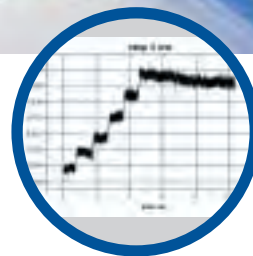
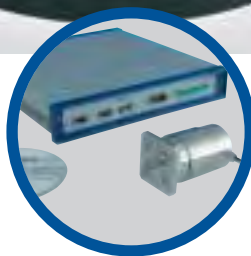


# PiezoWalk® Schritt- und Linearantriebe

## Nanopositionierung und Mikropositionierung mit grossen Stellwegen



## Mikropositionierung, Nanopositionierung, NanoAutomation® Spitzenlösungen für Industrie und Forschung



PI-Zentrale in Karlsruhe

**PI nimmt seit vielen Jahren eine Spitzenstellung auf dem Weltmarkt für Nanopositionier-technik und Motion-Control-Systeme der höchsten Präzisionsklasse ein.**

### Lösungen für High-Tech-Märkte

PI entwickelt und fertigt Präzisions-systeme für alle wichtigen High-Tech-Märkte:

- Halbleitertechnik
- Datenspeichertechnik
- Photonik, Telekommunikation
- Bio- und Medizintechnik
- Laser, Optik, Mikroskopie
- Raumfahrttechnik
- Präzisionsfertigungstechnik
- Astronomie
- Mikrosystemtechnik

### 30 Jahre voraus

Als PI vor über 30 Jahren pie-zoelektrische Nanopositionier-technik auf den Markt brachte, waren die typischen Kunden Wissenschaftler und Forscher, die sich mit Lasern und Interferometrie beschäftigten. Nur wenige konnten damals die Abhängigkeit ganzer Industrie-zweige, wie z. B. der Halbleiter-technik oder Biotechnik, von Fortschritten in der Nanostell-technik vorhersehen. Heute kann selbst die Werkzeugma-schinen-Industrie nicht mehr auf nanometergenaue Positio-niersysteme verzichten.

### Schlüsseltechnologien im Hause

PI's Strategie ist die vertikale Integration, d. h. alle Schlüssel-technologien werden im eigen-en Haus entwickelt und ge-pflegt. Dadurch kann jeder Schritt von der Designphase bis zur Auslieferung folgender Produkt-Bereiche kontrolliert werden: Präzisionsmechanik, Digital- und Analogelektronik, sub-nanometergenaue kapazi-tive Positionssensoren, Piezo-keramik und -Aktoren. Dies ge-währleistet höchste Qualität bei geringen Kosten.



Blick ins Foyer. Unsere Mitarbeiter freuen sich darauf, Sie in unserem Haus begrüßen zu dürfen.

### Mikropositionierung

Bewegungen mit Mikrometer- und Sub-Mikrometer-Auflösung, typischerweise motorgetrieben mit Stellwegen bis zu einigen 100 Millimetern.

### Nanopositionierung

Bewegungen mit Nanometer- und Sub-Nanometer-Auflösung, typischerweise piezogetrieben; spiel-, haft- und gleitreibungsfrei, mit extrem kurzer Ansprechzeit und Stellwegen bis zu eini-gen 100 Mikrometern.

### NanoAutomation®

Nanopositionierung auf einer Millisekunden-Zeitskala.

Blick in einen der Seminarräume. Schulungen werden bei PI groß geschrieben, und alle Mitarbeiter werden kontinuierlich weitergebildet.



## Einige Fakten zu PI

### Stammsitz in Karlsruhe und Piezo-Werk PI Ceramic in Thüringen:

24.000 m <sup>2</sup>	Nutzfläche
9.800 m <sup>2</sup>	Produktion
7.300 m <sup>2</sup>	Entwicklung/Verwaltung
115.000 m <sup>3</sup>	Umbauter Raum
500 m <sup>2</sup>	Reinräume
> 400	Mitarbeiter weltweit



**Kompletter PI Katalog:**  
<http://www.pi.de>

Das Werk für die Entwicklung und Produktion  
von Piezokeramik: PI Ceramic in Thüringen.



# PiezoWalk® Präzisionsantriebe

## Stellwege im Millimeterbereich, Nanometergenaue Auflösung, Hohe Kräfte

PiezoWalk® Antriebe setzen sich über die Beschränkungen konventioneller Nanopositionieraktoren hinweg: Sie bieten grundsätzlich unbegrenzt lange Stellwege und besitzen dennoch die Vorteile eines piezoelektrischen Aktors, wie unregelmäßige Positionsauflösung bis in den Bereich unter 10 Picometern und hohe Steifigkeit für dynamischen Betrieb und Krafterzeugung.

PiezoWalk® Piezoschreitantriebe bestehen in der Regel aus mehreren einzelnen Piezoaktoren, die durch koordinierte Klemm- und Scherbewegungen eine Bewegung erzeugen (Schrittbetrieb). Jeder Schrittzyklus bewirkt einen Vorschub um wenige Mikrometer, womit bei einer Schrittfrequenz von mehreren hundert Hertz Geschwindigkeiten bis zu einigen Millimetern pro Sekunde erreicht werden.

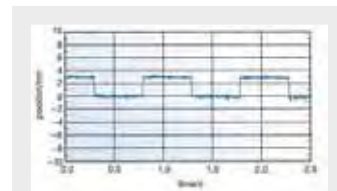
oder hochauflösende, hochdynamische Positionierung (Analogmodus)

PI bietet zwei Produktlinien an, die auf verschiedenen Ausführungen des PiezoWalk® Prinzips basieren. NEXLINE® und NEXACT®. Ihre spezifischen Vorteile kommen in unterschiedlichen Anwendungen zum Tragen.



Kundenspezifischer PiezoWalk® Linearmotor

Das PiezoWalk® Funktionsprinzip bietet hohe Antriebskraft, Auflösung und Wiederholbarkeit. Piezoschreitantriebe erreichen hier typischerweise bessere Werte als Trägheitsantriebe oder Ultraschallmotoren. Verschiedene Betriebsmodi ermöglichen quasi unbegrenzten Stellbereich (Schrittmodus)



50 Picometer Schritte mit einem NEXLINE® Antrieb, gemessen mit einem externen, kapazitiven Positionssensor für höchste Auflösung. Die Messung zeigt die Leistungsfähigkeit, die noch viel Spielraum für die nächste Generation in der Nanotechnologie lässt

### PiezoWalk® Antriebe in der Übersicht

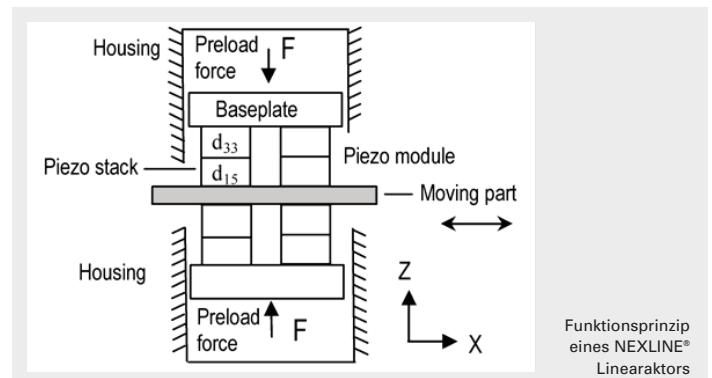
- Sehr hohe Auflösung, die nur vom verwendeten Sensor begrenzt wird. Ungeregelt wurden bereits bis zu 30 Picometer erreicht.
- Hohe Antriebskraft und Steifigkeit. NEXLINE® Antriebe erzeugen und halten Kräfte bis zu 600 N, NEXACT® bis zu einigen 10 N.
- PiezoWalk® Antriebe halten auch unbestromt die Position stabil auf Nanometergenauigkeit. Das Antriebsdesign bewirkt maximale Klemmkraft im Ruhezustand.
- Die Position wird auch ohne Spannung gehalten. Es gibt also keine Leckströme, die die Funktion des Piezoantriebs beeinträchtigen könnten.
- PiezoWalk® Antriebe sind für nicht-magnetische Anwendungen geeignet, die z. B.

auf der Kernspinresonanz basieren, oder für Experimente zur Supraleitfähigkeit. Die Antriebe erzeugen weder magnetische Felder, noch werden sie von ihnen beeinflusst.

- Die aktiven Komponenten der PiezoWalk® Antriebe werden aus einer vakuumkompatiblen Keramik hergestellt. Die Antriebe können auch unter harter ultravioletter Strahlung eingesetzt werden.
- NEXLINE® Antriebe können Stoßbelastungen von mehreren g z. B. während des Transports überstehen.
- PiezoWalk® Antriebe sind in drei Integrationsstufen für flexiblen OEM Einsatz erhältlich: OEM Motoren, Aktoren im Gehäuse, sowie als Antrieb in komplexen Positioniersystemen wie mehrachsigen Stellischen oder 6-Achsen Hexapoden



6-Achsen parallelkinematisches Nanopositioniersystem (Hexapod) mit N-215 NEXLINE® Hochlastantrieben für die Anwendung in starken Magnetfeldern



Funktionsprinzip eines NEXLINE® Linearaktors

# Typische Anwendungsbereiche für PiezoWalk® Antriebe / Aktoren

## Halbleitertechnik

Feinstpositionierung über lange Wege  
Nanoimprint  
CD Tests  
Masken und Waferfeinpositionierung  
Objektive-Feinpositionierung  
Lithographie  
Optiktest

## Biotechnologie, Life Science, Medizintechnik

Durchflusszytometrie  
Zellsortierung  
Elektrophysiologie, Patch Clamp  
Intrazelluläre Messungen  
Zellpenetration  
Mikrodosierung  
Handling  
OCT, WLI  
Diagnostik  
Dermatologie  
Ophthalmologie

## Nanotechnologie, Nanofabrication, NanoAutomation®

Nanoimprint  
Nanomontage  
Nanoherstellung  
Nanobonding  
Nanomechanik  
Nanomaterialtests  
Mikrogreifer, Manipulatoren

## Raumfahrt, Kryogene und Vakuumumgebungen

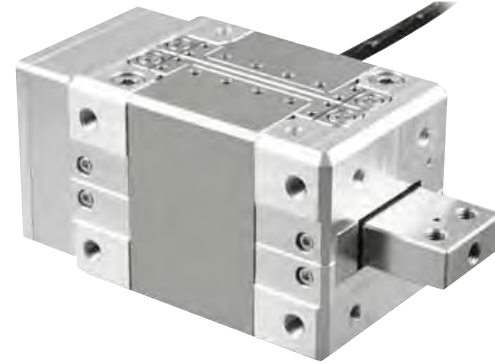
Mikrowellenantennen-  
Feinpositionierung  
Präzisions-Linearaktoren  
Beamline Experimente  
Verkippen  
Probenpositionierung

## Nanopositionierung mit NEXLINE® Hochlastantrieben

NEXLINE® Systeme basieren auf sehr stabilen und leistungsfähigen Scher- und Klemmaktoren. Durch die integrierte Vorspannung erzeugen sie Antriebs- und Haltekräfte bis 600 N und dies bei einer hohen Lebensdauer. Das Aktordesign besitzt eine hohe Resonanzfrequenz von einigen hundert Hertz, wodurch hochsteife Strukturen mit geringsten Vibrationen konstruiert werden können. Der analoge Betriebsmodus innerhalb eines Scherzyklus dient für Dithering oder aktive Schwingungsdämpfung.

