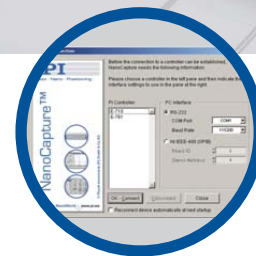


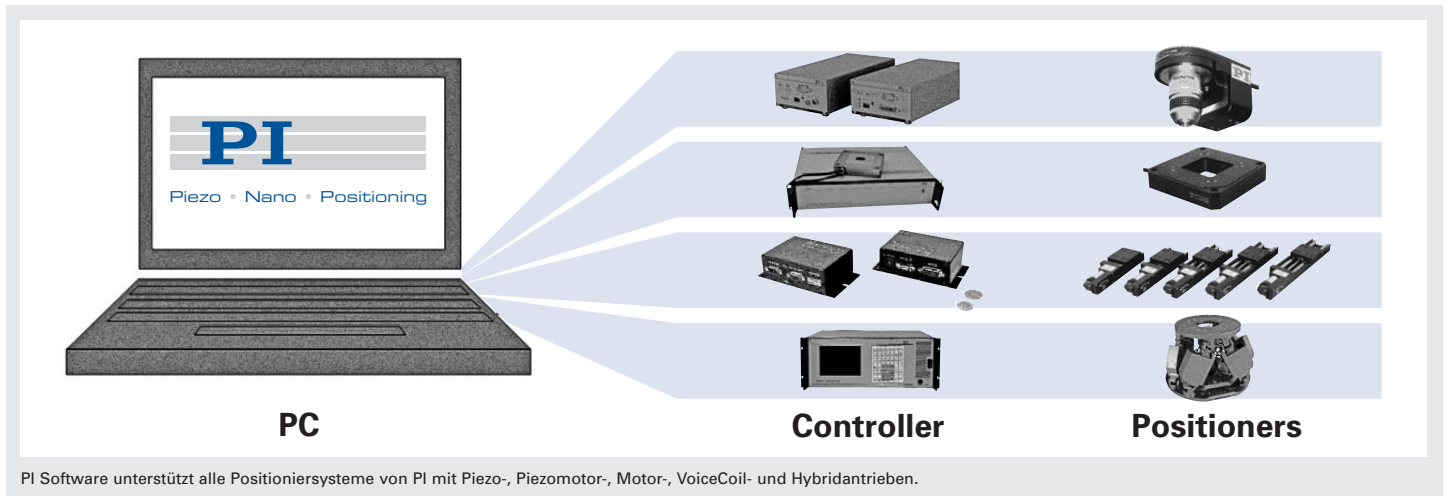
# Software für Positionssteuerungen

Mikro- und Nanopositioniersysteme einfach betreiben



# PI Software

## Positioniersysteme effektiv und komfortabel betreiben



Die hohe Qualität der Positioniersysteme von PI wird im täglichen Betrieb durch die PI Software erschlossen. Angefangen von der einfachen Inbetriebnahme über die komfortable Ansteuerung der Systeme über grafische Oberflächen bis zur schnellen und einfachen Einbindung in externe Programme werden alle Anwendungsaspekte abgedeckt. So können verschiedenste Systeme mit Piezo-, Piezomotor-, Motor-, Voicecoil- und Hybridantrieben gemeinsam und einheitlich genutzt werden.

Die Ansteuerung ist dabei generell unabhängig von der Anzahl und dem Typ der betriebenen Achsen, der Art des Controllers und der verwendeten Schnittstelle.

Der automatisierte Betrieb der PI Positioniersysteme wird durch den einheitlichen GCS-Befehlssatz erleichtert. Davon profitiert sowohl die Entwicklung eigener Makros, als auch die Einbindung in externe Programme wie LabVIEW, MATLAB, Visual C++, etc.

PI unterstützt Software-Anwender durch ausführliche Manuals und Online-Hilfen sowie kostenlose Updates.

