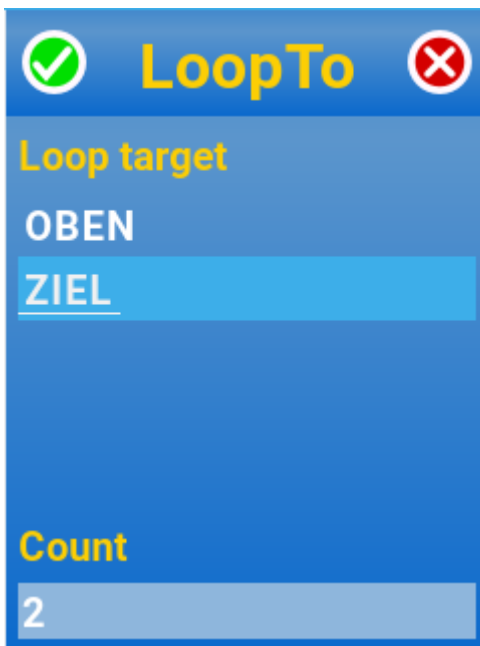
```
Tag oben  
Print Hallo  
Jump oben
```

3.4.4. LoopTo

LoopTo ist eine Zählschleife, das heißt, bei Erreichen des LoopTo Befehls wird die Programmausführung für eine bestimmte Anzahl von Durchläufen beim angegebenen Sprungziel fortgeführt.

Ist die vorgegebene Anzahl von Durchläufen erreicht, wird statt des Sprunges mit dem auf LoopTo folgenden Befehl fortgefahren.

Es muß mindestens ein „Tag“ im Programmcode definiert sein, damit der LoopTo-Befehl eingefügt werden kann.



Loop Target: Sprungmarke, zu der gesprungen werden soll.

Count: Anzahl der Wiederholungen, mindestens 1

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
LoopTo <Jump Tag> <count>
```

also z.B.

```
LoopTo START 5
```

Hier wird bei den ersten fünf Programmdurchläufen zum Tag „START“ gesprungen.

Eine Schleife sähe demnach so aus:

```
Tag START
...
<weitere Befehle>
...
LoopTo START 5
```

Es ist zu beachten, dass LoopTo nicht prüft, ob die Sprungmarke vor oder nach dem LoopTo-Befehl liegt.

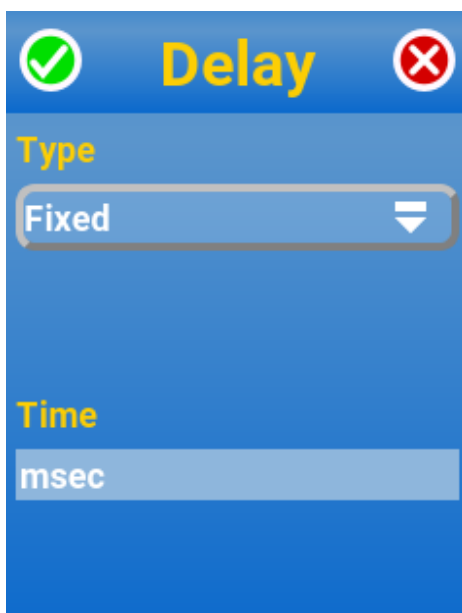
Beides ist möglich und kann ggf. sinnvoll sein.

3.4.5. Time



Hier sind Funktionen zu finden, die eine zeitliche Steuerung des Programmablaufes ermöglichen.

3.4.5.1. Delay



Delay verzögert den Programmablauf für die angegebene Zeit in Millisekunden.

Damit kann z.B. die Verzögerung zwischen Ein- und Ausschalten eines Ausganges definiert werden.

Ist die Verzögerung als „Fixed“ definiert, so wird immer genau die angegebene Zeit gewartet, bei „Random“ wird eine zufällige Zeit zwischen Null und der angegebenen Dauer gewartet.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Delay <Zeit in ms> <random flag>
```

also z.B.

Delay 1500

Das Beispiel führt zu einer Pause von 1,5 sek im Programmablauf.

Delay 5000 R

führt zu einer zufälligen Pause zwischen 0 und 5 sek.

3.4.5.2. TimerQuery

TimerQuery liefert die aktuelle Zeit seit Start des startIDE-Programmes in Millisekunden im Format „Timer: <Zeit>“ zurück.

3.4.5.3. TimerClear

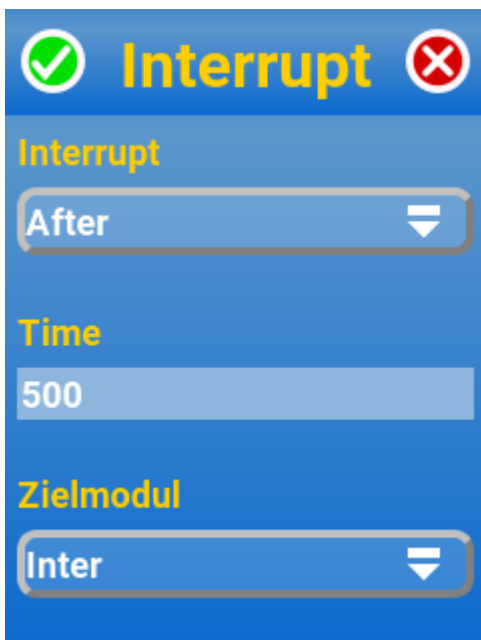
TimerClear setzt den Zeitzähler auf Null zurück, so dass mit TimerQuery die verstrichene Zeit seit Zurücksetzung abgefragt werden kann.

3.4.5.4. IfTimer

Mit IfTimer lässt sich abfragen, ob seit Start des Programmes bzw. letztem TimerClear-Befehl eine bestimmte Zeit in Millisekunden (noch nicht) verstrichen ist.

Ist die Abfrage positiv, so wird die Programmausführung an der angegebenen Sprungmarke (Tag) fortgesetzt.

3.4.5.5. Interrupt



startIDE kann einen Interrupt, d.h. eine Unterbrechung der Programmausführung nach Ablauf einer bestimmten Zeit, ausführen.

Dabei wird das angegebene Zielmodul aufgerufen und ausgeführt.

Der Interrupt kann einmalig („After“) nach Ablauf der angegebenen Zeit (in

Millisekunden) oder wiederholend („Every“) jeweils nach Ablauf der Zeitspanne ausgeführt werden.

Mit „off“ wird der Interrupt deaktiviert.

Mit dieser Funktion ist z.B. die Abfrage eines Ausschalters in regelmäßigen Zeitabständen möglich:

```
# Spannungslogger
Interrupt Every 100 stoptaster
TimerClear
Log 1
Tag schleife
Clear
TimerQuery
QueryIn TXT 1 V I1(mV):
Delay 25
Jump schleife
#
Module stoptaster
IfInDig TXT 2 False weitermachen
Log 0
Stop
Tag weitermachen
MEnd
```

In diesem Beispiel wird die Spannung an Eingang I1 des TXT fortlaufend abgefragt und auf dem Bildschirm und in einer Logdatei protokolliert. Das Programm endet, wenn ein an Eingang I2 des TXT angeschlossener Taster betätigt wird. Zu diesem Zweck wird über den Interrupt alle 100ms das Modul „stoptaster“ aufgerufen, das überprüft, ob der Taster „nicht betätigt“ ist und in diesem Fall das Programm weiterlaufen läßt.

Es ist zu beachten, dass der Interrupt nur jeweils nach Ausführung einer startIDE-Programmzeile überprüft wird.

Das heißt, dass Befehle, die längere Zeit zur Ausführung brauchen oder den Programmablauf sogar anhalten (z.B. Delay, WaitIn oder Motorbefehle, die den Motor für eine bestimmte Zeit laufen lassen), zu einer verspäteten Ausführung des Interrupts führen können.

Gegebenenfalls sind diese Befehle dann zu vermeiden, indem z.B. statt eines

```
Delay 1000
```

die Befehlsfolge

```
TimerClear  
Tag warte  
IfTimer < 1000 warte
```

verwendet wird, die nichtblockierend arbeitet. Ähnliches gilt für WaitIn, das analog des obigen Beispiels durch IfIn ersetzt werden kann.

3.4.5.6. QueryNow

QueryNow gibt das aktuelle Datum und die Uhrzeit in der Form

```
Now: YYYY-MM-DD_HH:MM:SS
```

auf dem Log-Screen aus. Dies ist insbesondere für Langzeit-Logging in Verbindung mit der Log-Datei interessant, wenn man z.B. über mehrere Tage in größeren Zeitabständen Meßwerte sichern will.

