LabVIEW 7 Express[™] –

Eine Einführung in 3 Stunden

Urheberrecht

Copyright © 2003 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

Laut Urheberrecht darf diese Unterlage nicht ohne vorherige Genehmigung von National Instruments Corporation auf irgendeine Art elektronisch oder mechanisch – einschließlich Fotokopien, Aufnahmen, Speichern auf einem Datenwiedergewinnungssystem oder Übersetzung – ganz oder in Teilen vervielfältigt oder übertragen werden.

Warenzeichen

ActiveMath, Analysis Advisor, AutomationView, AutomationWeb, BioBench, BridgeVIEW, CodeBuilder, CodeLink, ComponentWorks, Citadel, CVI, CVI-Logo, DASYLab, DataSocket, DAQAnalyzer, DAQArb, DAQCard, DAQ Designer, DAQInstruments, DAQMeter, DAQScope, DAQPad, DAQPnP, DAQSourceCode, DAQ-STC, DAQValue, DAQWare, EagleWare, FieldPoint, Flex ADC, FlexFrame, FlexMotion, HiQ, HiQ-Script, HotPnP, HS488, IMAQ, InsideVIEW, Instrumentation Studio, Instrumentation Newsletter, InstrumentationWeb, Instrupedia, IVI, LabSuite, LabVIEW, Lookout, LabWindows/CVI, MANTIS, Measure, Measurement-Ready-Logo, Measurement Suite, Micro GPIB, MIGA, MITE, National Instruments, National-Instruments-Logo, natinst.com, ni.com, NAT4882, NAT7210, NAT9914, NI-488, NI-488M, NI-488.2, NI-488.2M, NI-CAN, NI-DAQ, NI Developer Suite, NI-DNET, NI-DSP, NI-FBUS, NI-IMAQ, NI-SHEII, NI-PGIA, NI-VISA, NI-VXI, NIWeek, PXI, PXI-Logo, PXI Configurator, RTSI, SCXI, SmartCode, Spectrum Ware, StillColor, Take Measurements Not Estimates, TestStand, The Software is the Instrument, The Virtual Instrumentation Company, TIC, T&M Explorer, TNT4882, TNT4882C, TN4882I, Turbo-488, ValueMotion,VI UserNet, VirtualBench, VMEpc, VXI Integrator, VXIpc, VXIupdate, World Wide Instrumentation, Your Measurement and Automation Superstore sowie andere Namen, Logos, Symbole und Marken, die Produkte von National Instruments[™] kennzeichnen, sowie Dienstleistungen hierin sind entweder Warenzeichen oder registrierte Warenzeichen von National Instruments und können nicht ohne die schriftliche Genehmigung von National Instruments verwendet werden.

MATLAB® und Simulink® sind registrierte Warenzeichen von The MathWorks, Inc. Tektronix® und Tek sind registrierte Warenzeichen von Tektronix, Inc.

Andere Produkt- und Firmennamen sind die Warenzeichen oder Handelsbezeichnungen der jeweiligen Unternehmen.

NIs Internetpräsenz:	
E-Mail:	support@ni.com
FTP:	ftp.ni.com
Web-Adresse:	http://www.ni.com
Support:	http://www.ni.com/support
Deutschland:	http://www.ni.com/germany
	info.germany@ni.com
Österreich:	http://www.ni.com/austria
	ni.austria@ni.com
Schweiz:	http://www.ni.com/switzerland
	ni.switzerland@ni.com

Kontaktaufnahme mit NI per Telefon, Fax oder Post:

National Instruments	National Instruments	National Instruments	
Germany GmbH	Austria Ges.m.b.H.	Switzerland	
Konrad-Celtis-Str. 79	Plainbachstr. 12	Sonnenbergstr. 53	
D-81369 München	A-5101 Salzburg-Bergheim	CH-5408 Ennetbaden	
Tel.: 089 7413130	Tel.: 0662 457990-0	Tel.: 056 2005151	
Fax: 089 7146035	Fax: 0662 457990-19	Fax: 056 2005155	

Internationale Niederlassungen

Australien +61 2 9672 8846; Belgien +32 (0) 2 757 00 20; Brasilien +55 (11) 3262-3599; China: Hongkong +852 2645 3186, Shanghai +86 21 6555 7838, Shenzhen +86 755 8390 4939; Dänemark +45 45 76 26 00; Deutschland +49 (0) 89 7413130; Finnland +358 (0) 9 725 725 11; Frankreich +33 (0) 1 48 14 24 24; Griechenland +30 2 10 42 96 427; Großbritannien +44 (0) 1635 523545; Indien +91 80 419 0000; Italien +39 02 413091; Japan +81 3 5472 2970; Kanada (Québec) +1 514 694 8521; Korea +82 02 3451 3400; Mexiko +1 800 010 0793 (gebührenfrei); Neuseeland +64 09 914 0488; Niederlande +31 (0) 348 433 466; Norwegen +47 (0) 32 27 73 00; Österreich +43 (0) 662 457990-0; Polen +48 (0) 3390 150; Schweden +46 (0) 8 587 895 00; Schweiz +41 56 200 51 51; ASEAN/Singapur +65 6226 5886; Spanien +34 91 640 0085; Südafrika +27 0 11 805-8197; Taiwan +886 2 2528 7227; Anderegion/Karibik (gebührenfrei): Kolumbien: 9 809 133092, Peru 0 800 50614, Puerto Rico 800 433 3488, Venezuela 0 800 100 4466

National Instruments' Firmenhauptsitz

11500 N Mopac Expwy, Austin, TX 78759-3504, USA – Tel.: +1 512 683-0100

Inhaltsverzeichnis

Kursziele 2 Abschnitt I – Grundlagen 3 Vietuelle Instrumente (VIe) 4
Abschnitt I – Grundlagen
Virtualla Instrumenta (VIa)
v intuene instrumente (vis)4
Frontpanel
Blockdiagramm
Express-VIs, VIs und Funktionen
Paletten
Symbolleisten
Übung 1: Öffnen und Ausführen virtueller Instrumente
Erstellung eines VIs
Blockdiagramm
Datenflussprogrammierung
Hilfeoptionen
Übung 2: Erstellen eines VIs
Fehlersuche und -behebung
Abschnitt II – SubVIs
Blockdiagrammknoten 27
SubVIs
Symbol und Anschlussfeld 29
Schritte zur Erstellung eines SubVIs
Erstellung eines Symbols
Erstellung eines Anschlusses
Zuweisung von Anschlüssen zu Obiekten
Abspeichern des VIs
Einbau von SubVIs in übergeordnete VIs
Tipps zur Arbeit mit LabVIEW
Abschnitt III – Datenerfassung
Datenerfassungsterminologie
Hardware-Anbindung 42
Übung 3: Eine einfache Datenerfassungsanwendung
Abschnitt IV – Schleifen und Diagramme/Grafen
Schleifen
Diagramme/Grafen
Übung 4: Verwendung von Schleifen
Abschnitt V – Arrays & Datei-I/O
Hinzufügen eines Arrays im Frontpanel
Erstellung eines Arrays mithilfe einer Schleife
Erstellung von 2D-Arrays
Datei-I/O
Express-VI "LabVIEW-Messdaten in Datei schreiben"
Übung 5: Datenanalyse und -protokollierung
Über den Rahmen dieser Einführung hinaus





Es folgt eine Übersicht über die Inhalte und Ziele dieses Kurses.

Nach Absolvieren dieser Einführung sind Sie in der Lage,

- mithilfe von LabVIEW Anwendungen zu erstellen;
- die Funktion von Frontpanels, Blockdiagrammen sowie von Symbolen und Anschlussfeldern zu verstehen;
- die in LabVIEW integrierten Funktionen einzusetzen;
- LabVIEW-Programme zu erstellen und abzuspeichern, um sie als Subroutinen zu verwenden.

In diesem Kurs wird jedoch nicht auf folgende Themen eingegangen:

- Programmiermethodik
- Details sämtlicher LabVIEW-Funktionen und -Objekte
- Theorie der A/D-Wandlung (Analog-Digital-Wandlung)

Weitere Informationen hierzu finden Sie unter ni.com/zone sowie in entsprechender Fachliteratur.

Abschnitt I – Grundlagen

•LabVIEW-Terminologie

ni.com

- •Komponenten einer LabVIEW-Anwendung
- LabVIEW-Programmierwerkzeuge
- Applikationsentwicklung in LabVIEW





LabVIEW-Programme werden als virtuelle Instrumente (VIs) bezeichnet.

Die **Bedienelemente** in einem LabVIEW-Programm dienen zur Eingabe, die **Anzeigeelemente** hingegen zur Ausgabe von Daten.

Jedes VI besteht aus drei Hauptkomponenten:

- einem Frontpanel, über welches der Anwender mit dem VI interagiert;
- einem Blockdiagramm, das den Programmcode des VIs darstellt;
- einem Symbol/Anschluss, der zur Anbindung des VIs an weitere VIs dient.

Das Frontpanel dient zur Benutzerinteraktion während der Programmausführung. Es ermöglicht die Steuerung des Programms und die Änderung von Eingabewerten durch den Anwender sowie die Online-Darstellung der Daten. Die Eingabe von Werten erfolgt über Bedienelemente. So stehen u. a. Schieberegler beispielsweise zum Einstellen eines Alarmwerts, Kippschalter zum Ein-/Ausschalten sowie Schaltflächen, z. B. "Stopp" zum Beenden der Programmausführung, zur Verfügung. Anzeigeelemente hingegen werden zur Ausgabe von Daten verwendet. Thermometer, LEDs und sonstige Anzeigeelemente zeigen die vom Programm gelieferten Werte an. Bei diesen Werten handelt es sich beispielsweise um Daten, Programmzustände und diverse andere Informationen.

Jedes Bedien- bzw. Anzeigeelement auf dem Frontpanel verfügt über einen entsprechenden Anschluss im Blockdiagramm. Bei der Ausführung eines VIs fließen die über Bedienelemente eingegebenen Werte durch das Blockdiagramm; hier werden sie von Funktionen weiterverarbeitet und die Ergebnisse anschließend an weitere Funktionen und/oder Anzeigeelemente übergeben.



Das Frontpanel stellt die Benutzeroberfläche des VIs dar. Der Entwickler erstellt das Frontpanel mittels Bedien- und Anzeigeelementen, die als interaktive Ein- bzw. Ausgabeelemente des VIs fungieren. Zu den Bedienelementen gehören Dreh-knöpfe, Druck-Schalter, Drehregler und andere Eingabeelemente. Anzeigeelemente sind z. B. Grafen oder LEDs. Die Bedienelemente auf dem Frontpanel simulieren also entsprechende reale Eingabeeinheiten und ermöglichen die Übergabe von Werten an das Blockdiagramm (Steuerprogramm) des VIs. Anzeigeelemente ahmen ihrerseits physische Ausgabeeinheiten nach und zeigen die im Rahmen des Programms erfassten bzw.

Auf dem Bild dient ein boolesches Bedienelement als **Ein-/Ausschalter**. Ein boolesches Element kann nur zwei mögliche Werte annehmen: TRUE oder FALSE (wahr oder falsch). Dabei behält es den Wert FALSE, bis der Schalter betätigt wird. Klickt man mit der Maus auf den Schalter, so nimmt dieses Eingabeelement den Wert TRUE an. Beim mit **Temperaturverlauf** beschrifteten Anzeigeelement handelt es sich um ein Signalverlaufs-Diagramm. Es ist in der Lage, Zahlenwerte im Zeitverlauf darzustellen. In diesem Fall wird die Temperatur in Grad Celsius bzw. Fahrenheit gegen die Zeit in Sekunden (s) abgetragen.

Das Frontpanel besitzt auch eine Symbolleiste, auf deren Funktionen aber erst im weiteren Verlauf dieses Kurses eingegangen werden soll.



Das Blockdiagramm enthält den grafischen Quellcode. Frontpanel-Objekte erscheinen im Blockdiagramm in Form entsprechender **Anschlüsse**. Darüber hinaus weist das Blockdiagramm Funktionen und Strukturen aus den integrierten LabVIEW-VI-Bibliotheken auf. Sämtliche Knoten im Blockdiagramm einschließlich der Anschlüsse von Bedien- und Anzeigeelementen, Funktionen und Strukturen sind mit anderen Blockdiagrammobjekten verbunden ("verdrahtet").

Im abgebildeten Blockdiagramm ruft das SubVI **Temp** die Subroutine auf, die einen von der Datenerfassungskarte erfassten Temperaturwert einliest. Dieser Temperaturwert wird sodann zusammen mit dem Verlauf der Durchschnitts-temperatur im Signalverlaufs-Diagramm **Temperaturverlauf** dargestellt. Beim Schalter **Ein/Aus** handelt es sich um ein boolesches Bedienelement auf dem Frontpanel, mit dessen Hilfe sich die Ausführung der WHILE-Schleife beenden lässt. Zudem ist die WHILE-Schleife mit einer Timing-Funktion zur Steuerung der Wiederholfrequenz der Schleife versehen.



Mit LabVIEW 7.0 wurde eine neue Art von SubVI eingeführt – das so genannte "Express-VI". Hierbei handelt es sich um interaktive VIs, deren Funktionalität über ein spezielles Dialogfenster entsprechend den Anforderungen des Anwenders konfiguriert werden kann. Anschließend erstellt LabVIEW gemäß den vorgenommenen Einstellungen ein SubVI.

Ein Standard-VI hingegen ist ein aus Frontpanel und Blockdiagramm bestehendes VI, das innerhalb eines übergeordneten VIs zum Einsatz kommt.

Funktionen sind die sämtlichen VIs zugrunde liegenden Bausteine. Sie verfügen weder über Frontpanel noch über Blockdiagramm.



Mithilfe der **Elemente**palette platzieren Sie Bedien- und Anzeigeelemente auf dem Frontpanel. Diese Palette steht nur für das Frontpanel zur Verfügung. Öffnen Sie die **Elemente**palette über den Menüpunkt **Fenster>>Elementepalette anzeigen**. Alternativ können Sie mit der rechten Maustaste an einer freien Stelle des Frontpanels klicken. Wenn Sie die **Elemente**palette auf dem Bildschirm verankern möchten, klicken Sie auf das Reißzwecken-Symbol in der linken oberen Ecke der Palette.