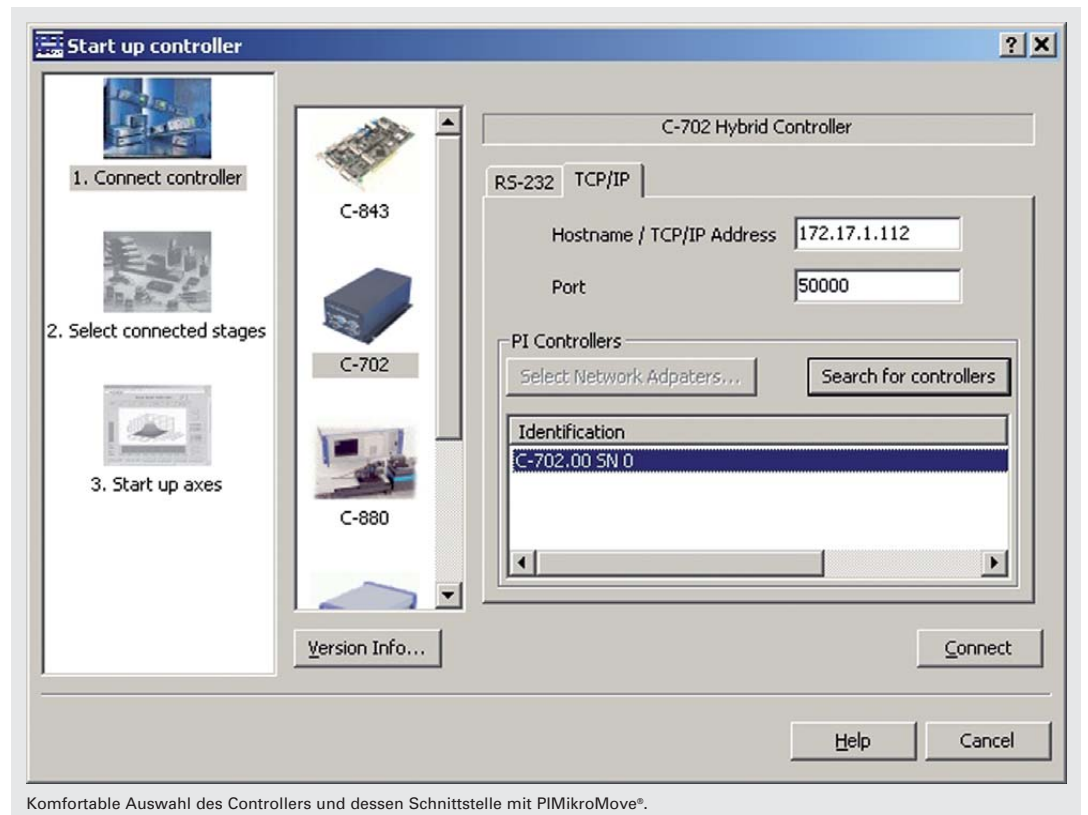
### Einfache Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme von PI Positioniersystemen erfolgt schnell und einfach über die Anwendungssoftware (siehe Seite 4, 5). In wenigen übersichtlichen Schritten werden Controller und Verstärker ausgewählt und aktiviert. Das

System steht danach unmittelbar bereit und kann sofort genutzt werden.

Durch die Bedienung der Systeme über die grafischen Oberflächen der Anwendersoftware (NanoCapture™ und PIMikroMove®) sind zur In-

betriebnahme und direkten Ansteuerung keinerlei Programmierkenntnisse erforderlich.



## Höchste Systemkompatibilität

Zur einheitlichen Steuerung von Nano- und Mikropositioniersystemen dient der universelle Befehlssatz von PI, der General Command Set (GCS). Unterstützt wird dieser Befehlssatz von allen neueren PI-Piezocontrollern und PI-Motorsteuerungen, einschließlich Hexapod-Controllern und Hybrid-Systemen. Durch GCS ist die Steuerung unabhängig von der verwendeten Hardware, sodass verschiedene Positioniersysteme gemeinsam angesteuert oder neue Systeme bei minimalem Programmieraufwand genutzt werden können.

Die Erstellung von eigenen Applikationsprogrammen wird dank GCS deutlich einfacher, da die Befehle für alle unterstützten Geräte identisch in Syntax und Funktion sind. Die sonst nötige Einarbeitung entfällt komplett. Durch die Verwendung des GCS-Befehlssatzes mit seinen komfortablen Funktionen wird die Anwendungsentwicklung deutlich beschleunigt. Dies vermindert zugleich die Fehlerwahrscheinlichkeit.

Die einfache Nutzung des GCS erfolgt direkt im Controller-Ter-

minal, durch Makros oder in Form eines universellen PI-Treibersatzes für LabVIEW (VIs), Windows Dynamik Link Libraries (DLL) oder COM-Objekten (siehe Seite 6, 7).

Controller, deren Firmware GCS nicht unterstützt, werden mit Hilfe zusätzlicher Software-Module integriert. Dies geschieht völlig transparent, so dass sich auch solche Controller nahtlos in die GCS Software einbinden lassen. Die problemlose Einbindung dieser Controller erfolgt sowohl in die grafischen Oberflächen von PI als auch in selbst erstellte Anwendungen über die bereitgestellten GCS DLLs und COM-Objekte bzw. den GCS LabVIEW-Treibersatz.

### Optimierung des Systemverhaltens

Für das optimale Systemverhalten können die Regelparameter angepasst werden, je nach Last und gewünschter Dynamik. Die Auswirkung der Anpassung relevanter Parameter wie PID-Terme, Frequenzen der Notchfilter und Slewrates ist direkt in anschaulichen Diagrammen ersichtlich.

Zusätzlich zur manuellen Optimierung kann das Systemverhalten mit der Zusatzoption Autotune auch vollautomatisch optimiert werden. Hierbei wird das Systemverhalten analysiert und mit fortschrittlichsten Algorithmen optimiert. Dieses unübertroffene einfache Verfahren liefert sehr gute Ergebnisse in kürzester Zeit.

Für Piezo-Positioniersysteme sind mit InputShaping® und DDL zusätzliche Methoden zur Verbesserung der Systemdynamik verfügbar (siehe Seite 7).

