

## 3D-Strukturierung in der Nanotechnologie



Neuartiges Laserlithografiesystem, mit dem sich erstmals komplexe dreidimensionale Mikro- und Nanostrukturen in fotosensitiven Materialien herstellen lassen. Die Feinjustierung von Objekt oder Probe übernimmt ein PIMars™ P-563, ein parallelkinematisches, mehrachsiges Piezo-Nanopositioniersystem (Foto: Nanoscribe)

**Die Nanoscribe GmbH bietet ein 3D-Laserlithografiegerät an, mit dem sich erstmals komplexe dreidimensionale Mikro- und Nanostrukturen vollautomatisch in fotosensitiven Materialien herstellen lassen.**

Typische Einsatzbereiche für die neue Technik finden sich z. B. bei der Herstellung dreidimensionaler Gerüste für die Zellbiologie, bei der Fertigung mikrooptischer Bauelemente oder photonischer Kristalle sowie als Rapid-Prototyping-Instrument für

mikro- und nanofluidische Systeme und deren Fertigung in kleiner Serie. Die gewünschten Strukturen können mit jeder CAD-Software entworfen und importiert werden, welche das Format DXF unterstützt.

### Bahnbreiten bis 150 nm und darunter

Die prinzipielle Funktionsweise des neuen Lithografieverfahrens, das sich für alle kommerziell verfügbaren Fotolacke eignet, ist einfach zu verstehen: Durch starkes Fokussieren ultrakurzer Laserpulse in das Material wird dieses über einen nichtlinearen optischen Prozess im Fokus belichtet. Vergleichbar einem Stift, der in drei Dimensionen geführt wird, beschreibt der Laserstrahl das Material entlang beliebiger Pfade. Dabei werden Linienbreiten von mehreren Mikrometern bis hinunter zu 150 nm erreicht. Natürlich sind auch flächige 2D- oder 2 1/2-D-Strukturierungen mit Oberflächenprofilen möglich, allerdings mit wesentlich höherer Auflösung als dies konventionelle Geräte bisher erlauben.

Fortsetzung auf Seite 2

Inhalt	Seite
3D-Strukturierung in der Nanotechnologie	1
PiezoWalk® Linearaktoren	3
Spezialhexapod M-850KPAH	4
Pixel-Substepping	4
Dispenser für Bio-Handling	5
Vernetzbarer PLine® Controller C-867	6
OEM Controller & OEM Flächenscanner	7
NEU: Gesamtkatalog ab Januar 2009	8
Termine, Impressum	8

Fortsetzung von Seite 1

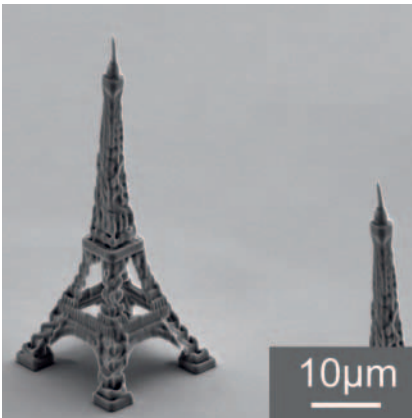
### Nanopositionieren in der 3D-Strukturierung

Nanoscribe verwendet für seinen Lithografen ein PI-Nanopositioniersystem bestehend aus dem dreiachsigen P-563 Verstärker und einem digitalen E-761 Controller. Der Mehrachsen-Nanostelltisch P-563.3CD der

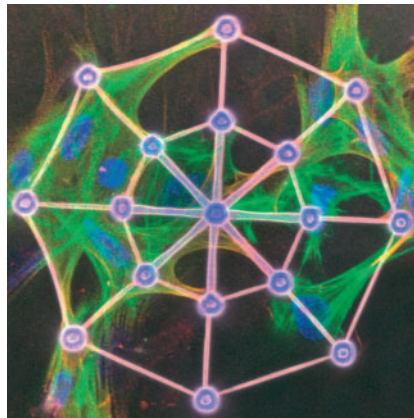
Serie PIMars™ arbeitet mit Stellwegen bis  $300 \times 300 \times 300 \mu\text{m}$  und einer Wiederholgenauigkeit von 4 Nanometern.

