

Einführung in LabVIEW

Dreistündiger Einführungskurs

Urheberrecht

© 2005 National Instruments Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

Laut Urheberrechtsgesetz darf diese Veröffentlichung weder ganz noch in Teilen in irgendeiner Form, sei es auf elektronischem oder mechanischem Wege – wie Fotokopieren, Aufzeichnen, Speichern in einem Informationssystem oder Übersetzen – ohne die vorherige schriftliche Genehmigung der National Instruments Corporation vervielfältigt oder übertragen werden.

Warenzeichen

National Instruments, NI, ni.com und LabVIEW sind Warenzeichen der National Instruments Corporation. Nähere Einzelheiten zu den Marken von National Instruments finden Sie im Abschnitt *Terms of Use* auf der Website ni.com/legal.

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

Mitglieder des Alliance-Partner-Programms von National Instruments sind unabhängige Unternehmen und stehen in keinem Agentur-, Kooperations- oder Joint-Venture-Verhältnis zu NI.

Patente

Patentinformationen zu Produkten von National Instruments erhalten Sie unter **Help» Patents** in der Software, der Datei `patents.txt` Ihrer CD oder auf ni.com/patents.

Technischer Support und Produktinformation weltweit

ni.com

National Instruments Corporate

11500 North Mopac Expressway, Austin, Texas 78759-3504, USA Tel.: +1 512 683 0100

Niederlassungen in der deutschsprachigen Region

Deutschland:

National Instruments Germany GmbH

Konrad-Celtis-Str. 79

81369 München

Tel.: +49 89 4713130

Fax: +49 89 746035

info.germany@ni.com

ni.com/germany

Österreich:

National Instruments GesmbH

Plainbachstr. 12

5101 Salzburg-Bergheim

Tel.: +43 622 457990-0

Fax: +43 662 457990-19

ni.austria@ni.com

ni.com/austria

Schweiz:

National Instruments Switzerland Corporation

Austin, Zweigniederlassung Ennetbaden

Sonnenbergstr. 53

5408 Ennetbaden

Tel.: +41 56 2005151

Fax: +41 56 2005155

ni.switzerland@ni.com

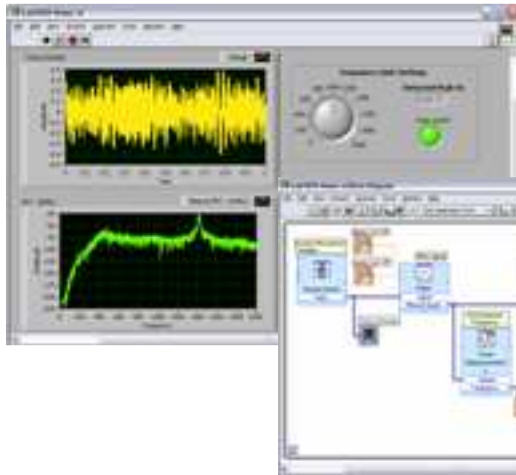
ni.com/switzerland

Einleitung	
Virtuelle Instrumente	3
Abschnitt I – Die LabVIEW-Umgebung	
A. Daten in Ihren Computer eingeben	
Datenerfassungsgeräte	10
Treibersoftware NI-DAQ	12
Simulierte Datenerfassung	14
Soundkarte	16
B. LabVIEW-Umgebung	
Frontpanel und Blockdiagramm	18
Symbolleiste/Werkzeugpalette	21
C. Komponenten einer LabVIEW-Anwendung	
Erstellung eines VIs	24
Ausführung von Datenflussdiagrammen	25
Techniken zur Fehlerbehandlung	26
D. Zusätzliche Hilfen	
Kontext-Hilfe	32
Tipps für die Arbeit mit LabVIEW	33
Abschnitt II – Elemente typischer Programme	
A. Schleifen	
While-Schleife	36
For-Schleife	36
B. Funktionen und SubVIs	
Funktionsarten	38
Suche in der Funktionenpalette	40
Erstellung benutzerspezifischer SubVIs	41
C. Entscheidungsfindung und Datei-I/O	
Case-Struktur	47
Auswahl (Bedingungsbehl)	47
Datei-I/O	48
Abschnitt III – Darstellen Ihrer Ergebnisse	
A. Anzeigen von Daten auf dem Frontpanel	
Bedien- und Anzeigeelemente	52
Graphen und Diagramme	53
Arrays	55
Zeitsteuerung von Schleifen	58

B. Signalverarbeitung	
Textbasierte Mathematik	61
MathScript	62
Abschnitt IV – Erweiterte Datenflussprogrammierung (optional)	
A. Weitere Datentypen	
Cluster	70
Signalformen	73
B. Datenflussgebilde	
Schieberegister	74
Lokale Variablen	75
C. Entwicklung großer Anwendungen	
Navigationsfenster	76
LabVIEW-Projekt	77
Weitere Informationen	78
Zertifizierung für LabVIEW	79
Electronics Workbench und Multisim	80
Integration von Multisim und LabVIEW	81
Lösungen	83
 Übungen	
Übung 1	12
Übung 2	27
Übung 3.1	43
Übung 3.2	45
Übung 3.3	49
Übung 4.1	60
Übung 4.2	64
Übung 5	68

Weitere Informationen und Ressourcen finden Sie in Internet:
ni.com/academic/d

Einführung in LabVIEW



GRAFISCHES PROGRAMMIEREN
FÜR INGENIEURE UND WISSENSCHAFTLER



LabVIEW™ 8

Dreistündiger Einführungskurs

ni.com



Kursziele

- Einarbeitung in die LabVIEW-Umgebung und die Ausführung von Datenflussdiagrammen
- Einsatz von LabVIEW zur Lösung von Problemstellungen
- LabVIEW-Konzepte
 - Daten erfassen, speichern und laden
 - Suche nach und Einsatz von mathematischen und komplexen Analysefunktionen
 - Arbeiten mit Datentypen, z. B. Arrays und Cluster
 - Ergebnisse anzeigen und ausdrucken

ni.com



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

Nach Absolvieren dieser Einführung sind Sie in der Lage,

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

In diesem Kurs wird jedoch nicht auf folgende Themen eingegangen:

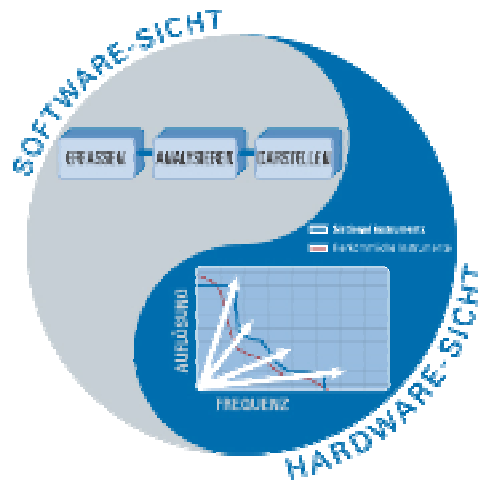
- Programmiermethodik
- Details sämtlicher LabVIEW-Funktionen und -Objekte
- Theorie der A/D-Wandlung (Analog-Digital-Wandlung)

NI stellt kostenloses Referenzmaterial zu obigen Themen unter ni.com bereit.

Das *LabVIEW-Hilfefenster* bietet ebenfalls nützliche Informationen:

LabVIEW » Hilfe » LabVIEW-Hilfe durchsuchen...

Konzept der virtuellen Instrumente



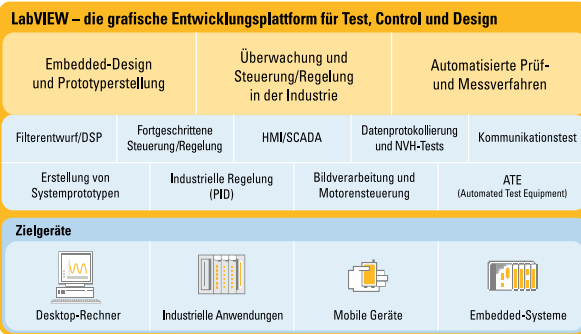
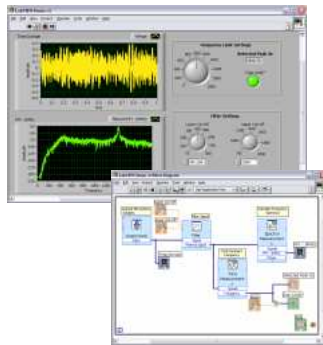
Konzept der virtuellen Instrumente

Seit nunmehr 30 Jahren revolutioniert National Instruments die Art und Weise, wie Naturwissenschaftler, Ingenieure und Techniker in Industrie, staatlichen Einrichtungen, Forschung und Lehre neue Mess- und Automatisierungslösungen realisieren. Durch die Nutzung des PCs zusammen mit Standardtechnologien erhöhen virtuelle Instrumente die Produktivität von Prüf-, Steuer- und Regelanwendungen bei gesenkten Kosten. Dies wird möglich mittels leicht integrierbarer Software wie etwa der grafischen Entwicklungsumgebung NI LabVIEW und modularer Mess- und Steuerehardware für PXI, PCI, USB und Ethernet.

Das Konzept der virtuellen Instrumente ermöglicht Anwendern als besondere Alternative zu konventionellen Messgeräten mit festgelegter Funktionalität die Erstellung von benutzerdefinierten Lösungen, die ihren speziellen Anforderungen gerecht werden. Darüber hinaus machen sich virtuelle Instrumente die kontinuierlich steigende Leistungsfähigkeit von PCs zunutze. Im Bereich der Prüf-, Mess- und Steuerungstechnik z. B. erlauben virtuelle Instrumente einen geringeren Formfaktor von Prüfautomaten (ATE), während sich die Produktivität auf das bis zu Zehnfache steigern lässt und das für einen Bruchteil der Kosten herkömmlicher Messlösungen. Im vergangenen Jahr investierten mehr als 25000 Unternehmen in über 95 Ländern in virtuelle Instrumente von National Instruments.

Das grafische Entwicklungssystem LabVIEW

- Grafische Programmierumgebung
- Codekompilierung für zahlreiche Betriebssysteme und Geräte
- Für eine große Palette von Anwendungen geeignet



ni.com



Bei LabVIEW von National Instruments handelt es sich um ein zum Industriestandard avanciertes Softwarewerkzeug zur Entwicklung von Mess-, Prüf-, Steuer- und Regelsystemen. Seit der Markteinführung von NI LabVIEW im Jahr 1986 haben weltweit Ingenieure und Wissenschaftler, die sich bei der Realisierung unterschiedlichster Lösungen im Rahmen des Produktentstehungszyklus auf diese grafische Entwicklungsumgebung verlassen, mit ihrer Hilfe höhere Qualität, eine kürzere Markteinführungszeit sowie mehr Effizienz bei der Entwicklung und Herstellung neuer Produkte erzielt. Der Einsatz der integrierten Entwicklungsumgebung LabVIEW zur Erfassung realer Signale, zur Extraktion von aussagekräftigen Informationen aus den Rohdaten mittels Datenanalyse sowie zur gemeinsamen Nutzung von Ergebnissen ermöglicht dem jeweiligen Unternehmen ein höheres Maß an Produktivität. Da LabVIEW die Flexibilität einer klassischen Programmiersprache aufweist, darüber hinaus aber speziell für Mess-, Prüf-, Steuer- und Regelapplikationen konzipierte Werkzeuge bereit hält, kann es zur Erstellung unterschiedlichster Lösungen verwendet werden von einer einfachen Temperaturüberwachungsaufgabe bis hin zu komplexen Simulations- und Steuerungssystemen. Unabhängig von der Art des Projekts – mit den LabVIEW-Werkzeugen ist Ihnen der Erfolg garantiert.

Anwendungen mit virtuellen Instrumenten

- **Design**
 - Signal- und Bildverarbeitung
 - Programmierung von Embedded-Systemen
 - (PC, Verarbeitung digitaler Signale, FPGA, Mikrocontroller)
 - Simulation und Prototyperstellung
 - u. v. m. ...
- **Steuerung und Regelung**
 - Automatische Steuerungen und dynamische Systeme
 - Mechatronik und Robotik
 - u. v. m. ...
- **Messungen**
 - Schaltkreise und Elektronik
 - Messtechnik
 - u. v. m. ...

*Eine universelle grafische
Entwicklungsplattform*



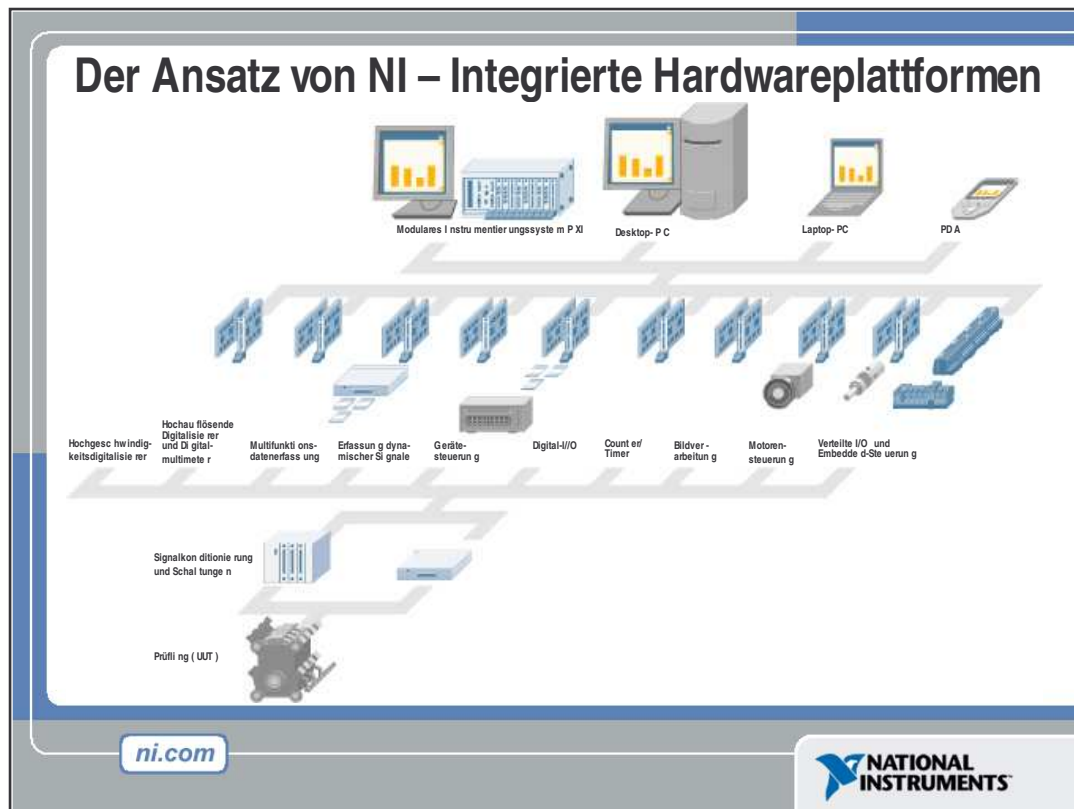
ni.com



Anwendungen mit virtuellen Instrumenten

Virtuelle Instrumente finden in vielen unterschiedlichen Anwendungen Verwendung, angefangen beim Design über die Prototyperstellung bis zum Serieneinsatz. Die Plattform NI LabVIEW stellt spezifische Werkzeuge und Modelle bereit, um spezielle Anwendungen umzusetzen, von der Erstellung von Signalverarbeitungsalgorithmen bis hin zur Durchführung von Spannungsmessungen, und kann auf einer beliebigen Anzahl von Plattformen, vom Desktop bis hin zu Embedded-Systemen, ausgeführt werden, da sie ein intuitives, leistungsstarkes grafisches Paradigma bietet.

Mit der Version 8 lassen sich die Einsatzmöglichkeiten von LabVIEW vom Design und der Entwicklung auf PCs auf etliche Embedded-Zielgeräte erweitern, so bspw. robuste Prototypen in der Größe von Toastern oder sogar Embedded-Systeme auf Chips. **LabVIEW optimiert das Systemdesign mithilfe einer einzigen grafischen Entwicklungsplattform.** Dadurch bietet LabVIEW eine bessere Verwaltung von verteilten, vernetzten Systemen. Wenn nämlich die Zielgeräte für LabVIEW immer vielfältiger werden und häufig aus Embedded-Systemen bestehen, müssen Sie in der Lage sein, eine einfachere Verteilung und Kommunikation zwischen verschiedenen LabVIEW-Programmcode-teilen in Ihrem System zu erreichen.



Integrierte Hardwareplattformen

Ein virtuelles Instrument basiert auf einem Standard-PC bzw. einer Workstation mit leistungsstarker Anwendungssoftware, kosteneffizienter Hardware, wie etwa Steckkarten für die Datenerfassung, sowie Treibersoftware, die im Zusammenspiel die Funktionalität eines entsprechenden Stand-alone-Geräts bieten.

Virtuelle Instrumente verkörpern einen grundlegenden Wandel von herkömmlichen, hardwarezentrierten Systemen hin zu softwarezentrierten Systemen, die die Rechnerleistung, Produktivität, Anzeige- und Anschlussmöglichkeiten gewöhnlicher Desktop-Rechner und Workstations nutzen.

Obwohl im PC-Bereich und bei den integrierten Schaltkreisen in den letzten 20 Jahren erhebliche Fortschritte erzielt wurden, ist es die Software, die basierend auf eben dieser leistungsstarken Hardware die Flexibilität für die Entwicklung virtueller Instrumente bietet, indem sie bessere Möglichkeiten für die Produktinnovation und die Kostenreduzierung schafft. Mithilfe virtueller Instrumente können Anwender Mess- und Automatisierungssysteme erstellen, die genau ihren Anforderungen entsprechen (benutzerdefiniert), anstatt wie bei herkömmlichen Messgeräten auf festgelegte Funktionen (herstelleredefiniert) beschränkt zu sein.

Abschnitt I – Die LabVIEW-Umgebung

A. Daten in Ihren Computer eingeben

- Datenerfassungsgeräte
 - Treibersoftware NI-DAQ
 - Simulierte Datenerfassung
 - Soundkarte

B. LabVIEW-Umgebung

- Frontpanel und Blockdiagramm
- Symbolleiste/Werkzeugpalette

C. Aufbau einer LabVIEW-Anwendung

- Erstellung eines VIs
- Datenflussprogrammierung

D. Zusätzliche Hilfen

- Suchen von Funktionen
- Tipps für den Umgang mit LabVIEW

ni.com



A. Einrichten der Hardware

- Datenerfassungsgerät
 - USB-, PCI- oder PXI-Gerät
 - Im MAX konfiguriert

Variante A



- Simuliertes Datenerfassungsgerät
 - Software wird auf Treiberebene simuliert
 - Im MAX konfiguriert

Variante B

- Soundkarte Variante C
 - In den meisten Rechnern vorhanden



ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

Dieser LabVIEW-Kurs ist sowohl für Teilnehmer mit als auch ohne Zugang zu Hardware von National Instruments geeignet.

Jede Übung ist in drei Varianten unterteilt, A, B und C:

Variante A wurde so ausgelegt, dass sie Hardware nutzt, die vom Treiber DAQmx von National Instruments unterstützt wird. Dazu zählen hauptsächlich USB-, PCI- und PXI-Datenerfassungsgeräte mit Analogeingang. Es ist eine gewisse Signalkonditionierung und -anregung erforderlich, um ein Mikrofon mit einem Datenerfassungsgerät zu nutzen. [Manche Sensoren, wie Mikrofone, erfordern eine externe Stromversorgung (Erregung).]

Variante B wurde für einen Einsatz ohne Hardware ausgelegt. Hardware kann mit der Version 7.5 oder höher des Treibers NI-DAQmx simuliert werden. Ein per NI-DAQmx simuliertes Gerät ist eine Nachbildung eines Geräts, das mithilfe der Option „NI-DAQmx - Simuliertes Gerät“ aus dem Menü „Neu“ von MAX erstellt wurde, um eine Funktion oder ein Programm ohne Hardware auszuführen. Ein mittels NI-DAQmx simuliertes Gerät verhält sich ähnlich wie ein echtes Gerät. Sein Treiber ist geladen und Programme, die es verwenden, sind komplett verifiziert.

Variante C ist so ausgelegt, dass dabei eine gängige Soundkarte und ein Mikrofon eingesetzt werden. LabVIEW umfasst einfache virtuelle Instrumente (VIs) für die Signalerfassung und -ausgaben unter Verwendung der Soundkarte, die in vielen PCs vorhanden ist. (Das ist bei Laptops sehr praktisch, da Soundkarte und Mikrofon gewöhnlich bereits eingebaut sind.)

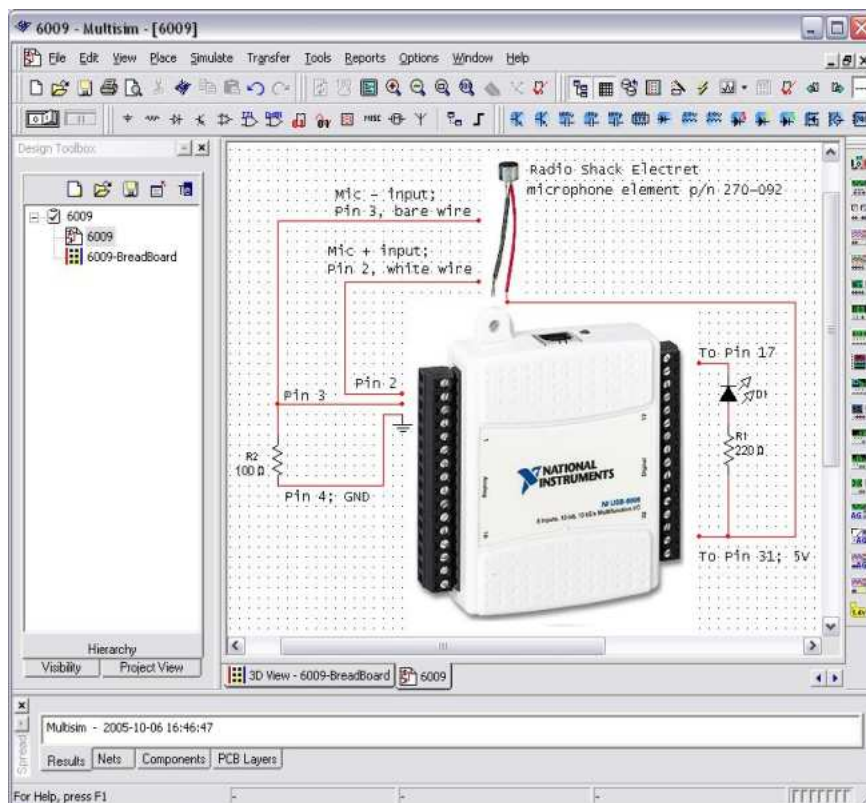
Einrichten Ihrer Hardware für die von Ihnen gewählte Variante

Variante A – NI-Datenerfassung mit Mikrofon: USB-6009 mit Mikrofon und LED

Empfohlene Hardware:

Menge	Teilenummer	Beschreibung	Lieferant
1	779321-22	Kostengünstige USB-gestützte Datenerfassung	National Instruments
1	270-092	Electret-Mikrofon	RadioShack
1		100-Ohm-Widerstand	RadioShack
1		220-Ohm-Widerstand	RadioShack
1	276-307	LED (Light Emitting Diode)	RadioShack

Der folgende Schaltplan wurde mit **Multisim** entworfen, einem häufig verwendeten, auf SPICE basierenden Werkzeug für die Schaltplaneingabe und -simulation. Weitere Informationen erhalten Sie unter <http://www.electronicworkbench.com>.



Variante B – Simulierte NI-Datenerfassung: Software NI-DAQ der Version 8.0 oder höher

Variante C – Soundkarte von Drittanbietern: Soundkarte und Mikrofon

Empfohlene Hardware:

Menge	Teilenummer	Beschreibung	Lieferant
1		Standard-Plug-in-Mikrofon für PCs*	RadioShack

* Laptops verfügen häufig über ein integriertes Mikrofon (kein externes Mikrofon erforderlich).

Welche Art von Gerät sollte ich verwenden?



	Soundkarte*	USB-gestützte Datenerfassung von NI	PCI-Datenerfas- sungskarten von NI	Messgeräte*
Abtastrate des Analog- eingangs	8 bis 96 KS/s	DC bis 1,25 MS/s	DC bis 1,25 MS/s	DC bis 2 GS/s (2,7 GS/s mit Abwärtswandlung)
Genauigkeit	12 bis 24 bit	12 bis 24 bit	14 bis 18 bit	8 bis 26 bit
Mobilität	X	X	—	teilweise
Analogein- gangskanäle	2	8 bis 48	16 bis 80	8
Analogaus- gangskanäle	2	1 bis 48	2 bis 4	4
AC oder DC	AC	AC/DC	AC/DC	AC/DC
Triggerung	—	X	X	X
Kalibriert	—	X	X	X

ni.com



* Obige Tabelle ist keine repräsentative Darstellung aller in jeder Kategorie vorhandenen Gerätevariationen.

Welche Art von Gerät sollte ich verwenden?

Es sind zahlreiche Datenerfassungs-, Steuerungs- und Regelungsgeräte im Handel erhältlich. Einige wurden oben vorgestellt. Die endgültige Entscheidung ist meist ein Kompromiss, bei dem Abtastrate (Samples/Sek.), Auflösung (bit), Anzahl der Kanäle und Datenübertragungsrate (gewöhnlich durch die Art des „Bussystems“ beschränkt: USB, PCI, PXI etc.) berücksichtigt werden. Multifunktions-Datenerfassungsgeräte sind ideal, da sie für zahlreiche Anwendungen eingesetzt werden können.

Kostengünstige USB-gestützte Datenerfassung mit USB-6008 und USB-6009

Die Karte NI USB-6009 verfügt über grundlegende Datenerfassungsfunktionen für Anwendungen wie einfache Datenprotokollierung, portable Messungen und Experimente in Hochschullaboren. Die Karten NI USB-6008 und NI USB-6009 sind ideal für Studenten geeignet. Erstellen Sie Ihre eigene Messanwendung, indem Sie die Karte NI USB-6009 unter Einsatz von NI LabVIEW und der Treibersoftware NI-DAQmx für Windows programmieren. Anwender von Mac OS X und Linux sollten auf die Treibersoftware NI-DAQmx Base zurückgreifen.

Spezifikationen des Moduls NI USB-6009:

- Acht 14-bit-Analogeingänge
- 12 Digital-I/O-Kanäle
- 2 Analogausgänge
- 1 Counter

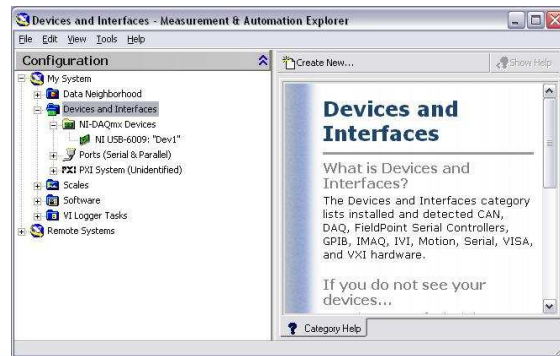


<http://www.ni.com/dataacquisition/d>

Was bedeutet MAX?

- MAX steht für Measurement & Automation Explorer.
- MAX konfiguriert und organisiert Ihre Datenerfassungsgeräte von National Instruments sowie PCI/PXI-Messgeräte, GPIB-, IMAQ-, IVI-, Motorensteuerungs-, VISA und VXI-Geräte.
- Wird zur Konfigurierung und Prüfung von Geräten eingesetzt

Symbol auf dem
Windows-Desktop



ni.com



Die Softwareebene, die als nächstes betrachtet werden soll, heißt Measurement & Automation Explorer oder kurz MAX. MAX ist eine Softwareschnittstelle, die Ihnen Zugang zu allen Ihren Geräten von National Instruments ermöglicht, darunter Datenerfassung, GPIB, IMAQ (Bilderfassung), IVI, Motion, VISA und VXI. Die Verknüpfung zu MAX wird nach der Installation auf Ihrem Desktop abgelegt. Ein Bild des Symbols ist oben zu sehen. MAX wird hauptsächlich zur Konfigurierung und Prüfung Ihrer Hardware von National Instruments genutzt. Er bietet allerdings weitere Funktionen, wie beispielsweise die Möglichkeit zur Prüfung, ob die neueste Version des Treibers NI-DAQ installiert ist. Wenn Sie eine Anwendung mithilfe von NI-DAQmx ausführen, liest die Software die MAX-Konfiguration, um die von Ihnen konfigurierten Geräte zu bestimmen. Daher müssen Sie Ihre Datenerfassungsgeräte zuerst mit MAX konfigurieren.