### GCS-fähige Controller

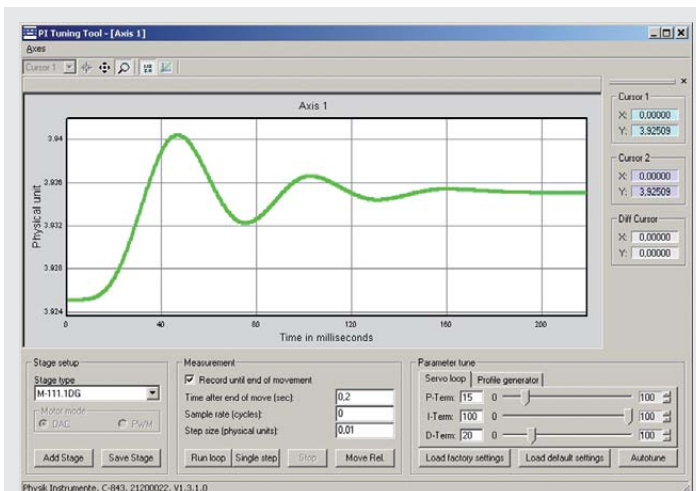
Mikropositionierung:  
C-663, C-702, C-843, C-843.PM,  
C-848, C-862, C-865, C-866, C-880

Nanopositionierung:  
E-516, E-621, E-625, E-665, E-710,  
E-725, E-755, E-761, C-702

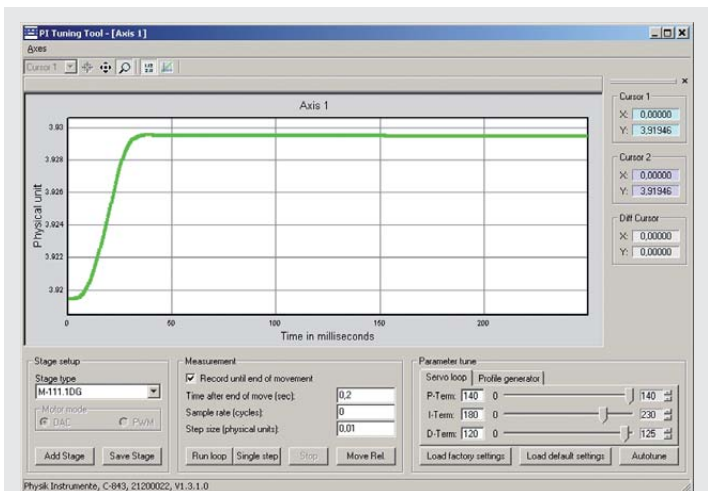
Alle Hexapod-Controller für:  
F-206, M-824, M-840, M-850

### Unterstützte Betriebssysteme

Microsoft Windows XP  
Microsoft Windows 2000  
Microsoft Windows NT  
Microsoft Windows 98  
Linux (controllerabhängig)



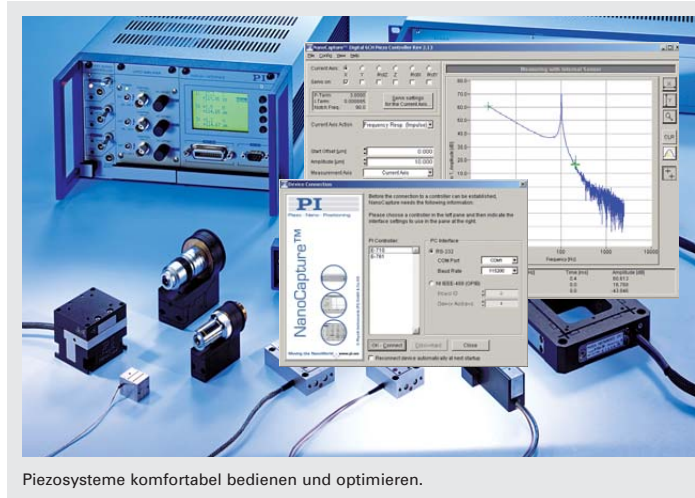
Nicht optimierte Sprungantwort eines geregelten Mikropositioniertisches.



Sprungantwort eines geregelten Mikropositioniertisches mit optimierten Regelparametern.

# NanoCapture™ Software

## Piezsysteme effektiv und komfortabel bedienen



Piezsysteme komfortabel bedienen und optimieren.

- Ermöglicht die Optimierung aller Servoparameter
- Ermittelt Ansprechverhalten und Resonanzfrequenz, erstellt Bodediagramme
- Funktionsgenerator zur Programmierung einfacher und komplexer Funktionen

NanoCapture™ erleichtert die Ansteuerung und Inbetriebnahme von Piezo-Positioniersystemen. Über seine grafische Bedienoberfläche ermöglicht NanoCapture™ die komfortable Systemoptimierung und erlaubt die Ermittlung von Einschwingverhalten, Resonanzfrequenzen, Bode-Diagrammen etc. Dazu wird keine

zusätzliche externe Messtechnik benötigt, sofern die Nanopositioniersysteme mit direktmessenden Wegsensoren ausgestattet sind.