Zur hohen Positioniergenauigkeit trägt der Aufbau als parallelkinematisches Mehrachssystem bei. Alle Piezoaktoren wirken auf eine zentrale

Plattform. Dadurch lässt sich ein identisches dynamisches Verhalten für alle Achsen erzielen. Eine „langsamere“ Achse, wie sie z. B. bei einem Zeilen-scan unproblematisch ist, würde sich hier nachteilig auswirken. Außerdem erfassen die hochauflösenden kapazitiven Sensoren alle geregelten Freiheitsgrade gleichzeitig. Durch diese gleichzeitige direkte Positionsmessung aller Freiheitsgrade an der bewegten Plattform (Parallelmetrologie) lassen sich Achsübersprechen und Führungsfehler unmittelbar messen und aktiv ausgleichen. Die dafür notwendige Bahnsteuerung übernimmt der als PCI-Board aufgebaute digitale Controller E-761.3CD, der speziell auf die mehrachsigen parallelkinematischen Piezo-Nanopositioniersysteme abgestimmt ist.



Komplexe dreidimensionale Struktur: Ein 50 Mikrometer hoher Eiffelturm wurde mit dem 3D-Lithografieverfahren von Nanoscribe erzeugt (Foto: Nanoscribe)



Zelle eingebettet in künstliche dreidimensionale extrazelluläre Matrix (Foto: Nanoscribe)



Das Nanopositioniersystem P-563.3CD mit dem digitalen PC-Plug-In Controller E-761 (Vordergrund) ist aufgrund seiner hohen Positioniergenauigkeit und des Stellwegs von  $300 \mu\text{m}$  in drei Achsen ideal für die Nanostrukturierung

NEU ab Januar 2009:

## Alternativer Antrieb – PiezoWalk® Linearaktoren

**N-380 Linearaktoren von PI stoßen in eine neuartige Performanceklasse für Linearantriebe vor:**

- Hohe Kräfte von 10 N und
- Geschwindigkeiten um 10 mm/s
- bei Auflösungen von 20 nm (geregelt) bzw.
- weit unter einem Nanometer im offenen Regelkreis.

Die Aktoren besitzen Stellwege von 30 mm bei einer Gesamtlänge von nur 122 mm.



Der N-381 Linearaktor mit NEXACT® Piezoschreitantrieb vereint dynamische Bewegung und hohe Positionsauflösung in einer kompakten Bauform

Der Aufbau ist klassisch: Ein Antriebs-element bewegt einen Abtrieb, an den das zu bewegende Objekt gekoppelt wird. Zur Integration kann der Aktor an das Gehäuse geklemmt oder am vorderen Einsatz angeschraubt werden.

Neu dagegen ist der Antrieb selbst. Ein NEXACT® Piezoschreitantrieb ersetzt die üblichen Schritt- oder DC-Servomotoren. Und das nicht ohne Grund.

**Neben den oben genannten Werten für Stellweg, Auflösung und Kraft bieten Piezoschreitantriebe folgende Vorteile:**

- Direkter Linearantrieb, keine Präzisionsverluste durch Umwandlung von Rotation in lineare Bewegung.

- Hohe Dynamik innerhalb eines Schreitzklus ermöglicht schnelle Oszillationsbewegungen entweder zur Kompensation von Schwingungen oder zur Penetration von Membranen im Bio-Handling.
- Die Position wird im ausgeschalteten Zustand stabil geklemmt. Der Antrieb muss nicht bestromt werden, er erwärmt sich dadurch nicht, ein Servo- oder Mikroschrittzittern erfolgt nicht.
- Das Schreiten ermöglicht sehr hohe Auflösungen innerhalb eines Schrittes. Ungeregelt können Bewegungen im Bereich eines Nanometers aufgelöst werden.
- Der vollkeramische Antrieb kommt ohne Schmierung aus und ist prinzipiell vakuumtauglich sowie nichtmagnetisch und wird nicht von Magnetfeldern beeinflusst.

