

LabVIEW™

Erste Schritte mit LabVIEW

Deutschsprachige Niederlassungen

National Instruments Germany GmbH Konrad-Celtis-Straße 79 81369 München Tel.: +49 (0) 89 741 31 30 Fax: +49 (0) 89 714 60 35	National Instruments Ges.m.b.H. Plainbachstraße 12 5101 Salzburg-Bergheim Tel.: +43 0 662 45 79 90 0 Fax: +43 0 662 45 79 90 19	National Instruments Switzerland Sonnenbergstraße 53 CH-5408 Ennetbaden Tel.: +41 56 200 51 51, +41 21 320 51 51 (Lausanne) Fax: +41 56 200 51 55
---	--	--

Lokaler technischer Support

Deutschland:	ni.germany@ni.com	www.ni.com/germany
Österreich:	ni.austria@ni.com	www.ni.com/austria
Schweiz:	ni.switzerland@ni.com	www.ni.com/switzerland

Technischer Support und Produktinformation weltweit

ni.com

National Instruments Corporate Firmensitz

11500 North Mopac Expressway Austin, Texas 78759-3504 USA Tel: 001 512 683 0100

Internationale Niederlassungen

Australien 1800 300 800, Belgien 32 0 2 757 00 20, Brasilien 55 11 3262 3599, China 86 21 6555 7838, Dänemark 45 45 76 26 00, Finnland 385 0 9 725 725 11, Frankreich 33 0 1 48 14 24 24, Großbritannien 44 0 1635 523545, Indien 91 80 41190000, Israel 972 0 3 6393737, Italien 39 02 413091, Japan 81 3 5472 2970, Kanada 800 433 3488, Korea 82 02 3451 3400, Libanon 961 0 1 33 28 28, Malaysia 1800 887710, Mexiko 01 800 010 0793, Neuseeland 0800 553 322, Niederlande 31 0 348 433 466, Norwegen 47 0 66 90 76 60, Polen 48 223 390150, Portugal 351 210 311 210, Russland 7 095 783 68 51, Schweden 46 0 8 587 895 00, Singapur 1800 226 5886, Slowenien 386 3 425 4200, Spanien 34 91 640 0085, Südafrika 27 0 11 805 8197, Taiwan 886 02 2377 2222, Thailand 662 278 6777, Tschechische Republik 420 224 235 774

Weitere Informationen finden Sie im Anhang unter *Technische Unterstützung und professioneller Service*. Für Kommentare und Anregungen zu unserer Dokumentation geben Sie uns bitte auf unserer Website ni.com/info den Infocode *feedback* ein.

Wichtige Informationen

Garantie

National Instruments gewährleistet, dass die Datenträger, auf denen National Instruments Software übermittelt wird, während eines Zeitraums von 90 Tagen ab Lieferung, nachgewiesen durch Empfangsbestätigung oder sonstige Unterlagen, nicht aufgrund von Material- und Verarbeitungsfehlern Programmanweisungen nicht ausführen. Datenträger, die Programmanweisungen nicht ausführen, werden nach Wahl von National Instruments entweder repariert oder ersetzt, sofern National Instruments während der Garantiezeit über derartige Mängel informiert wird.

Damit Gegenstände zur Ausführung von Garantieleistungen angenommen werden, müssen Sie sich eine Warenrücksendenummer (RMA-Nummer) vom Hersteller geben lassen und diese auf der Packung deutlich sichtbar angeben. Die Kosten der Rücksendung von Ersatzteilen, die von der Garantie erfasst sind, an Sie übernimmt National Instruments.

National Instruments geht davon aus, dass die Informationen in dieser Unterlage zutreffend sind. Die Unterlage ist sorgfältig auf technische Richtigkeit überprüft worden. Für den Fall, dass dennoch technische oder Schreibfehler vorhanden sein sollten, behält sich National Instruments das Recht vor, dies in späteren Ausgaben ohne vorherige Ankündigung zu berichtigen. Bitte wenden Sie sich an National Instruments, falls Sie einen Fehler vermuten. National Instruments haftet in keinem Fall für Schäden, die sich aus oder im Zusammenhang mit dieser Unterlage oder den darin enthaltenen Informationen ergeben.

SOWEIT HIER NICHT AUSDRÜCKLICH VORGESEHEN, SCHLIESST NATIONAL INSTRUMENTS JEDE GEWÄHRLEISTUNG, SEI SIE AUSDRÜCKLICH ODER STILLSCHWEIGEND, AUS. DIESER AUSSCHLUSS GILT INSBESONDERE FÜR EINE ETWAIGE KONKLUDENTE GEWÄHRLEISTUNG, DASS DIE PRODUKTE VON DURCHSCHNITTLICHER QUALITÄT UND FÜR DEN NORMALEN GEBRAUCH ODER FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK GEEIGNET SIND. EINE SCHADENERSATZPFLICHT FÜR SCHULDHAFTES VERHALTEN SEITENS NATIONAL INSTRUMENTS IST AUF DEN VOM KUNDEN GEZAHLTEN KAUFPREIS BEGRENZT. NATIONAL INSTRUMENTS HAFTET NICHT FÜR SCHÄDEN, DIE SICH AUS DEM VERLUST VON DATEN, ENTGANGENEM GEWINN ODER NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN ERGEBEN UND AUCH NICHT FÜR ZUFÄLLIGE ODER FOLGESCHÄDEN, SELBST WENN NATIONAL INSTRUMENTS AUF DIE MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN HINGEWIESEN WURDE. Diese Haftungsbegrenzung gilt unabhängig vom Rechtsgrund der Haftung. Ansprüche gegenüber National Instruments müssen innerhalb eines Jahres nach Schadenseintritt gerichtlich geltend gemacht werden. Die Firma National Instruments haftet nicht für Verspätungsschäden, die nicht in ihrem Verantwortungsbereich liegen. Diese Garantie erstreckt sich nicht auf Schäden, Fehler, Fehlfunktionen oder Servicemängel, die auf der Nichtbefolgung von Anweisungen von National Instruments für die Installation, den Betrieb oder die Wartung, auf Veränderungen des Produktes, Missbrauch oder Fehlgebrauch des Produktes, auf einer Unterbrechung der Energieversorgung, Feuer, Wasserschäden, Unfälle, Handlungen Dritter oder anderen Geschehnissen, die nicht im Verantwortungsbereich von National Instruments liegen, beruhen.

Urheberrechte

Gemäß den Bestimmungen des Urheberrechts darf diese Publikation ohne vorherige schriftliche Zustimmung der Firma National Instruments Corporation weder vollständig noch teilweise vervielfältigt oder verbreitet werden, gleich in welcher Form, ob elektronisch oder mechanisch. Das Verbot erfasst u.a. das Fotokopieren, das Aufzeichnen, das Speichern von Informationen in Retrieval Systemen sowie das Anfertigen von Übersetzungen gleich welcher Art.

National Instruments achtet das geistige Eigentum anderer und fordert seine Nutzer auf, dies ebenso zu tun. Die Software von National Instruments ist urheberrechtlich und durch andere Rechtsvorschriften zum Schutz geistigen Eigentums geschützt. Wenn Sie NI Software nutzen, um Software oder andere Materialien, die im Eigentum Dritter stehen, zu vervielfältigen, dürfen Sie NI Software nur insoweit nutzen, als Sie die betreffenden Materialien nach den jeweils anwendbaren Lizenzbestimmungen oder Rechtsvorschriften vervielfältigen dürfen.

Für Komponenten, die in USI (Xerces C++, ICU und HDF5) genutzt werden, gelten folgende Urheberrechtshinweise. Die Nutzungsbedingungen und rechtlichen Hinweise im Einzelnen finden Sie unter [USICopyrights.chm](#).

Dieses Produkt beinhaltet Software, die von The Apache Software Foundation entwickelt wurde (<http://www.apache.org/>). Copyright © 1999 The Apache Software Foundation. Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 1995–2003 International Business Machines Corporation und andere. Alle Rechte vorbehalten.

NCSA HDF5 (Hierarchical Data Format 5) Software Library und Utilities

Copyright 1998, 1999, 2000, 2001, 2003 Board of Trustees der Universität von Illinois. Alle Rechte vorbehalten

Marken

National Instruments, NI, ni.com und LabVIEW sind Marken der Firma National Instruments Corporation. Nähere Informationen zu den Marken von National Instruments finden Sie im Abschnitt *Terms of Use* unter [ni.com/legal](#).

FireWire® ist eine eingetragene Marke der Firma Apple Computer, Inc. Sonstige hierin erwähnte Produkt- und Firmenbezeichnungen sind Marken oder Handelsnamen der jeweiligen Unternehmen.

Mitglieder des National Instruments Alliance Partner Programms sind eigenständige und von National Instruments unabhängige Unternehmen; zwischen ihnen und National Instruments besteht keine gesellschaftsrechtliche Verbindung und auch kein Auftragsverhältnis.

Patente

Nähere Informationen über Patente auf Produkte von National Instruments finden Sie unter **Hilfe»Patente** in Ihrer Software, in der Datei `patents.txt` auf Ihrer CD oder unter [ni.com/patents](#).

WARNUNG ZUR NUTZUNG VON NATIONAL INSTRUMENTS PRODUKTEN

(1) DIE SOFTWAREPRODUKTE VON NATIONAL INSTRUMENTS WURDEN NICHT MIT KOMPONENTEN UND TESTS FÜR EIN SICHERHEITSNIVEAU ENTWICKELT, DAS FÜR EINE VERWENDUNG BEI ODER IN ZUSAMMENHANG MIT CHIRURGISCHEN IMPLANTATEN ODER ALS KRITISCHE KOMPONENTEN VON LEBENSERHALTENDEN SYSTEMEN GEEIGNET IST, DEREN FEHLFUNKTION BEI VERNÜNFTIGER BETRACHTUNGSWEISE ZU ERHEBLICHEN VERLETZUNGEN VON MENSCHEN FÜHREN KANN.

(2) BEI JEDER ANWENDUNG, EINSCHLIESSLICH DER OBEN GENANNTEN, KANN DIE ZUVERLÄSSIGKEIT DER FUNKTION DER SOFTWAREPRODUKTE DURCH ENTGEGENWIRKENDE FAKTOREN, EINSCHLIESSLICH Z.B. SPANNUNGSUNTERSCHIEDEN BEI DER STROMVERSORGUNG, FEHLFUNKTIONEN DER COMPUTER-HARDWARE, FEHLENDER EIGNUNG DER SOFTWARE FÜR DAS COMPUTER-BETRIEBSSYSTEM, FEHLENDER EIGNUNG VON ÜBERSETZUNGS- UND ENTWICKLUNGSSOFTWARE, DIE ZUR ENTWICKLUNG EINER ANWENDUNG EINGESETZT WERDEN, INSTALLATIONSFEHLERN, PROBLEMEN BEI DER SOFTWARE- UND HARDWAREKOMPATIBILITÄT, FUNKTIONSSSTÖRUNGEN ODER AUSFALL DER ELEKTRONISCHEN ÜBERWACHUNGS- ODER KONTROLLGERÄTE, VORÜBERGEHENDEN FEHLERN DER ELEKTRONISCHEN SYSTEME (HARDWARE UND/ODER SOFTWARE), UNVORHERGESEHENEN EINSATZES ODER MISSBRAUCHS ODER FEHLERN DES ANWENDERS ODER DES ANWENDUNGSENTWICKLERS (ENTGEGENWIRKENDE FAKTOREN WIE DIESE WERDEN NACHSTEHEND ZUSAMMENFASSEND "SYSTEMFEHLER" GENANNT) BEEINTRÄCHTIGT WERDEN. JEDE ANWENDUNG, BEI DER EIN SYSTEMFEHLER EIN RISIKO FÜR SACHWERTE ODER PERSONEN DARSTELLT (EINSCHLIESSLICH DER GEFAHR KÖRPERLICHER SCHÄDEN UND TOD), SOLLTE AUFGRUND DER GEFAHR VON SYSTEMFEHLERN NICHT LEDIGLICH AUF EINE FORM VON ELEKTRONISCHEM SYSTEM GESTÜTZT WERDEN. UM SCHÄDEN UND, U.U. TÖDLICHE, VERLETZUNGEN ZU VERMEIDEN, SOLLTE DER NUTZER ODER ANWENDUNGSENTWICKLER ANGEMESSENE SICHERHEITSMASSNAHMEN ERGREIFEN, UM SYSTEMFEHLERN VORZUBEUGEN. HIERZU GEHÖREN UNTER ANDEREM SICHERUNGS- ODER ABSCHALTMECHANISMEN, DA JEDES ENDNUTZERSYSTEM DEN KUNDENBEDÜRFNISSEN ANGEPASST IST UND SICH VON DEM TESTUMFELD UNTERSCHIEDET, UND DA EIN NUTZER ODER ANWENDUNGSENTWICKLER SOFTWAREPRODUKTE VON NATIONAL INSTRUMENTS IN VERBINDUNG MIT ANDEREN PRODUKTEN IN EINER VON NATIONAL INSTRUMENTS NICHT GETESTETEN ODER VORHERGESEHENEN FORM EINSETZEN KANN, TRÄGT DER NUTZER BZW. DER ANWENDUNGSENTWICKLER DIE LETZTENDLICHE VERANTWORTUNG FÜR DIE ÜBERPRÜFUNG UND AUSWERTUNG DER EIGNUNG VON NATIONAL INSTRUMENTS PRODUKTEN, WENN PRODUKTE VON NATIONAL INSTRUMENTS IN EIN SYSTEM ODER EINE ANWENDUNG INTEGRIERT WERDEN. DIES ERFORDERT U.A. DIE ENTSPRECHENDE ENTWICKLUNG UND VERWENDUNG SOWIE EINHALTUNG EINER ENTSPRECHENDEN SICHERHEITSSTUFE BEI EINEM SOLCHEN SYSTEM ODER EINER SOLCHEN ANWENDUNG.

Inhaltsverzeichnis

Zu diesem Handbuch

Symbole und Darstellungen.....	ix
Literaturhinweise	x

Kapitel 1

Erste Schritte mit virtuellen Instrumenten in LabVIEW

Erstellen eines virtuellen Instruments	1-1
Starten von LabVIEW	1-2
Erstellen eines neuen VIs anhand einer VI-Vorlage	1-3
Hinzufügen von Bedienelementen zum Frontpanel	1-5
Ändern des Signaltyps	1-7
Verbinden von Objekten im Blockdiagramm.....	1-9
Ausführen von VIs	1-10
Ändern des Signals	1-11
Darstellung zweier Signale in einem Graphen	1-14
Bearbeiten der Einstellungen zum Drehschalter	1-15
Ändern der Darstellung des Signalverlaufsgraphen	1-17
Zusammenfassung	1-18
Dialogfeld “Neu” und VI-Vorlagen	1-18
Frontpanel.....	1-19
Blockdiagramm	1-19
Frontpanel- und Blockdiagrammwerkzeuge	1-19
Starten und Stoppen von VIs	1-20
Express-VIs	1-20
LabVIEW-Dokumentation	1-20
Dialogfelder für Eigenschaften.....	1-21
Tastenkombinationen	1-21

Kapitel 2

Individuelle Gestaltung eines VIs

Erstellen eines VIs von einem leeren VI	2-1
Öffnen eines leeren VIs	2-2
Hinzufügen eines Express-VIs zur Signalsimulation	2-2
Durchsuchen der Hilfe und Ändern eines Signals.....	2-4
Erstellen einer individuellen Benutzeroberfläche vom Blockdiagramm aus	2-5
Konfigurieren des VIs: Ausführung bis Abbruch durch Anwender.....	2-6
Umgang mit der Fehlerliste	2-8

Ändern der Ausführungsgeschwindigkeit.....	2-9
Darstellung von Daten in einer Tabelle	2-10
Beispielsuche	2-11
Zusammenfassung	2-13
Verwendung der LabVIEW-Hilfen und -Beschreibungen.....	2-13
Bearbeiten des Blockdiagramms.....	2-14
Erstellen von Bedien- und Anzeigeelementen.....	2-14
Steuern der Ausführung eines VIs	2-14
Fehler und unterbrochene Verbindungen	2-15
Darstellung von Daten in einer Tabelle	2-15
Umgang mit der Beispielsuchmaschine	2-15
Tastenkombinationen	2-16

Kapitel 3

Analysieren und Speichern eines Signals

(LabVIEW Full und Professional Development System)

Erstellen eines Analyse-VIs	3-1
Verändern eines auf einer VI-Vorlage basierenden VIs	3-2
Hinzufügen eines Signals.....	3-3
Hinzufügen zweier Signale	3-5
Filtern von Signalen	3-7
Ändern der Darstellung von Graphen	3-8
Analyse der Amplitude eines Signals	3-9
Ändern der Ausführungsgeschwindigkeit.....	3-9
Hinzufügen einer Warn-LED	3-10
Festlegen eines Warngrenzwerts.....	3-11
Ausgabe einer Warnung	3-12
Erstellen eines VIs zum Schreiben von Daten in eine Datei.....	3-13
Speichern von Daten in eine Datei.....	3-14
Hinzufügen eines Schalters zum selektiven Speichern von Daten	3-14
Speichern der Daten auf Veranlassung durch den Benutzer.....	3-15
Anzeige gespeicherter Daten	3-16
Zusammenfassung	3-17
Bedien- und Anzeigeelemente	3-17
Filtern von Daten	3-17
Speichern von Daten	3-17

Kapitel 4

Hardware: Datenerfassung und Kommunikation mit Messgeräten

Erfassen eines Signals.....	4-1
Erstellen eines NI-DAQmx-Tasks.....	4-2
Testen des Tasks.....	4-4
Grafische Darstellung der mit der DAQ-Karte erfassten Daten.....	4-4
Bearbeiten eines NI-DAQmx-Tasks.....	4-5
Visuelles Vergleichen zweier erfasster Spannungssignale.....	4-6
Kommunikation mit einem Gerät	4-6
Suchen und Installieren von Gerätetreibern (Windows und Linux).....	4-7
Auswählen eines Messgeräts mit dem Assistenten zur Instrumenten-I/O	4-8
Abfrage und Auswertung von Informationen zum Gerät.....	4-9
Senden eines Befehls an das Gerät.....	4-10
Zusammenfassung	4-10
Express-VI “DAQ-Assistent”	4-10
Tasks.....	4-11
Gerätetreiber	4-11
Express-VI “Assistent zur Instrumenten-I/O”	4-12

Kapitel 5

Weitere Funktionen von LabVIEW

Alle Bedien- und Anzeigeelemente	5-1
Alle VIs und Funktionen.....	5-2
VIs	5-2
Funktionen.....	5-3
Datentypen	5-3
Dynamischer Datentyp	5-3
Verwendung weiterer LabVIEW-Werkzeuge.....	5-4

Anhang A

Technische Unterstützung und professioneller Service

Glossar

Stichwortverzeichnis

Zu diesem Handbuch

Das vorliegende Handbuch dient zum Einstieg in die grafische Programmierungsumgebung LabVIEW und die wichtigsten Programmfunktionen zur Erstellung von Anwendungen zur Datenerfassung und Steuerung von Geräten.

Es enthält Übungen, mit deren Hilfe Sie sich die Entwicklung elementarer Anwendungen in LabVIEW aneignen können. Der Zeitaufwand für diese Übungen ist gering, ihr Nutzen für die Einarbeitung in LabVIEW jedoch groß.

Am Ende eines jeden Kapitels finden Sie eine Zusammenfassung der vermittelten Lerninhalte. Anhand dieser Zusammenfassungen können Sie somit das Erlernte rekapitulieren.

Symbole und Darstellungen

In diesem Handbuch werden die folgenden Symbole und Darstellungen verwendet:

»

Das Symbol » kennzeichnet die Reihenfolge, in der Sie Menübefehle und Dialogfeldoptionen ausführen müssen. So wird zum Beispiel mit der Abfolge **Datei»Seite einrichten»Optionen** angezeigt, dass zunächst das Menü **Datei** zu öffnen ist, hieraus die Option **Seiteneinstellungen** und daraus der Befehl **Optionen** auszuwählen ist.



Dieses Symbol steht für Ratschläge.

Dieses Symbol kennzeichnet einen Hinweis und macht auf wichtige Informationen aufmerksam.

fett

In fettgedruckter Schrift sind Elemente dargestellt, die ausgewählt oder angeklickt werden müssen, wie Menüpunkte oder Optionen in Dialogfeldern. Bei fettgedrucktem Text kann es sich auch um Parameternamen, Bedien- oder Anzeigeelemente auf dem Frontpanel, Dialogfelder, Bereiche in Dialogfeldern, Menünamen und Palettennamen handeln.

kursiv

Kursiv sind Variablen, Hervorhebungen, Querverweise oder Einführungen in wichtige Sachverhalte dargestellt. An Textstellen, die in kursiver Schreibmaschinenschrift dargestellt sind, muss ein Wert oder Text eingesetzt werden.

<code>monospace</code>	In Monospace-Schrift (nicht proportionaler Schrift) sind Programmauszüge, Syntaxbeispiele und Zeichen, die über die Tastatur einzugeben sind, dargestellt. Ebenfalls verwendet wird diese Darstellungsweise für Laufwerke, Pfade, Verzeichnisse, Programme, Unterprogramme, Subroutinen, Gerätenamen, Operationen, Variablen sowie Dateinamen und -erweiterungen.
<code>monospace fett</code>	Mit Monospace-Schrift im Fettdruck sind auf dem Bildschirm ausgegebene Meldungen gekennzeichnet. Außerdem finden Sie in dieser Darstellungsart Befehlszeilen, die sich von anderen Beispielen unterscheiden.
Plattform	Text in dieser Schrift zeigt an, dass der darauf folgende Text nur für die bezeichnete Plattform gilt.
Rechter Mausklick	(Mac OS) Ein Mausklick bei gedrückter <Command>-Taste entspricht einem Klick mit der rechten Maustaste.

Literaturhinweise

Die folgenden Informationsmaterialien können sich bei der Lektüre dieser Einführung als nützlich erweisen:

- *LabVIEW-Versionshinweise:* Hier finden Sie Informationen zur Installation und Deinstallation von LabVIEW. Außerdem sind die Systemvoraussetzungen zur Installation von LabVIEW einschließlich des LabVIEW Application Builders beschrieben.
- *LabVIEW-Hilfe:* Enthält Informationen zu den Grundlagen der LabVIEW-Programmierung, schrittweise Anleitungen zur Verwendung von LabVIEW sowie Hinweise u. a. zu den VIs, Funktionen, Paletten, Menüs, Werkzeugen, Eigenschaften, Methoden, Ereignissen, Dialogfeldern des Programms. In der *LabVIEW-Hilfe* wird auch auf weitere LabVIEW-Dokumentation von National Instruments verwiesen. Zum Öffnen der *LabVIEW-Hilfe* wählen Sie **Hilfe» LabVIEW-Hilfe durchsuchen**.
- *LabVIEW-Schnellübersicht:* Auf dieser Karte sind in Kurzform wichtige Informationsquellen zu LabVIEW, Tastenkombinationen, Anschlussdatentypen, Werkzeuge zur Bearbeitung und Ausführung von VIs sowie Werkzeuge zur Fehlersuche zusammengestellt.

Erste Schritte mit virtuellen Instrumenten in LabVIEW

LabVIEW-Programme werden als virtuelle Instrumente – kurz “VIs” – bezeichnet, da mit ihnen echte Messinstrumente wie Oszilloskope oder Multimeter nachgeahmt werden. LabVIEW enthält eine Vielzahl von Werkzeugen zur Erfassung, Analyse, Darstellung und Speicherung von Daten sowie zur Fehlersuche in Programmcode.

Zur Erstellung einer Benutzeroberfläche in LabVIEW, eines so genannten Frontpanels, dienen Bedien- und Anzeigeelemente. Bedienelemente sind Eingabeelemente wie Drehschalter, Druckschalter oder Drehregler. Zu den Anzeigeelementen zählen alle Ausgabeelemente wie Graphen oder LEDs. Nach Fertigstellung der Benutzeroberfläche wird mit Hilfe von VIs und Strukturen der Programmcode zur Steuerung der Objekte auf dem Frontpanel erstellt. Dieser Code befindet sich im Blockdiagramm.

LabVIEW ermöglicht die Kommunikation mit unterschiedlichster Hardware wie etwa Datenerfassungskarten, Bildverarbeitungs- und Motorensteuerungsmodulen sowie GPIB-, PXI-, VXI- und seriellen Geräten (RS-232 und RS-485).

Erstellen eines virtuellen Instruments

In der folgenden Übung werden Sie ein VI zur Erzeugung eines Signals sowie zu dessen Darstellung in einem Graphen entwickeln. Nach Fertigstellung des VIs sollte das Frontpanel in etwa der Abbildung 1-1 entsprechen.



Der Zeitaufwand für die Übungen in diesem Kapitel beträgt ca. 40 Minuten.

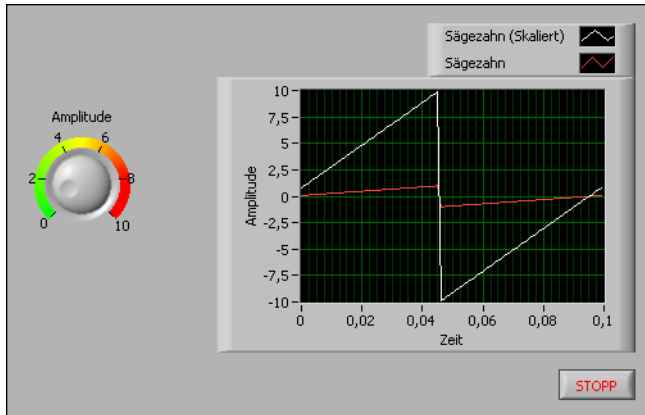


Abbildung 1-1. Das Frontpanel des VIs "Signalerfassung"

Starten von LabVIEW

Nach dem Start von LabVIEW öffnet sich das Fenster **Erste Schritte**, das Sie in Abbildung 1-2 sehen. Hier können Sie neue VIs erstellen, eine der zuletzt gespeicherten LabVIEW-Dateien öffnen, Beispiele suchen oder die *LabVIEW-Hilfe* öffnen. Darüber hinaus gelangen Sie von hier aus zu Handbüchern, Hilfedateien oder bestimmten Informationen auf der Website von National Instruments, ni.com.

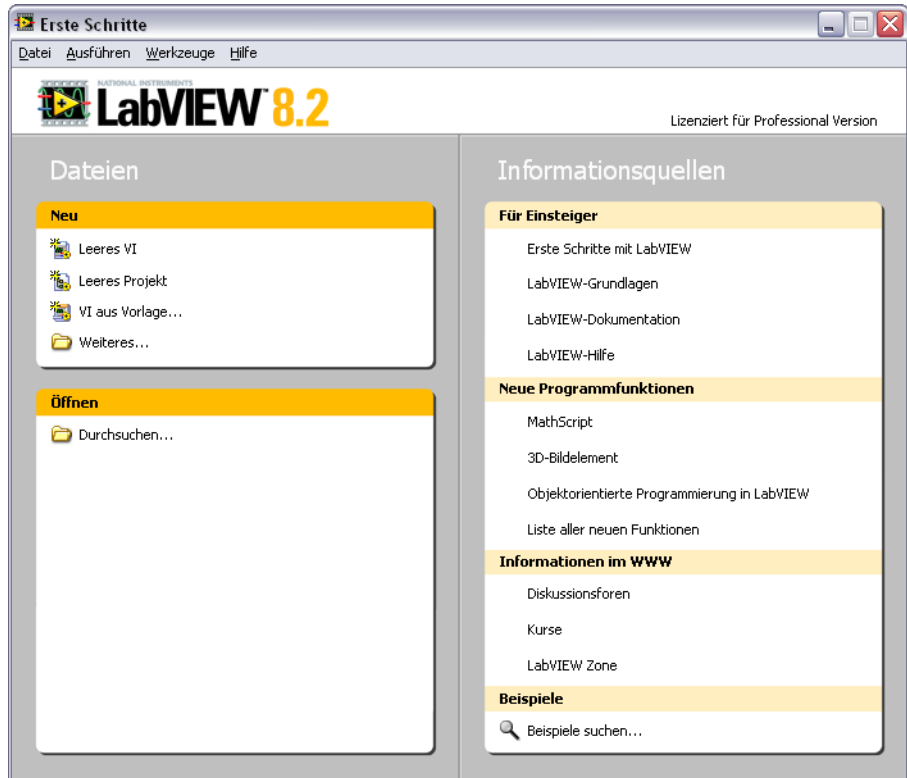


Abbildung 1-2. Das Fenster "Erste Schritte"

Beim Öffnen oder Erstellen einer Datei wird das Fenster **Erste Schritte** ausgeblendet. Das Fenster **Erste Schritte** wird automatisch nach dem Schließen aller Frontpanel und Blockdiagramme wieder angezeigt. Das Fenster kann ansonsten vom Frontpanel oder Blockdiagramm aus über **Anzeigen»Startfenster** geöffnet werden.

