

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	7
1 Entwicklungsumgebung	15
1.1 Entwurf eines Virtuellen Instruments (VIs)	15
1.1.1 Startfenster	15
1.1.2 Frontpanel und Blockdiagramm	15
1.2 Arbeiten in den Fenstern	17
1.2.1 Bearbeitung Frontpanel	18
1.2.2 Bearbeitung Blockdiagramm	19
1.3 Ausführen eines VI	21
1.4 Werkzeugpalette	23
1.5 Kontextmenü	24
1.5.1 Kontextmenü von Bedien- und Anzeigeelementen	24
1.5.2 Kontextmenü von Funktionsobjekten im Blockdiagramm	25
1.5.3 Kontextmenü einer Verbindungsleitung	26
1.6 Hilfsmittel	26
1.6.1 Beispiele suchen	26
1.6.2 LabVIEW-Hilfe	27
1.6.3 Kontexthilfe	27
1.6.4 Hilfsmittel im Bearbeitungsmodus	28
1.6.5 Hilfsmittel im Ausführungsmodus	29
1.7 Umgang mit Objekten	30
1.7.1 Markieren von Objekten	30
1.7.2 Objektgröße ändern	31
1.8 Express-VI	32
1.9 Diverses	33
1.9.1 Passwortschutz	33
1.9.2 EXE-Programm	33
1.9.3 Blockdiagramm neu zeichnen	33
1.9.4 VI speichern	33
1.9.5 VI ausdrucken	34
1.9.6 Tastenkombinationen (Shortcuts)	34
2 Numerische Funktionen	35
2.1 Bedienelemente zur Eingabe numerischer Daten (Datenquellen)	35
2.2 Anzeigeelemente zur Ausgabe numerischer Daten (Datensenken)	35
2.3 Formelknoten	39
2.4 Ausdrucksknoten	40
<i>Aufgaben</i>	42
3 Boolesche Funktionen	51
3.1 Vergleichen numerischer Werte	52
3.2 Logische Verknüpfungen	53
<i>Aufgaben</i>	57

4	Schleifen	63
	4.1 While-Schleife	64
	4.2 For-Schleife	65
	4.3 Ablaufreihenfolge	70
	<i>Aufgaben</i>	72
5	Graphische Anzeigen	81
	5.1 Signalverlaufdiagramm	82
	5.2 Signalverlaufgraph	84
	5.3 XY-Graph	86
	<i>Aufgaben</i>	89
6	Case	95
	6.1 Boolesche Case-Struktur	95
	6.2 Numerische Case-Struktur	96
	6.3 Ringelement	97
	6.4 Enum	98
	<i>Aufgaben</i>	100
7	Sequenz und lokale Variable	107
	7.1 Sequenz	107
	7.2 Gestapelte Sequenz	109
	7.3 Lokale Variable	110
	<i>Aufgaben</i>	112
8	SubVI	115
	8.1 Erstellen eines SubVI	115
	8.2 Benutzung des SubVI	116
	8.3 Automatische Erstellung eines SubVI	117
	<i>Aufgaben</i>	119
9	Strings	123
	<i>Aufgaben</i>	128
10	Cluster	133
	10.1 Erstellen eines Clusters	133
	10.2 Reihenfolge der Cluster-Elemente	134
	10.3 Fehler-Cluster	136
	<i>Aufgaben</i>	138
11	Array	143
	11.1 Erstellen eines Arrays	143
	11.2 Lottozahlengenerator	144
	11.3 Autoindizierung	146
	<i>Aufgaben</i>	147