**Der Piezoschreitantrieb punktet auch im Vergleich mit anderen Piezoantriebsprinzipien:**

- Einfachere Trägheits- oder Stick-Slip-Antriebe beruhen auf einer Kombination aus Haft- und Gleitreibung, was eine Geschwindigkeitsregelung sehr schwierig macht. Ihre Steifigkeit, Lebensdauer und Auflösung sind aufgrund dessen begrenzt.
- Der Markt kennt seit einigen Jahren Piezoantriebe, die sich raupenartig bewegen. Diese beruhen ebenfalls auf Klemmung (Haftreibung), besitzen aber in der Summe nicht die Eigenschaften des Piezoschreitantriebs: Sie sind üblicherweise größer, schwächer und deutlich langsamer.

## Bewegung in der Mikrostelltechnik

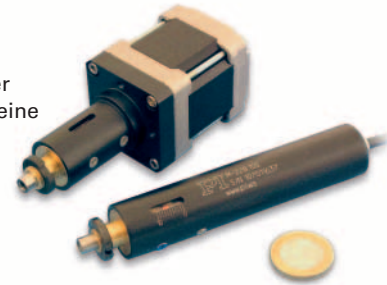
# Preisgünstige Antriebe von PI für Automatisierung und Handling

### Das Stellen von Ventilen, die Justierung von Bauteilen zur Weiterbearbeitung, Pick- and Place ...

Die Anforderungen für diese Art der Bewegung und Positionierung unterscheiden sich von denjenigen, denen sich PI bislang gestellt hat, nur in zwei Punkten: Nicht ein Nanometer sondern 10 Mikrometer und mehr reichen als Positioniergenauigkeit aus. Dafür hat der Preis einen viel höheren Stellenwert. Worauf die Kunden aber nicht verzichten wollen, ist hohe Qualität und guter Service, weshalb es

in der letzten Zeit viele Anfragen aus den genannten Marktsegmenten im Hause PI gegeben hat. Die Anfragen haben zur Entwicklung der Linearaktoren M-228 und M-229 geführt. Diese bieten Stellwege von 10 bzw. 25 mm und verwenden klassische Schrittmotoren als Antriebe – entweder in kompakter oder in kubischer Bauart. Trotz des geringen Preises muss der Anwender aber nicht auf nützliche Merkmale, wie ein Sichtfenster mit Positionsindikator, eine nichtdrehende Spindel oder Sicherheitsendschalter verzichten.

M-228 Stepper Mikes bilden eine preisgünstige Alternative



### M-228 und M-229 werden durch folgende Werte charakterisiert:

- Bidirektionale Wiederholgenauigkeit: 5 µm
- Unidirektionale Wiederholgenauigkeit: 2 µm
- Auflösung: 80 nm (mit C-663 Mercury™ Controller und 16-fachem Microstepping)
- Umkehrspiel: 5 µm
- Geschwindigkeit: 2 mm/s
- Positioniergenauigkeit: 10 µm

# Dispenser für Bio-Handling

PI setzt in seinen Positionierverstellern zunehmend auf PLine® Piezo-Ultraschallantriebe als Alternative zu Motor-Spindelkonzepten – besonders dann, wenn die Versteller klein sein sollen und schnell sein müssen. Dabei werden Positioniergenauigkeiten bis zu 0,1 µm sowie Geschwindigkeiten bis zu mehreren 100 mm/s erreicht.

Klein und schnell muss es aber nicht nur in der klassischen Mikrostelltechnik sein. Piezo-Ultraschallmotoren sind auch dann hervorragend geeignet, wenn die Genauigkeitsanforderungen nicht ganz so hoch liegen – z. B. im Bereich von 5 bis 100 Mikrometern, was in der industriellen Automatisierung und für Handlingaufgaben meist ausreichend ist.

