

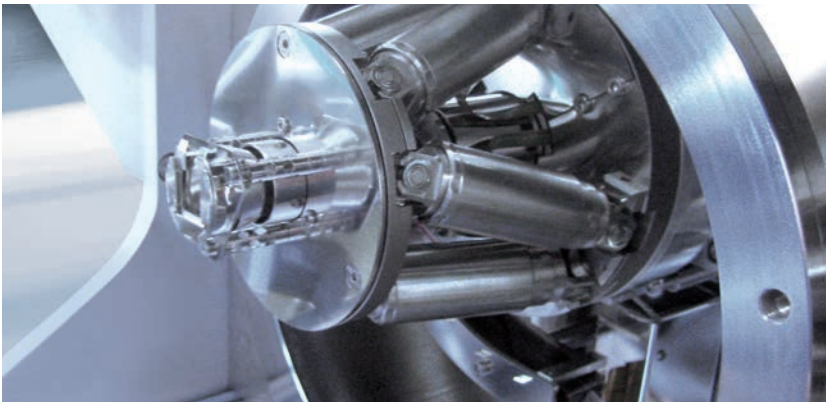
# Positionieren im Vakuum

HOCHPRÄZISIONS-LÖSUNGEN BIS  $10^{-10}$  HPA

# Anwendungen in wissenschaftlicher Forschung und industrieller Produktion

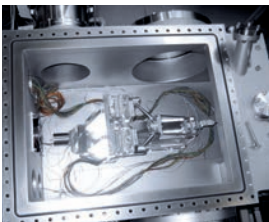
## PROBENPOSITIONIERUNG IN 6 ACHSEN

Häufig ist neben der Positionierung der Probe eine Feinausrichtung der Oberflächen erforderlich. Parallelkinematische Lösungen erlauben die individuelle Änderung der Kippwinkel über einen großen Bereich, ohne die Probe aus der Zielposition herausbewegen zu müssen. Im Antriebsstrang sind bürstenlose DC-Motoren für bis zu  $10^{-6}$  hPa eingesetzt.



Relativ große Stellwege auf minimalem Bauraum erlaubt der Hexapod mit 100 mm Plattform-Durchmesser (Bild: SURFACE)

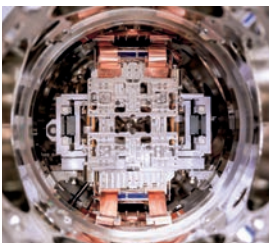
## 3D-JUSTAGE DER OPTIK EINES RÖNTGENMIKROSKOPS



In Hoch-Vakuum-Umgebung von  $10^{-7}$  hPa positioniert dieses 7-Achs-System optische Elemente mit einer Präzision unter 100 nm und 10  $\mu$ rad. Wesentliche Anforderungen sind das stabile Halten der Position, hervorragende Wiederholgenauigkeit und hohe Steifigkeit.

6-Achsen-SpaceFAB auf Lineartisch in der Vakuumkammer (Bild: BESSY, HZB)

## RÖNTGENKAMERA IN UHV AUSRICHTEN



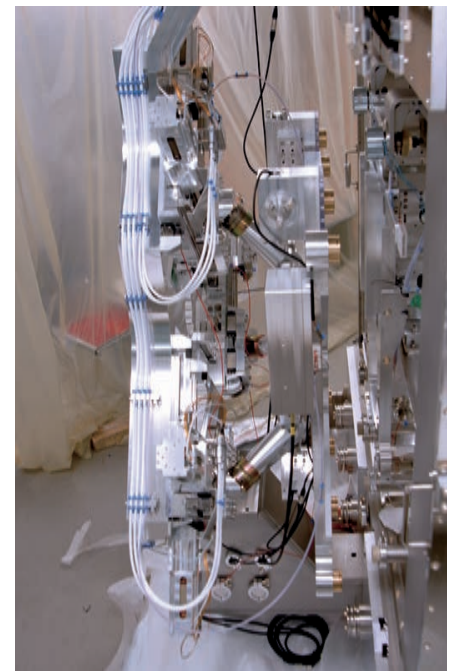
Gleich zwei Plattformen positionieren auf diesem flachen Lineartisch röntgensensitive p-nCCD Kameras über einen Weg von 50 mm präzise in Relation zueinander und in definierter Ausrichtung zum Röntgenstrahl. Der Grundkörper aus Edelstahl, kombiniert mit speziellen Schrittmotoren und einem absolut messenden hochauflösenden Linearencoder, ist angepasst an die Umgebung von  $10^{-9}$  hPa.