Die **Funktionen**palette hingegen dient zur Erstellung des Blockdiagramms. Sie steht ausschließlich für das Blockdiagramm zur Verfügung. Öffnen Sie die **Funktionen**-palette über den Menüpunkt **Fenster>>Funktionenpalette**. Alternativ können Sie mit der rechten Maustaste an einer freien Stelle im Blockdiagramm klicken. Wenn Sie die **Funktionen**palette auf dem Bildschirm verankern möchten, klicken Sie auf das Reißzwecken-Symbol in der linken oberen Ecke der Palette.



Ist die automatische Werkzeugwahl aktiviert, wählt LabVIEW selbständig das jeweils geeignete Werkzeug von der **Werkzeug**palette, sobald Sie den Mauszeiger über ein Frontpanel- oder Blockdiagramm-Objekt bewegen. Zum Aktivieren bzw. Deaktivieren der automatischen Werkzeugwahl klicken Sie in der **Werkzeug**-Palette auf die Schaltfläche **Automatische Werkzeugwahl**.

Das Bedienwerkzeug dient zum Ändern des Werts eines Bedienelements bzw. als Cursor zur Texteingabe.

Mit dem Positionierwerkzeug können Objekte ausgewählt, bewegt und in ihrer Größe verändert werden. Dabei nimmt das Positionierwerkzeug die Form eines kleinen Doppelpfeils an, wenn der Mauszeiger beispielsweise auf die Ecken eines in der Größe veränderbaren Objekts bewegt wird.

Das Beschriftungswerkzeug wiederum wird verwendet, um Text zu bearbeiten und an beliebigen Stellen im Frontpanel bzw. Blockdiagramm freie Beschriftungen anzubringen. Bei der Erstellung einer Beschriftung verwandelt sich das Beschriftungswerkzeug in einen Cursor.

Das Verbindungswerkzeug dient zum Verbinden ("Verdrahten") von Blockdiagramm-Objekten.



- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Ausführen**, um das VI auszuführen. Während der Ausführung des VIs erscheint auf der Schaltfläche **Ausführen** ein schwarzer Pfeil, wenn es sich beim VI um eines der höchsten Ebene ("Top-Level-VI") handelt. Unter einem Top-Level-VI versteht man ein VI, das seinerseits von keinem übergeordneten VI aufgerufen wird und somit kein SubVI ist.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche Wiederholt ausführen, um das VI so lange ausführen zu lassen, bis Sie selbst die Ausführung unterbrechen bzw. ganz beenden. Durch einen erneuten Klick auf diese Schaltfläche können Sie den Modus der wiederholten Ausführung deaktivieren.
- Während der Ausführung des VIs steht die Schaltfläche Ausführung abbrechen *zur Verfügung*. Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um das VI ohne Verzögerung anzuhalten.

Hinweis: Vermeiden Sie zur Beendigung der Ausführung eines VIs, wenn möglich, die Verwendung der Schaltfläche **Ausführung abbrechen**. Lassen Sie statt dessen das VI bis zum Ende ausführen oder implementieren Sie die Möglichkeit der programmatischen Beendigung der Ausführung. Hierdurch ist das Ausführungsstadium des VIs zum Zeitpunkt der Beendigung bekannt. Fügen Sie beispielsweise auf dem Frontpanel eine Schaltfläche hinzu, die bei einem Klick die Ausführung des VIs beendet.

- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Pause**, um die Ausführung des VIs vorübergehend anzuhalten. Beim Klick auf die Schaltfläche **Pause** markiert LabVIEW im Blockdiagramm die Stelle, an der sich die Ausführung zum Zeitpunkt der Unterbrechung gerade befindet. Ein erneuter Klick auf die Schaltfläche **Pause** setzt die Ausführung des VIs fort.
- Im Pull-down-Menü **Texteinstellungen** können Sie die im VI verwendeten Schriftarten samt Größe, Formatierung und Farbe festlegen.
- Über das Pull-down-Menü **Objekte ausrichten** richten Sie Objekte an einer gemeinsamen Achse aus, beispielsweise vertikal zentriert, an der oberen oder linken Kante entlang etc.
- Verwenden Sie das Pull-down-Menü **Objekte anordnen**, um die Objekte gleichmäßig im Fenster zu verteilen, beispielsweise mit Abstand zueinander, dicht beisammen ohne Abstand usw.
- Über das Pull-down-Menü **Objektgröße verändern** legen Sie die Höhe und Breite von Frontpanel-Objekten fest.
- Verwenden Sie das Pull-down-Menü **Neuordnen**, wenn bei sich überlappenden Objekten bestimmt werden soll, welches vor oder hinter welchem dargestellt werden soll. Markieren Sie hierzu das betreffende Objekt mit dem Positionierwerkzeug aus und wählen Sie dann einen der Menüpunkte **Eins nach vorne**, **Eins nach hinten**, **Ganz nach vorne** oder **Ganz nach hinten**.

Die folgenden Schaltflächen erscheinen nur auf der Symbolleiste des Blockdiagramms:

- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Highlight-Funktion**, um den Fluss der Daten durch das Blockdiagramm mitzuverfolgen. Zum Deaktivieren der Highlight Funktion klicken Sie erneut auf diese Schaltfläche.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Hineinspringen**, um sich im Einzelschrittmodus in eine Schleife, ein SubVI etc. hineinzubegeben. Der Einzelschrittmodus ermöglicht die schrittweise Ausführung eines VIs – Knoten für Knoten. Dabei blinkt ein Knoten, wenn er zur Ausführung bereit ist. Durch Hineinspringen in einen Knoten können Sie diesen im Einzelschrittmodus ausführen.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Überspringen**, um eine Schleife, ein SubVI etc. zu überspringen. Durch Überspringen eines Knotens führen Sie diesen zwar aus, jedoch nicht im Einzelschrittmodus.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Herausspringen**, um aus einer Schleife, einem SubVI etc. herauszuspringen. Durch Herausspringen aus einem Knoten beenden Sie die Einzelschrittausführung dieses Knotens und begeben sich zum nächsten Knoten.

NI-Suchmaschi	ine für Beispiele			
Suchen Index	Übertragen Ein Do	oppelklick öffnet das Beispiel. 17 Reinniele enterrechen Illeren Suskluiterien.	Beschreibung	
Schlüsselworte	e eingeben	17 Beispiele entsprechen Ihren Suchkriterien	windowing a generated signal. This	
Signale		20 FFT of a Puise vi	example also displays the power	
		Advanced Heak Detector.vi	spectrum for the generated signal.	
	Suchen	Advanced I nreshold Peak Detector.vi	Note: You must have the LabVIEW	
Doppelklick as	uf Schlüsselworte	Arbitrary wave Display.vi	Full or Professional Development	
		Bandlimited Signal Generation vi	Systems to run this example.	
Abbildung		DU Centered Spectrum.vi		
Abfrage		Detect Signals.vi		
Ablauhnvariar Ableitungen	nz	Dynamic Signal Analyzer.vi		
Abtasten		E cho Detector. vi		
Abtastung		Function Lienerator with FM.vi		
Abweichung		Multitone with Amplitudes.vi		
acquisition		Parseval's Theorem.vi		
ActiveX		Peak Detection and Display.vi		
Agrarindustrie		Houte Interrupts to Signal Queue.vi		-
aktiv		Signal Generation and Processing.vi	Die mit dem selektierten Beispiel	
Aktualisieren		Vibration Analysis.vi	kompatible Hardware. Ein Doppelklich	<
aktuell	•	Waveform Generation Using Formula.vi	auf das Gerät zeigt die Web-	
Suchen nach:			momatorien an.	Tex 1
iraandainam d	or luforto			
J=gendelnem d				
I ni.com einb	eziehen			
Hardware				
Keine Hard	ware gewählt			
I Kono Haid				
			Setup Hilfe Schlief	len

- 1. Starten Sie LabVIEW über Start>>Programme>>National Instruments>>LabVIEW 7.0>> LabVIEW. Hierauf öffnet sich das LabVIEW-Dialogfenster.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche Hilfe... und wählen Sie Beispiele finden.... Daraufhin wird das Dialogfenster der NI-Suchmaschine für Beispiele angezeigt, das eine Liste aller vorhandenen LabVIEW-Beispielprogramme enthält, die bequem per Doppelklick gestartet werden können.
- 3. Die Beispiele können nach Kategorien und Schlüsselwörtern durchsucht werden. Wechseln Sie zur Registerkarte **Index**, um anhand von **Schlüsselwörtern** nach Beispielen zu suchen.
- 4. Geben Sie im Suchfeld Schlüsselworte eingeben den Begriff "Signal" ein.
- 5. Daraufhin erscheint im linken Feld eine Liste mit verwandten Themen. Klicken Sie auf **Signale**, so werden im mittleren Feld die einzelnen Beispielprogramme aufgelistet.
- 6. Sobald Sie auf eines der Beispiele klicken, sehen Sie im Feld rechts oben eine detaillierte Beschreibung. Starten Sie nun mit einem Doppelklick das VI **Signal Generation and Processing**.

Nun sollte das zum Signal Generation and Processing.vi. gehörige Frontpanel zu sehen sein.

Sehen Sie sich Frontpanel und Blockdiagramm des VIs an und führen Sie es anschließend aus. Ändern Sie im Feld **Signal Generation** die Frequenz und Art der Eingangssignale; die entsprechenden Auswirkungen können Sie direkt im Grafen rechts mitverfolgen. Modifizieren Sie nun im Feld **Signal Processing** die Fensterungs- und Filtereinstellungen. Haben Sie das VI und seine Optionen unter die Lupe genommen, so beenden Sie die Ausführung durch einen Klick auf die Schaltfläche **STOP**.

Hinweis: Sie können das VI auch über die Schaltfläche Öffnen... im LabVIEW-Startfenster starten. Der Pfad lautet *labview 7.0\examples\apps\demos.llb\Signal Generation and Processing.vi.*

Übung 1: Öffnen und Ausführen eines virtuellen Instrumentes

Sehen Sie sich das VI **Signal Generation and Processing.vi** zunächst genauer an und führen Sie es sodann aus. Ändern Sie im Feld **Signal Generation** die Frequenz und Art der Eingangssignale; die entsprechenden Auswirkungen können Sie direkt im Grafen rechts mitverfolgen. Modifizieren Sie nun im Feld **Signal Processing** die Fensterungs- und Filtereinstellungen. Haben Sie das VI und seine Optionen unter die Lupe genommen, so beenden Sie seine Ausführung durch einen Klick auf die Schaltfläche **STOP**.

- 1. Starten Sie LabVIEW über Start>>Programme>>National Instruments>> LabVIEW 7.0>>LabVIEW. Hierauf öffnet sich das LabVIEW-Dialogfenster.
- Öffnen Sie nun über Hilfe...>>Beispiele finden... das Dialogfenster der NI-Suchmaschine für Beispiele, das eine Liste aller vorhandenen LabVIEW-Beispielprogramme enthält, die bequem per Doppelklick gestartet werden können.
- 3. Wählen Sie auf der Registerkarte Suchen die Option Suchen hinsichtlich Aufgabe. Folgen Sie per Doppelklick dem Pfad Signale analysieren und verarbeiten>>Signalverarbeitung>>Signal Generation and Processing.vi. Es erscheint das Frontpanel des VIs Signal Generation and Processing.vi.

Hinweis: Sie können das VI auch über die Schaltfläche Öffnen... starten. Der Pfad lautet *labview 7.0\examples\apps\demos.llb\Signal Generation and Processing.vi.*

Frontpanel

⇔

4. Klicken Sie in der Symbolleiste auf die Schaltfläche Ausführen (vgl. Abbildung links), um das VI zu starten. Dieses VI dient zur Filterung und Fensterung eines erzeugten Signals. Zudem ermittelt dieses Beispiel auch das Leistungsspektrum für das erzeugte Signal. Die Analyseergebnisse werden schließlich in den Grafen auf der rechten Seite des Frontpanels dargestellt (vgl. folgende Abbildung).





5. Mithilfe des links abgebildeten Bedienwerkzeugs können Sie die Einstellungen in den Sektionen "Signal Generation" und "Signal Processing" anpassen. Klicken Sie hierzu auf die Pfeilsymbole der betreffenden Bedienelemente. Zum Einstellen der Frequenzen ziehen Sie die Schieberegler mit der Maus nach oben oder unten.

- 6. Über die Schaltfläche **More Info...** bzw. die Taste **F5** erhalten Sie mehr Informationen zu den Analysefunktionen.
- 7. Klicken Sie auf die Schaltfläche **STOP** oder drücken Sie die Taste **F4**, um die Ausführung des VIs zu beenden.

Blockdiagramm

8. Öffnen Sie über den Menüpunkt **Fenster>>Blockdiagramm anzeigen** bzw. die Tastenkombination **<Strg+E>** (unter **Windows-**Betriebssystemen) das Blockdiagramm des VIs **Signal Generation and Processing**.

MacOS: Tastenkombination **Apfel+E**. **Sun:** Tastenkombination **Meta+E**. **Linux:** Tastenkombination **Alt+E**.

Im Blockdiagrammfenster sehen Sie einige der elementaren Blockdiagrammobjekte wie etwa SubVIs, Funktionen und Strukturen, die Sie im Laufe dieser Einführung noch genauer kennen lernen werden.

- 9. Kehren Sie über den Menüpunkt Fenster>>Panel anzeigen bzw. die Tastenkombination Strg+E zum Frontpanel zurück.
- 10. Schließen Sie das VI, ohne die Änderungen zu speichern.

Ende der Übung



Wird auf dem Frontpanel ein Objekt hinzugefügt, so erscheint automatisch ein entsprechender Anschluss im Blockdiagramm. Diese Anschlüsse ermöglichen das Zugreifen auf die Frontpanel-Objekte aus dem Blockdiagramm heraus.

Jeder Anschluss bietet nützliche Informationen über das Frontpanel-Objekt, welches er repräsentiert. Die Farben und Symbole etwa geben Aufschluss über den Datentyp. Fließkommawerte mit doppelter Genauigkeit werden durch orangefarbene Anschlüsse mit der Bezeichnung DBL dargestellt. Boolesche Anschlüsse hingegen sind grün und tragen die Bezeichnung TF.