## Kompakte NEXACT® Antriebe für mittlere Kräfte

NEXACT® Antriebe basieren auf Vorschub- und Klemmbewegungen von Piezo Biegeaktoren. Sie ermöglichen Antriebskräfte bis 15 N und maximale Geschwindigkeiten von mehr als 10 mm/s bei niedrigen Betriebsspannungen von -10 bis 45 V. Die kompakten und kostengünstigen NEXACT® Antriebe sind mit verschiedenen Treiberelektroniken erhältlich, angefangen bei kostengünstigen OEM-Elektroniken für den unregelmäßigen Betrieb im Schrittmodus bis hin zum Servocontroller E-861 für hochauflösende, geregelte Mikrostelltische.



Der N-21' NEXLINE® Hochlast-Linearantrieb bietet Haltekräfte bis 600 N und 20 mm Stellweg



N-310 Linearaktor mit E-861 Servocontroller (Treiberelektronik integriert)

# N-111 NEXLINE® OEM Linearaktor

## Nanopositionierung über große Stellwege, PiezoWalk® Prinzip



Kompakter N-111 OEM-Aktor für die Nanostelltechnik. Die Piezoschreibbewegung ermöglicht prinzipiell unbegrenzte Stellwege

- 10 mm Stellweg
- Bis zu 0,025 nm Auflösung ungerregelt und 5 nm geregelt
- Bis 50 N Stellkraft und 70 N Haltekraft
- Selbsthemmend im Ruhezustand, keine Wärmeentwicklung
- Nichtmagnetisches und vakuumkompatibles Funktionsprinzip
- Verwendbar in Reinräumen

Die innovativen N-111 NEXLINE® OEM-Linearaktoren sind kompakte Antriebe für die Nanostelltechnik mit Stellwegen bis zu 10 Millimeter, hoher Positionsauflösung und bis zu 50 N Druck-Zugkraft. Der Vortrieb wird durch die koordinierte lineare und Scherbewegung von stark vorgespannten Piezoelementen erzeugt, die an einen Läufer ankoppeln. Damit kombinieren NEXLINE®

Antriebe lange Stellwege mit der Präzision von Piezoaktoren. Für den geregelten Einsatz ohne externen Positionssensor ist der N-111.2A mit einem bis auf 5 nm über den gesamten Stellweg auflösenden Linearencoder zur direkten Positionserfassung des bewegten Läufers ausgerüstet. Im ungerregelten Betrieb können Positionsaufösungen bis 25 Picometer in einem hochdynamischen Analog-Betrieb erzielt werden.

kundenspezifisch auf die jeweiligen Erfordernisse optimiert werden, da PI die integrierten Elemente selbst entwickelt und fertigt.

### Ein Funktionsprinzip – verschiedene Betriebsarten

NEXLINE® PiezoWalk® Antriebe setzen sich über die Einschränkungen konventioneller Nanostelltechnik-Systeme hinweg und kombinieren große Stellwege mit hoher Auflösung und Steifigkeit. Die piezokeramischen Klemm- und Scherelemente wirken auf einen bewegten Läufer, an den das zu bewegende Objekt angekoppelt wird. Im Prinzip ist eine beliebig kleine Positionsauflösung möglich, die nur von der Stabilität des Steuerungssignals abhängt. Während der Läufer im Vollschritt-Betrieb mit maximaler Geschwindigkeit über größere Strecken bewegt werden kann, ermöglicht der Nanoschritt-Betrieb die gleichförmige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit. Die Piezoantriebe gestatten außerdem hochdynamisches Feinpositionieren mit Auflösungen weit unter einem Nanometer innerhalb einer Schrittlänge (Analog-Betrieb).

### Bestellinformation

**N-111.20**  
NEXLINE® OEM Piezoschreit-Aktor, 10 mm, 50 N

**N-111.2A**  
NEXLINE® OEM Piezoschreit-Aktor, 10 mm, 50 N, Linearencoder, 5 nm Auflösung

**Sonderausführungen auf Anfrage!**

### Controllerwahl erlaubt gezielte Optimierung

Unterstützt werden die NEXLINE® Funktionen von zwei Controllern mit unterschiedlichem Schwerpunkt: Der E-755 bietet alle Funktionen für nanometergenaue Positionierung, während E-712 zusätzlich über verfeinerte Linearisierungsalgorithmen für gleichmäßigen Lauf mit konstanter Geschwindigkeit verfügt, sowie die schnellere Vorschubbewegung mit maximaler Kraft erlaubt.

### Patentertechnologie

Die in diesem Dokument beschriebenen Produkte fallen zumindest teilweise unter den Schutz der folgenden Patente: Deutsches Patent Nr. 10148267 US-Patent Nr. 6,800,984

### Anwendungsbeispiele

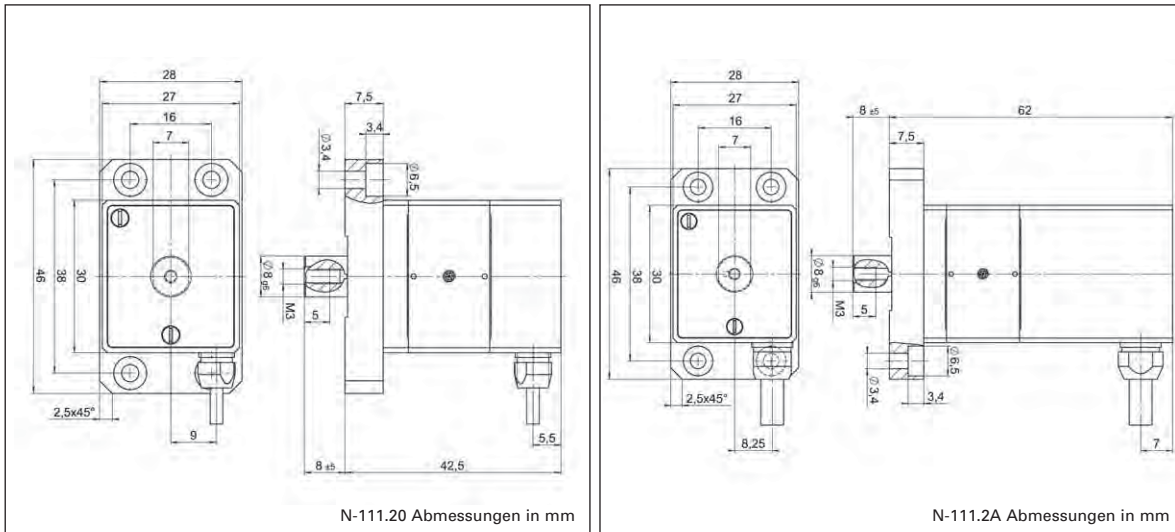
- Halbleiterfertigung
- Halbleitertestaurausrüstung
- Waferinspektion
- Nanolithographie
- Nano-Imprint
- Nanometrologie
- Aktive Schwingungsdämpfung
- Bewegung unter starken Magnetfeldern

### NEXLINE® bietet Flexibilität in der Anwendung

NEXLINE® PiezoWalk® Antriebe werden überall dort eingesetzt, wo hohe Lasten über größere Strecken präzise justiert und gegebenenfalls über kleine Amplituden dynamisch nachgeregelt werden müssen, wie z.B. bei der aktiven Schwingungsdämpfung. Durch die Kombination von Scher- und Klemmpiezoelementen können Schrittweite, Klemmkraft, Geschwindigkeit und Steifigkeit



Z, Tip, Tilt Plattform mit NEXLINE® Piezoschreitmotoren und Positionsregelung: Durchmesser 300 mm (12"), Belastbarkeit 200 N, Stellweg 1,3 mm (Kippwinkel 10 mrad)



N-111.20 Abmessungen in mm

N-111.2A Abmessungen in mm

### Technische Daten

Modell	N-111.20	N-111.2A	Toleranz
Aktive Achsen	X	X	
<b>Bewegung und Positionieren</b>			
Stellweg	10 mm	10 mm	
Schrittweite (Schrittbetrieb)	10 nm bis 7 $\mu$ m	10 nm bis 7 $\mu$ m	
Stellweg im Analog-Betrieb	$\pm 2$ $\mu$ m	$\pm 2$ $\mu$ m	
Integrierter Sensor	–	Linearencoder	
Auflösung ungeregelt	0,025 nm	0,025 nm	typ.
Auflösung geregelt	–	5 nm	
Max. Geschwindigkeit (10% Einschaltdauer, Vollschritt-Betrieb)*	1,0 mm/s	1,0 mm/s	
Max. Geschwindigkeit (100% Einschaltdauer, Vollschritt-Betrieb)*	0,6 mm/s	0,6 mm/s	
Max. Geschwindigkeit (100% Einschaltdauer, Nanoschritt-Betrieb)**	0,4 mm/s	0,4 mm/s	
<b>Mechanische Eigenschaften</b>			
Steifigkeit in Stellrichtung	16 N/ $\mu$ m	16 N/ $\mu$ m	$\pm 20\%$
Hubkraft (aktiv)***	50 N	50 N	max.
Haltekraft (passiv)	70 N	70 N	min.
<b>Antriebs Eigenschaften</b>			
Motortyp	NEXLINE®	NEXLINE®	
Betriebsspannung	$\pm 250$ V	$\pm 250$ V	
<b>Anschlüsse und Umgebung</b>			
Betriebstemperaturbereich	-40 bis 80 °C	-40 bis 80 °C	
Material	Aluminium Edelstahl, Titan	Aluminium Edelstahl, Titan	
Masse	245 g	325 g	
Kabellänge	1,5 m	1,5 m	$\pm 10$ mm
Stecker	D-Sub Stecker NEXLINE® einkanal	D-Sub Stecker NEXLINE® einkanal plus Sensor-Stecker	
Empfohlene Controller	E-755.101, E-712	E-755.1A1, E-712	

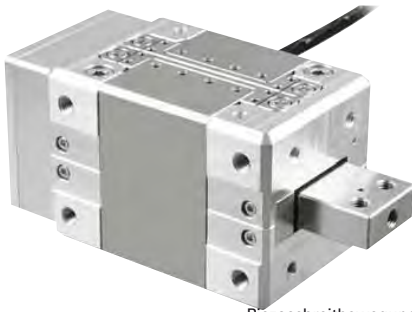
\* Abhängig von der Steuerelektronik. Die Angaben beziehen sich auf den Betrieb mit E-712 Controller.

\*\* Abhängig von der Steuerelektronik. Die Angaben beziehen sich auf den Betrieb mit E-712 Controller. Mit dem E-755 Controller werden 0,1 mm/s (geregelt) bzw. 0,2 mm/s (ungeregelt) erreicht. Die Maximalgeschwindigkeit im Nanoschritt-Betrieb ist auf größtmögliche Konstanz ausgelegt, so dass keine Geschwindigkeitsschwankungen beim Ausführen der Schritte auftreten.

\*\*\* Die Angaben beziehen sich auf die Bewegung im Vollschritt-Betrieb.