### Umfassende Systemoptimierung

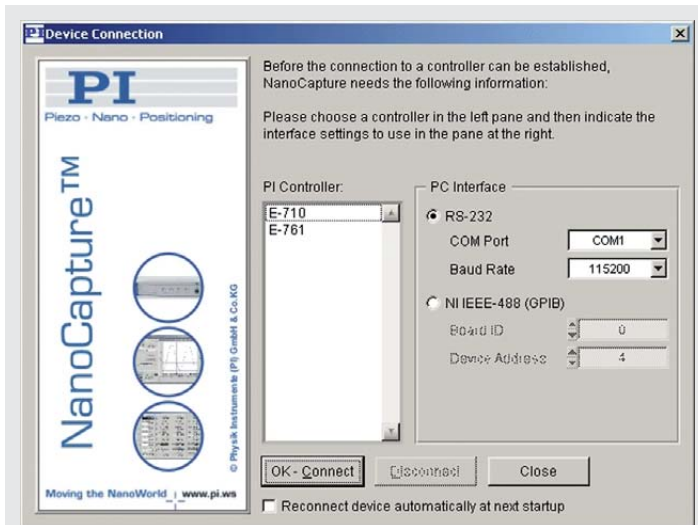
Diese Funktionen sind besonders hilfreich, wenn die mechanischen Eigenschaften eines

vom Werk kalibrierten Systems z. B. durch eine größere Last verändert werden.

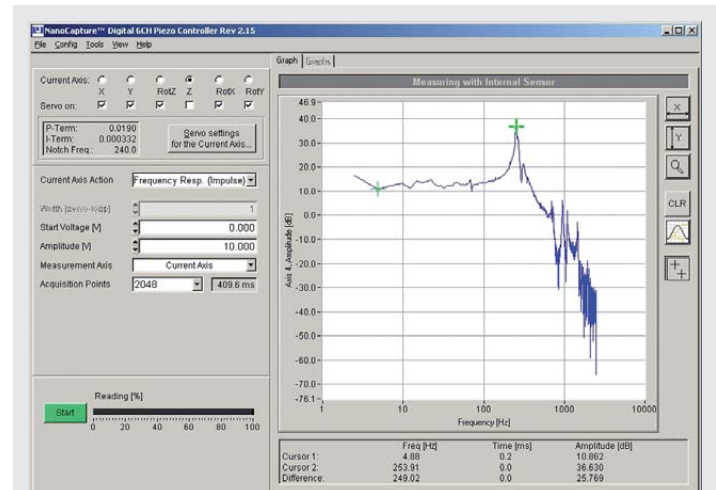
In diesem Fall können durch Anpassen von Parametern wie Regelverstärkung (P-I-Parameter), Notchfilter-Frequenz oder der Nullposition der integrierten Sensoren das Ansprechverhalten und die Systemstabilität optimiert werden.

NanoCapture™ unterstützt darüber hinaus controllerspezifische Eigenschaften:

Funktionsgenerator: synchroner Betrieb verschiedener Achsen mit mathematisch definierbaren Kurven oder mit einer vom Anwender festgelegten beliebigen Funktion (siehe Seite 7).



Einfache Dialoge erleichtern die Inbetriebnahme.



Die Frequenzantwort eines unregulierten Nanopositioniertisches im Bodeplot.

# PIMikroMove® Software

## Positioniersysteme einfach betreiben



Eine einheitliche Umgebung für alle Motorachsen.

- Steuerung der Motor-, Piezomotor- & Hybridcontroller von PI
- Optimierung aller Servoparameter
- Makros für wiederkehrende Aufgaben
- Profile Generator zur Erzeugung komplexer Funktionen

Positioniersysteme mit PI GCS Motor-, Piezomotor-, VoiceCoil- und Hybridcontrollern werden mit PIMikroMove® übersichtlich und einfach angesteuert. Alle angeschlossenen Controller und Achsen stehen in einer einheitlichen grafischen Umgebung bereit. PIMikroMove® unterstützt die schnelle Inbetriebnahme der Controller und Positionierer, die umfassende Systemoptimierung sowie die Programmierung von Makros.

### Alle Achsen auf einen Blick

Mit PIMikroMove® können alle mit dem Host-PC verbundenen Achsen angesteuert werden. Dies unabhängig davon, mit welchem PI Controller die einzelnen Achsen verbunden sind. So können z. B. in XZ-Anwendungen die beiden Achsen an zwei verschiedene Controller angeschlossen sein und in PIMikroMove® im selben Fenster kommandiert werden.

### Optimales Systemverhalten

PIMikroMove® ermöglicht darüber hinaus die komfortable

Optimierung des Systemverhaltens durch Servo-Tuning.

Diese Möglichkeit ist besonders hilfreich, wenn die mechanischen Eigenschaften eines Systems z. B. durch eine andere Last verändert werden. In diesem Fall können über ein komfortables Parameter-Tuning das Ansprechverhalten und die Systemstabilität optimiert werden.

Verschiedene Sätze optimierter Parameter können zur wiederholten Verwendung als Verstellerprofile gespeichert werden und stehen anschließend auch für selbst programmierte Applikationen bereit.

### Makros erleichtern wiederkehrende Aufgaben

PIMikroMove® vereinfacht das Erstellen von Makros für wiederkehrende Aufgaben erheblich.

Makros als GCS-Befehlsfolgen können vom Controller ausgeführt und als Start-Up-Makros

auch ohne PC automatisch gestartet werden, falls vom Controller unterstützt.