Normalerweise sollten nur Anschlüsse derselben Farbe miteinander verbunden werden. Dies ist jedoch keine verbindliche Regel; so ist es zum Beispiel auch möglich, blaue Anschlüsse (Ganzzahlen) mit orangefarbenen Anschlüssen (Bruchzahlen) zu verbinden. I. d. R. empfiehlt sich jedoch die Kombination gleichfarbiger Anschlüsse.

Zu Bedienelementen gehörende Anschlüsse weisen einen Pfeil auf der rechten Seite sowie eine stärkere Umrandung auf. Bei den Anschlüssen der Anzeigeelemente hingegen befindet sich der Pfeil links und die Umrandung ist dünner. Die Verbindung von Objekten erfolgt nach logischen Regeln: Jede Verbindung muss über **genau eine** Quelle (z. B. Bedienelementanschluss) sowie **mindestens ein** Ziel (z. B. Anzeigeelementanschluss) verfügen.

Beim auf der Folie abgebildeten Programm werden die Daten sowohl von A als auch von B jeweils an eine Additions- und eine Subtraktionsfunktion übergeben. Die Ergebnisausgabe erfolgt über die entsprechenden Anzeigeelemente.



Zusätzlich zu den Frontpanel-Anschlüssen enthält das Blockdiagramm auch Funktionen. Jede Funktion kann über mehrere Ein- und Ausgabeanschlüsse verfügen. Die richtige Verbindung dieser Anschlüsse ist ein wichtiger Aspekt bei der Programmierung in LabVIEW.

Schon mit bescheidener Programmiererfahrung in LabVIEW geht das Verbinden von Anschlüssen leicht von der Hand. LabVIEW-Neulinge jedoch benötigen zuweilen Hilfestellung. Es folgen einige grundlegende Tipps:

- Zum Verbinden ("Verdrahten") der Funktionsknoten dient das Verbindungswerkzeug. Beim Versuch, eine Verbindung mit dem Anschluss zu erstellen, sollte man mit dem abstehenden Drahtende des Verbindungswerkzeuges (Drahtspule) auf den blinkenden Anschluss zielen. Dort wird die Verbindung angebracht.
- Beachten Sie die gelben Hinweisstreifen, wenn das Verbindungswerkzeug über einen der Anschlüsse einer Funktion bewegt wird. Der Hinweisstreifen gibt Auskunft über die Art des anvisierten Anschlusses.
- Wird das Verbindungswerkzeug über einen Anschluss bewegt, so blinkt dieser. Dies erleichtert es, die Verbindung mit dem gewünschten Anschluss zu erstellen.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf eine Funktion und wählen Sie Sichtbare Objekte>>
 Anschlüsse, wenn Sie weitere Hilfestellung zu den Anschlüssen benötigen. Das Funktionssymbol tritt dann in den Hintergrund, die farblich abgesetzten Anschlüsse in den Vordergrund. Dabei entsprechen die verschiedenen Farben den jeweiligen Datentypen der Frontpanel-Anschlüsse.
- Weitergehende Details erhalten Sie über die Kontexthilfe. Wählen Sie hierzu den Menüpunkt Hilfe>>Zeige Kontexthilfe oder drücken Sie die Tastenkombination <Strg+H>. Wird die Maus über eine Funktion bewegt, so zeigt das Kontexthilfe-Fenster die Bezeichnung der Funktion, eine kurze Beschreibung sowie die Anschlüsse an. Nutzen Sie die Kontexthilfe in Verbindung mit den anderen Hilfsmitteln, um optimale Verbindungen zu erstellen.



• Sollte eine Verbindung unübersichtlich erscheinen, so klicken Sie mit der rechten Maustaste darauf und wählen Sie **Verdrahtung bereinigen** – der Verlauf der Verbindung wird optimiert.

Das Verbinden von Objekten wird in LabVIEW sehr flexibel gehandhabt. Nutzen Sie beim Erstellen von Verbindungen die kombinierte Tastatur- und Mausbedienung. Hier einige Beispiele:

- Durch einen, zwei oder drei Mausklicks auf eine Verbindung lassen sich diverse Abschnitte dieser Verbindung auswählen. Die Auswahl kann sodann verschoben oder gelöscht werden.
- Wenn Sie während der Verlegung einer Verbindung mit der Maus klicken, entsteht an dieser Stelle eine Abbiegung im Verbindungsverlauf.
- Über einen Klick mit der rechten Maustaste oder durch Drücken der Taste "Escape" kann die Erstellung einer Verbindung abgebrochen werden.

Um die richtige Farbe der Verbindung brauchen Sie sich nicht zu kümmern, denn LabVIEW wählt automatisch die dem Datentyp entsprechende Farbe.

Automatisches Verbinden von Objekten

LabVIEW ist in der Lage, bei der Platzierung von Objekten auf dem Frontpanel diese automatisch zu verbinden. Selbst Objekte, die sich bereits im Blockdiagramm befinden, können nachträglich von LabVIEW verbunden werden. Dabei werden zueinander passende Anschlüsse verbunden, solche jedoch, die zu keinem Anschluss passen, bleiben ohne Verbindung. Bewegen Sie im Blockdiagramm ein Objekt bei gedrückter Maustaste nahe an ein anderes Objekt heran, so erscheinen temporäre Drähte, die gültige Verbindungen darstellen. Wenn Sie die Maustaste loslassen und so das Objekt im Blockdiagramm platzieren, wandelt LabVIEW die temporäre Verdrahtung in eine permanente um. Sie können die automatische Verbindungserstellung (de-)aktivieren, indem Sie die Leertaste drücken, während Sie ein Objekt mithilfe des Positionierwerkzeugs verschieben. Zur standardmäßigen (De-) Aktivierung der autom. Verdrahtung wählen Sie **Werkzeuge>>Optionen**, im erscheinenden Pull-down-Menü die Option **Blockdiagramm** und hier wiederum das entsprechende Kontrollkästchen.



In LabVIEW liegt der Ausführung von VIs das Datenflussmodell zugrunde. Ein Block-diagrammknoten wird ausgeführt, sobald all seine Eingänge belegt sind. Ist die Ausführung eines Knotens abgeschlossen, werden die Daten an die jeweiligen Ausgabeanschlüsse übergeben und die Ausgabedaten dann an den nächsten Knoten desselben Pfads im Datenflussdiagramm weitergeleitet. Visual Basic, C++, JAVA und die meisten anderen textbasierten Programmiersprachen folgen bei der Programmaus-führung einem auf Steuerstrukturen basierenden Modell. Hierbei legt die Reihenfolge der einzelnen Programmelemente den Ablauf der Programmausführung fest.

Betrachten wir nun das obige Blockdiagramm. Es werden zwei Zahlen addiert und von der Summe anschließend eine Zufallszahl subtrahiert. In diesem Fall wird das Blockdiagramm zwar von links nach rechts ausgeführt. Grund hierfür ist jedoch nicht die Reihenfolge der Objekte, sondern, dass einer der Eingänge der Subtraktionsfunktion erst belegt werden kann, wenn die Additionsfunktion ausgeführt und das Ergebnis an die Subtraktionsfunktion weitergeleitet wurde. Bedenken Sie, dass ein Knoten nur dann ausgeführt werden kann, wenn an all seinen Eingängen Daten anliegen. Zudem erfolgt die Datenübergabe an die Ausgänge erst nach Beendigung der Ausführung.

Betrachten Sie nochmals das Blockdiagramm – welches der folgenden Codesegmente wird zuerst ausgeführt: die Funktion **Addieren**, **Zufallszahl** oder **Dividieren**? Diese Frage lässt sich so nicht beantworten, denn die Eingänge der Funktionen **Addieren** und **Dividieren** werden zeitgleich belegt, während die Funktion **Zufallszahl** über keinerlei Eingänge verfügt. Ist es erforderlich, dass von zwei Codesegmenten eines vor dem anderen ausgeführt wird und besteht keine Abhängigkeit zwischen beiden Segmenten hinsichtlich der Daten, so verwenden Sie eine Sequenzstruktur zur Erzwingung der erforderlichen Ausführungsreihenfolge.

ni.com/german/labview



Wenn Sie bei der Erstellung und Bearbeitung von VIs Hilfe brauchen, nehmen Sie die **Kontext-Hilfe** sowie die **LabVIEW-Hilfe** in Anspruch. Letztere sowie die Handbücher bieten detaillierte Informationen.

Kontext-Hilfe

Das Fenster Kontext-Hilfe kann über Hilfe>>Kontext-Hilfe anzeigen sowie über die Tastenkombination <Strg+H> geöffnet werden. Wird der Mauszeiger auf ein Frontpanel- bzw. Blockdiagrammobjekt bewegt, so wird im Fenster Kontext-Hilfe für VIs, SubVIs, Funktionen, Konstanten, Bedien- und Anzeigeelemente das jeweilige Symbol samt beschrifteter Verbindungen der einzelnen Anschlüsse angezeigt. Wenn Sie den Mauszeiger über die Optionen eines Dialogfensters bewegen, gibt das Fenster Kontext-Hilfe Beschreibungen dieser Optionen aus. Zwingend erforderliche Verbindungen erscheinen in Fettschrift, empfohlene in Normalschrift und optionale in blasser Schrift, so überhaupt aufgeführt. Das Beispiel eines Kontext-Hilfe-Fensters sehen Sie in der obigen Abbildung.

Zum Umschalten zwischen einfacher und detaillierter Hilfe klicken Sie auf die Schaltfläche **Optionale Anschlüsse und kompletten Pfad verbergen/anzeigen** in der unteren linken Ecke des **Kontext-Hilfe**-Fensters. Die einfache Hilfe konzentriert sich auf die wichtigeren Verbindungen. Optional zu verbindende Anschlüsse erscheinen nur als Verbindungsansätze, die andeuten, dass noch weitere Verbindungen möglich sind. Klicken Sie auf die Schaltfläche mit dem Schlosssymbol links unten im **Kontext-Hilfe**-Fenster, wenn Sie den aktuellen Inhalt des Fensters fixieren möchten. Ist diese Sperrfunktion aktiviert, so bleibt der Inhalt unverändert, selbst wenn der Mauszeiger auf ein anderes Objekt geführt wird. Klicken Sie erneut auf die Schaltfläche, um das **Kontext-Hilfe**-Fenster wieder freizugeben. Sie können diese Option auch über das Menü **Hilfe** (de-)aktivieren.

Klicken Sie auf die Schaltfläche **Weitere Hilfe**, wenn Sie zum jeweiligen Objekt/Thema ausführliche Informationen im Rahmen der **LabVIEW-Hilfe** wünschen.

LabVIEW-Hilfe

Der Zugriff auf die LabVIEW-Hilfe kann auf verschiedene Weise erfolgen: über die erwähnte Schaltfläche Weitere Hilfe oder den Link Klicken Sie hier, um mehr Hilfe zu erhalten im Kontexthilfe-Fenster, über den Menüpunkt Hilfe>>VI-, Funktionen- und Anwendungshilfe oder über die Tastenkombination <Strg+?>.

Die **LabVIEW-Hilfe** bietet detaillierte Beschreibungen der meisten Paletten, Menüs, Werkzeuge, VIs und Funktionen. Zudem wartet sie mit Schritt-für-Schritt-Anleitungen zur Verwendung von LabVIEW-Funktionen und -Werkzeugen sowie mit Links zum *LabVIEW-Tutorial*, zu sämtlichen LabVIEW-Handbüchern und Application Notes im PDF-Format und zu den zahlreichen technischen Ressourcen auf der Website von National Instruments auf.

Datei	n Fumwandeln, vi Frontpanel Bearbeiten Ausführen Werkzeu	یے یوو <u>D</u> urchsuchen <u>F</u> enster <u>H</u> ilfe htiftart کے ایک کی کی ک	C+F
		andar - * . •••• • * . ••• •	
	Dieses VI dient zur Umrec von Grad Celsius	hnung eines Temperaturwerts in Grad Fahrenheit.	
	Grad C	Grad F	
	23	73,4	

Diese Übung wird ca. 20 Minuten in Anspruch nehmen. Sie ist zwar nicht schwierig, da Sie allerdings im Rahmen dieser Einführung vermutlich Ihr erstes VI erstellen werden, ist es ratsam, sich genügend Zeit zu nehmen, um sich gut mit der LabVIEW-Umgebung vertraut zu machen.

Aufgabe: Erstellen Sie ein VI, das Grad Celsius in Grad Fahrenheit umwandelt. Bei der Ausführung soll das VI einen Eingangswert in °C aufnehmen, diesen mit dem Faktor 1,8 multiplizieren und anschließend die Zahl 32 addieren. Das Ergebnis in °F soll sodann angezeigt werden. Das Frontpanel soll sowohl den Eingangswert als auch das Ergebnis ausgeben. Speichern Sie das VI als **C in F umwandeln.vi** ab.

Übung 2: Erstellen eines VIs

Umwandlung von °C in °F

Die folgenden Schritte führen Sie durch die Erstellung eines VIs, das aus einem Temperaturwert in °C den entsprechenden Temperaturwert in °F errechnet.

Grad C	Grad F
25	77



Bei Abbildungen zur Verbindungserstellung wird das links abgebildete Maussymbol verwendet. Die Pfeilspitze zeigt, wo der Klick erfolgen soll, die Zahl gibt an, wie oft zu klicken ist.