# N-216 NEXLINE® Linearaktor

## Nanopositionierung über große Stellwege, mit hohen Kräften, PiezoWalk® Prinzip



N-216 NEXLINE® Hochlastaktor.  
Der Vortrieb erfolgt über Piezoschreitbewegungen, was hohe Kräfte über prinzipiell unbegrenzte Stellwege bei Nanometergenauigkeit ermöglicht

- 20 mm Stellweg
- Bis zu 0,03 nm Auflösung unregelt und 5 nm geregelt
- Bis 800 N Haltekraft
- Selbsthemmend im Ruhezustand
- Nichtmagnetisches und vakuumkompatibles Funktionsprinzip
- Verwendbar in Reinräumen

Die N-216 NEXLINE® Hochlast-Linearaktoren sind hochgenaue Antriebe mit Stellwegen von 20 mm und Zug-/Druckkräften bis zu 600 N. Der Vortrieb wird durch die koordinierte lineare und Scherbewegung von stark vorgespannten Piezoelementen erzeugt, die an einen Läufer ankoppeln. Damit kombinieren NEXLINE® Antriebe lange Stellwege mit der Präzision von Piezoaktoren.

Mit dem N-216 für den geregelten oder den unregelmäßigen Einsatz stehen zwei Antriebsvarianten zur Verfügung mit unterschiedlicher Kraftauslegung. Die geregelten Varianten

sind mit einem Linearencoder zur direkten Positionserfassung des bewegten Läufers ausgerüstet. Der Encoder besitzt eine Auflösung von 5 nm über den gesamten Stellweg. Im unregelmäßigen Betrieb können Positionsaufösungen bis 30 Picometer z.B. in einem hochdynamischen Analog-Betrieb erzielt werden.

### Äußerste Zuverlässigkeit, geradezu unbegrenzte Lebensdauer

Besonders anspruchsvolle Anwendungen von der Astronomie, in Beamlines, bis zur Halbleiterfertigung und -testsystemen profitieren von den Eigenschaften der NEXLINE® Antriebe. Wegen ihrer Zuverlässigkeit werden sie häufig an schwer zugänglichen Stellen in Maschinen eingesetzt – dort, wo nanometergenaue Justage oder Schwingungsdämpfung die besten Resultate erzielen. Die lange Lebensdauer der NEXLINE® Aktoren wird dadurch unterstützt, dass der Aktor an jeder Position in einen Zustand geführt werden kann, in dem keine Spannung an die einzelnen piezokeramischen Elemente angelegt ist und den-

noch die volle Klemmkraft wirkt.

### Ein Funktionsprinzip – verschiedene Betriebsarten

NEXLINE® PiezoWalk® Antriebe setzen sich über die Einschränkungen konventioneller Nanostelltechnik-Systeme hinweg und kombinieren große Stellwege mit hoher Auflösung und Steifigkeit. Die piezokeramischen Klemm- und Scherelemente wirken auf einen bewegten Läufer, an den das zu bewegende Objekt angekoppelt wird. Im Prinzip ist eine beliebig kleine Positionsauflösung möglich, die nur von der Stabilität des Steuerungssignals abhängt.

Während der Läufer im Vollschritt-Betrieb mit maximaler Geschwindigkeit über größere Strecken bewegt werden kann, ermöglicht der Nanoschritt-Betrieb die gleichförmige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit. Die Piezoantriebe gestatten außerdem hochdynamisches Feinpositionieren mit Auflösungen weit unter einem Nanometer innerhalb einer Schrittlänge (Analog-Betrieb).

### Controllerwahl erlaubt gezielte Optimierung

Unterstützt werden die NEXLINE® Funktionen von zwei

### Bestellinformation

- N-216.10**  
NEXLINE® Piezoschreit-Hochlastaktor, 20 mm, 300 N, unregelt
- N-216.1A**  
NEXLINE® Piezoschreit-Hochlastaktor, 20 mm, 300 N, Linearencoder, 5 nm Auflösung
- N-216.20**  
NEXLINE® Piezoschreit-Hochlastaktor, 20 mm, 600 N, unregelt
- N-216.2A**  
NEXLINE® Piezoschreit-Hochlastaktor, 20 mm, 600 N, Linearencoder, 5 nm Auflösung

**Sonderausführungen auf Anfrage!**

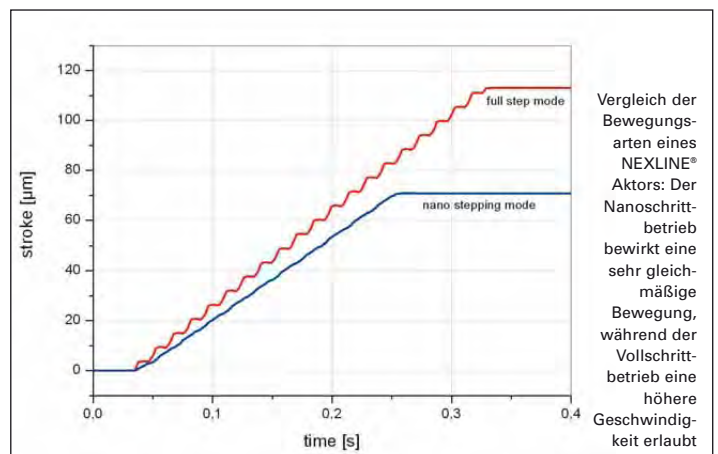
Controllern mit unterschiedlichem Schwerpunkt: Der E-755 bietet alle Funktionen für nanometergenaue Positionierung, während E-712 zusätzlich über verfeinerte Linearisierungsalgorithmen für gleichmäßigen Lauf mit konstanter Geschwindigkeit verfügt, sowie die schnellere Vorschubbewegung mit maximaler Kraft erlaubt.

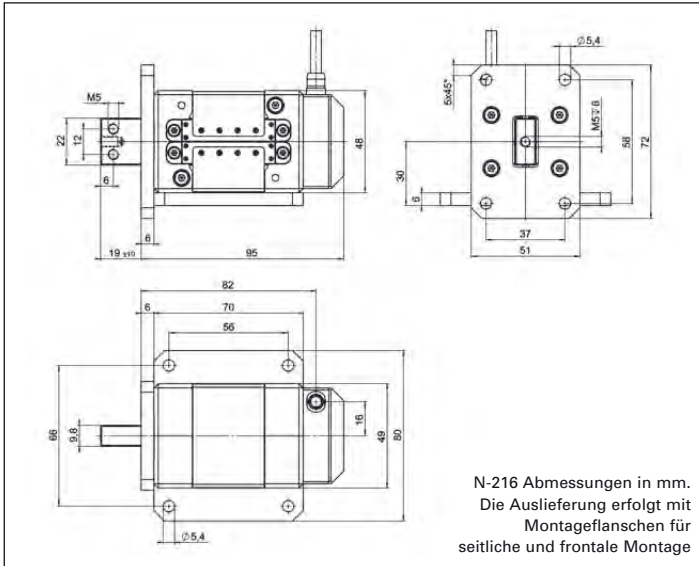
### Patentertechnologie

Die in diesem Dokument beschriebenen Produkte fallen zumindest teilweise unter den Schutz der folgenden Patente: Deutsches Patent Nr. 10148267 US-Patent Nr. 6,800,984

### Anwendungsbeispiele

- Halbleiterfertigung
- Halbleitertestausrüstung
- Waferinspektion
- Nanolithographie
- Nano-Imprint
- Nanometrologie
- Aktive Schwingungsdämpfung
- Bewegung unter starken Magnetfeldern





Sechssachsige Parallelkinematik (Hexapod)  
mit NEXLINE® Hochlast-Aktoren für den  
Einsatz in starken Magnetfeldern

## Technische Daten

Index

Modell	N-216.10 / N-216.1A	N-216.20 / N-216.2A	Toleranz
Aktive Achsen	X	X	
<b>Bewegung und Positionieren</b>			
Stellweg	20 mm	20 mm	
Schrittweite (Schrittbetrieb)	10 nm bis 10 $\mu$ m	10 nm bis 10 $\mu$ m	
Stellweg im Analog-Betrieb	$\pm 3$ $\mu$ m	$\pm 3$ $\mu$ m	
Integrierter Sensor	N-216.10: ohne N-216.1A: Linearencoder	N-216.20: ohne N-216.2A: Linearencoder	
Auflösung unregelt	0,03 nm	0,03 nm	typ.
Auflösung geregelt	- / 5 nm (N-216.1A)	- / 5 nm (N-216.2A)	
Max. Geschwindigkeit (10% Einschaltdauer, Vollschritt-Betrieb)*	1,0 mm/s	1,0 mm/s	
Max. Geschwindigkeit (100% Einschaltdauer, Vollschritt-Betrieb)*	0,6 mm/s	0,6 mm/s	
Max. Geschwindigkeit (100% Einschaltdauer, Nanoschritt-Betrieb)**	0,4 mm/s	0,4 mm/s	
<b>Mechanische Eigenschaften</b>			
Hubkraft (aktiv)***	300 N	600 N	max.
Haltekraft (passiv)	400 N	800 N	min.
<b>Antriebseigenschaften</b>			
Motortyp	NEXLINE®	NEXLINE®	
Betriebsspannung	$\pm 250$ V	$\pm 250$ V	
<b>Anschlüsse und Umgebung</b>			
Betriebstemperaturbereich	-40 bis 80 °C	-40 bis 80 °C	
Material	Aluminium, Edelstahl	Aluminium, Edelstahl	
Masse	1150 g	1250 g	
Kabellänge	2,0 m	2,0 m	
Stecker	D-Sub Stecker NEXLINE® einkanal N-216.1A: plus Sensor-Stecker	D-Sub Stecker NEXLINE® einkanal N-216.2A: plus Sensor-Stecker	
Empfohlene Controller	E-755, E-712	E-755, E-712	

\* Abhängig von der Steuerelektronik. Die Angaben beziehen sich auf den Betrieb mit E-712 Controller.

\*\* Abhängig von der Steuerelektronik. Die Angaben beziehen sich auf den Betrieb mit E-712 Controller. Mit dem E-755 Controller werden 0,1 mm/s (geregelt) bzw. 0,2 mm/s (unregelt) erreicht. Die Maximalgeschwindigkeit im Nanoschritt-Betrieb ist auf größtmögliche Konstanz ausgelegt, so dass keine Geschwindigkeitsschwankungen beim Ausführen der Schritte auftreten.

\*\*\* Die Angaben beziehen sich auf die Bewegung im Vollschritt-Betrieb.

## N-310 NEXACT® OEM Miniatur Linearmotor/Aktor Kompakt, schnell, mit großem Stellweg, PiezoWalk® Prinzip



N-310 Aktor mit E-861 Servo-Controller  
(Treiberelektronik integriert)

- 20 mm Stellweg, variable Läuferlänge
- Kompakte Bauform, preisgünstiges Design
- 0,03 nm Auflösung\*\*
- Bis 10 N Stellkraft
- Geringe Betriebsspannungen
- Selbsthemmend im Ruhezustand, keine Wärmerwicklung
- Nichtmagnetisches und vakuumkompatibles Funktionsprinzip

N-310 NEXACT® PiezoWalk® Linearantriebe bieten 20 mm Stellweg mit Antriebskräften bis 10 N auf einem kompakten Bauraum von nur 25 x 25 x 12 mm. Aufgrund ihrer hohen Auflösung eignen sich NEXACT® Antriebe ideal als Feinstpositionierer für die Nano- oder Mikrostelltechnik. Unter Verwendung eines externen Positionssensors können die Antriebe in einem geschlossenen Regelkreis eingesetzt werden. Für den Betrieb steht eine große Auswahl an NEXACT® Ansteuerungen und Servocontrollern zu Verfügung.