Die Funktionen von MAX sind in sieben Kategorien unterteilt:

- Datenumgebung
- Geräte und Schnittstellen
- Programmierschnittstelle für Messgeräte (IVI)
- Skalen
- Historische Daten
- Software
- VI-Logger-Aufgaben

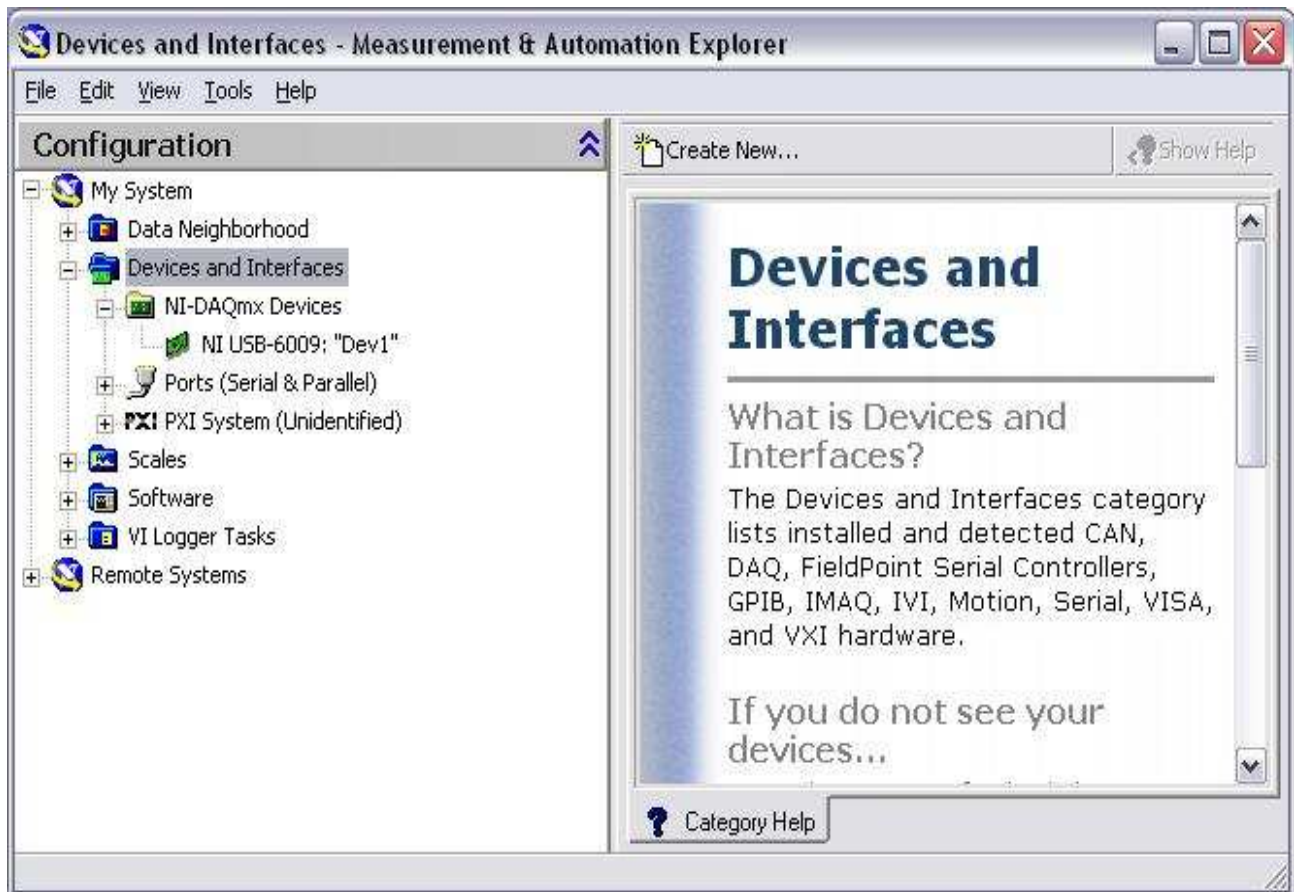
Für diesen Einführungskurs werden wir uns auf die Datenumgebung, Geräte und Schnittstellen, Skalen und Software konzentrieren. Wir werden jede dieser Kategorien betrachten und die Funktionen, die sie zu bieten haben, kennen lernen.



Übung 1 – Testen Ihres Geräts (Variante A)

Für diese Übung verwenden Sie MAX (Measurement and Automation Explorer), um Ihr Datenerfassungsgerät NI USB-6009 zu testen.

1. Starten Sie MAX durch Doppelklick auf das Symbol auf dem Desktop oder durch Auswahl von **Start» Programme» National Instruments» Measurement & Automation**.
2. Erweitern Sie den Abschnitt **Geräte und Schnittstellen**, um die installierten Geräte von National Instruments anzuzeigen. MAX zeigt die Hardware als auch die vorhandene Software von National Instruments an.
3. Erweitern Sie den Abschnitt **NI-DAQmx-Geräte**, um die installierte Hardware, die mit NI-DAQmx kompatibel ist, anzuzeigen. Die Gerätenummer erscheint in Anführungszeichen nach dem Gerätenamen. Die VIs für die Datenerfassung verwenden diese Gerätenummern, um festzulegen, welche Karte Datenerfassungsoperationen durchführen soll. Ihre Hardware finden Sie meist als NI USB-6009: „Dev1“ aufgelistet.
4. Führen Sie einen Selbsttest am Gerät durch. Klicken Sie es dazu mit der rechten Maustaste in den Konfigurationsbaum an und wählen Sie **Selbsttest** oder klicken Sie „Selbsttest“ am oberen Rand des Fensters an. So werden die zum Gerät gehörenden Systemressourcen getestet. Das Gerät sollte den Test bestehen, da es bereits konfiguriert ist.
5. Überprüfen Sie die Anschlussbelegung für Ihr Gerät. Klicken Sie das Gerät im Konfigurationsbaum mit der rechten Maustaste an und wählen Sie **Pinbelegung des Geräts** oder klicken Sie auf „Pinbelegung des Geräts“ am oberen Rand des mittleren Fensters.
6. Öffnen Sie die Testpanel. Klicken Sie das Gerät im Konfigurationsbaum mit der rechten Maustaste an und wählen Sie **Testpanels...** oder klicken Sie auf „Testpanels“ am oberen, mittleren Rand des Fensters. Durch die Testpanels ist es möglich, die verfügbaren Funktionen Ihres Geräts, Analogein-/ausgang, Digitalein-/ausgang und Counter-Eingang/Ausgang zu testen, ohne programmieren zu müssen.
7. Setzen Sie auf dem Reiter **Analoge Erfassung** der Testpanels den **Modus** auf „Continuous“ und **Rate** auf 10.000 Hz. Klicken Sie auf „Start“ und summen oder pfeifen Sie ins Mikrofon. So können Sie das Signal, das grafisch dargestellt wird, beobachten. Klicken Sie zum Abschluss auf „Beenden“.
8. Beim Reiter **Digital-I/O** werden Sie feststellen, dass anfangs der Anschluss als reiner Eingang konfiguriert ist. Betrachten Sie unter **Status wählen** die LEDs, die den Zustand der Eingangsleitungen darstellen. Klicken Sie unter **Richtung auswählen** auf die Schaltfläche „Alle Ausgang“. Sie werden feststellen, dass Ihnen unter **Status wählen** jetzt Schalter zur Verfügung stehen, um den Ausgangszustand der verschiedenen Leitungen zu bestimmen. Schalten Sie Leitung 0 um. Die LED leuchtet auf. Klicken Sie auf „Schließen“, um die Testpanel zu beenden.
9. Beenden Sie MAX.



(Ende der Übung)

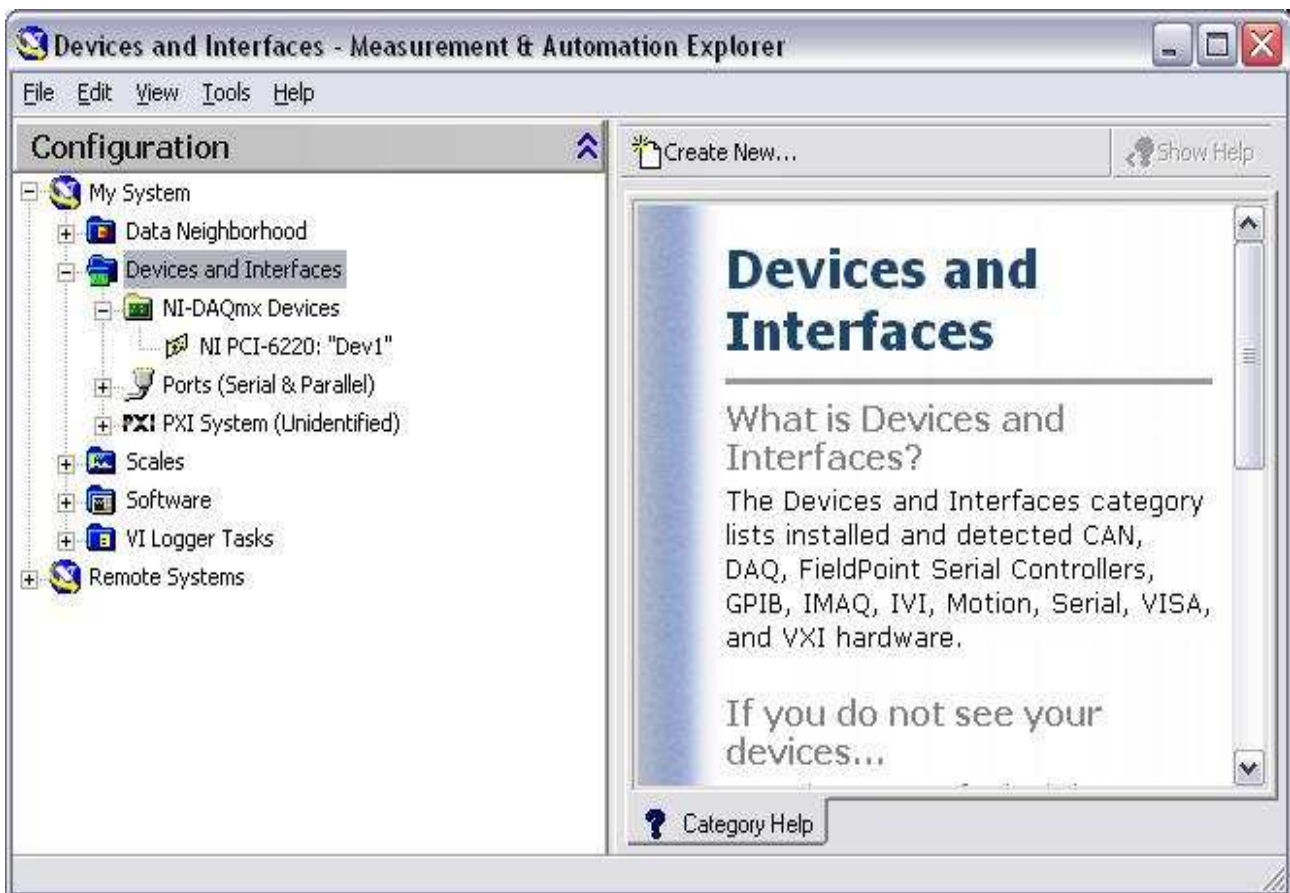


Übung 1 – Einrichten Ihres Geräts (Variante B)

Für diese Übung verwenden Sie MAX (Measurement and Automation Explorer), um ein simuliertes Datenerfassungsgerät zu konfigurieren.

1. Starten Sie MAX durch Doppelklick auf das Symbol auf dem Desktop oder durch Auswahl von **Start» Programme» National Instruments» Measurement & Automation**.
2. Erweitern Sie den Abschnitt **Geräte und Schnittstellen**, um die installierten Geräte von National Instruments anzuzeigen. MAX zeigt die Hardware als auch die vorhandene Software von National Instruments an. Die Gerätenummer erscheint in Anführungszeichen nach dem Gerätenamen. Die VIs für die Datenerfassung verwenden diese Gerätenamen, um festzulegen, welche Karte Datenerfassungsoperationen durchführen soll.
3. Erstellen Sie ein simuliertes Datenerfassungsgerät, um es im weiteren Verlauf dieses Kurses einzusetzen. Simulierte Geräte eignen sich ausgezeichnet für die Entwicklung, weil keine Hardware an Ihrem Rechner angeschlossen sein muss. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf **Geräte und Schnittstellen** und wählen **Neu...» NI-DAQmx - Simuliertes Gerät**. Klicken Sie auf „Beenden“.
4. Erweitern Sie den Abschnitt Datenerfassungsgeräte der M-Serie. Wählen Sie **PCI-6220** oder ein anderes Gerät. Bestätigen Sie mit „OK“.
5. Der Ordner NI-DAQmx-Geräte wird aufgeklappt und Sie sehen einen neuen Eintrag für PCI-6220: „Dev1“. Sie haben jetzt ein simuliertes Gerät erstellt.
6. Führen Sie einen Selbsttest am Gerät durch. Klicken Sie es dazu mit der rechten Maustaste in den Konfigurationsbaum an und wählen Sie **Selbsttest** oder klicken Sie "Selbsttest" am oberen Rand des Fensters an. So werden die zum Gerät gehörenden Systemressourcen getestet. Das Gerät sollte den Test bestehen, da es bereits konfiguriert ist.
7. Überprüfen Sie die Pinbelegung für Ihr Gerät. Klicken Sie das Gerät im Konfigurationsbaum mit der rechten Maustaste an und wählen Sie **Pinbelegung des Geräts** oder klicken Sie auf „Pinbelegung des Geräts“ am oberen Rand des mittleren Fensters.
8. Öffnen Sie die Testpanel. Klicken Sie das Gerät im Konfigurationsbaum mit der rechten Maustaste an und wählen Sie **Testpanels...** oder klicken Sie auf „Testpanels“ am oberen, mittleren Rand des Fensters. Durch die Testpanels ist es möglich, die verfügbaren Funktionen Ihres Geräts, Analogein-/ausgang, Digitalein-/ausgang und Counter-Eingang/Ausgang zu testen, ohne programmieren zu müssen.
9. Setzen Sie auf dem Reiter **Analoge Erfassung** der Testpanels den **Modus** auf „Continuous“. Klicken Sie auf „Start“ und beobachten Sie das Signal, das abgebildet wird. Klicken Sie zum Abschluss auf „Beenden“.

10. Beim Reiter **Digital-I/O** werden Sie feststellen, dass anfangs der Anschluss als reiner Eingang konfiguriert ist. Betrachten Sie unter **Status wählen** die LEDs, die den Zustand der Eingangsleitungen darstellen. Klicken Sie unter **Richtung auswählen** auf die Schaltfläche „Alle Ausgang“. Sie werden feststellen, dass Ihnen unter **Status wählen** jetzt Schalter zur Verfügung stehen, um den Ausgangszustand der verschiedenen Leitungen zu bestimmen. Klicken Sie auf „Schließen“, um die Testpanel zu beenden.
11. Beenden Sie MAX.




(Ende der Übung)

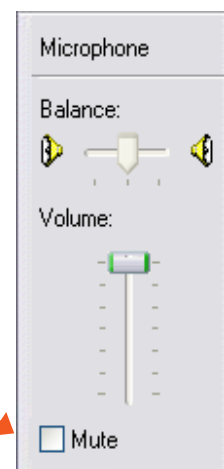


Übung 1 – Einrichten Ihres Geräts (Variante C)

Für diese Übung nutzen Sie Windows-Hilfsprogramme, um Ihre Soundkarte zu verifizieren und sie für den Einsatz mit einem Mikrofon einzurichten.

1. Richten Sie Ihr Mikrofon ein. Öffnen Sie mit einem Doppelklick auf das Symbol für den Lautstärkenregler das Konfigurationsfenster. Sie können das Fenster für die Audiokonfiguration über die Windows-Systemsteuerung finden: **Startmenü» Systemsteuerung» Sounds und Audiogeräte» Erweitert...**
2. Sollten Sie keinen Abschnitt für Mikrofone finden, gehen Sie auf **Optionen» Eigenschaften» Aufzeichnen**. Dadurch wird die Lautstärkenregelung des Mikrofons angezeigt. Bestätigen Sie mit „OK“. 
3. Entfernen Sie die Markierung vor „Ton aus“, falls sie nicht bereits deaktiviert ist. Prüfen Sie die Lautstärke.

Entfernen Sie die Markierung vor "Ton aus".



4. Schließen Sie das Fenster für die Lautstärkenregelung.
5. Öffnen Sie den Audiorecorder über **Start» Programme» Zubehör» Unterhaltungsmedien» Audiorecorder**.
6. Klicken Sie auf die Aufnahmeschaltfläche und sprechen Sie ins Mikrofon. Das Audiosignal wird nun im Audiorecorder dargestellt.
7. Klicken Sie auf die Stoppschaltfläche und schließen Sie den Audiorecorder, ohne die Änderungen nach Beendigung zu speichern.



(Ende der Übung)

LabVIEW öffnen und ausführen

Start» Programme» National Instruments LabVIEW 8.0



»



National Instruments LabVIEW 8.0

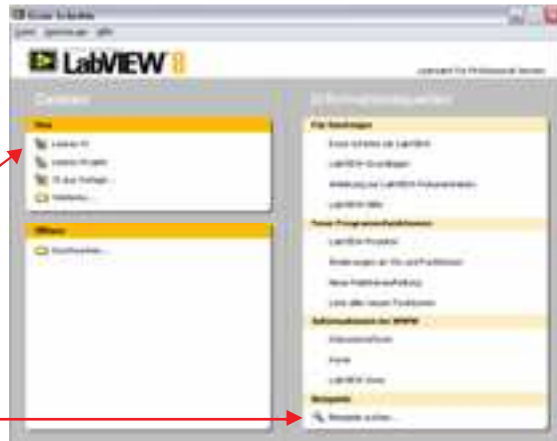
Startbildschirm:

Beginnen Sie mit einem
leeren VI:

Neu» Leeres VI
oder

Beginnen Sie mit einem
Beispiel:

Beispiele» Beispiele
suchen...



ni.com



LabVIEW

LabVIEW ist eine grafische Programmiersprache, die zur Erstellung von Anwendungen anstelle von Textzeilen Symbole verwendet. Im Gegensatz zu textbasierten Programmiersprachen, bei denen Befehle die Programmausführung festlegen, nutzt LabVIEW die Datenflussprogrammierung, bei der der Datenfluss die Ausführungsreihenfolge bestimmt.

Sie können etliche Add-on-Softwaretoolkits für die Entwicklung spezieller Anwendungen erwerben. Alle Toolkits lassen sich nahtlos in LabVIEW integrieren. Auf der Website von National Instruments erfahren Sie mehr zu diesen Toolkits.

LabVIEW umfasst zudem mehrere Assistenten, die die Konfigurierung von Datenerfassungsgeräten und computergestützten Messgeräten sowie das Erstellen von Anwendungen unterstützen.

LabVIEW Example Finder

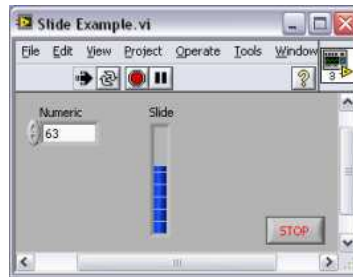
LabVIEW umfasst eine Vielzahl an Beispiel-VIs, die Sie nutzen und in selbst erstellte VIs integrieren können. Neben den in LabVIEW vorhandenen Beispiel-VIs haben Sie außerdem Zugriff auf vielfältige Beispiel-VIs in der NI Developer Zone (zone.ni.com). Sie können ein Beispiel-VI an eine Anwendung anpassen oder ein bzw. mehrere Beispiele in ein VI kopieren, das Sie selbst erstellen.

LabVIEW-Programme werden als virtuelle Instrumente, kurz VIs, bezeichnet.

Jedes VI umfasst zwei Fenster.

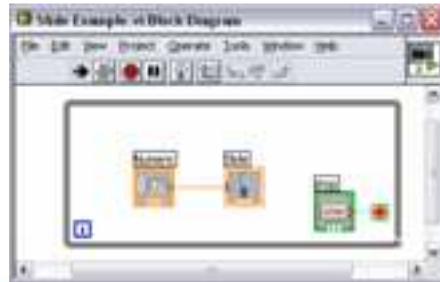
Das Frontpanel

- Benutzeroberfläche
 - Bedienelemente = Eingänge
 - Anzeigeelemente = Ausgänge



Das Blockdiagramm

- Grafischer Programmcode
 - Daten bewegen sich entlang v von Drähten v von Bedienelementen über Funktionen zu Anzeigeelementen.
 - Blöcke werden entsprechend des Datenflusses ausgeführt.



ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

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

Bedienelemente sind Eingaben und Anzeigeelemente sind Ausgaben.

Jedes VI besteht aus drei Hauptkomponenten:

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

In LabVIEW wird eine Benutzeroberfläche mithilfe einer Reihe von Werkzeugen und Objekten erstellt. Die Benutzeroberfläche wird Frontpanel genannt. Programmcode wird mittels grafischer Darstellungen von Funktionen hinzugefügt, um die Objekte auf dem Frontpanel zu steuern. Das Blockdiagramm enthält diesen Quellcode. Es gleicht in gewisser Hinsicht einem Flussdiagramm.

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

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

Elementpalette (Platzieren Sie Elemente auf das Frontpanel-Fenster.)
(Bedien- u. Anzeigeelemente)

Bedienelemente: numerisch

Palettenansicht anpassen

Anzeigen: numerischer Schieber

The image shows two windows from the LabVIEW software. On the left is a 'Slide Example' front panel with a 'Numerical' display showing '20' and a 'Slide' control. On the right is the 'Controls' palette window. Arrows point from the text labels to specific elements: 'Bedienelemente: numerisch' points to the 'Num Ctrl' icon in the palette; 'Palettenansicht anpassen' points to the 'View' button in the palette's title bar; 'Anzeigen: numerischer Schieber' points to the 'Num Inds' icon in the palette.

ni.com

NATIONAL INSTRUMENTS

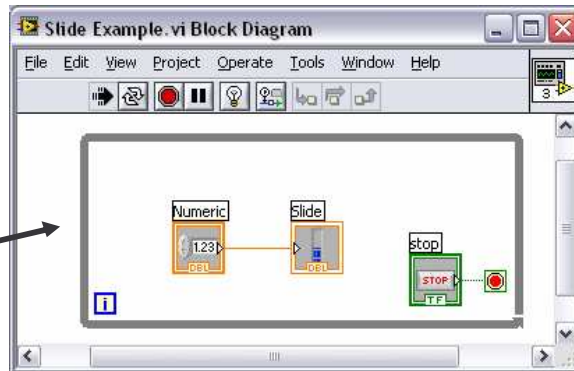
Mithilfe der **Elementpalette** platzieren Sie Bedien- und Anzeigeelemente auf dem Frontpanel. Diese Palette steht nur für das Frontpanel zur Verfügung. Um die Palette anzuzeigen, wählen Sie **Fenster» Elementpalette anzeigen**. Alternativ können Sie mit der rechten Maustaste an einer freien Stelle des Frontpanels klicken. Wenn Sie die **Elementpalette** auf dem Bildschirm verankern möchten, klicken Sie auf das Reißwecken-Symbol in der linken oberen Ecke der Palette.

Funktionenpalette (Unterpalette Strukturen)



**Struktur:
While-Schleife**

(Platzieren Sie Elemente auf das Blockdiagrammfenster.)



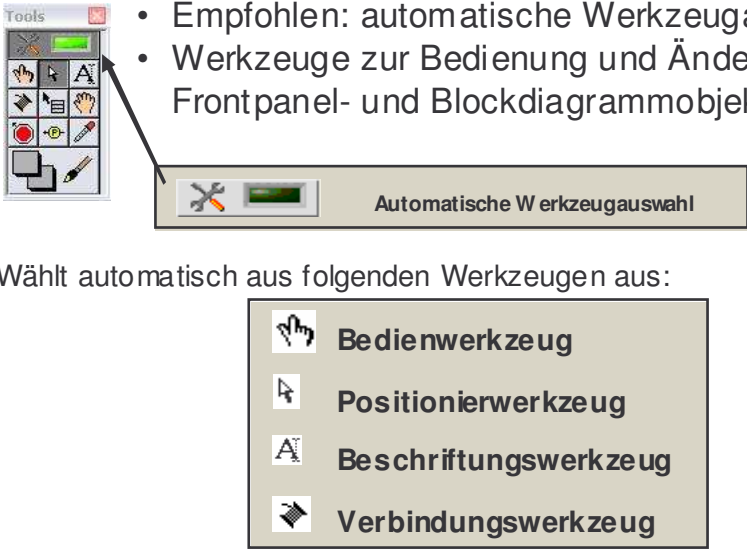
ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS





Die **Funktionenpalette** hingegen dient zur Erstellung des Blockdiagramms. Sie steht ausschließlich für das Blockdiagramm zur Verfügung. Um die Palette anzuzeigen, wählen Sie **Fenster» Funktionenpalette anzeigen**. Alternativ können Sie mit der rechten Maustaste an einer freien Stelle im Blockdiagramm klicken. Wenn Sie die **Funktionenpalette** auf dem Bildschirm verankern möchten, klicken Sie auf das Reiß wecken-Symbol in der linken oberen Ecke der Palette.

Werkzeugpalette

- Empfohlen: automatische Werkzeugauswahl
- Werkzeuge zur Bedienung und Änderung von Frontpanel- und Blockdiagrammobjekten



Wählt automatisch aus folgenden Werkzeugen aus:

-  **Bedienwerkzeug**
-  **Positionierwerkzeug**
-  **Beschriftungswerkzeug**
-  **Verbindungswerkzeug**

ni.com

NATIONAL INSTRUMENTS

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







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

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

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

Das **Verbindungswerkzeug** dient zum Verbinden („Verdrahten“) von Blockdiagramm-Objekten.

Weitere wichtige Werkzeuge:

-  **Scrolling Tool**
-  **Breakpoint Tool**
-  **Probe Tool**
-  **Color Copy Tool**
-  **Coloring Tool**
-  **Shortcut Menu Tool**



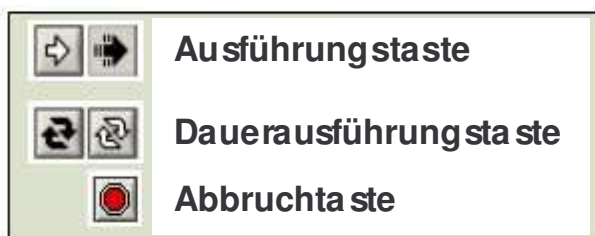
- Starten Sie das VI über die Schaltfläche **Ausführen**. Während der Ausführung des VIs erscheint auf der Schaltfläche **Ausführen** ein schwarzer Pfeil, wenn es sich beim VI um eines der höchsten Ebene („Top-Level-VI“) handelt, d. h. wenn es von keinem übergeordneten VI aufgerufen wird und somit kein SubVI ist.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Wiederholt ausführen**, um das VI so lange auszuführen, bis Sie es abbrechen oder anhalten. Durch einen erneuten Klick auf diese Schaltfläche können Sie den Modus der wiederholten Ausführung deaktivieren.
- Während der Ausführung des VIs wird die Schaltfläche **Ausführung abbrechen** eingeblendet. Klicken Sie auf diese Schaltfläche, um das VI ohne Verzögerung anzuhalten.
Hinweis: Vermeiden Sie zur Beendigung der Ausführung eines VIs, wenn möglich, die Verwendung der Schaltfläche **Ausführung abbrechen**. Lassen Sie stattdessen das VI bis zum Ende ausführen oder implementieren Sie eine Möglichkeit zur programmatischen Beendigung der Ausführung. Hierdurch ist das Ausführungsstadium des VIs zum Zeitpunkt der Beendigung bekannt. Fügen Sie beispielsweise auf dem Frontpanel eine Schaltfläche hinzu, die bei einem Klick die Ausführung des VIs beendet.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Pause**, um ein VI anzuhalten. Beim Klick auf die Schaltfläche **Pause** markiert LabVIEW im Blockdiagramm die Stelle, an der sich die Ausführung zum Zeitpunkt der Unterbrechung gerade befindet. Ein erneuter Klick auf die Schaltfläche **Pause** setzt die Ausführung des VIs fort.
- Im Pulldown-Menü **Texteinstellungen** können Sie die Schriftarteinstellungen für das VI einschließlich Größe, Stil und Farbe ändern.
- Im Pulldown-Menü **Objekte ausrichten** richten Sie Objekte an Achsen aus, beispielsweise vertikal, am oberen Rand, links usw.
- Verwenden Sie das Pulldown-Menü **Objekte einteilen**, um gleichmäßige Abstände wie beispielsweise Komprimierungen usw. zwischen den Objekten zu erhalten.
- Wählen Sie das Pulldown-Menü **Objektgröße verändern**, um die Höhe und Breite von Frontpanel-Objekten zu verändern.