Erstellen eines neuen VIs anhand einer VI-Vorlage

In LabVIEW gibt es VI-Vorlagen für SubVIs, Funktionen, Strukturen und Frontpanel-Objekte, die Ihnen den Einstieg in die Erstellung einfacher messtechnischer Anwendungen erleichtern sollen.

In der folgenden Anleitung wird schrittweise die Erstellung eines VIs beschrieben, mit dem ein Signal erzeugt und auf dem Frontpanel dargestellt wird:

1. Starten Sie LabVIEW.

2. Klicken Sie im Fenster **Erste Schritte** auf den Link **Neu** oder **VI aus Vorlage**. Es öffnet sich das Dialogfeld **Neu**.
3. Klicken Sie links in der Liste **Neu erstellen** auf **VI»Aus Vorlage»Tutorium»Erste Schritte»Generieren und anzeigen**. Diese VI-Vorlage dient zum Erzeugen und Darstellen von Signalen.

Auf der rechten Seite unter **Beschreibung** erscheint eine Vorschau der ausgewählten VI-Vorlage. In Abbildung 1-3 sehen Sie das Dialogfeld **Neu** mit der Vorschau für die Vorlage “Generieren und anzeigen”.

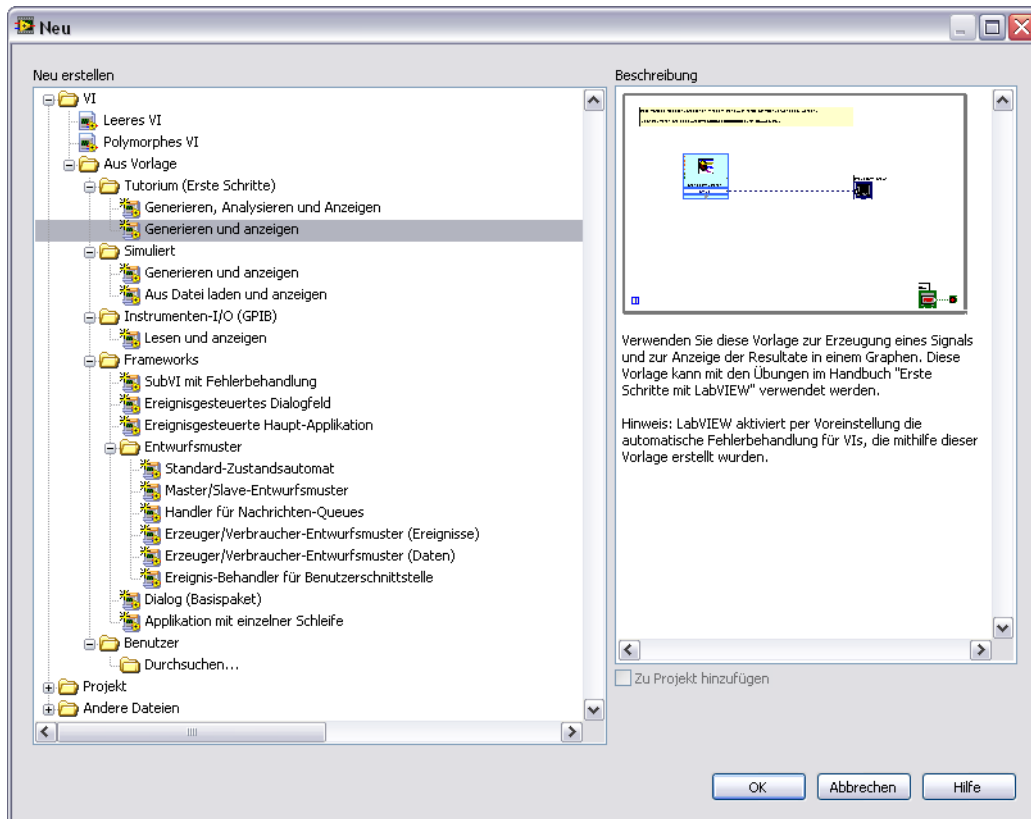


Abbildung 1-3. Dialogfeld “Neu”

4. Klicken Sie zum Erstellen eines VIs von der Vorlage auf **OK**. Stattdessen können Sie die Vorlage auch unter **Neu erstellen** doppelt anklicken.

5. Betrachten Sie nun das Frontpanel des VIs.

Das Frontpanel (die Benutzeroberfläche des VIs) ist grau und enthält alle Bedien- und Anzeigeelemente. Die Titelleiste des Frontpanels zeigt an, dass es sich bei diesem Fenster um das Frontpanel des VIs “Generieren und anzeigen” handelt.



Hinweis Sollte das Frontpanel nicht sichtbar sein, klicken Sie auf den Menüpunkt **Fenster»Frontpanel anzeigen**. Mit der Tastenkombination <Strg + E> können Sie jederzeit zwischen dem Frontpanel und dem Blockdiagramm wechseln. Die <Strg>-Taste auf Windows-Tastaturen entspricht der <Option>- oder <Command>-Taste (**Mac OS**) und der <Alt>-Taste (**Linux**).

6. Wählen Sie **Fenster»Blockdiagramm anzeigen** und schauen Sie sich das Blockdiagramm des VIs an.

Das Blockdiagramm hat einen weißen Hintergrund und enthält die VIs und Strukturen zur Steuerung der Objekte auf dem Frontpanel. Die Titelleiste des Blockdiagramms zeigt an, dass es sich bei diesem Fenster um das Blockdiagramm des VIs “Generieren und anzeigen” handelt.



7. Klicken Sie in der Symbolleiste des Frontpanels auf die Schaltfläche **Ausführen** (vgl. Abbildung links) oder drücken Sie <Strg + R>.

Im Graphen auf dem Frontpanel wird eine Sinusschwingung dargestellt.



8. Stoppen Sie das VI, indem Sie auf dem Frontpanel auf die Schaltfläche **Stopp** (vgl. Abbildung links) klicken.

Hinzufügen von Bedienelementen zum Frontpanel

Die Bedienelemente auf dem Frontpanel simulieren die entsprechenden Bedienelemente von Geräten und ermöglichen die Übergabe von Daten an das Blockdiagramm durch den Anwender. Bei zahlreichen Geräten gibt es beispielsweise Drehschalter zum Ändern von Eingabewerten.

Führen Sie die folgenden Schritte aus, um in das Frontpanel einen Drehschalter einzufügen:



Tipp Alle Änderungen, die Sie in den Übungen vornehmen, können durch Anklicken von **Bearbeiten»Rückgängig** im Menü oder durch Drücken der Tastenkombination <Strg + Z> rückgängig gemacht werden.

1. Wenn die **Elemente**-Palette (vgl. Abbildung 1-4) nicht auf dem Frontpanel sichtbar ist, klicken Sie im Menü auf **Anzeigen»Elemente-palette**.



Tipp Zum Einblenden einer Kurzversion der Palette **Elemente** oder **Funktionen** können Sie auch eine Freifläche auf dem Blockdiagramm oder Frontpanel mit der rechten Maustaste anklicken. In der linken oberen Ecke der Paletten **Elemente** und **Funktionen** befindet sich ein kleines Reißzweckensymbol. Beim Anklicken dieses Symbols wechselt die Palette zur gewohnten Darstellung.

2. Wenn Sie LabVIEW zum ersten Mal starten, wird beim Öffnen der **Elemente**-Palette automatisch die Unterpalette **Express** angezeigt. Falls die Unterpalette **Express** nicht zu sehen ist, klicken Sie in der **Elemente**-Palette auf **Express**, damit sie eingeblendet wird.

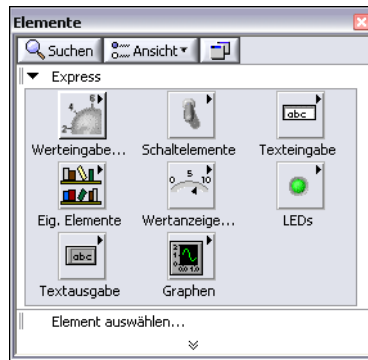


Abbildung 1-4. Elementpalette

3. Bewegen Sie den Cursor nun über die einzelnen Symbole auf der Palette **Express**, bis Sie die Unterpalette **Numerische Bedienelemente** finden.

Beim Bewegen des Cursors über ein Symbol auf der **Elemente**-Palette erscheint der Name dieser Unterpalette im grauen Feld über den Symbolen.

4. Bewegen Sie den Mauszeiger über das Symbol **Numerische Bedienelemente**, um die Unterpalette **Numerische Bedienelemente** zu öffnen.
5. Klicken Sie hier auf das Bedienelement "Dreheschalter", so dass es dem Cursor unterlegt wird, und fügen Sie es links vom Signalverlaufsgraphen in das Frontpanel ein.

Sie werden diesen Drehschalter im Laufe der Übungen zum Einstellen der Amplitude eines Signals benötigen.

6. Wählen Sie nun den Menüpunkt **Datei»Speichern unter** und speichern Sie das VI unter dem Namen `Signalerfassung.vi` in einem einfach wiederzufindenden Verzeichnis.

Ändern des Signaltyps

Im Blockdiagramm befindet sich ein hellblaues Objekt mit der Bezeichnung **Signal simulieren**. Dieses Symbol steht für das Express-VI “Signal simulieren”. Das Express-VI “Signal simulieren” gibt per Voreinstellung eine Sinusschwingung aus.

Führen Sie die folgenden Schritte aus, damit statt einer Sinus- eine Sägezahnsschwingung simuliert wird:

1. Wechseln Sie zum Blockdiagramm, indem Sie die Tastenkombination <Strg + E> drücken oder das Blockdiagramm anklicken.



Suchen Sie nach dem Express-VI “Signal simulieren” (vgl. Abbildung links). Bei Express-VIs handelt es sich um konfigurierbare Komponenten im Blockdiagramm für einfache Arten von Messungen. Das ausgegebene Signal richtet sich nach den ausgewählten Einstellungen.

2. Klicken Sie nun mit der rechten Maustaste auf das Express-VI “Signal simulieren” und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Eigenschaften** aus. Es öffnet sich das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Signal simulieren’**. (Mac OS) Wenn Sie <Command> und die Maustaste drücken, wird der gleiche Effekt wie bei einem Klick mit der rechten Maustaste erzielt.

Das Dialogfeld kann auch mit einem Doppelklick auf das VI geöffnet werden. Wenn Sie Werte an das Express-VI anlegen und es starten, werden im Konfigurationsdialogfeld tatsächliche Werte angezeigt. Wenn Sie das Express-VI schließen und erneut öffnen, werden so lange Beispielwerte angezeigt, bis Sie das VI wieder starten.

3. Wählen Sie aus dem Pulldown-Menü **Signaltyp** die Option **Sägezahn** aus.

Der Signalverlauf im Feld **Vorschau** wechselt von einer Sinus- zu einer Sägezahnsschwingung. Das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Signal simulieren’** sollte in etwa der Abbildung 1-5 entsprechen.

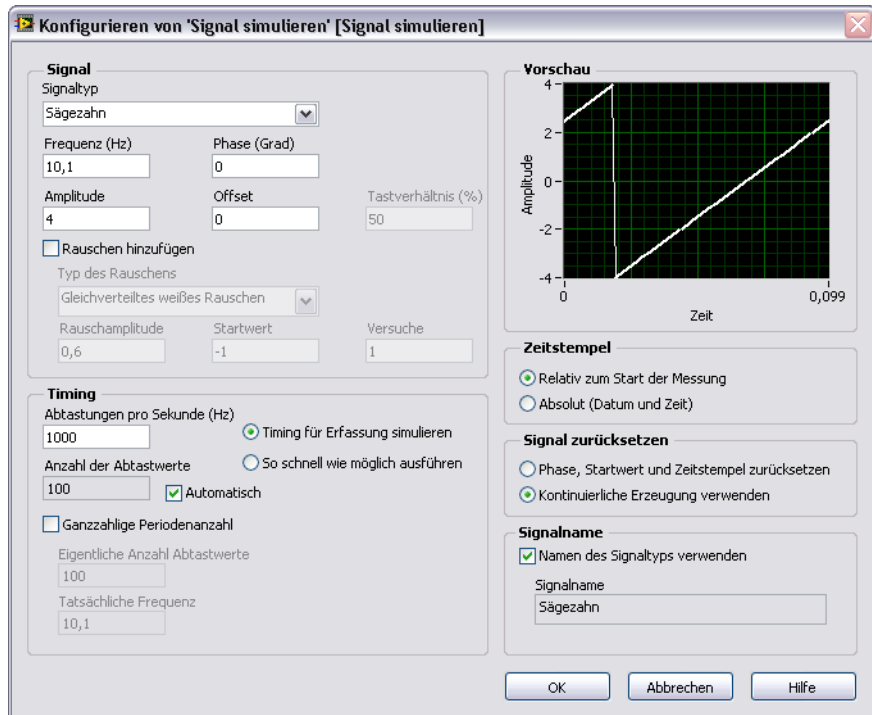


Abbildung 1-5. Das Dialogfeld “Konfigurieren von ‘Signal simulieren’”

4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die neuen Einstellungen übernommen werden und das Dialogfeld geschlossen wird.
5. Bewegen Sie als Nächstes den Cursor über die Pfeile am unteren Rand des Express-VIs “Signal simulieren”. Mit den Pfeilen wird angezeigt, dass durch Aufziehen des Express-VIs weitere Ein- und Ausgänge sichtbar werden.



6. Der Cursor verwandelt sich, wie links dargestellt, in einen Doppelpfeil. Ziehen Sie den Rand des Express-VIs bei gedrückter Maustaste so weit nach unten, bis zwei weitere Zeilen angezeigt werden. Beim Loslassen des Rands sollte der Eingang **Amplitude** zu sehen sein.

Da der Eingang **Amplitude** nun im Blockdiagramm sichtbar ist, lässt sich die Amplitude der Sägezahnschwingung über das Blockdiagramm einstellen.

Wie Sie in Abbildung 1-5 sehen, ist **Amplitude** eine der Optionen im Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Signal simulieren’**. Wenn Eingänge wie **Amplitude** sowohl im Blockdiagramm als auch im Konfigurationsdialogfeld erscheinen, haben Sie die Wahl, wo Sie diese Eingänge konfigurieren.

Verbinden von Objekten im Blockdiagramm

Damit die Amplitude des Signals mit dem Drehschalter verändert werden kann, müssen die Objekte zunächst im Blockdiagramm miteinander verbunden werden.

Führen Sie zum Verbinden des Drehschalters mit dem Eingang **Amplitude** des Express-VIs “Signal simulieren” folgende Schritte aus:



1. Bewegen Sie im Blockdiagramm den Cursor über das Symbol **Drehschalter** (vgl. Abbildung links).

Der Cursor verwandelt sich dabei in einen Pfeil (vgl. Abbildung links). Dieser wird Positionierwerkzeug genannt. Mit seiner Hilfe können Sie Objekte auswählen, verschieben und – sofern möglich – verkleinern oder vergrößern.

2. Klicken Sie mit dem Positionierwerkzeug auf das Symbol **Drehschalter** und vergewissern Sie sich, dass es sich links vom Express-VI “Signal simulieren” und innerhalb der grauen Schleife (siehe links) befindet.

Die Symbole in der Schleife stellen die Bedien- und Anzeigeelemente auf dem Frontpanel dar. Sie dienen als Schnittstellen für den Datenaustausch zwischen Frontpanel und Blockdiagramm.

3. Heben Sie die Markierung des Symbols **Drehschalter** durch einen Klick ins Blockdiagramm auf. Um ein anderes Werkzeug für ein Objekt zu nutzen, müssen Sie erst die Markierung des Objekts aufheben.

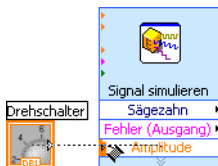


4. Führen Sie den Cursor über den Pfeil am Symbol **Drehschalter** (vgl. Abbildung links).

Der Cursor verwandelt sich in das Verbindungswerkzeug, das wie eine Drahtrolle aussieht (vgl. Abbildung links). Mit diesem Werkzeug werden die Objekte im Blockdiagramm miteinander verbunden.

5. Nach Anzeige des Verbindungswerkzeugs klicken Sie zuerst auf den Pfeil im Symbol **Drehschalter** und anschließend auf den Pfeil am Eingang **Amplitude** des Express-VIs “Signal simulieren” (vgl. Abbildung links), um so die beiden Objekte miteinander zu verbinden.

Es erscheint eine Verbindung zwischen den Objekten, über die Daten vom Drehschalter zum Express-VI fließen.



6. Wählen Sie anschließend **Datei»Speichern**, um das VI zu speichern.

Ausführen von VIs

Beim Starten eines VIs wird die damit beabsichtigte Funktion ausgeführt.

Zum Starten des VIs “Signalerfassung” gehen Sie wie folgt vor:

1. Wechseln Sie zum Frontpanel, indem Sie die Tastenkombination <Strg + E> drücken oder das Frontpanel anklicken.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Ausführen** oder drücken Sie <Strg + R>.
3. Führen Sie den Cursor auf den Drehschalter.



Der Cursor verwandelt sich daraufhin in eine Hand, das Bedienwerkzeug (vgl. Abbildung links). Mit dem Bedienwerkzeug können Sie den Wert eines Eingabeelements ändern.

4. Stellen Sie mit Hilfe des Bedienwerkzeugs die gewünschte Amplitude ein.

Beachten Sie, wie die Amplitude der Sägezahnsschwingung auf die Bewegung des Drehschalters reagiert. Beim Ändern der Amplitude wird am Bedienwerkzeug ein Hinweisstreifen mit dem aktuellen Zahlenwert des Drehschalters eingeblendet. Die Werte der y-Achse des Graphen passen sich automatisch an die Größe der Amplitude an.



Als Zeichen dafür, dass das VI gerade ausgeführt wird, hat sich der rote Pfeil auf der Schaltfläche **Ausführen** nun in einen schwarzen Pfeil verwandelt (vgl. Abbildung links). Die Werte der meisten Bedienelemente können während der VI-Ausführung geändert werden. Sonstige Änderungen am VI sind jedoch bei laufendem VI nicht möglich.



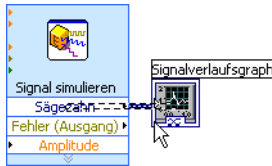
5. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Stopp** (vgl. Abbildung links), um die Ausführung des VIs zu beenden.



Mit der Schaltfläche **Stopp** wird das VI nach dem aktuellen Durchlauf der Schleife angehalten. Beim Betätigen der Schaltfläche **Ausführung abbrechen** (vgl. Abbildung links) hält das VI dagegen sofort an. Es wird keine Rücksicht darauf genommen, ob der aktuelle Schleifendurchlauf abgeschlossen ist oder nicht. Der Abbruch eines VIs, in dem externe Ressourcen verwendet werden (z. B. angeschlossene Hardware), kann zu einem unbekannten Status der Ressourcen führen, wenn diese nicht zurückgesetzt oder ordnungsgemäß freigegeben werden. Zur Vermeidung dieses Problems sollten Ihre VIs immer eine Stopp-Schaltfläche haben.

Ändern des Signals

Gehen Sie nun nach den folgenden Schritten vor, um das Signal um den Faktor 10 zu skalieren und das Ergebnis im Graphen auf dem Frontpanel darzustellen:



1. Klicken Sie mit dem Positionierwerkzeug die Verbindung zwischen dem Express-VI “Signal simulieren” und dem Signalverlaufsgraphen (vgl. Abbildung links) doppelt an.
2. Entfernen Sie die Verbindung durch Drücken der Taste <Entf>.
3. Wenn die **Funktionen**-Palette (vgl. Abbildung 1-6) nicht sichtbar ist, kann sie über den Menüpunkt **Anzeigen»Funktionenpalette** eingeblendet werden. Beim Öffnen der **Funktionen**-Palette wird per Voreinstellung die Unterpalette **Express** angezeigt. Wenn Sie gerade eine andere Unterpalette geöffnet haben, können Sie zur Unterpalette **Express** zurückkehren, indem Sie in der **Funktionen**-Palette auf **Express** klicken.

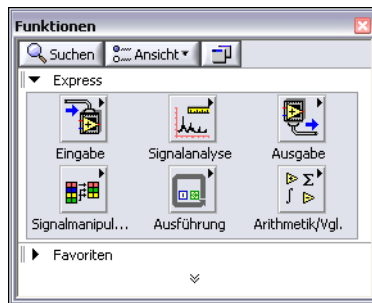
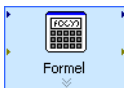


Abbildung 1-6. Funktionenpalette



4. Wählen Sie aus der Unterpalette **Arithmetik & Vergleich** das Express-VI “Formel” aus (vgl. Abbildung links) und fügen Sie es zwischen dem Express-VI “Signal simulieren” und dem Signalverlaufsgraphen in die Schleife ein. Sollte nicht genug Platz vorhanden sein, verschieben Sie den **Signalverlaufsgraphen** ein wenig nach rechts.

Nach dem Einfügen des VIs in das Blockdiagramm öffnet sich das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Formel’**. Wenn Sie ein Express-VI in das Blockdiagramm einfügen, erscheint automatisch ein Dialogfeld zum Konfigurieren des VIs.



5. Klicken Sie in der rechten unteren Ecke des Dialogfelds auf die Schaltfläche **Hilfe** (vgl. Abbildung links), um in der *LabVIEW-Hilfe* nach Informationen zu diesem VI zu suchen.

Im LabVIEW-Hilfethema *Formel* werden die Funktion des Express-VIs, seine Ein- und Ausgänge sowie die Konfigurationsoptionen des VIs beschrieben. Zu jedem Express-VI gibt es ein eigenes Hilfethema, das durch Anklicken der Schaltfläche **Hilfe** im Konfigurationsdialogfeld oder durch Anklicken des Express-VIs mit der rechten Maustaste und Auswahl des Menüpunkts **Hilfe** geöffnet wird.

6. Suchen Sie im Hilfethema *Formel* nach der Dialogfeldoption, mit der der Beschreibung nach eine Variable in die Formel eingefügt wird.
7. Legen Sie die *LabVIEW-Hilfe* in der Taskleiste ab und kehren Sie zum Dialogfeld **Konfigurieren von 'Formel'** zurück.
8. Ändern Sie den Text im Feld **Beschriftung** der Dialogfeldoption, die Sie der Hilfe entnommen haben, von **x1** auf **Sägezahn**, um den Eingangswert des Express-VIs anzugeben. Wenn Sie oben im Dialogfeld auf das Feld **String** klicken, ändert sich der Text entsprechend Ihrer Eingabe.
9. Legen Sie den Skalierungsfaktor fest, indem Sie in das Feld **Sägezahn** im Textfeld **String** *10 eingeben.

Der Skalierungsfaktor kann mit den **Eingabe**-Schaltflächen im Konfigurationsdialogfeld oder über die Tastatur eingegeben werden. Wenn Sie die **Eingabe**-Schaltflächen im Konfigurationsdialogfeld verwenden, wird der Eingangswert der Formel nach dem Eingang **Sägezahn** im Feld **String** angezeigt. Bei der Tastatureingabe klicken Sie neben **Sägezahn** in das Feld **String** und geben die Formel ein, die im Textfeld enthalten sein soll.

Das Dialogfeld **Konfigurieren von 'Formel'** sollte in etwa der Abbildung 1-7 entsprechen.

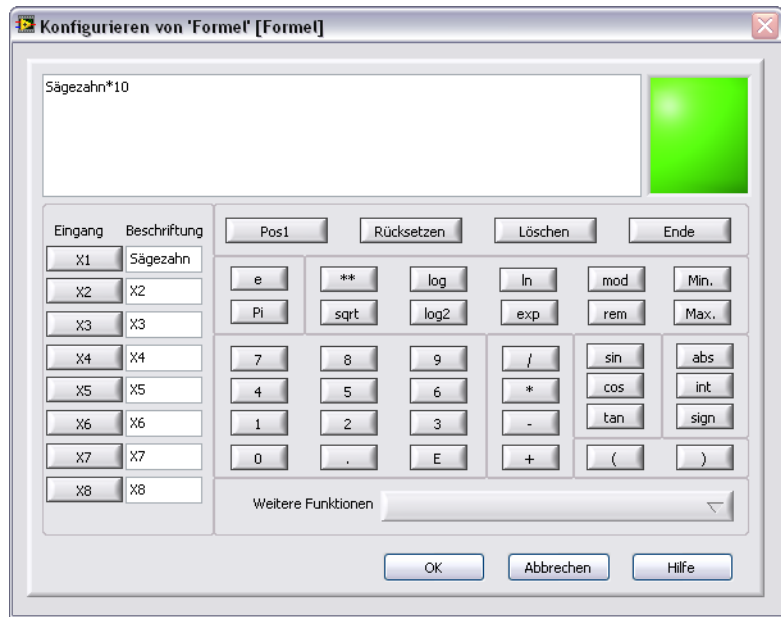
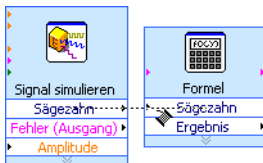


Abbildung 1-7. Dialogfeld “Konfigurieren von ‘Formel’”



Hinweis Bei Eingabe einer ungültigen Formel wird die **Fehler**-LED in der rechten oberen Ecke grau und es erscheint die Meldung **Ungültige Formel**.

10. Klicken Sie auf **OK**, so dass die neuen Einstellungen gespeichert werden und das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Formel’** geschlossen wird.
11. Bewegen Sie den Cursor auf den Pfeil des Ausgangs **Sägezahn** im Express-VI “Signal simulieren”.
12. Wenn das Verbindungswerkzeug erscheint, klicken Sie zuerst auf den Pfeil am Ausgang **Sägezahn** und anschließend auf den Pfeil am Eingang **Sägezahn** des Express-VIs “Formel” (vgl. Abbildung links), um so die beiden Objekte miteinander zu verbinden.
13. Verbinden Sie den Ausgang **Ergebnis** des Express-VIs “Formel” mit dem Signalverlaufsgraphen.



Werfen Sie nun einen Blick auf die Verbindungen zwischen den Express-VIs und den anderen Blockdiagramm-Symbolen. Die Pfeile in den Express-VIs und Blockdiagramm-Symbolen geben die Rich-

tion an, in der die Daten durch die jeweiligen Verbindungen fließen. Ihr Blockdiagramm sollte jetzt in etwa aussehen wie Abbildung 1-8.



Tipp Wenn LabVIEW die Verbindungen automatisch um vorhandene Objekte herum anordnen soll, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf eine beliebige Verbindung und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Verdrahtung bereinigen** aus. Außerdem werden alle Verbindungen soweit wie möglich begradigt.