Bild: SLAC National Accelerator Laboratory

## OPTIMIERTER DURCHSATZ IN FERTIGUNGSANLAGEN

**Schwingungsarm, schnell und präzise positionieren**

Zunehmend gewinnt die Produktion unter Vakuumbedingungen an Bedeutung. In der Halbleiterfertigung schon länger etabliert, profitieren auch neue Verfahren wie Technologien für Beschichtungen oder zur Herstellung von Sensoren. Hier ist die Zuverlässigkeit der verschiedenen Komponenten besonders wichtig, da Unterbrechungen durch die mögliche Kontamination besonders kostenintensiv sind. Gerade bei höheren Lasten ist es wichtig, ein Nachschwingen zu vermeiden, um den Durchsatz gleichmäßig hoch zu halten.



Automatisierte Sandwich-Bestückungsanlage für großflächige Folien in HV bis  $10^{-6}$  hPa. Das parallelkinematische SpaceFAB positioniert in 6 Achsen und überzeugt durch die niedrige Bauhöhe

# Bewegen und Positionieren in Vakuumumgebungen bis $10^{-10}$ hPa

**Unsere Kompetenz: Antriebstechnologie, anwendungsspezifische Anpassung, Komplettlösungen**

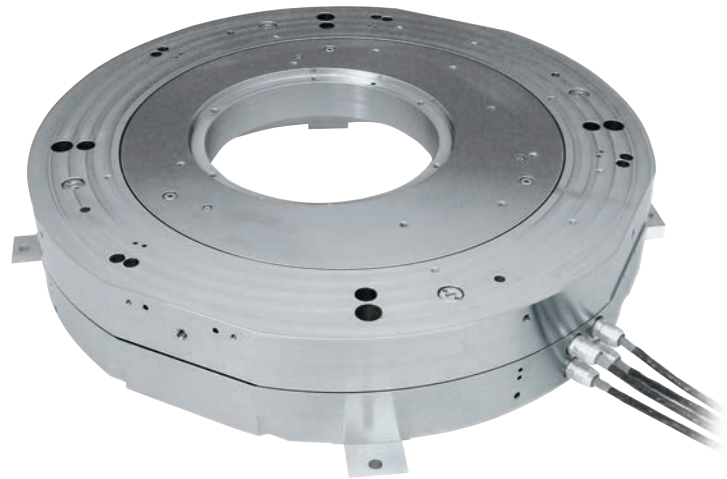
Die PI Gruppe steht für kontinuierlichen Fortschritt in der Präzisions-Positionierung, getrieben von der Begeisterung für Technologie. PI greift auf ein breites Spektrum an Antriebs-, Sensor- oder Führungskomponenten zu. Wir gewährleisten so eine Lösung, die nicht eingeschränkt auf bestimmte technologische Ansätze ist.

Zur technologischen Breite kommt ein hohes Maß an Fertigungstiefe, die die vollständige Prozesskontrolle ermöglicht. Das fraktale Produktionsmodell garantiert einen effizienten Fertigungsdurchlauf für Einzelanfertigungen, Kleinserien oder OEM-Produkte in hohen Stückzahlen.