12	Datei-I/O	153
	12.1 Speichern von Daten	153
	12.2 Pfadangabe	157
	12.3 Lesen von Dateien	159
	<i>Aufgaben</i>	161
13	Messen mit LabVIEW	167
	13.1 Der Befehlssatz SCPI	168
	13.2 Measurement & Automation Explorer	170
14	Serielle Schnittstelle	173
	14.1 Anschluss eines Messgeräts	173
	14.2 Datenübertragung	173
	14.3 Ablaufsteuerung (Flow Control)	174
	14.4 Betriebsarten	175
	14.5 RS-232 mit LabVIEW	176
	<i>Aufgaben</i>	178
15	GPIB-Schnittstelle	183
	15.1 Aufbau eines GPIB-Messsystems	183
	15.2 Aufbau des IEC-Busses	184
	15.3 Allgemeine Daten eines IEC-Bus-Systems	185
	15.4 GPIB mit LabVIEW	186
	<i>Aufgaben</i>	187
16	NI myDAQ	193
	16.1 Anschlussmöglichkeiten	193
	16.2 Spannungsmessung mit Eingang AI0 und DAQ-Assistent	194
	16.3 Datentyp «Dynamisch»	196
	16.4 Spannungsmessung mit AI0 und DAQmx	196
	16.5 Datentyp Signalverlauf	199
	16.6 Spannungsausgabe	200
	16.7 Digitale Ein- und Ausgabe mit DAQ-Assistent	200
	16.8 Digitale Ein- und Ausgabe mit DAQmx	201
	<i>Aufgaben</i>	205
	Lösungen	213
	ASCII-Code	276
	Steuerzeichen	277
	Literaturverzeichnis	278
	Stichwortverzeichnis	279

Aufgaben

Kapitel 2 Numerische Funktionen

Aufgabe 2.01	Temperaturumrechnung	42
Aufgabe 2.02	Gesamtwiderstand	43
Aufgabe 2.03	Kugel / Kegel	44
Aufgabe 2.04	Höhenmessung / Sonnenstand	45
Aufgabe 2.05	Zylinderdichte	46
Aufgabe 2.06	Leitungslänge	47
Aufgabe 2.07	Geschwindigkeitsmessung	48
Aufgabe 2.08	Zeit	49
Aufgabe 2.09	Farbsynthese	50

Kapitel 3 Boolesche Funktionen

Aufgabe 3.01	Soll-Ist-Vergleich	57
Aufgabe 3.02	Safe Schloss	58
Aufgabe 3.03	Bargraph	58
Aufgabe 3.04	Füllstand	60
Aufgabe 3.05	DIP-Schalter	61

Kapitel 4 Schleifen

Aufgabe 4.01	Würfel1	72
Aufgabe 4.02	Würfel2	73
Aufgabe 4.03	Sägezahn	74
Aufgabe 4.04	Netzteil	75
Aufgabe 4.05	Blinklicht	76
Aufgabe 4.06	Schleifenfunktionen1	77
Aufgabe 4.07	Schleifenfunktionen2	78
Aufgabe 4.08	Schleifenfunktionen3	79
Aufgabe 4.09	Schleifenfunktionen4	80

Kapitel 5 Graphische Anzeigen

Aufgabe 5.01	Frequenzänderung / Phasenverschiebung	89
Aufgabe 5.02	Augenblicksleistung	90
Aufgabe 5.03	Blindwiderstand	91
Aufgabe 5.04	Lissajous-Figur	92
Aufgabe 5.05	Flimmer-Box	93

Kapitel 6 Case

Aufgabe 6.01	Taschenrechner	100
Aufgabe 6.02	Obstpreise	102
Aufgabe 6.03	Winkelfunktionen	102
Aufgabe 6.04	Würfelanzeige	103
Aufgabe 6.05	Stern-Dreieck-Umrechnung	104
Aufgabe 6.06	Durchflussmessung	105

Kapitel 7 Sequenz und lokale Variable

Aufgabe 7.01	Wartezeitmessung / Eieruhr	112
Aufgabe 7.02	Summe $1/x$	113
Aufgabe 7.03	Würfeltreffer	113

Kapitel 8 SubVI

Aufgabe 8.01	Rechenoperationen	119
Aufgabe 8.02	SubVI Tiefpass / Hochpass	120
Aufgabe 8.03	Übertragungsfunktion	121
Aufgabe 8.04	Rechteckschwingung	122

Kapitel 9 Strings

Aufgabe 9.01	Stringumwandlungen	128
Aufgabe 9.02	Stringfunktionen1	129
Aufgabe 9.03	Stringfunktionen2	130
Aufgabe 9.04	ASCII-Generator	131
Aufgabe 9.05	Datum/Zeitangabe als String	132