- Wählen Sie das Pulldown-Menü **Neuordnen**, wenn Sie die Anordnung überlappender Objekte bestimmen möchten. Markieren Sie hierzu das betreffende Objekt mit dem Positionierwerkzeug aus und wählen Sie dann einen der Menüpunkte **Eins nach vorne**, **Eins nach hinten**, **Ganz nach vorne** oder **Ganz nach hinten**.

Hinweis: Die folgenden Schaltflächen erscheinen nur auf der Symbolleiste des Blockdiagramms.

- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Highlight-Funktion**, um den Datenfluss durch das Blockdiagramm mitzuverfolgen. Zum Deaktivieren der Highlight-Funktion klicken Sie erneut auf diese Schaltfläche.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Verbindungswerte erhalten**, um die Werte an jedem Punkt des Ausführungsablaufs zu speichern. So können Sie, wenn Sie eine Sonde an einen Draht anlegen, sofort den aktuellen Wert der Daten ermitteln, die durch den Draht laufen.
- Klicken Sie auf **Hineinspringen**, um eine Schleife, ein SubVI usw. in Einzelschritten auszuführen. Der Einzelschrittmodus ermöglicht die schrittweise Ausführung eines VIs – Knoten für Knoten. Dabei blinkt ein Knoten, wenn er zur Ausführung bereit ist. Durch Hineinspringen in einen Knoten können Sie diesen im Einzelschrittmodus ausführen.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Überspringen**, um eine Schleife, ein VI usw. zu überspringen. Durch Überspringen eines Knotens führen Sie diesen zwar aus, jedoch nicht im Einzelschrittmodus.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche **Herausspringen**, um aus einer Schleife, einem SubVI usw. herausszuspringen. Durch Herausspringen aus einem Knoten beenden Sie die Einzelschrittausführung dieses Knotens und begeben sich zum nächsten Knoten.

Weitere Werkzeuge:



Pause/Fortfahren

13pt Application Font

Texteinstellungen



Objekte ausrichten



Objekte anordnen



Neu ordnen



Objektgröße verändern

Zusätzliche Schaltflächen auf der Symbolleiste des Blockdiagramms



Highlight-Funktion



Einzelschrittausführung starten



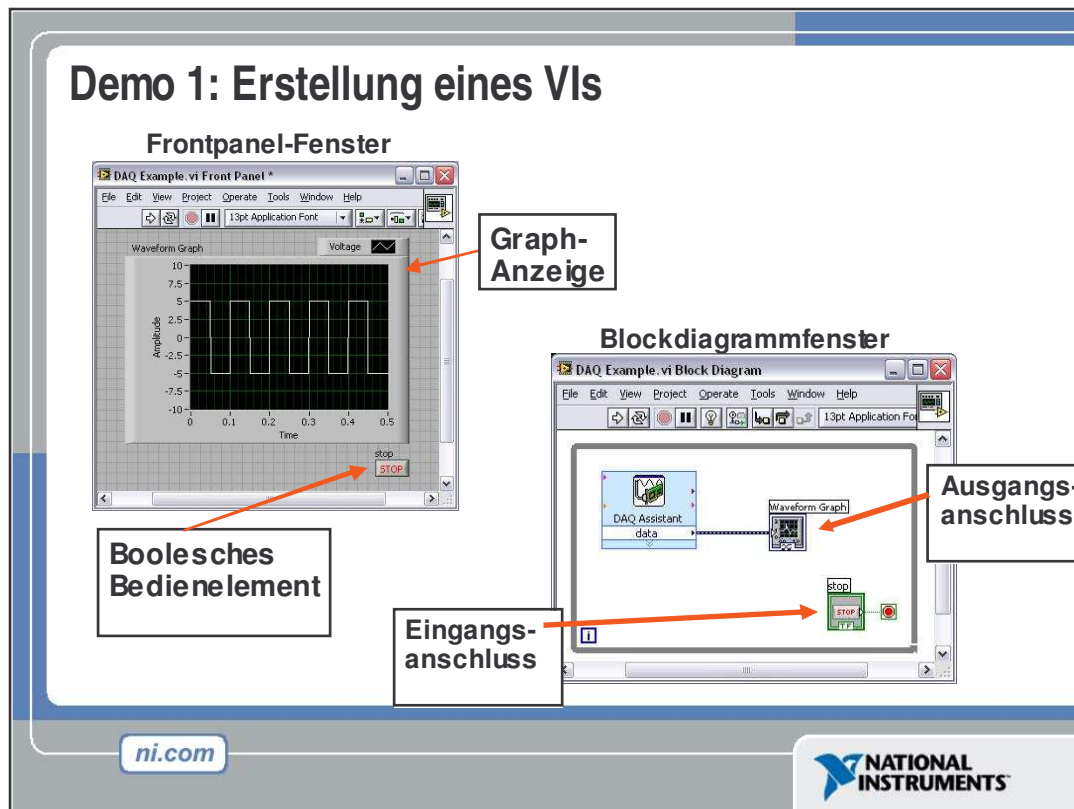
Einzelschrittausführung starten



Herausspringen



Verbindungswerte erhalten



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

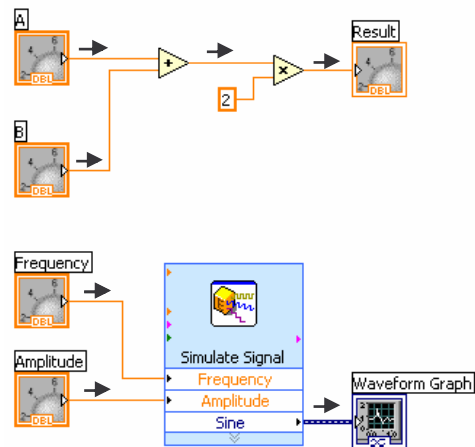
Jeder Anschluss bietet nützliche Informationen über das Frontpanel-Objekt, welches er repräsentiert. Die Farben und Symbole etwa geben Aufschluss über den Datentyp. Beispiel: Der Datentyp „Dynamisch“ ist ein polymorpher Datentyp der durch dunkelblaue Anschlüsse dargestellt wird. Boolesche Anschlüsse hingegen sind grün und tragen die Bezeichnung TF.

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

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

Datenflussprogrammierung

- Ausführung des Blockdiagramms
 - Abhängig vom Datenfluss
 - Blockdiagramm wird NICHT von links nach rechts ausgeführt
- Der Knoten wird ausgeführt, wenn Daten an ALLEN Eingangsanschlüssen zur Verfügung stehen.
- Die Knoten stellen nach der Ausführung allen Ausgangsanschlüssen Daten bereit.



ni.com

NATIONAL INSTRUMENTS

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

Betrachten wir nun das obige Blockdiagramm. Es werden zwei Zahlen addiert und die Summe anschließend mit 2 multipliziert. In diesem Fall wird das Blockdiagramm von links nach rechts ausgeführt. Grund hierfür ist jedoch nicht die Reihenfolge der Objekte, sondern, dass einer der Eingänge der Multiplikationsfunktion erst belegt werden kann, wenn die Additionsfunktion ausgeführt und das Ergebnis an die Multiplikationsfunktion weitergeleitet wurde. Bedenken Sie, dass ein Knoten nur dann ausgeführt werden kann, wenn an all seinen Eingängen Daten anliegen. Zudem erfolgt die Datenübergabe an die Ausgänge erst nach Beendigung der Ausführung. Im zweiten Teil des Codes erhält das Express-VI „Signal simulieren“ Werte von den Bedienelementen und gibt das Ergebnis an den Graphen weiter.

Die Codes „Addieren-Multiplizieren“ und „Signal simulieren“ können parallel auf demselben Blockdiagramm vorhanden sein. Das bedeutet, dass sie gleichzeitig mit ihrer Ausführung beginnen werden und unabhängig voneinander ablaufen. Wenn der Rechner, der diesen Programmcode ausführt, mehrere Prozessoren hätte, so könnten diese beide Codeteile unabhängig voneinander (jeder auf seinem eigenen Prozessor) laufen, ohne weitere Codierung zu erfordern.

Techniken zur Fehlerbehandlung

• Fehlersuche



Klicken Sie auf die Taste für die unterbrochene Ausführung. Es erscheint ein Fenster, in dem der Fehler angezeigt wird.

• Highlight-Funktion



Klicken Sie auf die Schaltfläche **Highlight-Funktion**. Der Datenfluss wird mittels Kreisen dargestellt. Auf den Drähten werden Werte angezeigt.

• Sonden



Bei Rechtsklick auf einen Draht wird die Sonde angezeigt. Sie zeigt die Daten bei ihrem Fluss durch einen Drahtabschnitt an.



Das Sonden-Werkzeug kann auch in der Werkzeugpalette ausgewählt werden. Klicken Sie dann auf eine Verbindung.

ni.com



Sollte ein VI nicht ausführbar sein, dann wird die Schaltfläche **Ausführen** als durchbrochener Pfeil angezeigt.

- **Fehlersuche:** Mit einem Klick auf die Schaltfläche mit dem gebrochenen Pfeil öffnet sich das Fenster **Fehlerliste**. Um das fehlerhafte Objekt im Blockdiagramm hervorzuheben, führen Sie einen Doppelklick auf eine Fehlermeldung aus.
- **Highlight-Funktion:** Sie ermöglicht es, durch die Animierung des Blockdiagramms den Datenfluss mitzuverfolgen und Zwischenwerte einzusehen. Sie können die Highlight-Funktion über die Schaltfläche mit dem **Glühbirnensymbol** (de-)aktivieren.
- **Sonde:** Mit ihrer Hilfe lassen sich Werte gezielt einsehen, so z. B. in Arrays und Clustern. Klicken Sie zum Anbringen einer Sonde mit dem Sondenwerkzeug auf die gewünschte Verbindung.
- **Verbindungswerte erhalten:** Wird in Verbindung mit Sonden eingesetzt, um die Werte vom letzten Schleifendurchlauf des Programms anzuzeigen.
- **Haltepunkt:** Dient zum gezielten Unterbrechen der VI-Ausführung an einer gewünschten Stelle im Blockdiagramm. Klicken Sie mit dem **Haltepunkt**-Werkzeug auf ein Verbindungsstück oder ein Objekt, um dort einen Haltepunkt zu setzen.



Übung 2 – Erfassen eines Signals mit einem Datenerfassungsmodul (Variante A)

Hinweis: Bevor Sie mit dieser Übung beginnen, kopieren Sie den Ordner „Übungen und Lösungen“ auf den Desktop Ihres Rechners.

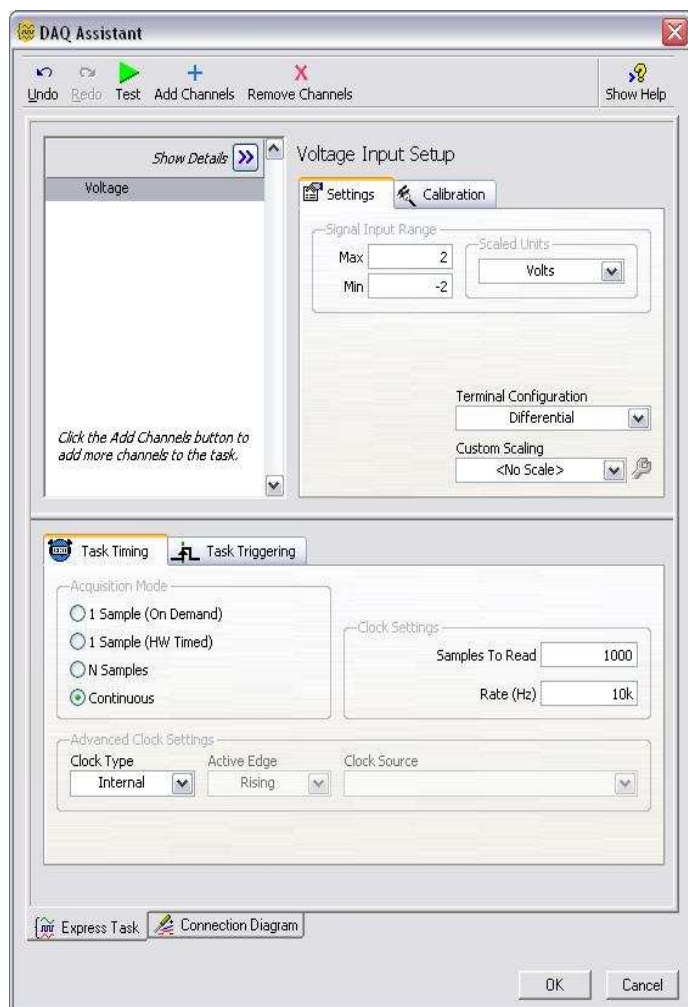
Anhand der folgenden Schritte können Sie ein VI erstellen, das Daten fortlaufend von Ihrem Datenerfassungsgerät einliest.

1. Starten Sie LabVIEW.
2. Klicken Sie im Fenster **Erste Schritte** auf den Link **Neu, VI aus Vorlage** oder **Weiteres...** zur Anzeige des Dialogfelds **Neu**.
3. Öffnen Sie eine Datenerfassungsvorlage. Wählen Sie aus der Liste „Neu erstellen“ **VI» Von Vorlage» Datenerfassung» Datenerfassung mit NI-DAQmx.vi** und bestätigen mit „OK“.
4. Bringen Sie das Blockdiagramm durch Anklicken bzw. über den Menüpunkt **Fenster» Blockdiagramm anzeigen** in den Vordergrund. Lesen Sie dort die Anleitungen betreffend der Fertigstellung des Programms.
5. Führen Sie einen Doppelklick auf den DAQ-Assistenten aus, um den Konfigurationsassistenten zu starten.
6. Konfigurieren Sie eine Analogeingangsoperation.
 - a. Wählen Sie **Analogeingang» Spannung**.
 - b. Wählen Sie **Dev1 (USB-6009)» ai0**, um Daten am Analogeingangskanal 0 zu erfassen und klicken Sie anschließend auf „Beenden“.
 - c. Im folgenden Fenster bestimmen Sie Parameter für Ihre Analogeingangsoperation. Um einen Eingangsbereich auszuwählen, der auf Ihr Mikrofon abgestimmt ist, geben Sie beim Reiter **Einstellungen** **2 Volt** als Maximum und **-2 Volt** als Minimum ein. Wählen Sie beim Reiter **Task-Timing** „**Continuous**“ als Erfassungsmodus und geben Sie **10000** als Rate ein. Alle anderen Auswahlmöglichkeiten bleiben auf ihren Standardwerten. Wählen Sie „OK“, um den Assistenten zu verlassen.
7. Platzieren Sie das Express-VI „Filter“ rechts neben den DAQ-Assistenten auf das Blockdiagramm. Wählen Sie aus der Funktionenpalette **Express» Signal-Analyse» Filter** und platzieren Sie es auf das Blockdiagramm innerhalb der While-Schleife. Klicken Sie nach Aufrufen der Funktionenpalette auf die kleine Reißzwecke in der oberen linken Ecke der Palette. Dadurch wird die Palette auf dem Bildschirm verankert. Dieser Schritt wird in der folgenden Übung ausgelassen, sollte aber wiederholt werden. Wählen Sie im Konfigurationsfenster unter Filtertyp „Hochpass“. Verwenden Sie bei Grenzfrequenz einen Wert von 300 Hz. Bestätigen Sie mit „OK“.

8. Stellen Sie die folgenden Verbindungen auf dem Blockdiagramm her, indem Sie Ihre Maus über den Anschluss bewegen, so dass sie sich in das Verdrahtungswerkzeug verwandelt. Klicken Sie einmal auf jeden der Anschlüsse, die Sie verbinden möchten.
 - a. Verbinden Sie den Ausgabeanschluss „Daten“ des VIs DAQ-Assistent mit dem Eingang „Signal“ des Filter-VIs.
 - b. Erstellen Sie eine Graph-Anzeige für das gefilterte Signal durch Rechtsklick mit der Maustaste auf den Ausgabeanschluss „Gefiltertes Signal“ und wählen Sie **Erstellen» Graph-Anzeige**.
9. Kehren Sie über **Fenster» Frontpanel anzeigen** oder die Tastenkombination <Strg+E> wieder zum Frontpanel zurück.
10. Führen Sie Ihr Programm durch Klicken auf die Taste „Ausführen“ aus. Summen oder pfeifen Sie ins Mikrofon. So können Sie beobachten, wie sich der Spannungsverlauf verändert.
11. Bestätigen Sie anschließend mit **Stopp**.
12. Speichern Sie das VI als „Übung 2 – Erfassen.vi“ im Ordner mit den Übungen und schließen Sie es.

Hinweis: Die Lösung für diese Übung finden Sie am Ende des Handbuchs.

Tipp: Sie können den DAQ-Assistenten aus der Funktionenpalette auf Ihrem Blockdiagramm platzieren. Mit einem Rechtsklick auf das Blockdiagramm öffnen Sie die Funktionenpalette. Sie finden ihn unter **Express» Eingabe**.



(Ende der Übung)



Übung 2 – Erfassen eines Signals mit einem Datenerfassungsmodul (Variante B)

Hinweis: Bevor Sie mit dieser Übung beginnen, kopieren Sie den Ordner „Übungen und Lösungen“ auf den Desktop Ihres Rechners.

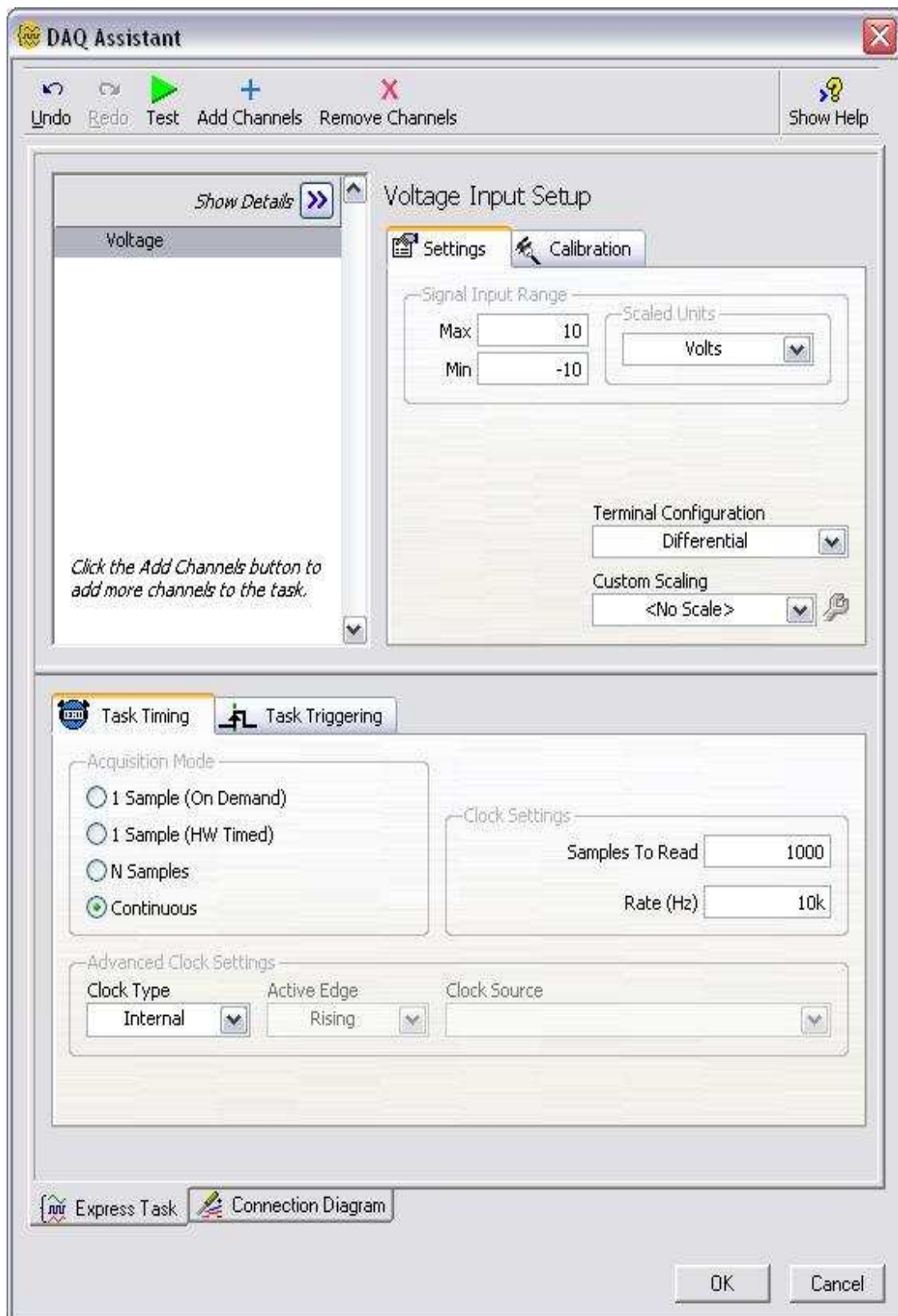
Anhand der folgenden Schritte können Sie ein VI erstellen, das Daten fortlaufend von Ihrem Datenerfassungsgerät einliest.

1. Starten Sie LabVIEW.
2. Klicken Sie im Fenster **Erste Schritte** auf den Link **Neu** oder **VI aus Vorlage** zur Anzeige des Dialogfelds **Neu**.
3. Öffnen Sie eine Datenerfassungsvorlage. Wählen Sie aus der Liste „Neu erstellen“ **VI» Aus Vorlage» Datenerfassung» Datenerfassung mit NI-DAQmx.vi** und bestätigen Sie mit „OK“.
4. Bringen Sie das Blockdiagramm durch Anklicken bzw. über den Menüpunkt **Fenster» Blockdiagramm anzeigen** in den Vordergrund. Lesen Sie dort die Anleitungen betreffend der Fertigstellung des Programms.
5. Führen Sie einen Doppelklick auf den DAQ-Assistenten aus, um den Konfigurationsassistenten zu starten.
6. Konfigurieren Sie eine Analogeingangsoperation.
 - a. Wählen Sie **Analogeingang» Spannung**.
 - b. Wählen Sie **Dev1 (PCI-6220)» ai0**, um Daten am Analogeingangskanal 0 zu erfassen und klicken Sie anschließend auf „Beenden“.
 - c. Im folgenden Fenster bestimmen Sie Parameter für Ihre Analogeingangsoperation.

Wählen Sie beim Reiter Task-Timing „**Continuous**“ als Erfassungsmodus, geben Sie 1000 für die zu lesenden Werte und **10000** als Rate ein. Alle anderen Auswahlmöglichkeiten bleiben auf ihren Standardwerten. Wählen Sie „OK“, um den Assistenten zu verlassen.
7. Führen Sie im Blockdiagramm einen Rechtsklick mit der Maustaste auf den schwarzen Pfeil rechts neben dem Wort „Daten“ aus. Wählen Sie **Erstellen» Graph-Anzeige** aus dem Menü, das sich über den Rechtsklick öffnete.
8. Kehren Sie über **Fenster» Frontpanel anzeigen** oder die Tastenkombination <Strg+E> wieder zum Frontpanel zurück.
9. Führen Sie Ihr Programm durch Klicken auf die Taste „Ausführen“ aus. Beobachten Sie die im Graphen simulierte Sinuskurve.
10. Bestätigen Sie anschließend mit **Stopp**.
11. Speichern Sie das VI als „Übung 2 – Erfassen.vi“ im Ordner Übungen und schließen Sie es. Schließen Sie das VI.

Hinweise:

- Die Lösung für diese Übung finden Sie am Ende des Handbuchs.
- Sie können den DAQ-Assistenten aus der Funktionenpalette auf Ihrem Blockdiagramm platzieren. Mit einem Rechtsklick auf das Blockdiagramm öffnen Sie die Funktionenpalette. Sie finden ihn unter **Express» Eingabe**. Klicken Sie nach Aufrufen der Funktionenpalette auf die kleine Reißzwecke in der oberen linken Ecke der Palette. Dadurch wird die Palette auf dem Bildschirm verankert. Dieser Schritt wird in der folgenden Übung ausgelassen, sollte aber wiederholt werden.



(Ende der Übung)



Übung 2 – Erfassen eines Signals mit der Soundkarte (Variante C)

Hinweis: Bevor Sie mit dieser Übung beginnen, kopieren Sie den Ordner "Übungen und Lösungen" auf den Desktop Ihres Rechners.

Anhand der folgenden Schritte können Sie ein VI erstellen, das Daten von Ihrer Soundkarte erfasst.

1. Starten Sie LabVIEW.
2. Klicken Sie im Fenster **Erste Schritte** auf den Link **Leeres VI**.
3. Bringen Sie das Blockdiagramm mit der Tastenkombination <Strg+E> bzw. über den Menüpunkt **Fenster» Blockdiagramm anzeigen** in den Vordergrund.
4. Platzieren Sie das Express-VI Audioaufnahme auf das Blockdiagramm. Öffnen Sie mit einem Klick der rechten Maustaste die Funktionenpalette und wählen Sie **Express» Eingabe» Audioaufnahme**. Platzieren Sie das Express-VI auf das Blockdiagramm.
5. Wählen Sie im Konfigurationsfenster unter **#Kanäle** die **1** aus dem Pull-down-Menü und bestätigen Sie mit „OK“.
6. Platzieren Sie das Filter-Express-VI rechts neben das VI „Signal erfassen“ auf das Blockdiagramm. Wählen Sie aus der Funktionenpalette **Express» Signal-Analyse» Filter** und platzieren Sie es auf das Blockdiagramm. Wählen Sie im Konfigurationsfenster unter **Filtertyp** „**Hochpass**“. Verwenden Sie bei Grenzfrequenz einen Wert von 300 Hz. Bestätigen Sie mit „OK“.
7. Stellen Sie die folgenden Verbindungen auf dem Blockdiagramm her, indem Sie Ihre Maus über den Anschluss bewegen, so dass sie sich in das Verdrahtungswerkzeug verwandelt. Klicken Sie einmal auf jeden der Anschlüsse, die Sie verbinden möchten.
 - a. Verbinden Sie den Ausgabeanschluss „Daten“ des VIs „Signal erfassen“ mit dem Eingang „Signal“ des Filter-VIs.
 - b. Erstellen Sie eine Graph-Anzeige für das gefilterte Signal durch Rechtsklick auf den Ausgabeanschluss „Gefiltertes Signal“ und wählen Sie **Erstellen» Graph-Anzeige**.
8. Gehen Sie über die Tastenkombination <Strg+E> oder **Fenster» Frontpanel anzeigen** wieder auf das Frontpanel.
9. Führen Sie Ihr Programm durch Klicken auf die Taste „Ausführen“ aus. Summen oder pfeifen Sie in Ihr Mikrofon und beobachten Sie die Daten, die Sie von Ihrer Soundkarte erfassen.
10. Speichern Sie das VI als „Übung 2 – Erfassen.vi“ im Ordner Übungen und schließen Sie es.
11. Schließen Sie das VI.

Hinweis: Die Lösung für diese Übung finden Sie am Ende des Handbuchs.

(Ende der Übung)

Kontexthilfe

- **Hilfe» Kontexthilfe anzeigen** oder die Tastenkürzel <Strg+H>
- Bewegen Sie den Cursor über ein Objekt zur Aktualisierung des Fensters.

Zusätzliche Hilfen

- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das VI-Symbol und wählen Sie **Hilfe** oder
- Wählen Sie „**Ausführliche Hilfe**“ in der Kontexthilfe



ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

Im Fenster **Kontexthilfe** werden grundlegende Informationen zu LabVIEW-Objekten aufgeführt, wenn Sie den Cursor über ein Objekt bewegen. Objekte, zu denen eine Kontexthilfe verfügbar ist, umfassen VIs, Funktionen, Konstanten, Strukturen, Paletten, Eigenschaften, Methoden, Ereignisse und Komponenten von Dialogfeldern.

Wählen Sie **Hilfe» Kontexthilfe anzeigen**, um das Fenster Kontexthilfe anzuzeigen. Das Fenster kann auch durch Drücken der Tasten <Strd+H> oder Klicken auf die Schaltfläche **Kontexthilfe anzeigen** in der Symbolleiste geöffnet werden.