PI hat hierfür den preisgünstigen M-664KCEP Dispenserantrieb mit PLine® Piezo-Ultraschallmotoren entwickelt. Acht oder mehr dieser Antriebe aneinander gereiht können

Pipetten unabhängig voneinander vertikal bewegen, um Proben in Mikrotiterplatten zu befüllen. Die Breite eines einzelnen Aktors beträgt, angepasst an den standardisierten Probenhalter, nur 9 Millimeter.

Den Stellweg von 50 Millimetern legt der M-664KCEP binnen 250 Millisekunden zurück und entwickelt dabei Kräfte von bis zu 4 N. Die Auflösung des Positionssensors ist auf die Anwendung abgestimmt und beträgt 5 Mikrometer – entsprechend liegt die Positioniergenauigkeit in dieser Größenordnung.

8 M-664KCEP Linearaktoren über einer Mikrotiterplatte. Der integrierte Piezomotor erlaubt Geschwindigkeiten über 200 mm/s



# Vernetzbarer PLine® Controller für Ultraschall-Piezolinearmotoren



## Einfache Inbetriebnahme und automatisierter Betrieb für PLine® Ultraschallmotoren charakterisieren den neuen C-867 Controller.

Dieser Controller basiert auf dem erfolgreichen Mercury™ Konzept: schnell einsetzbar und einfach zu bedienen, dabei hoch leistungsfähig und preisgünstig. Gleichzeitig bietet er alle Vorteile der Mercury™ Controllerflotte:

- Vernetzbarkeit für mehrachsige Anwendungen
- USB-Schnittstelle und digitale I/O-Leitungen
- Ansteuerung auch mehrerer Achsen über Joystick
- Makrofunktionalität und Stand-Alone-Betrieb ohne Host-PC

Gegenüber dem Vorgängermodell (Produktnummer C-866) wurde der Controller weiter an die Charakteristik der Ultraschallmotoren angepasst, wodurch Einschwingverhalten und Bahntreue gleichzeitig optimiert und stabil gehalten werden. Durch den integrierten Makroprozessor kann der Controller jetzt auch im Stand-Alone-Modus betrieben werden. Benutzerdefinierte Programme können entweder per Trigger-Funktion aufgerufen oder auch automatisch nach dem Einschalten gestartet werden. Die benötigten Treiber für den Ultraschallbetrieb der Piezoantriebe sind



PLine® Integrationsstufen: OEM Motor, RodDrive Linearantrieb, Kreuztisch

bereits im Controller integriert und auf die Mechanik abgeglichen. Der C-867 unterstützt die hohen Geschwindigkeiten der PLine® Piezolinearmotoren von bis zu 350 mm/s (geregelt) bei einer standardmäßigen Encoderauflösung von 0,1 µm. Die Servoabgleichrate wurde dazu auf 50 kHz erhöht.

### PLine® Linearaktoren / Motoren

- Ultraschall-Piezomotoren und Antriebe
- Geschwindigkeit bis 350 mm/s; bis zu 500 mm/s ohne Regelung
- Kompakte Abmessungen
- Stellweg bis 150 mm (grundsätzlich unbegrenzt)
- Stellkräfte bis 7 N
- Selbsthemmend im Ruhezustand
- Encoderauflösung bis 0,1 µm
- Nicht magnetisch

### Weitere Controller der Mercury™ Klasse

- C-863 Mercury™ Servocontroller – kompakter und vernetzbarer 1-Achsen-DC-Servomotor-Controller
- C-663 Mercury™ Step Controller – kompakter und vernetzbarer 1-Achsen-Schrittmotor-Controller (siehe Newsletter 35)
- E-861 PiezoWalk® Controller / Treiber – vernetzbarer Controller für NEXACT® Linearantriebe und Positionierer (siehe Newsletter 37)

## Kompakter OEM Controller E-616 für mehrachsige Piezo-Kippspiegelsysteme

Schnelle Kipp-Plattformen werden vornehmlich für die Strahlsteuerung und -stabilisierung in den unterschiedlichsten Anwendungen benötigt:

- Schnelle optische Schalter
- Aktive & adaptive Optik
- Laserstrahlsteuerung, Laserscanning
- Erhöhung der Bildauflösung, Dithering
- Korrektur von Polygonspiegel Fehlern
- Bildstabilisierung
- Laserstrahlstabilisierung