Kapitel 10 Cluster

Aufgabe 10.01	Buchkarteikarte	138
Aufgabe 10.02	Prüfprotokoll	139
Aufgabe 10.03	Zeitstempel	140
Aufgabe 10.04	Messstellen	141
Aufgabe 10.05	Fehler-Cluster	142

Kapitel 11 Array

Aufgabe 11.01	Arrayfunktionen	147
Aufgabe 11.02	Zehn Lottospiele	148
Aufgabe 11.03	Jahrestabelle	149
Aufgabe 11.04	Trefferwahrscheinlichkeit	150
Aufgabe 11.05	Messwertsortierer	151
Aufgabe 11.06	Phrasengenerator	152

Kapitel 12 Datei-I/O

Aufgabe 12.01	Bandpassdaten speichern	161
Aufgabe 12.02	Bandpassdaten lesen	162
Aufgabe 12.03	Lottozahlen-Datei	163
Aufgabe 12.04	Niederschlagsmessung	164

Kapitel 14 Serielle Schnittstelle

Aufgabe 14.01	Nur-Senden-Modus	178
Aufgabe 14.02	Senden und Empfangen	179
Aufgabe 14.03	Messung konfigurieren	180

Kapitel 15 GPIB-Schnittstelle

Aufgabe 15.01 Messgerät bedienen	187
Aufgabe 15.02 Frequenzgenerator wobbeln	189
Aufgabe 15.03 Tiefpass-Messung	190
Aufgabe 15.04 Diodenkennlinie	191

Kapitel 16 NI myDAQ

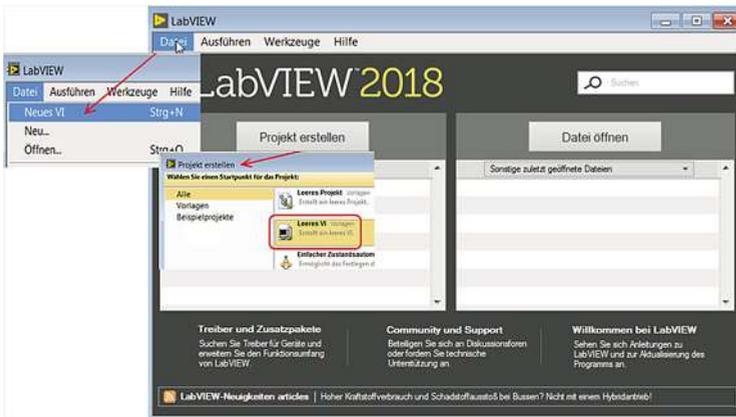
Aufgabe 16.01 Pt100-Messung	205
Aufgabe 16.02 Sägezahnspannung	206
Aufgabe 16.03 Kennlinie Solarmodul	207
Aufgabe 16.04 Kennlinien darstellen	208
Aufgabe 16.05 Klangkontrolle	209
Aufgabe 16.06 Signalverlauf	210

1 Entwicklungsumgebung

1.1 Entwurf eines Virtuellen Instruments (VIs)

1.1.1 Startfenster

Nach dem Aufruf von LabVIEW erscheint das Eröffnungsfenster.



Der Start für den Entwurf eines neuen LabVIEW-Programms (VI) erfolgt entweder – mit *Datei* → *Neues VI* oder

– unter *Projekt erstellen* und einem Doppelklick auf → *Leeres VI*.

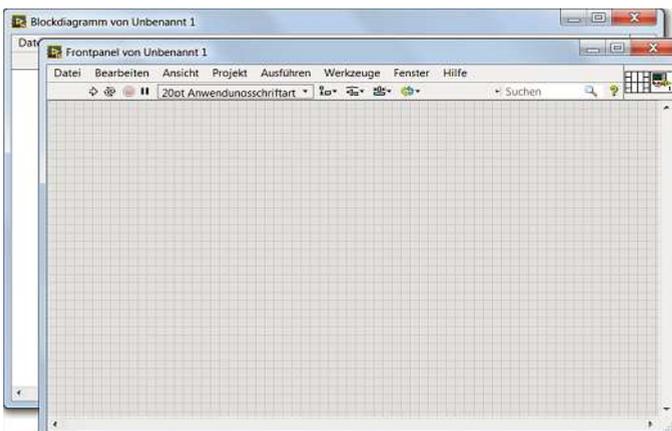
Der Aufruf von vorhandenen VIs erfolgt mit dem Auswahlpunkt *Datei öffnen*.