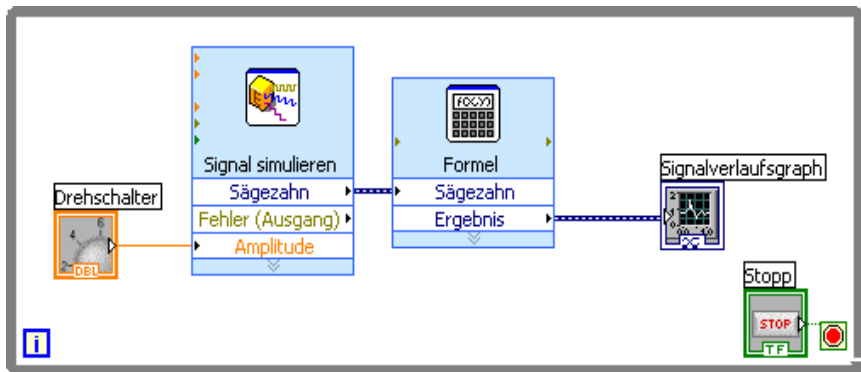


Abbildung 1-8. Blockdiagramm des VIs "Signalerfassung"

14. Zum Speichern des VIs drücken Sie <Strg + S> oder wählen Sie **Datei»Speichern**.

Darstellung zweier Signale in einem Graphen

Um das vom Express-VI "Signal simulieren" erzeugte Signal mit dem vom Express-VI "Formel" veränderten Signal in einem Graphen miteinander vergleichen zu können, verwenden Sie die Funktion "Signale zusammenfassen".

Führen Sie zur Darstellung zweier Signale im selben Graphen folgende Schritte aus:

1. Bewegen Sie den Cursor über den Pfeil am Ausgang **Sägezahn** des Express-VIs "Signal simulieren".
2. Verbinden Sie mit Hilfe des Verbindungswerkzeugs den Ausgang **Sägezahn** mit dem Signalverlaufsgraphen.



An der Stelle, an der die beiden Verbindungen zusammentreffen, erscheint nun die Funktion "Signale zusammenfassen" (vgl. Abbildung links). Eine Funktion ist ein Ausführungselement in LabVIEW. Funktionen sind mit Operatoren, Funktionen oder Anweisungen in

textbasierten Programmiersprachen vergleichbar. Die Funktion “Signale zusammenfassen” gestattet die Darstellung der beiden Signale in einem Graphen. Ihr Blockdiagramm sollte jetzt in etwa aussehen wie Abbildung 1-9.

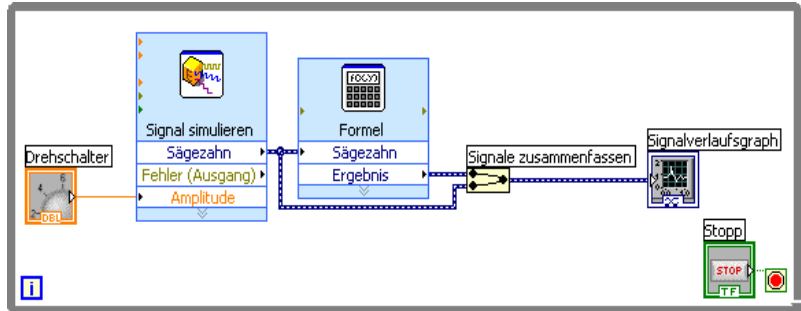


Abbildung 1-9. Blockdiagramm mit der Funktion “Signale zusammenfassen”

3. Zum Speichern des VIs drücken Sie <Strg + S> oder wählen Sie **Datei»Speichern**.
4. Wechseln Sie nun zum Frontpanel, starten Sie das VI und verändern Sie mit dem Drehschalter die Amplitude.

Im Graphen ist sowohl die ursprüngliche Sägezahnsschwingung als auch das skalierte Signal zu sehen. Der Maximalwert der y-Achse wird automatisch so eingestellt, dass er stets dem Zehnfachen des mit dem Drehschalter eingestellten Werts entspricht. Diese Skalierung findet statt, weil Sie das Express-VI auf die Steigung 10 eingestellt haben.

5. Klicken Sie zum Beenden des VIs auf **Stopp**.

Bearbeiten der Einstellungen zum Drehschalter

Das Bedienelement “Drehschalter” dient im vorliegenden Beispiel zum Einstellen der Amplitude der Sägezahnsschwingung. Deshalb empfiehlt es sich, den Drehschalter mit **Amplitude** zu bezeichnen.

Um die Darstellung des Drehschalters zu verändern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Klicken Sie auf dem Frontpanel mit der rechten Maustaste auf den Drehschalter und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Eigenschaften** aus. Es öffnet sich das Dialogfeld **Eigenschaften für Drehschalter: Drehschalter**.

2. Löschen Sie aus dem Feld **Beschriftung** auf der Registerkarte **Erscheinungsbild** die bisherige Bezeichnung **Drehschalter** und geben Sie **Amplitude** ein.

Das Dialogfeld **Eigenschaften für Drehschalter: Drehschalter** sollte in etwa der Abbildung 1-10 entsprechen.

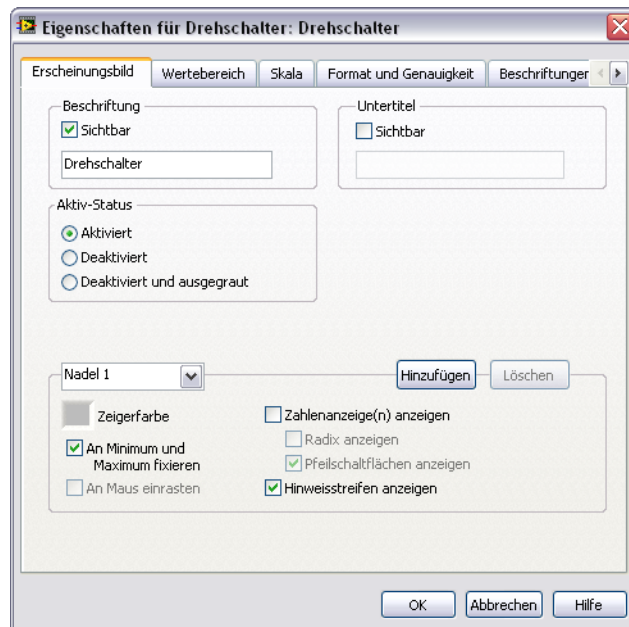


Abbildung 1-10. Dialogfeld "Eigenschaften für Drehschalter: Drehschalter"

3. Wechseln Sie nun zur Registerkarte **Skala** und aktivieren Sie unter **Achsendarstellung** die Option **Farbrampe anzeigen**.

Der Drehschalter wird sofort Ihren Einstellungen entsprechend angezeigt.

4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die Einstellungen gespeichert werden und das Dialogfeld **Eigenschaften für Drehschalter: Drehschalter** geschlossen wird.
5. Speichern Sie das VI.
6. Probieren Sie auch andere Einstellungen im Dialogfeld **Eigenschaften für Drehschalter: Drehschalter** aus. Ändern Sie zum Beispiel auf der Registerkarte **Skala** durch Anklicken des Farbfelds die **Beschriftungsfarbe** für die Skala.
7. Wenn die beim Experimentieren vorgenommenen Änderungen nicht übernommen werden sollen, klicken Sie auf die Schaltfläche **Abbre-**

chen. Andernfalls bestätigen Sie die Änderungen über die Schaltfläche **OK**.

Ändern der Darstellung des Signalverlaufsgraphen

Die beiden Signale werden in einem Signalverlaufsgraphen angezeigt. Um zu verdeutlichen, welche Kurve das skalierte Signal und welche das simulierte Signal darstellt, können Sie einige Änderungen am Anzeigeelement vornehmen.

Um die Darstellung des Signalverlaufsgraphen zu verändern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Bewegen Sie den Cursor im Frontpanel auf den oberen Rand der Legende des Signalverlaufsgraphen.
Obwohl im Graphen zwei Kurven dargestellt werden, zeigt die Legende des Graphen nur eine der Kurven an.
2. Ziehen Sie mit dem erscheinenden Doppelpfeil (vgl. Abbildung 1-11) den oberen Rahmen der Plot-Legende nach oben. Nach dem Loslassen der Maustaste wird der Name der zweiten Kurve angezeigt.

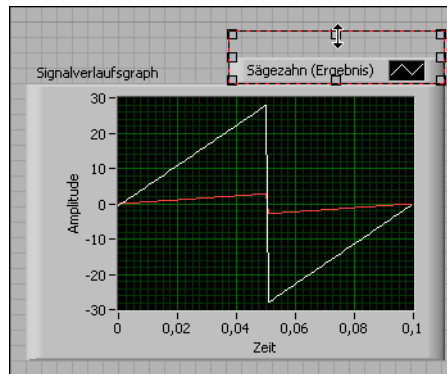


Abbildung 1-11. Aufziehen der Legende eines Graphen

3. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Signalverlaufsgraphen und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Eigenschaften** aus. Es öffnet sich das Dialogfeld **Graph-Eigenschaften: Signalverlaufsgraph**.
4. Wechseln Sie zur Registerkarte **Plots** und wählen Sie aus dem Pull-down-Menü die Option **Sägezahn** aus. Klicken Sie unter **Farben** auf das Farbfeld **Linie**, so dass die Farbpalette angezeigt wird, und wählen Sie eine neue Linienfarbe aus.

5. Klicken Sie im Pulldown-Menü auf **Sägezahn (Ergebnis)**.
6. Aktivieren Sie die Option **Signalverlaufsnamen nicht als Plot-Namen verwenden**.
7. Löschen Sie nun im Textfeld **Name** die alte Bezeichnung und geben Sie stattdessen **Skalierte Sägezahnschwingung** ein.
8. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die Einstellungen gespeichert werden und das Dialogfeld **Graph-Eigenschaften: Signalverlaufgraph** geschlossen wird.
Die Kurve wird nun in der neuen Farbe dargestellt.
9. Testen Sie auch andere Einstellungen im Dialogfeld **Graph-Eigenschaften: Signalverlaufgraph**. Versuchen Sie beispielsweise, auf der Registerkarte **Skalierungen** die automatische Skalierung zu deaktivieren oder den Minimum- und Maximumwert der y-Achse zu ändern.
10. Wenn die beim Experimentieren vorgenommenen Änderungen nicht übernommen werden sollen, klicken Sie auf die Schaltfläche **Abbrechen**. Andernfalls bestätigen Sie die Änderungen über die Schaltfläche **OK**.
11. Speichern Sie das VI und schließen Sie es.

Zusammenfassung

Es folgt eine Zusammenfassung der wichtigsten Schwerpunkte dieses Kapitels.

Dialogfeld “Neu” und VI-Vorlagen

Im Dialogfeld **Neu** finden Sie zahlreiche VI-Vorlagen, unter anderem auch die in diesem Handbuch verwendeten. Die VI-Vorlagen erleichtern Ihnen die Erstellung einfacher VIs, beispielsweise zur Messung physikalischer Größen. Die VI-Vorlagen enthalten bereits die dazu benötigten Express-VIs, Funktionen und Frontpanel-Elemente.

Das Dialogfeld **Neu** wird auf folgende Art und Weise geöffnet:

- Klicken Sie nach dem Starten von LabVIEW im Fenster **Erste Schritte** auf den Link **Neu, VI aus Vorlage** oder **Weiteres**.
- Klicken Sie im Menü des Frontpanels, Blockdiagramms oder des Fensters **Erste Schritte** auf **Datei»Neu**.

Frontpanel

Das Frontpanel ist die Benutzeroberfläche eines VIs. Auf dem Frontpanel werden Bedienelemente zur Eingabe und Anzeigeelemente zur Ausgabe von Daten angeordnet. Die Bedien- und Anzeigeelemente befinden sich auf der **Elemente**-Palette.

Bedienelemente sind Eingabeelemente wie Drehschalter, Druckschalter oder Drehregler. Mit Bedienelementen werden die Eingabeelemente von Messgeräten nachgebildet. Sie dienen dazu, das Blockdiagramm des VIs mit Daten zu versorgen.

Zu den Anzeigeelementen gehören zum Beispiel Graphen oder LEDs. Mit Anzeigeelementen werden die Ausgänge und Ausgabeelemente von Messgeräten simuliert und die vom Blockdiagramm ausgegebenen Werte angezeigt.

Blockdiagramm

Das Blockdiagramm enthält den grafischen Quellcode, der auch als G-Code oder Blockdiagrammcode bezeichnet wird. Es besteht aus Symbolen für die einzelnen Funktionen zum Steuern der Frontpanel-Objekte und die Frontpanel-Objekte selbst. Die Anschlüsse von Bedien- und Anzeigeelementen sind mit Express-VIs sowie anderen VIs und Funktionen verbunden. Die Verbindungen dienen zum Übertragen der Daten von Bedienelementen zu VIs und Funktionen, zum Austausch von Daten zwischen VIs und Funktionen sowie zur Ausgabe der Daten in Anzeigeelementen. Die Abfolge der VIs und Funktionen wird durch den Datenfluss bestimmt. Daher wird dieses Programmierprinzip auch als Datenflussprogrammierung bezeichnet.

Frontpanel- und Blockdiagrammwerkzeuge

Das Positionierwerkzeug wird angezeigt, wenn Sie den Cursor auf ein Frontpanel- oder Blockdiagramm-Objekt führen. Der Cursor verwandelt sich dann in einen Pfeil, mit dem Sie Objekte markieren, verschieben und in der Größe verändern können. Das Verbindungswerkzeug erscheint, wenn Sie den Cursor über einen Anschluss eines Blockdiagramm-Objekts bewegen. Der Cursor verwandelt sich dann in eine Drahtrolle, mit der Sie Blockdiagramm-Objekte zum Zweck des Datenaustauschs verbinden können.

Starten und Stoppen von VIs

Beim Starten eines VIs wird die damit beabsichtigte Anwendung ausgeführt. Zum Starten eines VIs klicken Sie auf die Schaltfläche **Ausführen** oder drücken Sie <Strg + R>. Wenn das VI läuft, verwandelt sich die Schaltfläche **Ausführen** in einen dunkleren Pfeil. Mit der Schaltfläche **Abbrechen** wird das VI mit sofortiger Wirkung beendet. Dadurch können äußere Ressourcen des VIs jedoch einen undefinierten Zustand annehmen. Zur Vermeidung dieses Problems sollten Ihre VIs immer eine Stopp-Schaltfläche haben. Mit der Stopp-Schaltfläche wird das VI nach dem aktuellen Durchlauf der Schleife angehalten.

Express-VIs

Verwenden Sie für gängige Arten von Messungen nach Möglichkeit die Express-VIs auf der **Funktionen**-Palette. Wenn Sie ein Express-VI in das Blockdiagramm einfügen, erscheint automatisch ein Dialogfeld zum Konfigurieren des VIs. Nach den darin vorgenommenen Einstellungen richtet sich, wie das VI arbeitet. Zur Anzeige des Konfigurationsdialogfelds können Sie ein Express-VI auch doppelt oder mit der rechten Maustaste anklicken und aus dem Kontextmenü die Option **Eigenschaften** auswählen. Wenn Sie Werte an das Express-VI anlegen und es starten, werden im Konfigurationsdialogfeld tatsächliche Werte angezeigt. Wenn Sie das Express-VI schließen und erneut öffnen, werden so lange Beispielwerte angezeigt, bis Sie das VI wieder starten.

Express-VIs erscheinen im Blockdiagramm als hellblaue aufziehbare Felder mit einem Symbol in der Mitte. Um alle Ein- und Ausgänge des Express-VIs zu sehen, müssen Sie es mit der Maus aufziehen. Die Anzahl darstellbarer Ein- und Ausgänge richtet sich nach den VI-Einstellungen.

LabVIEW-Dokumentation

In der *LabVIEW-Hilfe* finden Sie Informationen zu den Grundlagen der LabVIEW-Programmierung, schrittweise Anleitungen zur Verwendung von LabVIEW sowie Hinweise u. a. zu den VIs, Funktionen, Paletten, Menüs, Werkzeugen, Eigenschaften, Methoden, Ereignissen und Dialogfeldern des Programms. In der *LabVIEW-Hilfe* wird auch auf weitere LabVIEW-Dokumentation von National Instruments verwiesen. Wenn Sie bei der Konfiguration eines Express-VIs Informationen zum VI benötigen, klicken Sie im Konfigurationsdialogfeld auf die Schaltfläche **Hilfe**. Zur Anzeige der *LabVIEW-Hilfe* klicken Sie im Menü auf **Hilfe»**

LabVIEW-Hilfe durchsuchen oder klicken Sie eine Funktion im Blockdiagramm bzw. auf einer fixierten Palette mit der rechten Maustaste an und wählen Sie **Hilfe** (zum Fixieren einer Palette muss die Reißzwecke angeklickt werden).

Bei Installation eines LabVIEW-Erweiterungspakets (Add-On), zum Beispiel eines Toolkits, Moduls oder Treibers, wird die dazugehörige Dokumentation entweder in der *LabVIEW-Hilfe* oder in einer separaten Hilfe angezeigt, die Sie unter **Hilfe»Add-On-Hilfe** finden (**Add-On-Hilfe** ist der Name der Hilfe für das Erweiterungspaket).

Dialogfelder für Eigenschaften

Darstellungsart und Funktionsmerkmale von Frontpanel-Objekten können entweder über das Dialogfeld “Eigenschaften” oder über die Kontextmenüs des Frontpanels eingestellt werden. Um zum Dialogfeld “Eigenschaften” eines Bedien- oder Anzeigeelements zu gelangen, klicken Sie das Objekt auf dem Frontpanel mit der rechten Maustaste an und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Eigenschaften** aus. Das Dialogfeld “Eigenschaften” kann nicht während der Ausführung eines VIs geöffnet werden.

Tastenkombinationen

In diesem Kapitel wurden die nachfolgenden Tastenkombinationen vorgestellt.



Hinweis Die <Strg>-Taste auf Windows-Tastaturen entspricht der <Option>- oder <Command>-Taste (**Mac OS**) und der <Alt>-Taste (**Linux**).

Tastenkombination	Funktion
<Strg + R>	Führt ein VI aus.
<Strg + Z>	Macht die letzte Aktion rückgängig.
<Strg + E>	Schaltet zwischen dem Frontpanel- und Blockdiagrammfenster um.
<Strg + S>	Speichert ein VI.

Individuelle Gestaltung eines VIs

Als Ausgangspunkt für das Erstellen von VIs stehen in LabVIEW viele VI-Vorlagen zur Auswahl. Es kann jedoch auch vorkommen, dass es für einen bestimmten Zweck keine Vorlage gibt. Deshalb erfahren Sie in diesem Kapitel, wie ein VI ohne VI-Vorlage erstellt und bearbeitet wird.

Erstellen eines VIs von einem leeren VI

In der folgenden Übung lernen Sie, wie ein leeres VI geöffnet und durch Hinzufügen von Strukturen und Express-VIs ein neues VI erstellt wird. Das zu erstellende VI soll ein Signal erzeugen, die Anzahl der Samples des Signals verringern und die Ergebnisse auf dem Frontpanel in Form einer Tabelle ausgeben. Nach Fertigstellung des VIs sollte das Frontpanel in etwa der Abbildung 2-1 entsprechen.



Der Zeitaufwand für die Übungen in diesem Kapitel beträgt ca. 45 Minuten.

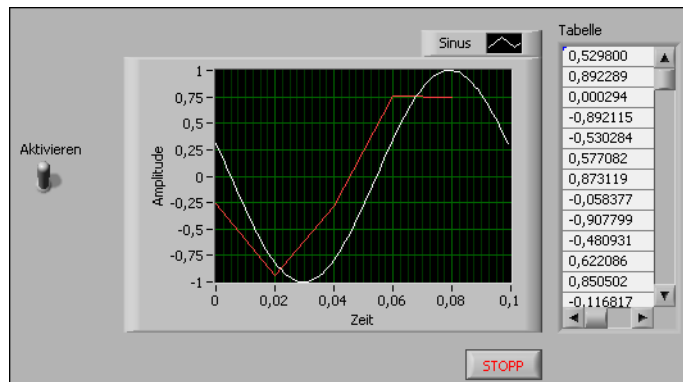


Abbildung 2-1. Das Frontpanel des VIs "Werteanzahl reduzieren"

Öffnen eines leeren VIs

Wenn es für das VI, das Sie erstellen möchten, keine geeignete VI-Vorlage gibt, können die benötigten Express-VIs auch einem leeren VI hinzugefügt werden.

Gehen Sie zum Öffnen eines leeren VIs wie folgt vor:

1. Klicken Sie entweder im Fenster **Erste Schritte** unter **Neu** auf den Link **Leeres VI** oder drücken Sie die Tastenkombination <Strg + N>.

Es werden nun ein leeres Frontpanel- und ein leeres Blockdiagramm-Fenster angezeigt.



Hinweis Zum Öffnen eines leeren VIs können Sie stattdessen auch **Datei»Neues VI** auswählen oder auf **Datei»Neu** klicken und aus der Liste **Neu erstellen** die Option **Leeres VI** auswählen.



2. Wenn die Palette **Funktionen** ausgeblendet ist, klicken Sie mit der rechten Maustaste an eine beliebige Stelle im Blockdiagramm, um sie vorübergehend einzublenden. Zum Fixieren der Palette auf dem Bildschirm klicken Sie in der linken oberen Ecke der Palette auf die Reißzwecke (vgl. Abbildung links).

Hinzufügen eines Express-VIs zur Signalsimulation

Gehen Sie nach folgenden Schritten vor, um ein geeignetes Express-VI zu finden und in das Blockdiagramm einzufügen:



1. Zur Anzeige der Kontexthilfe wählen Sie im Frontpanel oder Blockdiagramm aus dem Menü **Hilfe»Kontexthilfe anzeigen** (vgl. Abbildung 2-2). Stattdessen können Sie auch auf dem Frontpanel oder Blockdiagramm auf die Schaltfläche **Kontexthilfe anzeigen** klicken.



Tipp Die Kontexthilfe kann auch mit der Tastenkombination <Strg + H> geöffnet werden. **(Mac OS)** Drücken Sie <Command + Shift + L>.

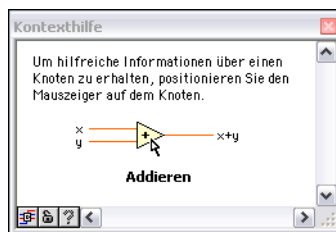


Abbildung 2-2. Kontexthilfe

2. Öffnen Sie in der **Funktionen**-Palette die Unterpalette **Express» Eingabe** und bewegen Sie den Cursor über die darin befindlichen Express-VIs.
Wenn der Cursor über ein LabVIEW-Objekt bewegt wird, werden in der **Kontexthilfe** Informationen dazu angezeigt.
3. Finden Sie anhand der Angaben in der **Kontexthilfe** das Express-VI heraus, mit dem sinusförmige Signale simuliert werden.
Lassen Sie die Kontexthilfe geöffnet. Sie wird Ihnen bei der restlichen Übung eine Hilfe sein.
4. Klicken Sie das Express-VI an und fügen Sie es in das Blockdiagramm ein. Es öffnet sich das Dialogfeld **Konfigurieren von 'Signal simulieren'**.
5. Bewegen Sie den Cursor über die diversen Optionen im Fenster **Konfigurieren von 'Signal simulieren'**, wie **Frequenz (Hz)** oder **Amplitude**. Lesen Sie sich dazu die Informationen in der Kontexthilfe durch.
6. Verändern Sie die Einstellungen des Express-VIs "Signal simulieren" dahingehend, dass es eine Sinusschwingung mit einer Frequenz von 10,7 Hz und einer Amplitude von 2 V ausgibt.
Unter **Vorschau** sehen Sie nun eine Voransicht der eingestellten Sinusschwingung.
7. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die neuen Einstellungen übernommen werden und das Dialogfeld geschlossen wird.
8. Bewegen Sie als Nächstes den Cursor über das Express-VI "Signal simulieren" und lesen Sie sich die Informationen in der Kontexthilfe durch.
Die Kontexthilfe zeigt Angaben zum Express-VI "Signal simulieren" an.
9. Speichern Sie das VI unter dem Namen `Werteanzahl reduzieren.vi` in Ihrem Übungsverzeichnis.

Durchsuchen der Hilfe und Ändern eines Signals

Die folgenden Schritte zeigen Ihnen, wie Sie anhand der *LabVIEW-Hilfe* das Express-VI finden, mit dessen Hilfe sich die Anzahl der Werte eines Signals verringern lässt:

1. Bewegen Sie den Cursor über das Express-VI “Signal simulieren” und klicken Sie in der Kontexthilfe auf den Link **Ausführliche Hilfe**. Daraufhin wird in der *LabVIEW-Hilfe* das Thema *Signal simulieren* angezeigt. Eventuell müssen Sie die Kontexthilfe vergrößern oder herunterscrollen, um den Link **Ausführliche Hilfe** sehen zu können.

Zur Anzeige der *LabVIEW-Hilfe* wählen Sie im Menü **Hilfe» LabVIEW-Hilfe durchsuchen** oder klicken Sie eine Funktion im Blockdiagramm oder auf einer fixierten Palette mit der rechten Maustaste an und wählen Sie **Hilfe** (zum Fixieren einer Palette muss die Reißzwecke angeklickt werden).

2. Klicken Sie auf die Registerkarte **Suchen**, geben Sie unter **Suchbegriff(e) eingeben** das Stichwort *Datenkomprimierung* ein und drücken Sie die Taste <Enter>. Zur Suche nach einer genauen Wortgruppe setzen Sie die gesuchte Wortgruppe in Anführungsstriche, beispielsweise “Durchschnitt der Werte”.
3. Klicken Sie in den Suchergebnissen das Thema *Datenkomprimierung* doppelt an. Auf der Seite sehen Sie nun alle Informationen zu dem beschriebenen Express-VI.
4. Nachdem Sie die Beschreibung des Express-VIs gelesen haben, klicken Sie auf die Schaltfläche **Ins Blockdiagramm einfügen**, so dass das Express-VI dem Cursor unterlegt wird.
5. Führen Sie den Cursor ins Blockdiagramm.
6. Fügen Sie das Express-VI “Datenkomprimierung” rechts neben dem Express-VI “Signal simulieren” ein.
7. Stellen Sie im Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Datenkomprimierung’** den Reduktionsfaktor auf den Wert “25” ein und wählen Sie als Reduktionsmethode “Mittelwert” aus.
8. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die neuen Einstellungen gespeichert werden und das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Datenkomprimierung’** geschlossen wird.
9. Verbinden Sie nun mit Hilfe des Verbindungswerkzeugs den Ausgang **Sinus** des Express-VIs “Signal simulieren” mit dem Eingang **Signale** des Express-VIs “Datenkomprimierung”.

Erstellen einer individuellen Benutzeroberfläche vom Blockdiagramm aus

In den vorigen Übungen haben Sie Bedien- und Anzeigeelemente aus der **Elemente**-Palette in das Frontpanel eingefügt. Bedien- und Anzeigeelemente lassen sich aber auch im Blockdiagramm erzeugen.

Führen Sie folgende Schritte aus, um vom Blockdiagramm aus Bedien- und Anzeigeelemente zu erstellen:



1. Klicken Sie im Blockdiagramm mit der rechten Maustaste auf den Ausgang **Mittelwert** des Express-VIs “Datenkomprimierung” und wählen Sie **Erstellen»Numerische Anzeige**, so dass ein numerisches Anzeigeelement erzeugt wird. Daraufhin wird ein Anzeigeelement mit dem Namen **Mittelwert** (vgl. Abbildung) im Blockdiagramm angezeigt.
2. Klicken Sie nochmals mit der rechten Maustaste auf den Ausgang **Mittelwert** des Express-VIs “Datenkomprimierung” und wählen Sie diesmal **Eingang/Ausgang einfügen**, um den Eingang **Aktivieren** hinzuzufügen.