### Anwendungsbeispiele

- Halbleiterfertigung
- Waferinspektion
- Nanolithographie
- Oberflächenmesstechnik
- Profilometrie
- Mikroskopie
- Bewegung unter starken Magnetfeldern

### Vorteile von PiezoWalk® Piezoschrittantrieben

NEXLINE® und NEXACT® Antriebe bieten einige Vorteile gegenüber klassischen Technologien

- Auflösungen im Picometerbereich
- Kompakte Abmessungen
- Hohe Antriebskräfte von 10 N (NEXACT®) bis zu mehreren 100 N (NEXLINE®)
- Hochdynamischer Betrieb mit sub-Millisekunden Ansprechzeit
- Selbsthemmung im Ruhezustand / keine Halteströme
- Spiel-, verschleiß- und wartungsfrei, keine mechanischen Komponenten wie Zahnräder oder Wellen
- Nichtmagnetisches und vakuumtaugliches Funktionsprinzip

### NEXACT® Funktionsprinzip für hohe Flexibilität in der Anwendung

Eine herausragende Eigenschaft der NEXACT® PiezoWalk® Antriebe ist die Kombination von hohen Kräften und prinzipiell unbegrenztem

Stellweg auf kleinstem Bauraum. Zusätzlich besitzen sie eine für Piezoaktoren typische hohe Steifigkeit und Auflösung von weit unter einem Nanometer. Durch den Antriebsaufbau beträgt die Betriebsspannung dabei nur maximal 45 V.

Piezokeramische Biegeelemente wirken auf einen bewegten Läufer, an den das zu bewegende Objekt angekoppelt wird. Die Länge des Läufers kann flexibel gewählt werden und bestimmt den Stellweg. Kraft, Bewegungsauflösung und Geschwindigkeit werden durch die Aktorgeometrie und die Steuerelektronik vorgegeben. Während der Läufer im Schrittbetrieb über größere Strecken bewegt werden kann, ermöglicht der analoge Betrieb innerhalb eines Schrittes hochdynamisches Positionieren mit Auflösungen weit unter einem Nanometer. Damit setzen sich PiezoWalk® über die Einschränkungen konventioneller Nanostelltechnik-Systeme hinweg und kombinieren große Stellwege mit hoher Auflösung und Steifigkeit.

### Verschleiß- und wartungsfrei

Anders als herkömmliche DC- oder Schrittmotorantriebe wirken PiezoWalk® unmittelbar als linearer Antrieb, bei dem die rotatorische Motorbewegung nicht erst durch mechanische Elemente wie Getriebe, Spindel und Mutter in eine lineare Bewegung transformiert werden muss. Dadurch sind mechanische Beschränkungen wie Spiel oder Verschleiß ausgeschlossen und der Antrieb ist wartungsfrei.

### Selbsthemmung im Ruhezustand

NEXLINE® und NEXACT® besitzen auch im ausgeschalteten Zustand eine hohe Steifigkeit

### Bestellinformation

**N-310.11**  
NEXACT® OEM-Linearantrieb, 20 mm, 10 N

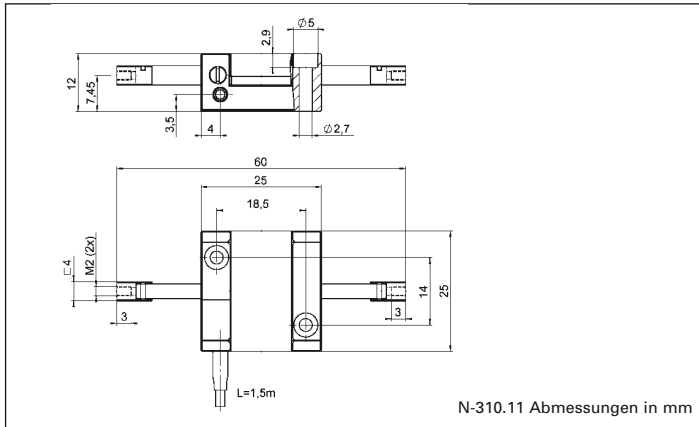
**N-310.111**  
NEXACT® OEM-Linearantrieb, 20 mm, 10 N, gedrehter Kabelabgang

**Sonderausführungen auf Anfrage!**

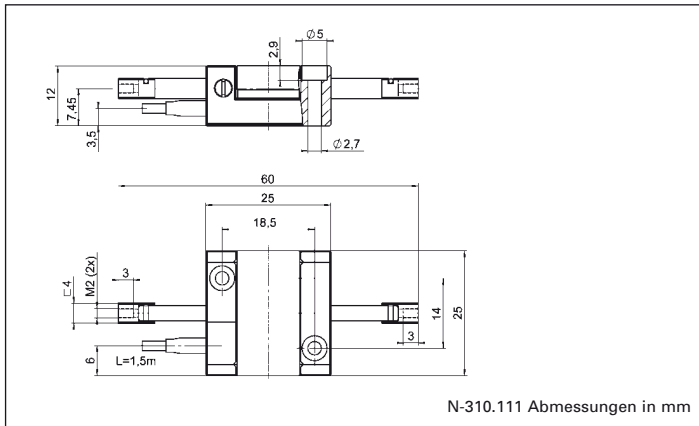
und Selbsthemmung, weil die Piezoaktoren den Antrieb klemmen. Durch diese Eigenschaft des PiezoWalk® Designs muss der Antrieb in Ruhe nicht bestromt werden, es entsteht keine Wärme und keine Drift. Es werden auch oder ein Mikroschritt-Zittern vermieden, der Antrieb steht stabil auf der angefahrenen Position.

### Controller und Treiberelektroniken passend zur Anwendung

NEXACT® Aktoren benötigen eine spezielle Treiberelektronik, die den komplexen Schrittablauf steuert. Die Elektroniken der Serie E-860 sind dabei in verschiedenen Ausführungsformen erhältlich, abhängig davon, ob die hohe Positionsauflösung unterstützt werden soll und der Antrieb in einem geschlossenen Regelkreis betrieben wird. Der E-861 z.B. enthält als NEXACT® Servo-Controller sowohl rauscharme Endstufen, die Treiberelektronik als auch einen leistungsstarken DSP, der die Regelung und Kommandierung über die angebotenen Schnittstellen ausführt. Für Anwendungen, die nicht auf die hohe Auflösung des Antriebs angewiesen sind, werden preisgünstige Treiberelektroniken bis hin zu OEM-Boards angeboten. Die in diesem Dokument beschriebenen Produkte fallen zumindest teilweise unter den Schutz der folgenden Patente:  
Deutsches Patent Nr. P4408618.0



Mikrostelltisch mit N-310 NEXACT® Antrieb.  
Der Versteller bietet 20 mm Stellweg mit  
einer Encoderauflösung von 25 nm



Index

## Technische Daten

Modell	N-310.11, N-310.111	Toleranz
Aktive Achsen	X	
<b>Bewegung und Positionieren</b>		
Stellweg	20 mm	
Schrittweite im Schrittbetrieb	5 nm bis 5 µm	
Stellweg im analogen Betrieb	7 µm	max.
Auflösung ungergelt	0,03 nm**	typ.
Schrittfrequenz	1,5 kHz*	max.
Max. Geschwindigkeit	10 mm/s*	max.
<b>Mechanische Eigenschaften</b>		
Max. Druck-/Zugkraft (aktiv)	10 N	max.
<b>Antriebseigenschaften</b>		
Antriebstyp	NEXACT® Linearantrieb	
Betriebsspannung	-10 V bis +45 V	
<b>Anschlüsse und Umgebung</b>		
Betriebstemperaturbereich	0 bis 50 °C	
Gehäusematerial	Rostfreier Stahl, nichtmagnetisch	
Masse	50 g	±5 %
Kabellänge	1,5 m	±10 mm
Stecker	HD D-Sub Stecker 15-pol., einkanal	
Empfohlene Controller/Treiber	E-860-Serie (s. S. 1-20)	

\*Abhängig von der Steuerelektronik.

\*\*Abhängig von der Steuerelektronik. 1 nm mit E-861.



Kompletter PI Katalog:  
<http://www.pi.de>

# N-381 NEXACT® Linearaktor, Mikromanipulator, Piezostepper

## Hochauflösender PiezoWalk®-Linearaktor mit optionalem Positionssensor

N-381 Linearaktor zur Probenpositionierung und Manipulation für langen Stellweg, hohe Geschwindigkeit und sehr hohe Auflösung; hier dargestellt mit E-861 NEXACT® Controller



- 30 mm Stellweg
- Verschleißfreier Piezoschreitantrieb, ideal als Mikro-/Nanomanipulator
- Optional: Integrierter Linearencoder für höchste Genauigkeit mit 20 nm Auflösung
- Sehr hohe Beschleunigung, z. B. für Zell-Penetration
- Zwei Betriebsarten: Kontinuierlicher Schrittbetrieb und stufenloser, schneller Analogbetrieb für 30 pm Auflösung\*\*
- Bis 10 N Stellkraft
- Selbsthemmend im Ruhezustand, keine Wärmeentwicklung
- Kein Mikroschritt- oder Servozittern
- Vakuumkompatible und unmagnetische Versionen

Die kompakten N-381 Linearaktoren sind ideal als Antriebe oder Mikromanipulatoren z. B. in der Bio- und Nanotechnologie verwendbar. Hohe Beschleunigungen, Geschwindigkeiten über 10 mm/s und Kräfte bis 10 N ermöglichen hohe

Dynamik und hohe Durchsatzraten bei Automatisierungsaufgaben. Das PiezoWalk® Antriebsprinzip lässt lange Stellwege und eine schnelle Oszillationsbewegung über 7 µm Amplitude mit Frequenzen bis zu mehreren 100 Hz zu. Dieser „Analogbetrieb“ kann für hohe Beschleunigung z. B. zur Penetration von Zellmembranen oder zum dynamischen Durchstimmen eines Lasers oder zur aktiven Schwingungsdämpfung genutzt werden.

Zwei Modelle sind verfügbar: Das Modell N-381.3A ist mit einem hochauflösenden Positionssensor ausgerüstet, der die zuverlässige Positionierung ermöglicht. Der N-381.30 ohne Encoder wird dort verwendet,

wo die Position über einen externen Kreis geregelt wird (über Video, Laser, Quad Cells, u. a.).