Startet man mit *Neues/Leeres VI*, öffnen sich zwei hintereinander liegende, leere Fenster.

Man befindet sich im *Bearbeitungsmodus*.

1.1.2 Frontpanel und Blockdiagramm

Ein Klick in das jeweilige Fenster bringt es in den Vordergrund.

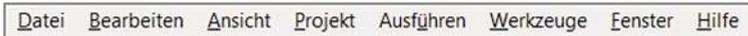




Strg+T öffnet beide Fenster auf dem Bildschirm. Der Menüpunkt *Fenster* erlaubt die Auswahl, ob sie nebeneinander oder untereinander dargestellt werden.

Hauptmenü

Beide Fenster besitzen am oberen Rand ein Menü mit 8 Menüpunkten.



Das Hauptmenü bietet die Grundfunktionen für den Umgang mit einem VI, wie Speichern, Drucken, Start und Stopp, Zugriff auf Bearbeitungs- und Hilfsfunktionen sowie auf Zusatzprogramme.

Viele Funktionen des Hauptmenüs sind auch mit Tastenkombinationen (Shortcuts, z.B. **Strg+T**) aufrufbar. Nichtausführbare Menüpunkte sind ausgegraut.

Häufig gebrauchte Menüpunkte des Hauptmenüs findet man als Icon in den beiden Symbolleisten der jeweiligen Fenster.

Symbolleiste Frontpanel



zur Ausführung eines VI

zum Anordnen der Objekte

Symbolleiste Blockdiagramm



zur Ausführung eines VI

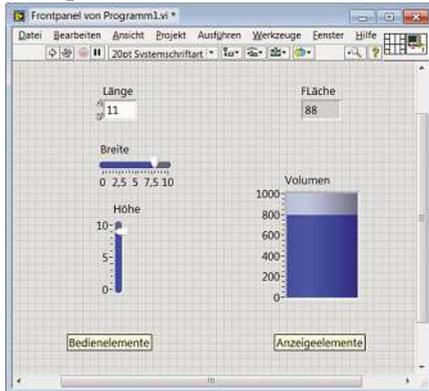
Wahl der Schriftart

zum Anordnen der Objekte

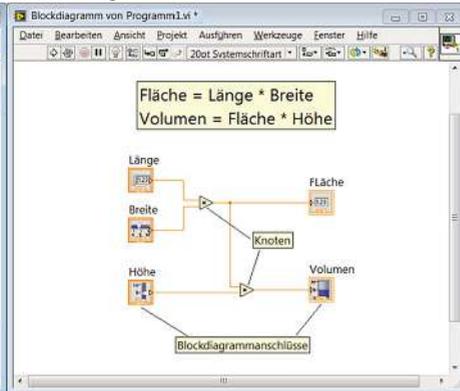
Nachfolgendes VI soll entworfen werden.

Funktion: Es besitzt die drei Eingabelemente *Länge*, *Breite* und *Höhe* und die beiden Ausgabelemente *Fläche* und *Volumen*. Aus den Eingabewerten werden die Ausgabewerte berechnet.

Frontpanel



Blockdiagramm



Frontpanel

ist die Bedienoberfläche des Programms. Es dient zur Eingabe von Daten oder Aktionen und stellt Ergebnisse und Ausgaben dar. Es ist die Schnittstelle zum Benutzer. Alle Bedienelemente und alle Anzeigeelemente werden auf der grau karierten Oberfläche platziert.

*Bedienelement = Eingabeelement = Datenquelle
Anzeigeelement = Ausgabeelement = Datensinke*

Blockdiagramm

ist das eigentliche Programm. Darin wird der Programmablauf festgelegt, hier werden die Daten bearbeitet. Die auf dem Frontpanel befindlichen Bedien- und Anzeigeelemente findet man hier als Funktionsblöcke mit Anschlüssen. Man nennt sie **Blockdiagrammanschlüsse**.