## Flexible Wahl des Antriebs

Für den Bereich Vakuum stehen PI unterschiedlichste Antriebstechnologien zur Verfügung: vom Piezoaktor, der auch unter starken Magnetfeldern und in kryogener Umgebung arbeitet, über Piezosysteme mit Stellwegen unter 1,5 mm und Subnanometer-Präzision, Piezomotoren unterschiedlichster Auslegung hinsichtlich Kraft, Dynamik und Stellweg bis hin zu klassischen Motorisierungen mit speziell ausgelegten DC- oder Schrittmotoren, die große Hübe ermöglichen.

Der Betrieb von Positionierlösungen im Vakuum setzt klare Randbedingungen. Das betrifft zuerst den meist eingeschränkten Bau- raum. Eine Kontamination der Vakuumkammer mit Partikeln durch Abrieb oder Ausgasen ist zu vermeiden, ebenso wie ein übermäßiger



Piezomotorische Antriebe arbeiten auch in UHV-Umgebungen hochzuverlässig, hier in 6 Achsen

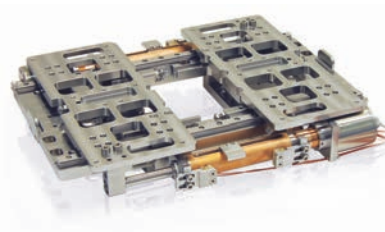
Wärmeeintrag. Daraus ergibt sich die Wahl der optimalen Antriebstechnologie für die jeweilige Anwendung und die mechanische Auslegung, exakt abgestimmt auf die benötigte Belastbarkeit und Geschwindigkeit sowie die vorgesehene Betriebsdauer und die geplanten Einsatzzyklen.

## Immer die optimale Lösung

Ob kurzfristig verfügbare Positioniertische aus dem großen Portfolio oder individuell angepasste Lösung: Unsere Spezialisten beraten fundiert und mit viel Erfahrung. Die Komplettlösung von PI umfasst neben dem mechanischen Positioniersystem auch die Steuerung und Software – alles aus einer Hand!



UHV-Lineartisch der Q-Motion Serie mit integriertem Positionsmesssystem

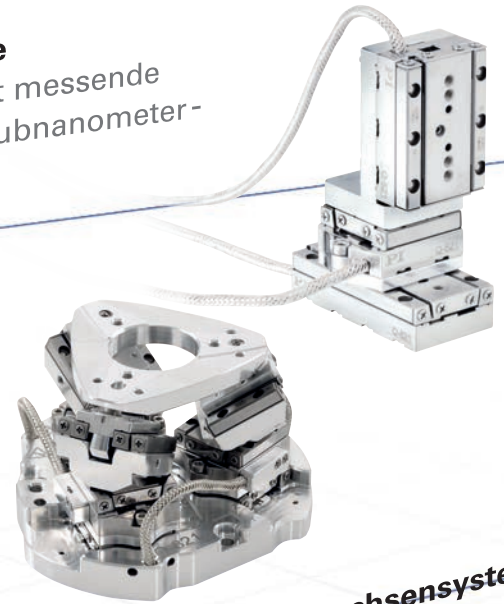
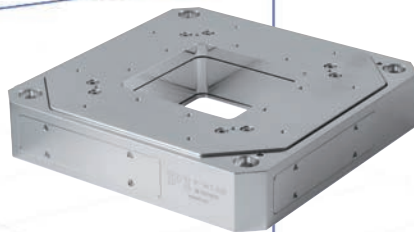


Sorgfältige Auswahl der Komponenten ermöglicht auch komplexe Lösungen mit elektromagnetischen Motoren

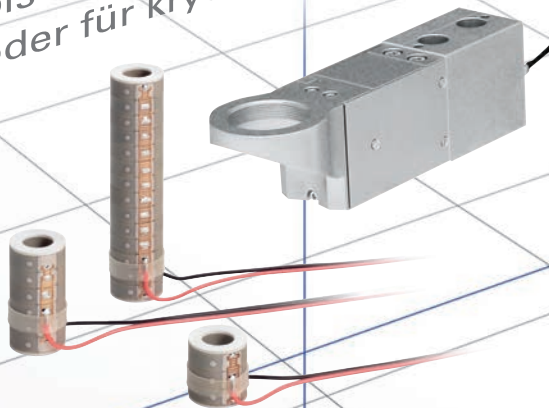
# Produktübersicht

TYP UND ANZAHL DER AXSEN

**Parallelkinematische Piezo-Scantische**  
Bis zu sechs Achsen. Kapazitive, direkt messende Sensoren für Positionsstabilität und Subnanometer-Auflösung. Optional nicht-magnetisch