In einer der vorhergehenden Übungen haben Sie gelernt, einem Express-VI durch Aufziehen des Doppelpfeils nach unten Ein- und Ausgänge hinzuzufügen. Der Weg über die Kontextmenüs ist eine andere Methode zum Einblenden und Auswählen der Ein- und Ausgänge eines Express-VIs.



3. Fügen Sie nun einen Schalter mit der Beschriftung **Aktivieren** hinzu, indem Sie mit der rechten Maustaste auf den Eingang **Aktivieren** klicken und aus dem Kontextmenü **Erstellen»Bedienelement** auswählen. Daraufhin erscheint im Blockdiagramm ein boolesches Bedienelement (vgl. Abbildung).

Die Symbole der Bedienelemente werden durch einen dickeren Rahmen von den Anzeigeelementen unterschieden. Außerdem haben sie einen Pfeil zur Anzeige der Datenrichtung. Befindet sich der Pfeil auf der rechten Seite des Anschlusses, handelt es sich um ein Bedienelement, ansonsten um ein Anzeigeelement.

4. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Verbindung zwischen dem Ausgang **Sinus** des Express-VIs “Signal simulieren” und dem Eingang **Signale** des Express-VIs “Datenkomprimierung” und wählen Sie **Erstellen»Graph-Anzeige**.
5. Verbinden Sie mit Hilfe des Verbindungswerkzeugs den Ausgang **Mittelwert** des Express-VIs “Datenkomprimierung” mit dem Graphen **Sinus**.

Die Funktion “Signale zusammenfassen” wird angezeigt.

6. Ordnen Sie die Objekte im Blockdiagramm der Abbildung 2-3 entsprechend an.

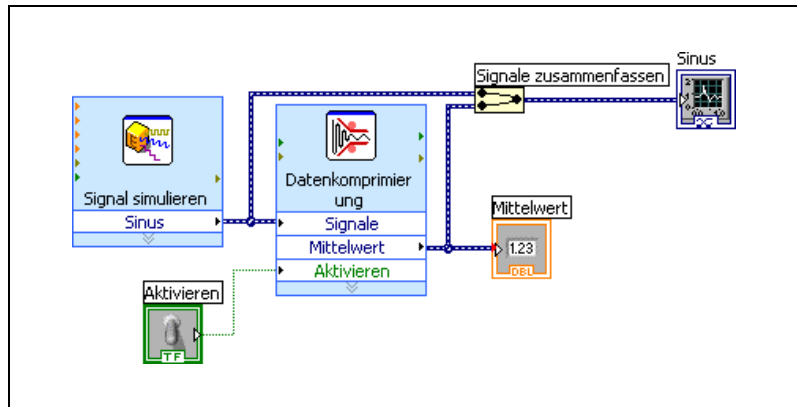


Abbildung 2-3. Das Blockdiagramm des VIs “Werteanzahl reduzieren”

7. Wechseln Sie zum Frontpanel.

Die hinzugefügten Bedien- und Anzeigeelemente werden mit Beschriftungen versehen, die anzeigen, von welchen Ein- und Ausgängen aus sie im Blockdiagramm erzeugt worden sind.



Hinweis Sie müssen möglicherweise scrollen oder das Frontpanel vergrößern, um alle Bedien- und Anzeigeelemente sehen zu können.

8. Speichern Sie das VI.

Konfigurieren des VIs: Ausführung bis Abbruch durch Anwender

In der vorliegenden Form wird Ihr VI nur einmal ausgeführt. Das heißt, nachdem ein Signal erzeugt wurde, wird die Ausführung beendet. Sie können jedoch auch eine While-Schleife in das Blockdiagramm einfügen, die dafür sorgt, dass das VI bis zur Erfüllung einer Bedingung ausgeführt wird.

Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Wechseln Sie zum Frontpanel und starten Sie das VI.

Das VI wird nur einmal ausgeführt und hält dann an. Das Frontpanel hat keine Stopp-Schaltfläche.

2. Wechseln Sie zum Blockdiagramm.



3. Klicken Sie in der Palette **Funktionen** auf die Schaltfläche **Suchen** (vgl. Abbildung links) und geben Sie `While` ein. Die Suche beginnt bereits während der Texteingabe und die Suchergebnisse werden im Textfeld angezeigt. Die Suchergebnisse mit einem Ordnersymbol links stehen für eine Unterpalette und diejenigen mit einem hellblauen Symbol für Express-VIs.
4. Klicken Sie doppelt auf **While-Schleife <<Ausführungssteuerung>>**. Es öffnet sich die Unterpalette **Ausführungssteuerung** und die While-Schleife wird kurzzeitig hervorgehoben.
5. Wählen Sie die While-Schleife aus der Palette **Ausführungssteuerung** aus.
6. Führen Sie den Cursor in die linke obere Ecke des Blockdiagramms. Klicken Sie mit der Maus, so dass die linke obere Ecke der While-Schleife abgelegt wird.
7. Ziehen Sie anschließend den Cursor diagonal nach rechts unten, bis alle Express-VIs und Verbindungen von der Schleife umgeben sind (vgl. Abbildung 2-4).

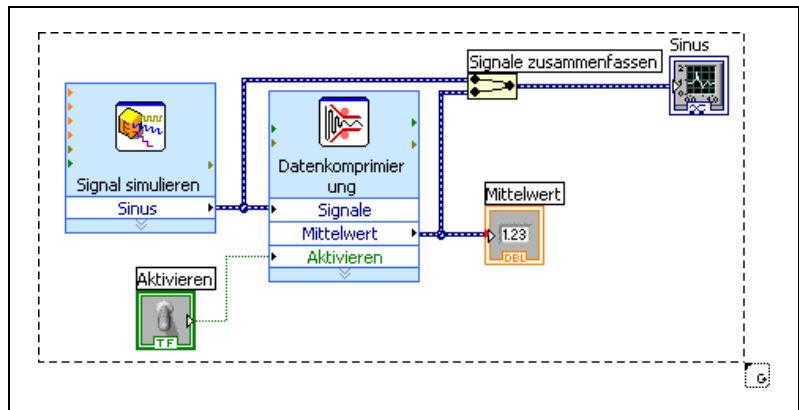
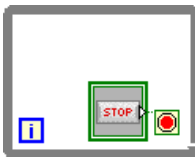


Abbildung 2-4. Einfügen einer While-Schleife um die Express-VIs

8. Klicken Sie mit der Maus, um die Schleife abzulegen.



Zusammen mit der While-Schleife (vgl. Abbildung links) wird auch eine Stopp-Schaltfläche angezeigt, die mit einem Bedingungsanschluss verbunden ist. Im vorliegenden Fall ist die While-Schleife so konfiguriert, dass die Ausführung der Schleife bei einem Klick auf die Stopp-Schaltfläche beendet wird.

9. Wechseln Sie zum Frontpanel und starten Sie das VI.

Das VI läuft nun so lange, bis Sie auf **Stopp** klicken. Die While-Schleife bewirkt, dass die darin befindlichen Funktionen bis zum Anklicken der Stopp-Schaltfläche wiederholt werden.

10. Klicken Sie zum Speichern des VIs auf **Stopp**.

Umgang mit der Fehlerliste

Wenn ein VI ein überflüssiges Anzeigeelement enthält, können Sie es entfernen.

Nachfolgend wird beschrieben, wie die numerische Anzeige mit der Bezeichnung **Mittelwert** aus dem Frontpanel entfernt wird:

1. Bewegen Sie auf dem Frontpanel den Cursor über das Anzeigeelement **Mittelwert**, bis das Positionierwerkzeug erscheint.
2. Klicken Sie auf die Anzeige **Mittelwert** (vgl. Abbildung links), um sie zu markieren, und drücken Sie die Taste <Entf>.
3. Wechseln Sie zum Blockdiagramm.



Sie sehen, dass die Verbindung eine gestrichelte schwarze Linie mit einem roten **x** in der Mitte ist (vgl. Abbildung links). Die gestrichelte schwarze Linie deutet auf einen Fehler hin. Die Schaltfläche **Ausführen** (vgl. Abbildung links) ist demzufolge unterbrochen dargestellt, da das VI nicht ausführbar ist.

4. Klicken Sie auf die unterbrochene **Ausführen**-Schaltfläche. Wie Sie sehen, öffnet sich das Fenster **Fehlerliste**.
In diesem Fenster finden Sie eine Übersicht aller Fehler im VI und eine ausführliche Beschreibung zu jedem Fehler. Über die **Fehlerliste** gelangen Sie direkt an die einzelnen Stellen, an denen Fehler auftreten.
5. Klicken Sie unter **Fehler und Warnungen** auf **Verbindung: hat offene Enden** und anschließend auf die Schaltfläche **Hilfe**. Daraufhin wird eine Beschreibung des Fehlers angezeigt.



Tipp Wenn Sie das Verbindungswerkzeug über eine unterbrochene Verbindung bewegen, wird ein Hinweisstreifen mit dem Grund für die Unterbrechung angezeigt. Gleichzeitig erscheinen diese Informationen auch in der **Kontexthilfe**.

6. Klicken Sie unter **Fehler und Warnungen** die Fehlermeldung **Verbindung: hat offene Enden** doppelt an. Die unterbrochene Verbindung wird daraufhin im Blockdiagramm hervorgehoben.
7. Löschen Sie die unterbrochene Verbindung, indem Sie <Strg + B> drücken.

Mit der Tastenkombination <Strg + B> werden alle unterbrochenen Verbindungen aus dem Blockdiagramm entfernt. Sie können jedoch auch nur die markierte Verbindung löschen, indem Sie die Taste <Entf> drücken.

8. Wählen Sie **Anzeigen>Fehlerliste**. Wie Sie sehen, ist das Feld **Fehler und Warnungen** nun leer.



Tipp Die **Fehlerliste** kann auch mit der Tastenkombination <Strg + L> geöffnet werden.

9. Schließen Sie das Fenster durch Anklicken der Schaltfläche **Schließen**.

Die Schaltfläche **Ausführen** wird nun nicht mehr unterbrochen dargestellt.

Ändern der Ausführungsgeschwindigkeit

Wenn Sie die Abfolge der Werte im Signalverlaufsgraphen verlangsamen möchten, können Sie im Blockdiagramm eine Verzögerung konfigurieren.

Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Suchen Sie im Blockdiagramm in der Palette **Funktionen** nach dem Express-VI “Verzögerung” und fügen Sie es in die While-Schleife ein.
Mit dem Express-VI “Verzögerung” wird die Ausführungsgeschwindigkeit eines VIs gesteuert.

2. Geben Sie in das Textfeld **Verzögerung (Sekunden)** den Wert 0,25 ein.

Die Verzögerung bestimmt die Ausführungsgeschwindigkeit der Schleife. Bei einer Verzögerung von 0,25 Sekunden wird die Schleife nach jeder Viertelsekunde erneut ausgeführt.

3. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die neuen Einstellungen gespeichert werden und das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Verzögerung’** geschlossen wird.
4. Wechseln Sie zum Frontpanel und starten Sie das VI.
5. Klicken Sie nun auf den Schalter **Aktivieren** und beachten Sie die Veränderung im Graphen.

Beindet sich der Schalter **Aktivieren** in “Ein”-Position, wird im Graphen auch das komprimierte Signal dargestellt. Wenn der Schalter **Aktivieren** hingegen auf “Aus” steht, wird das komprimierte Signal nicht angezeigt.

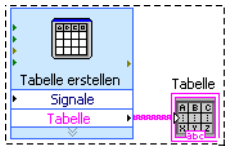
6. Klicken Sie zum Beenden des VIs auf **Stopp**.

Darstellung von Daten in einer Tabelle

Damit eine Reihe von Mittelwerten in einer Tabelle auf dem Frontpanel angezeigt wird, gehen Sie nach folgenden Schritten vor:

1. Suchen Sie im Frontpanel in der Palette **Elemente** nach dem Anzeigelement **Express-Tabelle** und fügen Sie es rechts neben dem Signalverlaufsgraphen ein.
2. Wechseln Sie zum Blockdiagramm.

Wie Sie sehen, wurde die **Tabelle** im Blockdiagramm automatisch mit dem Express-VI "Tabelle erstellen" verbunden.



3. Wenn das Express-VI "Tabelle erstellen" und das Blockdiagramm-Symbol **Tabelle** noch nicht markiert sind, klicken Sie auf die freie Fläche links neben dem Express-VI. Ziehen Sie mit dem Cursor einen Auswahlrahmen um das Express-VI "Tabelle erstellen" und das Symbol **Tabelle** (vgl. Abbildung links).

Das Express-VI, die **Tabelle** und die Verbindung zwischen beiden wird durch eine gestrichelte Umrisslinie (Laufrahmen) hervorgehoben.

4. Ziehen Sie die Objekte rechts neben dem Express-VI "Datenkomprimierung" in die While-Schleife.
Die While-Schleife passt sich automatisch an ihren Inhalt an – im vorliegenden Fall das Express-VI "Tabelle erstellen" und die **Tabelle**.

Wenn Sie ein Objekt nahe am Rand einer While-Schleife einfügen, vergrößert sich die Schleife automatisch.

5. Verbinden Sie nun mit dem Verbindungswerkzeug den Ausgang **Mittelwert** des Express-VIs "Datenkomprimierung" mit dem Eingang **Signale** des Express-VIs "Tabelle erstellen".

Ihr Blockdiagramm sollte jetzt in etwa aussehen wie Abbildung 2-5.

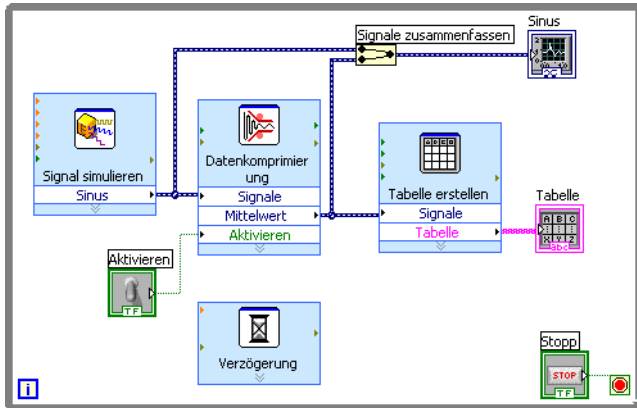


Abbildung 2-5. Das Blockdiagramm des VIs "Werteanzahl reduzieren"

6. Wechseln Sie zum Frontpanel und starten Sie das VI.
7. Klicken Sie auf den Schalter **Aktivieren**.
In der Tabelle wird nun nach jeweils 25 Samples der Mittelwert der Samples angezeigt, solange **Aktivieren** auf "Aus" steht.
8. Halten Sie das VI an.
9. Probieren Sie auch andere Einstellungen im Dialogfeld **Eigenschaften für Tabelle: Tabelle** aus. Verringern Sie beispielsweise die Anzahl der Spalten auf 1.
10. Speichern Sie das VI und schließen Sie es.

Beispielsuche

Um mehr zu einem bestimmten VI zu erfahren, können Sie ein Beispiel suchen, in dem das VI enthalten ist.

In dieser Übung soll nach einem Beispiel gesucht werden, in dem das Express-VI "Verzögerung" vorkommt. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Klicken Sie zum Öffnen der *LabVIEW-Hilfe* auf **Hilfe»LabVIEW-Hilfe durchsuchen**.
2. Klicken Sie auf die Registerkarte **Suchen**, geben Sie unter **Suchbegriff(e) eingeben** das Stichwort **Verzögerung** ein und drücken Sie <Enter>.



Tipp Um die Suche einzugrenzen, können Sie die Option **Nur Titel suchen** am unteren Rand des Hilfefensters aktivieren. Darüber hinaus sind auch Verknüpfungen wie AND, OR oder NEAR im Feld **Suchbegriff(e) eingeben** möglich. Einzelheiten zum Durchsuchen der Hilfe finden Sie auch in der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Umgang mit der Hilfe** auf der Registerkarte **Inhalt**.

3. Klicken Sie bei Bedarf auf die Spalte **Position**, so dass die Suchtreffer nach der Art des Inhalts sortiert werden. *Referenz*-Themen enthalten Informationen zu LabVIEW-Objekten wie VIs, Funktionen, Paletten, Menüs und Werkzeugen. Mit *LabVIEW-Hilfe* sind alle Themen gekennzeichnet, die schrittweise Anweisungen zum Umgang mit LabVIEW geben. Themen der Kategorie *Allgemeines* geben Hinweise zur Programmierung mit LabVIEW.
4. Klicken Sie das Suchergebnis **Verzögerung** doppelt an. Auf der rechten Seite sehen Sie nun alle Informationen zum Express-VI “Verzögerung”.
5. Klicken Sie nach dem Durchlesen der Beschreibung unter *Beispiel* auf die Schaltfläche **Beispiel öffnen** am unteren Ende des Textes, um ein Beispiel zur Anwendung des Express-VIs zu erhalten.
6. Beim Anklicken der Schaltfläche **Nach ähnlichen Beispielen suchen** öffnet sich die Beispielsuchmaschine und es werden ähnliche VIs angezeigt. Es werden mehrere Hundert Beispiel-VIs auf dem Computer und auf ni.com/zone durchsucht. Jedes Beispiel kann verändert und in eigene VIs kopiert werden.

Sie können auch ein Hilfethema öffnen, das Links zu Beispielen für ein VI oder eine Funktion enthält. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf ein VI oder eine Funktion im Blockdiagramm oder auf einer fixierten Palette und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Beispiele** aus. Um die Beispielsuchmaschine zu starten und nach Beispielen zu suchen, wählen Sie **Hilfe»Beispiele suchen** oder klicken im Fenster **Erste Schritte** unter **Beispiele** den Link **Beispiele suchen** an.

7. Schließen Sie anschließend die Beispielsuchmaschine und die Beispiel-VIs.

Zusammenfassung

Es folgt eine Zusammenfassung der wichtigsten Schwerpunkte dieses Kapitels.

Verwendung der LabVIEW-Hilfen und -Beschreibungen

Hier noch einmal alle in diesem Kapitel vorgestellten Hilfsmittel und Beschreibungen zu LabVIEW:

- In der Kontexthilfe werden beim Bewegen des Mauszeigers über ein Objekt die wichtigsten Informationen zu diesem Objekt angezeigt. Eine Kontexthilfe gibt es beispielsweise für VIs, Funktionen, Strukturen, Paletten oder Objekte in Dialogfeldern. Um sie einzublenden, klicken Sie auf **Hilfe»Kontexthilfe anzeigen** oder drücken Sie <Strg + H>. (**Mac OS**) Drücken Sie <Command + Shift + L>.
- Wenn Sie den Cursor im Blockdiagramm über ein Express-VI bewegen, erhalten Sie in der Kontexthilfe eine kurze Beschreibung des VIs und Informationen zur aktuellen Konfiguration.
- Die *LabVIEW-Hilfe* enthält eine ausführliche Beschreibung der LabVIEW-Objekte. Zum Öffnen des LabVIEW-Hilfethemas zu einem Objekt führen Sie den Cursor auf das Objekt und klicken Sie in der Kontexthilfe auf den Link **Ausführliche Hilfe**. Stattdessen können auch ein Objekt im Blockdiagramm mit der rechten Maustaste anklicken und aus dem Kontextmenü die Option **Hilfe** auswählen.
- Zur Themensuche in der *LabVIEW-Hilfe* dienen die Registerkarten **Inhalt**, **Index** und **Suchen**. Im **Inhalt** finden Sie einen Überblick über den Aufbau der LabVIEW-Hilfe und die behandelten Themen. Im **Index** kann nach bestimmten Themen oder Stichwörtern gesucht werden. **Suchen** schließlich ermöglicht es, nach einem Wort bzw. einer Wortgruppe zu suchen.
- Wenn Sie in der *LabVIEW-Hilfe* ein Express-VI oder ein anderes Blockdiagramm-Objekt finden, das Sie verwenden möchten, können Sie es durch Anklicken der Schaltfläche **Ins Blockdiagramm einfügen** in das Blockdiagramm übernehmen.
- Auf der Registerkarte **Suchen** der *LabVIEW-Hilfe* sind boolesche Verknüpfungen wie AND, OR oder NEAR zum Eingrenzen der Suchergebnisse möglich. Um nach einer genauen Wortgruppe zu suchen, setzen Sie sie in Anführungsstriche. Darüber hinaus können Sie bei Bedarf zur Eingrenzung der Suchergebnisse die Option **Nur Titel suchen** am unteren Rand des Hilfefensters aktivieren.

- Auf der Registerkarte **Suchen** der *LabVIEW-Hilfe* lassen sich die Treffer durch Anklicken der Spaltenüberschrift **Position** thematisch ordnen. *Referenz*-Themen enthalten Informationen zu LabVIEW-Objekten wie VIs, Funktionen, Paletten, Menüs und Werkzeugen. Mit *Anleitung* sind alle Themen gekennzeichnet, die schrittweise Anweisungen zum Umgang mit LabVIEW geben. Themen der Kategorie *Allgemeines* geben Hinweise zur Programmierung mit LabVIEW.

Bearbeiten des Blockdiagramms

LabVIEW gibt Ihnen zur Erstellung eines VIs zahlreiche Bedien- und Anzeigeelemente, Express-VIs und Strukturen an die Hand. So können Sie beispielsweise Bedien- und Anzeigeelemente hinzufügen, mit denen Sie die Ausführung des VIs manuell bestimmen oder sich erzeugte Daten in einer Tabelle anzeigen lassen können.

Erstellen von Bedien- und Anzeigeelementen

Zum Erstellen von Bedien- und Anzeigeelementen auf dem Blockdiagramm klicken Sie den Eingang, Ausgang oder eine Verbindung des Express-VIs mit der rechten Maustaste an und wählen Sie aus dem Kontextmenü **Erstellen** und die gewünschte Option aus. Das Bedien- oder Anzeigeelement wird daraufhin am Eingang, Ausgang oder an der Verbindung angelegt, auf die Sie geklickt haben.

Die Symbole der Bedienelemente werden durch einen dickeren Rahmen von den Anzeigeelementen unterschieden. Außerdem haben sie einen Pfeil zur Anzeige der Datenrichtung. Befindet sich der Pfeil auf der rechten Seite des Anschlusses, handelt es sich um ein Bedienelement, ansonsten um ein Anzeigeelement.

Steuern der Ausführung eines VIs

Mit einer While-Schleife lässt sich ein Blockdiagrammausschnitt wiederholt ausführen. Die Ausführung einer While-Schleife wird beendet, sobald eine bestimmte Bedingung erfüllt ist. Wenn Sie ein Objekt zum inneren Rand einer While-Schleife hin verschieben, vergrößert sich die Schleife automatisch.

Mit den Objekten in der Unterpalette **Ausführungssteuerung** kann festgelegt werden, wie oft und mit welcher Geschwindigkeit ein VI ausgeführt werden soll.

Fehler und unterbrochene Verbindungen

Wenn ein VI während der Bearbeitung Fehler enthält, wird der Pfeil auf der Schaltfläche **Ausführen** unterbrochen dargestellt. Wenn der Pfeil nach Fertigstellung des Blockdiagramms immer noch unterbrochen angezeigt wird, ist das VI fehlerhaft und kann daher nicht ausgeführt werden.

Um zu erfahren, warum das VI nicht ausgeführt werden kann, klicken Sie auf die Schaltfläche **Ausführen** oder wählen Sie den Menüpunkt **Anzeigen»Fehlerliste** aus. Über die **Fehlerliste** gelangen Sie direkt an die einzelnen Stellen, an denen Fehler auftreten. Weitere Informationen zum Fehler erhalten Sie durch einen Klick auf die Schaltfläche **Hilfe**. Führen Sie dazu unter **Fehler und Warnungen** einen Doppelklick auf einen Fehler aus. Die betreffende Stelle im Blockdiagramm wird dann hervorgehoben.

Eine unterbrochene Verbindung wird als gestrichelte schwarze Linie mit einem roten **x** in der Mitte dargestellt. Zu unterbrochenen Verbindungen kommt es aus verschiedenen Gründen, zum Beispiel, wenn Sie Objekte löschen, die mit anderen verbunden sind. Solange es im Blockdiagramm unterbrochene Verbindungen gibt, ist das betreffende VI nicht ausführbar.

Wenn Sie das Verbindungswerkzeug über eine unterbrochene Verbindung bewegen, wird ein Hinweisstreifen mit dem Grund für die Unterbrechung angezeigt. Gleichzeitig erscheinen diese Informationen auch in der **Kontexthilfe**. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Verbindung, und wählen Sie im Kontextmenü **Fehler anzeigen** aus. Es öffnet sich die **Fehlerliste**. Ausführlichere Informationen zur Ursache einer fehlerhaften Verbindung erfahren Sie durch einen Klick auf die Schaltfläche **Hilfe**.

Darstellung von Daten in einer Tabelle

Das Anzeigeelement “Tabelle” dient zur Darstellung von Daten. Zur Ausgabe von Daten in einer Tabelle dient das Express-VI “Tabelle erstellen”.

Umgang mit der Beispielsuchmaschine

Mit der NI-Suchmaschine für Beispiele können Sie Ihren Computer und die NI Developer Zone (ni.com/zone) nach bestimmten Beispielen durchsuchen. Es folgen einige Beispiele, um zu veranschaulichen, wie mit LabVIEW eine große Bandbreite von Test-, Mess-, Automatisierungs- und Entwurfsprojekten realisiert wird: Die Suchmaschine kann auch über **Hilfe»Beispiele suchen** oder durch Anklicken des Links **Beispiele suchen** im Abschnitt **Beispiele** im Fenster **Erste Schritte** gestartet werden.

Anhand von Beispielen lässt sich die Verwendung bestimmter VIs und Funktionen veranschaulichen. Sie können sich auch ein Hilfethema anzeigen lassen, das Links zu Beispielen für ein VI oder eine Funktion enthält. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf ein VI oder eine Funktion im Blockdiagramm oder auf einer fixierten Palette und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Beispiele** aus. Es steht Ihnen frei, die Beispiel-VIs Ihren Bedürfnissen entsprechend zu verändern oder Teile davon zu kopieren und in selbst erstellte VIs einzufügen.

Tastenkombinationen

In diesem Kapitel wurden die nachfolgenden Tastenkombinationen vorgestellt.



Hinweis Die <Strg>-Taste auf Windows-Tastaturen entspricht der <Option>- oder <Command>-Taste (**Mac OS**) und der <Alt>-Taste (**Linux**).

Tastenkombination	Funktion
<Strg + N>	Öffnet ein neues, leeres VI.
<Strg + H>	Blendet die Kontexthilfe ein oder aus. (Mac OS) Drücken Sie <Command + Shift + L>.
<Strg + B>	Entfernt alle fehlerhaften Verbindungen in einem VI.
<Strg + L>	Blendet die Fehlerliste ein.

Analysieren und Speichern eines Signals (LabVIEW Full und Professional Development System)

LabVIEW enthält eine Reihe von Express-VIs zur Signalanalyse. In diesem Kapitel erfahren Sie, wie ein Signal in LabVIEW auf einfache Weise analysiert wird und die Ergebnisse in eine Datei übertragen werden.



Hinweis Für die Übungen in diesem Kapitel werden Express-VIs benötigt, die es nur im LabVIEW Full Development System und dem LabVIEW Professional Development System gibt.

Erstellen eines Analyse-VIs

In der folgenden Übung erstellen Sie ein VI, das ein Signal erzeugt, es filtert und angezeigt, ob das Signal einen bestimmten Grenzwert überschreitet. Außerdem werden die erzeugten Daten gespeichert. Nach Fertigstellung des VIs sollte das Frontpanel in etwa Abbildung 3-1 entsprechen.



Der Zeitaufwand für die Übungen in diesem Kapitel beträgt ca. 40 Minuten.