Eine Verbindung dieser Blockdiagrammanschlüsse durch Leitungen erlaubt den Datentransport zwischen Ein- und Ausgabe. Durch Einfügen von zusätzlichen Funktionsobjekten (man nennt sie allgemein **Knoten**) mit unterschiedlichen Funktionen (Addieren, Multiplizieren) ist eine vielseitige Bearbeitung der Daten möglich.

1.2 Arbeiten in den Fenstern

Für das Arbeiten in den Fenstern stehen zwei Menütypen zur Verfügung:

- Im Hauptmenü oder einer Symbolleiste wird mit dem Mauszeiger und Linksklick ein Menüpunkt oder ein Icon ausgewählt.
- Der Mauszeiger zeigt auf ein beliebiges Objekt, und ein Rechtsklick der Maus öffnet **das Kontextmenü**: Es zeigt alles an, was an dieser Stelle mit dem Objekt möglich ist. Die Auswahl wird mit Linksklick bestätigt.

Achtung:

Das Kontextmenü ändert sich bei einem Objekt – je nachdem, welche Stelle / Eingang / Ausgang man mit der Maus anwählt.



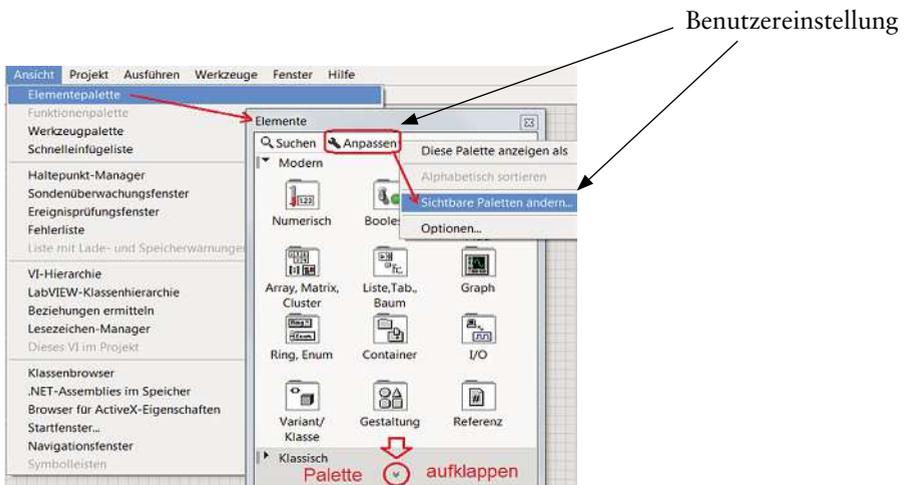
Woher kommen die Eingabe-/Ausgabelemente für das Frontpanel bzw. die Funktionsknoten des Blockdiagramms?

Sie stehen dem Benutzer auf sog. **Paletten** zur Verfügung. Sie sind über das Hauptmenü oder über das Kontextmenü der Arbeitsfläche (Rechtsklick) aufrufbar und enthalten alle Bauteile für die Bearbeitung der beiden Fenster. Da jedes Fenster unterschiedliche Aufgaben hat, besitzt jedes auch unterschiedliche Paletten.

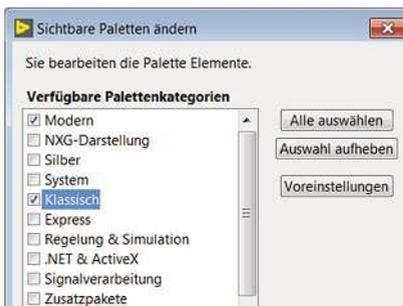
1.2.1 Bearbeitung Frontpanel

Auf dem Frontpanel werden Bedienelemente und Anzeigeelemente zur Datenein- und -ausgabe platziert. Dem Frontpanel zugeordnet ist die **Elementpalette**.

Man erhält sie im Frontpanelmenü unter **Ansicht → Elementpalette**.