3.4.6. Stop

Das Stop-Kommando beendet die Programmausführung. In seiner Wirkung entspricht es dem Erreichen des Programmendes. Alle Ausgänge werden abgeschaltet, das Ausgabelog bleibt geöffnet.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Stop
```

3.4.7. RIFShift

Mit RIFShift können an ein Robo Interface angeschlossene Erweiterungsmodule angesprochen werden. Die Nummer des Moduls ist als Parameter zu übergeben, „0“ entspricht dem Master, „1“ dem 1. Slave usw.

3.5. Module

Module sind in sich geschlossene Programmblöcke.

Beispiel:

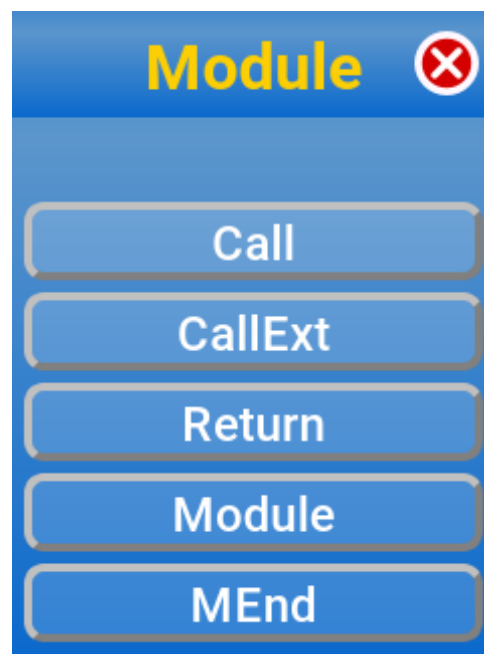
```
Module LAMPEN_AN  
Output RIF 1 7  
Output RIF 2 7  
MEnd
```

Dieses Modul mit dem Namen „LAMPEN_AN“ würde bei seiner Ausführung die Ausgänge 1 und 2 an einem Robo Interface auf Stufe 7 einschalten.

Um ein Modul auszuführen, muß es mit dem „Call <Modulname>“ Befehl aufgerufen werden.

Nach Beendigung des Moduls wird die Programmausführung in der auf den Modulaufruf („Call“) folgenden Programmzeile fortgesetzt.

Stößt startIDE bei Programmausführung auf das „Module“-Schlüsselwort, endet die Programmausführung. Module werden nicht ausgeführt, wenn sie nicht explizit aufgerufen werden. Daher müssen Module immer am Ende des Programmcodes eingefügt werden.



Es gibt folgende Modul-Funktionen:

3.5.1. Call / CallExt

Der Call-Befehl dient zum ggf. mehrmaligen Aufrufen eines im Programmcode definierten Moduls.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Call <Modulname> <Anzahl>
```

also z.B.

```
Call LAMPEN_AN 2
```

Hier würde ein Modul mit dem Namen „LAMPEN_AN“ zwei Mal aufgerufen.

CallExt arbeitet analog, allerdings wird hierbei ein vorher exportiertes Modul, das nicht Bestandteil des Programmcodes ist, aufgerufen. Existiert ein gleichnamiges Modul im Programmcode, so hat dieses Vorrang.

3.5.2. Return

Der Return-Befehl beendet die Ausführung eines Moduls VOR Erreichen des durch Mend definierten Modulendes.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Return
```

3.5.3. Module

Hiermit wird unter Angabe des gewünschten Namens ein Modul-Anfang definiert.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Module <Modulname>
```

also z.B.

```
Module LAMPEN_AN
```

3.5.4. MEnd

MEnd schließt einen Modulblock ab. Bei Erreichen von MEnd wird die Ausführung des Moduls beendet und zum aufrufenden Call-Befehl zurückgekehrt.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

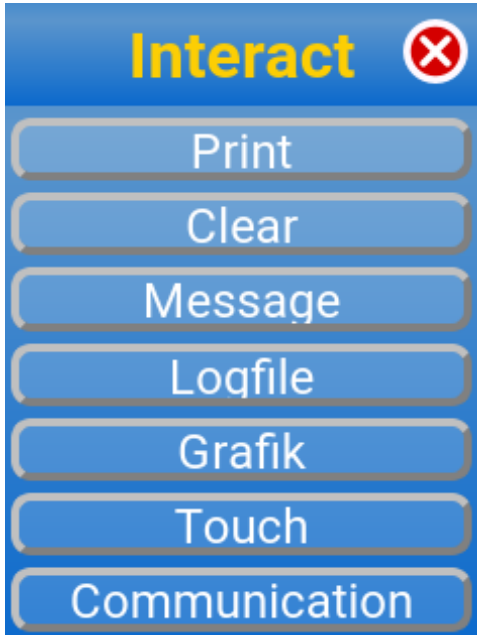
```
MEnd
```

Ein Beispiel für die Verwendung von Modulen:

```
# Start
Call LAMPEN_AN
Delay 1000
Call LAMPEN_AUS
Delay 1000
# Programmende
# Lampen an
Module LAMPEN_AN
Output RIF 1 7
Output RIF 2 7
MEnd
# Lampen aus
Module LAMPEN_AUS
Output RIF 1 0
Output RIF 2 0
MEnd
```

3.6. Interaction

Unter „Interaction“ finden sich einige Befehle, die eine grundlegende Interaktion mit dem Nutzer ermöglichen.



3.6.1. Print

Der Print-Befehl gibt eine Nachricht auf dem Log-Screen aus.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Print <Text>
```

also z.B.

```
Print Hallo Welt
```

Alles, was auf Print folgt, wird als auszugebender Text interpretiert.

3.6.2. Clear

Der Clear-Befehl löscht den Inhalt des Log-Screens.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Clear
```

3.6.3. Message

Der Message-Befehl öffnet ein Benachrichtigungsfenster, das mit einem Knopfdruck bestätigt werden muß.

Damit kann man wichtige Meldungen ausgeben oder auf Freigabe durch den Benutzer warten.

Der Message-Befehl benötigt neben dem anzuzeigenden Nachrichten-Text auch einen Text für den Bestätigungs-Knopf.

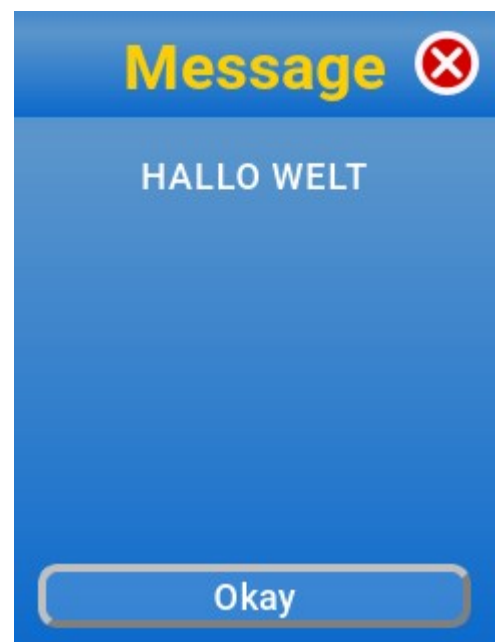
Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Message <Text>'<Buttontext>
```

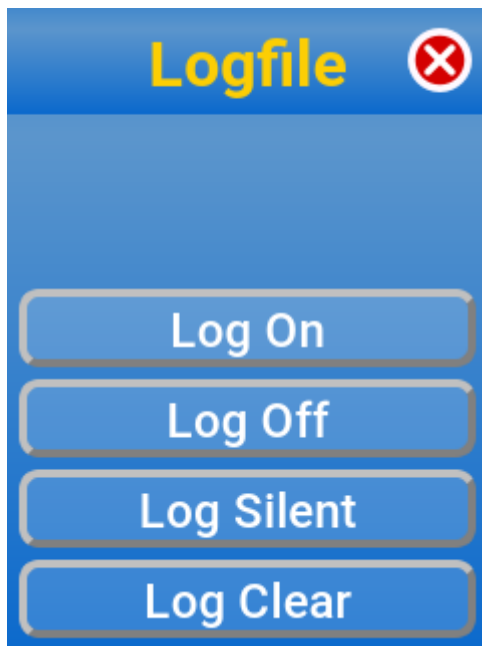
also z.B.

```
Message HALLO WELT'Okay
```

Nachricht und Knopf-Text sind durch ein Hochkomma (einfaches Anführungszeichen oben) getrennt.



3.6.4. Logfile



Mit Log On wird das Protokollieren der Log-Screen-Ausgaben in eine Datei gestartet.

Log Off beendet das Protokollieren in die Datei.

Log Silent unterdrückt die Ausgabe auf dem Bildschirm – Logging erfolgt nur noch in die Logdatei, bis mit Log Off und erneutem Log On das Logging wieder auf dem Bildschirm freigegeben wird.

Log Clear löscht ALLE auf dem TXT vorhandenen Logfiles.

Die Logfiles werden nach dem Schema
log<yyyymmdd-hhmmss>.txt

also z.B. log20171228-014045.txt benannt.

Über das Webinterface von startIDE kann auf die Logfiles zugegriffen werden.

Im Codeabschnitt des Hauptfensters ist die Syntax

```
Log < 0 | 1 | C | Silent>
```

also z.B.

```
Log 1
```

zum Einschalten des Protokollierens in die Logdatei.

Wenn in einer Schleife gleichförmige Datensätze im Format
<text> <wert> in die Logdatei geschrieben werden, kann diese über das Webinterface im csv-Format heruntergeladen werden, um z.B.

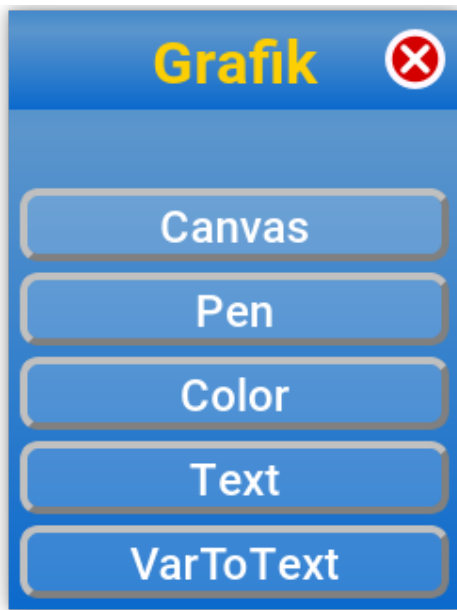
anschließend in einer Tabellenkalkulation die Daten weiter bearbeiten zu können.

Ein Spannungslogger, der im Sekundenabstand die Spannung an Eingang 1 des TXT mißt, sähe so aus:

```
# Spannungslogger
Log 1
TimerClear
Tag top
TimerQuery
QueryIn TXT 1 V U_1(mV):
Delay 995
Jump top
```

Das Programm muss manuell gestoppt werden, dabei wird auch das Logging beendet.

3.6.5. Grafik



Unter dem Menüpunkt „Grafik“ bietet startIDE verschiedene Funktionen zur Darstellung von Pixelgrafiken auf dem Display.

Das Konzept bietet eine Leinwand, Canvas genannt, auf der mit einem Stift, Pen, gearbeitet werden kann.

Dabei können Stift- und Hintergrundfarbe als 24 bit RGB-Werte gewählt werden.

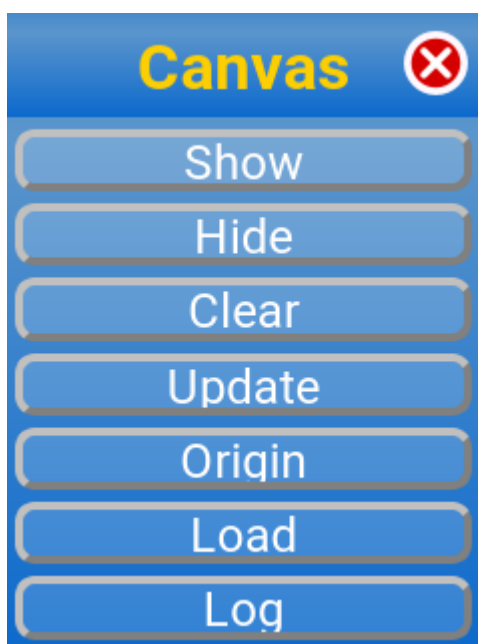
Auch die Ausgabe von Text und Variablenwerten ist möglich.

Die Leinwand ist immer quadratisch und hat ihren Koordinatenursprung in der oberen

linken Ecke. Von dort aus werden die x-Achse nach rechts positiv und die y-Achse nach unten positiv gezählt.

Die Auflösung der Leinwand, die aktuelle Stiftposition und die Farbe an der aktuellen Stiftposition lassen sich als Systemvariable mit dem FromSys-Befehl abfragen.

3.6.5.1 Canvas



Mit den hier gebotenen Befehlen wird auf die Zeichenfläche – Canvas – zugegriffen.

Canvas show zeigt die Leinwand über dem Logscreen an.

Canvas hide blendet die Leinwand wieder aus.

Canvas clear löscht die Leinwand, d.h. füllt sie mit der aktuellen Hintergrundfarbe.

Canvas update stellt sicher, dass alle seit dem letzten Update gemachten Änderungen auch dargestellt werden.

Nach dem Ausführen von Zeichenfunktionen sollte jeweils der Canvas update-Befehl ausgeführt werden.

Canvas origin verschiebt den Bildinhalt so, dass die aktuelle Stiftposition in den Ursprung der Leinwand – oben links – verschoben wird.

Canvas load erlaubt das Laden einer Pixmap – einer PNG-Bitmap-Grafik der Größe 240x240 Pixel – die per Webinterface auf den TXT/TX-Pi übertragen wurde. Diese Grafik kann dann mit den startIDE-Grafikfunktionen weiter bearbeitet werden.

Canvas log speichert den aktuellen Leinwandinhalt als png-Datei im Log-Verzeichnis ab, so dass über das Webinterface von startIDE darauf zugegriffen werden kann.

3.6.5.2 Pen



Der Pen – also Zeichenstift – wird mit den hier gebotenen Funktionen gesteuert.

Er wird an die durch x- und y-Koordinate beschriebene Stelle bewegt und dort die gewählte Funktion ausgeführt.

Zeichenfunktionen sind:

- move : der Stift wird lediglich zur angegebenen Position bewegt, ohne dass dabei gezeichnet wird.
- plot : an der gewünschten Position wird ein Punkt in der aktuellen Stiftfarbe gezeichnet.

- lineTo : es wird eine Linie zwischen der vorherigen und der aktuellen Position gezeichnet.
- rectTo : zeichnet ein Rechteck mit der vorherigen und der neuen Stiftposition als diagonal gegenüberliegenden Eckpunkten.
- boxTo : zeichnet ein ausgefülltes Rechteck.
- eraseTo : löscht den rechteckigen Bereich zwischen alter und neuer Koordinate.
- circleTo : zeichnet eine Ellipse in das durch vorherige und aktuelle Stiftposition aufgespannte Rechteck.
- discTo : zeichnet eine ausgefüllte Ellipse.
- areaAdd : fügt einen Eckpunkt zu einem unregelmäßigen Vieleck hinzu.
- areaDraw : schließt den durch mehrere areaAdd-Befehle definierten Linienzug und füllt die umschlossene Fläche.
- text : Zeichnet den mit „Text“ oder „VarToText“ definierten Schriftzug an der angegebenen Position.

Beispiel zu den Zeichenfunktionen:

```
# Zeichnen
Canvas show           Leinwand anzeigen
Canvas clear          Leinwand löschen
Color pen 255 0 0      Stiftfarbe rot
# ein auf der Spitze stehendes Quadrat
Pen move 0 119
Pen lineTo 119 0
Pen lineTo 239 119
Pen lineTo 119 239
Pen lineTo 0 119
# ein ausgefülltes Dreieck
Color pen 0 255 0      Stiftfarbe grün
Pen areaAdd 119 100     Ersten Eckpunkt setzen
Pen areaAdd 139 139     Zweiten Eckpunkt setzen
Pen areaDraw 100 139    Form mit 3. Punkt beenden
# Text
Color pen 0 0 255      Stiftfarbe blau
Text Serif 16 Hallo Welt!
```

Pen text 64 196

Canvas update
Delay 5000

Text ausgeben
Leinwand aktualisieren
Warten vor Programmende

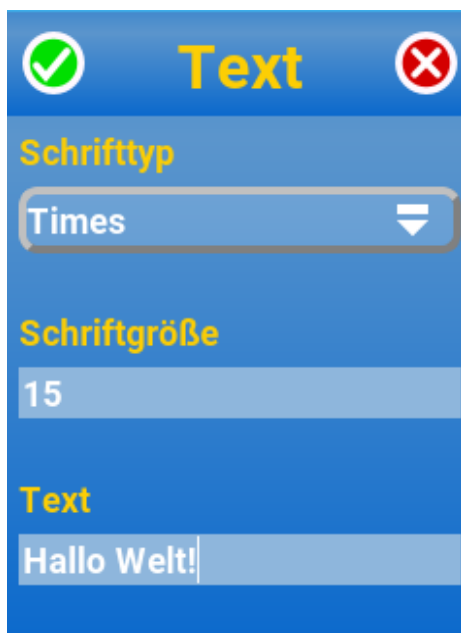
3.6.5.3 Color



Mit dem Color-Befehl können Stift- und Hintergrundfarbe zum Zeichnen gewählt werden.

Über „Vorgaben“ sind einige vordefinierte Farben abrufbar.

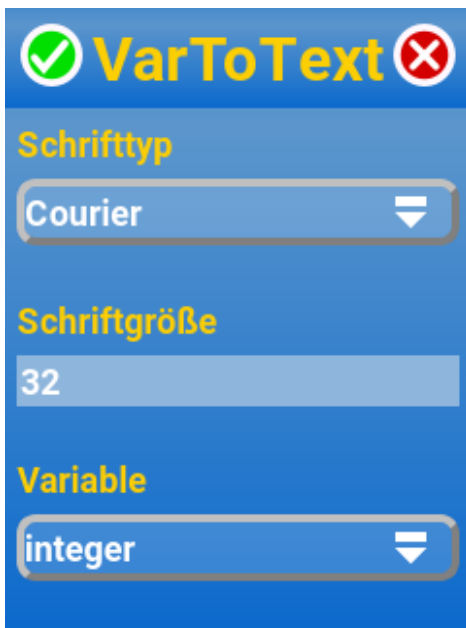
3.6.5.4 Text



Mit dem Text-Befehl wird ein Textobjekt erzeugt, dass anschließend ein- oder mehrfach mit „Pen text“ ausgegeben werden kann.

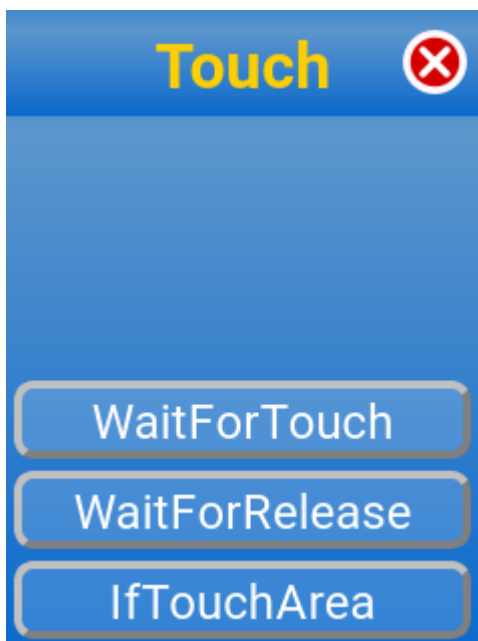
Es stehen die Schriftarten Times, Helvetica und Courier zur Verfügung, die Schriftgröße in Pixeln kann beliebig gewählt werden.

3.6.5.5 VarToText



Mit VarToText wird ein Textobjekt aus einer Variablen erzeugt, dass dann mit „Pen text“ ausgegeben werden kann.

3.6.6 Touch



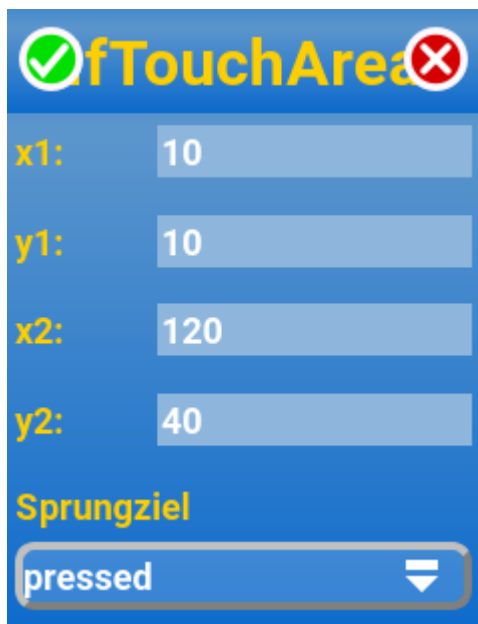
Hier stehen Funktionen zum Abfragen von Touchscreen-Ereignissen zur Verfügung.

Wird bei geöffneter Grafik-Leinwand (Canvas) einer der Befehle „**WaitForTouch**“ oder „**WaitForRelease**“ aufgerufen, so wartet startIDE darauf, dass der Benutzer auf den Grafikbereich tippt (WaitForTouch) oder die Berührung beendet (WaitForRelease).

Achtung: Wenn die Leinwand nicht angezeigt wird, dann werden Touchscreen-Berührungen nicht ausgewertet und das Programm scheint blockiert zu sein. Daher ist

vor Verwendung dieser Befehle immer erst die Leinwand mit „Canvas show“ einzublenden.

Bei jedem Touch-Ereignis werden die Koordinaten der Berührung in den Systemvariablen touchXPos und touchYPos hinterlegt und können mit der Funktion „FromSys“ abgefragt werden.



Mit der Funktion „**IfTouchArea**“ kann abgefragt werden, ob das letzte Touch-Ereignis (nach WaitForTouch oder WaitForRelease) innerhalb des durch die Koordinaten (x1;y1) und (x2;y2) definierten Rechtecks lag. Ist dies der Fall, so wird die Programmausführung am definierten Sprungziel fortgesetzt.

Ein Beispiel zu den Touch-Funktionen findet sich im Anhang 4.1.5

3.6.7 Communication



Hier stehen Funktionen zur Kommunikation über den I2C-Bus von ftDuino und servoDuino zur Verfügung.

Der servoDuino muss mindestens firmware v1.1 installiert haben, der ftDuino muss mit ftduino_direct >v1.3.2 geflasht sein, damit die I2C-Funktionen nutzbar sind.

3.6.7.1 I2CWrite



Mit **I2CWrite** wird der Inhalt des angegebenen Arrays als Nachricht auf den I2C-Bus des angegebenen Device geschrieben.

Üblicherweise sollte das Array dabei aus einzelnen Byte-Werten ($0 \leq x \leq 255$) bestehen. Der Wert in Zelle 0 wird dabei als Adresse des anzusprechenden I2C-Bus-Gerätes interpretiert, alle folgenden Daten werden dann an dieses Gerät übermittelt.

Ein Beispiel:

```
01 # Bosch BME280
02 ArrayInit message 118;208
03 I2CWrite FTD message
```

Dem Bosch BME28 Umweltsensor mit der I2C-Adresse 76h = 118dez wird der Wert D0h = 208dez übermittelt, was in diesem Fall bedeutet, dass der interne Adresszeiger des Sensors auf das Register D0 gesetzt wird. (In Register D0 steht die Kennung dieses Sensors)

Ergänzt man das obige Beispiel um

```
04 ArrayInit message 118;1
05 I2CRead FTD message
06 Init byte 0
07 Array byte readFrom message 0
08 QueryVar byte
```

so wird ab Register D0, das in Zeile 2/3 eingestellt wurde, ein byte gelesen und die gelesenen Daten in das Array „message“ übertragen.

Der erste (und in diesem Beispiel auch einzige) Wert des Array wird in Zeile 7 in die Variable byte geschrieben und deren Inhalt auf dem Display ausgegeben.

In diesem Beispiel würde die Zahl 96 (= 60h) zurückgegeben. Dies ist die interne Kennung des Sensors.

3.6.7.2 I2CRead



Mit **I2CRead** können Daten von einem am I2C-Bus angeschlossenen Gerät gelesen werden.

Die Antwort des abgefragten Geräts wird dann im Array zurückgeliefert, siehe dazu auch das Beispiel zum Befehl I2CWrite.

ACHTUNG:

An dieser Stelle unterscheiden sich TX-Pi/TXT und SRD/FTD.

Für ServoDuino (SRD) und ftDuino (FTD) gilt:

Vor dem Lesen muss per I2CWrite das Adressregister gesetzt werden, siehe I2CWrite-Beispiel.

Zum Lesen muss das übergebene Array die I2C-Adresse des anzusprechenden Gerätes und die Anzahl der zu lesenden Bytes beinhalten.

Für TXT und TX-Pi (RPI) gilt:

Hier muss das übergebene Array die I2C-Adresse, die Registeradresse und die Anzahl der zu lesenden Bytes liefern! Ein vorheriges Setzen der Adresse per I2CWrite ist NICHT erforderlich!

```
ArrayInit message 118;208;1  
I2CRead RPI message
```

ersetzt im I2C-Write-Beispiel die Zeilen 2-5 für den Betrieb am TX-Pi!

4. Beispiele

4.1. Mitgelieferte startIDE-Projekte

Der App sind bereits einige Beispiele beigelegt, die über das Menu „Project → Load“ geladen werden können.

4.1.1. c_Ampel

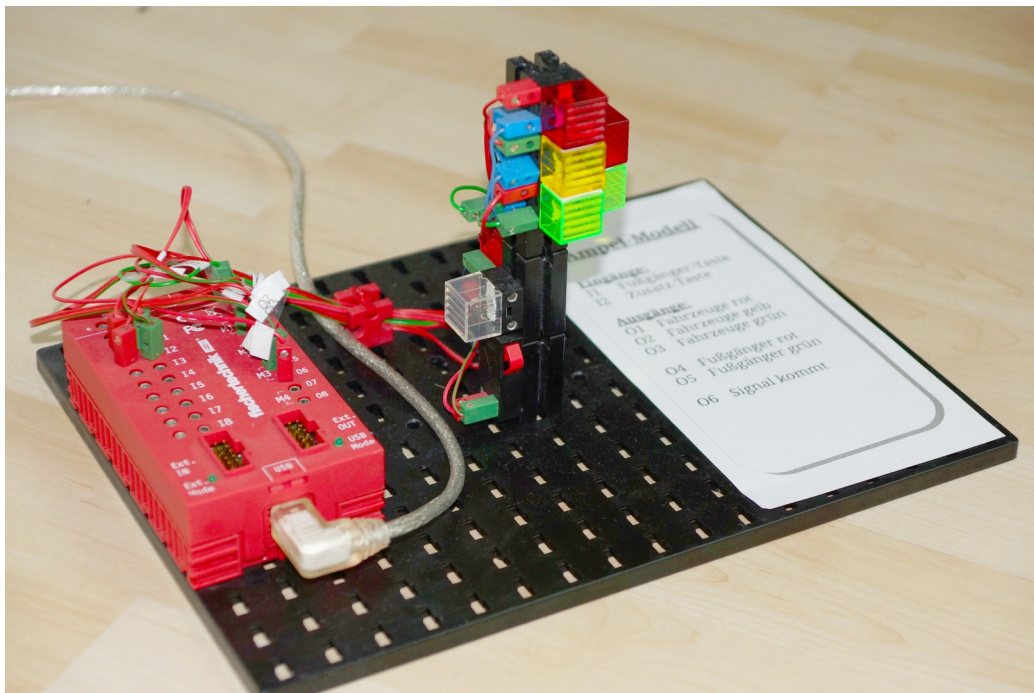
Dies ist eine einfache Fußgängerampel-Steuerung. Das Programm ist für die Robo Interface Familie (RIF) ausgelegt.

Es soll eine Fahrzeugampel (rot-gelb-grün) und eine Fußgängerampel (rot-grün) angesteuert werden. Die Ampel hat eine Fußgänger-Bedarfstaste und eine zweite Taste zum Beenden des Programmes.

An Eingang I1 ist die Fußgänger-Taste angeschlossen, an Eingang I2 die Zusatztaste.

An Ausgang O1-O3 sind die drei Lampen der Fahrzeugampel in der Reihenfolge rot-gelb-grün angeschlossen.

An Ausgang O4 und O5 sind rote und grüne Lampe der Fußgängerampel angeschlossen, und an O6 die „Signal kommt“-Leuchte.



4.1.2. c_Blink

Das Programm c_Blink läßt eine an Ausgang O1 eines RIF angeschlossene Lampe im 2Hz-Takt aufblitzen.

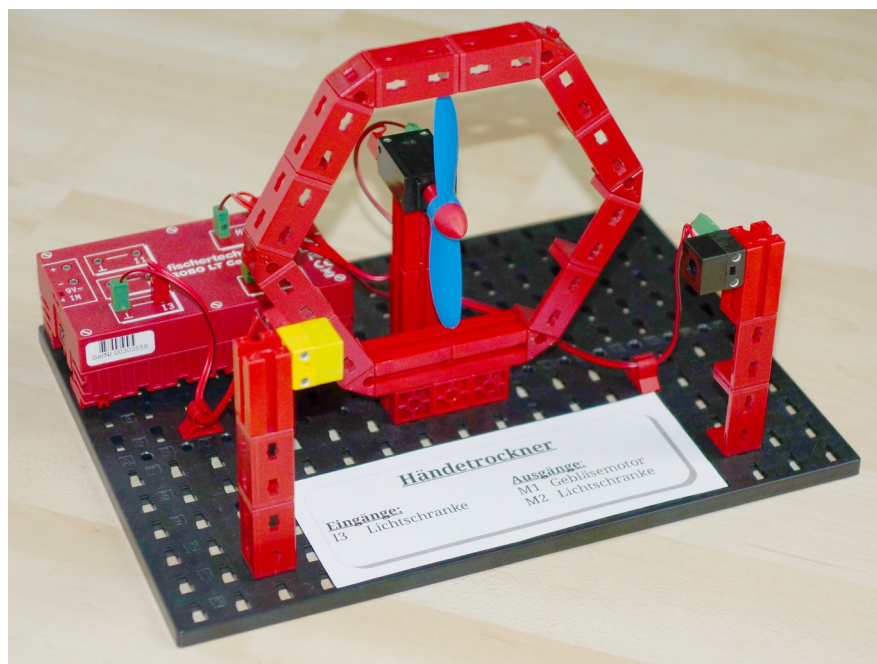
4.1.3. c_Haendetrockner

Steuerungsprogramm für einen Händetrockner, z.B. aus dem Robo LT Beginner Lab.

Der Händetrockner besteht aus einem Motor mit Luftschaube als Gebläse und einer Lichtschranke, bei deren Unterbrechung das Gebläse anlaufen soll.

Der Fototransistor der Lichtschranke ist an Eingang I3 angeschlossen, die dazugehörige Lampe an Ausgang M2.

Der Gebläsemotor ist an Ausgang M1 angeschlossen.



4.1.4. c_Lauflicht und c_Signalfeuer

c_Lauflicht benutzt den unter 4.1.1. beschriebenen Aufbau, um nacheinander alle Lampen anzusteuern.

c_Signalfeuer ist das unter Abschn. 5.1. dargestellte Beispiel.

4.1.5. c_Touch



Das Beispiel „c_Touch“ demonstriert die Verwendung der Touchscreen-Funktionen auf der Grafik-Leinwand.

Auf der schwarzen Leinwand wird zunächst ein roter Kreis in die obere, rechte Ecke gezeichnet. Weiterhin erscheint der Text „Touch screen!“ oben links.

Wird nun die Leinwand angetippt, so wird an der Stelle der Berührung ein weißer Punkt gezeichnet.

Wird der rote Kreis (genauer gesagt, das Rechteck, dass durch das Koordinatenpaar (209;0) und (239;29) in der oberen, rechten

Ecke gebildet wird) angetippt, so wird das Programm beendet.