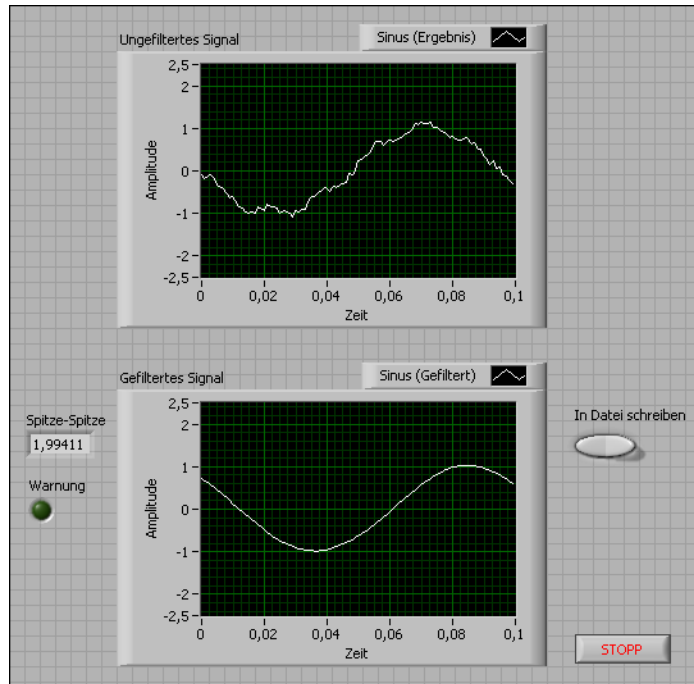


Abbildung 3-1. Frontpanel des VIs "Daten speichern"

Verändern eines auf einer VI-Vorlage basierenden VIs

Zum Erstellen eines VIs zur Ausgabe, Analyse und Darstellung eines Signals gehen Sie wie folgt vor:

1. Klicken Sie im Dialogfeld **Erste Schritte** auf **Neu**. Es öffnet sich das Dialogfeld **Neu**.
2. Klicken Sie links in der Liste **Neu erstellen** auf **VI»Aus Vorlage» Tutorium (Erste Schritte)»Generieren, Analysieren und Anzeigen**. Mit dieser VI-Vorlage wird ein Signal simuliert und sein Effektivwert (RMS-Wert) ermittelt.
3. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK** oder klicken Sie die Vorlage doppelt an, um ein VI anhand der Vorlage zu erstellen.
4. Falls die Kontexthilfe nicht geöffnet ist, drücken Sie <Strg + H>, um sie zu einublenden. (**Mac OS**) Drücken Sie <Command + Shift + L>.
5. Wechseln Sie mit der Tastenkombination <Strg + E> zum Blockdiagramm.



6. Bewegen Sie nun den Cursor auf das Express-VI “Amplituden- und Pegelmessung” (vgl. Abbildung links).
Wie Sie sehen, werden in der Kontexthilfe nun Informationen zur Funktion des Express-VIs angezeigt.
Lassen Sie die Kontexthilfe geöffnet. Sie wird Ihnen bei der restlichen Übung eine Hilfe sein.
7. Löschen Sie das RMS-Anzeigeelement aus dem Frontpanel und entfernen Sie im Blockdiagramm alle fehlerhaften Verbindungen, die durch das Löschen des Anzeigeelements entstanden sind. Mit <Strg + B> werden alle fehlerhaften Verbindungen aus dem Blockdiagramm entfernt.
Das Express-VI “Amplituden- und Pegelmessung” wird für diese Übung nicht benötigt. Sie können jedoch die VI-Vorlage “Generieren, Analysieren und Anzeigen” mit RMS-Funktion in einem zukünftigen Projekt nutzen, um Entwicklungszeit zu sparen.
8. Klicken Sie auf dem Frontpanel mit der rechten Maustaste auf die Signalverlaufsgraph-Anzeige und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Eigenschaften** aus. Es öffnet sich das Dialogfeld **Graph-Eigenschaften: Signalverlaufsgraph**.
9. Aktivieren Sie auf der Registerkarte **Erscheinungsbild** unter **Beschriftung** die Option **Sichtbar** und geben Sie **Ungefiltertes Signal** ein.
10. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die Einstellungen gespeichert werden und das Dialogfeld geschlossen wird.
11. Starten Sie das VI.
Das Signal wird nun im Graphen angezeigt.
12. Klicken Sie zum Beenden des VIs auf **Stopp**.

Hinzufügen eines Signals

Das Express-VI “Signal simulieren” gibt per Voreinstellung eine Sinusschwingung aus. Damit ein anderes Signal simuliert wird, müssen Sie im Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Signal simulieren’** die entsprechende Einstellung verändern.

Gehen Sie nach folgenden Schritten vor, um neben der Sinusschwingung noch ein gleichverteiltes weißes Rauschen zu simulieren:

1. Markieren Sie im Blockdiagramm mit dem Positionierwerkzeug das Express-VI “Signal simulieren”.

Halten Sie die <Strg>-Taste gedrückt und ziehen Sie das Express-VI im Blockdiagramm zur Seite, um eine Kopie davon zu erstellen.

(Mac OS) Halten Sie beim Ziehen die <Option>-Taste gedrückt.

(Linux) Halten Sie beim Ziehen die mittlere Maustaste gedrückt.

2. Lassen Sie die Maustaste los, um die Kopie des Express-VIs unter dem ursprünglichen Express-VI einzufügen. Der Name der Kopie wird automatisch auf "Signal simulieren2" eingestellt.
3. Klicken Sie das Express-VI "Signal simulieren2" doppelt an, um zum Dialogfeld **Konfigurieren von 'Signal simulieren'** zu gelangen.
4. Wählen Sie unter **Signaltyp** die Option **Sinus** aus.
5. Geben Sie in das Feld **Frequenz (Hz)** den Wert 60 ein.
6. Geben Sie unter **Amplitude** den Wert 1 ein.
7. Versetzen Sie das Sinussignal durch Aktivieren der Option **Rauschen hinzufügen** mit einem Rauschanteil.
8. Wählen Sie unter **Typ des Rauschens** die Option **Gleichverteiltes weißes Rauschen** aus.
9. Geben Sie in das Feld **Amplitude des Rauschens** den Wert 0,1 ein.
10. Geben Sie in das Feld **Startwert** den Wert -1 ein.
11. Wählen Sie unter **Timing** die Option **So schnell wie möglich ausführen** aus.
12. Deaktivieren Sie unter **Signalname** die Option **Namen des Signaltyps verwenden**.
13. Geben Sie in das Feld **Signalname** 60 Hz und Rauschen ein.

Beim Ändern des Signalnamens im Dialogfeld **Konfigurieren von 'Signal simulieren'** wird diese Änderung auch ins Blockdiagramm übernommen. So ist der Signaltyp des Express-VIs im Blockdiagramm leichter zu erkennen.

In der **Vorschau** wird nun ein Zufallssignal angezeigt. Das Dialogfeld **Konfigurieren von 'Signal simulieren'** sollte in etwa der Abbildung 3-2 entsprechen.

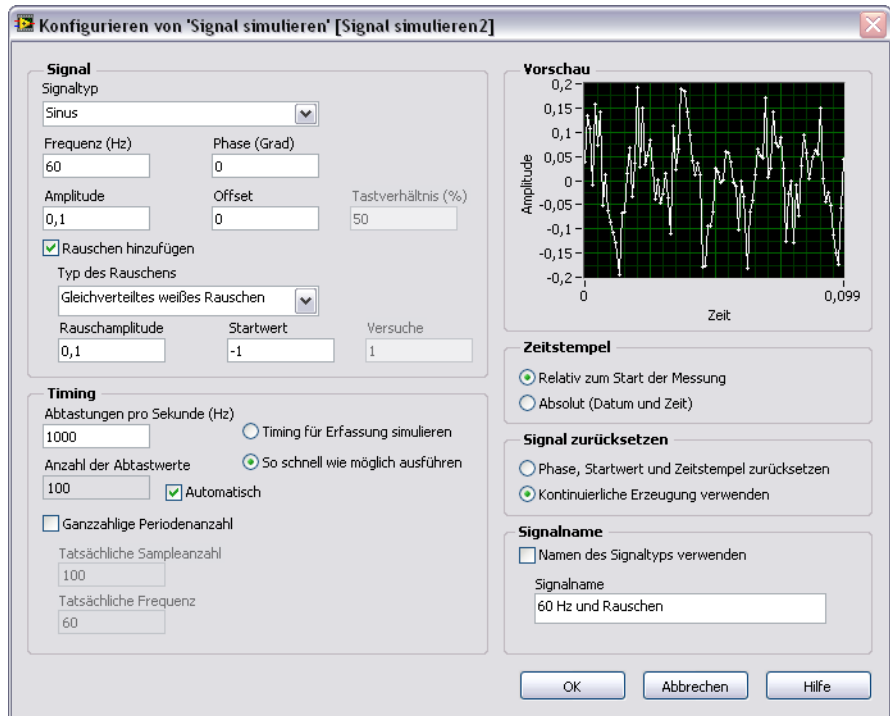


Abbildung 3-2. Das Dialogfeld “Konfigurieren von ‘Signal simulieren’”

14. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die neuen Einstellungen übernommen werden und das Dialogfeld geschlossen wird.

Hinzufügen zweier Signale

Mit dem Express-VIs “Formel” lassen sich zwei Signale zu einem zusammenfügen. Die Signale werden dabei nicht zusammen in einem Graphen angezeigt, sondern zu einem Signal addiert. Mit diesem Express-VI lässt sich beispielsweise Rauschen zu einem Signal hinzufügen.

Gehen Sie nach folgenden Schritten vor, um das **Sinus**-Signal und das Signal **60 Hz und Rauschen** zu addieren:

1. Klicken Sie im Blockdiagramm dreimal auf die Verbindung zwischen dem Ausgang **Sinus** des Express-VIs “Signal simulieren” und dem Eingang **Signale** des Express-VIs “Amplituden- und Pegelmessung” sowie dem Anzeigeelement **Ungefiltertes Signal**, um die Verbindung zu entfernen.

2. Klicken Sie in der Palette **Funktionen** auf die Schaltfläche **Suchen**, um nach dem Express-VI “Formel” zu suchen, und fügen Sie es zwischen den Express-VIs “Signal simulieren” und “Amplituden- und Pegelmessung” in das Blockdiagramm ein.
3. Das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Formel’** wird in der Spalte **Beschriftung** angezeigt. Ändern Sie die Beschriftung von **X1** auf **Sinus** und von **X2** auf **60 Hz und Rauschen**.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Eingabe** und **+**, um **Sinus** und **60 Hz und Rauschen** in das Feld **String** einzufügen.
5. Klicken Sie auf **OK**, so dass die neuen Einstellungen gespeichert werden und das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Formel’** geschlossen wird.
6. Verbinden Sie nun mit Hilfe des Verbindungswerkzeugs den Ausgang **Sinus** des Express-VIs “Signal simulieren” mit dem Eingang **Sinus** des Express-VIs “Formel”.
7. Verbinden Sie nun den Ausgang **60 Hz und Rauschen** des Express-VIs “Signal simulieren2” mit dem Eingang **60 Hz und Rauschen** des Express-VIs “Formel”.
8. Verbinden Sie den Ausgang **Ergebnis** des Express-VIs “Formel” mit dem Anzeigeelement **Ungefiltertes Signal** und dem Eingang **Signale** des Express-VIs “Amplituden- und Pegelmessung”.
9. Wechseln Sie mit der Tastenkombination <Strg + E> zum Frontpanel.
10. Starten Sie das VI.
Das von Rauschen überlagerte Signal wird nun im Graphen angezeigt.
11. Klicken Sie zum Beenden des VIs auf **Stopp**.
12. Klicken Sie auf **Datei»Speichern unter** und speichern Sie das VI unter dem Namen `Analyse.vi` in einem einfach wiederzufindenden Verzeichnis.

Filtern von Signalen

Das Express-VI “Filter” verarbeitet ein Signal durch Filter und Fenster.

Gehen Sie nach folgenden Schritten vor, um das Express-VI “Filter” so zu konfigurieren, dass das Signal einen rekursiven (IIR-)Filter durchläuft:



1. Löschen Sie die Verbindung zwischen dem Ausgang **Ergebnis** des Express-VIs “Formel” und dem Eingang **Signale** des Express-VIs “Amplituden- und Pegelmessung”.
2. Entfernen Sie alle fehlerhaften Verbindung, die durch das Löschen der Verbindung entstanden sind.
3. Suchen Sie nach dem Express-VI “Filter” und fügen Sie es zwischen den Express VIs “Signal simulieren2” und “Amplituden- und Pegelmessung” in das Blockdiagramm ein. Es öffnet sich das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Filter’**.
4. Geben Sie in das Feld **Grenzfrequenz (Hz)** in den **Filterspezifikationen** den Wert 25 ein.
5. Klicken Sie auf **OK**, so dass die neuen Einstellungen gespeichert werden und das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Filter’** geschlossen wird.
6. Wechseln Sie zum Frontpanel.
7. Klicken Sie im Frontpanel auf den Signalverlaufsgraphen **Ungefiltertes Signal** und ziehen Sie ihn bei gedrückter <Strg>-Taste zur Seite, um eine Kopie davon zu erstellen.
8. Legen Sie den zweiten Signalverlaufsgraphen unter **Ungefiltertes Signal** ab.
9. Klicken Sie die Beschriftung **Ungefiltertes Signal2** des oberen Signalverlaufsgraphen dreimal an und geben Sie statt dessen **Gefiltertes Signal** ein. Die Beschriftung kann auch auf der Seite **Erscheinungsbild** des Dialogfelds **Graph-Eigenschaften: Signalverlaufsgraph** geändert werden.
10. Verbinden Sie im Blockdiagramm den Ausgang **Ergebnis** des Express-VIs “Formel” mit dem Eingang **Signal** des Express-VIs “Filter”.
11. Verbinden Sie den Ausgang **Gefiltertes Signal** des Express-VIs “Filter” mit dem Eingang **Signale** des Express-VIs “Amplituden- und Pegelmessung” und dem Eingang **Gefiltertes Signal** des Signalverlaufsgraphen.

12. Wählen Sie **Datei»Speichern**. Das Blockdiagramm des VIs “Analyse” sollte jetzt in etwa aussehen wie Abbildung 3-3.

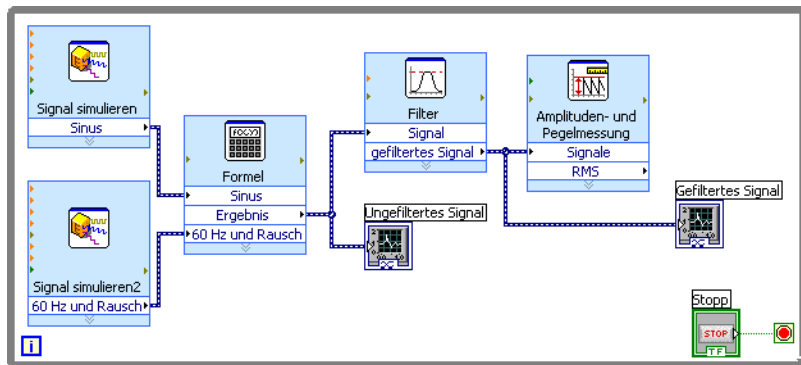


Abbildung 3-3. Blockdiagramm des VIs “Analyse”

Ändern der Darstellung von Graphen

Auf der Seite **Format und Genauigkeit** des Dialogfelds **Graph-Eigenschaften** können Sie die x- und y-Achse eines Graphen oder Diagramms festlegen.

Gehen Sie nach folgenden Schritten vor, um das Format der x- und y-Achse der Graphen **Ungefiltertes Signal** und **Gefiltertes Signal** zu ändern:

1. Klicken Sie auf dem Frontpanel mit der rechten Maustaste auf den Signalverlaufsgraphen **Ungefiltertes Signal** und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Eigenschaften** aus. Es öffnet sich das Dialogfeld **Graph-Eigenschaften: Signalverlaufsgraph**.
2. Wählen Sie auf der Seite **Format und Genauigkeit** und aus dem Pull-down-Menü oben die Option **Zeit (x-Achse)** aus.
3. Wählen Sie unter **Typ** die Option **Automatisch formatieren** aus.
4. Geben Sie in das Feld **Kommastellen** den Wert 6 ein und setzen Sie den **Genauigkeitstyp** auf **Signifikante Stellen**.
5. Aktivieren Sie die Option **Abschließende Nullen unterdrücken**.
6. Klicken Sie im oberen Pulldown-Menü auf **Amplitude (y-Achse)** und wiederholen Sie die Schritte 3 bis 5, so dass die y-Achse die gleichen Einstellungen wie die x-Achse hat.
7. Wählen Sie auf der Seite **Skalierungen** die Option **Amplitude (y-Achse)** aus.
8. Deaktivieren Sie die Option **Autoskalierung**.

9. Geben Sie das **Minimum** mit $-2,5$ und das **Maximum** mit $2,5$ an.
10. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die Einstellungen gespeichert werden und das Dialogfeld **Graph-Eigenschaften: Signalverlaufsgraph** geschlossen wird.
11. Wiederholen Sie die Schritte 1 bis 10 für **Gefiltertes Signal**.
Die x- und y-Achse der Graphen **Ungefiltertes Signal** und **Gefiltertes Signal** werden nun den Einstellungen entsprechend dargestellt.

Analyse der Amplitude eines Signals

Mit dem Express-VI “Amplituden- und Pegelmessung” können verschiedene Spannungscharakteristika eines Signals untersucht werden.

Nachfolgend wird erläutert, wie die Einstellungen des Express-VIs so geändert werden, dass der Spitze-Spitze-Wert des Signals gemessen wird:

1. Klicken Sie im Blockdiagramm das Express-VI “Amplituden- und Pegelmessung” doppelt an. Es öffnet sich das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Amplituden- und Pegelmessung’**.
2. Deaktivieren Sie unter **Amplitudenmessungen** die Option **RMS**.
3. Aktivieren Sie die Option **Spitze-Spitze**. Unter **Ergebnisse** sehen Sie nun die Option **Spitze-Spitze** und den dazugehörigen Messwert.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die neue Konfiguration gespeichert wird, und schließen Sie das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Amplituden- und Pegelmessung’**.



Wie Sie sehen, wurde der Ausgang **RMS** durch **Spitze-Spitze** ersetzt. Der Ausgang **Spitze-Spitze** wird zu einem späteren Zeitpunkt benötigt.

Ändern der Ausführungsgeschwindigkeit

Wenn Sie die Abfolge der Werte in den Signalverlaufsgraphen verlangsamen möchten, können Sie im Blockdiagramm eine Verzögerung einstellen.

Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Suchen Sie nach dem Express-VI “Verzögerung”.
2. Fügen Sie das VI in die linke untere Ecke der While-Schleife ein. Es öffnet sich das Dialogfeld **Konfigurieren der Verzögerung**.
3. Geben Sie in das Feld **Verzögerung (Sekunden)** den Wert $0,1$ ein und klicken Sie auf **OK**.

4. Starten Sie das VI.

Die Schleife läuft nun einmal pro Zehntelsekunde durch.

Hinzufügen einer Warn-LED

Wenn ein optisches Signal ausgegeben werden soll, sobald ein Wert einen festgelegten Grenzwert überschreitet, sollte eine Warn-LED in das Frontpanel eingefügt werden.

Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Klicken Sie mit der rechten Maustaste in das Frontpanel, damit die Palette **Elemente** angezeigt wird.
2. Klicken Sie in der Palette **Express** auf die Unterpalette **LEDs** (vgl. Abbildung 3-4).

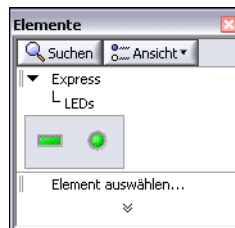


Abbildung 3-4. Die Unterpalette "LEDs"

3. Wählen Sie die runde LED aus und fügen Sie sie links neben den Signalverlaufsgraphen in das Frontpanel ein.
4. Klicken Sie die Beschriftung **Boolesch** über der LED doppelt an und geben Sie stattdessen *Warnung* ein.

Mit der LED wird im weiteren Verlauf der Übung eine Warnung ausgegeben, sobald ein bestimmter Wert überschritten wird.

5. Klicken Sie auf **Datei»Speichern unter**.
6. Lesen Sie sich die verschiedenen Optionen im Dialogfeld durch. Klicken Sie die Optionsfelder **Kopieren** und **Kopie durch Original ersetzen** an, so dass eine Kopie des Original-VIs erstellt wird, an der Sie sofort arbeiten können.
7. Klicken Sie auf **Weiter** und speichern Sie das VI unter dem Namen *Warnanzeige.vi* in einem einfach wiederzufindenden Verzeichnis.

Festlegen eines Warngrenzwerts

Bei welchem Wert die Warn-LED aufleuchten soll, wird nun mit Hilfe des Express-VIs “Vergleich” festgelegt.

Dazu wird nach folgender Vorgehensweise der Spitze-Spitze-Wert mit einem von Ihnen festgelegten Grenzwert verglichen:

8. Suchen Sie nach dem Express-VI “Vergleich” und legen Sie es rechts neben dem Express-VI “Amplituden- und Pegelmessung” ab. Es öffnet sich das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Vergleich’**.
9. Wählen Sie unter **Vergleichskriterium** die Option **> Größer** aus.
10. Wählen Sie unter **Vergleichseingänge** die Option **Wert** und geben Sie den Wert 2 ein. Bei diesem Wert soll also die LED aufleuchten.
11. Klicken Sie auf **OK**, so dass die neuen Einstellungen gespeichert werden und das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Vergleich’** geschlossen wird.



Wie Sie sehen, spiegelt der Name des Express-VIs “Vergleich” nun die ausgewählte Operation wider (vgl. Abbildung links). **Größer** weist darauf hin, dass das Express-VI einen Größer-als-Vergleich anstellt.

12. Verbinden Sie den Ausgang **Spitze-Spitze-Wert** des Express-VIs “Amplituden- und Pegelmessung” mit dem Eingang **Operand 1** des Express-VIs.
13. Führen Sie nun den Cursor auf die Verbindung zwischen dem Ausgang **Spitze-Spitze** und dem Eingang **Operand 1**.
14. Wenn das Positionierwerkzeug erscheint, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Verbindung zwischen dem Ausgang **Spitze-Spitze** und dem Eingang **Operand 1** und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Erstellen»Numerische Anzeige**.



Im Blockdiagramm wird nun ein Symbol mit den Namen **Spitze-Spitze** (vgl. Abbildung links) angezeigt. Sollte das Symbol die Verbindungen zwischen den Express-VIs überdecken, schaffen Sie durch Verschieben der Objekte etwas mehr Platz. Ziehen Sie das Symbol **Spitze-Spitze** zum Beispiel an eine freie Stelle über den Express-VIs.

Ausgabe einer Warnung

Nachdem Sie festlegt haben, bei welchem Wert die Warn-LED aufblinken soll, müssen Sie nun noch die LED mit dem Express-VI verbinden.

Gehen Sie dazu nach folgenden Schritten vor:

1. Ziehen Sie den Anschluss **Warnung** rechts neben das Express-VI “Vergleich”, das nun “Größer” heißt. Achten Sie darauf, dass sich das Symbol **Warnung** in der Schleife befindet (vgl. Abbildung 3-5).

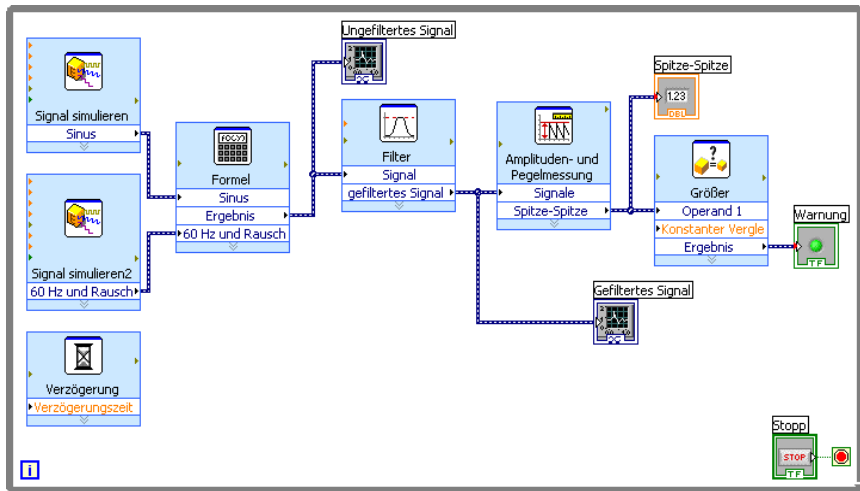


Abbildung 3-5. Blockdiagramm des VIs “Warnanzeige”

2. Verbinden Sie jetzt den Ausgang **Ergebnis** des Express-VIs “Größer” mit dem Anschluss **Warnung**.

Ihr Blockdiagramm sollte jetzt in etwa aussehen wie Abbildung 3-5.

3. Wechseln Sie zum Frontpanel.

Auf dem Frontpanel ist ein numerisches Anzeigeelement mit der Bezeichnung **Spitze-Spitze** hinzugekommen. Es gibt den aktuellen Spitze-Spitze-Wert des Signals aus.

4. Starten Sie das VI.

Wenn der Spitze-Spitze-Wert 2,0 überschreitet, leuchtet die Warn-LED auf.

5. Klicken Sie zum Beenden des VIs auf **Stopp**.
6. Speichern Sie das VI.

Erstellen eines VIs zum Schreiben von Daten in eine Datei

Zum Speichern der Informationen zu den Daten, die von einem VI erzeugt werden, verwenden Sie das Express-VI “Messwerte in Datei schreiben”.

Nachfolgend erstellen Sie ein VI zur Speicherung der Spitze-Spitze-Werte und anderer Daten in eine LabVIEW-Datei für Messwerte:

1. Suchen Sie nach dem Express-VI “Messwerte in Datei schreiben” und fügen Sie es rechts schräg unter dem Express-VI “Amplituden- und Pegelmessung” in das Blockdiagramm ein.

Daraufhin öffnet sich das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Messwerte in Datei schreiben’**.

Unter **Dateiname** wird der vollständige Pfad zur Ausgabedatei `test.lvm` angezeigt. Eine `*.lvm`-Datei ist eine mit Tabulatoren gegliederte Textdatei, die mit einem Tabellenkalkulations- oder einem Textverarbeitungsprogramm geöffnet werden kann. Die Werte werden mit einer Genauigkeit von sechs Stellen nach dem Komma in der `*.lvm`-Datei gespeichert. Die `*.lvm`-Datei wird im Standardverzeichnis für LabVIEW-Daten gespeichert. Das Verzeichnis `LabVIEW Data` wiederum wird von LabVIEW im Standardverzeichnis Ihres Betriebssystems für eigene Dateien eingerichtet.

Wenn Sie die Daten einsehen möchten, öffnen Sie die Datei `test.lvm` unter dem im Feld **Dateiname** angegebenen Pfad.

2. Damit beim Übertragen der Daten in die Datei `test.lvm` keine vorhandenen Daten überschrieben werden, klicken Sie im Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Messwerte in Datei schreiben’** unter **Wenn Datei existiert** die Option **An Datei anhängen** an.
3. Aktivieren Sie unter **Segment-Header** die Option **Nur einen Header**. Damit wird in der Datei nur ein Header für die Daten angelegt.
4. Als **Datei-Beschreibung** geben Sie **Beispiel für eine Spitze-Spitze-Messung** ein. Der hier eingegebene Text erscheint in der Kopfzeile der Datei.
5. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die neue Konfiguration gespeichert wird, und schließen Sie das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Messwerte in Datei schreiben’**.

Speichern von Daten in eine Datei

Bei der Ausführung des VIs werden die Daten in der Datei `test.lvm` gespeichert.