Mit dem E-616 steht nun ein eigens für Piezokippspiegel entwickelter Controller zur Verfügung, der die Funktionen eines mehrkanaligen Reglers und Verstärkers vereint und dabei den

Eigenheiten des Betriebs von Kippspiegeln Rechnung trägt. Mittels interner Hardware wird eine Koordinatentransformation durchgeführt, sodass die Ansteuerung direkt pro-

portional zum Ablenkwinkel erfolgen kann. Der Anwender muss die Aktoren nicht einzeln kommandieren, die Transformation per Software bzw. externer Verschaltung entfällt.

### Systemkonfiguration

Neu ist die Ausstattung des E-616 mit einer 25-pin Sub-D Buchse anstelle von einzelnen LEMO Buchsen für jeden Sensor und Verstärkerkanal. Die Folge ist eine einfache Systemverbindung.

Hierfür werden die Kippspiegel der Serien S-325, S-330 und S-334 künftig auch als Variante mit passendem Stecker angeboten.

Für den Betrieb des E-616 ist ein separates Netzteil erforderlich.



E-616 Controller mit S-330 Kippspiegel (4 mrad optischer Ablenkwinkel)

## Kompakter OEM Flächenscanner

Mit Servomotor und Linealen oder mit Schrittmotorantrieben

**Diese Positioniereinheit ist die Lösung für viele Aufgaben, bei denen Scans in zwei Dimensionen mit hoher Genauigkeit und Geschwindigkeit ausgeführt werden müssen. 50 mm Stellweg in beiden Achsen bei kompakten 170 mm Gesamtmaß lassen viel Freiheit für die Anwendung.**

Der Tisch ist ausgestattet mit DC-Servomotoren und hochpräzisen Linearencodern mit einer Auflösung von 0,1 µm; alternativ sind auch Varianten mit Schrittmotoren verfügbar – sprechen Sie mit uns! Der spielfreie Direktantrieb bietet eine Ge-

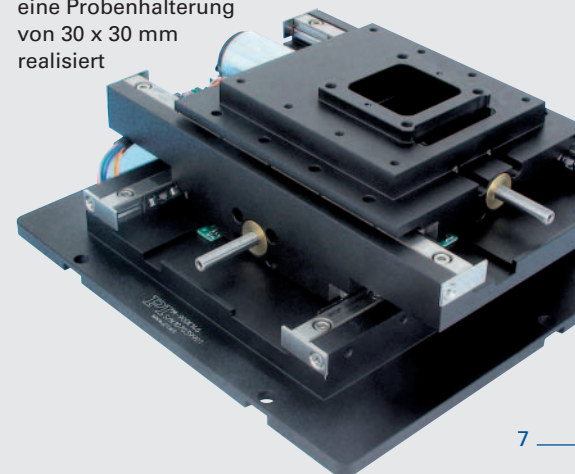
schwindigkeit bis 40 mm/s bei einer Belastbarkeit von 660 N.

Der M-900KOPS OEM-Flächenscanner ist kompakt im Bauraum und durch den schnörkellosen Aufbau universell einsetzbar, beispielsweise in einem Weißlichtinterferometer oder einem Mikroskopier-Großgerät, wo die hochgenaue Positionierung der Probe gefordert ist. Deck- und Grundplatte können bei PI individuell an die kundenspezifischen Einbaubedingungen angepasst werden.

Für eine kostengünstige Systemkombination stehen die bewährten PC-Einschubkarten der C-843 Controller-Serie als auch die Mercury™ Stand-Alone Controller zur Verfügung,

die leicht zu vernetzen sind und viele Funktionen für Automatisierungsaufgaben bereitstellen.