```
01  # Touch
02  Canvas show
03  Color paper 0 0 0
04  Canvas clear
05  #
06  Color pen 255 0 0
07  Pen move 209 0
08  Pen discTo 239 29
09  #
10  Text Times 15 Touch screen!
11  Pen text 0 20
12  Canvas update
13  #
14  Color pen 255 255 255
15  Init cx 0
16  Init cy 0
17  #
18  Tag top
19  WaitForTouch
20  IfTouchArea 209 0 239 29 end
21  FromSys cx touchXPos
```

```
22  FromSys cy touchYPos
23  Pen plot cx cy
24  Canvas update
25  Jump top
26  #
27  Tag end
```

In den Zeilen 2-4 wird die Leinwand eingeblendet, die Hintergrundfarbe auf „schwarz“ gesetzt und die Leinwand gelöscht.

In den Zeilen 6-8 wird der rote Kreis in die obere rechte Ecke gezeichnet, in den Zeilen 10 und 11 der Text „Touch screen!“ ausgegeben und in Zeile 12 alle bisherigen Änderungen auf die Leinwand ausgegeben.

In Zeile 14 wird die Stiftfarbe auf weiß gesetzt und in den folgenden zwei Zeilen die Variablen cx und cy initialisiert, die später die Koordinaten der Bildschirmberührung aufnehmen.

In Zeile 18 wird die Sprungmarke „top“ definiert, die den Beginn der Hauptprogramm-Schleife darstellt.

Zeile 19 schließlich wartet auf das Berühren des Touchscreens.

In Zeile 20 wird überprüft, ob das den roten Kreis umschließende Rechteck angetippt wurde. Ist dies der Fall, so wird das Programm bei Sprungmarke „end“ in Zeile 27 fortgesetzt und somit beendet.

Andernfalls werden in Zeilen 21 und 22 die x- und y-Koordinate der Berührung in die Variablen cx und cy geschrieben und in Zeile 23 ein Punkt an diesen Koordinaten gezeichnet.

Der Jump-Befehl in Zeile 25 läßt die Programmausführung zurück zu Zeile 18 springen, so dass auf das nächste Touch-Ereignis gewartet wird.

4.1.6. c_Sort

Das Programm c_Sort füllt ein Array mit zufälligen Werten zwischen 0 und 100 und sortiert diese anschließend in aufsteigender Reihenfolge.

```
01 # sort an array
02 Init c 0
03 Init d 0
04 Init integer 0
05 ArrayInit data
06 ArrayInit h
07 #
08 Tag top
09 Calc integer 0 random 100
10 Array integer appendTo data 0
11 LoopTo top 100
12 #
13 QueryArray data
14 Call sort 1
15 QueryArray data
16 #
17 #
18 Module sort
19 ArrayStat d sizeof data
20 Tag sortloop_1
21 ArrayStat c minIdx data
22 Array c removeFrom data c
23 Array c appendTo h 0
24 LoopTo sortloop_1 d
25 ArrayStat d sizeof h
26 Tag sortloop_2
27 Array c removeFrom h 0
28 Array c appendTo data 0
29 LoopTo sortloop_2 d
30 MEnd
```

In den Zeilen 2 bis 7 werden die Variablen „c“, „d“ und „integer“ sowie die zwei Arrays „data“ und „h“ initialisiert.

Zeile 8 definiert die Sprungmarke „top“. In Zeile 9 wird die Variable „integer“ auf eine Zufallszahl zwischen 0 und 100 gesetzt und dieser Wert dann in Zeile 10 an das Array „data“ angehängt.

Zeile 11 lässt den Programmablauf nun noch 99 mal zur Sprungmarke „top“ zurückspringen, so dass das Array „data“ anschließend einhundert Zufallszahlen beinhaltet.

In Zeile 13 wird das Array „data“ nun auf dem Display ausgegeben und Zeile 14 ruft das Modul „sort“ auf, in dem die Daten nun sortiert werden. Zeile 15 gibt zum Vergleich das sortierte Array auf dem Display aus.

Der eigentliche Sortiervorgang findet im Modul „sort“ ab Zeile 18 statt. In Zeile 19 wird die Anzahl der Elemente des Arrays „data“ ermittelt und in die Variable d geschrieben.

In Zeile 20 wird per Tag der Kopf der Sortierschleife „sortloop_1“ definiert.

Zeile 21 fragt nun mit ArrayStat ab, an welchem Index das z.Zt. kleinste Element des Arrays „data“ steht.

Dieses wird in Zeile 22 in die Variable „c“ eingelesen und aus dem Array entfernt.

In Zeile 23 wird der Wert der Variablen „c“ an ein Hilfsarray „h“ angehängt.

Zeile 24 springt so oft wieder zur Marke „sortloop_1“, bis alle Elemente des Arrays „data“ entfernt und dem Hilfsarray „h“ angehängt wurden.

Nach dieser Schleife hat das Array „data“ keine Elemente mehr, und das Hilfsarray „h“ umfasst in aufsteigender Reihenfolge alle zuvor in „data“ enthaltenen Elemente.

In den Zeilen 25 bis 29 werden nun alle Elemente des Hilfsarrays „h“ wieder in das ursprüngliche Array „data“ verschoben, so dass am Ende das Hilfsarray „h“ wiederum leer ist und „data“ wieder alle Werte, nun aber in aufsteigend sortierter Reihenfolge, beinhaltet.

4.2. Programmieraufgaben

Hallo Welt

In jeder Programmiersprache gibt es „Hallo Welt“-Programme, die zu didaktischen Zwecken den Minimalumfang eines Programmes in der jeweiligen Sprache darstellen sollen. Außerdem ist es eine nette Tradition, eine neue Programmierumgebung zu begrüßen.

4.2.1. Hallo Welt 1

Aufgabe: Der Text „Hallo Welt“ soll auf dem Logscreen ausgegeben werden.

Lösung:

```
# Hallo Welt 1  
Print Hallo Welt
```

4.2.2. Hallo Welt 2

Aufgabe: Wir wollen wissen, ob wir allein im Universum sind. Also senden wir die Nachricht: „Hallo Welt, ist da jemand?“, die mit „Ja!“ bestätigt werden soll.

Lösung:

```
# Hallo Welt 2  
Message Hallo Welt, ist da jemand?'Ja!
```

4.2.3. Hallo Welt 3

Aufgabe: Ein klassisches, unter Informatikern zu beobachtendes Phänomen ist, dass kleine Erfolgserlebnisse zu einem überhöhten Selbstbild führen.

Daher wollen wir nach der mit „Sofort!“ zu bestätigenden Nachricht „Es werde Licht!“ auch noch eine an Ausgang M1 des TXT (analog Robo IF) angeschlossene Lampe für 5 Sekunden einschalten.

Lösung:

```
# Hallo Welt 3
Message Es werde Licht!'Sofort!
Motor TXT 1 1 512
Delay 5000
```

bzw. für Robo Interfaces

```
# Hallo Welt 3
Message Es werde Licht!'Sofort!
Motor RIF 1 1 7
Delay 5000
```

4.2.4. Gottes Rache

Die Strafe für unser anmaßendes Schöpfungsgehabe – es werde Licht – folgt auf der Stelle. Gott / Zarquon / jenes höhere Wesen, das wir verehren läßt sintflutartigen Regen fallen...

Aufgabe: Wir beschließen, mit der an Ausgang M1 angeschlossenen Lampe SOS zu signalisieren. 3x kurz, 3x lang, 3x kurz.
Ein kurzes Blinken soll aus 0,25 sec an / 0,25 sec aus, ein Langes aus 0,5 sec an / 0,25 sec aus bestehen.

Lösung:

```
# SOS
Motor TXT 1 1 512
Delay 250
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
Motor TXT 1 1 512
Delay 250
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
Motor TXT 1 1 512
```

```

Delay 250
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
# jetzt lang
Motor TXT 1 l 512
Delay 500
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
Motor TXT 1 l 512
Delay 500
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
Motor TXT 1 l 512
Delay 500
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
# und wieder kurz
Motor TXT 1 l 512
Delay 250
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
Motor TXT 1 l 512
Delay 250
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
Motor TXT 1 l 512
Delay 250
Motor TXT 1 s 0

```

Lösung mit Schleifen:

```

# SOS 2
Tag KURZ1
Motor TXT 1 l 512
Delay 250
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
LoopTo KURZ1 3
Tag LANG
Motor TXT 1 l 512
Delay 500
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
LoopTo LANG 3

```

```
Tag KURZ2
Motor TXT 1 1 512
Delay 250
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
LoopTo KURZ2 3
```

Lösung mit Modulen:

```
# SOS 3
Call KURZ 3
Call LANG 3
Call KURZ 3
# Module
Module KURZ
Motor TXT 1 1 512
Delay 250
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
MEnd
Module LANG
Motor TXT 1 1 512
Delay 500
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
MEnd
```

4.2.5. Es regnet immer noch...

...und wir beschließen dauerhaft SOS zu funken...

Aufgabe: Das SOS-Signal soll in Endlosschleife mit einer Pause von 1 sek gesendet werden.

Lösung mit Modulen:

```
# SOS 4
Tag TOP
Call KURZ 3
Call LANG 3
Call KURZ 3
Delay 1000
Jump TOP
# Module
Module KURZ
Motor TXT 1 1 512
Delay 250
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
MEnd
Module LANG
Motor TXT 1 1 512
Delay 500
Motor TXT 1 s 0
Delay 250
MEnd
```

5. Tips und Tricks

5.1. Programmierhinweise

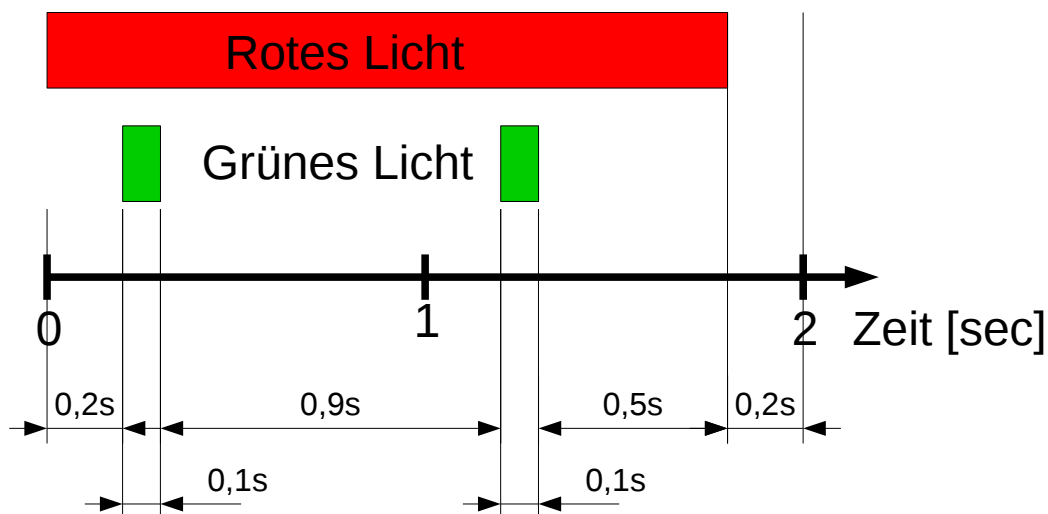
Es ist sinnvoll, vor Beginn der Programmerstellung einen Ablaufplan auf Papier zu skizzieren.

Auch ohne Multithreading lassen sich viele Aufgaben lösen, wenn man sie entsprechend seriell umsetzt.

Ein Beispiel:

Eine rote und eine grüne Lampe sollen zyklisch blinken. Dabei soll die rote Lampe 1,8sec an und 0,2 sec aus sein, die grüne Lampe soll 1x pro Sekunde für 0,1 sec aufblitzen. Dabei soll sie zur roten Lampe 0,2 sec verzögert angehen.

Anstatt zwei parallele Prozesse zu starten, die die Lampen im ein- bzw. zwei-Sekunden-Zyklus schalten, werden die Ereignisse in eine serielle Reihenfolge gebracht:



Das Programm dazu:

```
# Signalf Feuer
Tag ANFANG
Output RIF 1 7
Delay 200
Output RIF 3 7
Delay 100
```



```
Output RIF 3 0
Delay 900
Output RIF 3 7
Delay 100
Output RIF 3 0
Delay 500
Output RIF 1 0
Delay 200
Jump ANFANG
```

In diesem Beispiel ist die rote Lampe an Ausgang O1, die grüne Lampe an Ausgang O3 eine Robo Interface angeschlossen.

Im Anhang befindet sich als weiteres Beispiel ein Ablaufplan zur Steuerung eines Säulenroboters zur Lösung der „Turm von Hanoi“-Aufgabe.

5.2. Kopieren von Programmteilen

Möchte man einen größeren Block von Programmzeilen kopieren, so ist es sinnvoll, diesen in ein Modul zu verpacken (Vorangestelltes „Module <name>“ und nachgestelltes „MEnd“)

Dann kann man dieses Modul exportieren und beliebig oft wieder importieren.

Die Zeilen „Module <name>“ und „MEnd“ sind danach, ebenso wie das temporär gespeicherte Modul, sinnvollerweise wieder zu löschen.

5.3. Debugging / Fehlersuche

Da startIDE-Programme über das grafische Interface zusammengestellt werden, sollten Syntaxfehler grundsätzlich nicht auftreten.

startIDE kennt aber trotzdem zwei Ausnahmefehler, die auf dem Logscreen gemeldet werden und zum sofortigen Programmabbruch führen:

Der „**DontKnowWhatToDo**“-Fehler tritt auf, wenn startIDE bei der Programmausführung auf einen unbekannten Befehl trifft. Dies kann vorkommen, wenn ein Programm mit einer neueren startIDE-Version erstellt wurde, als jene, die nun zur Ausführung verwendet wird, und somit ein Befehl noch nicht implementiert ist.

Der „**CompleteConfusionError**“ tritt auf, wenn während der Ausführung eines Befehls Komplikationen auftreten. Dies kann insbesondere der Fall sein, wenn die Parametrierung des gerade ausgeführten Befehls in irgendeiner Form fehlerhaft ist.

Die beiden vorgenannten Ausnahmefehler können auch dann auftreten, wenn der Programmcode außerhalb von startIDE modifiziert wurde und dabei syntaktische oder logische Fehler gemacht wurden.

Um den Programmablauf nachverfolgen zu können, gibt es zwei Sonderfunktionen:

Mit dem Kommentar TRACEON (Code: # **TRACEON**) wird jede darauf folgende ausgeführte Codezeile auf dem Logscreen ausgegeben. Mit dem Kommentar TRACEOFF wird diese Funktion wieder abgeschaltet.

In Verbindung mit der Logdatei-Funktion können hiermit recht ausführliche Protokolle erstellt werden.

Mit dem Kommentar STEPON (Code: # **STEPON**) wird der Programmcode in Einzelschritten ausgeführt. Nach jeder Codezeile muß durch antippen des Bildschirms die Ausführung bestätigt werden. Diese Funktion wird mit dem Kommentar STEPOFF (Code: # **STEPOFF**) wieder abgeschaltet.

Außerdem kann man per Print-Befehl das Erreichen der jeweiligen Code-Stelle anzeigen. Auch der Message-Befehl eignet sich zum Verfolgen des Programmablaufs, da er die Nachricht mit einem Haltepunkt verbindet, so dass die Fortführung des Programmablaufs erst bestätigt werden muß.

Zur (Lauf-)Zeitmessung sind die Debug-Befehle **TIMERCLEAR** und **GETELAPSEDTIME** verfügbar.

Beim Start eines startIDE-Projektes wird ein interner Zeitstempel gesetzt. Die seit Programmstart verstrichene Zeit in Sekunden als Fließkommazahl lässt sich mit „**# GETELAPSEDTIME**“ auf dem Log-Screen ausgeben. Mit „**# TIMERCLEAR**“ wird während des Programmablaufs ein neuer Zeitstempel gesetzt, so dass die Zeitmessung wieder bei Null beginnt.

Ein einfacher Reaktionstest (Lampe an M1, Taster an I1) sieht so aus:

```
# Reaktionstest
Print Bei Aufleuchten der
Print Lampe Taste druecken!
Delay 1000
Delay 5000 R
Motor TXT 1 l 255
# TIMERCLEAR
WaitInDig TXT 1 Raising 0
# GETELAPSEDTIME
```

Bei diesem Beispiel wurden die Debug-Funktionen zur Laufzeitmessung verwendet.

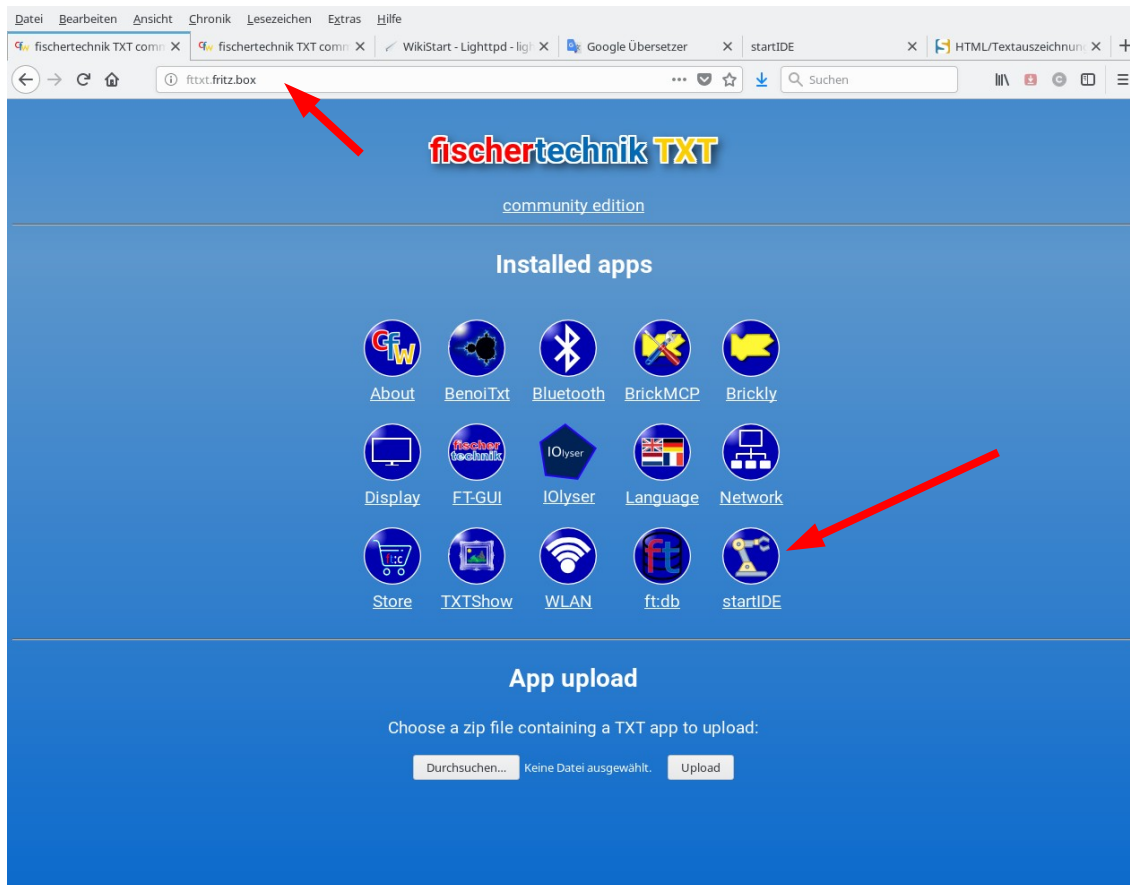
Annähernd äquivalent dazu ist