Verbindungen, die in der Kontexthilfe angezeigt werden:

Erforderlich – fett

Empfohlen – normal

Optional – ausgeblendet

Zusätzliche Hilfen

- **Hilfe-VIs, Hilfe-Funktionen** und eine **Anwendungshilfe** stehen ebenfalls zur Verfügung.
 - **Hilfe» VI, Funktion** und **Anwendungshilfe**
 - Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das VI-Symbol und wählen Sie **Hilfe** oder
 - wählen Sie „**Ausführliche Hilfe**“ in der Kontext-Hilfe.
- **LabVIEW-Hilfe – Referenzhilfe**
 - **Hilfe» Suche in der LabVIEW-Hilfe...**

Tipps für den Umgang mit LabVIEW

- Tastenkürzel
 - <Strg+H> – Kontexthilfe anzeigen/verbergen
 - <Strg+B> – Fehlerhafte Verbindungen aus dem Blockdiagramm entfernen
 - <Strg+E> – Umschalten zwischen Frontpanel und Blockdiagramm
 - <Strg+Z> – Rückgängig
- **Werkzeuge» Optionen...** – Voreinstellungen in LabVIEW festlegen
- **VI-Einstellungen** – Konfiguration des VI-Erscheinungsbilds, Dokumentation usw.

ni.com



Im LabVIEW gibt es zahlreiche Tastenkürzel, die Ihnen das Entwickeln erheblich erleichtern. Einige der am häufigsten eingesetzten Tastenkombinationen sind oben aufgeführt.

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

Über **Werkzeuge» Optionen...** öffnet sich ein Dialogfenster zur individuellen Anpassung zahlreicher Einstellungen zu Frontpanel, Blockdiagramm, Farbgestaltung, Drucken etc.

Analog zu diesen allgemeinen LabVIEW-Optionen lassen sich über **Datei» VI-Einstellungen...** VI-spezifische Eigenschaften festlegen. Beispielsweise bietet sich die Möglichkeit, das VI zu dokumentieren, das Fenstererscheinungsbild zu ändern, u. v. m.

Abschnitt II – Elemente eines gängigen Programms

A. Schleifen

- While-Schleife
- For-Schleife

B. Funktionen und SubVIs

- Funktionsarten
- Erstellen von individuellen Funktionen (SubVI)
- Funktionenpalette und Suche

C. Entscheidungsfindung und Datei-I/O



- Case-Struktur
- Auswahl (einfacher Bedingungsbehl)
- Datei-I/O

ni.com

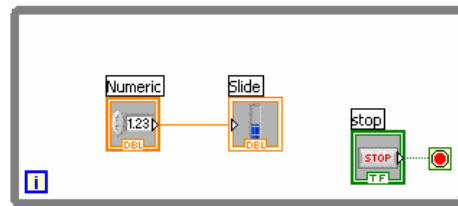


Schleifen



• While-Schleifen

-  – Iterationsanschluss zählt die Schleifendurchläufe
- Läuft wenigstens einmal durch
-  – Läuft weiter, bis Abbruchbedingung erfüllt ist

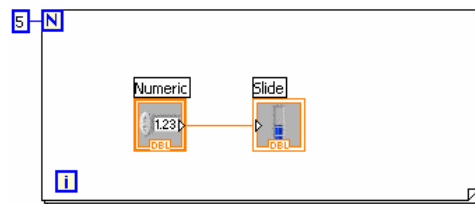
While-Schleife



• For-Schleifen

-  – Iterationsanschluss zählt die Schleifendurchläufe
- Anzahl der Schleifendurchläufe wird bestimmt durch Zählerterminal 

For-Schleife



ni.com



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

While-Schleifen

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

For-Schleifen

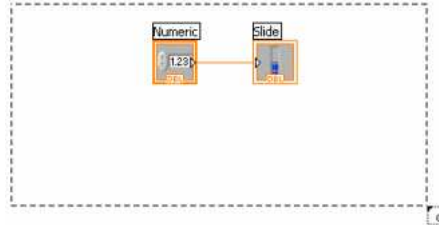
Eine For-Schleife (siehe Abbildung oben) führt ein Unterdiagramm so oft aus wie vorgegeben. Der Wert im mit einem N gekennzeichneten Anschluss „Schleifenzähler“ (einem Eingangsanschluss) zeigt an, wie oft das Unterdiagramm wiederholt werden soll. Der Iterationsanschluss (ein Ausgabeanschluss, unten links abgebildet) enthält die Anzahl der abgeschlossenen Schleifendurchläufe. Die Zählung der Durchläufe beginnt stets bei Null. Während des ersten Durchlaufs gibt der Iterationsanschluss den Wert 0 aus.

Zeichnen einer Schleife

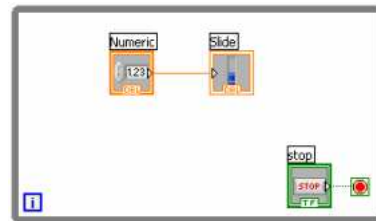
1. Struktur auswählen



2. Zu wiederholenden Code einfügen



3. Zusätzliche Knoten platzieren und dann verbinden

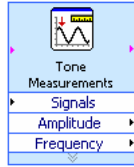


Die Schleifen befinden sich auf der Palette **Funktionen» Strukturen** und werden wie folgt im Blockdiagramm abgelegt:

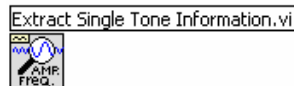
- Wurde eine der beiden Schleifen ausgewählt, so nimmt der Mauszeiger die Form einer Miniaturschleife an, mit deren Hilfe nun der zu wiederholende Codeabschnitt umrahmt werden kann.
- Klicken Sie hierzu mit der Maus zuerst an die Stelle, an der Sie die linke obere Ecke der Schleife wünschen, und ein zweites Mal dort, wo sich die untere rechte Ecke der Schleife befinden soll. Hierdurch haben Sie den zu wiederholenden Codeabschnitt im Rechteck der Schleife eingeschlossen.
- Legen Sie bei Bedarf weitere Knoten in der While- oder For-Schleife ab.

3 Funktionsarten (aus der Funktionenpalette)

Express-VIs: interaktive VIs mit konfigurierbarer Dialogseite (**blauer Rahmen**)



Standard-VIs: modularisierte VIs, durch Verdrahtung individuell angepasst (**benutzerdefinierbar**)



Funktionen: grundlegende Bedienelemente von LabVIEW; kein Frontpanel bzw. Blockdiagramm (**gelb**)



ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

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

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

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

Welche Funktionsarten sind verfügbar?

• Eingang und Ausgang

- Signal- und Datensimulation
- Erfassen und Erzeugen realer Signale mit Datenerfassung
- Instrumenten-I/O-Assistent (seriell und GPIB)
- ActiveX zur Kommunikation mit anderen Programmen

Express-Funktionenpalette



• Analyse

- Signalverarbeitung
- Statistik
- Fortgeschrittene Mathematik und Formeln

• Speicherung

- Datei-I/O

ni.com



LabVIEW umfasst standardmäßig mehrere Hundert Funktionen, die Ihnen für die Erfassung, Analyse und Darstellung von Daten zur Verfügung stehen. Gewöhnlich werden diese Funktionen wie in der obigen Folie dargestellt verwendet.

LabVIEW-Toolkits

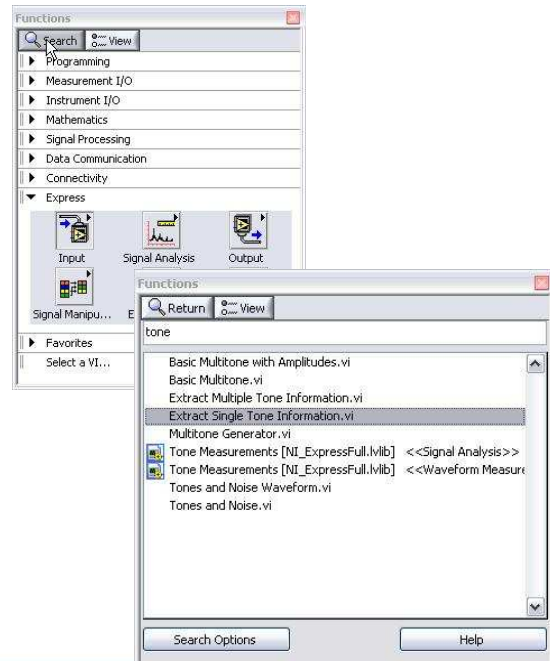
Zusätzliche Toolkits stehen für die Ergänzung von LabVIEW um Funktionalität für spezifische Anwendungsbereiche bereit. Diese Toolkits umfassen:

<p>Anwendungsverteilung und -übertragung auf Zielsysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> * LabVIEW PDA Module * LabVIEW Real-Time Module * LabVIEW FPGA Module * LabVIEW Vision Development Module <p>Einsatz in Embedded-Systemen</p> <ul style="list-style-type: none"> * DSP Test Integration Toolkit * Embedded Test Integration Toolkit * Digital Filter Design Toolkit * LabVIEW FPGA Module 	<p>Signalverarbeitung und -analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> * Sound and Vibration Toolkit * Advanced Signal Processing Toolkit * Modulation Toolkit * Spectral Measurements Toolkit * Order Analysis Toolkit * Digital Filter Design Toolkit <p>Werkzeuge für die Softwareentwicklung und Optimierung</p> <ul style="list-style-type: none"> * Execution Trace Toolkit für LabVIEW Real-Time * Express VI Development Toolkit * State Diagram Toolkit * VI Analyzer Toolkit 	<p>Erstellung und Simulation von Steuer- und Regelungssystemen</p> <ul style="list-style-type: none"> * Control Design and Simulation Bundle * LabVIEW Real-Time Module * System Identification Toolkit * Control Design Toolkit * LabVIEW Simulation Module * State Diagram Toolkit <p>Bilddatenerfassung und -verarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> * LabVIEW Vision Development Module * NI Vision Builder for Automated Inspection * NI-IMAQ für IEEE 1394
---	---	---

<http://www.ni.com/toolkits/d>

Suche nach Bedienelementen, VIs und Funktionen

- Paletten umfassen Hunderte von VIs.
- Klicken Sie auf die Schaltfläche Suchen, um alle VIs für eine Textsuche zu indizieren.
- Klicken Sie auf ein Element und verschieben Sie es vom Suchfenster ins Blockdiagramm.
- Mit einem Doppelklick auf ein Element öffnen Sie die Palette des Elements bzw. der Funktion oder des VIs.



ni.com

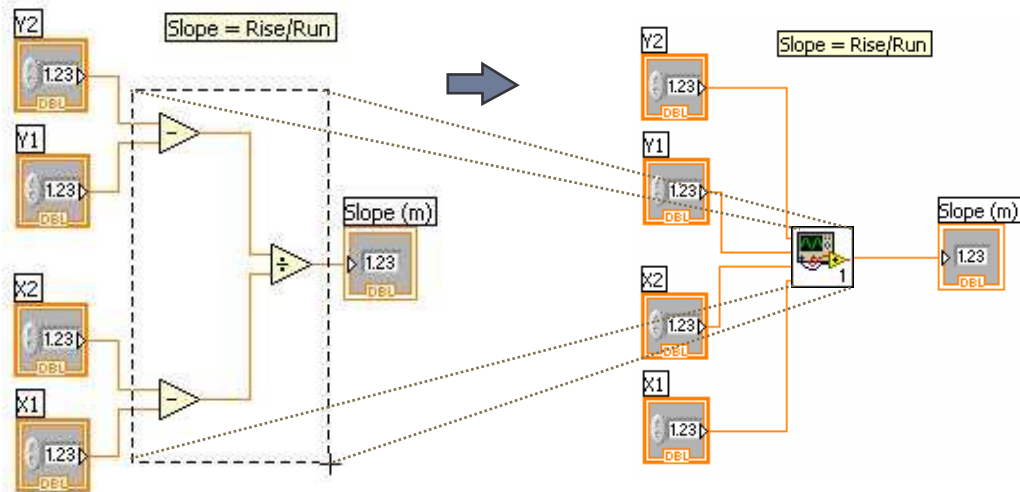


Benutzen Sie die Schaltflächen am oberen Rand des Palettenfensters, um in den Paletten zu navigieren, in ihnen zu suchen und sie zu bearbeiten.

Sie können nach Elementen, VIs und Funktionen suchen, die entweder bestimmte Wörter enthalten oder mit bestimmten Wörtern anfangen. Durch einen Doppelklick auf das Suchergebnis öffnet sich die Palette, die das Suchergebnis enthält. Sie können auch direkt auf den Namen des Elements, des VIs oder der Funktion klicken und ihn in das Frontpanel oder das Blockdiagramm verschieben.

Erstellung eines SubVIs

- Markieren Sie den Bereich, der in ein SubVI umgewandelt werden soll.
- Wählen Sie **Bearbeiten» SubVI erstellen**.



ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

SubVIs erstellen

Nachdem Sie ein VI erstellt haben, kann dieses in anderen VIs verwendet werden. Ein VI, das im Blockdiagramm eines anderen VIs aufgerufen wird, nennt man SubVI. Sie können ein SubVI in anderen VIs wieder verwenden. Für die Erstellung eines SubVIs wird ein Anschlussfeld und ein Symbol benötigt.

Ein SubVI-Knoten entspricht einem Subroutineaufruf in textbasierten Programmiersprachen. Ein Blockdiagramm mit mehreren identischen SubVI-Knoten ruft dasselbe SubVI mehrere Male auf.

Die Bedien- und Anzeigeelemente eines SubVIs empfangen Daten vom Blockdiagramm des aufrufenden VIs und geben Daten an dieses Blockdiagramm zurück. Klicken Sie auf das Symbol **VI auswählen** oder auf den Text der Funktionenpalette, wählen Sie ein VI aus, führen Sie einen Doppelklick auf dem VI aus und fügen Sie es in das Blockdiagramm ein, damit es als SubVI aufgerufen wird.

Die Eingangs- und Ausgangsanschlüsse eines SubVIs und das Symbol können ganz einfach benutzerspezifisch angepasst werden. Folgen Sie den unten stehenden Anleitungen, um ein SubVI zügig zu erstellen.

Erstellen von SubVIs aus VI-Abschnitten

Konvertieren Sie einen Teil eines VIs in ein SubVI, indem Sie mithilfe des Positionierwerkzeugs den Abschnitt des Blockdiagramms markieren, den Sie wieder verwenden möchten. Wählen Sie dann die Option **Bearbeiten» SubVI erstellen** aus. Der markierte Abschnitt des Blockdiagramms wird nun durch ein Symbol für das neue SubVI ersetzt. LabVIEW erstellt die Bedien- und Anzeigeelemente für das neue SubVI, konfiguriert je nach Anzahl der markierten Bedien- und Anzeigeelementeanschlüsse automatisch das Anschlussfeld und verknüpft das SubVI mit bestehenden Verbindungen.

Weitere Hinweise finden Sie unter **Hilfe» LabVIEW-Hilfe durchsuchen...» SubVIs**.

Funktionen und SubVIs in LabVIEW arbeiten wie Funktionen in anderen Programmiersprachen

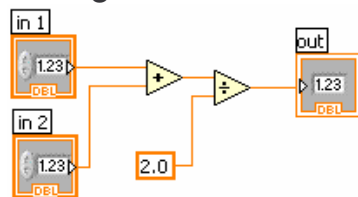
Funktionspseudocode

```
function average (in1, in2, out)
{
  out = (in1 + in2)/2.0;
}
```

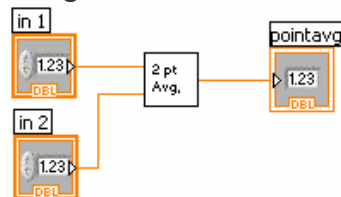
Pseudocode des Hauptprogramms des aufrufenden Programms

```
main
{
  average (in1, in2, pointavg)
}
```

Blockdiagramm eines SubVIs



Blockdiagramm des aufrufenden VIs



ni.com



Ein SubVI-Knoten entspricht einem Subroutineaufruf in textbasierten Programmiersprachen. Der Knoten ist nicht das SubVI selbst, ebenso wie ein Unterprogrammaufruf in einem Programm nicht das Unterprogramm selbst ist. Ein Blockdiagramm mit mehreren identischen SubVI-Knoten ruft dasselbe SubVI mehrere Male auf.

Ein solcher modularer Aufbau trägt zur einfachen Wartung und zur einfacheren Fehlersuche einer Applikation bei.

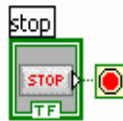
Die Funktionalität des SubVIs ist für dieses Beispiel nicht relevant. Das Entscheidende ist die Übergabe von zwei numerischen „Eingängen“ und einem numerischen Ausgang.



Übung 3.1 – Analyse (Varianten A, B und C)

Erstellen Sie ein VI, das so lange eine Sinuskurve mit einer bestimmten Frequenz erzeugt und die Daten in einem Signalverlaufsgraphen anzeigt, bis die Ausführung vom Anwender beendet wird.

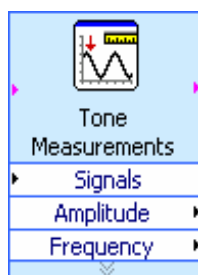
1. Öffnen Sie ein leeres VI im Fenster „Erste Schritte“.
2. Platzieren Sie ein Diagramm auf dem Frontpanel. Öffnen Sie mit einem Klick der rechten Maustaste die Elementpalette und wählen Sie **Bedienelemente» Modern» Graph» Signalverlaufsgraph**.
3. Platzieren Sie einen Drehregler auf dem Frontpanel. Wählen Sie aus der Elementpalette **Bedienelemente» Modern» Numerisch» Drehregler**. Wenn Sie das Bedienelement zum ersten Mal auf dem Frontpanel platzieren, ist der Beschriftungstext markiert. Geben Sie, während dieser Text markiert ist, "Frequenz ein" ein, um dieses Bedienelement zu benennen.
4. Wechseln Sie in das Blockdiagramm (<Strg+E>) und legen Sie eine While-Schleife ab. Öffnen Sie mit einem Klick der rechten Maustaste die Funktionenpalette und wählen Sie **Express» Ausführung» While-Schleife**. Klicken Sie auf das Blockdiagramm und ziehen Sie die While-Schleife auf die entsprechende Größe. Wählen Sie den Signalverlaufsgraphen und den Drehregler aus und ziehen Sie sie in die While-Schleife, falls sie sich dort noch nicht befinden. Eine Stopp-Taste ist bereits an den Bedingungsanschluss der While-Schleife angeschlossen.



5. Platzieren Sie das Express-VI „Signal simulieren“ auf das Blockdiagramm. Wählen Sie aus der Funktionenpalette **Express» Signal-Analyse» Signal simulieren** und platzieren Sie es auf das Blockdiagramm innerhalb der While-Schleife. Wählen Sie bei Timing im Konfigurationsfenster „Erfassungs-Timing simulieren“. Bestätigen Sie mit „OK“.



6. Platzieren Sie ein Express-VI „Messung von Frequenzkomponenten“ auf das Blockdiagramm (**Express» Signal-Analyse» Messungen von Frequenzkomponenten**). Wählen Sie im Konfigurationsfenster Amplitude und Frequenz im Abschnitt „Einzelfrequenzmessungen“. Bestätigen Sie mit „OK“.



7. Stellen Sie die folgenden Verbindungen auf dem Blockdiagramm her, indem Sie Ihre Maus über den Anschluss bewegen, so dass sie sich in das Verdrahtungswerkzeug verwandelt. Klicken Sie einmal auf jeden der Anschlüsse, die Sie verbinden möchten.
 - a. Verbinden Sie den Ausgabeanschluss „Sinus“ des VIs „Signal simulieren“ mit dem Eingang „Signale“ des VIs „Messungen von Frequenzkomponenten“.
 - b. Verbinden Sie den Ausgabeanschluss „Sinus“ mit dem Signalverlaufsgraphen.
 - c. Erstellen Sie Anzeigeelemente für die Amplitude und die Frequenz, indem Sie einen Rechtsklick auf jeden der Anschlüsse des Express-VIs „Messungen von Frequenzkomponenten ausführen“ und **Erstellen» Numerische Ausgabe** wählen.
 - d. Verbinden Sie das Element „Frequenz ein“ mit dem Anschluss „Frequenz“ des VIs „Signal simulieren“.
8. Gehen Sie zurück zum Frontpanel und starten Sie das VI. Bewegen Sie den Drehregler „Frequenz ein“ und beobachten Sie die Frequenz des Signals. Klicken Sie zum Beenden auf die Schaltfläche **Stopp**.
9. Speichern Sie das VI als „Übung 3.1 – Simulieren.vi“.
10. Schließen Sie das VI.

Hinweise

- Klicken Sie nach Aufrufen der Funktionenpalette auf die kleine Reißzwecke in der oberen linken Ecke der Palette. Dadurch wird die Palette auf dem Bildschirm verankert. Dieser Schritt wird in der folgenden Übung ausgelassen, sollte aber wiederholt werden.
- Die Lösung für diese Übung finden Sie am Ende des Handbuchs.

(Ende der Übung)



Übung 3.2 – Analyse (Varianten A und B)

Erstellen Sie ein VI, das die Frequenz und Amplitude des Signals Ihres (simulierten) Datenerfassungsgeräts misst und das erfasste Signal als Signalverlaufsgraph anzeigt. Die Anleitungen sind dieselben wie für Übung 3.1. Abweichend wird ein DAQ-Assistent anstelle des VIs "Signal simulieren" benutzt. Versuchen Sie das VI ohne Anleitung zu erstellen!

1. Öffnen Sie ein leeres VI.
2. Platzieren Sie ein Diagramm auf dem Frontpanel. Öffnen Sie mit einem Klick der rechten Maustaste die Bedienelementpalette und wählen Sie **Bedienelemente» Modern» Graph» Signalverlaufsgraph**.
3. Wechseln Sie in das Blockdiagramm und legen Sie eine While-Schleife ab (**Express» Ausführung» While-Schleife**).
4. Platzieren Sie einen DAQ-Assistenten auf das Blockdiagramm (**Express» Eingabe» DAQ-Assistent**). Wählen Sie Analogeingang an Kanal ai0 Ihres (simulierten) Geräts und klicken Sie auf „Beenden“. Wählen Sie beim Reiter Task-Timing „**Continuous**“ als Erfassungsmodus. Wenn Sie das Module USB-6009 verwenden, ändern Sie den Eingangsbereich auf -2 bis 2 und die Anzahl der zu lesenden Werte auf 100.
5. Platzieren Sie das Filter-Express-VI rechts neben den DAQ-Assistenten auf das Blockdiagramm. Wählen Sie aus der Funktionenpalette **Express» Signal-Analyse» Filter** und platzieren Sie es auf das Blockdiagramm innerhalb der While-Schleife. Wählen Sie im Konfigurationsfenster unter Filtertyp „Hochpass“. Verwenden Sie bei Grenzfrequenz einen Wert von 300 Hz. Bestätigen Sie mit „OK“.
6. Verbinden Sie den Ausgabeanschluss „Daten“ des VIs DAQ-Assistent mit dem Eingang „Signal“ des Filter-VIs.
7. Verbinden Sie den Anschluss „Gefiltertes Signal“ am Filter-VI mit dem Signalverlaufsgraphen.
8. Platzieren Sie ein Express-VI „Messung von Frequenzkomponenten“ auf das Blockdiagramm (**Express» Signal-Analyse» Messungen von Frequenzkomponenten**). Wählen Sie im Konfigurationsfenster Amplitude und Frequenz im Abschnitt „Einzelfrequenzmessungen“.
9. Erstellen Sie Anzeigeelemente für die Amplitude und die Frequenz, indem Sie einen Rechtsklick auf jeden der Anschlüsse des Express-VIs Messungen von Frequenzkomponenten ausführen und **Erstellen» Numerische Ausgabe** wählen.
10. Verbinden Sie den Ausgang des Filter-VIs mit den Eingang „Signale“ des Express-VIs „Messungen von Frequenzkomponenten“.
11. Gehen Sie zurück zum Frontpanel und starten Sie das VI. Beobachten Sie das erfasste Signal und seine Frequenz und Amplitude. Summen oder pfeifen Sie ins Mikrofon, wenn Sie mit dem Modul USB-6009 arbeiten und beobachten Sie die Amplitude und die Frequenz, die Sie erzeugen.
12. Speichern Sie das VI als „Übung 3.2 – Daten.vi“.
13. Schließen Sie das VI.

Hinweis: Die Lösung für diese Übung finden Sie am Ende des Handbuchs.

(Ende der Übung)



Übung 3.2 – Analyse (Variante C)

Erstellen Sie ein VI, das die Frequenz und Amplitude des Signals Ihrer Soundkarte misst und das erfasste Signal als Signalverlaufsgraph darstellt. Die Anleitungen sind dieselben wie für Übung 3.1. Abweichend wird ein Audiosignal-VI anstelle des VIs „Signal simulieren“ benutzt. Versuchen Sie, das VI ohne Anleitung zu erstellen!

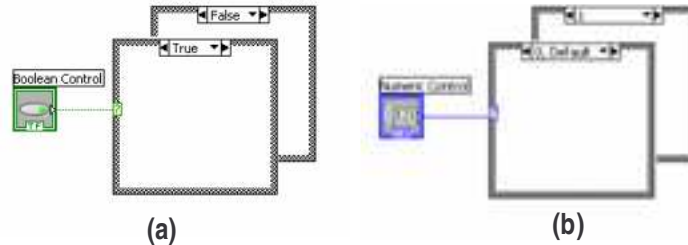
1. Öffnen Sie ein leeres VI.
2. Wechseln Sie in das Blockdiagramm und legen Sie eine While-Schleife ab (**Express» Ausführung» While-Schleife**).
3. Platzieren Sie das Express-VI Audioaufnahme auf das Blockdiagramm (**Express» Eingang» Audioaufnahme**).
4. Platzieren Sie ein Filter-Express-VI auf das Blockdiagramm. Wählen Sie im Konfigurationsfenster einen Hochpassfilter und eine Grenzfrequenz von 300 Hz.
5. Platzieren Sie ein Express-VI „Messung von Frequenzkomponenten“ auf das Blockdiagramm (**Express» Signal-Analyse» Messungen von Frequenzkomponenten**). Wählen Sie im Konfigurationsfenster Amplitude und Frequenz im Abschnitt "Einzelfrequenzmessungen".
6. Erstellen Sie Anzeigeelemente für die Amplitude und die Frequenz, indem Sie einen Rechtsklick auf jeden der Anschlüsse des Express-VIs Messungen von Frequenzkomponenten ausführen und **Erstellen» Numerische Ausgabe** wählen.
7. Verbinden Sie den Anschluss „Daten“ des Express-VIs Audioaufnahme mit dem Eingang „Signal“ des Filter-VIs.
8. Verbinden Sie den Anschluss „Gefiltertes Signal“ des Filter-VIs mit dem Eingang „Signale“ des VIs „Messungen von Frequenzkomponenten“.
9. Erstellen Sie eine Graph-Anzeige für das gefilterte Signal durch Rechtsklick auf den Anschluss „Gefiltertes Signal“ und wählen Sie **Erstellen» Graph-Anzeige**.
10. Gehen Sie zurück zum Frontpanel und starten Sie das VI. Beobachten Sie das Signal Ihrer Soundkarte und seine Amplitude und Frequenz. Summen oder pfeifen Sie ins Mikrophon und beobachten Sie die Amplitude und Frequenz, die Sie erzeugen.
11. Speichern Sie das VI als „Übung 3.2 – Daten.vi“. Schließen Sie das VI.

Hinweis: Die Lösung für diese Übung finden Sie am Ende des Handbuchs.

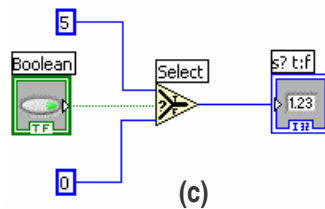
(Ende der Übung)

Entscheidungsfindung in LabVIEW

1. Case-Strukturen



2. Wählen



ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

Case-Struktur

Die Case-Struktur umfasst ein oder mehrere Unterdiagramme, oder Cases, von denen bei der Ausführung der Struktur genau eines ausgeführt wird. Der Wert, der mit dem Auswahlanschluss verbunden wird, legt fest, welches Unterdiagramm ausgeführt wird und kann vom Typ „boolesch“, „String“, „Integer“ oder „Enum“ sein. Bei einem Rechtsklick auf die Struktur öffnet sich ein Menü mit den Optionen zum Hinzufügen und Entfernen von Cases. Mit dem Beschriftungswerkzeug können Sie in die Auswahlbeschriftung eintragen, welcher Wert bzw. welche Werte durch den jeweiligen Case verarbeitet werden sollen. Zu finden ist sie unter **Funktionen» Programmierung» Strukturen» Case-Struktur**.