Die Datei `test.lvm` wird wie folgt erstellt:

1. Verbinden Sie im Blockdiagramm den Ausgang **Spitze-Spitze** des Express-VIs “Amplituden- und Pegelmessung” mit dem Eingang **Signale** des Express-VIs Messwerte in Datei schreiben.
2. Wählen Sie **Datei»Speichern unter** und speichern Sie das VI `Daten speichern.vi` in einem einfach wiederzufindenden Verzeichnis.
3. Wechseln Sie zum Frontpanel und starten Sie das VI.
4. Klicken Sie auf dem Frontpanel auf die **Stopp**-Schaltfläche.
5. Um die gespeicherten Daten einzusehen, öffnen Sie nun mit einem Tabellenkalkulations- oder Textverarbeitungsprogramm die Datei `test.lvm` im Verzeichnis `LabVIEW Data`.

Die Datei hat einen Header mit Angaben zum Express-VI.

6. Schließen Sie nach dem Einsehen der Daten die Datei und kehren Sie zum VI “Daten speichern” zurück.

Hinzufügen eines Schalters zum selektiven Speichern von Daten

Wenn nur bestimmte Werte gespeichert werden sollen, ändern Sie das Express-VI “Messwerte in Datei schreiben” dahingehend, dass die Werte nur dann gespeichert werden, wenn der Benutzer einen Schalter betätigt.

Führen Sie die folgenden Schritte aus, um einen Schalter in das Frontpanel einzufügen und festzulegen, wie sich dieser beim Anklicken verhalten soll:

1. Durchsuchen Sie die **Elemente**-Palette nach einem Kippschalter. Wählen Sie einen der Kippschalter aus und fügen Sie ihn rechts neben den Signalverlaufsgraphen ein.
2. Klicken Sie zur Anzeige des Dialogfeldes **Eigenschaften für boolesches Element: Boolesch** mit der rechten Maustaste auf den Kippschalter und wählen Sie **Eigenschaften**.
3. Ändern Sie die Beschriftung des Schalters auf `In Datei schreiben`.
4. Wählen Sie auf der Registerkarte **Operation** unter **Schaltverhalten** die Option **Latch, wenn gedrückt** aus.

Die Registerkarte **Operation** dient zum Festlegen des Schaltverhaltens beim Klicken auf den Schalter. Unter **Vorschau der gewählten Verhaltensweise** kann das ausgewählte Schaltverhalten getestet werden.

5. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die neuen Einstellungen gespeichert werden und das Dialogfeld geschlossen wird.
6. Speichern Sie das VI.

Speichern der Daten auf Veranlassung durch den Benutzer

Nachfolgend wird das Erstellen eines VIs beschrieben, mit dessen Hilfe beim Betätigen eines Schalters Daten in eine Datei gespeichert werden:

1. Klicken Sie im Blockdiagramm das Express-VI “Messwerte in Datei schreiben” doppelt an. Daraufhin öffnet sich das Dialogfeld **Konfigurieren von ‘Messwerte in Datei schreiben’**.
2. Ändern Sie im Feld **Dateiname** den Dateinamen `test.lvm` in `Ausgewählte Daten.lvm` um, so dass die Daten in eine neue Datei gespeichert werden.
3. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die neue Konfiguration gespeichert wird, und schließen Sie das Dialogfeld.
4. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Eingang **Signale** des Express-VIs “Messwerte in Datei schreiben” und wählen Sie **Eingang/Ausgang einfügen**, um den Eingang **Kommentar** hinzuzufügen.
5. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Eingang **Kommentar** und wählen Sie **Eingang/Ausgang auswählen»Aktivieren** aus, um den Eingang **Kommentar** durch **Aktivieren** zu ersetzen.

Wenn Sie einem Express-VI weitere Ein- und Ausgänge hinzufügen, erscheinen diese in einer vorgegebenen Reihenfolge. Um einen bestimmten Eingang auswählen zu können, müssen Sie in manchen Fällen erst einen Eingang einblenden, ihn mit der rechten Maustaste anklicken und durch Auswahl von **Eingang/Ausgang auswählen** zum benötigten Eingang wechseln.

6. Ziehen Sie das Symbol **In Datei schreiben** links neben das Express-VI “Messwerte in Datei schreiben”.

7. Verbinden Sie das Symbol **In Datei schreiben** mit dem Eingang **Aktivieren** des Express-VIs.

Ihr Blockdiagramm sollte jetzt in etwa aussehen wie Abbildung 3-6.

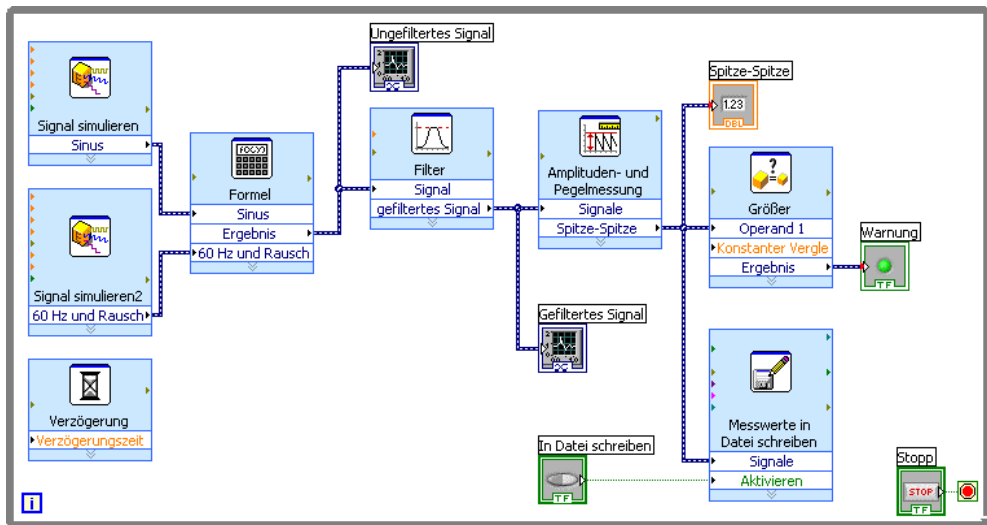


Abbildung 3-6. Blockdiagramm des VIs “Daten speichern”

Anzeige gespeicherter Daten

Nun können Sie sich die Daten in der Datei `Ausgewählte Daten.lvm` anzeigen lassen. Gehen Sie dazu folgendermaßen vor:

1. Wechseln Sie zum Frontpanel und starten Sie das VI. Klicken Sie mehrere Male auf den Schalter **In Datei schreiben**.
2. Klicken Sie auf dem Frontpanel auf die Stopp-Schaltfläche.
3. Öffnen Sie die Datei `Ausgewählte Daten.lvm` mit einem Tabellenkalkulations- oder Textverarbeitungsprogramm.

Die Datei enthält im Gegensatz zur Datei `test.lvm` nur die vom VI “Daten speichern” gelieferten Daten, die bei Betätigen des Schalters **In Datei schreiben** gespeichert wurden.

- Schließen Sie die Datei, wenn Sie fertig sind.
- Speichern Sie das VI und schließen Sie es.

Zusammenfassung

Es folgt eine Zusammenfassung der wichtigsten Schwerpunkte dieses Kapitels.

Bedien- und Anzeigeelemente

Die Bedien- und Anzeigeelemente auf dem Frontpanel können unterschiedlich konfiguriert werden. In diesem Kapitel haben Sie gelernt, wie Bedien- und Anzeigeelemente für folgende Zwecke verwendet werden:

- Zum Erstellen eines VIs, das bei Erfüllung bestimmter Bedingungen automatisch eine Funktion ausführt, wie das Aktivieren einer Warn-LED bei Überschreitung eines Werts.
- Zum Erstellen eines VIs, in dem mit Hilfe eines Schalters und des Eingangs **Aktivieren** bestimmt wird, wann ein Express-VI ausgeführt wird. Für das Schaltverhalten gibt es auf der Registerkarte **Operation** des Dialogfelds **Eigenschaften für boolesches Element: Boolesch** sechs Möglichkeiten.

Filtern von Daten

Das Express-VI “Filter” verarbeitet Signale anhand von Filtern und Fenstern. Das heißt, mit dem Express-VI kann auch das Rauschen aus einem Signal entfernt werden.

Speichern von Daten

Das Express-VI “Messwerte in Datei schreiben” speichert die von einem anderen VI erzeugten und analysierten Daten in einer *.lvm-, *.tdm- oder *.tdms-Datei. Bei *.lvm-Dateien handelt es sich um mit Tabulatoren gegliederte Textdateien, die mit einem Tabellenkalkulations- oder Textverarbeitungsprogramm geöffnet werden können. Die Werte werden dabei mit einer Genauigkeit von sechs Stellen nach dem Komma gespeichert. Neben den vom Express-VI gelieferten Daten enthält eine *.lvm-Datei auch Header mit Informationen zu den Daten, zum Beispiel Datum und Uhrzeit der Erfassung. Dateien des Typs *.tdm sind Binärdateien mit Signalverlaufsdaten. In *.tdm-Dateien können Fließkommazahlen mit höherer Genauigkeit gespeichert werden, die Dateien sind kleiner und ermöglichen ein schnelleres Speichern und Auslesen von Werten als bei *.lvm-Dateien im Textformat. TDM-Streaming-Dateien (*.tdms) sind Binärdateien, in die schneller als in *.tdm-Dateien geschrieben werden kann und deren Attribute einfacher festzulegen sind.

Das Verzeichnis `LabVIEW Data` wird im Standard-Datenverzeichnis angelegt und soll Ihnen dabei helfen, LabVIEW-Daten einfach wiederzufinden. Weitere Informationen zum Thema Laden und Speichern von Daten in `*.lvn`- und `*.tdm`-Dateien finden Sie in der *LabVIEW-Hilfe*.

Hardware: Datenerfassung und Kommunikation mit Messgeräten

In diesem Kapitel werden Ihnen die Express-VIs vorgestellt, die zur Datenerfassung und Gerätsteuerung unter Windows verwendet werden. Für diese Übungen benötigen Sie Hardware zur Datenerfassung.

Die Datenerfassung und Gerätsteuerung auf anderen Plattformen ist in der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Messungen durchführen** beschrieben.

Erfassen eines Signals

In den folgenden Übungen lernen Sie, wie mit dem Express-VI “DAQ-Assistent” ein NI-DAQmx-Task erstellt wird. NI-DAQmx ist eine API zur Kommunikation mit Datenerfassungskarten. Wie ein NI-DAQmx-Task noch erstellt werden kann, erfahren Sie in der *LabVIEW-Hilfe*, indem Sie unter **Inhalt** auf **Erste Schritte»Erste Schritte mit DAQ»Messungen mit NI-DAQmx in LabVIEW** klicken.

Für die folgende Übung benötigen Sie NI-DAQmx und ein Gerät, das mit NI-DAQmx arbeitet. Eine Übersicht über alle unterstützten Geräte finden Sie in der *NI-DAQ-Readme*. Sollte Ihr Gerät nur mit dem traditionellen NI-DAQ-Treiber arbeiten, suchen Sie in der *LabVIEW-Hilfe* unter **Inhalt** nach dem Buch **Messungen durchführen** und informieren Sie sich über den traditionellen NI-DAQ-Treiber.



Hinweis Bei NI-DAQmx-Versionen ab 7.4 können Geräte in MAX simuliert werden. Wie Sie ein NI-DAQmx-Gerät für die folgenden Übungen simulieren, ist in der *Hilfe zum Measurement & Automation Explorer für NI-DAQmx* beschrieben.

In der folgenden Übung erstellen Sie einen NI-DAQmx-Task zur kontinuierlichen Erfassung einer Spannung und stellen das Signal in einem Graphen dar.

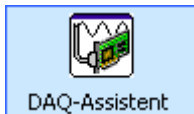


Der Zeitaufwand für die Übungen in diesem Kapitel beträgt ca. 30 Minuten.

Erstellen eines NI-DAQmx-Tasks

Ein Task in NI-DAQmx ist ein Messprojekt, für das virtuelle Kanäle und Einstellungen festgelegt werden, beispielsweise zum Takt oder zur Triggerrung. In einem Task sind also alle Parameter einer Messung oder Signalzeugung zusammengefasst. So ließe sich beispielsweise ein Task erstellen, mit dem an einem oder mehreren Kanälen einer Datenerfassungskarte (kurz: “DAQ-Karte”) eine Temperatur gemessen wird.

In der folgenden Übung soll ein Task erstellt werden, um eine Spannung mit Hilfe der DAQ-Karte zu erfassen. Gehen Sie dazu wie folgt vor:



1. Öffnen Sie ein neues VI.
2. Öffnen Sie im Blockdiagramm die Palette **Funktionen** und klicken Sie zur Auswahl die Express-Palette **Eingabe** auf **Express»Eingabe**.
3. Wählen Sie aus der Unterpalette **Eingabe** das Express-VI “DAQ-Assistent” aus (vgl. Abbildung links) und fügen Sie es in das Blockdiagramm ein. Der DAQ-Assistent wird gestartet und es öffnet sich das Dialogfeld **Neu**.
4. Klicken Sie zur Anzeige der Optionen zur Messung analoger Signale auf die Schaltfläche **Analoge Erfassung**.
5. Klicken Sie auf **Spannung**, um einen neuen Task zur Messung einer analogen Spannung zu erstellen.

Im Dialogfeld werden nun die verfügbaren Kanäle aller vorhandenen DAQ-Karten angezeigt. Wie viele Kanäle aufgelistet werden, richtet sich nach der Kanalanzahl der DAQ-Karte.

6. Wählen Sie aus dem Feld **Unterstützte physikalische Kanäle** den Anschluss aus, an dem das Signal gemessen werden soll (beispielsweise **ai0**) und klicken Sie auf die Schaltfläche **Beenden**. Sie sehen nun ein neues Dialogfeld mit diversen Einstellungen zum ausgewählten Kanal (vgl. Abbildung 4-1).

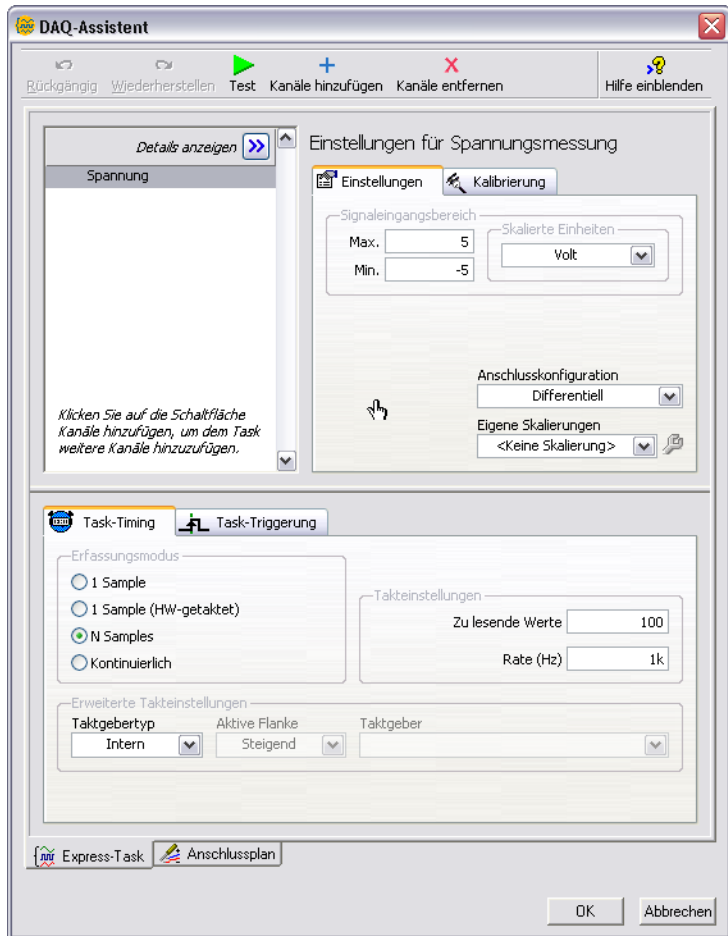


Abbildung 4-1. Konfiguration eines Tasks im DAQ-Assistenten

7. Geben Sie als Nächstes auf der Registerkarte **Einstellungen** im Feld **Signaleingangsbereich** unter **Max.** den Wert 10 und unter **Min.** den Wert -10 ein.
8. Klicken Sie auf der Registerkarte **Task-Timing** auf **N Samples**.
9. Geben Sie unter **Zu lesende Werte** den Wert 1000 ein.

Testen des Tasks

Um zu überprüfen, ob Sie den Task richtig konfiguriert haben, können Sie nun einen Testlauf durchführen.

Führen Sie hierzu die folgenden Schritte aus:



1. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Test** (vgl. Abbildung links). Es öffnet sich das Dialogfeld **DAQ-Assistent**.
2. Klicken Sie ein oder zwei Mal auf die Schaltfläche **Start**, um zu sehen, ob tatsächlich wie erwartet Daten erfasst werden, und kehren Sie anschließend mit einem Klick auf die Schaltfläche **Schließen** zum DAQ-Assistenten zurück.
3. Klicken Sie zum Speichern der Einstellungen und zum Schließen des DAQ-Assistenten auf **OK**. Daraufhin wird das VI erstellt.
4. Speichern Sie das VI unter dem Namen `Spannungsmessung.vi` in Ihrem Übungsverzeichnis.

Grafische Darstellung der mit der DAQ-Karte erfassten Daten

Mit Hilfe des erstellten Tasks ist es möglich, die von der DAQ-Karte aufgenommenen Werte grafisch darzustellen.

Im vorliegenden Fall sollen die gemessenen Werte nun in einem Signalverlaufsgraphen dargestellt werden und der Name des Signals geändert werden:

1. Klicken Sie im Blockdiagramm mit der rechten Maustaste auf den Ausgang **Daten** und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Erstellen»Graph-Anzeige** aus.
2. Wechseln Sie zum Frontpanel und starten Sie das VI drei- oder viermal. Beobachten Sie dabei den Signalverlaufsgraphen.
Das Signal ist in der Legende des Graphen unter **Spannung** aufgeführt.
3. Klicken Sie im Blockdiagramm mit der rechten Maustaste auf das Express-VI "DAQ-Assistent" und wählen Sie zum Öffnen des DAQ-Assistenten aus dem Kontextmenü die Option **Eigenschaften** aus.
4. Klicken Sie in der Kanalliste mit der rechten Maustaste auf **Spannung** und wählen Sie die Option **Umbenennen**. Daraufhin öffnet sich das Dialogfeld **Kanäle umbenennen**.



Tipp Zum Öffnen des Dialogfelds **Kanäle umbenennen** können Sie auch einen Kanal auswählen und die Taste <F2> drücken.

5. Geben Sie in das Feld **Neuer Name** nun Spannung 1 ein und bestätigen Sie die Eingabe mit **OK**.
6. Klicken Sie zum Speichern der Einstellungen und zum Schließen des DAQ-Assistenten auf **OK**.
7. Wechseln Sie zum Frontpanel und starten Sie das VI.
Das Signal ist in der Legende des Graphen unter **Spannung 1** aufgeführt.
8. Speichern Sie das VI.

Bearbeiten eines NI-DAQmx-Tasks

Sie können Ihren Task auch problemlos um einen Kanal erweitern und zwei Spannungen miteinander vergleichen. Sie können auch die Dauer der Messung so ändern, dass die Spannung kontinuierlich gemessen wird.

Gehen Sie dazu folgendermaßen vor:



1. Wechseln Sie zum Blockdiagramm und klicken Sie das Express-VI “DAQ-Assistent” doppelt an.
2. Klicken Sie in der Kanalliste auf die Plusschaltfläche (vgl. Abbildung links) und wählen Sie aus dem Menü **Kanal hinzufügen** Ihren Spannungskanal aus. Daraufhin öffnet sich das Dialogfeld **Kanäle zu Task hinzufügen**.
3. Wählen Sie aus der Liste **Unterstützte physikalische Kanäle** einen ungenutzten physikalischen Kanal aus und klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, um zum DAQ-Assistenten zurückzukehren.
4. Benennen Sie den Kanal in Spannung 2 um.
5. Klicken Sie auf der Registerkarte **Task-Timing** auf **Kontinuierlich**.
Beachten Sie, dass die im DAQ-Assistenten ausgewählten Timing- und Trigger-Einstellungen für alle Kanäle in der Liste gelten.
6. Klicken Sie zum Speichern der Einstellungen und zum Schließen des DAQ-Assistenten auf **OK**. Es öffnet sich das Dialogfeld **Automatische Schleifenerzeugung bestätigen**.
7. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Ja**. Um das Express-VI “DAQ-Assistent” und den Graphen wird eine While-Schleife gelegt. Außerdem wird im Blockdiagramm eine Stopp-Schaltfläche angezeigt, die mit dem Stopp-Eingang des Express-VIs “DAQ-Assistent” verbunden ist. Der Ausgang **gestoppt** des Express-VIs ist mit dem Bedingungsanschluss der While-Schleife verbunden. Ihr Blockdiagramm sollte jetzt in etwa aussehen wie Abbildung 4-2.

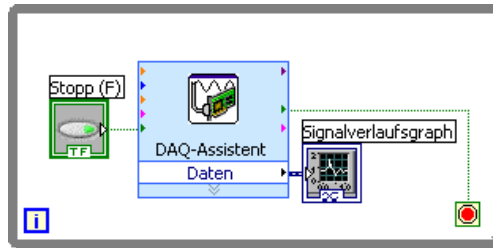


Abbildung 4-2. Blockdiagramm des VIs "Spannungssignale erfassen"

Bei einem Fehler oder beim Anklicken der Stopp-Schaltfläche während der Ausführung des VIs hört das Express-VI "DAQ-Assistent" mit dem Lesen von Daten auf, der Ausgang **gestoppt** gibt TRUE aus und die While-Schleife wird beendet.

Visuelles Vergleichen zweier erfasster Spannungssignale

Da der Graph nun zwei Signale gleichzeitig darstellt, empfiehlt es sich, die beiden Kurven zur besseren Unterscheidung farblich zu kennzeichnen.

Gehen Sie dazu nach folgenden Schritten vor:

1. Ziehen Sie im Frontpanel die Legende des Graphen nach oben auf, so dass die Namen beider Kurven sichtbar sind.
2. Starten Sie das VI.
Im Graphen werden zwei Kurven dargestellt und die Legende zeigt die Namen der beiden Kurven an.
3. Klicken Sie in der Legende mit der rechten Maustaste auf **Spannung1** und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Farbe** aus. Geben Sie der Kurve mit Hilfe der Farbpalette eine gut erkennbare Farbe, zum Beispiel Gelb. Ändern Sie ebenso die Farbe von **Spannung 2**.
4. Speichern Sie das VI.

Kommunikation mit einem Gerät

Mit Gerätetreibern wird die Steuerung von Messgeräten vereinfacht und die Entwicklung von Prüfprogrammen beschleunigt, da es nicht erforderlich ist, das Programmierprotokoll des jeweiligen Geräts zu beherrschen. Ein Gerätetreiber besteht aus verschiedenen Routinen zur Steuerung eines programmierbaren Geräts. Jede Routine entspricht einer Operation wie

etwa “Konfigurieren”, “Daten empfangen”, “Daten senden” oder “Trigger auslösen”. Es empfiehlt sich deshalb, zur Steuerung von Messgeräten nach Möglichkeit Gerätetreiber zu verwenden. Die Firma National Instruments bietet Tausende Treiber für eine Vielzahl von Messgeräten an.

In der folgenden Übung erlernen Sie den Einsatz dieses Express-VIs.

Suchen und Installieren von Gerätetreibern (Windows und Linux)

Mit Hilfe der Suchmaschine für NI-Gerätetreiber können Sie nach LabVIEW-Treibern für Plug-and-Play-Geräte suchen und diese installieren, ohne LabVIEW verlassen zu müssen.



Hinweis Die Suchmaschine für Gerätetreiber ist nur unter Windows und Linux verfügbar. Zum Verwenden der Suchmaschine für Gerätetreiber ist eine Verbindung zum Internet notwendig.

Gerätetreiber sind auch im *NI Instrument Driver Network* unter ni.com/idnet zu finden.

Führen Sie folgende Schritte aus, um mit Hilfe der Suchmaschine für Gerätetreiber nach Treibern zu suchen und diese zu installieren:

1. Wählen Sie zum Starten der Suchmaschine für Gerätetreiber **Werkzeuge»Instrumentierung»Gerätetreiber suchen** oder **Hilfe»Gerätetreiber suchen**.
2. Wählen Sie **National Instruments** aus dem Pulldown-Menü **Hersteller**.
3. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Suchen**. Die Ordner auf der Seite **Suchergebnisse** stellen Gerätetreiber dar und die darunter angezeigten Dateien können von der NI-Suchmaschine für Gerätetreiber heruntergeladen und installiert werden. Die Suchmaschine öffnet automatisch den ersten Treiberordner der Liste und wählt eine Treiberdatei aus. Sie können auf verschiedene Dateien klicken und die ausführlichen Angaben auf der rechten Seite verwenden, um den korrekten Treiber für ein Gerät auszuwählen.
4. Wählen Sie den ersten Gerätetreiber aus der Liste **Treiber** aus und klicken Sie auf die Schaltfläche **Installieren**.
5. Wenn Sie kein Benutzerprofil haben, wählen Sie die Option **Nein, ich muss ein Profil erstellen**, und klicken Sie anschließend auf die Schaltfläche **Profil erstellen**. Daraufhin öffnet sich ein Browser-Fenster, in dem Sie ein Benutzerprofil erstellen können. Wenn Sie ein Profil auf ni.com eingerichtet haben, fahren Sie mit Schritt 7 fort.

6. Erstellen Sie ein Profil und kehren Sie zur Suchmaschine für Gerätetreiber zurück.
7. Wählen Sie **Ja**, geben Sie Ihre E-Mail-Adresse und Ihr `ni.com`-Passwort ein und klicken Sie anschließend auf die Schaltfläche **Anmelden**.
8. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Schließen** nachdem die Gerätetreiber in das Verzeichnis `labview\instr.lib` geladen und installiert wurden und der Pfad zum neu installierten Treiber angezeigt wird.
9. Klicken Sie zum Schließen der Suchmaschine für Gerätetreiber auf die Schaltfläche **Schließen**.

Sie können aber auch eigene Gerätetreiber erzeugen. Weitere Informationen zum Erstellen von Gerätetreibern finden Sie im **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* unter **Steuerung von Instrumenten** » **Verwendung der Instrumententreiber**.

Auswählen eines Messgeräts mit dem Assistenten zur Instrumenten-I/O

Wenn es für ein bestimmtes Messgerät keinen Treiber gibt, kann zur Kommunikation zwischen dem Rechner und dem Gerät auch das Express-VI “Assistent zur Instrumenten-I/O” genutzt werden.



Hinweis Der Assistent zur Instrumenten-I/O muss separat installiert werden. Das Programm befindet sich auf der Treiber-CD.

Führen Sie die folgenden Schritte aus, um mit dem Express-VI “Assistent zur Instrumenten-I/O” ein Gerät auszuwählen:

1. Schalten Sie das Gerät ein. Das Express-VI “Assistent zur Instrumenten-I/O” funktioniert nur bei eingeschalteten Geräten.
2. Wählen Sie aus der Unterpalette **Eingabe** das Express-VI “Assistent zur Instrumenten-I/O” aus und fügen Sie es in das Blockdiagramm ein. Es öffnet sich das Dialogfeld **Assistent zur Instrumenten-I/O**.
3. Klicken Sie in der rechten oberen Ecke des Dialogfelds auf die Schaltfläche **Hilfe einblenden** (vgl. Abbildung links).



Die Hilfe öffnet sich rechts neben dem Dialogfeld. Das obere Hilfefenster enthält Informationen zum Umgang mit dem Programm. Im unteren Fenster werden die wichtigsten Informationen zu dem Element angezeigt, über dem sich der Mauszeiger befindet.

4. Klicken Sie im oberen Hilfefenster auf den Link **Gerät wählen** und folgen Sie den Anweisungen zur Auswahl eines Geräts.
5. Nehmen Sie bei Bedarf Einstellungen zum Gerät vor.



6. Zum Ablegen des Hilfefensters in der Taskleiste klicken Sie in der rechten oberen Ecke des Dialogfelds **Assistent zur Instrumenten-I/O** auf die Schaltfläche **Hilfe ausblenden** (vgl. Abbildung links).

Abfrage und Auswertung von Informationen zum Gerät

Nachdem ein Messinstrument ausgewählt wurde, können Befehle an das Gerät gesendet werden, mit denen sich Spezifikationen zum Gerät abfragen lassen. In der folgenden Übung erlernen Sie, wie mit Hilfe des Express-VIs “Assistent zur Instrumenten-I/O” die Kennung eines Geräts abgefragt und ausgewertet wird.

Führen Sie hierzu folgende Schritte aus:

1. Klicken Sie im Dialogfeld **Assistent zur Instrumenten-I/O** auf die Schaltfläche **Schritt hinzufügen** und anschließend auf den Schritt **Abfragen und Analysieren**.
2. Geben Sie in das Feld **Kommando** *IDN? ein.

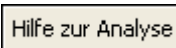
Bei *IDN? handelt es sich um einen Befehl, den die meisten Geräte verstehen. Als Antwort wird eine Zeichenkette mit der Kennung des Geräts ausgegeben. Wenn Ihr Instrument den Befehl nicht annimmt, schlagen Sie in der dazugehörigen Bedienungsanleitung nach und informieren sich darüber, welcher Befehl stattdessen verwendet werden muss.



3. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Ausführen** (vgl. Abbildung links).

Der Assistent zur Instrumenten-I/O sendet nun den Befehl an das Gerät, woraufhin die Kennung des Geräts zurückgesendet wird.

4. Wählen Sie aus dem Pulldown-Menü unter **Byte-Index** die Option **Nur ASCII** aus, so dass der Name des Geräts als ASCII-Zeichenkette interpretiert wird. Mit Hilfe des Assistenten zur Instrumenten-I/O können auch ASCII-Zahlen und Binärdaten analysiert werden.



5. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Hilfe zur Analyse** (vgl. Abbildung links) im Dialogfeld **Assistent zur Instrumenten-I/O**, damit Informationen zur Analyse von Daten angezeigt werden.

6. Klicken Sie in der Spalte **ASCII-Darstellung** des Antwortfensters den zu analysierenden Wert an.

7. Geben Sie in das Feld **Tokenbezeichnung** einen Namen für das Token, also die zu suchenden Daten, ein.

Der von Ihnen eingegebene **TokenName** erscheint nun als Ausgang des Express-VIs “Assistent zur Instrumenten-I/O” (vgl. Abbildung links).



Senden eines Befehls an das Gerät

Nach dem Empfangen von Gerätedaten, können Sie einem Gerätebefehl einen Parameter hinzufügen. Der Parameter wird dann zum Eingangswert für das VI oder die Funktion.

Führen Sie folgende Schritte aus, um einem Befehl einen Parameter hinzuzufügen:

1. Klicken Sie auf die Schaltfläche **Schritt hinzufügen** und anschließend auf den Schritt **Schreiben**.
2. Geben Sie in das Feld **Kommando** *IDN? ein.
3. Wählen Sie aus dem Feld **Befehl eingeben** einen Befehl aus und klicken Sie auf die Schaltfläche **Parameter hinzufügen**.
4. Geben Sie einen Standardwert für den Parameter in das Textfeld **Testwert** ein.
5. Geben Sie in das Textfeld **Parameterbezeichnung** einen Namen ein. Mit diesem Namen wird später in der Applikation gearbeitet.
6. Klicken Sie auf die Schaltfläche **OK**, so dass die neuen Einstellungen gespeichert werden und das Dialogfeld **Assistent zur Instrumenten-I/O** geschlossen wird.

Zusammenfassung

Es folgt eine Zusammenfassung der wichtigsten Schwerpunkte dieses Kapitels.

Express-VI “DAQ-Assistent”

Das Express-VI “DAQ-Assistent” ist eine grafische Oberfläche zur Konfiguration von Kanälen und Tasks für die wichtigsten Arten von Messungen.

Fügen Sie zur Konfiguration von Kanälen und Tasks für die Datenerfassung mit dem NI-DAQmx-Treiber das Express-VI “DAQ-Assistent” in das Blockdiagramm ein. Bei NI-DAQmx handelt es sich um eine Programmierschnittstelle für die Kommunikation mit Datenerfassungskarten. Mit Hilfe des Express-VIs “DAQ-Assistent” können NI-DAQmx-fähige Geräte gesteuert werden.

Informationen zum DAQ-Assistenten finden Sie in der *LabVIEW-Hilfe*, indem Sie auf der Registerkarte **Inhalt** auf **Erste Schritte»Erste Schritte mit DAQ»Messungen mit NI-DAQmx in LabVIEW** klicken.

Eine Übersicht über die von NI-DAQmx unterstützten Geräte finden Sie in der *NI-DAQ Readme*. Wenn Ihre Geräte nicht mit NI-DAQmx arbeiten, informieren Sie sich in der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Messungen durchführen** darüber, ob vielleicht der traditionelle NI-DAQ-Treiber zur Datenerfassung in Frage kommt.

Tasks

Ein Task in NI-DAQmx ist ein Messprojekt, für das virtuelle Kanäle und Einstellungen festgelegt werden, beispielsweise zum Takt oder zur Triggereuerung. In einem Task sind also alle Parameter einer Messung oder Signalzeugung zusammengefasst.

So können Sie beispielsweise eine bestimmte Anzahl von Kanälen für die Durchführung von Analogeingangsoperationen konfigurieren. Mit Tasks müssen die einzelnen Kanäle nicht mehr individuell konfiguriert werden, sondern es genügt, den entsprechenden Task aufzurufen. Nach dem Erstellen des Tasks können jederzeit Kanäle hingefügt oder entfernt werden.

Informationen zu Kanälen und Tasks finden Sie in der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Messungen durchführen** auf der Registerkarte **Inhalt**.

Gerätetreiber

Mit Hilfe der Suchmaschine für NI-Gerätetreiber können Sie nach LabVIEW-Treibern für Plug-and-Play-Geräte suchen und diese installieren, ohne LabVIEW verlassen zu müssen.

Ein Gerätetreiber besteht aus verschiedenen Software-Routinen zur Steuerung eines programmierbaren Geräts. Jede Routine entspricht einer Operation wie etwa "Konfigurieren", "Daten empfangen", "Daten senden" oder "Trigger auslösen". Es empfiehlt sich deshalb, bei der Steuerung von Messinstrumenten nach Möglichkeit Gerätetreiber zu verwenden. Die Firma National Instruments bietet Tausende Treiber für eine Vielzahl von Messinstrumenten an.

Weitere Informationen zur Suchmaschine für Gerätetreiber finden Sie im **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* unter **Steuerung von Instrumenten»Verwendung der Instrumententreiber**.

Gerätetreiber sind auch im *NI Instrument Driver Network* unter ni.com/idnet zu finden, falls Sie keinen eigenen erstellen möchten. Weitere Informationen zum Erstellen von Gerätetreibern finden Sie im **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* unter **Steuerung von Instrumenten»Verwendung der Instrumententreiber**.

Express-VI “Assistent zur Instrumenten-I/O”

Wenn es für ein bestimmtes Messinstrument keinen Treiber gibt, kann zur Kommunikation zwischen dem Rechner und dem Gerät auch das Express-VI “Assistent zur Instrumenten-I/O” genutzt werden. Der Assistent zur Instrumenten-I/O dient zur nachrichtengesteuerten Kommunikation mit Messgeräten und zur grafischen Analyse der Antwort. Der Assistent startet automatisch, wenn Sie das Express-VI “Assistent zur Instrumenten-I/O” im Blockdiagramm einfügen. Wenn sich das VI bereits im Blockdiagramm befindet, klicken Sie zum Starten des Assistenten das VI-Symbol doppelt an.

Weitere Informationen zur Kommunikation mit Ihren Geräten finden Sie in der *Hilfe zum Assistenten zur Instrumenten-I/O*. Zur Anzeige der *Hilfe zum Assistenten zur Instrumenten-I/O* klicken Sie im Dialogfeld **Assistent zur Instrumenten-I/O** auf die Schaltfläche **Hilfe einblenden**.

Weitere Funktionen von LabVIEW

In den vorausgegangenen Kapiteln dieses Handbuchs haben Sie bereits die meisten der zur Entwicklung von Messanwendungen erforderlichen LabVIEW-Werkzeuge kennen gelernt. Bei ausführlicher Beschäftigung mit der Entwicklungsumgebung LabVIEW werden Sie an einen Punkt gelangen, an dem Sie Ihre VIs effizient gestalten bzw. mehr Einfluss auf die Funktionen Ihrer VIs haben möchten. In diesem Kapitel werden Ihnen deshalb einige Grundlagen zu LabVIEW vorgestellt, mit denen Sie vertraut sein sollten, bevor Sie weitergehende LabVIEW-Werkzeuge nutzen. Einzelheiten zu den nachfolgend besprochenen Themen finden Sie auch in der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Grundlagen** auf der Registerkarte **Inhalt**. Das Buch **Allgemeines** enthält allgemeine Informationen zur Programmierung mit LabVIEW und unter **Anleitung** werden Sie Schritt für Schritt an die Programmfunktionen herangeführt.

Alle Bedien- und Anzeigeelemente

Die Bedien- und Anzeigeelemente auf der Unterpalette **Express** der Palette **Elemente** stellen nur eine Auswahl der in LabVIEW enthaltenen Bedien- und Anzeigeelemente dar. Es gibt noch eine Vielzahl weiterer Bedien- und Anzeigeelemente auf anderen Unterpaletten. Im Gegensatz zur Palette **Express** sind die Bedien- und Anzeigeelemente darin jedoch ihrer Funktion entsprechend geordnet und nicht nach Bedien- oder Anzeigeelementen sortiert.

So gibt es beispielsweise auf der höchsten Ebene der Palette **Express** eine Unterpalette mit dem Titel **Numerische Bedienelemente** und eine Unterpalette mit dem Titel **Numerische Anzeigen**. Auf den Unterpaletten **Modern** und **Klassisch** hingegen befinden sich all diese numerischen Bedien- und Anzeigeelemente auf einer gemeinsamen Unterpalette, nämlich **Numerisch**.

Damit alle Kategorien in der **Elemente**-Palette angezeigt werden, fixieren Sie die Palette durch Anklicken der Reißzwecke, klicken Sie auf die Schaltfläche **Ansicht** und wählen Sie aus dem Kontextmenü **Ständig sichtbare Kategorien»Alle Kategorien anzeigen** aus.

Nähere Informationen zur Verwendung aller in LabVIEW enthaltenen Bedien- und Anzeigeelemente finden Sie auf der Registerkarte **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* unter **Grundlagen»Erstellen des Frontpanels**.

Alle VIs und Funktionen

Die Express-VIs und Strukturen auf der Unterpalette **Express** der Palette **Funktionen** stellen ebenfalls nur eine Auswahl der in LabVIEW enthaltenen VIs, Funktionen und Strukturen dar.

Damit alle Kategorien in der **Funktionen**-Palette angezeigt werden, fixieren Sie die Palette durch Anklicken der Reißzwecke, klicken Sie auf die Schaltfläche **Ansicht** und wählen Sie aus dem Kontextmenü **Ständig sichtbare Kategorien»Alle Kategorien anzeigen** aus.

Die Symbole der Funktionen, VIs und Express-VIs sind zur Unterscheidung farblich gekennzeichnet. So haben Funktionen einen hellgelben, die meisten VI-Symbole einen weißen und Express-VIs einen hellblauen Hintergrund.

Express-VIs werden auf dem Blockdiagramm als erweiterbare Knoten dargestellt. Das jeweilige Symbol befindet sich auf einem blauen Hintergrund. Im Unterschied zu den Express-VIs sind die meisten anderen Funktionen und VIs per Voreinstellung nicht aufziehbar.

VIs

Wenn Sie ein VI in das Blockdiagramm einfügen, wird es zum SubVI. Bei einem Doppelklick auf ein SubVI erscheint kein Dialogfeld mit Einstellungen zum VI, sondern es öffnet sich das dazugehörige Frontpanel.

Das VI-Symbol wird in der rechten oberen Ecke des Frontpanels bzw. Blockdiagramms angezeigt. Mit diesem Symbol wird das VI auch beim Einfügen in das Blockdiagramm eines anderen VIs dargestellt.

VIs lassen sich als SubVIs von anderen VIs verwenden. Einzelheiten zum Erstellen von VIs, die als SubVIs verwendet werden sollen, finden Sie auf der Registerkarte **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Grundlagen»Erstellen von VIs und SubVIs**.

Auch die Konfiguration eines Express-VIs kann als SubVI gespeichert werden. Das Erstellen von SubVIs aus Express-VIs wird in der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Grundlagen»Erstellen des Blockdiagramms** erläutert.

Funktionen

Funktionen sind die grundlegenden Ausführungselemente in LabVIEW. Im Gegensatz zu VIs haben Funktionen kein Frontpanel oder Blockdiagramm.

Datentypen

Die Anschlüsse der Frontpanel-Elemente haben unterschiedliche Farben. Farbe und Symbol eines Elements zeigen den Datentyp an, mit dem das Element arbeitet. Das gleiche gilt auch für Verbindungen sowie Ein- und Ausgänge. Die Farben der Ein- und Ausgänge von Express-VIs zeigen den Datentyp an, der am entsprechenden Ein- oder Ausgang vorliegen muss.

Durch den Datentyp wird vorgegeben, welche Objekte bzw. Ein- oder Ausgänge miteinander verbunden werden dürfen. So sind etwa boolesche Elemente wie Schalter mit einem grünen Rahmen markiert und dürfen nur an grün gekennzeichnete Eingänge eines Express-VIs angeschlossen werden. Drehschalter sind hingegen mit einem orangefarbenen Rahmen gekennzeichnet und können mit orange beschrifteten Eingängen von Express-VIs verbunden werden. Es ist jedoch nicht möglich, einen Drehschalter an einen grün beschrifteten Eingang anzuschließen. Alle Verbindungen sind in derselben Farbe gekennzeichnet wie die Beschriftung der jeweiligen Ein- und Ausgänge.

Weitere Informationen zu Datentypen erhalten Sie auf der Registerkarte **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Grundlagen»Erstellen des Blockdiagramms**.

Dynamischer Datentyp



Im Datentyp “dynamisch” sind die von einem Express-VI erzeugten oder erfassten Daten enthalten. Anschlüsse des Datentyps “dynamisch” werden – wie links abgebildet – auf dem Blockdiagramm dunkelblau dargestellt. Dieser Datentyp wird auch von den meisten Express-VIs angenommen bzw. ausgegeben. Dynamische Daten können mit allen Anzeigeelementen oder Eingängen verbunden werden, die mit Zahlen, Signalverläufen oder booleschen Werten arbeiten. Dabei sollte immer ein Anzeigeelement gewählt werden, mit dem sich die Werte am besten darstellen lassen. Zu den Anzeigeelementen gehören Graphen, Diagramme und numerische Anzeigen.

Die meisten VIs und Funktionen in LabVIEW arbeiten jedoch nicht mit dynamischen Daten. Damit eine Funktion oder ein normales VI dynami-

sche Daten verarbeiten kann, müssen die Daten vorher in einen anderen Datentyp umgewandelt werden.

Mit dem Express-VI “Von dynamischen Daten konvertieren” können dynamische Daten in einen anderen Datentyp wie “numerisch”, “Signalverlauf” oder “Array” umgewandelt werden. Wenn dynamische Daten in Array-Anzeigeelementen dargestellt werden sollen, wird automatisch das Express-VI “Von dynamischen Daten konvertieren” in das Blockdiagramm eingefügt.

Zur Umwandlung der Datentypen “numerisch”, “Signalverlauf”, “boolesch” oder “Array” in den Datentyp “dynamisch” benötigen Sie das Express-VI “In dynamische Daten konvertieren”.

Weitere Informationen zum Datentyp “dynamisch” erhalten Sie auf der Registerkarte **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Grundlagen»Erstellen des Blockdiagramms**.

Verwendung weiterer LabVIEW-Werkzeuge

Die auf den **Express**-Unterpaletten der Palette **Elemente** oder **Funktionen** enthaltenen Express-VIs und Strukturen sowie Bedien- und Anzeigeelemente sind in der Regel zur Entwicklung einfacher messtechnischer Anwendungen ausreichend. Im Folgenden sollen nun einige Anwendungen aufgezeigt werden, für die VIs, Funktionen, Strukturen und Elemente aus anderen Unterpaletten als der Palette **Express** benötigt werden:

- **Programmatische Steuerung von Eigenschaften und Methoden zu LabVIEW, VIs oder Bedien- und Anzeigeelementen:** Es ist möglich, das Verhalten der Entwicklungsumgebung LabVIEW, die Darstellung von Bedien- und Anzeigeelementen oder die Arbeitsweise von VIs (beispielsweise beim Aufrufen oder Ausführen) programmatisch zu steuern. Weitere Informationen zu diesen Programmfunktionen erhalten Sie auf der Registerkarte **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* unter **Grundlagen»Programmatische Steuerung von VIs**.
- **Aufruf textbasierten Programmcodes:** Mit LabVIEW ist es möglich, mit Anwendungen zu kommunizieren, die in einer textbasierten Programmiersprache wie C oder C++ geschrieben wurden. Weitere Informationen zu diesen Programmfunktionen erhalten Sie auf der Registerkarte **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Grundlagen»Aufrufen textbasierten Programmcodes**.
- **Kommunikation mit VIs über ein Netzwerk:** Es können VIs aufgerufen werden, die sich auf einem Netzwerkrechner befinden, auf dem auch LabVIEW läuft. Weitere Informationen zu diesen Programm-

funktionen erhalten Sie auf der Registerkarte **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Grundlagen»Arbeit im Netzwerk in LabVIEW**.

- **Datenaustausch innerhalb von Applikationen oder über Netzwerke:** Mit konfigurierten Software-Objekten, so genannten Umgebungsvariablen, können Sie Daten zwischen VIs oder zwei Stellen in einer Applikation austauschen, zwischen denen keine reguläre Verbindung erstellt werden kann. Weitere Informationen zu diesen Programmfunktionen erhalten Sie auf der Registerkarte **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Grundlagen»Arbeit im Netzwerk in LabVIEW**.
- **Bedienung von VIs über das Web:** Das Frontpanel eines VIs kann ins WWW gestellt werden, so dass es von anderen Benutzern bedient werden kann. Weitere Informationen zu diesen Programmfunktionen erhalten Sie auf der Registerkarte **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Grundlagen»Arbeit im Netzwerk in LabVIEW**.
- **Speichern in verschiedenen Dateiformaten:** Neben dem Textformat zur Speicherung von Messwerten können Sie Dateien auch in anderen Formaten speichern, so dass sie mit anderen Anwendungen wie Textverarbeitungs- oder Tabellenkalkulationsprogrammen geöffnet werden können. Weitere Informationen zu diesen Programmfunktionen erhalten Sie auf der Registerkarte **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Grundlagen»Datei-I/O**.
- **Individuelle Menügestaltung:** Sie können selbst festlegen, welche Menüpunkte bei der Ausführung eines VIs angezeigt werden sollen. Auch die Erstellung eigener Menüs ist möglich. Weitere Informationen zu diesen Programmfunktionen erhalten Sie auf der Registerkarte **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Grundlagen»Erstellen von VIs und SubVIs**.
- **LabVIEW-Projekte:** Mit Hilfe von Projekten können Sie LabVIEW-Dateien und andere Dateien zusammenfassen, Build-Spezifikationen erstellen, Dateien herunterladen und auf andere Systeme übertragen. Anwendungen und DLLs können nur in Form eines Projekts erstellt werden. Zur Arbeit mit einem RT-, FPGA-, PDA-, DSP-System oder einem Touch Panel muss ebenfalls ein Projekt verwendet werden. Weitere Informationen zum Verwenden des Projekts mit diesen Zielsystemen finden Sie in der spezifischen Dokumentation zum Modul. Weitere Informationen zum Erstellen von Projekten finden Sie auf der Registerkarte **Inhalt** der *LabVIEW-Hilfe* im Buch **Grundlagen»Organisieren und Verwalten von Projekten**.

- **Datenaustausch mit anderen Windows-Programmen:** Sie können LabVIEW als .NET oder ActiveX-Client nutzen. Dadurch kann LabVIEW auf Objekte, Eigenschaften, Methoden und Ereignisse anderer .NET- und ActiveX-fähiger Anwendungen zugreifen. Einzelheiten zu diesen Themen finden Sie auch in der *LabVIEW-Hilfe* unter **Grundlagen»ActiveX und .NET** auf der Registerkarte **Inhalt**.
- **Eingeben von mathematischen Formeln, Gleichungen und Skripten:** Mit Hilfe verschiedener Knoten lassen sich Rechenoperationen im Blockdiagramm durchführen. Darüber hinaus können Sie mit der Sprache LabVIEW MathScript mathematische Funktionen und Skripte in LabVIEW eingeben. Einzelheiten zu diesen Themen finden Sie auch in der *LabVIEW-Hilfe* unter **Grundlagen»Formeln und Gleichungen** auf der Registerkarte **Inhalt**.



Technische Unterstützung und professioneller Service

Für professionelle Serviceleistungen und technische Unterstützung lesen Sie bitte auf unserer Website ni.com unter folgenden Kategorien nach:

- **Support:** Auf ni.com/support gibt es folgende Informationsquellen zur technischen Unterstützung:
 - **Hilfe zur Selbsthilfe:** Die preisgekrönte Website von National Instruments bietet unter anderem Treiber und Updates, eine umfassende Informationsdatenbank (KnowledgeBase), Bedienungsanleitungen, Anleitungen zur Fehlersuche, Tausende Beispielprogramme, Lernhilfen, Application Notes und Gerätetreiber.
 - **Kostenlose technische Unterstützung:** Alle registrierten Benutzer können den kostenlosen Basis-Support in Anspruch nehmen, der unter anderem auch den Zugriff auf Diskussionsforen von National Instruments auf ni.com/forums einschließt, in denen Sie sich bei Problemen mit Hunderten Applikationsingenieuren weltweit austauschen können. Die Applikationsingenieure von National Instruments sorgen dafür, dass alle Ihre Fragen beantwortet werden.

Welche Art der technischen Unterstützung es in Ihrer Nähe gibt, erfahren Sie unter ni.com/services oder indem Sie sich mit einer Niederlassung von National Instruments in Ihrer Nähe in Verbindung setzen (ni.com/contact).
- **Schulung und Zertifizierung:** Auf ni.com/training finden Sie Lernhandbücher, virtuelle Schulungsräume, Übungs-CDs und Informationen über Lernprogramme mit Abschlusszertifikat. Hier können Sie sich auch für eine der weltweit angebotenen Software-Schulungen anmelden.
- **System-Integration:** Wenn Sie aus Zeit-, Personalmangel oder anderen Gründen bei der Fertigstellung eines Projekts in Verzug geraten, können Ihnen die Mitglieder des NI-Alliance-Programms weiterhelfen. Für Informationen zu diesem Programm setzen Sie sich entweder telefonisch mit einer National-Instruments-Niederlassung in Ihrer

Nähe in Verbindung oder besuchen Sie die Website
ni.com/alliance.

Sollten Sie nach dem Besuch unserer Internetseite ni.com immer noch offene Fragen haben, wenden Sie sich bitte an eine Niederlassung von National Instruments in Ihrer Nähe. Die Telefonnummern aller Niederlassungen finden Sie am Anfang dieses Handbuchs. Auf die Internetseiten der einzelnen Niederlassungen, auf denen Sie immer die aktuellen Kontaktinformationen, Telefonnummern des technischen Supports, E-Mail-Adressen sowie aktuelle Ereignisse und Veranstaltungen finden, gelangen Sie über ni.com/niglobal.

Glossar

A

aktuelles VI	VI, dessen Frontpanel, Blockdiagramm oder Symbol-Editor das aktive Fenster darstellt.
Anschluss	Bereich eines Knotens zur Ein- oder Ausgabe von Daten.
Anzeigeelement	Frontpanel-Objekt, in dem Ausgabewerte angezeigt werden, zum Beispiel ein Diagramm oder eine Leuchtdiode.
Assistent zur Instrumenten-I/O	Erweiterungskomponente (Add-on), das vom Express-VI “Assistent zur Instrumenten-I/O” gestartet wird und mit Messgeräten kommuniziert, die über Meldungen angesprochen werden, und die empfangenen Daten grafisch auswertet.
automatisches Skalieren	Einstellung, bei der sich Skalen an den Bereich der dargestellten Werte anpassen. In Diagrammskalen bestimmt die automatische Skalierung den kleinsten und den größten Wert auf der Skala.

B

Bedienelement	Frontpanel-Objekt, mit dessen Hilfe Daten interaktiv in ein VI eingegeben oder programmatisch an ein SubVI übergeben werden, wie Drehschalter, Druckschalter oder Drehregler.
Bedienwerkzeug	Werkzeug, um Daten in Bedienelemente einzugeben oder diese zu bedienen.
Bedingungsanschluss	Anschluss einer While-Schleife, an dem ein boolescher Wert erwartet wird. Dieser Wert bestimmt, ob die Schleife ein weiteres Mal ausgeführt wird oder nicht.
Beschriftung	Textfläche zur Bezeichnung bzw. Beschreibung von Objekten oder Bereichen auf dem Frontpanel oder im Blockdiagramm.

Blockdiagramm	Grafische Darstellung eines Programms oder Algorithmus. Das Blockdiagramm besteht aus Symbolen, die ausführbare Programme darstellen und als Knoten bezeichnet werden, sowie aus Verbindungen, über die Daten zwischen den Knoten ausgetauscht werden. Das Blockdiagramm ist der Quellcode eines VIs. Es wird im Blockdiagrammfenster des VIs angezeigt.
boolesche Bedien- und Anzeigeelemente	Frontpanel-Objekte zur Anzeige oder Änderung boolescher Werte (TRUE oder FALSE).

D

DAQ	<i>Siehe</i> Datenerfassung (DAQ).
DAQ-Assistent	Grafische Oberfläche zur Konfiguration von Tasks, Kanälen und Skalierungen für die Datenerfassung (DAQ).
DAQ-Gerät	Gerät, mit dem Daten erfasst oder ausgegeben werden. DAQ-Geräte können mehrere Kanäle und Signalwandler enthalten. Zu den DAQ-Geräten zählen Steckkarten, PCMCIA-Karten und DAQ-Pads, die an den Computer über eine USB- oder IEEE-1394- (FireWire®-)Schnittstelle angeschlossen werden. Zu den DAQ-Geräten zählen im weitesten Sinne auch SCXI-Module.
Datenerfassung (DAQ)	<ol style="list-style-type: none">1. Erfassung und Messung analoger oder digitaler elektrischer Signale, die von Sensoren, Messwandlern sowie Prüfsonden und -vorrichtungen ausgegeben werden.2. Erzeugung analoger oder digitaler elektrischer Signale.
Datenfluss	Programmiersystem aus ausführbaren Knoten, die dann ausgeführt werden, wenn alle benötigten Eingangsgrößen empfangen wurden. Die Ausgangswerte liegen dann als Ergebnis der Ausführung des Knotens nach dessen Beendigung vor. LabVIEW ist eine datenflussorientierte Programmiersprache. Die Abfolge der VIs und Funktionen im Blockdiagramm wird durch den Datenfluss durch die Knoten bestimmt.
Datentyp	Datenformat. Die LabVIEW-VIs und -Funktionen arbeiten mit den Datentypen "numerisch", "Array", "String", "boolesch", "Pfad", "Refnum", "Enum", "Signalverlauf" und "Cluster".