```
# Reaktionstest
Print Bei Aufleuchten der
Print Lampe Taste druecken!
Delay 1000
Delay 5000 R
Motor TXT 1 l 255
TimerClear
WaitInDig TXT 1 Raising 0
TimerQuery
```

unter Verwendung der **TimerClear** und **TimerQuery** Befehle. Hierbei erfolgt die Ausgabe der Laufzeit allerdings als Ganzzahl in Millisekunden.

5.4. startIDE-Projekte auf PC übertragen

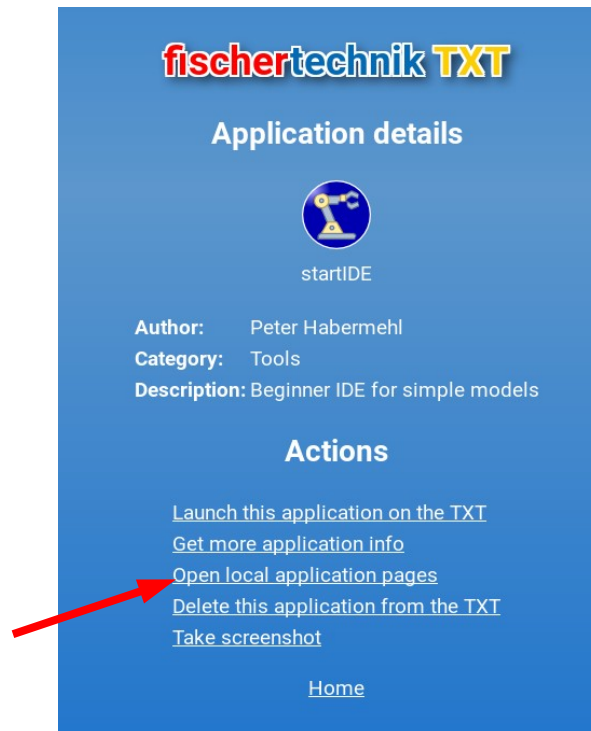
Wenn der Controller mit einem Netzwerk verbunden ist, so kann man per Webinterface auf die startIDE-Projekte und Module zugreifen:



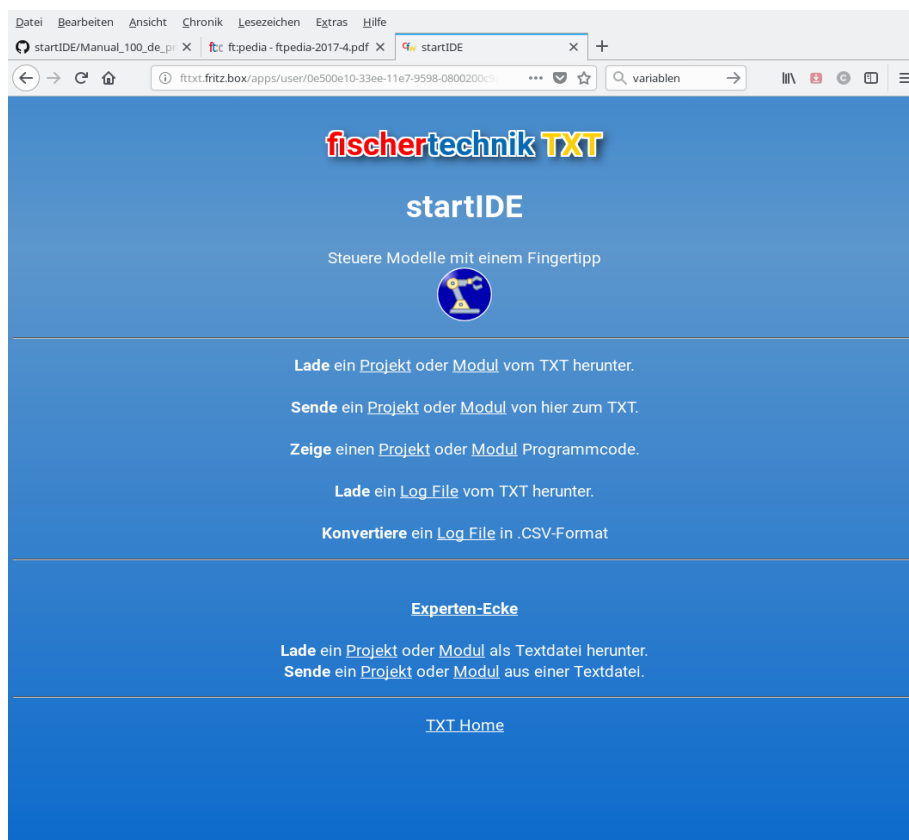
Um das Webinterface des TXT zu öffnen, ist die IP-Adresse des TXT in die Adresszeile des Webbrowsers einzutragen.

Die IP-Adresse des TXT lässt sich z.B. dadurch ermitteln, dass man die Netzwerk-App auf dem TXT startet.

Mit einem Klick auf das startIDE-Symbol kommt man auf das startIDE-Webinterface:



Der Link „Open local application pages“ öffnet dann die Projektverwaltung:



Eine weitere Möglichkeit ist Secure Shell Fernzugriff:

Unter **Windows** gibt es dazu z.B. das Programm „puTTY“ (<http://www.putty.org/>) mit grafischer Benutzeroberfläche.

Unter **Linux** geschieht der Zugriff in einem Terminal-Fenster. Mit dem Befehl

```
ssh ftc@<IP-Adresse des TXT / TX-Pi>
```

loggt man sich auf dem Controller ein. Das Paßwort für den Benutzer ftc ist ebenfalls ftc.

Mit

```
cd apps/0e500e10-33ee-11e7-9598-0800200c9a66/
```

wechselt man in das startIDE-Verzeichnis. Nun kann man mit

```
ls projects/      bzw.      ls modules/
```

die gespeicherten Projekte bzw. Module auflisten lassen.
Der ssh-Fernzugriff wird mit

```
exit
```

wieder beendet.

Wenn man den Namen des startIDE-Projekts, das man auf den PC übertragen möchte, ermittelt hat, kann man per Kopierbefehl

```
scp ftc@<IP-Adresse des TXT / TX-Pi>:apps/0e500e10-33ee-11e7-9598-0800200c9a66/projects/<Name des Projekts> <lokales Verzeichnis>/
```

das Projekt auf den PC kopieren.

Umgekehrt läßt sich mit

```
scp <lokales Verzeichnis>/<Name des Projekts>  
ftc@<IP-Adresse des TXT / TX-Pi>:apps/0e500e10-33ee-  
11e7-9598-0800200c9a66/projects/
```

ein Projekt wieder auf den Controller kopieren.

Das gleiche Vorgehen gilt analog für das Kopieren von Modulen, indem man in der Pfadangabe „projects“ durch „modules“ ersetzt.

Anhang

startIDE Befehlsreferenz

Eingänge	WaitInDig		<Gerät> <Port> <Bedingung> <Timeout>
	IfInDig		<Gerät> <Port> <Bedingung> <Sprungziel>
	WaitIn		<Gerät> <Port> <Eingangstyp> <Bedingung> <Vergl.-Wert> <Timeout>
	IfIn		<Gerät> <Port> <Eingangstyp> <Bedingung> <Vergl.-Wert> <Sprungziel>
	QueryIn		<Gerät> <Port> <Eingangstyp> <Text>
Ausgänge	CounterClear		<Gerät> <Port>
	Output		<Gerät> <Port> <Leistung>
	Motor		<Gerät> <Port> <Richtung> <Leistung>
	MotorP		<Gerät> <Port> <Endschalter> <Pulsgeber> <Richtung> <Leistung> <Pulszahl>
	MotorE		<Gerät> <Port> <Endschalter> <Richtung> <Leistung> <Pulszahl>
	MotorES		<Gerät> <Port> <Sync.Port> <Richtung> <Leistung> <Pulszahl>
	Servo		<Gerät> <Servo-Kanal> <Sollwert>
Variable	Init		<Name> <Wert>
	From...	FromIn	<Gerät> <Port> <Eingangstyp> <Variable>
		FromKeypad	<Variable> <Min.-Wert> <Max.-Wert>
		FromDial	<Variable> <Min.-Wert> <Max.-Wert> <Text>
		FromButtons	<Variable> <ButtonText 1> ... <ButtonText 7>
		FromPoly	<Zielvariable> <Eingangsvariable> <c1> <c2> <c3> <c4>
		FromSys	<Variable> <Datenquelle>
	QueryVar		<Variable>
	IfVar		<Variable> <Bedingung> <Vergl.-Wert> <Sprungziel>
	Calc		<Zielvariable> <Operand 1> <Operator> <Operand 2>
	Arrays	ArrayInit	<Array>
		Array	<Variable> <Operation> <Array> <Index>
		ArrayStat	<Variable> <Operation> <Array>
		QueryArray	<Array>
		ArrayLoad	<Array> <Auswahlmodus>
		ArraySave	<Array> <Dateihandlingmodus>
Steuerung	# comment		
	Tag		<Sprungmarke>
	Jump		<Sprungziel>
	LoopTo		<Sprungmarke> <Anzahl>
	Time	Delay	<Wartezeit>
		TimerQuery	
		TimerClear	
		IfTimer	<After Every> <Zeitdauer> <Sprungziel>
		Interrupt	<After Every> <Zeitdauer> <Zielmodulname>
		QueryNow	
	Stop		
	RIFShift		<Robo Interface Modulnummer>
Module	Call		<Modulname> <Zähler>
	CallExt		<Modulname> <Zähler>
	Return		
	Module		<Name>
	MEnd		
Interaktion	Print		<Text>
	Clear		
	Message		<Text>'<ButtonText>
	Logfile		<0 1 C>
	Grafik	Canvas	Canvas show
			Canvas hide
			Canvas clear
			Canvas update
			Canvas origin
			Canvas log
	Touch	WaitForTouch	
		WaitForRelease	
		IfTouchArea	<x1> <y1> <x2> <y2> <Sprungziel>

Ablaufplan „Turm von Hanoi“



A:
2 auf
greifen
1 auf
2 rechts
3 ab
lösen

B:
2 auf
2 links
1 ab
greifen
1 auf
1 rechts
2 ab
lösen

C:
1 auf
1 rechts
1 ab
greifen
2 auf
1 links
1 ab
lösen

D:
1 auf
1 links
2 ab
greifen
3 auf
2 rechts
3 ab
lösen

E:
2 auf
1 links
1 ab
greifen
1 auf
1 links
2 ab
lösen

F:
1 auf
1 rechts
1 ab
greifen
2 auf
1 rechts
1 ab
lösen

G:
1 auf
2 links
2 ab
greifen
3 auf
2 rechts
1 ab
lösen
2 ab

startIDE code listing:
projects/c_Hanoi3

=====