### Piezoschreitantrieb – der vielseitige lineare Piezomotor

Der NEXACT® Piezoschreitantrieb bietet mit seinen beiden Antriebsarten eine vorteilhafte Kombination der besten Eigenschaften anderer Piezomotor-Prinzipien – hohe Auflösung, hohe Kraft und hohe Geschwindigkeit – in einer kompakten Einheit. Außerdem ist der Antrieb selbsthemmend bei Erreichen des Ziels und muss daher nicht bestromt werden, weshalb er sich nicht aufheizt. Dadurch, dass die Position im Nanometerbereich stabil gehalten werden kann, tritt ein

### Bestellinformation

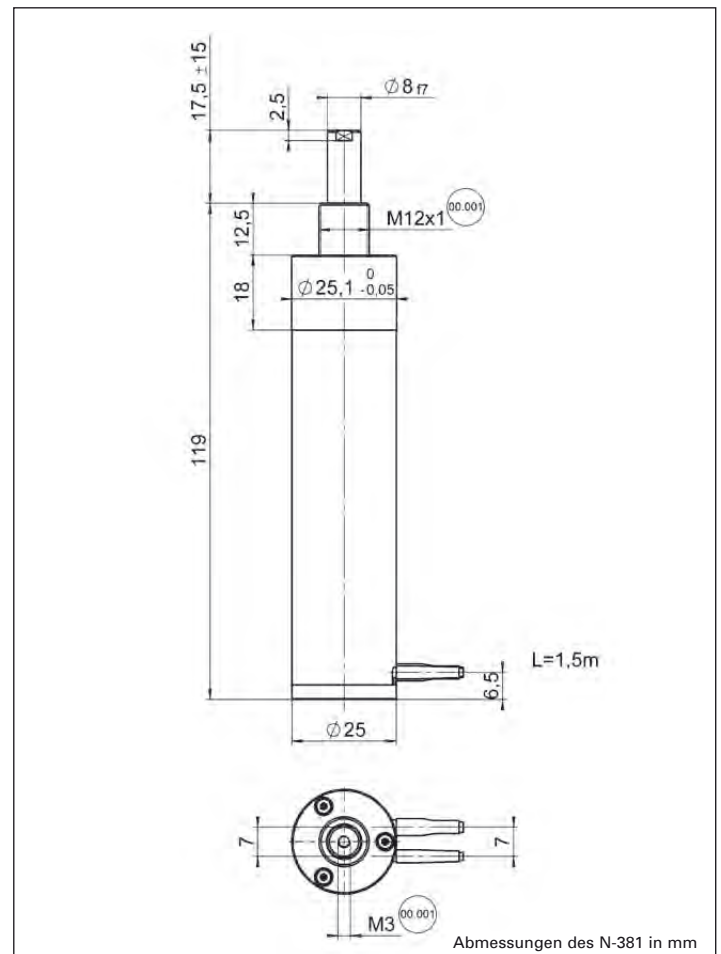
**N-381.3A**  
NEXACTUATOR Linearaktor, 30 mm, 20 nm Encoder-Auflösung

**N-381.30**  
NEXACTUATOR Linearaktor, 30 mm, ungeregelt

**Auf Anfrage erhältlich**

**Sonderausführungen auf Anfrage!**

Zittern um die Zielposition wie bei Servo- oder Schrittmotoren nicht auf. Der Vorschub erfolgt nicht wie bei Piezo-Trägheitsantrieben (Stick-Slip-Motoren) über Gleitreibung sondern einzig über die Nanometer genaue Bewegung geklemmter Piezoaktoren – verschleißfrei, hochauflösend und mit regelbarer Geschwindigkeit.



Abmessungen des N-381 in mm

### Anwendungsbeispiele

- Antriebseinheit für Mikroskopietische
- Zellmanipulation, Biohandling
- Mikromanipulation
- Life-Science
- Photonik
- Lasertuning
- Bewegung unter starken Magnetfeldern

### Funktionsprinzip für hohe Flexibilität in der Anwendung

Eine herausragende Eigenschaft der NEXACT® PiezoWalk® Antriebe ist die Kombination von hohen Kräften und prinzipiell unbegrenztem Stellweg auf kleinstem Bauraum. Zusätzlich besitzen sie die für Piezoaktorik typische hohe Steifigkeit und Auflösung von weit unter einem Nanometer. Unüblich ist die für Piezoantriebe geringe Betriebsspannung von nur maximal 45 V.

Piezokeramische Biegeelemente wirken auf einen bewegten Läufer, an den das zu bewegende Objekt angekoppelt wird. Die Länge des Läufers kann flexibel gewählt werden und bestimmt den Stellweg. Während der Läufer im Schrittbetrieb über größere Strecken

bewegt werden kann, ermöglicht der analoge Betrieb innerhalb eines Schrittes hochdynamisches Positionieren mit Auflösungen weit unter einem Nanometer.

### Controller und Treiber-elektroniken passend zur Anwendung

NEXACT® Aktoren benötigen eine spezielle Treiberelektronik, die den komplexen Schrittablauf steuert. Der E-861 s. S. 1-20 enthält als NEXACT® Servo-Controller sowohl rauscharme Endstufen, die Treiberelektronik als auch einen leistungsstarken DSP, der die Regelung und Kommandierung über die angebotenen Schnittstellen ausführt. Für Anwendungen, die nicht auf die hohe Auflösung des Antriebs angewiesen sind, wird die preisgünstige E-862

(s. S. 3-10) Treiberelektronik angeboten.

Die in diesem Dokument beschriebenen Produkte fallen zumindest teilweise unter den Schutz der folgenden Patente:

Deutsches Patent Nr. P4408618.0

Index

### Technische Daten (Vorläufig)

Modell	N-381.30	N-381.3A
Aktive Achsen	X	X
<b>Bewegung und Positionieren</b>		
Stellweg	30 mm	30 mm
Schrittweite im Schrittbetrieb	0,1 bis 15 µm	–
Integrierter Sensor	–	Inkrementeller Linearencoder
Sensorauflösung	–	20 nm*
Stellweg im analogen Betrieb	7 µm	7 µm
Auflösung unregelt	0,03 nm**	0,03 nm**
Auflösung geregelt	–	20 nm*
Schrittfrequenz	0 bis 800 Hz	–
Max. Geschwindigkeit	10 mm/s*	10 mm/s*
<b>Mechanische Eigenschaften</b>		
Steifigkeit in Stellrichtung	2,4 N/µm	2,4 N/µm
Max. Druck-/Zugkraft (aktiv)	10 N	10 N
Max. Haltekraft (passiv)	15 N	15 N
Querkraft	10 N	10 N
<b>Antriebseigenschaften</b>		
Antriebstyp	NEXACT® Linearantrieb	NEXACT® Linearantrieb
Betriebsspannung	-10 V bis +45 V	-10 V bis +45 V
<b>Anschlüsse und Umgebung</b>		
Betriebstemperaturbereich	0 bis 50 °C	0 bis 50 °C
Material	Chromstahl / CFRP	Chromstahl / CFRP
Masse	250 g	255 g
Kabellänge	1,5 m	1,5 m
Stecker	HD-D-Sub Stecker 15-pol. einkanal	HD-D-Sub Stecker 15-pol. einkanal
Empfohlene Controller / Treiber	E-860-Serie (s. S. 1-20)	E-861.1A1 (s. S. 1-20)

\*Mit E-861. Abhängig von der Steuerelektronik.

\*\*Abhängig von der Steuerelektronik. 1 nm mit E-861.



Kompletter PI Katalog:  
<http://www.pi.de>

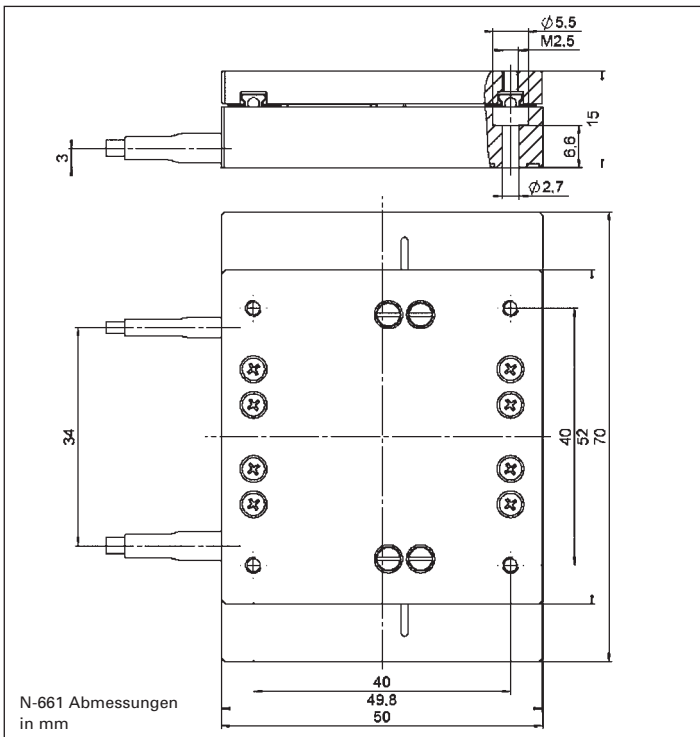
# N-661 Miniaturlinearversteller mit NEXACT® Antrieb

## PiezoWalk® Antrieb für Nanometer-Präzision und gleichmäßige Bewegung



Der Miniaturversteller N-661 beinhaltet einen PiezoWalk® Linearantrieb in Kombination mit einem hochauflösenden Linearencoder. Dadurch werden 20 mm Stellweg und Auflösungen im Nanometer-Bereich ermöglicht

- 20 mm Stellweg
- Selbsthemmend im Ruhezustand, keine Wärmeentwicklung, kein Servo-Zittern
- Kompakte Bauform: 70 x 50 x 20 mm
- Verschleißfreier Piezoschreittrieb, ideal als Mikro-/Nanomanipulator
- Integrierter Linearencoder für höchste Genauigkeit mit 20 nm Auflösung
- Zwei Betriebsarten: Kontinuierlicher Schrittbetrieb und stufenloser, schneller Analogbetrieb für 30 µm Auflösung\*\*
- Bis 10 N Stellkraft



N-661 Nanopositioniersysteme sind mit NEXACT® Piezo-Schreitrieben ausgestattet. Das PiezoWalk® Antriebsprinzip, basierend auf zwei Betriebsarten, ermöglicht eine hohe Positionsauflösung über den kompletten Stellweg bei hohen Antriebskräften und äußerst kompakter Bauform. Der Antrieb lässt eine schnelle Oszillationsbewegung über 7 Mikrometer Amplitude und Auflösungen bis zu 30 µm zu. Dieser „Analogbetrieb“ ermöglicht hohe Durchsatzraten bei Automatisierungsaufgaben und kann zur Penetration von Zellmembranen, zum dynamischen Durchstimmen eines Lasers oder zur aktiven Schwingungsdämpfung genutzt werden. Ein Präzisionsführungssystem und ein optischer Linearencoder sind im Versteller integriert und ermög-

### Bestellinformation

#### N-661

Miniatur Lineartisch mit NEXACT® Antrieb, 20 mm, Linearencoder, 20 nm Auflösung

**Auf Anfrage erhältlich**

**Sonderausführungen auf Anfrage!**

### Anwendungsbeispiele

- Life-Science
- Photonik
- Lasertuning
- Bewegung unter starken Magnetfeldern

lichen Positionierungen mit hoher Wiederholgenauigkeit.