**Piezodirektantriebe**  
Für dynamische Anwendungen mit hohen Kräften. Auslenkungen bis 1,5 mm. Optional nichtmagnetisch oder für kryogene Umgebung



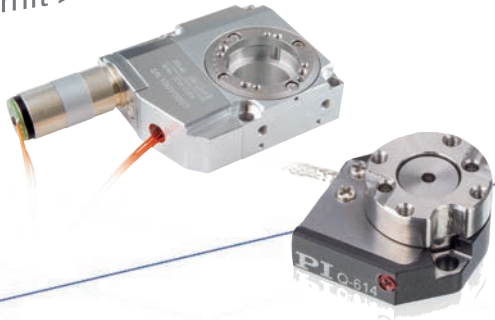
**Kompakte Mehrachsensysteme**  
Gestapeltes oder parallelkinematisches Design. Piezomotorische Antriebe. Optional nicht-magnetisch

**Linearaktor**  
Piezomotor für hohe Auflösung und driftfreie Langzeitpositionierung



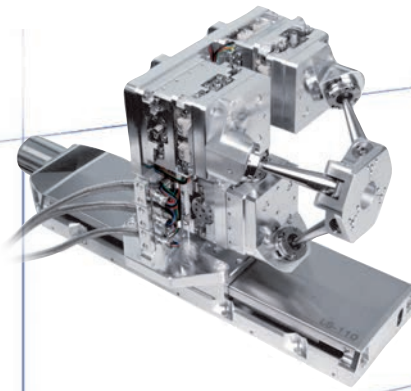
## Rotationstische

Skalierbar ab 14 mm Plattformdurchmesser bis hin zum Hochlast-Drehtisch mit >100 mm Apertur



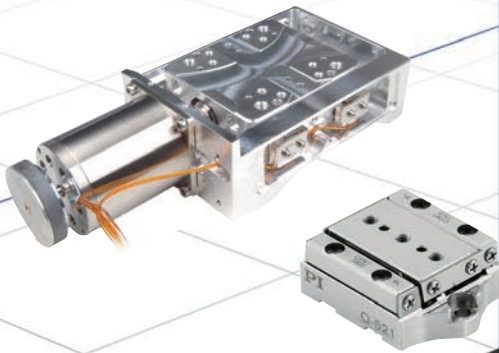
## Sonderentwicklungen und Systembau

Nahezu unbegrenzte Anzahl der Achsen abhängig von der Anwendung. Ansteuerung und Nutzersoftware inklusive



## Lineartische

Q-Motion Miniatur-Lineartische oder Schrittmotortische für lange Stellwege bis mehrere 100 mm