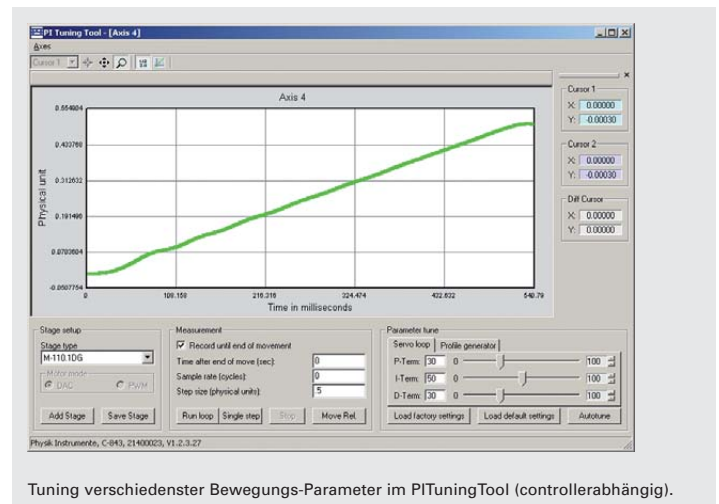
Controller ohne eigene Makro-Unterstützung wie C-843 können dank PIMikroMove® über Host-Makros kommandiert werden. Host-Makros können über Digital-IO getriggert werden und unterstützen mehrere Achsen an verschiedenen Controllern.

Mit dem Position Pad können zwei oder mehr unabhängige Achsen mit Maus oder Joystick als XY-Versteller bewegt werden, auch vektoriell.

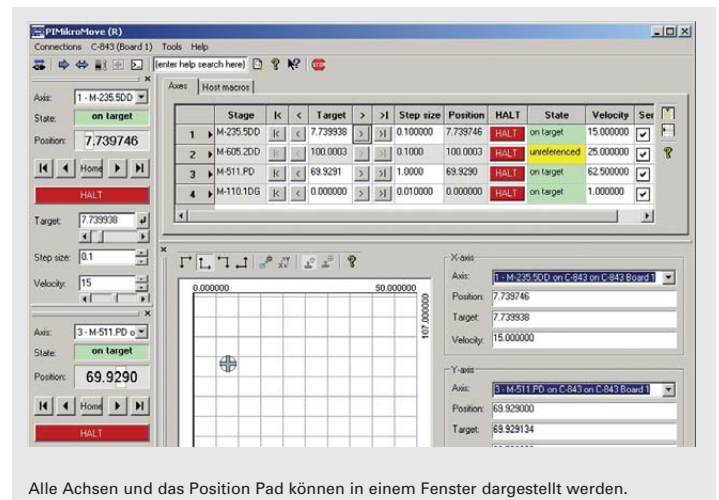
PIMikroMove® unterstützt darüber hinaus controllerspezifische Eigenschaften:

**Data Recorder:** verschiedenste Bewegungs- und Systemparameter aufzeichnen, FFT der Daten sowie Export zu z.B. Microsoft Excel® (CSV-Format).

**Profile Generator:** synchroner Betrieb verschiedener Achsen mit mathematisch definierbaren Kurven oder mit vom Anwender festgelegten beliebigen Funktionen (siehe Seite 7).



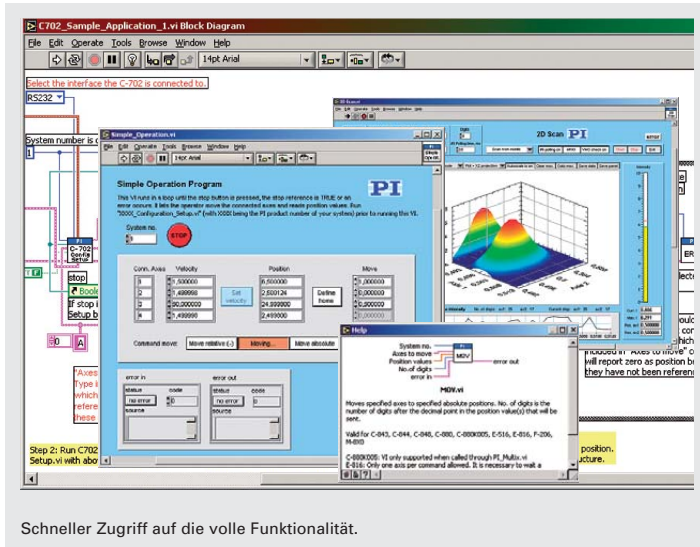
Tuning verschiedenster Bewegungs-Parameter im PITuningTool (controllerabhängig).



Alle Achsen und das Position Pad können in einem Fenster dargestellt werden.

# Programmierung

## Schnelle Einbindung in LabVIEW



Schneller Zugriff auf die volle Funktionalität.

- Volle Funktionalität aller GCS Controller von PI unter LabVIEW
- High-Level & Low-Level VIs, einschließlich GUI Programme
- Spezielle VIs zur schnellen Systemkonfiguration
- Identische Ansteuerung von Analog- und Digital-Controllern
- Offener Quellcode von VIs ermöglicht deren Anpassung
- Fertige Programmerroutinen beschleunigen häufige Aufgaben
- Hilfreich: Manual, Online-Hilfe, Beispielprogramme

Die Einbindung und Ansteuerung von PI Positioniersystemen unter LabVIEW wird durch die Bereitstellung umfangreicher LabVIEW-Bibliotheken stark vereinfacht. Die LabVIEW-Treiber unterstützen alle GCS-fähigen Controller von PI, unabhängig von der Art der angesteuerten Achsen. So können mit einem Treiber Piezo-, Motor-, Piezomotor-, VoiceCoil-, Hybrid- und Hexapod-Controller gemeinsam in einer Anwendung genutzt werden.