```

1:  # Hanoi
2:  #
3:  Output TXT 7 512
4:  Clear
5:  Print Fahre
   Referenzpunkte
   an...
6:  Call grundstellung 1
7:  Tag START
8:  Message Turm von
   Hanoi:<br>Bitte
   Tonnen in
   Startstellung
   bringen!'Start
9:  #
10: Clear
11: Print Programm
   laeuft...
12: # A
13: Print Schritt A
14: Call auf 2
15: Call greifen 1
16: Call auf 1
17: Call dreh_rechts 2
18: Call ab 3
19: Call loslassen 1
20: # B
21: Print Schritt B
22: Call auf 2
23: Call dreh_links 2
24: Call ab 1
25: Call greifen 1
26: Call auf 1
27: Call dreh_rechts 1
28: Call ab 2
29: Call loslassen 1
30: # C
31: Print Schritt C
32: Call auf 1
33: Call dreh_rechts 1
34: Call ab 1
35: Call greifen 1
36: Call auf 2
37: Call dreh_links 1
38: Call ab 1
39: Call loslassen 1
40: # D
41: Print Schritt D
42: Call auf 1
43: Call dreh_links 1
44: Call ab 2
45: Call greifen 1
46: Call auf 3
47: Call dreh_rechts 2
48: Call ab 3
49: Call loslassen 1
50: # E

```

```

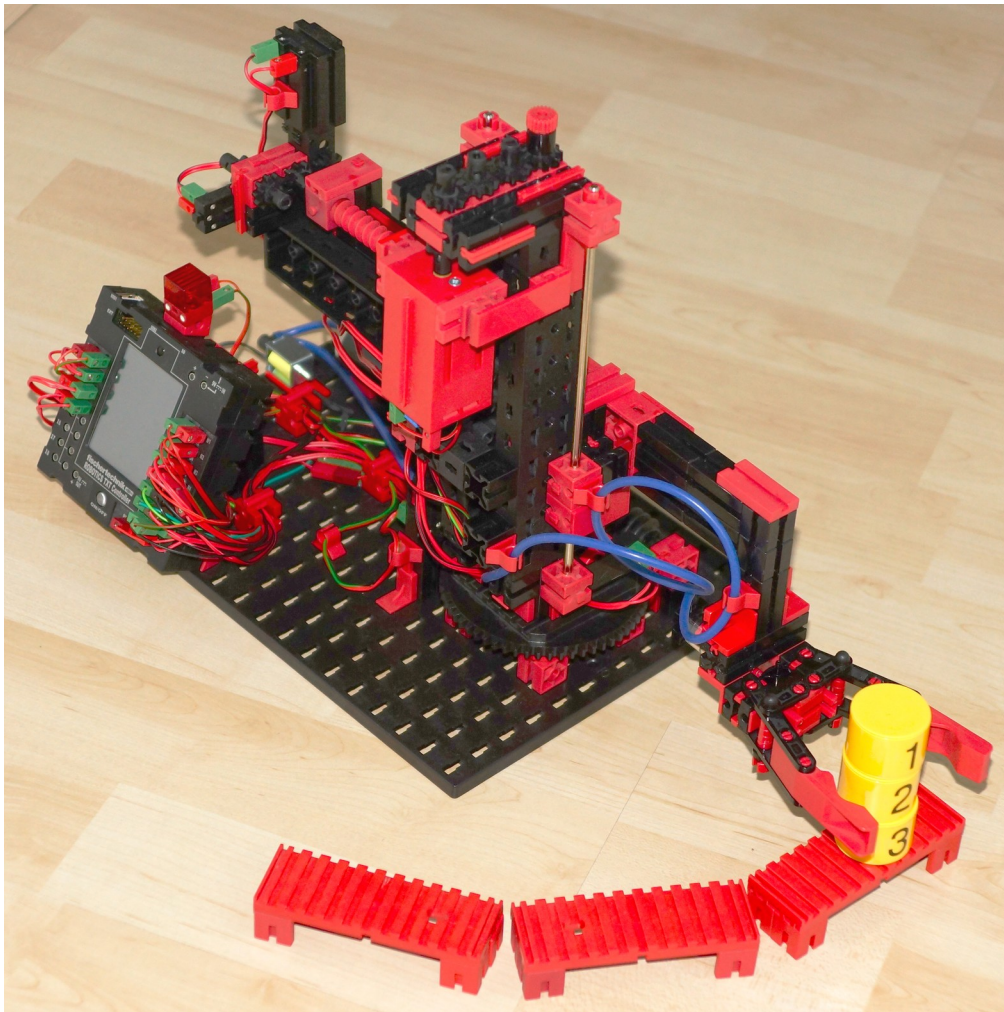
51: Print Schritt E
52: Call auf 2
53: Call dreh_links 1
54: Call ab 1
55: Call greifen 1
56: Call auf 1
57: Call dreh_links 1
58: Call ab 2
59: Call loslassen 1
60: # F
61: Print Schritt F
62: Call auf 1
63: Call dreh_rechts 1
64: Call ab 1
65: Call greifen 1
66: Call auf 2
67: Call dreh_rechts 1
68: Call ab 1
69: Call loslassen 1
70: # G
71: Print Schritt G
72: Call auf 1
73: Call dreh_links 2
74: Call ab 2
75: Call greifen 1
76: Call auf 3
77: Call dreh_rechts 2
78: Call ab 1
79: Call loslassen 1
80: #
81: Call ab 3
82: Call freiheben 1
83: Message Ablauf
   beendet.'Okay
84: Print ...und
   zurueck!
85: Call greifen 1
86: Call auf 1
87: Call dreh_links 2
88: Call ab 1
89: Call loslassen 1
90: #
91: Print
   Hoehen
   referenzierung
92: Call g2 1
93: Jump START
94: #
95: # Ende
96: #
97: Module
   grundstellung
98: Call loslassen
99: MotorP TXT 3 2 3 l
   512 9999
100: MotorE TXT 2 4 1
   512 9999

```

```

101: MotorE TXT 2 4 r
   512 1150
102: MotorE TXT 1 1 l
   512 9999
103: Call g2 1
104: MEnd
105: Module g2
106: MotorE TXT 2 4 l
   512 9999
107: Call freiheben 1
108: MEnd
109: # Arm
110: Module vor
111: MotorP TXT 3 2 3 r
   512 10
112: MEnd
113: Module zurueck
114: MotorP TXT 3 2 3 r
   512 10
115: MEnd
116: # Heben
117: Module ab
118: MotorE TXT 2 4 l
   512 350
119: MEnd
120: Module auf
121: MotorE TXT 2 4 r
   512 350
122: MEnd
123: Module freiheben
124: MotorE TXT 2 4 r
   512 85
125: MEnd
126: # Drehen
127: Module dreh_rechts
128: MotorE TXT 1 1 r
   512 375
129: MEnd
130: Module dreh_links
131: MotorE TXT 1 1 l
   512 375
132: MEnd
133: # Greifer
134: Module loslassen
135: Output TXT 8 0
136: Delay 100
137: MEnd
138: Module greifen
139: Output TXT 8 512
140: Delay 100
141: MEnd

```



I/O Belegungsplan des Hanoi-Roboters:

Achse 1: Drehachse

**Encodermotor an Ausgang M1 und Zähler C1, Endschalter I1
Endschalter in Drehrichtung links.**

Achse 2: Hochachse

**Encodermotor an Ausgang M2 und Zähler C2, Endschalter I4
Endschalter in Drehrichtung links → unten.**

Achse 3: Längsachse

**S-Motor an Ausgang M3 mit Pulsrad an I3 und Endschalter I2
Endschalter in Drehrichtung links → hinten.**

Magnetventil für Greifer und Kompressor parallel an O8

Blink-LED an O7