Auswahl

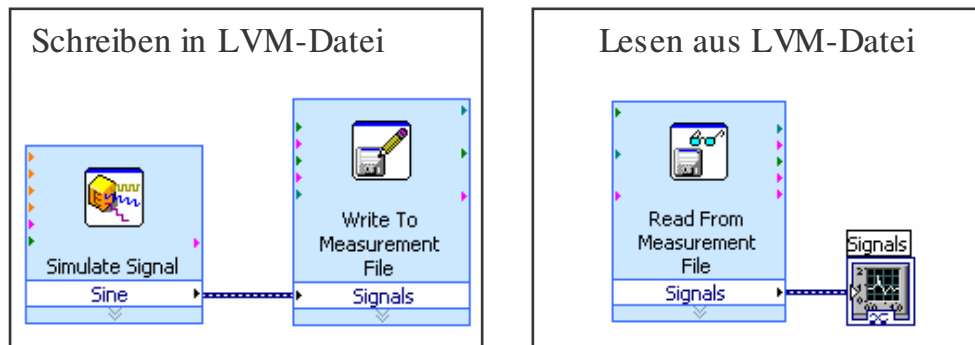
Gibt je nach dem Wert *s* (select) den Wert am Eingang *t* (true) oder *f* (false) aus. Wenn *s* TRUE ist, wird diese Funktion den Wert an *t* ausgeben. Wenn *s* FALSE ist, gibt diese Funktion den Wert an *f* aus. Die Standarddatentypen für diese polymorphe Funktion sind im Anschlussfeld dargestellt. Zu finden ist sie unter **Funktionen» Programmierung» Vergleich» Auswahl**.

- **Beispiel a:** Boolesch: Einfacher Wenn-Dann-Fall. Wenn der boolesche Eingang TRUE ist, wird der True-Case abgearbeitet, ansonsten wird der FALSE-Case ausgeführt.
- **Beispiel b:** Numerisch: Der Eingangswert bestimmt, welches Kästchen ausgeführt wird. Wenn außerhalb des Bereichs der Cases, wählt LabVIEW den Standard-Case.
- **Beispiel c:** Wenn der boolesche Eingang einen TRUE-Wert an das VI Auswahl übergibt, wird der Wert 5 an das Anzeigeelement übergeben. Wenn der boolesche Eingang einen FALSE-Wert an das VI Auswahl übergibt, wird 0 an das Anzeigeelement übergeben.

Datei-I/O

Datei-I/O – Daten in Dateien schreiben und aus diesen auslesen

- Binäre, Text- oder Tabellenkalkulationsdateien
- LabVIEW-Messdaten in Datei schreiben/aus Datei lesen (*.lvm)



ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

Nutzen Sie die LabVIEW-Messdatendateien, um die Daten, die vom Express-VI „Messwerte in Datei schreiben“ erzeugt werden, zu speichern. Die LabVIEW-Datendatei ist eine mit Tabulatoren versehene Textdatei, die Sie mit einem Tabellenkalkulationsprogramm oder einem Texteditor öffnen können. Neben den Messwerten, die ein Express-VI generiert, enthält die .lvm-Datei zusätzliche Angaben zur Messung, wie Datum und Zeit.

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

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

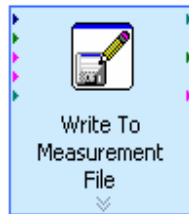
Im folgenden Beispiel soll gezeigt werden, wie das Lesen aus bzw. Schreiben in Dateien mit LabVIEW-Messdaten, so genannten *.lvm-Dateien, funktioniert.



Übung 3.3 – Entscheidungsfindung und Datenspeicherung (Varianten A, B und C)

Erstellen Sie ein VI, mit dem Sie Ihre Daten in einer Datei speichern können, wenn die Frequenz Ihrer Daten unterhalb einer benutzergesteuerten Grenze fällt.

1. Öffnen Sie das VI „Übung 3.2 – Daten.vi“.
2. Speichern Sie es über **Datei» Speichern unter...** als „Übung 3.3 – Entscheidungsfindung und Datenspeicherung“. Achten Sie darauf, dass im Dialogfeld „Speichern unter“ **Original durch Kopie ersetzen** aktiviert ist. Bestätigen Sie mit „Weiter...“.
3. Fügen Sie dem Blockdiagramm innerhalb der While-Schleife eine Case-Struktur hinzu (**Funktionen» Programmierung» Strukturen» Case-Struktur**).
4. Fügen Sie innerhalb des „True“-Case der Case-Struktur ein Express-VI „Messwerte in Datei schreiben“ hinzu (**Funktionen» Programmierung» Datei-I/O» Messwerte in Datei schreiben**).

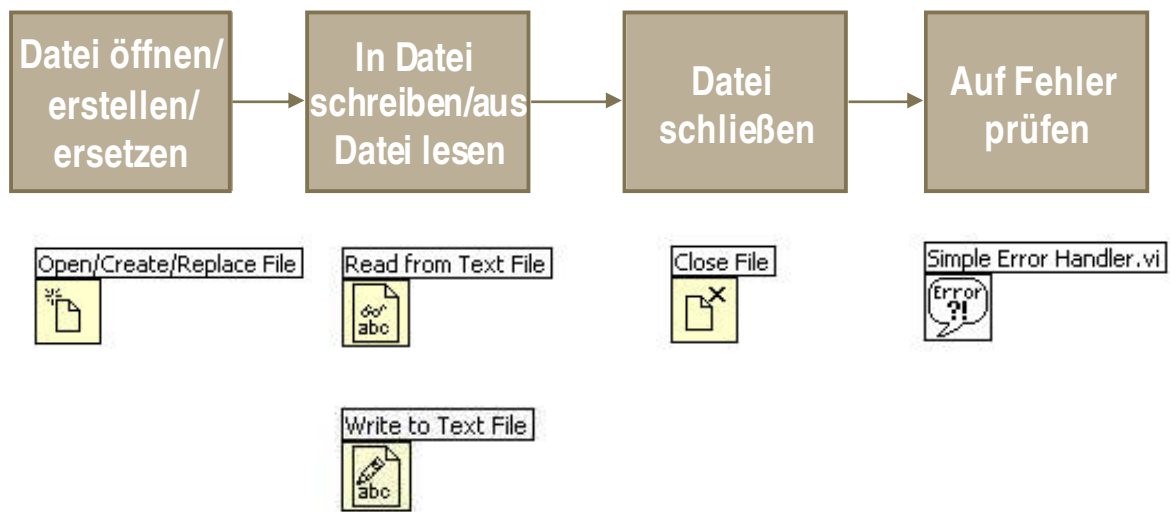


- a. Wählen Sie im sich öffnenden Konfigurationsfenster „In mehrere Dateien speichern“. Achten Sie darauf, an welcher Standardspeicherstelle Ihre Datei gespeichert wird und ändern Sie diese falls gewünscht.
 - b. Klicken Sie auf „Einstellungen...“ und wählen Sie unter **Existierende Dateien** „Nächsten verfügbaren Dateinamen verwenden“.
 - c. Wählen Sie unter **Dateiende** die Auswahlmöglichkeit, eine neue Datei nach 10 Segmenten zu starten. Bestätigen Sie zweimal mit „OK“.
5. Fügen Sie Code hinzu, so dass, wenn die vom Express-VI „Messung von Frequenzkomponenten“ berechnete Frequenz unter eine benutzergesteuerte Grenze fällt, die Daten in eine Datei gespeichert werden. **Tipp:** Wählen Sie **Funktionen» Programmierung» Vergleich» Kleiner?**
 6. Achten Sie darauf, Ihre Messwerte vom DAQ-Assistenten bzw. vom Express-VI „Audioaufnahme“ mit dem Eingang „Signale“ des VIs „Messwerte in Datei schreiben“ zu verbinden. Hilfe finden Sie in der Lösung zu dieser Übung.
 7. Wechseln Sie zum Frontpanel und starten Sie Ihr VI. Variieren Sie die Frequenzgrenze und halten Sie dann das VI an.
 8. Wählen Sie den Menüpunkt **Meine Dokumente» LabVIEW-Daten** und öffnen Sie eine der dort gespeicherten Dateien. Untersuchen Sie die Dateistruktur und überprüfen Sie, ob sich 10 Segmente in der Datei befinden.
 9. Speichern Sie Ihr VI und schließen Sie es.

Hinweis: Die Lösung für diese Übung finden Sie am Ende des Handbuchs.

(Ende der Übung)

Programmiermodell für Datei-I/O



ni.com



Programmiermodell für die mittleren Datei-VIs

Das oben abgebildete Programmiermodell gilt auch für die Datenerfassung, Gerätesteuerung, Datei-I/O und etliche andere Datenkommunikationsmodelle. In den meisten Fällen öffnen Sie den Datei- oder Datenkommunikationskanal, schreiben und lesen mehrere Male und anschließend wird die Datenübertragung geschlossen oder beendet. Zu einer guten Programmierung gehört auch zum Abschluss das Überprüfen auf Fehler. Behalten Sie dieses Programmiermodell im Gedächtnis, wenn Sie sich mit anspruchsvollerer Programmierung oder Express-VIs für die Datenerfassung, Datenkommunikation oder Datei-I/O befassen.

Datei-I/O-VIs und -Funktionen

Verwenden Sie die Datei-I/O-VIs und -Funktionen, um Dateien zu öffnen und zu schließen, Dateien zu lesen und in Dateien zu schreiben, im Pfadbedienelement angegebene Verzeichnisse und Dateien zu erstellen, Verzeichnisinformationen abzurufen und Strings, Zahlen, Arrays und Cluster in Dateien zu schreiben.

Mithilfe der High-Level-Datei-I/O-VIs, die sich in der obersten Reihe der Palette befinden, können Sie einfache I/O-Operationen durchführen, wie zum Beispiel das Lesen aus und Schreiben in verschiedenen Datentypen. Zu den zulässigen Datentypen gehören Zeichen oder Zeilen in Textdateien, 1D- oder 2D-Arrays aus numerischen Werten einfacher Genauigkeit in Tabellenkalkulationsdateien, 1D- oder 2D-Arrays aus numerischen Werten einfacher Genauigkeit in Binärdateien oder 16-bit-Ganzzahlen mit Vorzeichen in Binärdateien. Mithilfe der Low-Level-Datei-I/O-VIs und -Funktionen, die sich in der mittleren Reihe der Palette befinden, und der fortgeschrittenen Datei-funktionen können Sie jede Datei-I/O-Operation steuern. Mit den wichtigsten Low-Level-Funktionen können Sie eine Datei erstellen oder öffnen, Daten in die Datei schreiben oder aus ihr lesen und eine Datei schließen. Mithilfe der Low-Level-Funktionen können Sie auch Verzeichnisse erstellen, Dateien verschieben, kopieren oder löschen, den Inhalt von Verzeichnissen auflisten, Dateieigenschaften ändern oder Pfade umwandeln.

Zur Auswahl eines Dateiformats finden Sie weitere Informationen auf unserer Website unter der NI Developer Zone.

Abschnitt III – Darstellen Ihrer Ergebnisse

A. Anzeigen von Daten auf dem Frontpanel

- Bedien- und Anzeigeelemente
- Graphen und Diagramme
- Zeitsteuerung von Schleifen

B. Signalverarbeitung

- MathScript
- Arrays
- Cluster
- Signalformen

ni.com



Welche Bedien- und Anzeigeelemente sind verfügbar?

- **Numerische Elemente**
 - Zahleneingabe und -anzeige
 - Analoge Schieberegler, Drehknöpfe und Anzeigeinstrumente
- **Boolesche Elemente**
 - Schalter und LED-Anzeigen
- **Array- und Matricelemente**
 - Numerische Anzeige
 - Diagramm
 - Graph
 - XY-Graph
 - Intensitätsgraph
 - 3D-Graph: Punkt, Oberfläche und Modell
- **Gestaltungselemente**
 - Registerkarten
 - Pfeile
- **Weitere Elemente**
 - Zeichenketten und Textfelder
 - Bildanzeige
 - ActiveX-Objekte

Express-Palette



ni.com



Bedien- und Anzeigeelemente sind Elemente des Frontpanels, die es dem Anwender erlauben, mit dem Programm zu kommunizieren und auf diese Weise Eingaben zu machen und Ergebnisse anzuzeigen. Zugriff auf die Bedien- und Anzeigeelemente erhalten Sie mittels Rechtsklick auf das Frontpanel.

Weitere Bedien- und Anzeigeelemente erhalten Sie, wenn zusätzlich Toolkits und Module installiert werden.

Wenn Sie beispielsweise die Werkzeuge zur Entwicklung von Steuer- und Regelungsanwendungen installieren, erhalten Sie spezielle Kurven wie Bode- und Nyquist-Diagramme, die standardmäßig nicht vorhanden sind.

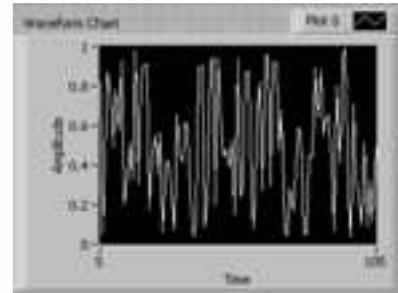
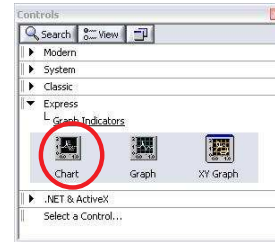
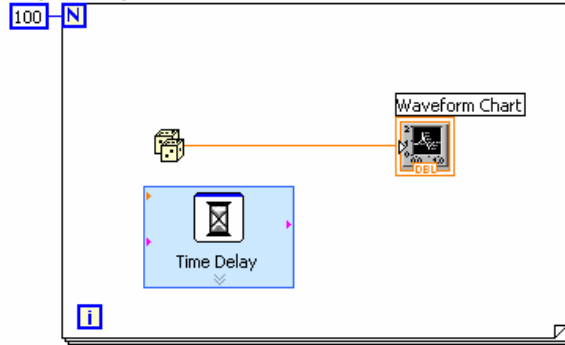
Diagramme – Hinzufügen jeweils eines Datenpunkts mit Verlauf

Signalverlaufdiagramm – besonderes numerisches Anzeigeelement, das den Verlauf von Werten anzeigen kann

- Diagramm wird mit jedem einzelnen Punkt, den es erhält, aktualisiert
- Vergleichbar mit einem Streifenschieber

Funktionen » Express » Graph-Anzeigeelemente »

Signaldiagramm



ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

Bei einem Signalverlaufdiagramm handelt es sich um eine spezielle Art eines numerischen Anzeigeelements zur Darstellung von Kurvenzügen. Es befindet sich in der **Elementpalette**, Unterpalette **Modern» Graph**. Signalverlaufdiagramme können einen oder mehrere Kurvenzüge anzeigen. Das abgebildete Frontpanel zeigt das Beispiel eines Mehrkurvendiagramms.

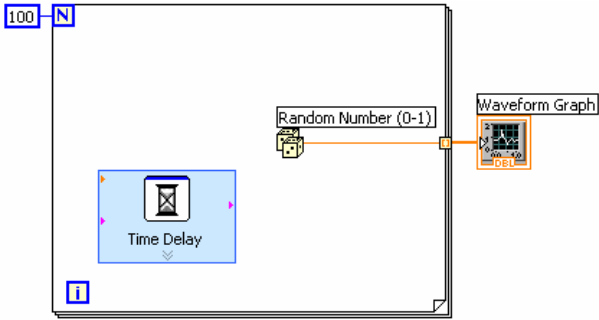
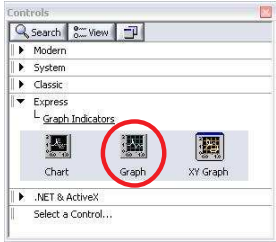
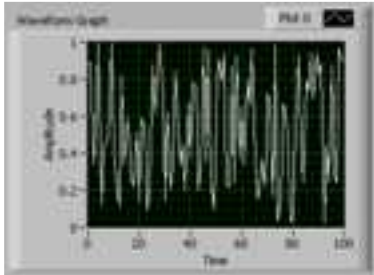
Die Minimal und Maximalwerte der x- bzw. y-Achse lassen sich anpassen, indem Sie mit dem Beschriftungswerkzeug einen Doppelklick auf den betreffenden Skalenwert ausführen und den gewünschten Wert eingeben. Analog hierzu erfolgt auch die Achsenumbenennung. Wenn Sie den Linienstil, die Form oder die Farbe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

Graphen – Sofortige Anzeige vieler Datenpunkte

Signalverlaufsgraph – besonderes numerisches Anzeigeelement, das eine Reihe von Daten anzeigt

- Graph wird aktualisiert, nachdem alle Punkte gesammelt wurden
- Kann in einer Schleife verwendet werden, falls VI Datenpuffer sammelt

Funktionen» Express» Graph-Anzeigeelemente» Signalgraph

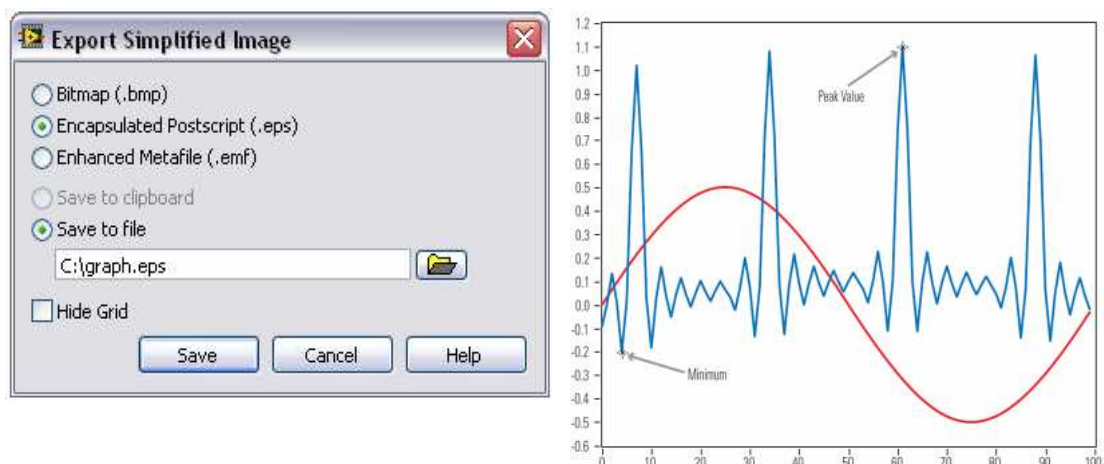
ni.com

NATIONAL INSTRUMENTS

Graphen sind sehr leistungsstarke Anzeigeelemente in LabVIEW. Sie lassen sich benutzerspezifisch anpassen und können eingesetzt werden, um eine große Menge an Informationen prägnant anzuzeigen.

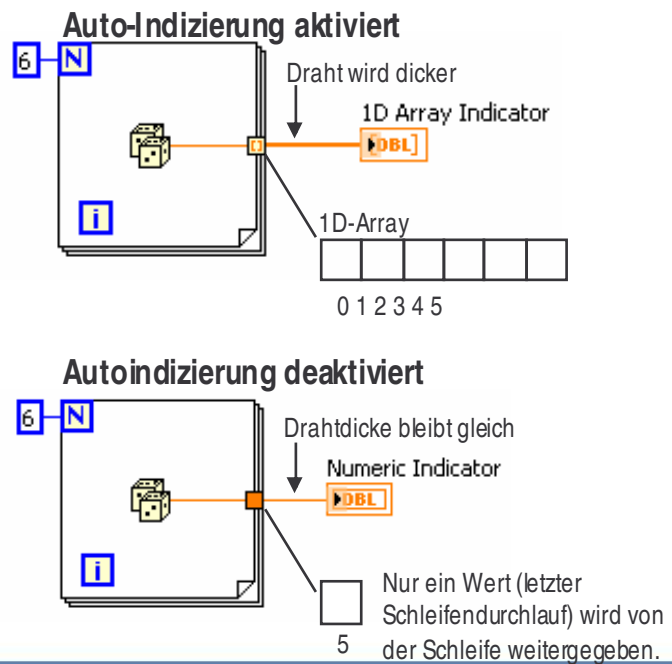
Die Eigenschaftenseite des Graphen ermöglicht die Anzeige von Einstellungen für Kurventypen, Skalen- und Cursoroptionen sowie vielen anderen Merkmalen des Graphen. Die Eigenschaftenseite wird über einen Rechtsklick auf den Graphen auf dem Frontpanel und Auswahl der Option **Eigenschaften** geöffnet.

Graphen ermöglichen zudem mithilfe der Funktion „Vereinfachtes Bild exportieren“ die Erstellung von Grafiken auf dem Niveau technischer Dokumentation. Führen Sie einen Rechtsklick auf den Graphen aus und wählen Sie **Datenoperationen» Vereinfachtes Bild exportieren...**



Erstellen von Arrays mit Schleifen (Auto-Indizierung)

- Schleifen können Arrays innerhalb ihrer Begrenzungen mithilfe der Auto-Indizierung ansammeln.
- Bei For-Schleifen ist die Auto-Indizierung Standardeinstellung.
- While-Schleifen geben als Standardeinstellung nur den Endwert aus.
- Mit einem Rechtsklick auf den Tunnel wird die Autoindizierung aktiviert bzw. deaktiviert.



ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

For-Schleifen und While-Schleifen können an ihren Rändern Arrays generieren. Dies wird auch als „Auto-Indizierung“ bezeichnet.

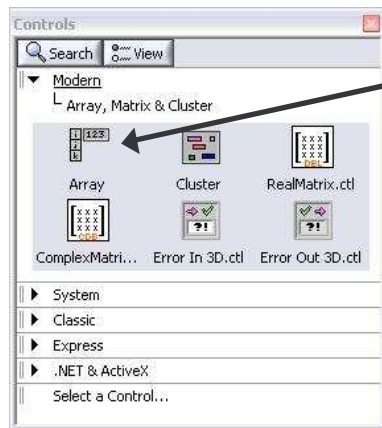
- Der Indexpunkt an der Grenze wird Tunnel genannt.
- Bei For-Schleifen ist die Auto-Indizierung standardmäßig aktiviert.
- Bei While-Schleifen ist die Auto-Indizierung standardmäßig deaktiviert.

Beispiele:

- Sie können die automatische Indizierung aktivieren, um Werte, die innerhalb der Schleife erzeugt werden, in einem Array zusammenzufassen.
- Deaktivieren Sie die Auto-Indizierung, wenn nur der Endwert ausgegeben werden soll.

Erstellen eines Arrays (Schritt 1)

Wählen Sie aus der Unterpalette **Bedienelemente» Modern» Array, Matrix & Cluster** das Symbol **Array**.



Legen Sie es auf dem Frontpanel ab.



ni.com

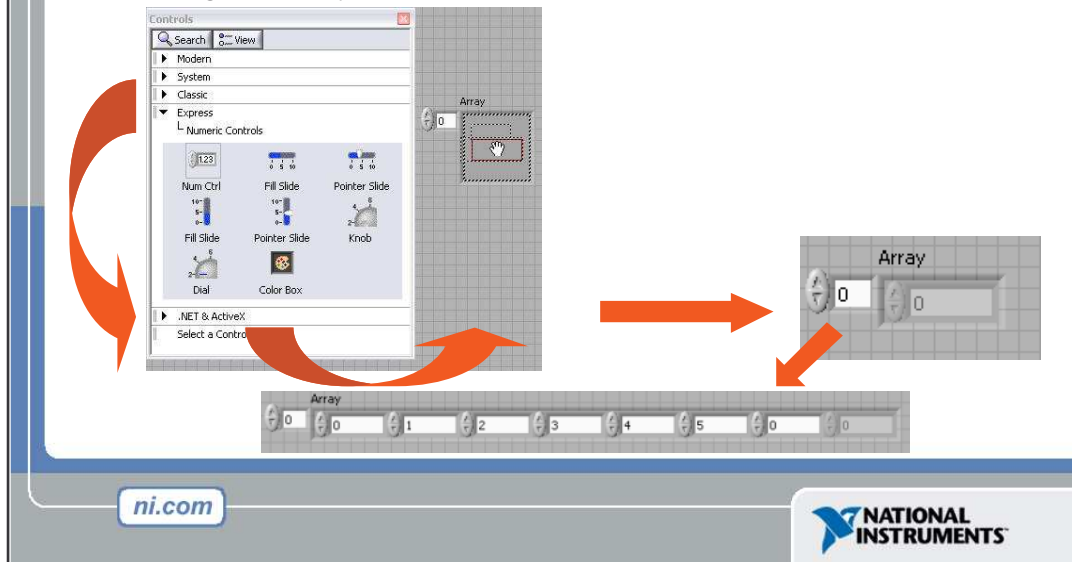
NATIONAL
INSTRUMENTS

Wählen Sie zum Erstellen eines Array-Bedien- oder Anzeigeelements (siehe Abbildung) ein Array aus der Palette **Elemente» Modern» Array, Matrix & Cluster**, platzieren Sie es im Frontpanel, und ziehen Sie ein Bedien- oder Anzeigeelement in den Array-Container. Wenn Sie versuchen, ein unzulässiges Bedien- oder Anzeigeelement, z. B. einen XY-Graphen, in den Array-Container zu ziehen, so verhindert LabVIEW dies automatisch.

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

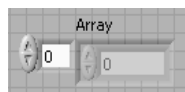
Erstellen eines Arrays (Schritt 2)

1. Platzieren Sie einen Array-Container.
2. Geben Sie einen Datentyp in den Container ein (z. B. ein numerisches Anzeigeelement).

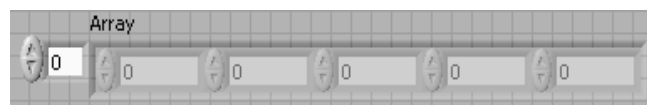


Zum Erweitern eines Arrays um jeweils eine Dimension klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Indexanzeige des Arrays und wählen Sie im Kontextmenü die Option **Dimension hinzufügen**. Wenn Sie gleich mehrere Dimensionen hinzufügen möchten, so ziehen Sie am besten die Indexanzeige einfach mit dem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

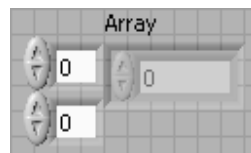
1D-Array mit Ansicht eines einzelnen Elements:



1D-Array mit Ansicht mehrerer Elemente:



2D-Array mit Ansicht eines einzelnen Elements:

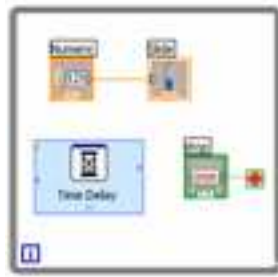


2D-Array mit Ansicht mehrerer Elemente:

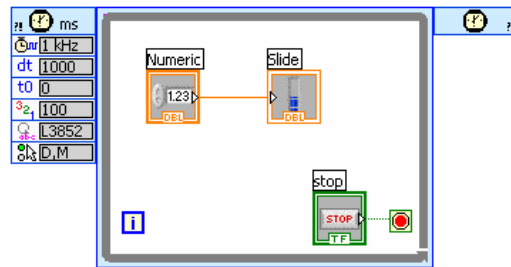


Wie wird eine Schleife getaktet?

1. Zeitverzögerung bei der Schleife
 - Konfigurieren Sie das Express-VI Verzögerung so, dass es bei jedem Schleifendurchlauf der Schleife einige Sekunden wartet (möglich bei For- und While-Schleifen).
2. Zeitgesteuerte Schleifen
 - Konfigurieren Sie eine spezielle zeitgesteuerte While-Schleife für das gewünschte *delta t*.



Zeitverzögerung



Zeitgesteuerte Schleife

ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

Verzögerung

Das Express-VI **Verzögerung** zögert die Ausführung um eine festgelegte Anzahl von Sekunden hinaus. Gemäß den Regeln der Datenflussprogrammierung wird die While-Schleife so lange nicht wiederholt, bis alle Tasks in der While-Schleife abgeschlossen sind. So wird jeder Schleifendurchlauf verzögert.

Zeitgesteuerte Schleifen

Führen jeden Schleifendurchlauf mit dem von Ihnen festgelegten Takt aus. Zeitgesteuerte Schleifen sind für die Entwicklung von VIs geeignet, bei denen unterschiedliche Taktraten, genaue Einhaltung der Zeitvorgaben, Rückmeldungen über die Schleifenausführung, dynamisch änderbare Zeitvorgaben und unterschiedliche Ausführungsprioritäten erforderlich sind.