Die in diesem Dokument beschriebenen Produkte fallen zumindest teilweise unter den Schutz der folgenden Patente: Deutsches PatentNr. P4408618.0

### Technische Daten (Vorläufig)

Modell	N-661
Aktive Achsen	X
<b>Bewegung und Positionieren</b>	
Stellweg	20 mm
Schrittweite im Schrittbetrieb (ungeregelt)	Bis zu 5 µm
Integrierter Sensor	Linearencoder
Sensorauflösung	20 nm *
Stellweg im analogen Betrieb	7 µm
Auflösung ungeregelt	0,03 nm**
Auflösung geregelt	20 nm*
Bidirektionale Wiederholgenauigkeit	40 nm
Neigen	50 µrad
Gieren	50 µrad
Schrittfrequenz	1,5 kHz
Max. Geschwindigkeit	10 mm/s*
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	
Steifigkeit in Stellrichtung	2,4 N/µm
Max. Belastbarkeit	20 N
Max. Druck-/Zugkraft (aktiv)	10 N
Max. Haltekraft (passiv)	15 N
Querkraft	50 N
<b>Antriebs Eigenschaften</b>	
Antriebstyp	NEXACT® Linearantrieb
Betriebsspannung	-10 bis +45 V
<b>Anschlüsse und Umgebung</b>	
Betriebstemperaturbereich	0 bis 50 °C
Material	Aluminium
Masse	150 g
Kabellänge	1,5 m
Stecker	HDD-Sub Stecker 15-pol. einkanal
Empfohlene Controller / Treiber	E-861.1A1 Controller für NEXACT® Linearantriebe und Positionierer (s. S. 1-20)

\*Mit E-861. Abhängig von der Steuerelektronik.

\*\*Abhängig von der Steuerelektronik. 1 nm mit E-861.

## N-515K NEXLINE® Piezo Hexapod

### Nichtmagnetisches 6-Achsen Präzisions-Positioniersystem



6-achsige Parallelkinematik (Hexapod) mit N-215 NEXLINE® Hochlast-Aktoren für den Einsatz in starken Magnetfeldern

- Stellwege 10 mm linear, 6° Rotation
- Große Apertur Ø 202 mm
- Nichtmagnetisch
- Nanometer Auflösung
- Flache Bauweise: nur 140 mm hoch
- Höhere Genauigkeit und Dynamik durch Parallelkinematik
- Bis 500 N Stellkraft
- Selbsthemmend im Ruhezustand, keine Wärmeentwicklung

Modell	Stellweg	Belastbarkeit	Abmessungen
N-515KNPH NEXLINE® Piezo Hexapod	X, Y, Z: 10 mm $\theta_x, \theta_y, \theta_z: 6^\circ$	50 kg	Ø Grundplatte, außen 380 mm Ø bewegte Platt- form, oben 300 mm 140 mm hoch

## N-510 Kraftvolle NEXLINE® Hub- und Kipp-Plattform

### Nanometergenau für die Halbleiterindustrie, zur Waferjustage

Index



Hub- und Kipp-Nanopositionierplattform mit drei integrierten Antrieben (Tripod)

- Selbsthemmend im Ruhezustand, keine Wärmeentwicklung
- Nichtmagnetische und Vakuumversionen möglich
- Höhere Genauigkeit und Dynamik durch Parallelkinematik
- Verschleißfreier NEXLINE® Piezoschreittrieb
- Belastbarkeit 200 N
- Inkrementeller Sensor mit 5 nm Auflösung, picometergenauer Dithering-Modus

Modell	Stellweg	Belastbarkeit	Abmessungen
N-510 NEXLINE® Hub- und Kippstisch	1,3 mm Hub 10 mrad Kippwinkel	200 N	Ø 300 mm (12") Apertur Ø 250 mm

## N-510K Hochsteifer NEXLINE® Z-Versteller

### Hochpräzise vertikale Positionierung, mit kapazitiven Sensoren



Höchste Genauigkeit für Inspektionsaufgaben in der Halbleiterindustrie bietet der N-510KHFS mit hybridem Piezoantrieb

- Selbsthemmend im Ruhezustand, keine Wärmeentwicklung
- Hybrider Antrieb: PiezoWalk® und PICMA®
- Stellbereich: 400 µm grob + 40 µm fein
- 2 nm Auflösung, geregelt
- Direktmetrologie:  
Ein einziger Regelkreis mit kapazitiven Sensoren
- Hohe Antriebs- und Haltekräfte bis 25 N
- Verschleißfreier Piezoschreittrieb und überragende Lebensdauer dank PICMA® Piezoaktoren

Modell	Stellweg	Geschwindigkeit	Bidirektionale Wiederholbarkeit	Belastbarkeit	Abmessungen
N-510KHFS Hybrid Fokus- siersystem	400 µm grob 40 µm fein	1 mm/s	50 nm (voller Stellweg)	25 N	Ø 300 mm 68,5 mm hoch

# E-755 Digitaler NEXLINE® Controller

## Ein-Achs-Controller für picometergenaue Aktoren/Positionierer



Der digitale E-755 NEXLINE® Controller mit N-214 Nanopositionierer, 20 mm Stellweg

- Maßgeschneiderte Regelalgorithmen für NEXLINE® Nanopositionier-Linearantriebe
- Hochwertige 32-Bit digitale Filter
- 24-Bit DAC Auflösung
- Frei programmierbare Tiefpass- und Notch-Filter
- Komfortable Bedienung: keine Referenzierung nötig
- Daisy-Chain Vernetzbarkeit für bis zu 16 Achsen
- GCS (PI General Command Set) kompatibel

Die patentierten NEXLINE® Linearantriebe für die Nanostelltechnik werden über den digitalen einachsigen E-755 Controller angesteuert. Angepasste Regelalgorithmen und Sensorsignalverarbeitung kombiniert mit der spezifischen Aktoransteuerung im E-755 erlauben die für NEXLINE® typischen Präzisionsbewegungen über mehrere (hundert) Millimeter mit Auflösungen im Picometer-Bereich.

### Anwendungsbeispiele

- Halbleiterfertigung
- Qualitätssicherung in der Halbleiterindustrie
- Astronomische Teleskope
- Verbundstrukturen
- Aktive Schwingungskompensation
- Justageaufgaben unter hohen Magnetfeldern (Elementarteilchenphysik, Kernfusion, Supraleitung)

Der E-755 unterstützt die beiden Bewegungsarten der NEXLINE® Schreit-antriebe: den hochdynamischen Piezomodus (Analogbetrieb) mit picometergenaue Auflösung und den Schrittbetrieb mit theoretisch unbegrenztem Stellweg.

### Hochaufgelöste Regelung

Zur Basisausstattung der E-755 Controller gehören neben einem leistungsstarken 32-bit DSP die für den Betrieb eines einzelnen NEXLINE® Antriebs notwendigen vier Ausgangskanäle mit  $\pm 250$  V und einer Auflösung von 24-bit. Erhältlich sind Versionen für den geregelten und ungeregelten Betrieb. Die Varianten mit Regelung unterstützen inkrementelle Wegmess-Sensoren mit einer Auflösung bis in den Picometer-Bereich. Beim Ausschalten wird die letzte Position gespeichert, damit das System nach dem nächsten Einschalten sofort wieder einsatzbereit ist.

### NEXLINE® Funktionsprinzip für Flexibilität in der Anwendung

NEXLINE® PiezoWalk® Antriebe werden überall dort eingesetzt, wo hohe Lasten über größere Strecken präzise justiert und gegebenenfalls über kleine Amplituden dynamisch nachgeregelt werden müssen, wie bei der aktiven Schwingungsdämpfung. Durch die Kombination von Scher- und Klemmpiezoelementen können Schrittwerte bzw. dynamischer Betriebsbereich (analoger Stellbereich), Klemmkraft, Geschwindigkeit und Steifigkeit auf die jeweiligen Erfordernisse optimiert werden.

Die piezokeramischen Klemm- und Scherelemente wirken auf einen bewegten Läufer, an den das zu bewegende Objekt angekoppelt wird. Während der Läufer im Schrittbetrieb über größere Strecken bewegt werden kann, ermöglicht der analoge Betrieb innerhalb eines Schrittes hochdynamisches Positionieren mit Auflösungen weit unter einem Nanometer. Damit setzen sich PiezoWalk® Antriebe über die

### Bestellinformation

#### E-755.1A1

Digitaler Controller für NEXLINE® Nanopositionier-Linearantriebe mit inkrementellem Encoder

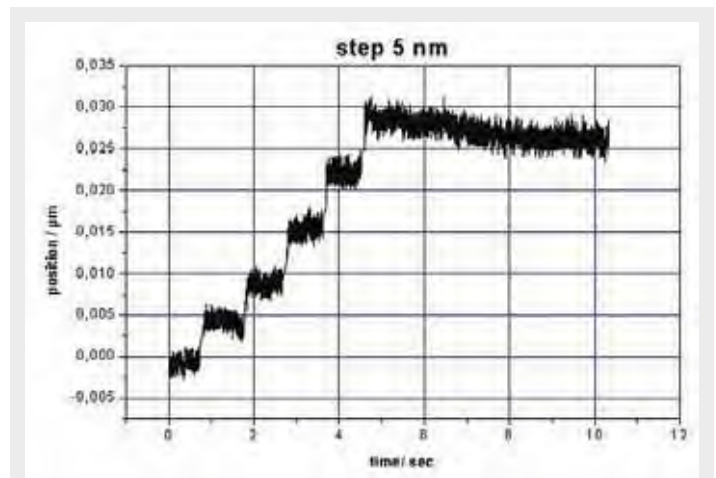
#### E-755.101

Digitaler Controller für NEXLINE® Nanopositionier-Linearantriebe

Einschränkungen konventioneller Nanostelltechnik-Systeme hinweg und kombinieren große Stellwege mit hoher Auflösung und Steifigkeit.

### Spannungsloser Modus für höchste Lebensdauer des Antriebs

Eine hohe Lebensdauer ist für viele Anwendungen von NEXLINE® Aktoren ein unbedingtes Muss – häufig werden sie an schwer zugänglichen Stellen in Geräten eingesetzt, bei denen es für beste Resultate auf Justage und Schwingungsdämpfung mit Nanometergenauigkeit ankommt. An jeder Position kann der E-755 den NEXLINE® Antrieb daher in einen Zustand versetzen, in dem keine Spannung an den einzelnen Piezoelementen an-



Eine Folge von 5nm Schritten eines NEXLINE® Systems bestehend aus dem N-214 Antrieb und dem E-755 Controller. Die Messungen wurden mit einem hochauflösenden Interferometer aufgenommen. Die Schrittweite ist begrenzt durch die Auflösung des Encoders, die in diesem Falle bei 5 nm liegt. Der E-755 kann mit Linearencodern arbeiten, die eine Auflösung unterhalb von einem Nanometer besitzen

liegt und trotzdem die volle Klemmkraft wirkt. Hierdurch werden Offsetspannungen vermieden, die bei konventionellen Piezoaktoren die Lebensdauer begrenzen können.