### Einheitliche Funktionalität

Ein großer Vorteil der Kombination aus GCS-Befehlssatz und VIs von PI ist die weitgehend identische Funktionalität bei verschiedenen Positioniersystemen. Alle identischen Funktionen der verschiedenen Controller sind in VIs absolut einheitlich umgesetzt.

Dies verringert bei Controller-Upgrades oder -Wechslen den Anpassungsaufwand erheblich. Auch können bestehende Programme wesentlich schneller mit anderen PI GCS-Controllern wiederverwendet werden. Dies oftmals sogar völlig ohne Anpassung allein durch Austausch des controllerspezifischen Configuration Setup VI (siehe unten). Die jeweils controllereigene Funktionalität ist unter LabVIEW ebenfalls komplett nutzbar.

Bei der einheitlichen Ansteuerung von Positioniersystemen können für analoge PI Controller unter Verwendung einer National Instruments DAC-Karte die gleichen LabVIEW VIs genutzt werden, die für PI Digital-Controller zur Verfügung stehen, wie z.B. Setzen und Abfragen von Spannung und Position, Geschwindigkeit, etc.

Bei der einheitlichen Ansteuerung von Positioniersystemen können für analoge PI Controller unter Verwendung einer National Instruments DAC-Karte die gleichen LabVIEW VIs genutzt werden, die für PI Digital-Controller zur Verfügung stehen, wie z.B. Setzen und Abfragen von Spannung und Position, Geschwindigkeit, etc.

Für analoge Positioniersysteme, die über National Instruments DAC-Karten angesteuert werden, steht unter LabVIEW auch die patentierte HyperBit Technologie zur Verfügung. Dadurch können die Analog-Controller mit höherer Auflösung angesteuert werden, als sie die verwendete NI DAC-Karte bietet.

### Systemstart schnell und einfach

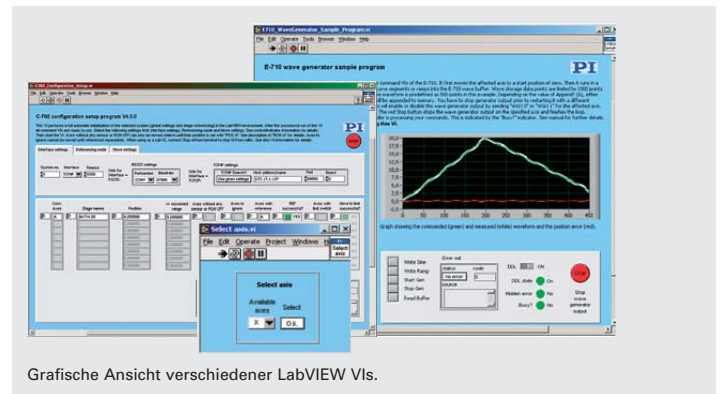
Zur Inbetriebnahme eines Positioniersystems wird einmalig ein spezielles Configuration Setup VI ausgeführt. Dieses VI stellt LabVIEW alle benötigten Systeminformationen zur Verfügung, wie:

- Kommunikationsparameter
- Angeschlossene Controller
- Art und Konfiguration der Achsen

Das VI kann anhand seiner Anschlüsse vollständig an die Bedürfnisse des Anwenders angepasst werden und wird als Initialisierungs-VI direkt in die LabVIEW-Applikation eingebunden. Anschließend können alle Befehls-VIs und High-Level Routinen dieses Systems genutzt werden.

### Mächtige GUI-Programme direkt nutzen

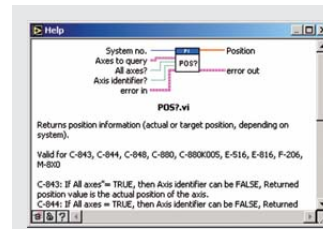
Neben den Befehls-VIs können auch High-Level VIs direkt eingebunden werden. Damit steht die umfangreiche Funktionalität von GUI Programmen bereit, wie z. B. eine Terminal-Applikation, Interface-Auswahlroutinen, Wavegenerator Beispielprogramme, 1D und 2D Scan / Align-Funktionen, Joystick-Steuerung, etc.



Grafische Ansicht verschiedener LabVIEW VIs.



Die Schnittmenge verdeutlicht die einheitliche Umsetzung identischer Funktionen bei verschiedenen PI Controllern.



Die Online-Hilfe des GCS-Befehls POS7 erklärt alle Parameter.

## Flexible Einbindung in textorientierte Programmiersprachen

Die Einbindung von PI Positioniersystemen in externe Programme unter Microsoft Windows wird durch Treiber wie Dynamic Link Libraries (DLLs) und COM-Objekte erleichtert.

### Größte Flexibilität

Die Treiber unterstützen alle gängigen Programmiersprachen (siehe Kasten) und alle Positioniersysteme von PI.

Da die Treiber auf dem einheitlichen GCS-Befehlsatz von PI (siehe Seite „GCS“) beruhen, kann dessen Funktionalität nahtlos in externe Programme eingebunden werden. Dabei gelten die Vorteile des GCS-Befehlssatzes bei Verwendung der Treiber, unabhängig ob in Form von DLLs oder COM-Objekten.