Zur Konfiguration einer zeitgesteuerten Schleife klicken Sie entweder den Eingangsknoten doppelt an oder klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Struktur und wählen Sie den Menüpunkt **Zeitgesteuerte Schleife konfigurieren** aus, um zum Dialogfeld Schleifenkonfiguration zu gelangen. Die im Dialogfeld

Schleifenkonfiguration eingegebenen Werte erscheinen neben den Anschlüssen des Eingangsknotens.



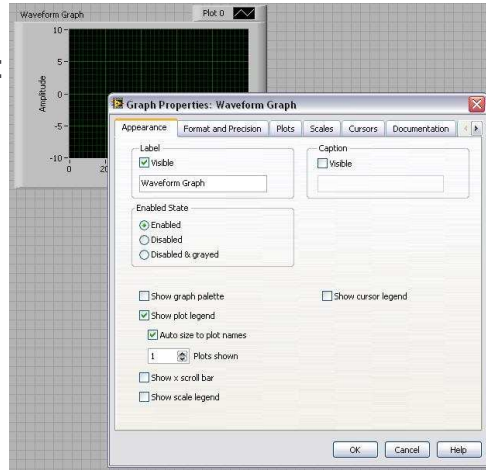
Bis zum nächsten Vielfachen von ms warten

Wartet, bis der Millisekunden-Timer ein Vielfaches der in **Vielfache von ms** angegebenen Anzahl ms erreicht. Diese Funktion dient zum Synchronisieren von Vorgängen. So kann zum Beispiel die Ausführungsrate von Schleifen gesteuert werden, wenn die Funktion in eine solche eingefügt wird. Dabei kann der erste Schleifendurchlauf allerdings recht kurz ausfallen. Die Funktion führt zwar asynchrone Systemaufrufe aus, jedoch arbeiten die Knoten selbst synchron. Daher wird die Ausführung erst beendet, wenn die angegebene Zeit verstrichen ist.

Funktionenpalette» Programmierung» Timing» Bis zum nächsten Vielfachen von ms warten

Eigenschaften von Bedien- und Anzeigeelementen

- Eigenschaften sind Merkmale oder Beschaffenheiten eines Objekts.
- Eigenschaften werden per Rechtsklick auf ein Bedien- oder Anzeigeelement angezeigt
 - Zu den Eigenschaften zählen u. a.:
 - Größe
 - Farbe
 - Plot-Stil
 - Plot-Farbe
 - Zu den Funktionen zählen u. a.:
 - Cursor
 - Skalieren



ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

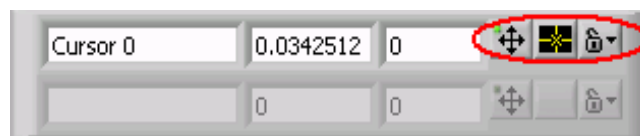
Als Eigenschaften werden alle Beschaffenheiten eines Frontpanel-Objekts bezeichnet. Mithilfe der Eigenschaften können Sie diese Merkmale festlegen oder lesen, darunter Vordergrund- oder Hintergrundfarbe, Datenformat und -genauigkeit, Sichtbarkeit, Beschriftungen sowie Größe und Ort auf dem Frontpanel.



Übung 4.1 – Manuelle Analyse (Varianten A, B und C)

Erstellen Sie ein VI, das simulierte Daten auf einem Signalverlaufsgraphen anzeigt und die Frequenz und Amplitude dieser Daten misst. Nutzen Sie Cursor auf dem Graphen, um die Frequenz- und Amplitudenmessungen zu bestätigen.

1. Öffnen Sie die Übung 3.1 – Simulieren.vi.
2. Speichern Sie das VI als „Übung 4.1 – Manuelle Analyse.vi“.
3. Wechseln Sie zum Blockdiagramm und entfernen Sie die While-Schleife. Führen Sie einen Rechtsklick auf die Schleife aus und wählen Sie **While-Schleife entfernen**, damit der Code innerhalb der Schleife nicht gelöscht wird.
4. Löschen Sie die Stopp-Taste.
5. Ersetzen Sie auf dem Frontpanel das Signalverlaufsdiagramm durch einen Signalverlaufsgraphen. Führen Sie dazu einen Rechtsklick auf das Diagramm aus und wählen Sie **Ersetzen» Modern» Graph» Signalverlaufsgraph**.
6. Zeigen Sie die Cursor-Legende auf dem Graphen an. Führen Sie dazu einen Rechtsklick auf den Graphen aus und wählen Sie **Sichtbare Objekte» Cursor-Legende**.
7. Ändern Sie den Maximalwert des Drehreglers „Frequenz ein“ auf 100. Doppelklicken Sie auf den Maximalwert und geben Sie "100" ein, wenn der Text markiert ist.
8. Legen Sie für den Drehregler „Frequenz ein“ einen Standardwert fest, indem Sie ihn auf den von Ihnen gewünschten Wert stellen. Führen Sie einen Rechtsklick auf den Drehregler aus und wählen Sie **Datenoperationen» Aktuellen Wert als Standard**.
9. Starten Sie das VI und beobachten Sie das Signal auf dem Signalverlaufsgraphen. Sollten Sie das Signal nicht sehen können, ist die automatische Größenanpassung für die x-Achse einzustellen. Führen Sie dazu einen Rechtsklick auf dem Graphen aus und wählen Sie **x-Achse» Autom. Skalierung X**.
10. Ändern Sie die Frequenz des Signals, so dass Sie einige Perioden des Signals auf dem Graphen sehen können.
11. Messen Sie die Frequenz und Amplitude des Signals auf dem Graphen manuell mithilfe von Cursors. Die Cursor erscheinen auf dem Graphen, wenn Sie auf eine der drei Schaltflächen in der Cursor-Legende klicken. Wenn die Cursor angezeigt werden, können Sie sie auf dem Graphen verschieben. Ihre Koordinaten werden auf der Cursor-Legende angezeigt.



12. Denken Sie daran, dass die Frequenz eines Signals der Kehrwert seiner Periode ($f = 1/T$) ist. Entsprechen Ihre Messungen den Frequenz- und Amplitudenanzeigeelementen aus dem VI „Messungen von Frequenzkomponenten“?
13. Speichern Sie Ihr VI und schließen Sie es.

Hinweis: Die Lösung für diese Übung finden Sie am Ende des Handbuchs.

(Ende der Übung)

Textbasierte Mathematikalgorithmen in LabVIEW

- Integration vorhandener Skripte in LabVIEW für eine schnellere Entwicklung
- Interaktive, bedienfreundliche, praxisnahe Lernumgebung
- Mit einer einzigen Umgebung Algorithmen entwickeln, mathematische Konzepte untersuchen und Ergebnisse analysieren
- Freie Wahl der effektivsten Syntax, sowohl grafisch als auch textbasiert innerhalb eines VIs

Unterstützte Mathematikwerkzeuge:

MathScript-Skriptknoten	MathSoft-Software
Mathematica-Software	MATLAB®-Software
Maple-Software	Xmath-Software

ni.com

MATLAB® is a registered trademark of The MathWorks, Inc.



Überblick

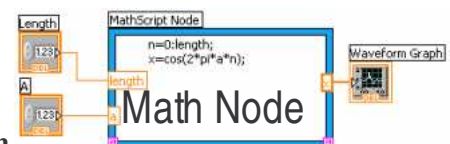
Die Softwareversion National Instruments LabVIEW 8 bietet Ihnen jetzt die Möglichkeit zur Auswahl der effektivsten Syntax für technische Rechenoperationen, ob nun für die Erstellung von Algorithmen, Untersuchung von Konzepten der digitalen Signalverarbeitung oder die Analyse von Ergebnissen. Sie können Ihre Skripte instrumentieren und Algorithmen auf dem Blockdiagramm erstellen, indem Sie bekannte Tools für mathematische Aufgaben einsetzen, beispielsweise MATLAB-Software von The MathWorks Inc., Mathematica, Maple, Mathcad, IDL und Xmath. Der Einsatz dieser Werkzeuge für die Mathematik mit LabVIEW wird, abhängig vom Lieferanten, auf unterschiedliche Weise erreicht, (siehe unten).

Nativer textbasierter Mathematiknoten in LabVIEW:
MathScript-Knoten, Formelknoten

Kommunikation mit Software von Drittherstellern über einen
Xmath-Knoten, MATLAB-Skriptknoten, Maple*-Knoten, IDL*-Knoten

Kommunikation mit Software von Drittherstellern über den VI-Server:
Mathematica*-VIs und Mathcad*-VIs

Ab LabVIEW 8 können Sie die intuitive grafische Datenflussprogrammierung von LabVIEW mit MathScript verbinden, einer auf mathematische Aufgaben ausgerichteten, textbasierten Sprache, die allgemein mit der bekannten Skriptsprache m-File kompatibel ist.



*Es muss ein LabVIEW-Toolkit speziell für die Mathematiksoftware installiert sein.

Mathematik mit dem MathScript-Knoten

- Textbasierte Implementierung von Gleichungen und Algorithmen
- Eingangs- und Ausgangsvariablen werden am Knotenrand erstellt
- Mit gängiger M-File-Skriptsprache kompatibel
- Beenden von Anweisungen mit einem Semikolon, um die sofortige Ausgabe zu deaktivieren



Erstellen Sie einen Prototyp Ihrer Gleichungen im interaktiven **MathScript-Fenster**.

ni.com



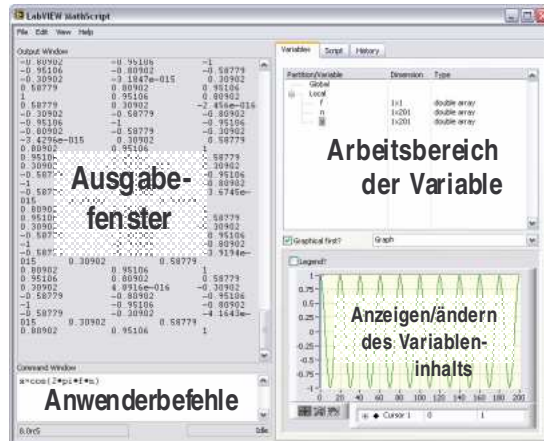
Der MathScript-Knoten erweitert LabVIEW, indem er eine native, textbasierte Sprache für die Implementierung mathematischer Algorithmen in die grafische Programmierungsumgebung einfügt. M-File-Skripte, die Sie geschrieben und aus dem MathScript-Fenster gespeichert haben, können im MathScript-Knoten geöffnet und verwendet werden. M-File-Skripte, die Sie in anderer Mathematiksoftware erstellt haben, werden gewöhnlich ebenfalls ausgeführt. MathScript ermöglicht Ihnen die Auswahl der Syntax, mit der Sie bei der Problemlösung am vertrautesten sind. Gleichungen können mit dem MathScript-Knoten umgesetzt werden, um Parameter zu untersuchen, zu simulieren oder in einer Endanwendung einzusetzen.

Der MathScript-Knoten:

- Befindet sich in der Unterpalette **Programmierung» Strukturen**
- Ist ein der Größe nach anpassbares Kästchen zur Eingabe von textbasierten Rechenfunktionen direkt in Blockdiagramme
- Variablen werden über Rechtsklick und Auswahl von **Eingang hinzufügen** oder **Ausgang hinzufügen** eingefügt
- Variablen werden je nach Verwendung in Formeln benannt (Bei den Bezeichnungen ist die Groß- und Kleinschreibung zu beachten.)
- Der Datentyp des Ausgangs kann durch Rechtsklick auf den Ein- oder Ausgangsknoten geändert werden
- Anweisungen (Befehle) sollten mit einem Semikolon abgeschlossen werden, um die Ausgabe zu unterdrücken
- Import und Export von M-Files durch Rechtsklick auf den Knoten

Das interaktive Fenster von MathScript

- Schnelles Entwickeln und Testen von Algorithmen
- Gemeinsame Nutzung von Skripten und Variablen über den Knoten
- Variableninhalt im 1D-, 2D- und 3D-Format anzeigen oder ändern



(LabVIEW» Werkzeuge» MathScript-Fenster)

Das MathScript-Fenster bietet eine interaktive Umgebung, in der Gleichungen als Prototyp erstellt und Berechnungen durchgeführt werden können. Das MathScript-Fenster und der MathScript-Knoten haben eine gemeinsame Syntax und globale Variablen, wodurch der Übergang von Prototyp zu Implementierung nahtlos wird. Im Vorschaufenster können Sie Variablendaten numerisch, grafisch oder akustisch (mit Soundkartenunterstützung) anzeigen lassen.

MathScript-Hilfe

Sie können auf die Hilfe für die Umgebung mittels des MathScript Interactive Environment Window zugreifen. Geben Sie **Hilfe** in das Befehlsfenster ein, um eine Einführung in die MathScript-Hilfe anzeigen zu lassen. Durch Eingabe von **Hilfe** und einer **Funktion** werden Hilfethemen speziell zu dieser Funktion angezeigt.


Merkmale des interaktiven MathScript-Fensters:

- Prototyp von Gleichungen und Formeln über das Befehlsfenster
- Einfacher Zugriff auf die Funktionshilfe durch Eingabe von **Hilfe** <**Funktion**> im Befehlsfenster
- Auswahl einer Variablen, um ihre Daten im Vorschaufenster anzeigen zu lassen und sogar die Ergebnisse anzuhören
- Schreiben, speichern, laden und ausführen von M-Files mit dem Script-Reiter
- Gemeinsames Verwenden von Daten vom MathScript-Knoten in LabVIEW und dem MathScript-Fenster mithilfe von globalen Variablen
- Anspruchsvolle Funktionen zur grafischen Darstellung und zum Exportieren von Bildern

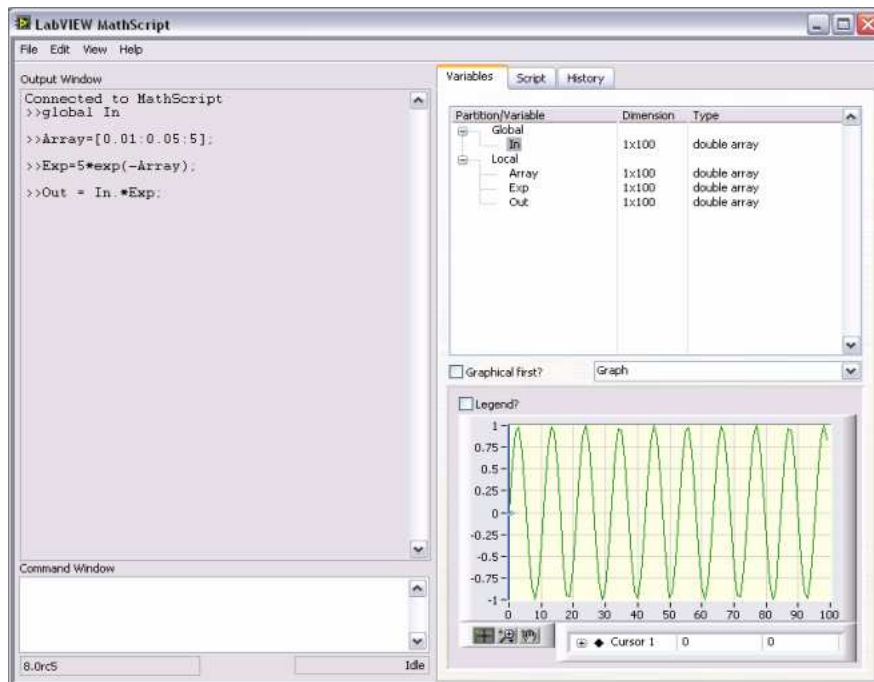


Übung 4.2 – MathScript (Varianten A, B und C)

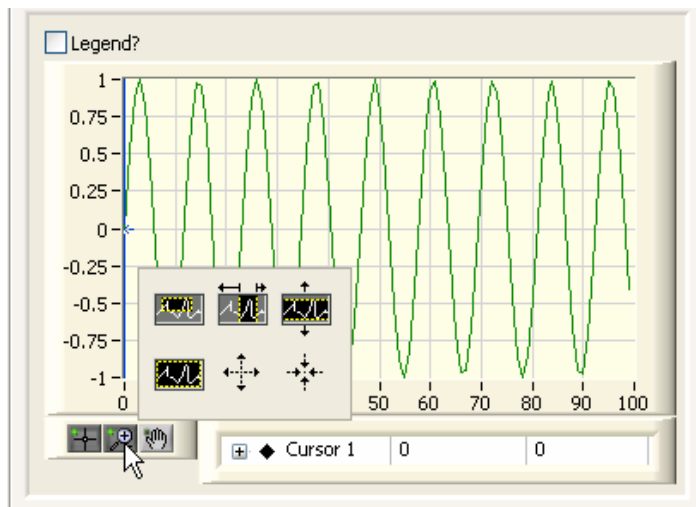
Erstellen Sie ein VI, das den MathScript-Knoten verwendet, um Ihr simuliertes Signal zu verändern und als Graph darzustellen. Benutzen Sie das interaktive MathScript-Fenster, um die Daten anzuzeigen und sie zu ändern. Laden Sie dann das von Ihnen erstellte Skript wieder in den MathScript-Knoten.

1. Öffnen Sie Übung 4.1 – Manuelle Analyse.vi.
 2. Speichern Sie das VI als „Übung 4.2 – MathScript.vi“.
 3. Löschen Sie im Blockdiagramm den Draht, der das VI „Signal simulieren“ mit dem Signalverlaufsgraph verbindet.
 4. Fügen Sie einen MathScript-Knoten in das Blockdiagramm ein (**Programmierung» Strukturen» MathScript-Knoten**).
 5. Führen Sie einen Rechtsklick auf den linken Rand des MathScript-Knotens aus und wählen Sie **Eingang hinzufügen**. Beschriften Sie diesen Eingang mit „Ein“. Das ist möglich, während der Eingangsknoten schwarz hervorgehoben ist.
 6. Führen Sie einen Rechtsklick auf den rechten Rand des MathScript-Knotens aus und wählen Sie **Ausgang hinzufügen**. Beschriften Sie diesen Ausgang mit „Aus“.
 7. Wandeln Sie zur Eingabe in den MathScript-Knoten den Ausgang Datentyp „Dynamisch“ des VIs „Signal simulieren“ in ein 1D-Array aus Skalaren um. Platzieren Sie ein Express-VI „Von dynamischen Daten konvertieren“ auf das Blockdiagramm (**Express» Signalmanipulation» Von dynamischen Daten konvertieren**). Standardmäßig ist das VI korrekt konfiguriert. Klicken Sie daher im Konfigurationsfenster auf „OK“.
- 
8. Verbinden Sie den Ausgang „Sinus“ des VIs „Signal simulieren“ mit dem Eingang „Dynamischer Datentyp“ des VIs „Von dynamischen Daten konvertieren“.
 9. Verbinden Sie den Ausgang „Array“ des VIs „Von dynamischen Daten konvertieren“ mit dem Knoten „Ein“ auf dem MathScript-Knoten.
 10. Um die Daten des VIs „Signal simulieren“ im interaktiven MathScript-Fenster verwenden zu können, muss die Eingangsvariable als globale Variable ausgewiesen werden. Geben Sie im MathScript-Knoten „Global Ein;“ ein.
 11. Wechseln Sie ins Frontpanel und erhöhen Sie die Frequenz auf einen Wert zwischen 50 und 100. Starten Sie das VI.
 12. Öffnen Sie das interaktive MathScript-Fenster (**Werkzeuge» MathScript-Fenster...**).
 13. Im MathScript-Fenster kann das Befehlsfenster zur Eingabe des Befehls genutzt werden, den Sie verarbeiten wollen. Geben Sie im Befehlsfenster „Global Ein“ ein und betätigen Sie die Eingabetaste. So können Sie die Daten, die an die Variable „Ein“ auf dem MathScript-Knoten übergeben werden, sehen.

14. Alle ausgewiesenen Variablen im Skript sowie ihre Abmessungen (Dimension) und ihr Typ werden auf dem Reiter „Variablen“ aufgelistet. Um die im Graphen dargestellten Daten anzeigen zu lassen, klicken Sie einmal auf die Variable **Ein** und ändern Sie das Dropdown-Menü von „Numerisch“ zu „Graph“.

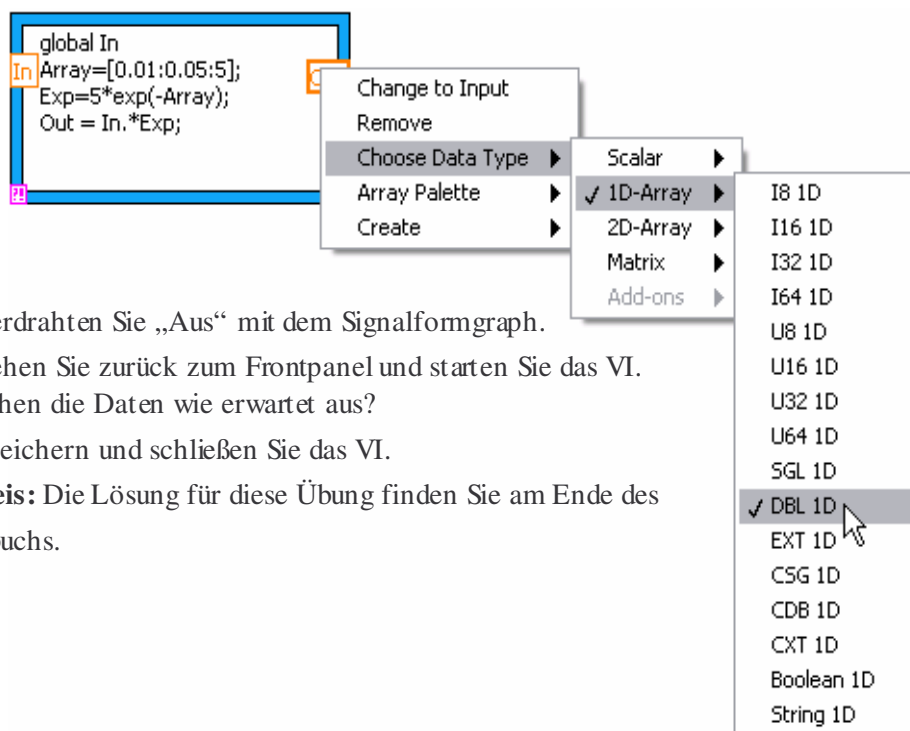


15. Verwenden Sie die Graphen-Palette, um Ihre Daten zu vergrößern.



16. Führen Sie einen Rechtsklick auf „Cursor 1“ aus und wählen Sie **In die Mitte bringen**. Was geschieht dabei?
17. Bewegen Sie den Cursor mit gedrückter Maustaste. Der Cursor wird sich nicht bewegen, wenn die Zoom-Option gewählt wurde.
18. Führen Sie einen Rechtsklick auf den Graphen aus und wählen Sie **Fenster freigeben**. Was geschieht dabei? Schließen Sie dieses neue Fenster, wenn Sie fertig sind.

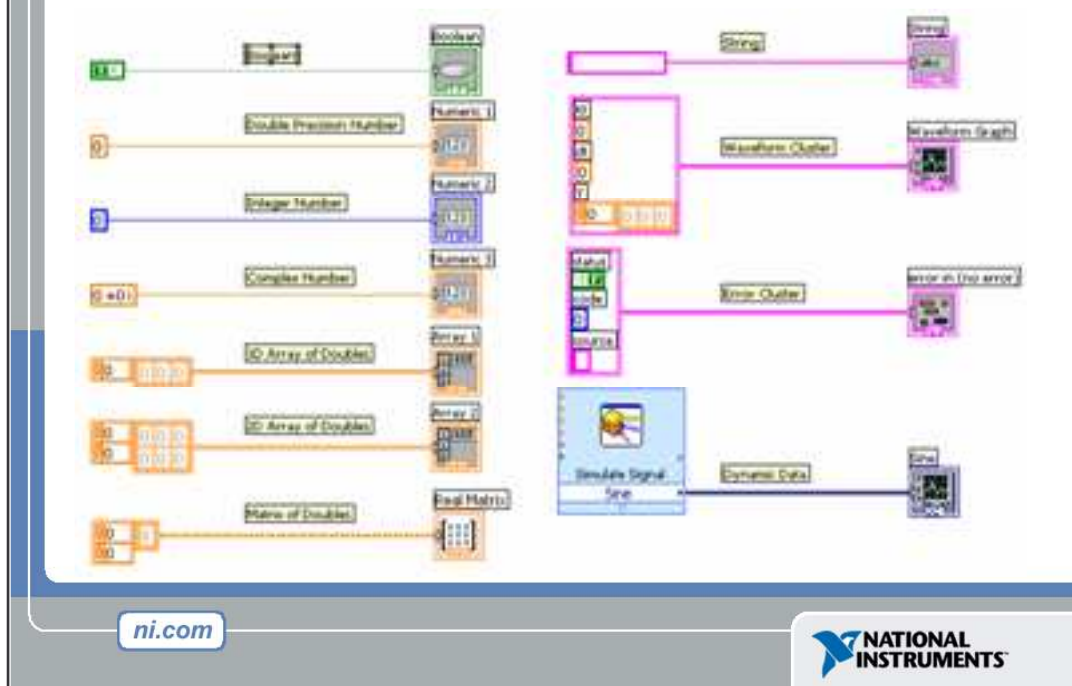
19. Multiplizieren Sie die Daten mit einer abnehmenden Exponentialfunktion. Gehen Sie wie folgt vor:
 - a. Erstellen Sie ein Array aus 100 Elementen, das eine Rampenfunktion von 0,01 bis 5 bildet, durch Eingabe von „Array = [0.01:0.05:5];“ im Befehlsfenster und betätigen Sie die Eingabetaste. Welcher Variablentyp ist „Array“?
 - b. Erstellen Sie ein Array mit einer absteigenden Exponentialfunktion. Geben Sie „Exp = 5*exp(-Array);“ ein und bestätigen Sie mit Enter.
 - c. Multiplizieren Sie jetzt die Arrays „Exp“ und „In“ Element für Element durch Eingabe von „Out = In.*Exp;“ und bestätigen Sie mit Enter.
 - d. Betrachten Sie den Graphen der Variablen „Aus“.
20. Gehen Sie auf den Reiter Historie und Strg-click, um die vier von Ihnen eingegebenen Befehle auszuwählen. Kopieren Sie diese Befehle mit <Strg+C>.
21. Fügen Sie die Befehle auf dem Reiter Skript mit <Strg+V> in den Script Editor ein.
22. Speichern Sie Ihr Skript mit „Speichern“ im unteren Teil des Fensters. Speichern Sie es als „myscript.txt“.
23. Schließen Sie das MathScript-Fenster
24. Kehren Sie zum Blockdiagramm der Übung 4.2 – MathScript zurück. Laden Sie das gerade erstellte Skript durch Rechtsklick auf den Rand des MathScript-Knotens und wählen Sie **Importieren...** Gehen Sie zu myscrip.txt, wählen Sie es aus und klicken Sie auf „OK“.
25. Führen Sie einen Rechtsklick auf die Variable „Aus“ aus und wählen Sie **Datentyp wählen»1D-Array» DBL 1D**. Ausgangsdattentypen sind manuell auf den MathScript-Knoten zu setzen.



26. Verdrahten Sie „Aus“ mit dem Signalformgraph.
 27. Gehen Sie zurück zum Frontpanel und starten Sie das VI.
Sehen die Daten wie erwartet aus?
 25. Speichern und schließen Sie das VI.
- Hinweis:** Die Lösung für diese Übung finden Sie am Ende des Handbuchs.

(Ende der Übung)

Überblick der in LabVIEW vorhandenen Datentypen



LabVIEW nutzt viele gängige Datentypen. Diese Datentypen umfassen:

Boolesch, Numerisch, Arrays, Strings, Cluster usw.

Die Farbe und das Symbol des jeweiligen Anschlusses zeigen den Datentypen des entsprechenden Bedien- oder Anzeigeelements an. Anschlüsse von Bedienelementen haben einen dickeren Rahmen als die von Anzeigeelementen. Durch Pfeile an den Frontpanelementen wird angezeigt, ob es sich um ein Bedien- oder Anzeigeelement handelt. Befindet sich der Pfeil auf der rechten Seite des Anschlusses, handelt es sich um ein Bedien-, ansonsten um ein Anzeigeelement.