Das NEXLINE® Antriebsprinzip ist patentiert unter:

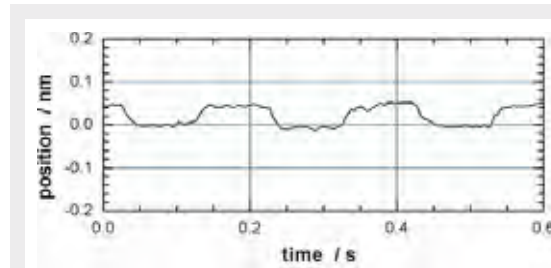
Deutsches Patent Nr. 10148267  
US-Patent Nr. 6,800,984



6-achsige Parallelkinematik (Hexapod) mit N-215 NEXLINE® Hochlast-Aktoren für den Einsatz unter starken Magnetfeldern. Das System wird von sechs einzelnen E-755 über eine externe Software und Hardware zur Koordinatentransformation gesteuert

### Linearisierung

Die E-755 Ausführungen mit Positionsregelung ermöglichen über Polynom-Linearisierungsverfahren eine hervorragende Linearität der Bewegung. Die Linearität erreicht so Werte bis zu 0,001% über den gesamten Stellweg des NEXLINE® Nanopositioniersystems.



50-Picometer-Schritte mit einem unregelmäßigen NEXLINE® Antrieb. Die Messung erfolgte mit einem hochauflösenden externen kapazitiven Wegmess-Sensor

### Technische Daten

Modell	E-755.1A1	E-755.101
Funktion	Digitaler Controller für NEXLINE® Nanopositionier-Linearantriebe mit inkrementellem Encoder	Digitaler Controller für NEXLINE® Nanopositionier-Linearantriebe
Achsen	1	1
Prozessor	DSP 32-bit, Fließkomma, 50 MHz	DSP 32-bit, Fließkomma, 50 MHz
<b>Sensor</b>		
Sensorkanäle	1	–
Samplezeit Regelung	0,2 ms	–
Samplezeit Sensor	0,1 ms	–
Dynamische Zykluszeit	0,2 ms	0,1 ms
Reglertyp	P-I, Notchfilter	–
Sensortyp	Inkrementeller Sensor (analoge Signale)	–
<b>Verstärker</b>		
Verstärkerkanäle	4	4
Ausgangsspannung	-250 bis 250 V	-250 bis 250 V
Spitzenleistung / Kanal	5,5 W	5,5 W
Dauerausgangsleistung / Kanal	3 W, temperaturgeregelt	3 W, temperaturgeregelt
Spitzenstrom / Kanal	44 mA	44 mA
Dauerausgangsstrom /Kanal	25 mA, temperaturgeregelt	25 mA, temperaturgeregelt
Strombegrenzung	kurzschlussfest	kurzschlussfest
Auflösung DAC	24 Bit	24 Bit
<b>Schnittstellen und Bedienung</b>		
Schnittstelle / Kommunikation	RS-232	RS-232
Piezoanschlussbuchse	D-Sub Spezial	D-Sub Spezial
Sensoranschluss	D-Sub Stecker 15-pol.	–
Controller Netzwerk	Daisy-Chain, max. 16 Geräte	Daisy-Chain, max. 16 Geräte
Befehlssatz	GCS	GCS
Bedienersoftware	PIMikroMove®, NanoCapture™, PITerminal	PIMikroMove®, NanoCapture™, PITerminal
Softwaretreiber	LabVIEW Treiber, DLLs	LabVIEW Treiber, DLLs
Unterstützte Funktionen	NEXLINE® Regelalgorithmen, Datenrecorder, Positionsdatenspeicher	NEXLINE® Steuerlgorithmen, Datenrecorder
Display und Anzeigen	Status LEDs	Status LEDs
Linearisierung	Polynome vierter Ordnung	Polynome vierter Ordnung
<b>Umgebung</b>		
Betriebstemperaturbereich	5 bis 50 °C	5 bis 50 °C
Überhitzungsschutz	automatische Abschaltung bei 70 °C	automatische Abschaltung bei 70 °C
Abmessungen	264 x 260 x 47 mm	264 x 260 x 47 mm
Masse	2,3 kg	2,3 kg
Betriebsspannung	24 V (Netzteil inkl.)	24 V (Netzteil inkl.)
Leistungsaufnahme	48 W, 2 A max.	48 W, 2 A max.

Index

## E-861 PiezoWalk® NEXACT® Controller/Treiber Vernetzbarer Controller für NEXACT® Linearantriebe und Positionierer



PiezoWalk® System: E-861.1A1 NEXACT® Controller mit ungeregeltem N-310.01 NEXACT® Linearantrieb z. B. zum Einbau in einen Verstärker mit Linearencoder

- Für NEXACT® Antriebe und Positioniersysteme
- Komplettes System mit Controller, integrierten Leistungsendstufen und Software
- Ungeregelter Betrieb oder Positionsregelung mit Linearencoder
- Flexibel und preisgünstig
- Daisy-Chain Vernetzbarkeit für Mehrachsenbetrieb
- Nichtflüchtiger Makrospeicher ermöglicht Stand-Alone-Betrieb mit Autostart-Makro
- I/O für Automatisierung, Joystick für manuelle Bedienung
- Parameteränderung im Betrieb

Mit dem neuen kompakten Controller E-861 können NEXACT® Linearantriebe und darauf basierende, geregelte Positioniersysteme einfach und präzise betrieben werden. Ideal auf die Anforderungen der Mechanik abgestimmt, unterstützt der E-861 die beiden Bewegungsarten des PiezoWalk® Schreitantriebs: Längere Strecken legt der Antrieb im „Schrittmodus“ zurück, während innerhalb eines Schrittes der „analoge Modus“ zum Einsatz kommt, welcher hochdynamisches Positionieren mit Auflösungen von weit unter einem Nanometer erlaubt. Das Design des NEXACT® Antriebs ermöglicht niedrige Betriebsspannungen von maximal 45 V.

### Flexible Automatisierung

E-861 Controller unterstützen Aufgaben bei Automatisierung und Handling durch eine Reihe von Merkmalen. So können beispielsweise Makros im nichtflüchtigen Speicher abgelegt werden.

Ein programmierbares „Autostart“ Makro ermöglicht den Stand-Alone-Betrieb ohne externe Kommunikation. Beim Einschalten erfolgt die automatische Ausführung interner Befehlsabläufe.

Zur leichten Synchronisation von Bewegungsabläufen mit internen oder externen Ereignissen dienen jeweils vier Ein- und Ausgangsleitungen.

### Bestellinformation

**E-861.1A1**  
NEXACT® Controller, 1 Kanal,  
Linearencoder

### Mehrachsenbetrieb

Bis zu 16 E-861 Controller können vernetzt und über dieselbe PC-Schnittstelle betrieben werden.

Solche Daisy-Chain Netzwerke sind flexibel, zu jedem Zeitpunkt erweiterbar und kompatibel mit anderen PI Controllern (z. B. für Servo- oder Schrittmotoren).

### Einfache Systemanbindung, umfangreiche Software

Alle Parameter können per Software eingestellt und überprüft werden. Die einfache Inbetriebnahme und Systemkonfiguration erfolgt über das im Lieferumfang enthaltene Dienstprogramm PIMikroMove®, die Anbindung an die kundenseitige Software ist über LabView Treiber und DLLs möglich. Die Programmierung der Systeme ist dank des PI General Command Set (GCS) für alle PI Steuerungen identisch – die kombinierte Ansteuerung unterschiedlicher Controller ist daher problemlos möglich.



**Kompletter PI Katalog:**  
<http://www.pi.ws/de>

## Technische Daten

<b>Modell</b>	<b>E-861.1A1</b>
Funktion	Controller für NEXACT® Antriebe / Systeme
Antriebsart	NEXACT® Antrieb
Kanäle	1
<b>Bewegung und Regler</b>	
Reglertyp	P-I-D-Regler, Parameteränderung im Betrieb
Trajektorienprofile	Trapez
Encodereingang	Analoge Encodereingänge Sinus-Cosinus, 1000-fache Interpolation; Interpolationselektronik voreingestellt für differentielle Übertragung, 2 V <sub>pp</sub> Amplitude und 2,27 V Offset des Encodersignals
Blockiererkennung	Automatischer Motorstopp bei Überschreitung eines programmierbaren Positionsfehlers
Eingang Endschalter	2 x TTL (Pull-Up/Pull-Down, programmierbar)
Eingang Referenzschalter	1 x TTL
<b>Elektrische Eigenschaften</b>	
Ausgangsleistung	max. 40 Watt
Ausgangsspannung	-10 bis +45 V
Stromaufnahme	max. 2 A
<b>Schnittstellen und Bedienung</b>	
Schnittstelle / Kommunikation	USB 1.0, RS-232 (9-pol. (m) D-Sub)
Motoranschluss	D-Sub Stecker 15-pol (f) High Density
Sensoranschluss	D-Sub Stecker 15-pol (m) High Density
Controllernetzwerk	Bis zu 16 Einheiten an einer Schnittstelle
I/O Leitungen	4 analoge/digitale Eingänge, 4 digitale Ausgänge (TTL)
Befehlssatz	PI General Command Set (GCS)
Bedienersoftware	PI MikroMove®, PI Terminal
Softwaretreiber	GCS-DLL, LabVIEW Treiber
Besondere Funktionen	Start-Up Makro, Datenrecorder zur Aufnahme von Betriebsgrößen wie Motorspannung, Geschwindigkeit, Position oder Positionsfehler; interne Sicherheitsschaltung: Watchdog Timer
Manuelle Bedienhilfen (optional)	Pushbutton Box, Joystick (für 2 Achsen), Y-Kabel für 2-D-Bewegungen
<b>Umgebung</b>	
Betriebsspannung	24 V im Lieferumfang: Externes Netzteil mit 24 V, 2,5 A
Betriebstemperaturbereich	0 bis +50 °C
Masse	1,1 kg
Abmessungen	206 x 130 x 66 mm (inklusive der Montageschienen)

Index

## PI - Geschichte der Innovation

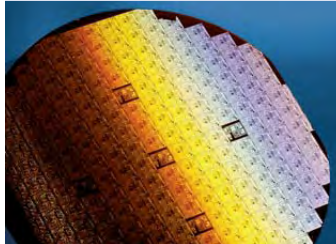
### Highlights aus vier Jahrzehnten innovativer Produktentwicklung

#### 70er



- Erste kommerziell erhältliche Piezo-Translatoren
- Erste Piezo-Translatoren mit integrierter Vorspannung für industrielle Anwendungen

#### 80er



- Erste kommerziell erhältliche geregelte Piezo-aktoren
- Erste Nanopositioniersysteme mit Festkörperföhrung und Piezoantrieb
- Erste Faserpositioniersysteme mit Hybrid-Antrieb
- Erste vorgespannte Aktoren mit monolithischen Niedervolt-Piezos
- Computergesteuerte Nanopositioniersysteme
- Erste geregelte Bildstabilisierungsplattformen

#### 90er



- Erstes hochdynamisches, reibungsfrei geföhrtes Nanofokussiersystem
- Erste Zweiplatten-Kapazitivsensoren und Controller mit integrierter Linearisierung für Sub-nm genaue Messungen
- Erstes Piezo-Nanopositioniersystem mit Parallelsensorik und Parallelkinematik
- Erstes piezoelektrisch getriebenes aktives Werkzeug (Tool Servo)
- PI wird der erste Hersteller von Nanopositioniersystemen mit eigener Piezokeramikfertigung
- Erstes Hexapod 6D-Stellsystem mit Sub-Mikrometer-Auflösung
- Erstes vollautomatisiertes Faserjustagesystem mit hochauflösendem Piezo-Walk® Linearmotor
- Erster Piezo-Nanopositioniertisch mit aktiver 6D-Föhrung
- Erstes vollautomatisiertes 6D-Faserjustagesystem mit virtuellem Pivot Punkt
- Erster Piezocontroller mit InputShaping® Vibrationsunterdrückung
- Erster digitaler Piezocontroller mit faseroptischer Schnittstelle