Frontpanel

- 1. Öffnen Sie über den Menüpunkt **Datei**>>**Neues VI** Frontpanel und Blockdiagramm eines neuen VIs.
- 2. Wählen Sie optional den Menüpunkt **Fenster>>Nebeneinander**, um Frontpanel und Blockdiagramm Seite an Seite anzuordnen.
- 3. Erstellen Sie zunächst ein numerisches Bedienelement. Dieses wird für die Eingabe des Werts der Temperatur in Grad Celsius benötigt.
 - a. Sie finden das Bedienelement **numerische Eingabe** auf der Unterpalette **Bedienelemente**>>**Numerische Bedienelemente**. Sollte die Palette **Bedienelemente** nicht geöffnet sein, so ändern Sie dies durch einen Klick mit der rechten Maustaste an einer freien Stelle im Frontpanel.
 - b. Platzieren Sie das Bedienelement per Drag&Drop an der gewünschten Stelle im Frontpanel.
 - c. Tippen Sie Grad C in das Beschriftungsfeld und übernehmen Sie Ihre Eingabe durch einen Klick außerhalb des Beschriftungsfelds bzw. auf die Schaltfläche **Text-Eingabe** in der Symbolleiste. Wenn Sie keinen neuen Namen eingeben, verwendet LabVIEW einstweilen eine Standardbeschriftung. Sie können die Beschriftung aber jederzeit mithilfe des Beschriftungswerkzeugs ändern.
- 4. Erstellen Sie nun ein numerisches Anzeigeelement. Dieses wird für die Anzeige des Werts der Temperatur in Grad Fahrenheit benötigt.
 - a. Sie finden das Ausgabeelement **numerische Ausgabe** auf der Unterpalette **Bedienelemente**>>**Numerische Anzeigen**.
 - b. Platzieren Sie das Anzeigeelement per Drag&Drop an der gewünschten Stelle im Frontpanel.
 - c. Tippen Sie Grad F in das Beschriftungsfeld und übernehmen Sie Ihre Eingabe durch einen Klick außerhalb des Beschriftungsfelds bzw. auf die Schaltfläche **Text-Eingabe** in der Symbolleiste.

LabVIEW erstellt im Blockdiagramm automatisch die entsprechenden Anschlüsse für die Bedien- und Anzeigeelemente. Diese Anschlüsse zeigen den Datentyp des Bedien- bzw. Anzeigeelements an. Ein DBL-Anschluss beispielsweise repräsentiert ein numerisches Bedien- oder Anzeigeelement für Fließkommazahlen mit doppelter Genauigkeit.

Hinweis: Anschlüsse von Bedienelementen weisen einen dickeren Rahmen auf als die von Anzeigeelementen.

Blockdiagramm

5. Bringen Sie das Blockdiagramm durch Anklicken bzw. über den Menüpunkt **Fenster>>Blockdiagramm anzeigen** in den Vordergrund.



Hinweis: Objekte im Blockdiagramm können als Anschlüsse oder aber als Symbole dargestellt werden. Um den Darstellungsmodus für ein Objekt festzulegen, klicken Sie mit der rechten Maustaste darauf und (de-)aktivieren die Option **Als Symbol anzeigen**.



- Wählen Sie als nächstes von der Unterpalette Funktionen>>Alle Funktionen>> Numerisch die Funktionen Multiplizieren und Addieren und platzieren Sie diese im Blockdiagramm. Sollte die Funktionenpalette nicht geöffnet sein, so ändern Sie dies durch einen Klick mit der rechten Maustaste an einer freien Stelle im Blockdiagramm.
- 7. Wählen Sie von derselben Unterpalette zwei **numerische Konstanten** und legen Sie diese ebenfalls im Blockdiagramm ab. Beim ersten Ablegen einer numerischen Konstante ist diese markiert, wodurch Sie zur Eingabe eines Werts aufgefordert werden.
- 8. Weisen Sie der ersten Konstante den Wert 1, 8 und der zweiten den Wert 32, 0 zu. Sollten Sie die Konstanten im Blockdiagramm verschieben, bevor Sie einen Wert eingegeben haben, so verwenden Sie das Beschriftungswerkzeug zur nachträglichen Eingabe.
- 9. Verbinden Sie die einzelnen Objekte im Blockdiagramm nun mithilfe des Verbindungswerkzeugs entsprechend dem abgebildeten Blockdiagramm.
 - Um zwei Objekte miteinander zu verbinden, klicken Sie mit dem Verbindungswerkzeug zuerst auf den einen Anschluss, ziehen den Mauszeiger dann zum zweiten Anschluss und stellen die Verbindung durch einen Klick hierauf fertig. Es spielt übrigens keine Rolle, bei welchem der beiden Anschlüsse Sie mit der Verdrahtung beginnen.



- Wenn Sie im Verbindungsverlauf eine Abbiegung vornehmen möchten, so klicken Sie an der gewünschten Stelle, um den bisher verlegten Draht zu fixieren, und bewegen den Mauszeiger sodann im rechten Winkel weiter. Mit der Leertaste können Sie zwischen zwei alternativen Drahtverläufen wählen.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Funktion Multiplizieren bzw. Addieren und aktivieren Sie im Kontextmenü die Option Sichtbare Objekte>>Anschlüsse, um die einzelnen Anschlüsse des Anschlussfelds eines Objekts anzuzeigen. Kehren Sie nach dem Verbinden der Anschlüsse wieder zur Symboldarstellung zurück, indem Sie wieder das Kontextmenü aufrufen und das Häkchen vor der Option Sichtbare Objekte>> Anschlüsse entfernen.
- Wenn Sie das Verbindungswerkzeug über einen der Anschlüsse eines Objekts führen, so blinkt dieser. Dies deutet an, dass ein Klick an dieser Stelle zu einer Verbindung mit diesem Anschluss führen würde. Zudem erscheint ein Hinweisstreifen, der den Namen des blinkenden Anschlusses anzeigt.
- Wenn Sie eine begonnene Verbindung entfernen möchten, drücken Sie die Escape-Taste, klicken Sie mit der rechten Maustaste oder klicken Sie mit der linken Maustaste auf das Objekt, von dem die Verbindung ausgeht.
- 10. Bringen Sie das Frontpanel durch Anklicken bzw. über den Menüpunkt **Fenster>>Panel anzeigen** in den Vordergrund.
- 11. Speichern Sie das VI ab, denn Sie werden es in einer späteren Übung wiederverwenden.
 - a. Wählen Sie den Menüpunkt Datei>>Speichern unter....
 - b. Wählen Sie als Zielverzeichnis C:\Uebungen\LV Einfuehrung.

Hinweis: Speichern Sie während dieser Einführung alle von Ihnen erstellten VIs in C:\Uebungen\LV Einfuehrung ab.

- c. Tippen Sie im Dialogfenster **Speichern unter...** als Dateiname C in F umwandeln.vi ein.
- d. Klicken Sie auf die Schaltfläche Speichern.
- 12. Geben Sie auf dem Frontpanel im Bedienelement "Grad C" einen Wert ein und starten Sie das VI.
 - a. Führen Sie mit dem Bedien- oder Beschriftungswerkzeug einen Doppelklick auf das Bedienelement "Grad C" aus, um eine neue Zahl direkt eintippen zu können.
 - b. Starten Sie das VI nun über die Schaltfläche Ausführen.
 - c. Probieren Sie verschiedene Celsius-Werte und überprüfen Sie die Ergebnisse.
- 13. Schließen Sie das VI über den Menüpunkt Datei>>Schließen.

Ende der Übung



Sollte ein VI nicht ausführbar sein, so erscheint auf der Schaltfläche Ausführen ein gebrochener Pfeil.

Fehlersuche: Mit einem Klick auf die Schaltfläche mit dem gebrochenen Pfeil öffnet sich das Fenster **Fehlerliste**. Um das fehlerhafte Objekt im Blockdiagramm hervorzuheben, führen Sie einen Doppelklick auf eine Fehlermeldung aus.

Highlight-Funktion: Sie ermöglicht es, durch die Animierung des Blockdiagramms den Datenfluss mitzuverfolgen und Zwischenwerte einzusehen.

Sie können die Highlight-Funktion über die Schaltfläche mit dem Glühbirnensymbol (de-)aktivieren.

Sonde: Mit ihrer Hilfe lassen sich Werte gezielt einsehen, z. B. in Arrays und Clusters.

Klicken Sie zum Anbringen einer Sonde mit dem Werkzeug **Probe-Daten** auf die gewünschte Verbindung.

Haltepunkt: Dient zum gezielten Unterbrechen der VI-Ausführung an einer gewünschten Stelle im Blockdiagramm.

Klicken Sie mit dem **Haltepunkt**-Werkzeug auf ein Verbindungsstück oder ein Objekt, um dort einen Haltepunkt zu setzen.

Starten Sie das VI **Debug Demonstrate** aus der Bibliothek **BASICS.LLB**. Es veranschaulicht den Einsatz der einzelnen Werkzeuge und Optionen zur Fehlersuche.





Ähnlich wie ein Bedien- bzw. Anzeigeelementanschluss im Blockdiagramm als Symbol oder einfacher Anschluss angezeigt werden kann, so lässt sich auch ein SubVI als Symbol oder aufziehbarer bzw. aufgezogener Knoten darstellen. Die unterschiedlichen Darstellungsmodi erlauben es, das Blockdiagramm flexibel zu gestalten, beeinträchtigen jedoch in keinster Weise die Funktionalität des SubVIs.



Nachdem ein VI komplett mit Symbol und Anschlussfeld erstellt wurde, kann es innerhalb eines anderen VIs eingesetzt werden. Ein VI, das Bestandteil eines übergeordneten VIs ist, wird als SubVI bezeichnet. Ein SubVI entspricht einer Subroutine in textbasierten Programmiersprachen. SubVIs erleichtern die Modifizierung des Blockdiagramms sowie die Fehlersuche erheblich.



Jedes VI verfügt über ein Symbol (siehe Abbildung), das in der rechten oberen Ecke des Frontpanel- sowie Blockdiagrammfensters angezeigt wird. Das Symbol dient als grafische Repräsentation des jeweiligen VIs. Es kann Text und Grafik – auch in Kombination – enthalten. Wenn Sie ein VI als SubVI verwenden, wird dieses SubVI im Blockdiagramm durch sein Symbol identifiziert.

Das Anschlussfeld zeigt die verfügbaren Anschlüsse zur Übertragung von Daten vom bzw. an das SubVI. Es stehen diverse Muster für die Anordnung der An-schlüsse im Anschlussfeld zur Auswahl. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Anschlussfeld und wählen Sie aus dem Menü **Anordnung der Anschlüsse** ein geeignetes Muster aus. Wie wir später sehen werden, können vom Anschlussfeld aus die einzelnen Bedien- und Anzeigeelemente des Frontpanels den Anschlüssen zugeordnet werden.



Das obige Blockdiagramm enthält zwei SubVIs. Führen Sie einen Doppelklick auf ein SubVI aus, um dessen Frontpanel zu öffnen. Wenn Sie die Hierarchie der SubVIs eines übergeordneten VIs einsehen möchten, so wählen Sie den Menüpunkt **Durchsuchen>>VI-Hierarchie anzeigen**.

Schritte zur Erstellung eines SubVIs

- Erstellung eines Symbols
- Erstellung eines Anschlussfeldes
- Zuweisung der Anschlüsse
- Abspeichern des VIs

ni.com

• Einbau des VIs in das Blockdiagramm eines übergeordneten VIs ("Top-Level-VI")



Erstellung eines Symbols

• Aufrufen des Symbol-Editors durch Klick mit rechter Maustaste auf das Symbol im Frontpanel oder Blockdiagramm



Möchten Sie für Ihr VI anstelle des Standardsymbols ein benutzerdefiniertes Symbol verwenden, so klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Symbol in der oberen rechten Ecke des Frontpanels oder Blockdiagramms und wählen aus dem Kontextmenü **Symbol bearbeiten**; noch schneller öffnen Sie den Symbol-Editor jedoch durch einen Doppelklick auf das Symbol. Sie können Symbole auch bearbeiten, indem Sie **Datei>>VI-Einstellungen** und anschließend im Pull-down-Menü **Allgemein** auswählen, gefolgt von einem Klick auf die Schaltfläche **Symbol bearbeiten**. Verwenden Sie zum Gestalten eines Symbols im Bearbeitungsbereich die Werkzeuge auf der linken Seite des Fensters **Symbol-Editor**. Das modifizierte Symbol erscheint im entsprechenden Feld rechts neben dem Bearbeitungsbereich in Normalgröße.

Zudem können Sie auch eine Grafik aus einem beliebigen Verzeichnis Ihres Rechners per Drag&Drop in das Symbolfeld rechts oben im Frontpanel oder Blockdiagramm ziehen. LabVIEW wandelt die Grafik automatisch in ein Symbol der Größe 32 x 32 Pixel um.



Um ein VI als SubVI verwenden zu können, müssen Sie ein Anschlussfeld erstellen. Das Anschlussfeld umfasst eine Reihe von Anschlüssen, die den Bedien- und Anzeigeelementen des VIs zugeordnet werden – vergleichbar mit der Parameterliste eines Funktionsaufrufs in textbasierten Programmiersprachen. Über das Anschlussfeld wird festgelegt, über welche Ein- bzw. Ausgangsanschlüsse das VI verfügt und somit, wie es als SubVI innerhalb eines VIs zu verbinden ist.

Definieren Sie das Anschlussfeld, indem Sie jedem Anschluss ein Bedien- oder Anzeigeelement im Frontpanel zuweisen. Gehen Sie dabei wie folgt vor: Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Symbol in der rechten oberen Ecke des Frontpanel-Fensters und wählen aus dem Kontextmenü **Anschluss anzeigen**. Statt des VI-Symbols wird jetzt das Anschlussfeld des VIs angezeigt. Jedes Rechteck im Anschlussfeld entspricht einem Anschluss. Verwenden Sie diese Rechtecke zum Zuordnen von Ein- und Ausgängen. Die Anzahl der im Anschlussfeld dargestellten Anschlüsse hängt von der Anzahl der Bedien- und Anzeigeelemente auf dem Frontpanel ab. Das oben dargestellte Frontpanel verfügt über vier Bedienelemente sowie ein Anzeigeelement. LabVIEW zeigt folglich im Anschlussfeld vier Eingangsanschlüsse und einen Ausgangsanschluss an.