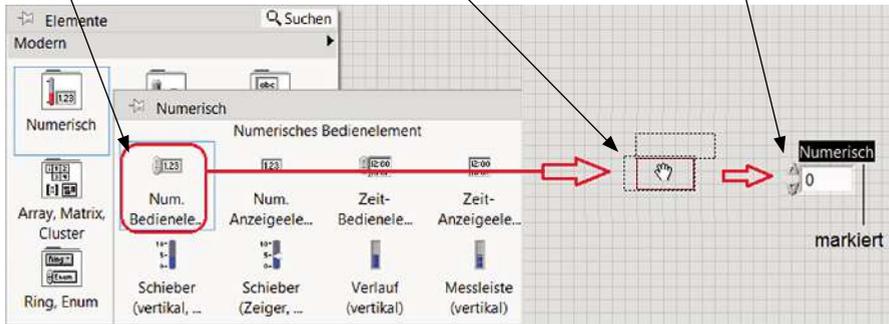
Klappt man die Elementpalette unten auf, sieht man, dass sie etliche Unterpalletten enthält, die zugeklappt (▶) oder aufgeklappt (▼) darstellbar sind.



Da in diesem Buch nur wenige Paletten gebraucht werden, kann man sich zur besseren Übersicht den Inhalt seiner «eigenen» Elementpalette zusammenstellen. Dazu auf **Anpassen → Sichtbare Paletten ändern** klicken, im erscheinenden Auswahlmenü zum Löschen der Voreinstellung auf **Auswahl aufheben** klicken und die beiden Punkte
 → **Modern** und
 → **Klassisch** auswählen.

Nach dieser Einstellung liefert ein Rechtsklick auf die leere Frontpaneloberfläche die Elementpalette, d.h., es ist eine Platzierung von Elementen möglich.

Von der Unterpalette *Modern* → *Numerisch* ein numerisches Bedienelement mit Linksklick auswählen, auf die Arbeitsfläche schieben und mit Linksklick ablegen.

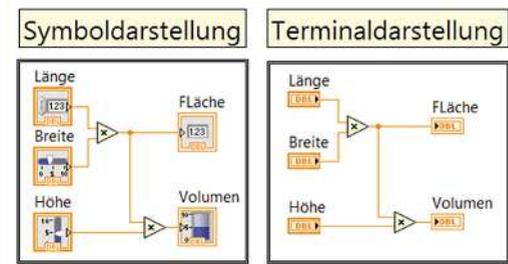


Direkt nach dem Ablegen des Objekts ist die voreingestellte Beschriftung schwarz markiert und kann sofort in die Bezeichnung Länge geändert werden.

Aufgabe: Platzieren Sie die noch fehlenden Ein- und Ausgabebestandteile auf das Frontpanel.

1.2.2 Bearbeitung Blockdiagramm

Im Blockdiagramm sind die auf dem Frontpanel platzierten Bedien- und Anzeigeelemente als Symbole oder als Terminals zu sehen. Vor dem Platzieren kann die Einstellung im Hauptmenü unter *Werkzeuge* → *Optionen* → *Blockdiagramm* → *Allgemein* → *Frontpanel-Elemente als Symbole darstellen* gewählt werden.



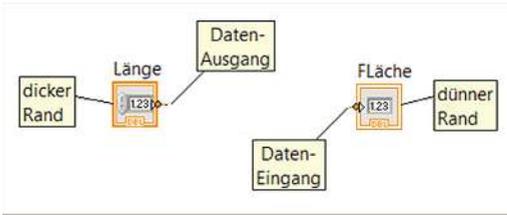
Es gibt keinen Funktionsunterschied zwischen den Darstellungen. Viele Symbole zeigen die Funktion der Elemente an, die Terminals benötigen weniger Platz. Eine Umschaltung der Darstellung ist im Kontextmenü möglich: *Als Symbol anzeigen* ein- oder ausschalten.

Im Blockdiagramm stehen die vom Bediener eingestellten Werte als Daten zur Verarbeitung bereit.