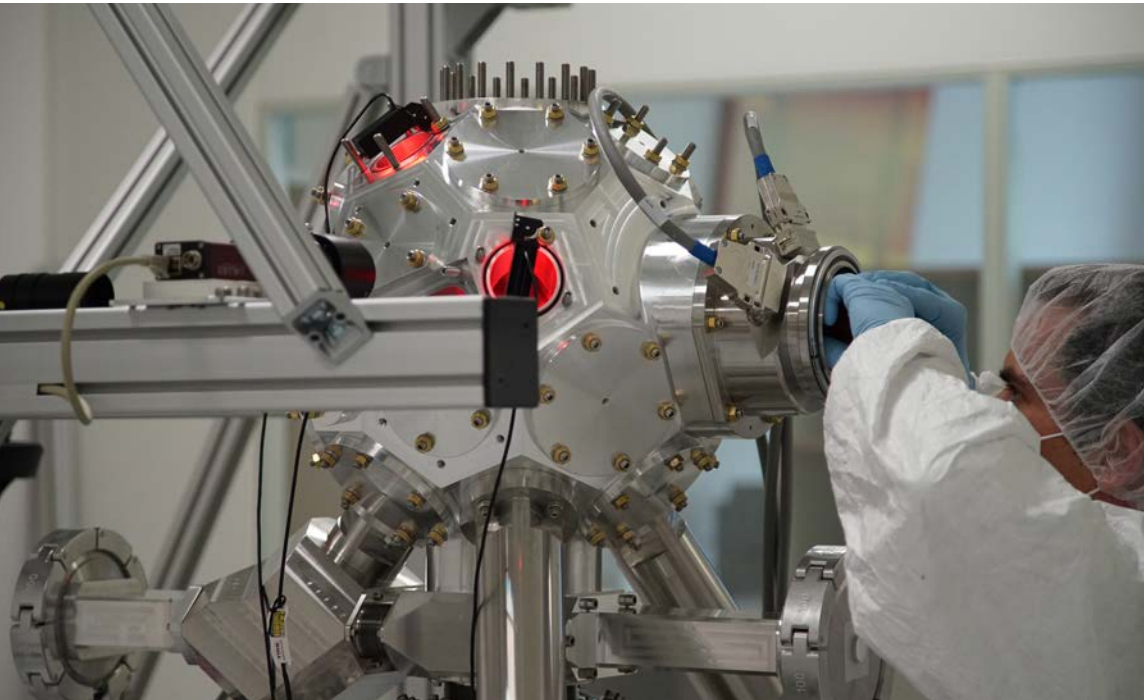


# STELLWEG

### Spezifikationen

- Standardlösungen bis  $10^{-9}$  hPa, Sonderausführungen bis  $10^{-10}$  hPa auf Anfrage
- Positionsauflösung <1 nm für Piezodirektantriebe, < 1  $\mu$ m für motorisierte Tische
- Stellwege von einigen 10  $\mu$ m bis mehrere 100 mm, auf Anfrage darüber
- Belastbarkeit optional bis mehrere 100 kg

# Technologie und Know-how



Montage und Tests erfolgen nach strengen Vorschriften unter definierten Reinraum-Bedingungen oder in Flow-boxen. Das Bild zeigt eine Vakuum-Probenkammer mit Anschlüssen für mehrere Röntgenspektrometer, was eine Messung mit großem Akzeptanzwinkel ermöglicht

## Designprinzipien für vakuumgeeignete Positioniersysteme

Besondere Bedeutung hat die Auswahl geeigneter Materialien. Das Material darf nicht ausgasen und muss hitzebeständig sein, um ein für höhere Vakuumklassen nötiges Ausheizen zu überstehen. Dabei muss die geforderte Präzision, wie die hohe Positionsauflösung und Ablaufebenheit, erhalten bleiben.

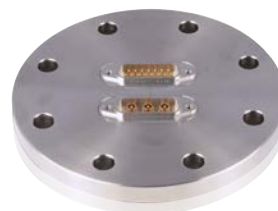
Besonderes Augenmerk gilt den Oberflächen und der Oberflächenvergütung. Oberstes Gebot ist es, die Oberfläche möglichst gering zu halten. Abdeckungen, die unter normalem atmosphärischem Druck vor Verschmutzung schützen, können oft einfach weggelassen werden. Bis zu einem Hochvakuumniveau von  $10^{-6}$  hPa ist schwarz eloxiertes Aluminium noch zulässig, darunter sind blanke Oberflächen unabdingbar.

Zusätzlich muss sorgfältig darauf geachtet werden, Lufteinschlüsse zu vermeiden. Diese wirken im Vakuum wie virtuelle Lecks und führen zu einer kontinuierlichen Kontamination des Vakuums.