Nach der Auswahl des Musters für das Anschlussfeld müssen Sie noch die einzelnen Anschlüsse definieren, indem Sie jedem Anschlüsse genau ein Bedien- oder Anzeigeelement des Frontpanels zuordnen. Beim Zuordnen der Anschlüsse empfiehlt es sich, Eingänge auf der linken und Ausgänge auf der rechten Seite zu platzieren. So lässt sich eine unübersichtliche, komplizierte Verdrahtung des VIs vermeiden. Klicken Sie zum Zuordnen eines Anschlusses zu einem Frontpanel-Element zunächst auf ein Rechteck des Anschlussfelds. Anschließend klicken Sie im Frontpanel auf das Bedien- oder Anzeigeelement, das Sie dem Ein- bzw. Ausgang zuweisen möchten. Schließen Sie die Zuordnung durch einen Klick an einer beliebigen freien Stelle im Frontpanel ab. Zur Bestätigung der erfolgreichen Zuordnung nimmt das Rechteck des betreffenden Anschlusses die Farbe des Datentyps an, der das zugewiesene Frontpanel-Element kennzeichnet. Übrigens ist es auch möglich, zuerst das Bedien- bzw. Anzeigeelement und dann erst den Anschluss auszuwählen.

Vergessen Sie nach dem Zuordnen der Anschlüsse nicht, das VI abzuspeichern.



Bei der Verwaltung von SubVIs gibt es mehrere Möglichkeiten. Zumeist legt man VIs nach Anwendungen getrennt ab. In diesem Fall werden sämtliche für eine bestimmte Applikation verwendeten VIs in ein und dasselbe Verzeichnis bzw. in eine VI-Bibliotheksdatei gespeichert. Eine Bibliotheksdatei bietet den Vorteil, dass sich in Form einer einzigen Datei eine komplette Anwendung versenden lässt.

Das Abspeichern von VIs in einer Bibliothek gestaltet sich einfach. Wählen Sie hierzu Datei>>Speichern unter... und klicken Sie auf die Schaltfläche Neue VI-Bibliothek. Geben Sie der neuen Bibliothek nun einen geeigneten Namen und legen Sie dann Ihr VI in dieser Bibliothek ab. Um später weitere VIs hinzuzufügen, wählen Sie im Dialogfenster Speichern unter... einfach per Doppelklick die von Ihnen erstellte Bibliothek und geben den abzuspeichernden VIs passende Namen.



Nachdem Sie ein VI komplett mit Symbol und Anschlussfeld erzeugt haben, können Sie es als SubVI einsetzen. Klicken Sie zum Ablegen eines SubVIs im Blockdiagramm eines anderen VIs auf die Schaltfläche **VI wählen...** der **Funktionenpalette**. Haben Sie das VI, das als SubVI verwendet werden soll, gefunden, so wählen Sie es mit einem Doppelklick aus und platzieren Sie es an geeigneter Stelle im Blockdiagramm.

Zudem ist es möglich, ein geöffnetes VI im Blockdiagramm eines anderen geöffneten VIs zu platzieren. Klicken Sie hierzu mit dem Positionierwerkzeug auf das Symbol oben rechts im Frontpanel bzw. Blockdiagramm des VIs, das Sie als SubVI verwenden möchten, und ziehen Sie es mit der Maus in das Blockdiagramm des anderen VIs.



Im LabVIEW gibt es zahlreiche Tastenkürzel, die Ihnen das Entwickeln erheblich erleichtern. Hier einige der am häufigsten eingesetzten Tasten bzw. Tastenkombinationen:

Zwar ist die automatische Werkzeugwahl eine große Hilfe bei der Wahl des geeigneten Werkzeugs, zuweilen jedoch gibt es Situationen, in denen eine manuelle Werkzeugwahl erwünscht ist. Verwenden Sie die Tabulatortaste, um zwischen den vier wichtigsten Werkzeugen umzuschalten (Wert einstellen, Position/Größe/Auswahl, Text bearbeiten und Farbe setzen für das Frontpanel bzw. Wert einstellen, Position/Größe/Auswahl, Text bearbeiten und Verbinden für das Blockdiagramm). Möchten Sie wieder von der manuellen zur automatischen Werkzeugwahl wechseln, so drücken Sie gleichzeitig die Umschalt- und Tabulatortaste.

Über Werkzeuge>>Optionen... öffnet sich ein Dialogfenster zur individuellen Anpassung zahlreicher Einstellungen zu Frontpanel, Blockdiagramm, Farbgestaltung, Drucken etc. Analog zu diesen allgemeinen LabVIEW-Optionen lassen sich über Datei>>VI-Einstellungen... VI-spezifische Eigenschaften festlegen. Beispielsweise bietet sich die Möglichkeit, das VI zu dokumentieren, das Fenstererscheinungsbild zu ändern, u. v. m.



Datenerfassung ("DAQ")				
Temperaturerfassung mithilfe des DAQ Assistant				
	Create New NI-DAQ DAQ Assistant			
	Select the measurement type for your task.	Measurement Types Analog Input Analog Output Counter Input Counter Output Digital I/O		
		<back next=""> Finish Cancel</back>	-	
ni.com)			

Die Abbildung zeigt die Bedienoberfläche des DAQ Assistant, über die sich auf dem Wege der Konfiguration binnen kürzester Zeit mithilfe eines Datenerfassungsmoduls Temperaturen erfassen lassen.



Auflösung: Bei der Erfassung eines Signals mithilfe eines Computers überführt ein A/D-Wandler (Analog-Digital-Wandler) ein Analogsignal in einen binären Zahlenwert. Somit repräsentiert jede vom A/D-Wandler gelieferte Binärzahl einen bestimmten Spannungswert. Der A/D-Wandler gibt einen Binärwert aus, dessen Entsprechung in Volt dem tatsächlichen Spannungswert so nahe wie möglich kommt, ohne ihn jedoch zu überschreiten. Die Auflösung beschreibt die Anzahl der binären Zahlenwerte, die dem A/D-Wandler zur digitalen Repräsentation eines Analogsignals zur Verfügung stehen. Die Anzahl der bei einer bestimmten Auflösung möglichen Binärwerte lässt sich mit der Formel 2^{Auflösung} berechnen. Folglich stehen umso mehr Binärwerte zur Darstellung eines Analogsignals zur Verfügung, je höher die Auflösung ist. So kann z. B. ein A/D-Wandler mit einer Auflösung von 3 Bit genau 2³ (8) verschiedene Binärwerte, ein A/D-Wandler mit einer Auflösung von 12 Bit hingegen 2¹² (4096) unterschiedliche Werte darstellen.

Eingangsbereich: Im Gegensatz zur Auflösung des A/D-Wandlers ist der Eingangsbereich des Wandlers einstellbar. Dabei bieten die meisten Datener-fassungsmodule einen maximalen Bereich von 0 bis +10 V oder von -10 bis +10 V. Der Bereich wird bei der Konfiguration des Moduls in NI-DAQ festgelegt. Bedenken Sie, dass die Auflösung des A/D-Wandlers über den jeweils gewählten Bereich "verteilt" wird. Je größer der Eingangsbereich, umso weniger Binärwerte stehen pro Volt des Bereichs zur Verfügung, d. h. umso ungenauer wird die digitale Darstellung des Signals. Deshalb gilt es, den Eingangsbereich ideal auf das Eingangssignal abzustimmen.

Verstärkung: Wie Sie gesehen haben, ist die richtige Wahl des A/D-Wandlerbereichs eine Möglichkeit, die Auflösung des Wandlers in Bezug auf das Signal zu maximieren. Eine andere Möglichkeit besteht in der Verstärkung des Signals. Unter Verstärkung des Signals versteht man im Übrigen nicht nur die Verstärkung eines Signals an sich, sondern auch seine Dämpfung. Die Verstärkungseinstellungen stellen einen Skalierungsfaktor dar. Jeder Pegel des Eingangssignals wird mit dem Verstärkungsfaktor multipliziert, wodurch ein verstärktes bzw. gedämpftes Signal entsteht. Im Gegensatz zur Auflösung, einer unveränderlichen Eigenschaft des Wandlers, und zum Eingangsbereich, der bei der Konfiguration des Datenerfassungsmoduls festzulegen ist, wird der Verstärkungsfaktor indirekt über so genannte Eingangsgrenzen definiert. Unter diesem Begriff versteht man die erlaubten Minimal- und Maximalwerte des tatsächlichen Analogeingangssignals. Anschließend wird das Signal entsprechend der spezifizierten Eingangsgrenzen um den höchstmöglichen Faktor verstärkt, bei dem der A/D-Wandlerbereich nicht überschritten wird. Somit muss also der Anwender nicht mehr eigenhändig auf der Basis des Signals und des gewählten Bereichs den optimalen Verstärkungsfaktor berechnen – es genügt, die Minimal- und Maximalwerte des Eingangssignals zu kennen.



Im Rahmen der Datenerfassung gibt es diverse Möglichkeiten der Anbindung von Hardware. Alle Datenerfassungssysteme erfordern eine Art Schnittstelle, über die das vom Messwertaufnehmer gelieferte Signal mit der Datenerfassungskarte verbunden wird. Als Schnittstelle können z. B. die Anschlussblöcke BNC-2120, SC-2075 und SCB-68 sowie NI-ELVIS dienen.

Beim BNC-2120 handelt es sich um einen geschirmten Anschlussblock mit entsprechend den Signalen beschrifteten BNC-Anschlüssen, die eine unkomplizierte Anbin-dung an das Datenerfassungsmodul gewährleisten. Zudem verfügt der BNC-2120 über Funktionsgenerator, Inkrementaldrehgeber, Temperaturreferenz und Thermoelement-anschluss sowie über eine LED zum Prüfen der Hardware auf ihre Funktionstüchtigkeit.

Der SC-2075 wartet mit BNC- und Steckklemmenanschlüssen sowie mit einem integrierten Prototypisierungsbereich auf. Dank der eingebauten Stromversorgung (±15 V oder regulierbar von 0 bis +5 V) und LEDs eignet sich der SC-2075 ideal für den Laboreinsatz an Lehr- und Forschungseinrichtungen.

Der SCB-68 ist ein geschirmter I/O-Anschlussblock zur robusten, rauscharmen Signalanbindung. Er umfasst zwei universell verwendbare Prototypisierungsbereiche sowie einen halbleiterbasierten Temperatursensor für die Kaltstellenkompensation bei Temperaturmessungen.

Bei NI-ELVIS (Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite) handelt es sich um eine LabVIEWgestützte Entwicklungs- und Prototypisierungsumgebung bestehend aus LabVIEW-basierten virtuellen Instrumenten, einem Multifunktions-Datenerfassungsmodul sowie einem eigens entwickelten Tischrechner und Prototypisierungsmodul.



Hinweis: Zur Durchführung der folgenden Übung benötigen Sie den halbleiterbasierten Temperatursensor des BNC-2120, SCB-68 oder der DAQ-Demobox.

Diese Übung wird ca. 30 Minuten in Anspruch nehmen.

Anleitungen: Die Übung besteht aus drei Teilübungen.

Erstellen Sie zunächst Symbol und Anschlussfeld für das VI C in F umwandeln.vi aus Übung 2. Das Symbol sollte die Funktionalität des VIs aufzeigen (z. B. Beschriftung C \rightarrow F oder CzuF). Das Anschlussfeld muss aus zwei Anschlüssen bestehen: einem für das Eingangssignal in °C und einem für das Ausgangssignal in °F.

Erstellen Sie als nächstes ein übergeordnetes VI ("Top-Level-VI"), das auf Kanal 0 (Temperatursensor) der Datenerfassungskarte einen Temperaturwert erfasst und ihn in Grad Celsius oder Fahrenheit auf dem Frontpanel anzeigt. Hierzu müssen Sie einen einzelnen Datenpunkt von Ihrer Datenerfassungskarte erfassen und ihn mit dem

Faktor 100 multiplizieren. Diese Skalierung wandelt den Spannungswert in Grad Celsius um. Des weiteren benötigen Sie einen booleschen Schalter zum Wechseln zwischen Celsius- und Fahrenheitanzeige auf dem Frontpanel. Wird Celsius ausgewählt, soll der skalierte Wert in einem Thermometer-Anzeigeelement dargestellt werden. Wählen Sie jedoch Fahrenheit aus, so soll der Celsius-Wert an das VI **C in F umwandeln.vi** (hier als SubVI verwendet) übergeben und anschließend als Fahrenheit-Wert

C in F umwandeln.vi (hier als SubVI verwendet) übergeben und anschließend als Fahrenheit-Wert ausgegeben werden.

Hinweis: Verwenden Sie die Funktion Wählen, zu finden in der Unterpalette Vergleich.

Erstellen Sie abschließend ein Symbol und ein Anschlussfeld für das VI **Thermometer.vi**. Ein mögliches Symbol für das VI wäre naheliegenderweise ein Thermometer. Das Anschlussfeld sollte zwei Anschlüsse aufweisen: einen booleschen Eingang (°C oder °F) und einen Ausgang für die skalierte Temperatur. Speichern Sie das VI unter dem Namen **Thermometer.vi** ab.

Übung 3a: Erstellung eines SubVIs

Frontpanel

 Wählen Sie über den Menüpunkt Datei>>Öffnen aus dem Verzeichnis C:\Uebungen\LV Einfuehrung das VI C in F umwandeln. Wenn Sie kein einziges VI geöffnet haben, so klicken Sie im LabVIEW-Startfenster auf die Schaltfläche Öffnen....

Tipp: Klicken Sie im LabVIEW-Startfenster auf den Pfeil am rechten Rand der Schaltfläche **Öffnen...**, um schnell auf zuletzt geöffnete Dateien wie in diesem Falle C in F umwandeln zuzugreifen.

Es erscheint das folgende Frontpanel:

	Graan
25	77

- 2. Führen Sie mit der rechten Maustaste einen Klick auf das Symbol in der rechten oberen Ecke des Frontpanels aus und wählen Sie im Kontextmenü die Option **Symbol bearbeiten**. Es öffnet sich der **Symbol-Editor**.
- 3. Markieren Sie hierin mit einem Doppelklick auf das Auswahl-Werkzeug (Schaltfläche mit dem gestrichelten Rechteck) das komplette Standardsymbol.
- 4. Drücken Sie nun die Taste Entfernen, um das Standardsymbol zu löschen.
- 5. Führen Sie als nächstes einen Doppelklick auf das Rechteck-Werkzeug (Schaltfläche mit dem durchgehend gezeichneten Rechteck) aus, um einen neuen Rahmen zu erstellen.
- 6. Erstellen Sie jetzt das folgende Symbol:



- a. Wählen Sie das Text-Werkzeug (Schaltfläche mit dem Buchstaben A) und klicken Sie in den Bearbeitungsbereich.
- b. Tippen Sie die Buchstaben C und F ein.
- c. Ändern Sie nun mit einem Doppelklick auf das Text-Werkzeug die Schriftart in **Small Fonts** um.
- d. Zeichnen Sie mit dem Stift-Werkzeug den Pfeil.