#### 2000 –



- Patentierte PI Line® Kompakt-Ultraschallpiezomotoren
- NEXLINE® Hochlast-Piezolinearantriebe
- Erster digitaler 6-Achsenpiezocontroller
- Erster Piezocontroller mit dynamischer digitaler Linearisierung (verbessert die Linearität um bis zu 3 Größenordnungen)
- Erster hochdynamischer Zweiachsspiegelscanner mit geregelter Piezoantrieb und 100 mrad optischem Ablenkwinkel
- Erste Vielschicht-Piezoktoren mit vollkeramischer Isolation für längere Lebensdauer und ausgasfreien Vakuumbetrieb (PICMA®)
- Schnellste geregelte XY-Nanopositioniertische mit freiem Durchgang für die Raster-Mikroskopie
- Nano-Scantische mit <1 nm Führungsgenauigkeit in mehreren Achsen

In den letzten vier Jahrzehnten hat sich PI zum führenden Hersteller von Nanopositioniertechnik entwickelt:

In den 70ern, als die Erkundung des Weltraums die Optikforschung anspornte, führte PI Piezoaktoren ein, die es den Wissenschaftlern ermöglichten, Bewegungen mit bisher unerreichter Präzision zu steuern.

Als in den 80ern die Entwicklung der Mikrocomputer den ersten Halbleiterboom und die kontinuierliche Miniaturisierung elektronischer Strukturen hervorrief, brachte PI Nanopositioniersysteme auf den Markt, die diesen Anforderungen gerecht wurden.

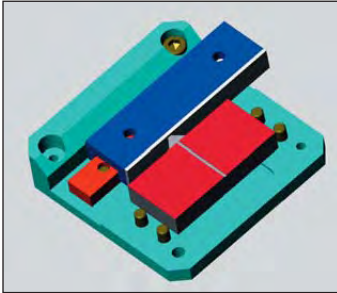
Der Fall der Berliner Mauer in den 90ern markierte das Ende des kalten Krieges und den

Anfang eines neuen Zeitalters der grenzenlosen Kommunikation. Für PI bedeutete er außerdem den Aufbruch in eine neue Zukunft – die Gründung der Piezokeramik-Tochter PI Ceramic in Thüringen.

Das neue Jahrtausend brachte globale Fortschritte in der Photonik-Technologie, Nanotechnologie und Biotechnologie, Felder, wo „kleiner“ und „genauer“ Schlüsselwörter für den Erfolg sind.

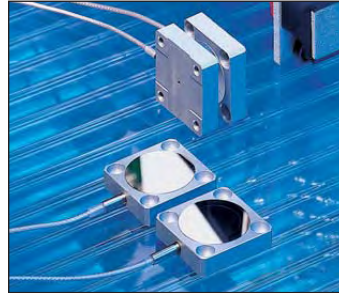
PI bietet auch für diese Bereiche die passenden Lösungen mit immer präziseren und schnelleren Systemen zur Positionierung, Stabilisierung und Automatisierung mit Nanometergenauigkeit.

# Wegweisende Technologien von PI



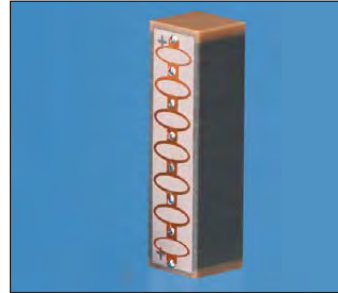
## PILine® Piezomotoren

Basieren auf einem neuen Ultraschallkeramikantrieb. Sie sind leicht, kompakt, selbsthemmend, vakuumkompatibel und bieten eine Reihe weiterer Vorteile gegenüber klassischen Linearmotoren.



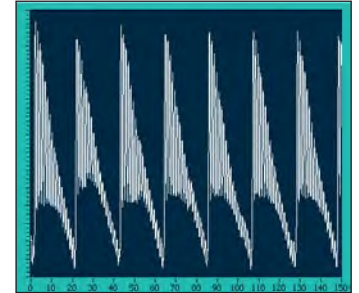
## Kapazitive Sensoren

Messen kontaktlos und absolut, mit Sub-Nanometer-Auflösung, hoher Linearität und Bandbreite. Ideal geeignet für Parallelmetrologie-Konfigurationen.



## PICMA® Aktoren

Sind monolithische Multilayerpiezoaktoren mit vollkeramischer Isolation. Unempfindlich gegen Luftfeuchtigkeit, höhere Lebensdauer und breiterer Arbeitstemperaturbereich als bei konventionellen Multilayerpiezoaktoren. Ideal für den Vakuum Einsatz.



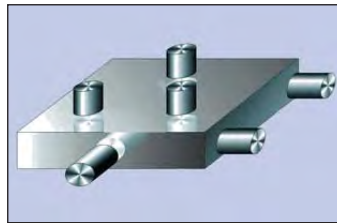
## InputShaping®

Verhindert eigenangeregte Vibrationen auch außerhalb des Regelkreises. Erlaubt schnellstmögliches Einschwingen innerhalb einer Periode der Resonanzfrequenz.



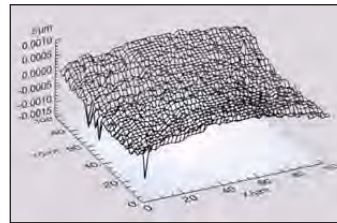
## Parallelkinematik / Hexapoden

Ermöglicht die Konstruktion von kompakteren, steiferen Mikro- und Nanopositioniersystemen mit reduzierter bewegter Masse für schnelleres Ansprechverhalten. Keine Akkumulation von Führungsfehlern, keine geschleppten Kabel.



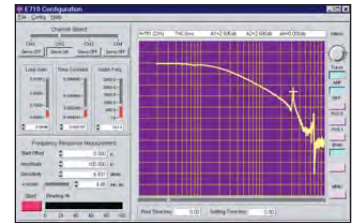
## Parallelmetrologie

Überwacht alle kontrollierten Freiheitsgrade gleichzeitig und ermöglicht höhere Mehrachsengenauigkeit. Parallelmetrologie ist eine Voraussetzung für aktive Führungen.



## Aktive Führung

Kompensiert Achsübersprechen und Führungsfehler mit Genauigkeiten bis in den Sub-Nanometer- und Sub-Mikroradian-Bereich.



## Dynamische Digitale Linearisierung

Reduziert Phasenverschiebungen und Trackingfehler in schnellen Scan- und Positionieranwendungen mit Piezo-Nanostellsystemen. Verbessert die dynamische Linearität um bis zu 3 Größenordnungen.



## NEXLINE® / NEXACT® Antriebe

Das neuartige, patentierte PiezoWalk® Linearantriebsprinzip vereinigt große Stellwege über mehrere zehn Millimeter, hohe mechanische Steifigkeit und Haltekraft und extrem hohe Auflösung <0,1 Nanometer.



**Kompletter PI Katalog:**  
<http://www.pi.de>

## Produktanwendungsbeispiele



**S. A-14 / A-15\***  
Photonik,  
Telekom,  
Integrierte Optik



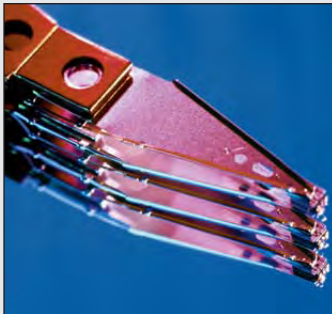
**S. A-21\***  
Raumfahrt,  
Bildverarbeitung



**S. A-16\***  
Mikroskopie



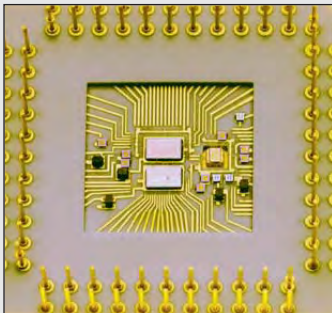
**S. A-22\***  
Mikrobearbeitung,  
-fertigung,  
Qualitätstest,  
Automatisierung



**S. A-17\***  
Daten-  
Massenspeicher-  
technik



**S. A-23\***  
Astronomie,  
Adaptive Optik



**S. A-18 / A-19\***  
Halbleitertechnik



**S. A-24\***  
Metrologie /  
Laser-Systeme /  
Optische Inspektion



**S. A-20\***  
Medizintechnik,  
Biologie,  
Life Science



**S. A-25\***  
Präzisions-  
bearbeitung  
(Metall, Optik,  
Laserschneiden,  
Diamantdrehen)

# PI Produkt-Übersicht



**S. 1-1\***  
Piezoaktoren



**S. 7-1\***  
Mikro-  
positionierung:  
Aktoren, Stelltische



**S. 2-1\***  
Piezo-  
Nanopositionier-  
systeme  
und Scanner



**S. 7-18 ff.\***  
Hexapoden:  
6-Achsen-  
Parallelkinematiken



**S. 3-1\***  
Aktive Optik /  
Piezokippspiegel



**S. 8-1\***  
Systeme für Faser-  
positionierung,  
Photonik und  
Telekommunika-  
tionstechnik



**S. 5-1\***  
Kapazitive  
Positions-  
messtechnik



**S. 9-1\***  
Motorsteuerungen



**S. 6-1\***  
Piezoelektronik:  
Verstärker und  
Controller



**S. 10-1\***  
Piezomotoren /  
Mikrostellsysteme  
mit Piezomotor-  
antrieb



Weitere Informationen zu Piezo-Ceramic Materialien und Komponenten finden Sie im Physik Instrumente Ceramic (PI) Katalog und auf der Website ([www.piceramic.de](http://www.piceramic.de)).



**Kompletter PI Katalog:**  
<http://www.pi.de>

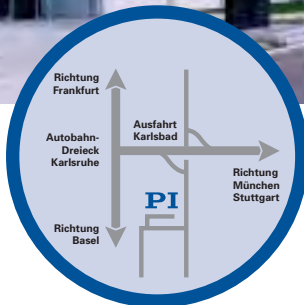
# Alle Wege führen zu PI

## PI Karlsruhe



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

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

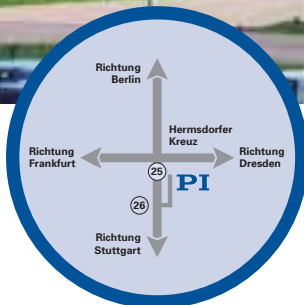


## PI Ceramic Lederhose



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  
http://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  
http://www.pi-japan.jp

### CHINA

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

Building No. 7-301  
Longdong Avenue 3000  
201203 Shanghai, China  
Tel: +86 (21) 687 900 08  
Fax: +86 (21) 687 900 98  
info@pi-china.cn  
http://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  
http://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  
http://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  
http://www.pionline.it