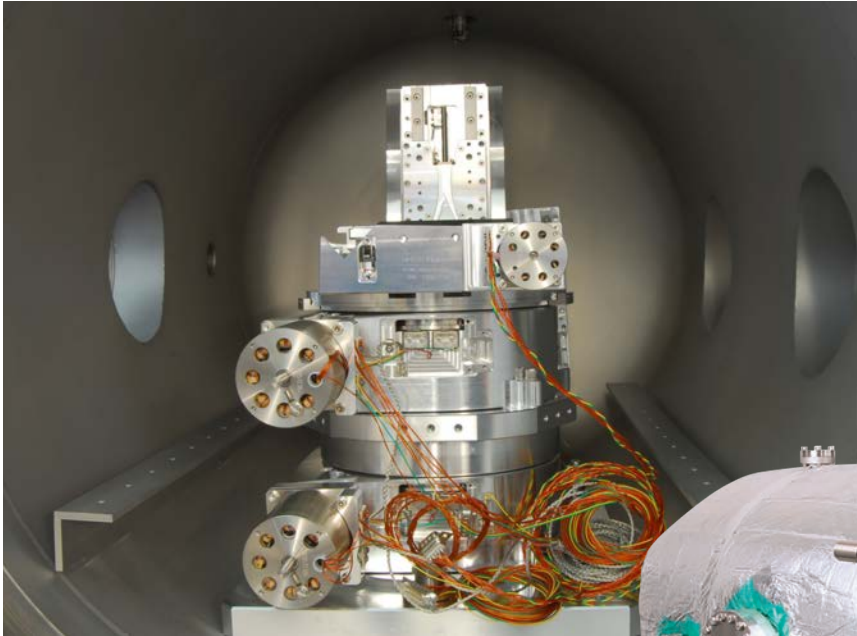
## Handhabung, Montage und Test

Genauso wichtig wie die Designprinzipien sind die Bedingungen und Handhabungsvorschriften für Vakuum-Positioniersysteme. Alle Teile werden vorgereinigt, getrocknet und Führungen und Lager mit speziellen Vakuumfetten versehen. Für die Montage großer Teile stehen Reinräume zur Verfügung.

Der Versand erfolgt ausschließlich in geeigneter Verpackung und mit entsprechenden Hinweisen an den Empfänger.



Zubehör wie Durchführungen können individuell angepasst werden



Blick in die Vakuumkammer. Hier wartet ein Mehrachsen-  
aufbau auf Inbetriebnahme und Ausgasmessung



Bei PI  
stehen mehrere  
Vakuumkammern in  
unterschiedlichen Größen  
zur Verfügung

## Qualitätskontrolle

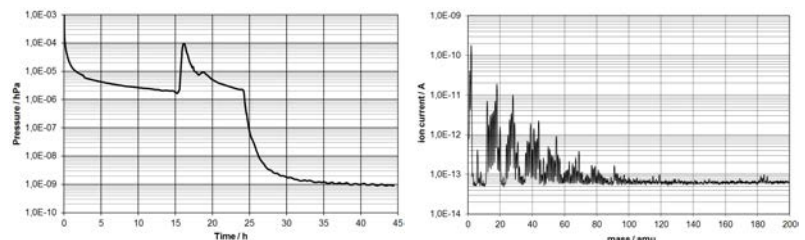
Zur Inbetriebnahme stehen Vakuumkammern in mehreren Größen zur Verfügung. Darin sind neben Funktionsprüfungen auch interferometrische Messungen der Positioniergenauigkeit unter realen Einsatzbedingungen möglich.

Die Vakuumtauglichkeit kann mit der vorhandenen Ausrüstung bis zu einem Niveau von  $10^{-10}$  hPa überprüft werden. Ein Massenspektrometer ermöglicht die Überprüfung des Restgases in der Kammer. Damit können Kontaminationsquellen eliminiert und virtuelle Lecks entdeckt werden.