Hinweis: Zum Zeichnen horizontaler oder vertikaler Linien empfehlen wir, das Stiftwerkzeug bei gedrückter Umschalttaste in die gewünschte Richtung zu ziehen.

e. Verwenden Sie das Auswahl-Werkzeug in Verbindung mit den Pfeiltasten Ihrer Tastatur, um beispielsweise das C oder den Pfeil an die optimale Position zu verschieben.

- f. Klicken Sie auf das kleine Symbol unter **Schwarz/Weiß** und wählen Sie **Kopieren von: 256 Farben.** Hierdurch erstellen Sie zusätzlich ein Schwarz/Weiß-Symbol, das von LabVIEW beim Drucken verwendet wird, wenn kein Farbdrucker zur Verfügung steht.
- g. Ist das Symbol fertig, so übernehmen Sie das neue Symbol mit einem Klick auf die Schaltfläche **OK**. Das Symbol erscheint nun in der oberen rechten Ecke von Frontpanel und Blockdiagramm.
- 7. Klicken Sie jetzt im Frontpanel mit der rechten Maustaste auf das Symbol und wählen im Kontextmenü die Option **Anschluss anzeigen**, um das Anschlussfeld einsehen zu können.

LabVIEW wählt das geeignete Anschlussfeldmuster auf der Basis der Anzahl von Bedien- und Anzeigeelementen auf dem Frontpanel aus. In unserem Beispiel befinden sich auf dem Frontpanel zwei Elemente – **Grad C** und **Grad F**. Folglich wählt LabVIEW ein Anschlussfeldmuster mit zwei Anschlüssen.

- 8. Nun gilt es, diese beiden Anschlüsse den numerischen Bedien- bzw. Anzeigelementen zuzuordnen.
 - a. Öffnen Sie über den Menüpunkt Hilfe>>Kontext-Hilfe anzeigen das Kontexthilfe-Fenster. Beachten Sie während des Zuordnens der Anschlüsse stets die im Kontexthilfe-Fenster angezeigte Information.
 - b. Klicken Sie auf den linken Anschluss des Anschlussfelds. Der Mauszeiger hat sich automatisch in das Verbindungswerkzeug verwandelt und der Anschluss erscheint nun schwarz.
 - c. Klicken Sie als nächstes auf das Bedienelement **Grad** C. Der Anschluss nimmt nun eine orange Farbe an und das Bedienelement wird durch einen Laufrahmen hervorgehoben. Übernehmen Sie die Zuordnung durch einen Klick an einer beliebigen freien Stelle im Frontpanel. Zur Bestätigung der erfolgreichen Zuordnung nimmt das Rechteck des betreffenden Anschlusses die Farbe des Datentyps an, der das zugewiesene Frontpanel-Element kennzeichnet.
 - d. Klicken Sie nun auf den rechten Anschluss des Anschlussfelds und anschließend auf das Anzeigeelement **Grad F**. Der rechte Anschluss nimmt nun ebenfalls eine orange Farbe an.
 - e. Übernehmen Sie die Zuordnung wieder durch einen Klick an einer beliebigen freien Stelle im Frontpanel. Nun sind beide Anschlüsse orangefarben.
 - f. Bewegen Sie jetzt den Mauszeiger über das Anschlussfeld. Das **Kontexthilfe**-Fenster zeigt nun an, dass beide Anschlüsse auf Fließkommawerte eingestellt sind.
- 9. Speichern Sie das VI über den Menüpunkt **Datei>>Speichern** ab, denn Sie werden es in einer späteren Übung wiederverwenden.
- 10. Schließen Sie das VI über den Menüpunkt Datei>>Schließen.

Ende der Übung

Übung 3b: Datenerfassung

Zur Durchführung der folgenden Übung benötigen Sie den halbleiterbasierten Temperatursensor des BNC-2120, SCB-68 oder der DAQ-Demobox.

Frontpanel

- 1. Öffnen Sie über den Menüpunkt **Datei>>Neues VI** Frontpanel und Blockdiagramm eines neuen VIs.
- 2. Erstellen Sie ein Anzeigeelement des Typs Thermometer (vgl. folgende Abbildung).



- a. W\u00e4hlen Sie das Thermometer auf der Unterpalette
 Bedienelemente>>Numerische Anzeigen aus und platzieren Sie es auf dem Frontpanel.
- b. Tippen Sie Temperatur in das Beschriftungsfeld und übernehmen Sie Ihre Eingabe durch einen Klick außerhalb des Beschriftungsfelds bzw. auf die Schaltfläche **Text-Eingabe** in der Symbolleiste.
- c. Öffnen Sie durch einen Klick mit der rechten Maustaste auf das Thermometer das Kontextmenü und wählen Sie die Option Sichtbare Objekte>>Digitalanzeige. Hierdurch wird die Temperatur auch als Zahlenwert angezeigt.
- 3. Erstellen Sie einen vertikalen Umschalter.
 - a. Sie finden den vertikalen Umschalter auf der Unterpalette **Bedienelemente**>>**Schaltelemente und Umschalter**.
 - b. Tippen Sie Temperaturskala in das Beschriftungsfeld und übernehmen Sie Ihre Eingabe durch einen Klick außerhalb des Beschriftungsfelds bzw. auf die Schaltfläche **Text-Eingabe** in der Symbolleiste.
 - c. Bringen Sie mithilfe des Beschriftungswerkzeugs neben der Position TRUE des Umschalters eine freie Beschriftung Grad C an (vgl. vorige Abbildung).
 - d. Fügen Sie auf dieselbe Weise eine freie Beschriftung Grad F neben der Position FALSE des Umschalters an.

Blockdiagramm

4. Wechseln Sie über den Menüpunkt Fenster>>Blockdiagramm anzeigen zum Blockdiagramm.

5. Erstellen Sie das folgende Blockdiagramm:



- a. Platzieren Sie auf dem Blockdiagramm das Express-VI **DAQ Assistant**, zu finden auf der Unterpalette **Funktionen>>Eingabe**. Nehmen Sie im Konfigurationsfenster von DAQ Assistant folgende Einstellungen vor:
 - i. Wählen Sie als Measurement Type die Option Analog Input.
 - ii. Markieren Sie im nächsten Schritt Voltage.
 - iii. Wählen Sie bei der Festlegung des Kanals Ihres Datenerfassungsgeräts **ai0**.
 - iv. Markieren Sie im nächsten Konfigurationsfenster von DAQ Assistant in der Rubrik **Task Timing** die Option **Acquire 1 Sample**.
- b. Platzieren Sie von der Unterpalette Funktionen>>Signalmanipulation die Funktion Konvertierung von dynamischen Daten im Blockdiagramm und wählen Sie im Konfigurationsfenster unter Resultierender Datentyp die Option Einzelner Skalar.
- c. Legen Sie zudem die Funktion Multiplizieren, zu finden auf der Unterpalette Funktionen>>Alle Funktionen>>Numerisch, im Blockdiagramm ab. Diese Funktion dient zum Multiplizieren der vom VI AI Sample Channel zurückgegebenen Spannung mit dem Faktor 100,0, woraus die Temperatur in Grad C resultiert.
- d. Wählen Sie als nächstes über die Schaltfläche VI wählen... auf der Unterpalette Alle Funktionen das in Übung 3a erstellte VI C in F umwandeln und legen Sie es im Blockdiagramm ab. Es dient, wie Sie bereits wissen, zur Umwandlung von Celsius- in Fahrenheit-Werte.
- e. Legen Sie ferner die Funktion **Wählen**, zu finden auf der Unterpalette **Funktionen>>Alle Funktionen>>Vergleich**, im Blockdiagramm ab. Mit dieser Funktion kann je nach Position des Umschalters **Temperaturskala** die Temperatur entweder in Grad Fahrenheit (Position FALSE) oder in Grad C (Position TRUE) ausgegeben werden.
- f. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Anschluss y der Funktion **Multiplizieren**, wählen Sie den Kontextmenüpunkt **Erstelle>>Konstante**, geben Sie den Wert 100 ein und drücken Sie die Eingabetaste.
- g. Ordnen Sie die Blockdiagrammobjekte mit dem Positionierwerkzeug in etwa wie auf der obigen Abbildung gezeigt an und verbinden Sie sie anschließend mit dem Verbindungswerkzeug.

Tipp: Zur leichteren Identifizierung der Anschlüsse eines Knotens klicken Sie mit der rechten Maustaste auf sein Symbol und wählen den Kontextmenüpunkt Sichtbare Objekte>>Anschlüsse, um das Anschlussfeld einzusehen.

- 6. Bringen Sie das Frontpanel durch Anklicken bzw. über den Menüpunkt **Fenster>>Panel anzeigen** in den Vordergrund.
- 7. Klicken Sie in der Symbolleiste des Frontpanels auf die Schaltfläche **Wiederholt ausführen**.

- 8. Legen Sie einen Finger auf den Temperatursensor; die Temperaturerhöhung wird unmittelbar auf dem Anzeigeelement **Temperatur** angezeigt.
- 9. Klicken Sie zum Beenden der Ausführung des VIs erneut auf Wiederholt ausführen.
- 10. Erstellen Sie das folgende Symbol, sodass Sie das VI **Temperatur** auch als SubVI verwenden können.



- a. Führen Sie einen Klick mit der rechten Maustaste auf das Symbol in der rechten oberen Ecke des Frontpanels aus und wählen Sie im Kontextmenü die Option **Symbol bearbeiten**. Es öffnet sich der **Symbol-Editor**.
- b. Markieren Sie hierin mit einem Doppelklick auf das Auswahl-Werkzeug das komplette Standardsymbol.
- c. Drücken Sie nun die Taste Entfernen, um das Standardsymbol zu löschen.
- d. Führen Sie als nächstes einen Doppelklick auf das Rechteck-Werkzeug aus, um einen neuen Rahmen zu zeichnen.
- e. Zeichnen Sie nun mit dem Stift-Werkzeug ein symbolisiertes Thermometer.
- f. Geben Sie dem Thermometer mithilfe der Farb- und Füllwerkzeuge eine rote Farbe.

Hinweis: Zum Zeichnen horizontaler oder vertikaler Linien empfehlen wir, das Stiftwerkzeug bei gedrückter Umschalttaste in die gewünschte Richtung zu ziehen.

- g. Ändern Sie nun mit einem Doppelklick auf das Text-Werkzeug die Schriftart in **Small Fonts** um.
- h. Klicken Sie auf das kleine Symbol unter **Schwarz/Weiß** und wählen Sie **Kopieren von: 256 Farben.** Hierdurch erstellen Sie zusätzlich ein Schwarz/Weiß-Symbol, das von LabVIEW beim Drucken verwendet wird, wenn kein Farbdrucker zur Verfügung steht.
- i. Ist das Symbol fertiggestellt, so klicken Sie auf **OK**. Das neue Symbol erscheint nun in der oberen rechten Ecke von Frontpanel und Blockdiagramm.
- Wählen Sie den Menüpunkt Datei>>Speichern, um das VI abzuspeichern. Geben Sie dem VI den Namen Thermometer und speichern Sie es unter C:\Uebungen\LabVIEW Einfuehrung ab.
- 12. Schließen Sie das VI über den Menüpunkt Datei>>Schließen.

Ende der Übung





Sowohl WHILE- als auch FOR-Schleife sind auf der Palette **Funktionen>>Strukturen** zu finden. Im Unterschied zur WHILE-Schleife wird die FOR-Schleife nur so oft ausgeführt, wie vom Anwender spezifiziert. Eine WHILE-Schleife hingegen stoppt die Ausführung des Unter-diagramms nur dann, wenn am Bedingungsanschluss ein entsprechender Wert vorliegt.

Die WHILE-Schleife

Ähnlich wie bei der Do- oder Repeat-Until-Schleife in textbasierten Programmiersprachen führt eine WHILE-Schleife (siehe Abbildung) ein Unterdiagramm so lange aus, bis eine bestimmte Bedingung erfüllt ist. Die WHILE-Schleife führt das Unterdiagramm so lange aus, bis der Bedingungsanschluss – ein Eingangsanschluss – einen bestimmten booleschen Wert annimmt. Das Verhalten und das Erscheinungsbild des Bedingungsanschlusses (rechts unten in der WHILE-Schleife) sind standardmäßig auf **Weiter wenn TRUE** eingestellt. Ist der Bedingungsanschluss auf **Weiter wenn TRUE** gesetzt, so wird das Unterdiagramm der WHILE-Schleife so lange ausgeführt, bis der Bedingungsanschluss einen FALSE-Wert annimmt. Der Iterationsanschluss (links unten in der WHILE-Schleife) – ein Ausgangsanschluss – enthält die Anzahl der abgeschlossenen Schleifendurchläufe. Die Zählung der Durchläufe beginnt stets bei Null. Während des ersten Durchlaufs gibt der Iterationsanschluss 0 zurück.

Die FOR-Schleife

Eine FOR-Schleife (siehe Abbildung) führt ein Unterdiagramm so oft aus wie vorgegeben. Der Wert im mit einem N gekennzeichneten Anschluss "Schleifenzähler" – einem Eingangs-anschluss – zeigt an, wie oft das Unterdiagramm wiederholt werden soll. Der Iterations-anschluss (links unten in der FOR-Schleife) – auch hier ein Ausgabeanschluss – enthält die Anzahl der abgeschlossenen Schleifendurchläufe. Die Zählung der Durchläufe beginnt stets bei Null. Während des ersten Durchlaufs gibt der Iterationsanschluss den Wert 0 zurück.



Die Schleifen befinden sich auf der Palette **Funktionen>>Strukturen** und werden wie folgt im Blockdiagramm abgelegt:

Wurde eine der beiden Schleifen ausgewählt, so nimmt der Mauszeiger die Form einer Miniaturschleife an, mit deren Hilfe nun der zu wiederholende Codeabschnitt umrahmt werden kann.

Klicken Sie hierzu mit der Maus zuerst an der Stelle, an der Sie die linke obere Ecke der Schleife wünschen, und ein zweites Mal dort, wo sich die untere rechte Ecke der Schleife befinden soll. Hierdurch haben Sie den zu wiederholenden Codeabschnitt im Rechteck der Schleife eingeschlossen.

Legen Sie bei Bedarf weitere Knoten in der WHILE- oder FOR-Schleife ab.



Bei einem Signalverlaufs-Diagramm handelt es sich um eine spezielle Art eines numerischen Anzeigeelements zur Darstellung von Kurvenzügen. Sie finden es in der Unterpalette **Elementepalette>>Graph-Anzeigeelemente**. Signalverlaufs-Diagramme können einen oder mehrere Kurvenzüge anzeigen. Das abgebildete Frontpanel zeigt das Beispiel eines Mehrkurvendiagramms.

Die Minimal- und Maximalwerte der x- bzw. y-Achse lassen sich anpassen, indem Sie mit dem Beschriftungswerkzeug einen Doppelklick auf den betreffenden Skalenwert ausführen und den gewünschten Wert eingeben. Analog hierzu erfolgt auch die Achsenumbenennung. Wenn Sie den Linienstil, die Form oder die Farbe eines Kurvenzugs ändern möchten, so klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Kurvenlegende, um auf die einzelnen Optionen zuzugreifen.



Sie können einen skalaren Ausgang direkt mit einem Signalverlaufs-Diagramm verbinden und so die Daten in Form eines Kurvenzugs darstellen. Zur Anzeige mehrerer Kurvenzüge in einem Diagramm verwenden Sie die Funktion **Signale zusammenfassen**, zu finden auf der Unterpalette **Funktionen>>Signalmanipulation**. Die Funktion **Signale zusammenfassen** leitet die Daten diverser Ausgänge in ein und dasselbe Signalverlaufs-Diagramm. Zum Hinzufügen weiterer Kurvenzüge ziehen Sie einfach die Funktion **Signale zusammenfassen** mit dem Positionierwerkzeug vertikal auf.

Die Kontexthilfe hält nützliche Informationen über die verschiedenen Möglichkeiten der Anbindung von Datenausgängen an Diagramme bereit.

Übung 4: Verwendung von Schleifen

Erstellung des VIs "Verwendung einer Schleife.vi"



Die folgende Übung sollte ca. 15-20 Minuten in Anspruch nehmen.

Anleitungen:

Erstellen Sie ein VI, das in einstellbaren Intervallen so lange Zufallswerte generiert und diese in einem Signalverlaufs-Diagramm darstellt, bis die Ausführung des VIs vom Anwender gestoppt wird. Verbinden Sie den Anschluss zur Unterbrechung der Schleifenausführung mit einer Stopp-Schaltfläche im Frontpanel und legen Sie zudem auch einen Schieberegler im Frontpanel ab. Dieser Schieberegler soll über eine Skala von 0 bis 2000 verfügen und mit dem Express-VI **Verzögerungszeit**, das sich im Inneren der Schleife befindet, verbunden werden. Speichern Sie das VI unter der Bezeichnung **Schleifenverwendung.vi** ab.

Übung 4: Verwendung von Schleifen

Erstellen Sie mithilfe einer WHILE-Schleife sowie eines Signalverlaufs-Diagramms ein VI zur Veranschaulichung von Softwaretiming.

Frontpanel

- 1. Öffnen Sie ein neues VI.
- 2. Erstellen Sie folgendes Frontpanel.



- a. Wählen Sie von der Unterpalette **Bedienelemente**>>**Numerische Bedien**elemente einen horizontalen Schieber mit Zeiger und platzieren Sie diesen auf dem Frontpanel. Sie werden ihn zum Einstellen des Software-timings einsetzen.
- b. Tippen Sie Verzögerung (ms) in das Beschriftungsfeld und übernehmen Sie Ihre Eingabe durch einen Klick außerhalb des Beschriftungsfelds bzw. auf die Schaltfläche **Text-Eingabe** in der Symbolleiste.
- c. Platzieren Sie eine Schaltfläche Stopp, zu finden auf der Unterpalette Bedienelemente>>Schaltflächen & Umschalter, auf dem Frontpanel.
- d. Wählen Sie von der Unterpalette **Bedienelemente**>>**Graph-Anzeigeelemente** ein **Signalverlaufs-Diagramm** aus und platzieren Sie dieses auf dem Frontpanel. Das Signalverlaufs-Diagramm dient zur Online-Darstellung der Daten.
- e. Tippen Sie Werteverlauf in das Beschriftungsfeld und übernehmen Sie Ihre Eingabe durch einen Klick außerhalb des Beschriftungsfelds bzw. auf die Schaltfläche **Text-Eingabe** in der Symbolleiste.
- f. Die Legende des Signalverlaufs-Diagramms bezeichnet den ersten Kurvenzug standardmäßig als Plot 0. Führen Sie in der Kurven-Legende mit dem Beschriftungswerkzeug einen Dreifachklick auf Plot 0 aus, tippen Sie Wert ein und klicken Sie zur Bestätigung der Umbenennung außerhalb des Beschriftungsfelds bzw. auf die Schaltfläche **Text-Eingabe**.
- g. In dieser Übung soll ein Zufallsgenerator zur Erzeugung von Zahlen zwischen 0 und 1 zum Einsatz kommen; im Rahmen einer Vorführung etc. kann der Zufallsgenerator auch durch ein VI zur Datenerfassung in Kombination mit entsprechender Hardware ersetzt werden. Führen Sie als nächstes mit dem Beschriftungswerkzeug einen Doppelklick auf die Zahl 10 am oberen Ende der y-Achse aus, tippen Sie die Zahl 1 ein und bestätigen Sie diese Umskalierung durch einen Klick außerhalb der Beschriftungsfelds bzw. auf die Schaltfläche Text-Eingabe.

- h. Ändern Sie analog hierzu die Zahl –10 am unteren Ende der y-Achse in 0 um.
- i. Beschriften Sie abschließend die y-Achse mit Wert und die x-Achse mit Zeit (s).

Blockdiagramm

- 3. Wechseln Sie über den Menüpunkt **Fenster>>Blockdiagramm anzeigen** zum Blockdiagramm.
- 4. Schließen Sie die beiden Anschlüsse in einer WHILE-Schleife ein (vgl. das folgende Blockdiagramm).



- a. Wählen Sie von der Unterpalette **Funktionen>>Ausführungssteuerung** eine WHILE-Schleife.
- b. Ziehen Sie mit der Maus ein Auswahlrechteck auf, in dem sich die beiden Anschlüsse befinden.
- c. Passen Sie gegebenenfalls die Größe der Schleife nachträglich mit dem Positionierwerkzeug an.
- Wählen Sie als nächstes von der Unterpalette Funktionen>>Arithmetik & Vergleich>>Numerisch die Funktion Zufallszahl (0-1). Alternativ hierzu könnten Sie ein VI zur Erfassung der von einem externen Sensor gelieferten Daten verwenden.
- 6. Verbinden Sie die Blockdiagrammobjekte entsprechend der vorigen Abbildung.
- 7. Speichern Sie dieses VI unter dem Namen Schleifenverwendung.vi ab, denn Sie werden es im weiteren Verlauf der Einführung wiederverwenden.
- 8. Bringen Sie das Frontpanel durch Anklicken bzw. über den Menüpunkt **Fenster>>Panel anzeigen** in den Vordergrund.
- 9. Führen Sie das VI jetzt aus. Der Programmcodeabschnitt, der sich im Blockdiagramm innerhalb der WHILE-Schleife befindet, wird so lange ausgeführt, bis die festgelegte Bedingung erfüllt ist (TRUE). So gibt das VI kontinuierlich neue Werte zurück und zeigt diese im Signalverlaufs-Diagramm an, bis Sie auf die Schaltfläche STOPP klicken.
- 10. Klicken Sie auf die Schaltfläche STOPP, um die Datenerfassung zu beenden. Die Bedingung ist nicht länger erfüllt (FALSE) und die Ausführung der Schleife wird angehalten.

- 11. Im Folgenden sollen die x- und y-Achsen des Signalverlaufs-Diagramms formatiert und angepasst werden.
 - a. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Diagramm und wählen Sie die Option **Eigenschaften**. Es öffnet sich das folgende Dialogfenster.

Diagramm-Eigenschaften: Werteverlauf				
Erscheinungsbild Format und Genauigkeit	Plots Skalierungen Dokumentation			
Beschriftung Sichtbar Werteverlauf	Untertitel			
Aktiv-Status Aktiviert Deaktiviert Deaktiviert & ausgegraut				
 Graphpalette anzeigen ✓ Plot-Legende anzeigen ✓ Autom. Anpassung an Plot-Namen 1 — Angezeigte Plots 	Updatemodus Bildlauf Stapelplot Digitale Anzeige(n) anzeigen			
 x Bildlaufleiste anzeigen Achsen-Legende anzeigen Cursor-Legende anzeigen 				
	OK Abbrechen Hilfe			

- b. Begeben Sie sich auf die Registerkarte Skalierungen und probieren Sie z. B. für die y-Achse verschiedene Einstellungen aus. Sie können auch das Erscheinungsbild des Kurvenzugs oder des Rasters ändern, andere Skalierungsfaktoren wählen sowie Format und Genauigkeit der beiden Achsen anpassen. Kontrollieren Sie Ihre Änderungen, die unmittelbar im Signalverlaufs-Diagramm des Frontpanels umgesetzt werden.
- c. Haben Sie das Anzeigeelement Ihren Wünschen entsprechend angepasst, so übernehmen Sie die Änderungen durch einen Klick auf **OK**.
- 12. Klicken Sie nun mit der rechten Maustaste auf das Signalverlaufs-Diagramm und wählen Sie den Kontextmenüpunkt Datenoperationen>>Diagramm löschen. Hierdurch werden die bereits dargestellten Daten gelöscht, das Signalverlaufs-Diagramm wird zurückgesetzt. Während der Ausführung des VIs steht die Option Diagramm löschen im Kontextmenü direkt zur Verfügung.

Erweiterung des VIs um den Aspekt Timing

Wird das vorliegende VI ausgeführt, so wird die WHILE-Schleife schnellstmöglich durchlaufen. Führen Sie deshalb folgende Schritte aus, um das VI dahingehend zu modifizieren, dass Daten von nun an in festgelegten Zeitabständen erfasst werden, beispielsweise im Halbsekundentakt.



- a. Platzieren Sie das Express-VI Verzögerungszeit, zu finden auf der Unterpalette Funktionen>>Ausführungssteuerung, auf dem Blockdiagramm. Geben Sie im sich öffnenden Dialogfenster den Wert 0, 5 ein. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Schleife nach jeder halben Sekunde (500 ms) erneut ausgeführt wird.
- b. Dividieren Sie den Millisekundenwert durch 1000, um den vom Express-VI verlangten Sekundenwert zu erhalten. Verbinden Sie den Ausgang der Funktion Dividieren mit dem Eingang Verzögerungszeit des gleichnamigen Express-VIs. Indem Sie das Bedienelement Verzögerung mit dem x-Eingang der Funktion Dividieren verbinden, können Sie die Ausführungsgeschwindigkeit mit dem Schieber auf dem Frontpanel regulieren.
- 13. Speichern Sie das VI ab, denn Sie werden es im weiteren Verlauf der Einführung wiederverwenden.
- 14. Führen Sie das VI jetzt aus.
- 15. Wählen Sie mit dem Schieber nun verschiedene ms-Werte für die Verzögerung. Anhand des Signalverlaufs-Diagramms können Sie direkt die Auswirkung auf die Geschwindigkeit der Generierung und Darstellung der Zufallszahlen (bzw. der Datenerfassung bei Verwendung externer Hardware) mitverfolgen.
- 16. Schließen Sie das VI.

Ende der Übung



In Arrays werden Datenelemente des gleichen Typs gruppiert. Ein Array besteht aus Elementen und Dimensionen. Elemente sind dabei die Daten, die das Array enthält. Unter der Dimension eines Arrays versteht man seine Länge, Höhe oder Tiefe. Ein Array kann eine oder mehrere Dimensionen und dabei bis zu 2³¹-1 Elemente pro Dimension aufweisen – so ausreichende Speicherkapazität zur Verfügung steht.

Die möglichen Datentypen eines Arrays sind numerische, boolesche, Pfad-, String-, Signalverlaufs- und Cluster-Daten. Der Einsatz von Arrays empfiehlt sich bei der Verarbeitung einer Reihe ähnlicher Daten sowie bei der Durchführung sich wieder-holender Berechnungen. Arrays eignen sich ideal zum Abspeichern von Daten, die aus Signalverläufen stammen oder im Rahmen der Ausführung einer Schleife anfallen, wobei jeder Schleifendurchlauf ein Element des Arrays liefert.

Array-Elemente sind geordnet. Zudem besitzt jedes Array einen Index, über den Sie bequem auf jedes beliebige Element zugreifen können. Der Index ist nullbasiert, d. h. die Nummerierung beginnt bei 0 und endet bei n-1, wobei n für die Gesamtzahl der Elemente des Arrays steht. Wollte man die neun Planeten unseres Sonnensystems in einem Array festhalten, so wäre n = 9 (Anzahl der Planeten). Somit würden die Indizes sämtlicher Planeten im Bereich von 0 bis 8 liegen und die Erde als 3. Planet den Index 2 besitzen.

Bei Datei-I/O-Operationen werden Daten in Dateien geschrieben sowie aus diesen aus-gelesen. Auf der Unterpalette **Funktionen>>Datei-I/O** finden sich Datei-I/O-VIs und -Funktionen für sämtliche Aspekte des Speicherns und Auslesens von Daten. Im Rahmen dieser Einführung werden wir das Schreiben und Abfragen von Daten in bzw. aus Tabellenkalkulationsdateien unter Verwendung der Express-VIs für Datei-I/O behandeln.