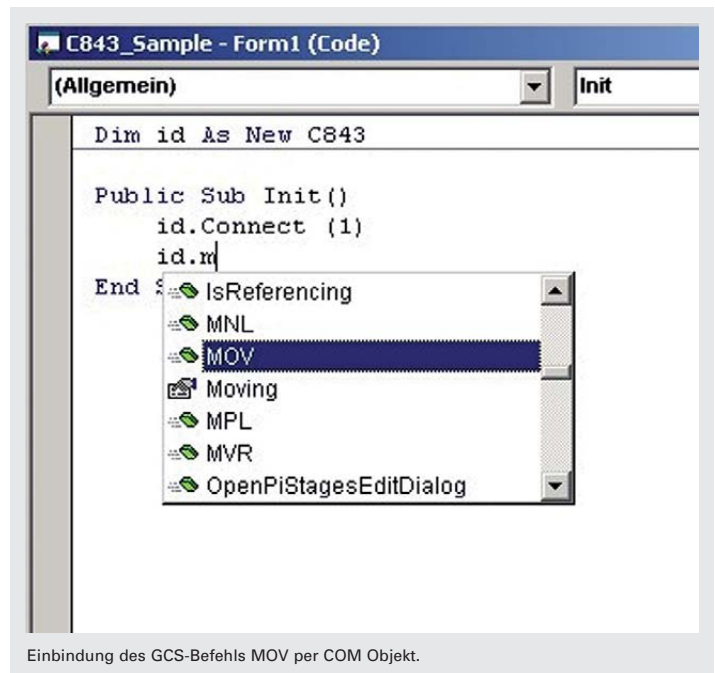
Neben direkten GCS-Befehlen stellen die Treiber auch komplexe Funktionalität mit eigener grafischer Benutzeroberfläche in externen Programmen zur Verfügung. So können z. B. Wave Editor und Profile Generator direkt per DLL eingebunden werden.

#### Von PI unterstützte Sprachen

MATLAB  
Visual C++, Visual Basic, Delphi  
C, C++, Python  
LabVIEW (siehe Seite 6)

```
int main(int argc, char* argv[])
{
    ID = ES16_ConnectRS232(1, 115200);
    if (ID!=0)
    {
        ES16_qIDW(ID, ida_string, 100);
        printf(ida_string);
        ES16_MOV(ID, axis, target_position);
        ES16_qPOS(ID, axis, current_position);
    }
}
```

Einbindung von GCS-Befehlen wie MOV und POS per DLL.



Einbindung des GCS-Befehls MOV per COM Objekt.

## Unterstützung controllerspezifischer Eigenschaften

### Verbesserte Piezo-Regelung: Dynamische Digitale Linearisierung (DDL)

Konventionelle Piezocontroller können bei dynamisch-periodischen Anwendungen Phasenverschiebungen und Trackingfehler nicht komplett verhindern. Das liegt u. a. an der nichtlinearen Natur des Piezomaterials, der endlichen Regelbandbreite sowie an der P-I-Regelung, die erst dann anspricht, wenn eine Positionsabweichung gemessen wird.

Die DDL-Option moderner digitaler Piezocontroller löst dieses Problem. Diese von PI entwickelte Technologie reduziert Fehler zwischen Soll- und Istposition auf praktisch nicht wahrnehmbare Werte. Dadurch ergibt sich eine Verbesserung in der dynamischen Linearität und effektiv nutzbaren Bandbreite um bis zu drei Größenordnungen. Von DDL profitieren ein- und mehrachsige Anwendungen, in denen ein

Profil wiederholt abgefahren wird (siehe Messkurven).

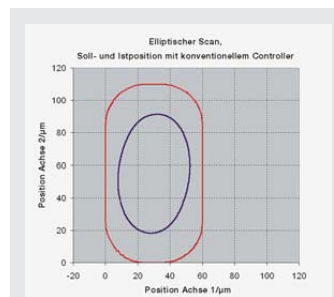
### Bahnprofile

Bahnprofile aus benutzerdefinierten mathematischen Funktionen ermöglichen komplexe zweiachsige Bewegungen. Standardfunktionen auswählen und anpassen geschieht über die grafischen Oberflächen Wave Editor und Profile Generator. Controllerabhängig gespeichert werden Zeit-Position Wertepaare (Wave Editor) oder Bahnprofile mit zusätzlich Geschwindigkeit sowie Beschleunigung und deren Änderung (Profile Generator).

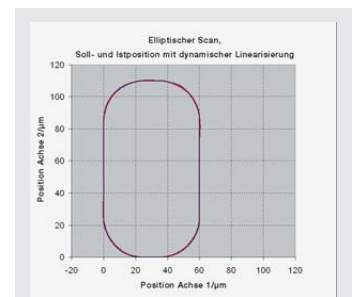
Die Funktionalität umfasst:

- Programmierung komplexer Funktionen
- Schneller Aufruf von Funktionen
- Koordination zweier Achsen
- Abspeichern der definierten Funktionen im Controller

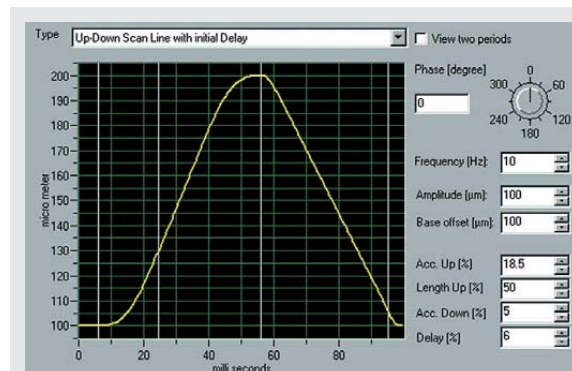
Beide Oberflächen sind auch über Treiber (DLL) nutzbar und können so leichter in externen Programmen genutzt werden.