Integriert in einen Messaufbau, z. B. in einem Weißlichtinterferometer, fährt der M-900KOPS präzise XY-Scans mit hoher Geschwindigkeit. Hier wurde eine Probenhalterung von 30 x 30 mm realisiert



## Neuer Gesamtkatalog

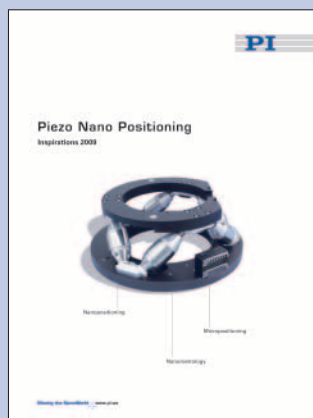
- 200 Produktfamilien auf über 500 Seiten
- Über 1000 Produkte, darunter 30 % Neuentwicklungen
- Tausende Zeichnungen, Bilder, Messkurven, Prinzipskizzen

Diese Schlagworte umreißen in Ansätzen die Neuauflage des PI Gesamtkatalogs, der ab Januar 2009 zunächst in englischer Sprache verfügbar sein wird. Selbstverständlich ist auch das wohlbekannte „Piezotutorium“ enthalten – der Maßstab für Technologie und Präzisionspositionierung, alles rund um die Piezokeramik.

Die Produktgruppen präsentieren sich übersichtlich in vier Bereichen: Nanopositionierung mit piezobasierten Verstärkern und klassische Mikropositionierung, Nanometrologie mit kapazitiven Sensoren sowie der Bereich der Linearaktoren, der verschiedene Antriebstechnologien vorstellt. Besonderen Wert wurde auf die übersichtliche

und einheitliche Darstellung der technischen Daten gelegt. Detaillierte Modellübersichten stellen die Produkte im Vergleich gegenüber und erleichtern so dem Kunden die Auswahl der geeigneten Lösung.

Und sollte tatsächlich keines unserer Standardprodukte für die Anforderung passen; sprechen Sie mit uns oder einem unserer weltweit über 500 Mitarbeiter über Ihre „Inspiration“!



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

#### Vertrieb

Freyer, Mark  
(Nord & Ost-Deutschland)  
+49 721 4846-301

Fehrenbacher, Jürgen  
(West-Deutschland)  
+49 721 4846-230

Jerger, Konstantin  
(Süd-Ost-Deutschland & Österreich)  
+49 721 4846-213

Stamm, Ralf  
(Süd-West-Deutschland)  
+49 721 4846-211

Dinkelbach, Jens  
(PILine, Piezomotoren)  
+49 721 4846-202

Fluck, Melanie  
(Vertriebssekretariat)  
+49 721 4846-218

**Auf der Römerstraße 1  
D-76228 Karlsruhe  
info@pi.ws · www.pi.ws**

### PI Ceramic GmbH

#### Vertrieb

Möller, Frank (Deutschland)  
+49 36604 882-200

Rößger, Dirk (International)  
+49 36604 882-23

**Lindenstraße · D-07589 Lederhose  
info@piceramic.de  
www.piceramic.de**

### Impressum

Herausgeber:  
Physik Instrumente (PI)  
GmbH & Co. KG  
Auf der Römerstraße 1  
D-76228 Karlsruhe

Verantwortlich für den Inhalt:  
Dr. Karl Spanner

Redaktion:  
Steffen Arnold, Stefan Vorndran,  
Sandra Ebler

Gestaltung:  
Regelmann Kommunikation, Pforzheim

Produktion:  
Systemedia, Pforzheim

Nachdruck nach Abstimmung mit Herausgeber  
unter Angabe von Quellennachweis.  
Unterlagen werden zur Verfügung gestellt.

## Termine 2008/2009

**Besuchen Sie uns. Unser Experten-Team freut sich auf ein fachkundiges Gespräch mit Ihnen.**

electronica 2008	11. 11. – 14. 11. 2008	München Halle A2, Stand 412
Compamed 2008	19. 11. – 21. 11. 2008	Düsseldorf Halle 8a, Stand 8aK030
SPS/Drives 2008	25. 11. – 27. 11. 2008	Nürnberg Halle 1, Stand 1-122
HannoverMesse 2009	20. 04. – 24. 04. 2009	Hannover Halle 6, Stand H59