Wählen Sie zum Erstellen eines Array-Bedien- oder -Anzeigeelements (siehe Abbildung) einen Array-Container von der Unterpalette **Elemente>>Alle Elemente>>Array & Cluster**, platzieren Sie ihn auf dem Frontpanel und ziehen Sie abschließend mit der Maus ein Bedien- oder Anzeigeelement in den Array-Container. Wenn Sie versuchen, ein unzulässiges Bedien- oder Anzeigeelement, z. B. einen XY-Graphen, in den Array-Container zu ziehen, so verhindert dies LabVIEW automatisch.

Es ist nicht möglich, ein Array im Blockdiagramm zu verwenden, bevor ein Element in den entsprechenden Array-Container gezogen wurde. Andernfalls erscheint der Array-Anschluss mit schwarzer Umrandung und einem leeren Feld anstelle der Datentypangabe.

Hinzufügen eines Arrays im Frontpanel (Forts.)

Platzieren eines Datenobjekts (z. B. eines numerischen Bedienelements) im Array-Container



Zum Erweitern eines Arrays um jeweils eine Dimension klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Indexanzeige des Arrays und wählen Sie im Kontextmenü die Option **Dimension hinzufügen**. Wenn Sie gleich mehrere Dimensionen hinzufügen möchten, so ziehen Sie am besten die Indexanzeige einfach mit dem Positionierwerkzeug entsprechend auf, bis das Array über die gewünschte Anzahl an Dimensionen verfügt.

Erstellung eines Arrays mithilfe einer Schleife

Schleifen ermöglichen die Erstellung von Arrays an den Ausgabetunneln des Schleifenrahmens



Wenn Sie ein Array mit dem Eingabetunnel einer FOR- oder WHILE-Schleife verbinden, können Sie durch Aktivierung der Auto-Indizierung jedes Element in diesem Array lesen und verarbeiten. Autoindizieren Sie einen Array-Ausgabetunnel, so erhält das Ausgabe-Array bei jeder Wiederholung der Schleife ein neues Element. Die Verbindung vom Ausgabetunnel zum Array-Anzeigeelement wird infolge der Umwandlung einfacher Daten in ein Array am Schleifenrand dicker dargestellt. Der Ausgabetunnel selbst enthält eckige Klammern, die ein Array symbolisieren (siehe Abbildung auf der nächsten Seite).

Deaktivieren Sie die Auto-Indizierung, indem Sie mit der rechten Maustaste auf den Schleifentunnel klicken und im Kontextmenü die Option **Indizierung deaktivieren** auswählen. Deaktivieren Sie die Auto-Indizierung beispielsweise, wenn Sie nur den letzten im vorherigen Beispiel an den Tunnel weitergeleiteten Wert benötigen – ohne Array.

Hinweis: Da FOR-Schleifen verwendet werden können, um Arrays elementweise zu verarbeiten, aktiviert LabVIEW die Autoindizierung standardmäßig für jedes mit einer FOR-Schleife verbundene Array. Bei WHILE-Schleifen hingegen ist die Autoindizierung standardmäßig deaktiviert. Um Sie manuell zu aktivieren, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Schleifentunnel und wählen im Kontextmenü die Option **Indizierung aktivieren** aus.

Wird die Auto-Indizierung für ein Array aktiviert, das mit dem Eingangsanschluss einer FOR-Schleife verbunden ist, so stellt LabVIEW den Zähleranschluss entsprechend der Array-Größe ein, sodass er nicht erst verbunden werden muss. Wenn Sie die Auto-Indizierung für mehrere Tunnel aktivieren oder den Zähleranschluss doch verbinden, so richtet sich die Anzahl der Schleifenwiederholungen nach der niedrigeren Zahl. Verbinden Sie beispielsweise mit dem Eingabetunnel einer FOR-Schleife ein Array mit 10 Elementen und setzen den Zähleranschluss auf 15, so wird die Schleife nur 10-mal ausgeführt.



2D-Arrays erstellen Sie mithilfe zweier FOR-Schleifen, wobei sich eine Schleife innerhalb der anderen befindet. Die äußere FOR-Schleife liefert die Zeilenelemente, die innere FOR-Schleife die Spaltenelemente.



Bei Datei-I/O-Operationen werden Daten in Dateien geschrieben sowie aus diesen ausgelesen. In LabVIEW stehen Datei-I/O-Funktionen für folgende Zwecke zur Verfügung:

- · Öffnen und Schließen von Datendateien
- · Lesen von Daten aus Dateien und Schreiben von Daten in Dateien
- Lesen von Daten aus Tabellenkalkulationsdateien bzw. Schreiben von Daten in Tabellenkalkulationsdateien
- Verschieben und Umbenennen von Dateien und Verzeichnissen.
- Ändern von Dateieigenschaften
- Erstellen, Ändern und Lesen von Konfigurationsdateien
- Lesen/Schreiben von LabVIEW-Messdaten aus bzw. in entsprechenden Dateien (lvm-Dateien)

Im Rahmen dieser Einführung soll gezeigt werden, wie das Lesen aus bzw. Schreiben in Dateien mit LabVIEW-Messdaten, so genannten lvm-Dateien, funktioniert.



Das Express-VI LabVIEW-Messdaten in Datei schreiben ermöglicht es, Daten in einer Tabellenkalkulationsdatei zu speichern. Vor allem jedoch dient es zur Protokollierung von Daten, die in LabVIEW verwendet werden sollen. Dieses Express-VI erstellt eine lvm-Datei, die sich in einer Tabellenkalkulationsapplikation öffnen lässt. Verwenden Sie bei einfacheren Tabellenkalkulationsdateien wenn möglich die beiden Express-VIs LabVIEW-Messdaten in Datei schreiben sowie LabVIEW-Messdaten aus Datei lesen.



Diese Übung wird ca. 30-45 Minuten in Anspruch nehmen. Anleitungen:

Erstellen Sie ein VI, das in vorgegebenen Intervallen Temperaturdaten erfasst und darstellt, bis der Anwender die Ausführung des VIs stoppt. Haben Sie Übung 3 durchgeführt und steht Ihnen eine Datenerfassungskarte zur Verfügung, so können Sie für die Datenerfassung das VI **Thermometer.vi** wiederverwenden. Andernfalls können Sie auf das VI **Digitales Thermometer.vi** in der Unterpalette **Funktionen>>Tutorium** zurückgreifen.

Nachdem die Datenerfassung manuell beendet wurde, soll das VI die soeben gesammelten Daten analysieren. Füllen Sie zunächst am Tunnel der WHILE-Schleife ein Array mit Datenpunkten und -werten. Ermitteln Sie anschließend den Maximal-, Minimal- und Mittelwert der Temperaturdaten und stellen Sie diese in numerischen Anzeigeelementen dar (die Funktion zur Mittelwertbildung finden Sie in der Unterpalette Funktionen>>Analyse>>Mathematik>>Wahrscheinlichkeit und Statistik, die Funktion Max & Min von Array in der Unterpalette Funktionen>>Array). Zum Abspeichern der Daten verwenden Sie das Express-VI LabVIEW-Messdaten in Datei schreiben, zu finden auf der Unterpalette Funktionen>>Ausgabe. Wurde das fertige VI ausgeführt, so vergewissern Sie sich, dass die Erzeugung einer Datei erfolgreich war. Öffnen Sie diese Datei zu diesem Zweck entweder in Notepad oder erstellen Sie ein VI, das die Daten aus der zu prüfenden Datei ausliest. Speichern Sie das VI nach Beendigung dieser Übung unter dem Namen Temperatur-Logging.vi ab.

Übung 5: Datenanalyse und -protokollierung

Führen Sie folgende Schritte aus, um ein VI zu erstellen, das über einen Zeitraum von 10 Sekunden in Abständen von je 0,25 s die Temperatur misst. Dabei soll ein Signalverlaufs-Diagramm die Daten während ihrer Erfassung online darstellen. Nach Beendigung der Erfassung soll das VI Minimal- und Maximalwert sowie Durchschnittstemperatur berechnen und auf dem Frontpanel anzeigen. Beachten Sie, dass sich die Skala des Signalverlaufs-Diagramms automatisch den erfassten Werten anpasst und so eine optimale Darstellung gewährleistet wird.

Frontpanel

1. Öffnen Sie ein neues VI und erstellen Sie über die folgenden Schritte das abgebildete Frontpanel.



 Platzieren Sie dabei die drei Anzeigeelemente Durchschnittswert, Maximalwert und Minimalwert nicht auf dem Frontpanel. Erstellen Sie sie stattdessen im Blockdiagramm, indem Sie mit der rechten Maustaste auf die entsprechenden Funktionen klicken und den Kontextmenüpunkt Erstelle>>Anzeigeelement wählen. Anschließend können Sie die Anzeigeelemente an die richtige Stelle des Frontpanels schieben.

Blockdiagramm

2. Erstellen Sie das folgende Blockdiagramm.



- a. Klicken Sie auf der Unterpalette Funktionen >>Alle Funktionen auf die Schaltfläche VI wählen..., um das in Übung 3b entwickelte VI Thermometer als SubVI in Ihr aktuelles VI zu integrieren.
- b. Wählen Sie sodann die Funktion Bis zum nächsten Vielfachen von ms warten, zu finden auf der Unterpalette Funktionen>>Alle Funktionen>>Zeit & Dialog, und geben Sie als Konstante den Wert 250 ein. Ähnlich wie das Express-VI Verzögerungszeit bewirkt diese Funktion eine Ausführung der While-Schleife im Viertelsekundentakt (alle 250 ms).
- c. Platzieren Sie das Express-VI Verstrichene Zeit im Blockdiagramm und geben Sie im sich öffnenden Konfigurationsfenster den Wert 10 ein. Entfernen Sie den Anschluss der Schaltfläche Stopp samt Verbindung zum Bedingungsanschluss und verbinden Sie diesen stattdessen mit dem Ausgang Zeit ist verstrichen des Express-VIs Verstrichene Zeit.
- d. Platzieren Sie anschließend von der Unterpalette Funktionen>>Alle Funktionen>>Array die Funktion Max. & Min. von Array im Blockdiagramm. Diese Funktion gibt den höchsten und niedrigsten Temperaturwert zurück.
- e. Legen Sie das VI Mittelwert (mean.vi), zu finden auf der Unterpalette Funktionen>>Alle Funktionen>>Analyse>>Mathematik>> Wahrscheinlichkeit und Statistik, im Blockdiagramm ab. Dieses VI ermittelt den Durchschnittswert der erfassten Temperaturwerte.
- f. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Ausgänge der Funktion Max. & Min. von Array sowie des VIs Mittelwert, um über den Kontextmenüpunkt Erstelle>>Anzeigeelement die drei Anzeigen Maximalwert, Minimalwert sowie Durchschnittswert zu erstellen.

- g. Platzieren Sie abschließend von der Unterpalette Funktionen>>Ausgabe das Express-VI LabVIEW-Messdaten in Datei schreiben im Blockdiagramm. Dabei integriert LabVIEW beim Verbinden des Express-VIs automatisch die Funktion Konvertierung nach dynamischen Daten in das entsprechende Verbindungsstück.
- 3. Speichern Sie das VI unter dem Namen Temperatur-Logging.vi ab.
- 4. Wechseln Sie zum Frontpanel und starten Sie das VI.
- 5. Nach einer Ausführungsdauer von 10 Sekunden öffnet sich automatisch ein Dialogfenster. Legen Sie die Datei fest, in der Sie Ihre Daten abspeichern möchten.
- 6. Öffnen Sie anschließend die Tabellendatei in Notepad, um zu überprüfen, ob der Speichervorgang erfolgreich war. Alternativ können Sie zum Auslesen der Daten ein kleines VI erstellen. Kreieren Sie hierzu das folgende Blockdiagramm:



- a. Platzieren Sie von der Unterpalette Funktionen>>Eingabe das Express-VI LabVIEW-Messdaten von Datei lesen im Blockdiagramm.
- b. Konfigurieren Sie das Express-VI im Dialogfenster dahingehend, dass der Benutzer zur Auswahl der Datei aufgefordert und als Trennzeichen ein Tabulator verwendet wird.
- c. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Ausgang **Signale** und erstellen Sie eine Graph-Anzeige.
- 7. Führen Sie das VI jetzt aus.
- 8. Speichern und schließen Sie beide VIs.

Ende der Übung
Über den Rahmen dieser Einführung hinaus
 Beispielprogramme (Hilfe>>Beispiele suchen) LabVIEW-Studentenversion (www.labview-studentenversion.de) Ressourcen im Internet (ni.com) NI Developer Zone (zone.ni.com) Application Notes Newsgroup "Info-labview" (www.info-labview.org/) Gerätetreiberbibliothek ("Instrument Driver Library") (www.ni.com/idnet)
ni.com

Über den Rahmen dieser Einführung hinaus:

- National Instruments bietet eine umfangreiche Palette an Schulungsunterlagen, mit deren Hilfe Sie Ihre Kenntnisse vertiefen können. Besuchen Sie uns im Internet unter ni.com/academic; hier finden Sie zahlreiche Programme und weitere Ressourcen.
- Die Studentenversion von LabVIEW kann online unter der Adresse www.labview-studentenversion.de bestellt werden.
- Das Internet ist *die* Adresse, wenn Sie weiterführende Informationen zu LabVIEW suchen. Unsere Website ni.com wurde als zentrale Anlaufstelle für alle Belange rund um LabVIEW konzipiert.
- Die **NI Developer Zone** stellt ein Forum für Entwickler dar, in dem sie Kontakte knüpfen, über Aspekte der Anwendungsentwicklung diskutieren und eigene Ideen und Codebeispiele einbringen können.
- Ferner steht in der NI Developer Zone eine umfassende **Bibliothek mit LabVIEW-Gerätetreibern** für Sie bereit. Die Treiber können kostenlos heruntergeladen werden.
- Ein besonderer Bereich der NI Developer Zone ist speziell dem Thema LabVIEW gewidmet. Diese so genannte LabVIEW Zone finden Sie auch direkt unter der Internet-Adresse ni.com/labviewzone.
- **Application Notes** zu einer Vielzahl von Themen stehen auf ni.com/support zum Download bereit.
- Info-labview ist eine Newsgroup, die von externen Entwicklern organisiert wird.