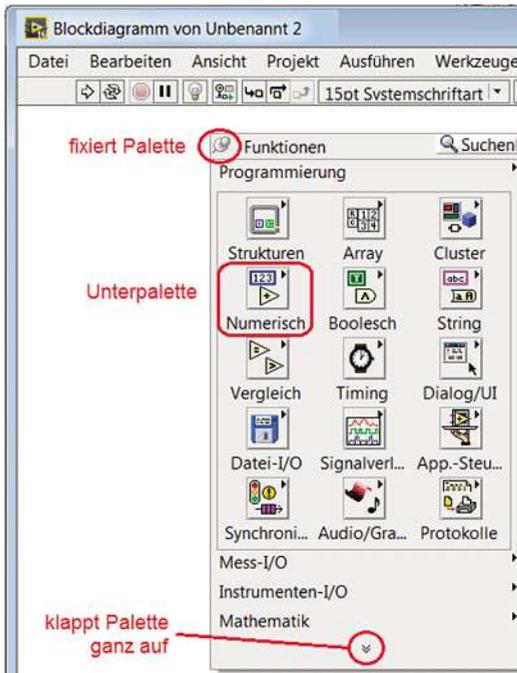
Grundsatz

- Ein Bedienelement ist eine Datenquelle und besitzt rechts einen Ausgang.
- Ein Anzeigeelement ist eine Datensenke und besitzt links einen Eingang.





Die Bearbeitung der Daten erfolgt mit Objekten, die unterschiedliche **Funktionen** ausführen. Die dem Frontpanel zugeordnete Palette ist die *Funktionenpalette*.



Sie wird im Blockdiagramm mit einem rechten Mausklick aufgerufen.

Mit einer Pinnnadel links oben lässt sich die Funktionenpalette fixieren, mit dem Symbol ∇ unten ganz aufklappen.

Die Palette *Programmierung* ist aufgeklappt dargestellt und zeigt die am häufigsten gebrauchten Unterpaletten an.

Eine Anpassung an eigene Bedürfnisse wie bei der Elementpalette ist möglich, aber mit den voreingestellten Paletten

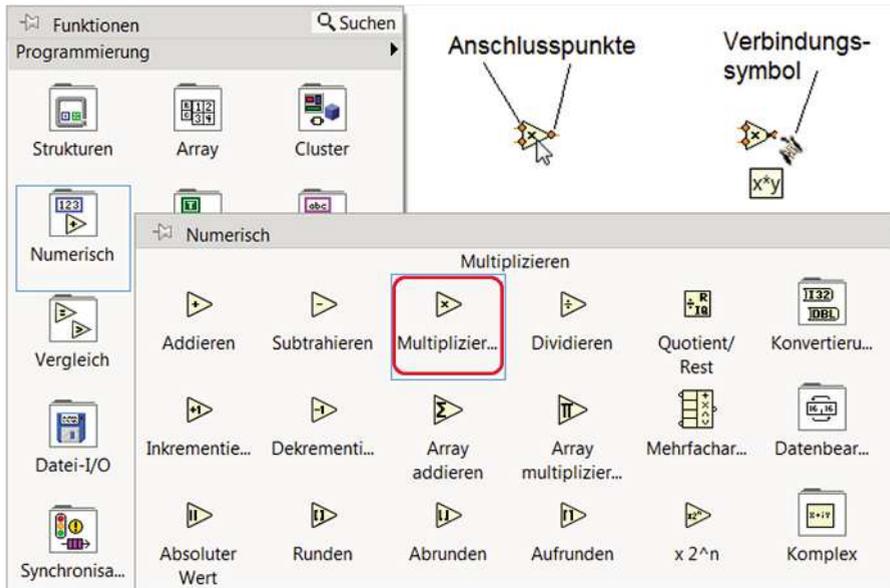
→ *Mess-I/O*

→ *Instrumenten-I/O* und

→ *Mathematik*

nicht nötig.

Von der Unterpalette *Programmierung* → *Numerisch* ein Objekt mit Multiplizierfunktion auswählen, auf die Arbeitsfläche schieben und mit Linksklick ablegen.



Die Maus über dem Objekt zeigt die Anschlusspunkte für Leitungen. Über einen Anschlusspunkt verwandelt sich der Mauszeiger in eine Drahtrolle. Ein Linksklick befestigt daran eine Leitung, die zu einem anderen Anschluss oder Leitung gezogen und dort befestigt werden kann.