## Einteilung der Vakuumklassen

Vakuumklasse	Abkürzung	Druckbereich
Feinvakuum	FV	<1 hPa bis $10^{-3}$ hPa
Hochvakuum	HV	< $10^{-3}$ hPa bis $10^{-7}$ hPa
Ultrahochvakuum	UHV	< $10^{-7}$ hPa bis $10^{-12}$ hPa
Extrem hohes Vakuum	XHV	< $10^{-12}$ hPa

## Typische Protokolle eines Abpumpvorgangs mit Ausheizphase bis UHV-Niveau (links) und eines Restgasanalysescans (rechts)





## Gesellschaften

### DEUTSCHLAND

**Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG**  
 Auf der Römerstraße 1  
 76228 Karlsruhe  
 Tel. +49 721 4846-0  
 Fax +49 721 4846-1019  
 info@pi.de  
 www.pi.de

**PI miCos GmbH**  
 Freiburger Straße 30  
 Eschbach  
 Tel. +49 7634 5057-0  
 Fax +49 7634 5057-99  
 info@pimicos.de  
 www.pi.de

**PI Ceramic GmbH**  
 Lindenstraße  
 Lederhose  
 Tel. +49 36604 882-0  
 Fax +49 36604 882-4109  
 info@piceramic.de  
 www.piceramic.de



© Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG  
 Alle Texte, Graphiken, Daten und deren Darstellung unterliegen dem Schutz des Urheberrechts und anderer Schutzgesetze. Kopie, Veränderung, Weiterverbreitung sind ohne schriftliche Genehmigung von PI nicht zulässig.

Obwohl bei der Zusammenstellung der Informationen mit größter Sorgfalt vorgegangen wurde, können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Eine Garantie für die Vollständigkeit, Richtigkeit und Aktualität wird nicht übernommen. Abbildungen können abweichen und stellen keine zugesicherten Eigenschaften dar. PI behält sich das Recht vor, Ergänzungen oder Änderungen der bereitgestellten Informationen ohne Vorankündigung vorzunehmen.

## Niederlassungen

### USA (Ost) & KANADA

**PI (Physik Instrumente) L.P.**  
 Auburn, MA 01501  
 www.pi-usa.us

### USA (San Francisco Bay Area)

**PI (Physik Instrumente) L.P.**  
 Sausalito, CA 94965  
 www.pi-usa.us

### ITALIEN

**Physik Instrumente (PI) S. r. l.**  
 Bresso  
 www.pionline.it

### FRANKREICH

**PI France SAS**  
 Aix-en-Provence  
 www.pi.ws

### JAPAN

**PI Japan Co., Ltd.**  
 Tokio  
 www.pi-japan.jp

### CHINA

**Physik Instrumente (PI Shanghai) Co., Ltd.**  
 Shanghai  
 www.pi-china.cn

### SÜDOSTASIEN

**PI (Physik Instrumente) Singapore LLP**  
 Singapur  
 www.pi-singapore.sg  
 Für ID / MY / PH / SG / TH / VNM

### KOREA

**PI Korea Ltd.**  
 Seoul  
 www.pikorea.co.kr

### USA (West) & MEXIKO

**PI (Physik Instrumente) L.P.**  
 Irvine, CA 92620  
 www.pi-usa.us

### GB & IRLAND

**PI (Physik Instrumente) Ltd.**  
 Cranfield, Bedford  
 www.physikinstrumente.co.uk

### NIEDERLANDE

**PI Benelux B.V.**  
 Sint-Oedenrode  
 www.pi.ws

### SPANIEN

**Micos Iberia S.L.**  
 Vilanova i la Geltrú  
 www.pimicos.es

**PI Japan Co., Ltd.**  
 Osaka  
 www.pi-japan.jp

**Physik Instrumente (PI Shanghai) Co., Ltd.**  
 Peking  
 www.pi-china.cn

### TAIWAN

**Physik Instrumente (PI) Taiwan Ltd.**  
 Taipeh  
 www.pi-taiwan.com.tw