Beschreibungen

- **Array:** In Arrays werden Datenelemente des gleichen Typs gruppiert. Ein Array besteht aus Elementen und Dimensionen. Elemente sind dabei die Daten, die das Array enthält. Unter der Dimension eines Arrays versteht man seine Länge, Höhe oder Tiefe. Ein Array kann eine oder mehrere Dimensionen und dabei bis zu $(2^{31})-1$ Elemente pro Dimension aufweisen – wenn ausreichend Speicherkapazität zur Verfügung steht.
- **Cluster:** In einem Cluster werden Datenelemente unterschiedlichen Typs wie bei einem Telefonkabel gruppiert, wobei jedes Element des Clusters mit einer Ader des Kabels vergleichbar ist.

Weitere Hinweise finden Sie unter **Hilfe» Suche in der LabVIEW-Hilfe...** Das *LabVIEW-Benutzerhandbuch* auf der Site ni.com stellt weiteres Referenzmaterial für in LabVIEW vorhandene Datentypen zur Verfügung.

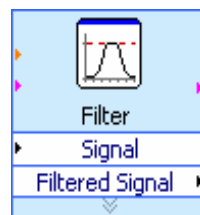


Übung 5 – Anwendung des Gelernten (Varianten A, B und C)

In dieser Übung werden Sie ein VI erstellen, in dem das bisher Gelernte angewandt wird. Erstellen Sie ein VI, das Folgendes ermöglicht:

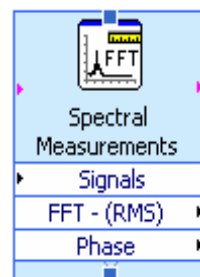
1. Das Erfassen von Daten von Ihrem Gerät sowie deren grafische Darstellung (entweder von Ihrem Datenerfassungsgerät, Ihrem simulierten Gerät oder Ihrer Soundkarte)
2. Filtern dieser Daten mit dem Express-VI Filter (**Funktionen» Express» Signal-Analyse» Filter**)

Es sollte ein Frontpanel-Bedienelement für eine vom Anwender konfigurierbare Grenzfrequenz vorhanden sein.



3. Das Vornehmen einer Messung zur Gewinnung von Frequenzinformationen aus den gefilterten Daten und das grafische Darstellen des Ergebnisses

Nutzen Sie dazu das Express-VI Spektrummessungen (**Funktionen» Express» Signal-Analyse» Spektrummessungen**).



4. Das Suchen nach der dominanten Frequenz des gefilterten Signals mithilfe des Express-VIs Messung von Frequenzkomponenten
5. Den Vergleich dieser Frequenz mit einer vom Anwender eingegebenen Grenze
Liegt die Frequenz über dieser Grenze, soll eine LED aufleuchten. Verwenden Sie USB-6009, wird ein Aufleuchten der LED an Ihrer Hardware über den DAQ-Assistenten erreicht. Sie werden die digitale Leitung für die LED umkehren müssen, damit sie bei Überschreitung der Grenze aufleuchtet. Das können Sie im Konfigurationsfenster des DAQ-Assistenten oder mit einer booleschen Nicht-Funktion festlegen.
5. Sollten Sie an einer Stelle dieser Übung nicht weiter wissen, öffnen Sie die Lösung oder sehen Sie sich diese am Ende dieses Handbuchs an.

(Ende der Übung)

Abschnitt IV – Erweiterte Datenflussprogrammierung (optional)

A. Weitere Datentypen

- Cluster

B. Datenflussgebilde

- Schieberegister
- Lokale Variablen

C. Entwicklung großer Anwendungen

- Navigationsfenster
- LabVIEW-Projekte

ni.com



Einführung: Cluster

- Datenstruktur, die Daten gruppiert
- Daten können unterschiedlicher Art sein
- Entspricht *struct* in C
- Elemente müssen entweder nur Bedien- oder nur Anzeigeelemente sein
- Entspricht einem Bündel von Einzeldrähten
- **Reihenfolge ist wichtig**



ni.com



Cluster gruppieren gleiche oder ungleiche Elemente zusammen. Sie entsprechen der Strukturart *record* in Pascal oder *struct* in C.

Cluster-Elemente können Datentypen unterschiedlicher Art sein.

Beispiele:

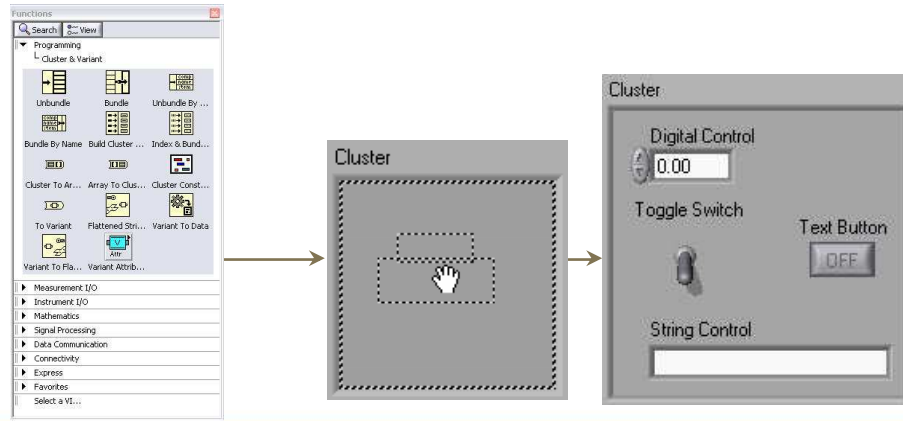
- Fehlerinformationen – Gruppierung einer booleschen Fehleranzeige, eines numerischen Fehlercodes und eines Fehlerquellstrings, um den genauen Fehler festzulegen
- Benutzerinformationen – Gruppierung eines Strings, der den Namen eines Anwenders enthält, und einer ID-Nummer mit dem zugehörigen Sicherheitscode

Alle Elemente eines Clusters müssen entweder Bedien- oder Anzeigeelemente sein. Ein String-Bedienelement und ein boolesches Anzeigeelement dürfen nicht gemeinsam vorhanden sein. Man kann sich Cluster wie ein Bündel von Einzeldrähten (Datenobjekten) vorstellen, die zu einem Kabel (Cluster) verbunden wurden.

Erstellen eines Clusters

1. Auswählen eines **Cluster**-Containers. 2. Objekte in den Container platzieren.

Bedienelemente» Modern» Array, Matrix & Cluster



ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

Zur Erzeugung eines Cluster-Elements auf dem Frontpanel wählen Sie aus der Palette **Bedienelemente» Modern» Array, Matrix & Cluster** die Option **Cluster**.

- Dadurch erhalten Sie einen Container (ähnlich dem Array-Container beim Erstellen von Arrays).
- Sie können die Größe des Cluster-Containers beim Ablegen bestimmen.
- Führen Sie einen Rechtsklick im Container aus, um Objekte unterschiedlichen Typs hinzuzufügen.

Anmerkung: Sie können sogar einen Cluster innerhalb eines Clusters platzieren.

Das erste Element, das Sie in einen Cluster einfügen, bestimmt, ob es sich bei dem Cluster um ein Bedien- oder Anzeigeelement handelt.

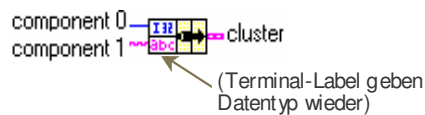
Sie können auch eine Cluster-Konstante auf dem Blockdiagramm erstellen. Wählen Sie dazu aus der Palette **Cluster** die Option **Cluster-Konstante**.

- Sie erhalten so einen leeren Cluster-Container.
- Sie können die Größe des Clusters beim Ablegen bestimmen.
- Platzieren Sie jetzt andere Konstanten in den Container.

Hinweis: Sie können keine Anschlüsse für Frontpanel-Objekte in eine Cluster-Konstante ins Blockdiagramm einfügen und auch keine „speziellen“ Konstanten wie die Konstanten **Reiter** oder **Leerer String**.

Cluster-Funktionen

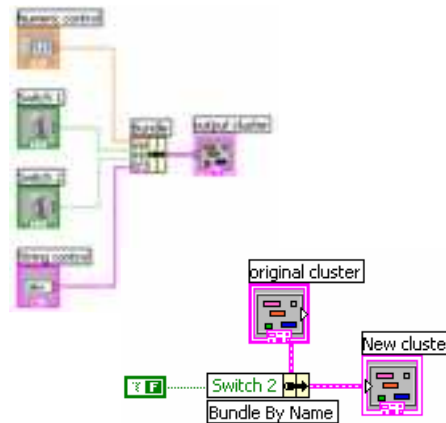
- In der Unterpalette **Cluster & Variant** der Palette **Programmierung**
- Zugriff auch über Rechtsklick auf den Clusteranschluss



Elemente bündeln



Nach Namen bündeln



ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

Die Begriffe „Bündeln“ und „Cluster“ gehören in LabVIEW eng zusammen.

Beispiel: Sie können die Funktion „Bündeln“ verwenden, um einen Cluster zu erstellen. Die Funktion „Aufschlüsseln“ zerlegt einen Cluster in seine individuellen Komponenten.

Funktion **Bündeln** – Bildet einen Cluster, der bestimmte Objekte enthält

Funktion **Nach Namen bündeln** – Aktualisiert die Werte bestimmter Cluster-Objekte (das Objekt muss eine zugehörige Bezeichnung haben)

Hinweis: Es muss ein Cluster vorhanden sein, der mit dem mittleren Anschluss der Funktion verdrahtet ist, um die Funktion „Nach Namen bündeln“ zu nutzen.

Einsatz von Arrays und Clustern mit Graphen

Der Datentyp Signalverlauf enthält drei Daten:

- t_0 = Startzeit
- dt = Zeit zwischen Abtastwerten
- Y = Array von Y -Absolutwerten

Zwei Möglichkeiten zur Erzeugung eines Signalverlauf-Clusters:



ni.com

NATIONAL INSTRUMENTS

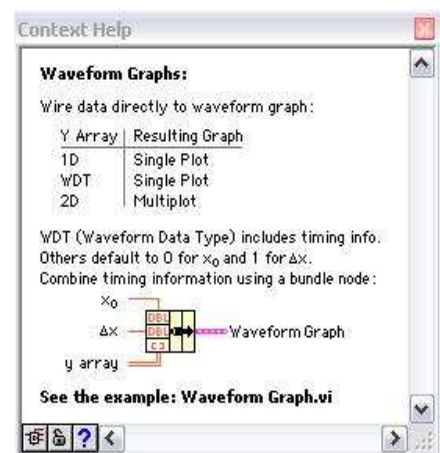
Der Datentyp Signalverlauf enthält die Daten, Anfangszeit und Delta t eines Signalverlaufs. Sie können mithilfe der Funktion „Signalverlauf erstellen“ Signalverläufe erzeugen. Viele VIs und Funktionen zur Erfassung und Analyse von Signalverläufen arbeiten standardmäßig mit dem Datentyp „Signalverlauf“. Wenn Sie Signalverlaufsdaten mit einem Signalverlaufsgraphen oder Signalverlaufsdigramm verbinden, stellt der Graph oder das Diagramm automatisch einen Signalverlauf dar, der durch die einzelnen Werte, die Anfangszeit und Delta x definiert ist. Wenn Sie ein Array aus Signalverlaufsdaten mit einem Signalverlaufsgraphen oder -diagramm verbinden, stellt der Graph oder das Diagramm automatisch alle Signalverläufe dar.

Signalverlauf erstellen

Erstellt einen Signalverlauf oder ändert einen bestehenden Signalverlauf, wobei die Anfangszeit als ein absoluter Zeitstempel dargestellt wird. Zeitstempel entsprechen Weltzeit und -datum und eignen sich besonders für die Aufzeichnung von realen Daten.

Bündeln

Erstellt einen Signalverlauf oder ändert einen bestehenden Signalverlauf mit einem relativen Zeitstempel. Der Eingang an t_0 ist ein DBL. Bei der Erstellung von Signalverläufen mit der Funktion Bündeln ist es möglich, die Daten auf der negativen x -Achse (Zeit) darzustellen.



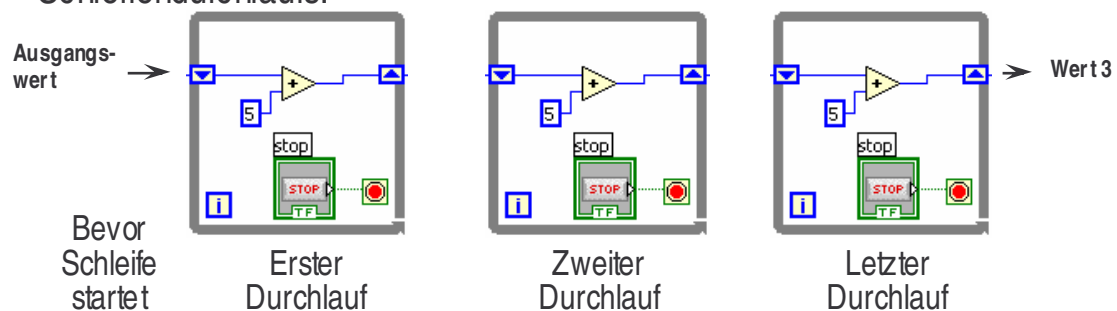
Schieberegister – Zugriff auf Daten aus vorheriger Schleife

Verfügbar an linkem bzw. rechtem Rand von Schleifenstrukturen

Rechtsklick auf den Rand und Auswahl von **Schieberegister hinzufügen**

Rechter Anschluss speichert Daten bei Beendigung eines Schleifendurchlaufs.

Linker Anschluss liefert gespeicherte Daten zu Beginn des nächsten Schleifendurchlaufs.



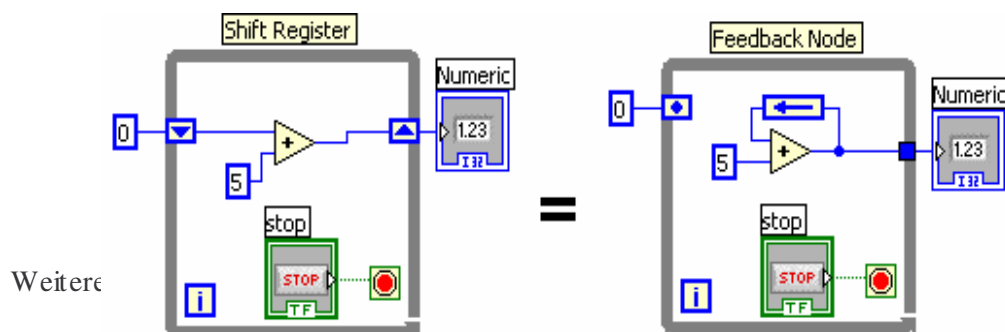
ni.com

NATIONAL INSTRUMENTS

Schieberegister dienen zur Übertragung von Werten von einem Schleifendurchlauf in den nächsten:

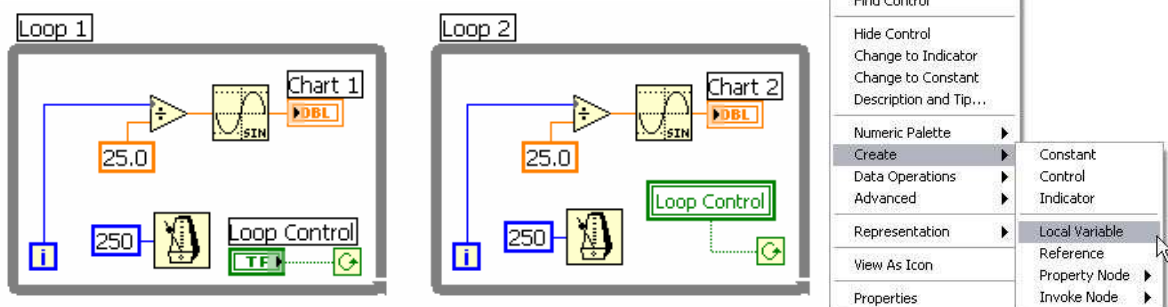
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den linken oder rechten Rand der Schleife und wählen Sie aus dem Kontextmenü die Option **Schieberegister hinzufügen** aus.
- Der rechte Anschluss speichert Werte am Ende eines Schleifendurchlaufs. Werte werden zu Beginn des nächsten Schleifendurchlaufs am linken Anschluss ausgegeben.
- Ein Schieberegister passt sich an jeden mit ihm verbundenen Datentyp an.

Eine Eingabe von 0 würde beim ersten Schleifendurchlauf eine Ausgabe von 5 ergeben, von 10 beim zweiten und 15 beim dritten Schleifendurchlauf. Anders ausgedrückt: Schieberegister werden verwendet, um Werte von einem Schleifendurchlauf zum nächsten beizubehalten. Der Rückkopplungsknoten ist eine weitere Darstellungsweise desselben Konzepts. Beide unten abgebildete Programme verhalten sich gleich.



Lokale Variablen

- Lokale Variablen ermöglichen das Übertragen von Daten zwischen parallelen Schleifen.
- Ein einzelnes Bedien- oder Anzeigeelement kann von mehr als einem Ort im Programm aus gelesen bzw. dorthin geschrieben werden.
 - Lokale Variablen unterbrechen das Datenflussparadigma und sollten nicht zu häufig eingesetzt werden.



Manchmal kann es notwendig sein, dass Sie von mehreren Stellen aus einem Blockdiagramm auf ein Frontpanel-Objekt zugreifen müssen oder dass Sie Werte zwischen Strukturen übertragen müssen, die nicht durch einen Draht verbunden werden können. Um diese Aufgaben umzusetzen, eignet sich eine *lokale Variable*.

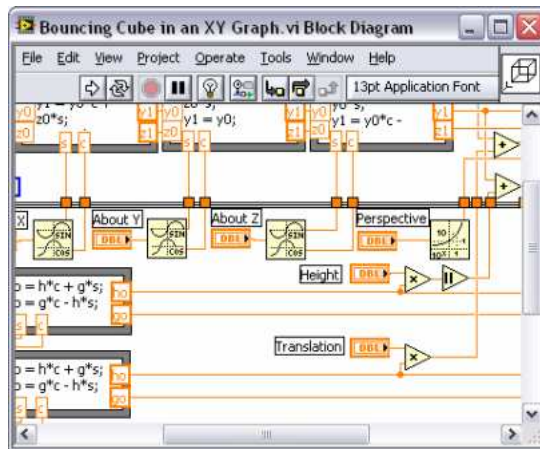
Lokale Variablen finden Sie in der Unterpalette **Strukturen** der Funktionenpalette.

Wenn Sie eine lokale Variable auf dem Diagramm ablegen, enthält sie per Voreinstellung den Namen (zugehörige Bezeichnung) des ersten Objekts, das Sie auf dem Frontpanel abgelegt haben.

Sie verwenden eine lokale Variable, indem Sie zuerst das Objekt auswählen, auf das Sie zugreifen wollen. Sie können entweder mit dem Bedienwerkzeug auf die lokale Variable klicken und das Objekt (nach zugehöriger Bezeichnung), auf das Sie zugreifen wollen, auswählen oder Sie klicken die lokale Variable mit der rechten Maustaste an und wählen aus dem Kontextmenü unter **Objekt wählen** das Objekt.

Als nächstes müssen Sie entscheiden, ob Sie aus dem Objekt lesen oder in das Objekt schreiben wollen. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Variable und wählen Sie **In Lesen ändern** oder **In Schreiben ändern**.

LabVIEW-Navigationsfenster



- Zeigt den aktuellen Ansichtsbereich im Vergleich zum gesamten Frontpanel oder Blockdiagramm
- Ideal für große Programme geeignet

- Sichtbare Größe des Programms mit SubVIs organisieren und reduzieren

ni.com

NATIONAL
INSTRUMENTS

Wählen Sie zum Öffnen dieses Dialogfelds **Anzeigen» Navigationsfenster**.

Verwenden Sie dieses Fenster zur Navigation in übergroßen Frontpanels oder Blockdiagrammen. Um einen gewünschten Bereich des Frontpanels oder Blockdiagramms anzuzeigen, klicken Sie einfach auf den entsprechenden Bereich im **Navigationsfenster**. Sie können das Bild auch im Fenster **Navigation** anklicken und ziehen, um die Ansicht des Frontpanels oder Blockdiagramms zu verschieben.

LabVIEW-Projekt

- Gruppiert und organisiert VIs
- Hardware- und I/O-Verwaltung
- Verwaltung von VIs für mehrere Zielgeräte
- Erstellen von Bibliotheken und ablauffähigen Dateien
- Verwalten großer LabVIEW-Anwendungen
- Versionsverfolgung und -verwaltung aktivieren

(LabVIEW » Projekt » Neu)



ni.com



LabVIEW-Projekt

Mithilfe von Projekten können Sie LabVIEW- und andere Dateien in Gruppen ordnen, Build-Spezifikationen erstellen, Dateien herunterladen und auf andere Zielsysteme übertragen. Ein Zielsystem ist ein Gerät oder eine Maschine, auf dem bzw. auf der ein VI ausgeführt wird. Wenn Sie ein Projekt speichern, wird eine Projektdatei erstellt (.lvproj), die Referenzen auf Dateien im Projekt, Konfigurations-, Build- und Distributionsinformationen usw. enthält.

Zum Erstellen von Applikationen und DLLs muss ein Projekt verwendet werden. Für die Arbeit mit einem Echtzeit-, FPGA- oder PDA-System ist ebenfalls ein Projekt anzulegen. Weitere Informationen zur Verwendung von Projekten mit dem LabVIEW Real Time Module, dem FPGA Module und dem PDA Module finden Sie in der Dokumentation zu den einzelnen Modulen.

LabVIEW-Plug&Play-Gerätetreiber im Projekt-Stil nutzen die Projekt- und Projektbibliothekseigenschaften in LabVIEW 8.0. Sie können die Projektstil-Treiber so verwenden wie bisherige LabVIEW-Plug&Play-Treiber.

Projekt-Explorer

Mithilfe des Projekt-Explorers lassen sich LabVIEW-Projekte erstellen und bearbeiten. Wählen Sie **Datei » Neues Projekt**, um das Fenster Projekt-Explorer zu öffnen. Sie können auch **Projekt » Neues Projekt** oder **Leeres Projekt** im Dialogfeld **Neu** zur Anzeige des Projekt-Explorers wählen.

Weitere Informationsquellen

- NIs Webseite für Forschung und Lehre sowie Student Corner
 - <http://www.ni.com/academic/d>
- Connexions: Kompletter LabVIEW-Trainingskurs
 - www.cnx.rice.edu
 - Suchen Sie nach „LabVIEW basics“
- LabVIEW-Zertifizierung
 - Prüfung über LabVIEW-Grundlagen, das LabVIEW Fundamentals Exam (kostenlos auf www.ni.com/academic/d)
 - Certified LabVIEW Associate Developer Exam (von der Industrie anerkannte Zertifizierung)
- Bestellen Sie Ihr Exemplar der LabVIEW-Studentenversion
 - www.ni.com/academic/d

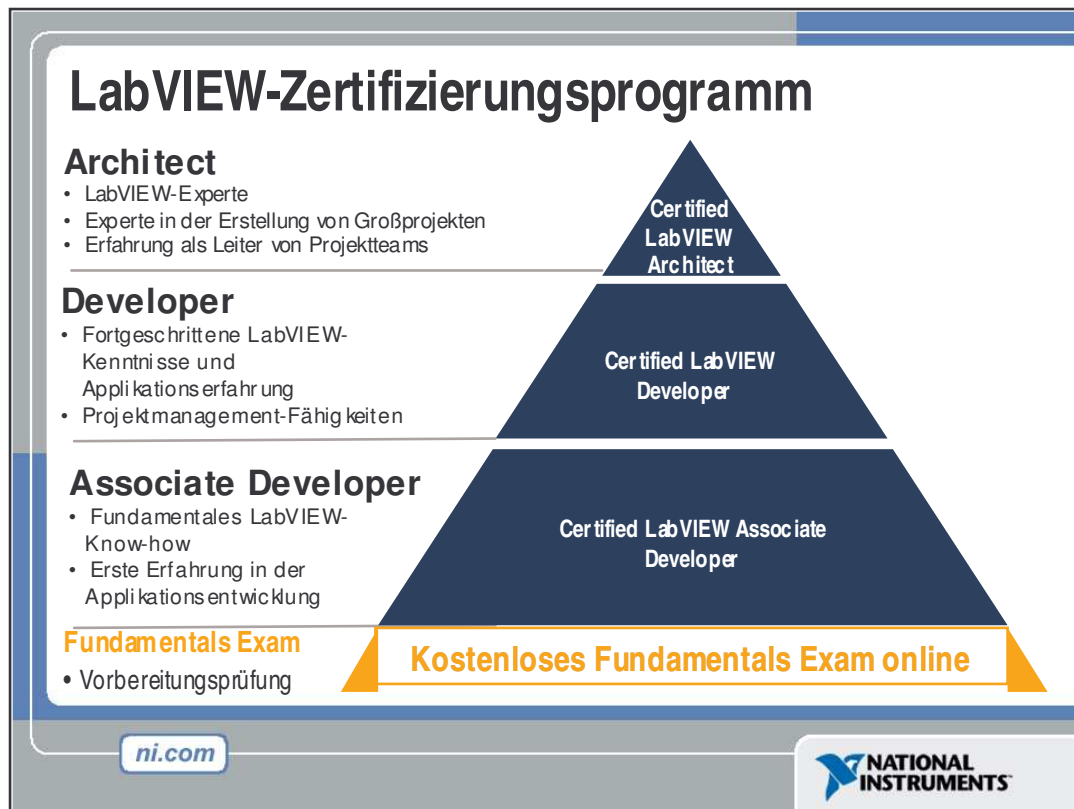


Von [Robert H. Bishop](#)
Erschienen bei [Prentice Hall](#)

ni.com



A screenshot of the National Instruments website's 'Academic Programs and Resources' section. The top navigation bar includes links for 'MyNI', 'Contact NI', 'Products & Services', 'Solutions', 'Support', 'NI Developer Zone', 'Academic', 'Events', and 'Company'. Below this, a large banner for 'NI LabVIEW Hands-On Campus Workshop' features a photo of a smiling man and a computer monitor displaying a LabVIEW interface. To the left of the banner is a vertical menu with links: 'Academic Community', 'Grants & Donations', 'Distance Learning', 'LabVIEW Training', 'Curriculum Resources', 'Discipline Depot', 'Hardware', and 'Software'. Below the banner, there's a section for 'Main Academic Resources' with three columns: 'Educators' (Lab Share, Courseware, Experiments, Journals, LabVIEW Training, Academic Discounts, Subscribe to NI News - Academic Edition), 'Researchers' (Discounts, Products, Training, Tutorials, Technical Support, User Groups), and 'Students' (LabVIEW Zone Student Corner, LabVIEW Fundamentals Exam, LabVIEW Student Edition, Technical Support, Jobs at NI). Further down, there's a 'Technical Resources' section with links like 'Example Code', 'Application Notes', 'Product Manuals', 'Development Library', 'White Papers', 'Academic Resources CD', and 'Technical Support'. A 'Spotlights' section highlights 'Attend NIWeek 2005' and 'Are You On A LabVIEW Campus?'. A 'Highlights' section includes 'Lab Share' and 'Courseware'. The bottom of the page has a 'Community' link.



Derzeit erkundigen sich immer mehr Unternehmen und Personalleiter in Vorstellungsgesprächen nach Erfahrungen mit der Programmierumgebung LabVIEW. Das LabVIEW-Zertifizierungsprogramm besteht aus einer Reihe von fachlichen Prüfungen. LabVIEW-Zertifikate werden zur Bescheinigung Ihrer Kompetenz und Fertigkeit im Umgang mit NI LabVIEW für bessere Einstellungschancen sowie für Projektausschreibungen eingesetzt.

Die Prüfung zum Certified LabVIEW Associate Developer ist der erste Schritt zur LabVIEW-Zertifizierung und dient als Nachweis einer fundierten Grundlage im Umgang mit LabVIEW und der LabVIEW-Umgebung. Für Studenten ist die Zertifizierung zum Certified LabVIEW Associate Developer (CLAD) ein entscheidender Wettbewerbsvorteil, da sie als Nachweis ihrer LabVIEW-Fertigkeiten auf dem Arbeitsmarkt dient und ihrer Fachkenntnisse in LabVIEW anerkennt. Die CLAD-Prüfung umfasst ein einstündiges Examen mit Multiple-Choice-Fragen und wird in den Räumlichkeiten der Firma Pearson VUE landesweit durchgeführt. Die Prüfung deckt Auswahlfragen zur LabVIEW-Umgebung ab, darunter Datenflusskonzepte, Programmierstrukturen, fortgeschrittene Datei-I/O-Techniken, modulare Programmierung, Eigenschaften von VI-Objekten und Steuerreferenzen.