Elliptischer Scan mit XY-Piezoscanting und konventionellem Controller. Die äußere Kurve zeigt die Sollposition, die innere zeigt die tatsächliche Bewegung.



Gleicher Scan wie zuvor, jedoch mit DDL-Controller. Der Trackingfehler ist auf wenige Nanometer reduziert, Soll- und Istposition sind im Bild nicht zu unterscheiden.



Mit Wave Editor lassen sich Funktionen wie Dreieck, Rechteck, Sinus etc. anpassen, aber auch z. B. komplexe Scans definieren.

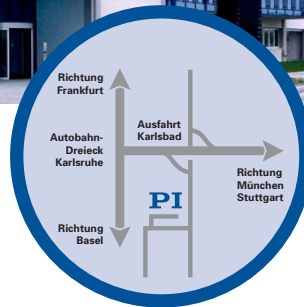
# Alle Wege führen zu PI

## PI Karlsruhe



Im Einzugsbereich der Flughäfen Frankfurt, Stuttgart und Straßburg, liegt PI verkehrsgünstig, nahe dem Autobahndreieck Karlsruhe, direkt an der A8, Ausfahrt Karlsruhe.

[www.pi.ws](http://www.pi.ws)

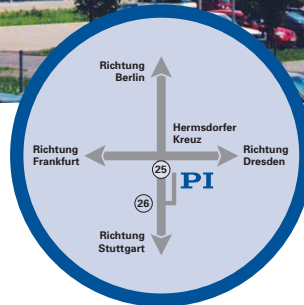


## PI Ceramic Lederhose



Einfach und schnell erreichbar liegt PI Ceramic direkt am Verkehrsknotenpunkt „Hermisdorfer Kreuz“ der A9 und der A4. Nur wenige Minuten von den Anschlussstellen Nr. 25 und Nr. 26 entfernt.

[www.piceramic.com](http://www.piceramic.com)



## Stammsitz

### DEUTSCHLAND

#### Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG

Auf der Römerstr. 1  
D-76228 Karlsruhe/Palmbach  
Tel: +49 (721) 4846-0  
Fax: +49 (721) 4846-100  
info@pi.ws · www.pi.ws

#### PI Ceramic GmbH

Lindenstr.  
D-07589 Lederhose  
Tel: +49 (36604) 882-0  
Fax: +49 (36604) 882-25  
info@piceramic.de  
www.piceramic.de

## Niederlassungen

### USA (Ost) & KANADA

#### PI (Physik Instrumente) L.P.

16 Albert St.  
Auburn, MA 01501  
Tel: +1 (508) 832 3456  
Fax: +1 (508) 832 0506  
info@pi-usa.us  
http://www.pi-usa.us

### USA (West) & MEXICO

#### PI (Physik Instrumente) L.P.

5420 Trabuco Rd., Suite 100  
Irvine, CA 92620  
Tel: +1 (949) 679 9191  
Fax: +1 (949) 679 9292  
info@pi-usa.us  
http://www.pi-usa.us

### JAPAN

#### PI-Japan Co., Ltd.

Akebono-cho 2-38-5  
Tachikawa-shi  
J-Tokyo 190  
Tel: +81 (42) 526 7300  
Fax: +81 (42) 526 7301  
info@pi-japan.jp  
www.pi-japan.jp

#### PI-Japan Co., Ltd.

Hanahara Dai-ni-Building #703  
4-11-27 Nishinakajima,  
Yodogawa-ku, Osaka-shi  
J-Osaka 532  
Tel: +81 (6) 6304 5605  
Fax: +81 (6) 6304 5606  
info@pi-japan.jp  
www.pi-japan.jp

### CHINA

#### Physik Instrumente (PI Shanghai) Co., Ltd.

Longdong Avenue 3000  
201203 Shanghai, China  
Tel: +86 (21) 687 900 08  
Fax: +86 (21) 687 900 98  
info@pi-shanghai.cn  
www.pi-china.cn

### GROSSBRITANNIEN

#### Lambda Photometrics Ltd.

Lambda House  
Batford Mill  
GB-Harpenden, Hertfordshire  
AL5 5BZ  
Tel: +44 (1582) 764 334  
Fax: +44 (1582) 712 084  
pi@lambdaphoto.co.uk  
www.lambdaphoto.co.uk

### FRANKREICH

#### Polytec PI/RMP S.A.

32 rue Delizy  
F-93694 Pantin Cedex  
Tel: +33 (1) 481 039 30  
Fax: +33 (1) 481 008 03  
pi.pic@polytec-pi.fr  
www.polytec-pi.fr

### ITALIEN

#### Physik Instrumente (PI) S.r.l.

Via G. Marconi, 28  
I-20091 Bresso (MI)  
Tel: +39 (02) 665 011 01  
Fax: +39 (02) 665 014 56  
info@pionline.it  
www.pionline.it