Im vorliegenden Beispiel wird der Ausgang der Multiplizierfunktion mit dem Eingang des Anzeigeelements Fläche verbunden.



Aufgabe: Fügen Sie noch eine weitere Multiplizierfunktion ein und erstellen Sie die fehlenden Verbindungen.

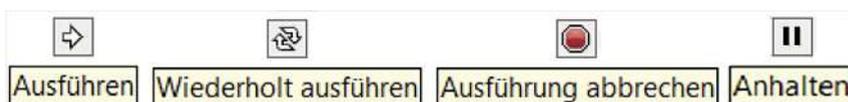
Ist das VI fertig, speichern Sie es mit **Strg+S** unter dem Namen *Programm1*.

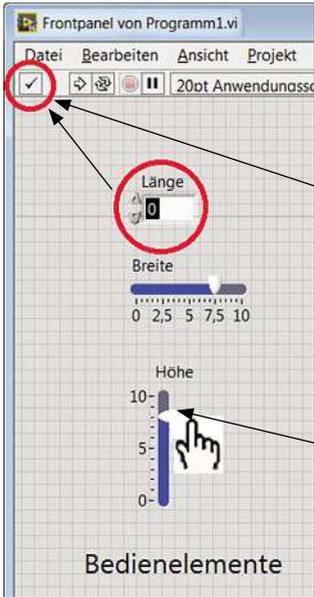
1.3 Ausführen eines VI



In der Symbolleiste ganz links findet man den Startknopf zur Ausführung. Wird er betätigt, befindet sich das VI im *Ausführungsmodus*: Das Programm läuft, das Karo im Frontpanel verschwindet.

Die Icons zum Start und Stopp des VI sind in den Symbolleisten beider Fenster vorhanden.





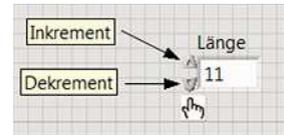
Sinnvolle Ergebnisse erhält man, wenn alle 3 Eingabewerte ungleich null sind. Dazu müssen Werte eingegeben bzw. eingestellt werden. Dies kann **vor** oder **während** der Programmausführung erfolgen. Ein Doppelklick auf das Eingabefeld von **Länge** markiert die enthaltene Zahl schwarz.

Sie kann durch eine nachfolgend eingegebene Zahl ersetzt werden.

Gleichzeitig erscheint am linken Rand der Symbolleiste die Schaltfläche **Texteingabe**.

Diese zeigt den aktiven Eingabemodus an. Er wird beendet durch die Enter-Taste oder einen Mausklick auf die Arbeitsfläche.

Wenn der Mauszeiger sich in eine Bedienhand  verwandelt, kann ein Eingabeelement mit der Maus bedient werden.

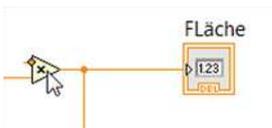


Im vorliegenden Fall ist die Ausführungsdauer sehr kurz, deshalb ist es sinnvoll,

das VI mit  **Wiederholt ausführen** zu starten und eine Änderung der Eingabewerte während des Programmlaufs vorzunehmen. Das Ergebnis wird sehr anschaulich dargestellt.

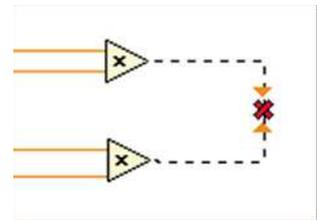
Das VI läuft so lange, bis es mit **Ausführung abbrechen** gestoppt wird.

Ist der **Ausführen**-Pfeil gebrochen , kann das VI nicht gestartet werden. Dies kommt vor, wenn sich Fehler im Programm befinden, wie z.B.



offener Eingang

oder



ungültige Verbindung (zwei Ausgänge).



Merken:

Löschen aller ungültigen Verbindungen mit **Strg+B**.

Klickt man trotzdem auf den gebrochenen **Ausführen**-Pfeil, so wird eine Fehlerliste angezeigt, die eine Beschreibung der vorhandenen Fehler enthält.