DC	Gleichstrom.
dynamischer Datentyp	Datentyp, der von Express-VIs verwendet wird und neben dem Signal auch Informationen zum Signal, wie Signalbezeichnung oder Zeit und Datum der Messung umfasst. Dadurch wird bestimmt, wie das Signal in einem Graphen oder Diagramm dargestellt wird.

E

Eigenschaften-Dialogfelder	Dialogfelder, die über das Kontextmenü von Anzeige- und Bedienelementen geöffnet werden. Hier lässt sich das Erscheinungsbild dieser Elemente auf dem Frontpanel konfigurieren.
Elementpalette	Palette, die Bedien-, Anzeige- und Gestaltungselemente für das Frontpanel enthält.
Express-VI	Ein auf eine Problemstellung der Messtechnik zugeschnittenes SubVI. Die Konfiguration von Express-VIs wird in einem speziellen Dialogfeld durchgeführt.

F

Fehlerliste	Fenster, in dem Fehler und Warnungen angezeigt werden, die in einem VI vorkommen. In einigen Fällen werden auch Empfehlungen gegeben, wie sich die Fehler beheben lassen.
Fehlermeldung	Zeigt Software- oder Hardware-Fehler oder eine unzulässige Eingabe an.
For-Schleife	Schleifenstruktur, deren Unterdiagramme so oft wie festgelegt ausgeführt werden. Das Äquivalent bei befehlsorientierten Programmiersprachen lautet: <code>For i = 0 to n - 1, do...</code>
Frontpanel	Interaktive Benutzeroberfläche eines VIs. Mit Hilfe des Frontpanels werden reale Geräte wie Oszilloskope oder Multimeter nachgebildet.

Funktion Ausführungselement in LabVIEW, vergleichbar mit einem Operator, einer Funktion oder einer Anweisung in einer textbasierten Programmiersprache.

Funktionenpalette Palette mit VIs, Funktionen, Blockdiagrammstrukturen und Konstanten.

G

General Purpose Interface Bus GPIB. Synonym für HP-IB. Standardbus zur Steuerung elektronischer Messinstrumente mit einem Computer. Wird auch IEEE-488-Bus genannt, da er in den ANSI/IEEE-Standards 488-1978, 488.1-1987 und 488.2-1992 definiert ist.

Gerät Mess- oder Steuereinheit, die einzeln adressierbar ist und Ein- oder Ausgabewerte erzeugt oder erfasst. Ein Gerät wird oftmals über eine geeignete Schnittstelle an einen Host-Computer angeschlossen. *Siehe auch* [DAQ-Gerät](#) und [Messgerät](#).

Gerätetreiber Zusammenstellung von High-Level-Funktionen zur Steuerung einer bestimmten Hardware.

Graph Zweidimensionale Anzeige von Kurven. Die Werte werden in einem Graphen blockweise dargestellt.

H

Hinweisstreifen Kleines gelbes Textbanner, mit dem ein Anschluss für den Verbindungsvorgang leichter kenntlich gemacht wird.

I

I/O Input/Output (Eingabe/Ausgabe). Die Übertragung von Daten auf ein Rechnersystem oder Datenausgabe von einem Rechnersystem über Kommunikationskanäle, Massenspeicher, Eingabegeräte, Anzeigegeräte oder Datenerfassungs- und Steuerschnittstellen.

K

Kanal

1. Physikalisch: Anschluss oder Kontakt, an dem ein analoges oder digitales Signal ausgegeben oder gemessen wird. Ein physikalischer Kanal kann mehrere Leitungen umfassen, beispielsweise bei einer digitalen Schnittstelle mit mehreren Leitungen oder einem differentiell geschalteten Kanal zur Messung analoger Signale. Außer bei der Auswahl von Zählerbausteinen stimmt der Name des physikalischen Kanals immer mit dem des Anschlusses überein, an dem das Signal gemessen oder ausgegeben wird.

2. Virtuell: Alle Einstellungen zu einem Kanal, wie Name, physikalischer Kanal, Pinbelegung, Art der Messung bzw. Signalerzeugung oder Skalierungsform der Messwerte. Virtuelle Kanäle lassen sich mit DAQmx sowohl lokal – also beschränkt auf ein bestimmtes Messvorhaben (Task) – als auch global, also unabhängig von Tasks definieren. Während Ihnen die Konfiguration virtueller Kanäle beim traditionellen NI-DAQ-Treiber und in Vorgängerversionen frei steht, bilden virtuelle Kanäle in DAQmx einen integralen Bestandteil einer jeden Messanwendung. Bislang wurden virtuelle Kanäle im Measurement & Automation Explorer – kurz “MAX” – konfiguriert; in NI-DAQmx besteht nun die Wahl, einen virtuellen Kanal im MAX oder innerhalb eines Programms, also unabhängig vom Zweck der Anwendung bzw. speziell für eine bestimmte Aufgabe zu konfigurieren.

3. Schaltkanal: Steht für einen Anschluss eines Relais. Ein solcher Kanal kann je nach Bauart des Relais aus einer oder mehreren parallelen Signalleitungen bestehen (meist zwei oder vier). Es sind keine virtuellen Kanäle möglich, die mit Schaltkanälen arbeiten. Schaltkanäle können nur mit den Schaltfunktionen und -VIs von NI-DAQmx verwendet werden.

Knoten

Programmausführungselement. Knoten entsprechen Anweisungen, Operatoren, Funktionen und Unterprogrammen in textbasierten Programmiersprachen. Dabei kann es sich um Funktionen, Strukturen und SubVIs handeln.

Kontexthilfe

Fenster, in dem die wichtigsten Informationen zu dem Objekt angezeigt werden, über das der Cursor bewegt wird. Kontexthilfe gibt es zu VIs, Funktionen, Konstanten, Strukturen, Paletten, Eigenschaften, Methoden, Ereignissen und Komponenten von Dialogfeldern.

Kontextmenü	Menü, das sich bei einem Rechtsklick auf ein Objekt öffnet. Die angezeigten Menüpunkte sind meist objektspezifisch.
Kontrollkästchen	Kleines rechteckiges Kästchen in einem Dialogfeld, das Sie aktivieren oder deaktivieren können. Kontrollkästchen finden meist in Dialogfeldern mit mehreren Optionen Verwendung. Es können auch mehrere Kontrollkästchen aktiviert werden.

L

LabVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench. LabVIEW ist eine grafische Programmierumgebung, bei der nicht mit Befehlen, sondern mit Symbolen programmiert wird.
LED	Leuchtdiode (Light-Emitting Diode).
Legende	Zu einem Graphen oder Diagramm gehöriges Objekt, auf dem die Bezeichnungen und Darstellungsarten von Kurven angezeigt werden.
LVM-Datei	Textbasierte Messdatendatei, in dem die Werte durch Tabulatoren getrennt sind. Sie kann in ein Tabellenkalkulations- oder ein Textverarbeitungsprogramm geöffnet werden.

M

MAX	<i>Siehe</i> Measurement & Automation Explorer.
Measurement & Automation Explorer	Die National-Instruments-Standardumgebung unter Windows zur Konfiguration und Diagnose von Hardware.
Menüleiste	Horizontale Leiste, in der sich die Hauptmenüpunkte einer Anwendung befinden. Die Menüleiste befindet sich unter der Titelleiste eines Fensters. Zu jeder Anwendung gehört eine spezifische Menüleiste. Bestimmte Menüs und Befehle kommen in mehreren Anwendungen vor.
Messgerät	Datenerfassungsgeräte wie Multifunktions-I/O-Module der E-Serie, SCXI-Module oder Schaltmodule.

N

nicht ausführbares VI

VI, das aufgrund von Fehlern nicht ausgeführt werden kann. Gekennzeichnet wird ein solches VI durch einen unterbrochenen Pfeil auf der Schaltfläche **Ausführen**.

NI-DAQ

Treiber, der zum Lieferumfang aller DAQ- und Signalkonditionierungsgeräte von National Instruments gehört. Der NI-DAQ-Treiber ist eine umfassende Bibliothek von VIs und ANSI-C-Funktionen, die aus einer Entwicklungsumgebung wie LabVIEW aufgerufen werden kann. Der Treiber dient zur Programmierung von Messhardware von National Instruments wie Multifunktions-DAQ-Karten (MIO-Karten) der M-Serie, Signalkonditionierungs- oder Schaltmodulen.

NI-DAQmx

Der neueste NI-DAQ-Treiber, der neue VIs, Funktionen und Entwicklungswerkzeuge zur Steuerung von Datenerfassungsgeräten enthält. Zu den Vorzügen von NI-DAQmx gegenüber der Vorgängerversion von NI-DAQ gehören der DAQ-Assistent zum Konfigurieren von Kanälen und Tasks für die Arbeit mit DAQ-Geräten in LabVIEW, LabWindows™/CVI™ oder Measurement Studio und die Möglichkeit der Simulation von Geräten, so dass Anwendungen ohne die Hardware getestet werden können. Darüber hinaus ist die Programmieroberfläche (API) des Treibers vereinfacht worden. Das heißt, zum Entwickeln von Datenerfassungsanwendungen sind nun noch weniger Funktionen und VIs erforderlich.

numerische Bedien- und Anzeigeelemente

Frontpanel-Objekte zum Bearbeiten und Anzeigen numerischer Werte.

O

Objekt

Oberbegriff für Elemente auf dem Frontpanel oder im Blockdiagramm. Zu den Objekten zählen zum Beispiel Bedien- und Anzeigeelemente, Strukturen, Knoten, Verbindungen oder auch importierte Bilder.

P

Palette

Enthält die zum Erstellen eines Frontpanels oder Blockdiagramms erforderlichen Elemente und Werkzeuge.

Plot	Grafische Darstellung eines Arrays, entweder in Form eines Graphen oder eines Diagramms.
Positionierwerkzeug	Werkzeug zum Verschieben oder zur Größenänderung von Objekten.
Projekt	Eine Zusammenstellung von LabVIEW- und anderen Dateien, mit der Build-Spezifikationen erstellt und Dateien auf Zielsysteme übertragen werden können.
Projekt-Explorer	Fenster, in dem Sie LabVIEW-Projekte erstellen und bearbeiten können.
Pulldown-Menüs	Menüs, die von einer Menüleiste aus geöffnet werden. Pulldown-Menüs haben in der Regel allgemeine Menüpunkte.
PXI	PCI eXtensions for Instrumentation. Modulare, computerbasierte Instrumentenplattform.

R

RMS	Root Mean Square (Quadratischer Mittelwert, Effektivwert).
-----	--

S

Sample	Einzelner Wert bei der analogen oder digitalen Ein- und Ausgabe.
Signalverlauf	Eine Reihe von aufeinander folgenden Messwerten, die mit einer konstanten Rate erfasst wurden.
Signalverlaufsdiagramm	Anzeigeelement zur Darstellung von Messwerten, die mit einer konstanten Rate aufgenommen wurden.
Skala	Teil eines Diagramms, Graphen und einiger numerischer Bedien- und Anzeigeelemente. Die Skala enthält in bestimmten Abständen Markierungen zur Darstellung von Maßeinheiten.
Standard	Voreingestellter Wert. Wird bei vielen VI-Eingängen verwendet, wenn der Anwender keinen Wert mit dem Eingang verbindet.
String	Darstellung eines Werts als Zeichenkette.
Struktur	Programmsteuerelement, zum Beispiel eine Sequenz-Struktur, Case-Struktur oder eine For-, While- oder zeitgesteuerte Schleife.

SubVI	VI, das Bestandteil des Blockdiagramms eines übergeordneten VIs ist. Ein SubVI entspricht einem Unterprogramm.
Symbol	Grafische Darstellung eines Knotens in einem Blockdiagramm.
Symbolleiste	Enthält die Schaltflächen zum Ausführen von VIs, zur Fehlersuche und zur Anordnung von Objekten.

T

Task	Eine Messkonfiguration, die in NI-DAQmx durch Angabe der Eigenschaften eines oder mehrerer Kanäle sowie unter anderem von Timing- und Triggeroptionen hergestellt wird. Ein Task stellt eine durchzuführende Signalerfassungs- oder -erzeugungsaufgabe dar.
TDM-Datei	Binäre Datei für Signalverlaufsdaten.
TDMS-Datei	TDM-Streaming-Datei. Binärdatei, in die schneller als in TDM-Dateien geschrieben werden kann und deren Attribute einfacher festzulegen sind.
Traditioneller NI-DAQ-Treiber (alt)	Älterer Treiber mit überholten Funktionen zur Entwicklung von Anwendungen zur Datenerfassung und Gerätesteuerung, der nur noch mit bestimmten DAQ-Karten von National Instruments arbeitet. Der traditionelle NI-DAQ-Treiber sollte nur in Ausnahmefällen verwendet werden. Einzelheiten dazu finden Sie in der <i>NI-DAQ Readme</i> , die auch eine Übersicht der Geräte, Betriebssysteme, Entwicklungsumgebungen und Programmiersprachen enthält, die mit dem Treiber kompatibel sind.
Treiber	Software zur Steuerung von Hardware, zum Beispiel eine DAQ-Karte.

U

unterbrochener Ausführen-Pfeil	Schaltfläche, die anstelle der Schaltfläche Ausführen angezeigt wird, wenn sich ein VI aufgrund von Fehlern nicht starten lässt.
Unterpalette	Palette, auf die über eine andere Palette zugegriffen wird, die sich in der Hierarchie über der Unterpalette befindet.

V

Verbindung	Datenübertragungsweg zwischen zwei Knoten.
Verbindungswerkzeug	Werkzeug zum Einfügen von Datenübertragungswegen zwischen Anschlüssen.
VI	<i>Siehe</i> virtuelles Instrument (VI).
virtuelles Instrument (VI)	LabVIEW-spezifische Bezeichnung für “Programm”. Mit VIs werden Erscheinungsbild und Funktion von Messgeräten nachgebildet.
VI-Vorlage	VI, das gängige Bedien- und Anzeigeelemente enthält und auf dessen Grundlage sich mehrere VIs erstellen lassen, die ähnliche Funktionen ausführen. Die VI-Vorlagen befinden sich im Dialogfeld Neu .
VXI	VME eXtensions for Instrumentation (Bus).

W

Werkzeug	Ausgewählte Bearbeitungsmethode, dargestellt durch die Form des Mauszeigers.
While-Schleife	Schleifenstruktur, mit der ein bestimmter Blockdiagrammabschnitt so lange wiederholt wird, bis eine bestimmte Bedingung erfüllt ist.

Z

ziehen	Methode, bei der Objekte mit Hilfe des Mauszeigers auf dem Bildschirm ausgewählt, verschoben, kopiert oder gelöscht werden.
--------	---

Stichwortverzeichnis

Symbole

- * .lvn-Dateien, 3-14, 3-17
- * .tdm-Dateien, 3-17
- * .tdms-Dateien, 3-17

A

Ändern

- Frontpanel, 2-8
- Signale, 1-11, 2-4

Anzeigeelemente, 1-19, 3-17, 5-1

- Datentyp, 5-3
- entfernen, 2-8
- erstellen, 2-14
- individuell gestalten, 1-17
- konfigurieren, 1-21
- numerisch, 5-1
- numerisches Element hinzufügen, 2-5

Anzeigeelemente entfernen, 2-8

Anzeigen

- Daten in Tabellen, 2-10, 2-15
- Daten von DAQ-Geräten, 4-4
- Fehler in der Kontexthilfe, 2-15
- Signale in Graphen, 1-14

Applikationen

- Datenübertragung über Netzwerke, 5-4
- erstellen, 5-5

Arithmetik & Vergleich, Unterpalette, 1-11

Aufrufen textbasierten Programmcodes, 5-4, 5-6

Ausführen von VIs, 1-10

- wiederholt, 2-6

Ausführungsgeschwindigkeit, Steuerung, 2-9

Ausgänge, Express-VIs, 1-20

Auswahl von Objekten aufheben, 1-9

Auswählen

- Geräte, 4-8
- Objekte, 1-9

B

Bedienwerkzeug, 1-10

Beispiele (von National Instruments), A-1

Beispiel-VIs

- NI-Suchmaschine für Beispiele, 2-12

Benutzeroberfläche. *Siehe* Frontpanel

Blockdiagramm, 1-5, 1-19

- Anzeigeelemente, 3-17

- anzeigen, 1-7

- individuell gestalten, 2-14

- Objekte von der Hilfe aus einfügen, 2-13

Blockdiagramm des VIs "Signalerfassung" (Abbildung), 1-14

Blockdiagramm des VIs "Warnanzeige" (Abbildung), 3-12

D

DAQ-Karten, 4-2

Dateien

- gruppieren, 5-5
- in anderen Formaten speichern, 5-5

Dateien gruppieren, 5-5

Daten

- anzeigen
 - in Tabellen, 2-10, 2-15
 - von DAQ-Geräten, 4-4
- speichern, 3-14
 - auf Veranlassung durch den Benutzer, 3-15
 - in einer Datei, 3-13, 3-14
- von DAQ-Geräten darstellen, 4-4

Daten speichern
 auf Veranlassung durch den Benutzer,
 3-15, 3-16
 Blockdiagramm des VIs “Daten
 speichern” (Abbildung), 3-16
 in anderen Dateiformaten, 5-5
 in Dateien, 3-13, 3-14, 3-17
Datenfluss, 1-9, 1-13, 1-19
Datentypen
 dynamisch, 5-3
 Überblick, 5-4
Diagnoseprogramme (von National
 Instruments), A-1
Dialogfeld “Neu”, 1-4, 1-18, 3-2
 Abbildung, 1-4
Dialogfelder für Eigenschaften, 1-21
DLLs, erstellen, 5-5
Dokumentation
 Hinweise zur Verwendung dieses
 Handbuchs, *ix*
 NI-Informationsquellen, A-1
 Symbole und Darstellungen in diesem
 Handbuch, *ix*
Drehschalter, Darstellung ändern
 (Abbildung), 1-16
Dynamische Daten, 5-3
 umwandeln, 5-4

E

Einfügen von Objekten ins Blockdiagramm
 von der Hilfe aus, 2-13
Einführung zu diesem Handbuch, *iv-ix*
Eingänge, Express-VIs, 1-20
Elemente, 1-19, 3-17, 5-1
 Datentypen, 5-3
 erstellen, 2-5, 2-14
 individuell gestalten, 1-15
 konfigurieren, 1-21
 numerisch, 5-1
 Palette, 1-6

 vom Blockdiagramm aus hinzufügen, 2-5
 zum Frontpanel hinzufügen, 1-5
Elementpalette, 1-6
 Abbildung, 1-6
 alle Kategorien anzeigen, 5-1
Erfassen
 Geräteinformationen, 4-9
 Signale, 4-1
Erstellen
 Anzeigeelemente, 2-14
 Applikationen, 5-5
 DLLs, 5-5
 Elemente, 2-5, 2-14
 Graph-Anzeigen, 2-5
 NI-DAQmx-Tasks, 4-2
 VIs, 1-1
Express-VI “Amplituden- und Pegelmessung”, 3-3
 Spannungswerte analysieren, 3-9
Express-VI “Assistent zur Instrumenten-I/O”,
 4-8, 4-12
Express-VI “DAQ-Assistent”, 4-2, 4-10
Express-VI “Konvertierung dynamischer
 Daten”, 5-4
Express-VI “Messwerte in Datei schreiben”,
 3-13, 3-14, 3-17
 Daten speichern, 3-14
Express-VI “Tabelle erstellen”, 2-10
Express-VI “Vergleich”, 3-11
Express-VI “Verzögerung”, 2-9
Express-VIs, 1-20
 Amplituden- und Pegelmessung, 3-3, 3-9
 Assistent zur Instrumenten-I/O, 4-8, 4-12
 DAQ-Assistent, 4-2, 4-10
 Eingänge, 1-20
 Filter, 3-7
 Formel, 1-11
 Konfigurationsdialogfelder, 1-20
 Konvertierung dynamischer Daten, 5-3
 Messwerte in Datei schreiben, 3-13, 3-17
 Signale simulieren, 1-7

Skalieren und Umrechnen, 1-11
 Tabelle erstellen, 2-10
 Vergleich, 3-11
 Verzögerung, 2-9

F

Fehler, 2-15
 Fenster, 2-8, 2-15
 in der Kontexthilfe anzeigen, 2-15
 Liste, 2-8, 2-15
 Fehlerliste (Fenster), 2-8, 2-15
 Fehlersuche (Hilfsmittel von National Instruments), A-1
 Filter (Express-VI), 3-7
 Formel (Express-VI), 1-11, 3-5
 Freigabe von VIs im Web, 5-5
 Frontpanel, 1-5, 1-19
 ändern, 2-8
 Anzeigeelemente, 1-19
 anzeigen, 1-10
 Elemente, 1-19, 3-17
 Erfassen eines Signals (Abbildung), 1-2
 hinzufügen
 Elemente, 1-5
 optische Signale, 3-10
 individuell gestalten, 2-5
 VI “Warnleuchte” (Abbildung), 3-2
 Funktion “Signale zusammenfassen”, 1-14, 2-6
 Abbildung, 1-15
 Funktionen, 5-2
 Signale zusammenfassen, 1-14, 2-6
 Funktionenpalette
 Abbildung, 1-11
 alle Kategorien anzeigen, 5-2

G

Geräte
 auswählen, 4-8
 Informationen analysieren, 4-9
 Informationen sammeln, 4-9
 kommunizieren, 4-6
 Gerätetreiber (von National Instruments), A-1
 Grafisch darstellen
 Daten von DAQ-Geräten, 4-4
 zwei Signale, 1-14
 Graph-Anzeigen, erstellen, 2-5

H

Handbuch. *Siehe* Dokumentation
 Hilfe
 Kontexthilfe, 2-2, 2-13, 3-2
 Kontexthilfe-Fenster, 2-2
 LabVIEW-Hilfe, 1-12, 1-20, 2-13
 suchen, 2-4, 2-11, 2-13
 LabVIEW-Hilfen und -Beschreibungen, 1-20, 2-13
 suchen, 2-4, 2-11, 2-13
 technischer Support, A-1
 Hinzufügen
 Anzeigen für optische Signale, 3-10
 Bedienelemente zum Frontpanel, 1-5
 Eingänge zu Express-VIs, 1-8, 2-5, 3-15
 Elemente vom Blockdiagramm aus hinzufügen, 2-5
 Graph-Anzeigen, 2-5
 Kanäle zu einem Task, 4-5
 mehrere Signale, 3-5
 numerische Anzeigeelemente, 2-5
 Signale, 3-3
 Warn-LEDs, 3-10

I

Individuell gestalten

- Anzeigeelemente, 1-17
- Blockdiagramm, 2-14
- Elemente, 1-15
- Frontpanel, 2-5
- Menüs, 5-5
- simulierte Signale, 3-3

Instrumententreiber, 4-6, 4-11

- installieren, 4-11
- suchen, 4-11

K

Kanäle, 4-2

- einem Task hinzufügen, 4-5
- umbenennen, 4-4

KnowledgeBase, A-1

Kommunizieren

- mit Geräten, 4-6
- mit LabVIEW-Applikationen über ein Netzwerk, 5-4, 5-5

Konfigurationsdialogfelder, 1-20

Konfigurieren

- Anzeigeelemente, 1-21
- Elemente, 1-21

Kontexthilfe, 2-13, 3-2

- Abbildung, 2-3
- anzeigen, 2-2
- Fehler anzeigen, 2-15
- Konfiguration des Express-VIs anzeigen, 3-3
- Schaltfläche, 3-2

Kontexthilfe-Fenster, 2-2

- Schaltfläche, 2-2

L

LabVIEW

- Hilfequellen, 2-13
- Projekte, 5-5
- weitere Funktionen, 5-1

LabVIEW-Hilfe, 1-12, 1-20, 2-13

- durchsuchen, 2-4, 2-11, 2-13

Laufrahmen, 2-10

LEDs, Palette, 3-10

- Abbildung, 3-10

Leere VIs, 2-2

LVM. *Siehe* * .lvrm-Dateien

M

Menüs, anpassen, 5-5

N

Nach Informationen zu Geräten suchen, 4-9

Netzwerk für Gerätetreiber, 4-6

NI Instrument Driver Network, 4-6

Nicht ausführbar

- Schaltfläche “Ausführen”, 2-8
- Verbindungen, 2-8, 2-15

NI-DAQmx-Tasks, 4-2, 4-11

- erstellen, 4-2

- testen, 4-4

NI-Suchmaschine für Beispiele, 2-12

NI-Suchmaschine für Gerätetreiber, 4-11

Numerische Bedienelemente, 1-6, 5-1

- Palette, 1-6

O

Objekte

- Auswahl aufheben, 1-9
- im Blockdiagramm verbinden, 1-9

Online-Informationsquellen, A-1

P

Palette “Ausführungssteuerung”, 2-6
 Palette “Eingabe”, 2-3
 Paletten
 alle Kategorien anzeigen, 5-1, 5-2
 Arithmetik & Vergleich, 1-11
 Ausführungssteuerung, 2-7, 2-14
 Eingang, 2-3
 Elemente, 1-6
 Funktionen, 1-11
 LEDs, 3-10
 suchen, 2-7
 Positionierwerkzeug, 1-9
 Programmatische Steuerung von VIs, 5-4
 Programmierbeispiele (von National Instruments), A-1
 Projekte, 5-5

S

Schaltfläche “Ausführen”, 1-5, 1-10
 nicht ausführbar, 2-8, 2-15
 Schaltflächen
 Ausführen, 1-5
 hinzufügen, 3-14
 Schulungen und Zertifikate (von National Instruments), A-1
 Signal simulieren, Express-VI, 1-7
 Signale
 analysieren, 3-9
 ändern, 1-11, 2-4
 erfassen, 4-1
 grafisch darstellen, 1-14
 Signaltyp ändern, 1-7
 Signale analysieren, 3-9
 Signaltypen ändern, 1-7
 simulierte Signale, individuell gestalten, 3-3
 Skalieren und Umrechnen, Express-VI, 1-11
 Steigung festlegen, 1-12
 Software (von National Instruments), A-1

Spannung, analysieren, 3-9
 Startfenster, 1-4, 3-2
 Abbildung, 1-3
 Steuern
 Ausführungsgeschwindigkeit, 2-9
 VIs programmatisch, 5-4
 SubVIs, 5-2
 Suchen
 Beispiele, 2-12
 Hilfe, 2-4, 2-11, 2-13
 Paletten, 2-7
 Support
 technisch, A-1
 Support und Serviceleistungen von National Instruments, A-1
 Support und Serviceleistungen von NI, A-1
 Symbole und Darstellungen in diesem Handbuch, *ix*
 Systemanforderungen, *iv-x*

T

Tabellen, 2-10
 Daten darstellen, 2-15
 Tasks
 NI-DAQmx, 4-11
 Testen, 4-4
 weitere Kanäle hinzufügen, 4-5
 TDM. *Siehe* * .tdm-Dateien
 Technischer Support, A-1
 Textbasierte Programmiersprachen,
 Programmcode aufrufen, 5-4, 5-6
 Treiber
 Instrument, 4-6
 Treiber (von National Instruments), A-1

V

Verbinden
 Objekte im Blockdiagramm, 1-9
 Werkzeug, 1-9

Verbindungen

löschen, 1-11

nicht ausführbar, 2-8, 2-15

Verbindungen löschen, 1-11

Virtuelle Instrumente. *Siehe* VIs

VIs, 1-1, 5-2

ausführen, 1-10

wiederholt, 2-6

erstellen, 1-1

im Web freigeben, 5-5

leer, 2-2

Menüs anpassen, 5-5

neu, 2-2

programmatische Steuerung, 5-4

SubVIs, 5-2

Symbole, 5-2

Vorlage, 1-2, 1-3, 1-18

VI-Vorlagen, 1-2, 1-3, 1-18

W

Warn-LEDs, hinzufügen, 3-10

Weitere Informationsquellen, *iv-x*

Werkzeuge

Bedienen, 1-10

Erstellen von Verbindungen, 1-9

Positionierung, 1-9

While-Schleife, 2-7