Haben Sie schon einmal darüber nachgedacht, Ihre Kenntnisse durch ein CLAD-Zertifikat belegen zu lassen? Nehmen Sie online am kostenlosen LabVIEW Fundamentals Exam teil, der Prüfung zu LabVIEW-Grundlagen.

Die Prüfungen zum Certified LabVIEW Developer und Certified LabVIEW Architect sind fachliche Zertifizierungen, die fortgeschrittene Kenntnisse und Erfahrungen in der Anwendungsentwicklung mit LabVIEW bescheinigen. Daneben werden durch die Zertifizierung zum LabVIEW Architect Fertigkeiten in der Leitung von Projektteams und Erfahrungen in der Erstellung großer Anwendungen nachgewiesen. Bei diesen Prüfungen handelt es sich um vierstündige praktische Tests, die von National Instruments durchgeführt werden.

Deutsche Fachbücher mit der Studentenversion von LabVIEW



LabVIEW für Studenten
 Autor: R. Jama/A. Hagededt
 Verlag: Pearson Studium, 08/2004
 576 Seiten;
 mit CD-ROM (LabVIEW 7);
 4., veränderte Ausgabe
 Preis: 49,95 €
 ISBN 3-8273-7154-6



Einführung in LabVIEW
 Autoren: W. Georgi/E. Mein
 Verlag: Hanser Fachbuch-verlag
 Leipzig, 03/2006
 (2. Ausgabe 09/2006);
 328 Seiten; broschiert
 Preis: 39,90 €
 ISBN 3-446-40400-7



Elektrische Messtechnik
 Autor: R. Lerch
 Verlag: Springer Verlag 09/2006
 600 Seiten
 Preis: 42,95 €
 ISBN 3-540-34055-6



Handbuch für die Programmierung mit LabVIEW
 Autor: B. Mütterlein
 Verlag: Elsevier Verlag,
 ab Jan 2007; 460 Seiten
 Preis: 49,50 €
 ISBN (978)-3-8274-1761-9

ni.com

**NATIONAL
INSTRUMENTS**

Electronics Workbench und Multisim

- Beliebte Software für das Studium der Elektronik sowie der Elektronikentwicklung
- 180000 Anwender in Industrie, Forschung und Lehre
- Zu den Produkten zählen:
 - Multisim: Simulation und Schaltplaneingabe
 - Multi-MCU: Simulation von Mikrocontrollern
 - MultiVHDL: VHDL-Simulation
 - Ultiboard: Leiterplattenentwurf
 - Electronics CBT: Computerbasiertes Training
- Kostengünstige Studentenversionen und eingeschränkte Freeware-Version erhältlich
- www.electronicworkbench.com



ni.com



Die Software von Electronics Workbench gehört zu den meistverwendeten Softwareprodukten auf dem Gebiet der Entwicklung elektronischer und elektrischer Schaltungen. Sie wird in allen führenden Entwicklungslabors der Welt eingesetzt. Da unsere Softwareprodukte gezielt für den Einsatz im Bereich der Aus- und Weiterbildung entwickelt wurden, werden sie von Tausenden von Ausbildern verwendet.

MULTISIM – SIMULATION UND SCHALTPLANEINGABE

Multisim ist ein intuitives, mit Drag&Drop arbeitendes Programm für die Schaltungserfassung und die Schaltungssimulation. Die Software ermöglicht es Lehrern und Auszubildenden, innerhalb kürzester Zeit komplette elektronische Schaltungen aus analogen und digitalen Bauelementen zu entwickeln.

MULTIMCU – MIKROCONTROLLER-CO-SIMULATION

MultiMCU ergänzt Multisim um die Fähigkeit der Mikrocontroller-Co-Simulation und erlaubt somit die Einbindung eines in Assembler programmierten Mikrocontrollers in Ihre in SPICE modellierten Schaltungen.

MULTIVHDL – VHDL-CO-SIMULATION

MultiVHDL sorgt für eine Ergänzung von Multisim um eine patentierte Co-Simulation von VHDL. MultiVHDL ist eine leistungsstarke und dennoch bedienfreundliche Anwendung, die sich optimal zum Unterrichten der HDL-Programmierung oder die Integration von in VHDL programmierten Geräten in ein Multisim-Projekt eignet.

ULTIBOARD – LEITERPLATTENENTWURF

Ultiboard ermöglicht Auszubildenden und Studenten einen Einblick in die Entwicklung und Fertigung von Flachbaugruppen. Die von den Auszubildenden mit Multisim entwickelte Schaltung kann mit einem einzigen Mausklick in Ultiboard importiert werden.

ELECTRONICS CBT – COMPUTERGESTÜTZTES TRAINING

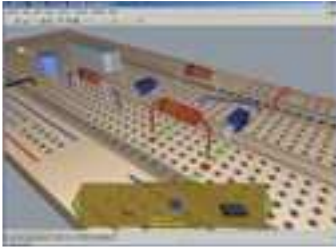
Electronics CBT bietet vollständige Lerninhalte mit einer Einführung in die Elektronik zur Unterstützung der Lehrtätigkeit, kann aber auch als zentrales Element der Lehrtätigkeit verwendet werden. E-CBT bietet mehr als 400 Übungen und Experimente, die direkt in der virtuellen Laborumgebung von Multisim durchgeführt werden.

Integration von Multisim und LabVIEW

1. Schaltplan erstellen



2. Virtuelles Steckbrett



3. Simulation



4. Leiterplattenentwurf



5. Test



6. Vergleich



ni.com



1. Multisim-Schaltpläne

- Intuitive Schaltplanerstellung
- Einfaches Verschieben und Platzieren von Bauteilen
- Animierte Bauteile in 3D
- Ziehen von Leiterbahnen ohne Unterbrechung von Verbindungen

2. Multisim – Virtuelles Steckbrett

- Versuchsanordnungstechniken
- Mit Schaltplaneingabe synchronisiert
- Verdrahtungsbericht für NI ELVIS (Schritt 5)

3. Multisim – Simulation

- Bibliothek mit über 13000 Bauteilen
- Über 20 virtuelle Instrumente
- Interaktion mit der Schaltung bei laufender Simulation
- Neu: Simulation von Mikrocontrollern
- Animierte Bauteile (LEDs und 7-Segment-Anzeigen)

4. Ultiboard – Leiterplattenentwurf

- Integration in Multisim
- Benutzerfreundliche Bedienoberfläche
- 3D-Ansicht
- Prüfung auf Einhaltung der Entwicklungsrichtlinien
- Integriertes Autorouting

5. NI ELVIS – Test

- Instrumentierung
- Datenerfassung
- Prototyperstellung

6. LabVIEW – Vergleich

- Automatisches Importieren:
 - Simulationsdaten von Multisim
 - Reale Daten von NI ELVIS
- Vergleich idealer und realer Daten

Der nächste Schritt ...

Testen Sie Ihre Fähigkeiten mit der kostenlosen Grundlagenprüfung LabVIEW Fundamentals Exam unter ni.com/academic/d.

Der erste Schritt zur Zertifizierung Ihrer LabVIEW-Kenntnisse!

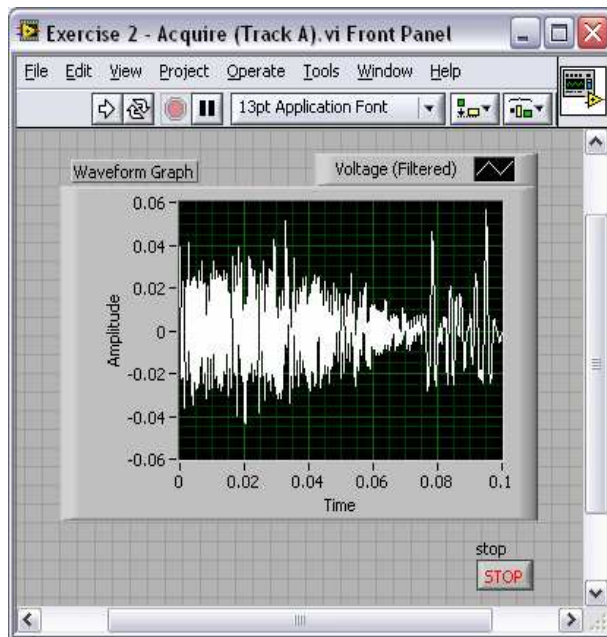


ni.com

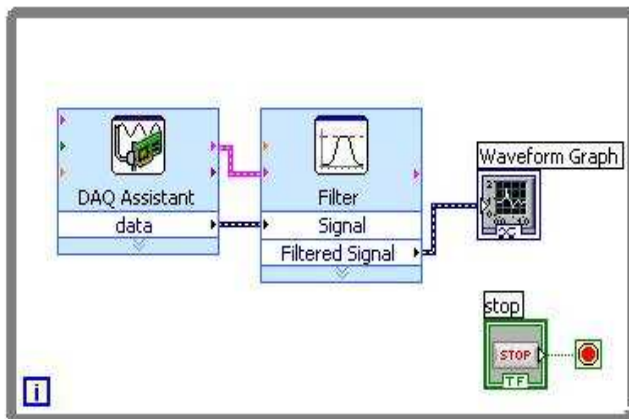


Lösungsteil

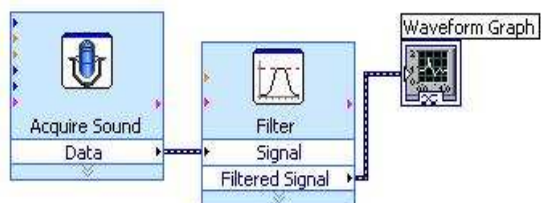
Übung 2:



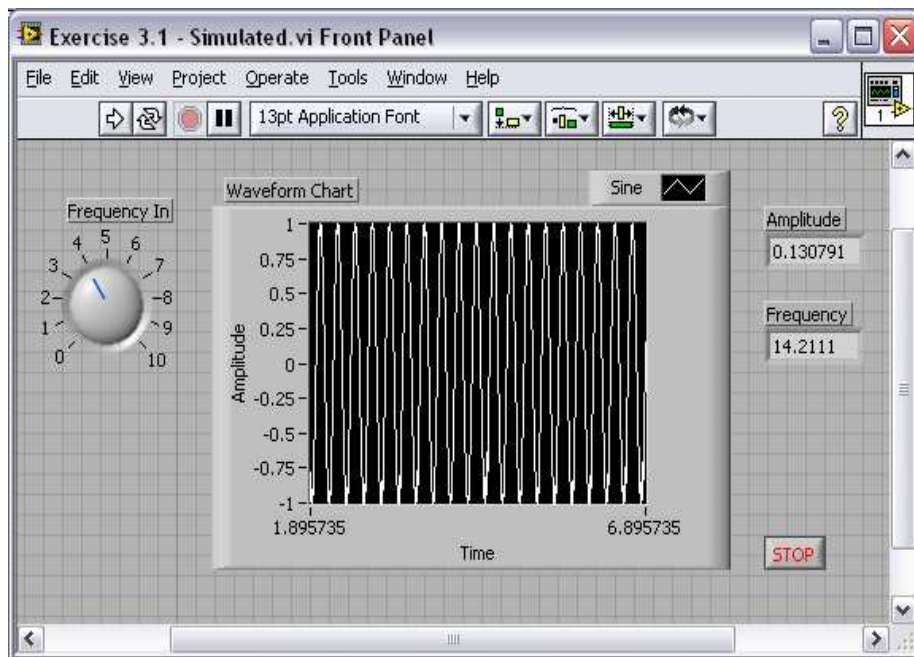
Übung 2 – Varianten A und B:



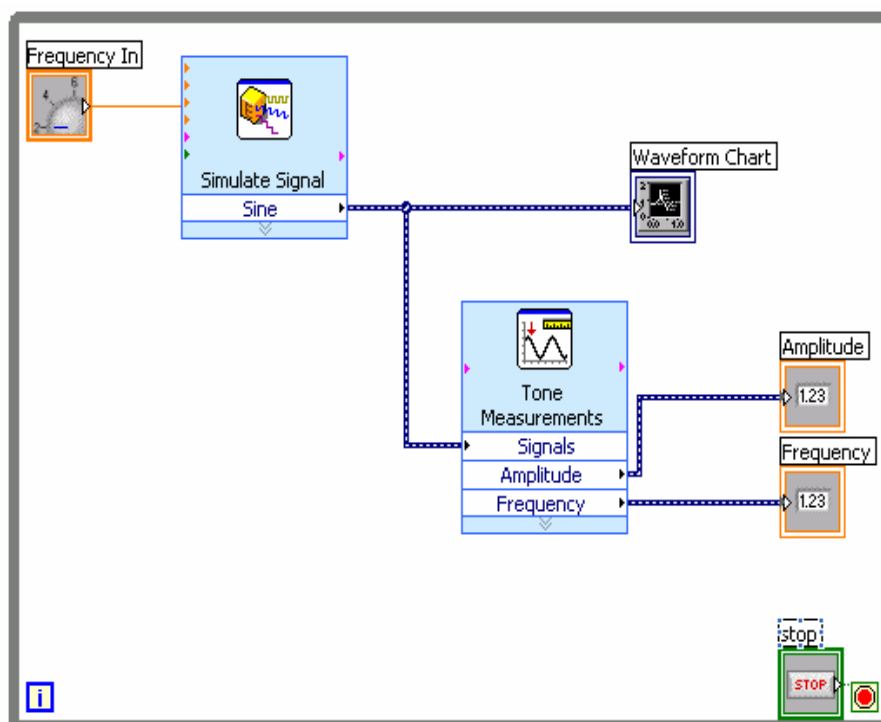
Übung 2 – Variante C:



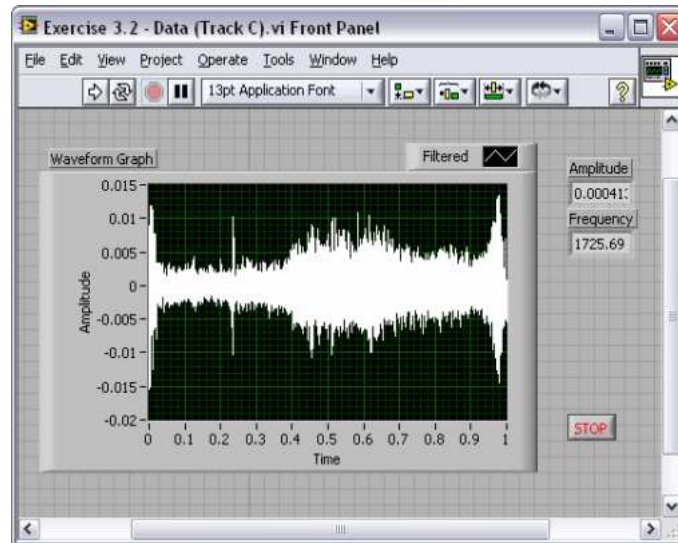
Übung 3.1:



Übung 3.1 – Varianten A, B und C:

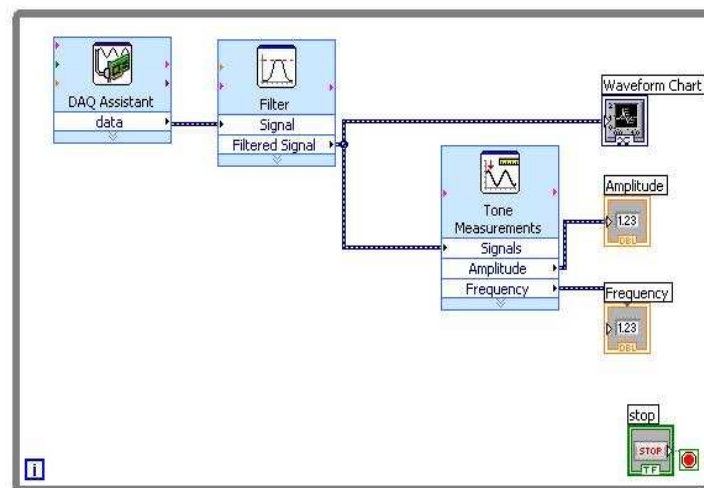


Übung 3.2:

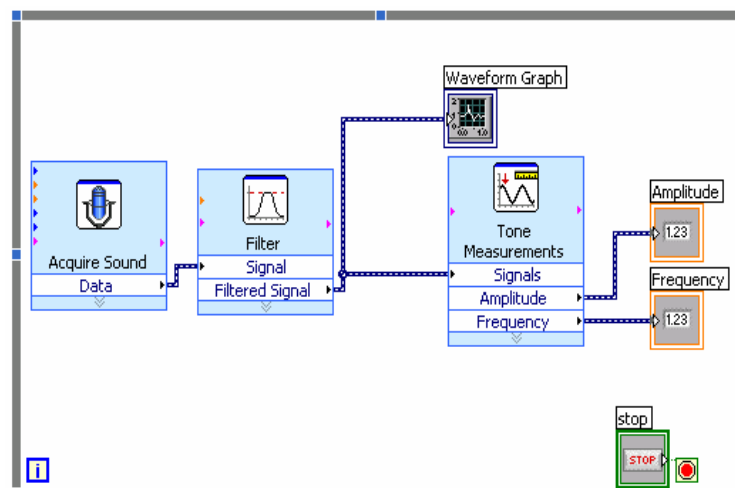


Hinweis: Signalformgraphen und -diagramme wurden in den Übungen 3.2 und 3.3 untereinander austauschbar verwendet.

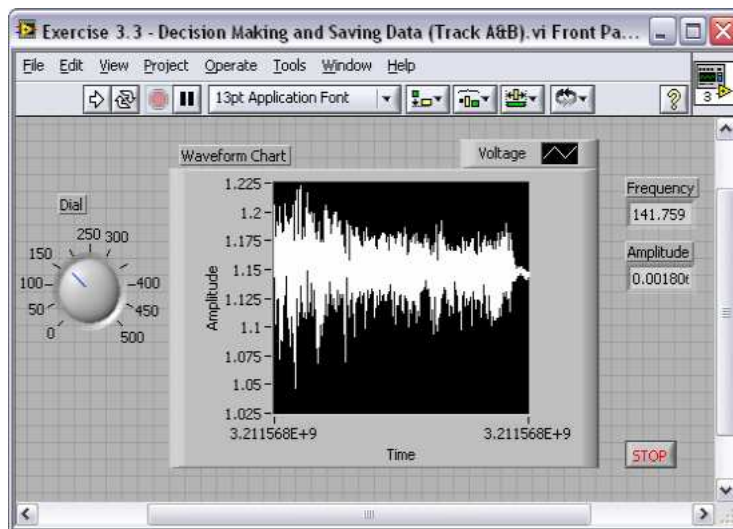
Übung 3.2 – Varianten A und B:



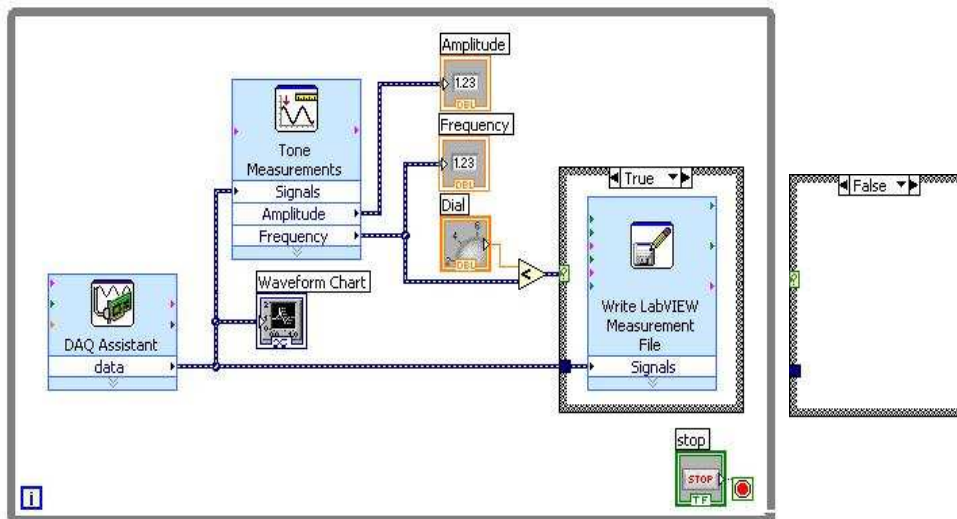
Übung 3.2 – Variante C:



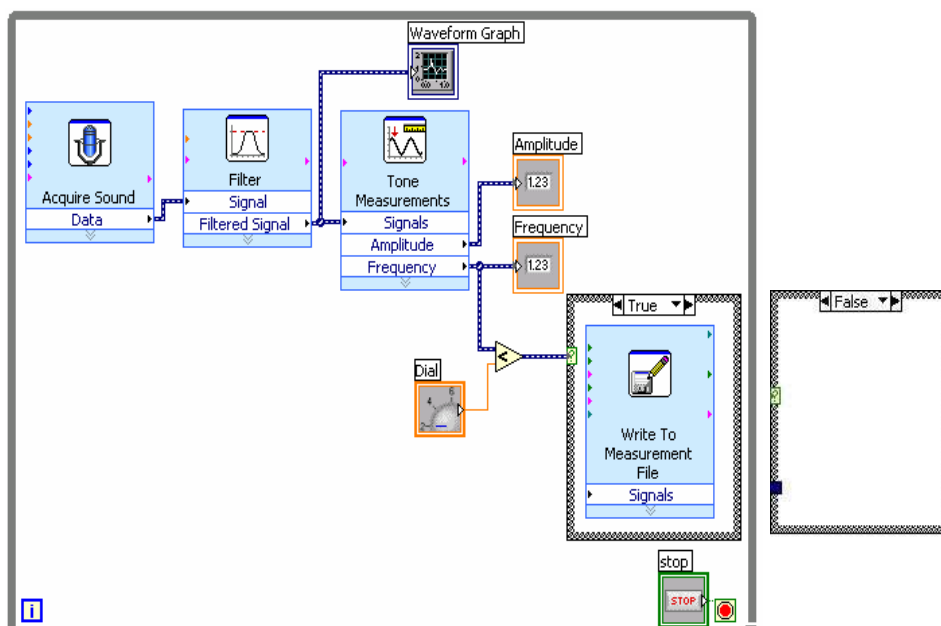
Übung 3.3:



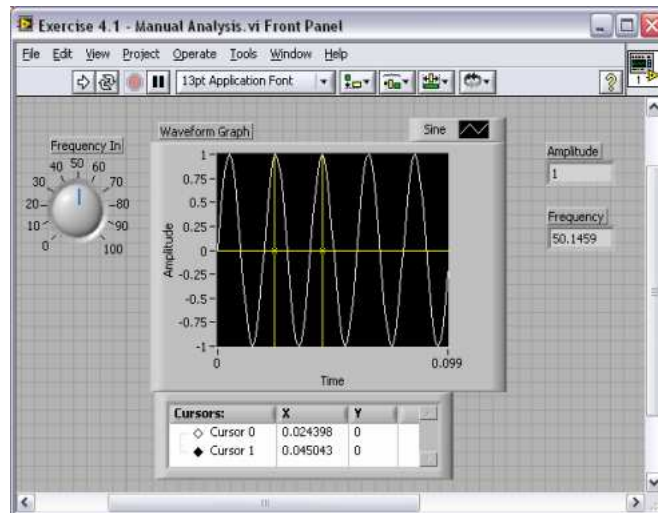
Übung 3.3 – Varianten A und B:



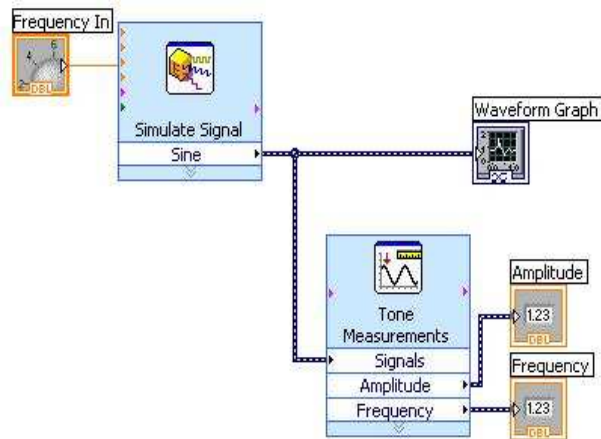
Übung 3.3 – Variante C:



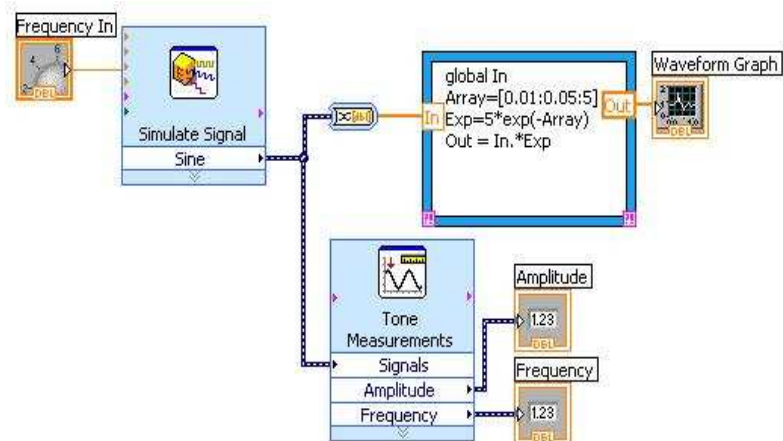
Übungen 4.1 und 4.2:



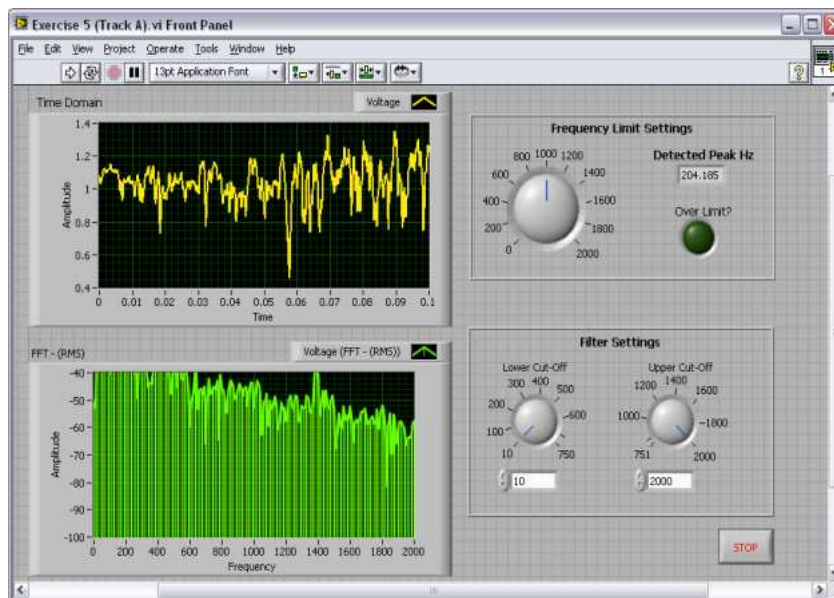
Übung 4.1 – Varianten A, B und C:



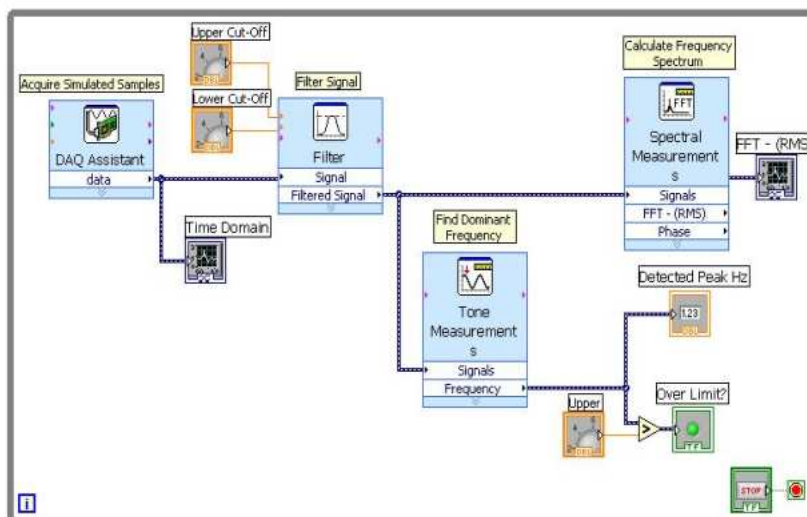
Übungen 4.2 – Varianten A, B und C:



Übung 5:



Übung 5 – Varianten A und B:



Übung 5 – Variante C:

