

## PZ138D P-0xx Piezoaktor Benutzerhandbuch

Version: 1.2.0

Datum: 10.12.2014



**Dieses Dokument beschreibt die folgenden Produkte:**

- **P-007 - P-056**  
PICA Stack Piezoaktoren  
Stellwege bis 300  $\mu\text{m}$
- **P-010.xxP - P-056.xxP**  
PICA Power Piezoaktoren  
Stellwege bis 180  $\mu\text{m}$
- **P-010.xxH - P-025.xxH**  
PICA Thru Ringaktoren  
Stellwege bis 80  $\mu\text{m}$

(x steht für die verschiedenen Modelle.)

**Dieses Dokument gilt auch für Sonderprodukte der folgenden Produktlinien:**

- PICA Stack
- PICA Power
- PICA Thru

(Produktlinie siehe Lieferschein)



Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG ist Inhaberin der nachfolgend aufgeführten Marken:

PI®, PIC®, PICMA®, PILine®, PIFOC®, PiezoWalk®, NEXACT®, NEXLINE®, NanoCube®, NanoAutomation®, Picoactuator®, PInano®

© 2014 PI Ceramic GmbH, Lederhose, Deutschland. Die Texte, Bilder und Zeichnungen dieses Handbuchs sind urheberrechtlich geschützt. PI Ceramic GmbH behält insoweit sämtliche Rechte vor. Die Verwendung dieser Texte, Bilder und Zeichnungen ist nur auszugsweise und nur unter Angabe der Quelle erlaubt.

Originalbetriebsanleitung

Erstdruck: 10.12.2014

Dokumentnummer: PZ138D, CBo, Version 1.2.0

Änderungen vorbehalten. Dieses Handbuch verliert seine Gültigkeit mit Erscheinen einer neuen Revision. Die jeweils aktuelle Revision ist auf unserer Website zum Herunterladen (S. 4) verfügbar.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Über dieses Dokument</b>	<b>1</b>
1.1	Ziel und Zielgruppe dieses Benutzerhandbuchs .....	1
1.2	Gültigkeit für Sonderprodukte.....	1
1.3	Symbole und Kennzeichnungen.....	2
1.4	Abbildungen.....	3
1.5	Mitgeltende Dokumente.....	3
1.6	Handbücher herunterladen.....	4
<b>2</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>7</b>
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	7
2.2	Allgemeine Sicherheitshinweise .....	8
2.3	Organisatorische Maßnahmen .....	9
<b>3</b>	<b>Produktbeschreibung</b>	<b>11</b>
3.1	Modellübersicht .....	11
3.2	Produktansicht .....	15
3.3	Produktbeschriftung.....	16
3.4	Lieferumfang.....	17
3.5	Geeignete Elektronik .....	17
3.6	Optionales Zubehör .....	18
3.7	Technische Ausstattung .....	19
<b>4</b>	<b>Auspacken</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Installation</b>	<b>23</b>
5.1	Allgemeine Hinweise zur Installation .....	23
5.2	P-0xx befestigen .....	28
5.3	Vorspannung aufbringen .....	29
5.4	Last einleiten.....	30
5.5	P-0xx an Elektronik anschließen .....	31
5.6	Temperatursensor an Elektronik anschließen .....	35
<b>6</b>	<b>Inbetriebnahme und Betrieb</b>	<b>37</b>
6.1	Allgemeine Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb.....	37
6.2	Betriebsparameter ermitteln .....	42
6.2.1	Übersicht begrenzender Faktoren .....	43
6.2.2	Effektive Masse berechnen .....	44

6.2.3	Maximale Betriebsfrequenz des belasteten Piezoaktors berechnen.....	44
6.2.4	Im dynamischen Betrieb auftretende Kräfte berechnen .....	45
6.2.5	Strombedarf für Sinusbetrieb berechnen .....	46
6.3	P-0xx betreiben .....	47
6.4	P-0xx entladen.....	47
6.5	P-0xx kurzschließen .....	49
<b>7</b>	<b>Wartung</b>	<b>51</b>
7.1	Allgemeine Hinweise zur Wartung.....	51
7.2	P-0xx reinigen.....	51
<b>8</b>	<b>Störungsbehebung</b>	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>Kundendienst</b>	<b>55</b>
<b>10</b>	<b>Technische Daten</b>	<b>57</b>
10.1	Spezifikationen .....	57
10.1.1	Datentabelle.....	57
10.1.2	Bemessungsdaten .....	60
10.1.3	Druck-/Zugbelastbarkeit und Vorspannung.....	63
10.1.4	Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen .....	64
10.2	Abmessungen.....	65
<b>11</b>	<b>Altgerät entsorgen</b>	<b>67</b>
<b>12</b>	<b>EG-Konformitätserklärung</b>	<b>69</b>

# 1 Über dieses Dokument

## In diesem Kapitel

Ziel und Zielgruppe dieses Benutzerhandbuchs .....	1
Symbole und Kennzeichnungen.....	1
Abbildungen.....	3
Mitgeltende Dokumente.....	3
Handbücher herunterladen.....	4

## 1.1 Ziel und Zielgruppe dieses Benutzerhandbuchs

Dieses Benutzerhandbuch enthält die erforderlichen Informationen für die bestimmungsgemäße Verwendung des P-0xx (x steht für die verschiedenen Modelle, S. 11).

Grundsätzliches Wissen über Antriebstechnologien und geeignete Sicherheitsmaßnahmen wird vorausgesetzt.

Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 4) bereit.

## 1.2 Gültigkeit für Sonderprodukte

Dieses Benutzerhandbuch gilt auch für Sonderprodukte der Produktlinien PICA Stack, PICA Power und PICA Thru, sofern in deren Begleitdokumentation nichts anderes angegeben ist.

Die Produktlinie ist auf dem Lieferschein des Sonderprodukts angegeben.

Die Eigenschaften von Sonderprodukten können von den Angaben in diesem Handbuch abweichen.

## 1.3 Symbole und Kennzeichnungen

In diesem Benutzerhandbuch werden folgende Symbole und Kennzeichnungen verwendet:

### GEFAHR



#### Unmittelbar drohende Gefahr

Bei Nichtbeachtung drohen Tod oder schwerste Verletzungen.

- Maßnahmen, um die Gefahr zu vermeiden.

### VORSICHT



#### Gefährliche Situation

Bei Nichtbeachtung drohen leichte Verletzungen.

- Maßnahmen, um die Gefahr zu vermeiden.

### HINWEIS



#### Gefährliche Situation

Bei Nichtbeachtung drohen Sachschäden.

- Maßnahmen, um die Gefahr zu vermeiden.

### INFORMATION

Informationen zur leichteren Handhabung, Tricks, Tipps, etc.

Symbol/ Kennzeichnung	Bedeutung
1.	Handlung mit mehreren Schritten, deren Reihenfolge eingehalten werden muss
2.	
➤	Handlung mit einem Schritt oder mehreren Schritten, deren Reihenfolge nicht relevant ist
▪	Aufzählung
S. 5	Querverweis auf Seite 5
RS-232	Bedienelement-Beschriftung auf dem Produkt (Beispiel: Buchse der RS-232 Schnittstelle)

## 1.4 Abbildungen

Zugunsten eines besseren Verständnisses können Farbgebung, Größenverhältnisse und Detaillierungsgrad in Illustrationen von den tatsächlichen Gegebenheiten abweichen. Auch fotografische Abbildungen können abweichen und stellen keine zugesicherten Eigenschaften dar.

## 1.5 Mitgeltende Dokumente

Alle in dieser Dokumentation erwähnten Geräte und Programme von PI sind in separaten Handbüchern beschrieben.

Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 4) bereit.

Produkt	Dokument
E-421.00 Hochleistungs-Piezoverstärkermodul	PZ178D Benutzerhandbuch
E-470.20 Hochleistungs-Piezoverstärker	PZ178D Benutzerhandbuch
E-471.20 Hochleistungs-Piezoverstärker	PZ178D Benutzerhandbuch
E-472.20 Hochleistungs-Piezoverstärker, 2 Kanäle	PZ178D Benutzerhandbuch
E-462.00 HVPZT-Piezoverstärker	PZ210E User Manual
E-462.OE1 HVPZT-Piezoverstärker-Modul, 10 bis 1000 V, OEM-Version	PZ210E User Manual
E-464.00 HVPZT-Piezoverstärker, 3 Kanäle	PZ176D Benutzerhandbuch
E-481.00 Hochleistungs-Piezoverstärker / Controller	PZ170E User Manual
E-482.00 PICA Hochleistungs-Piezoverstärker / Controller	PZ236E User Manual
E-500 Modularer Piezocontroller	PZ62E User Manual

## 1.6 Handbücher herunterladen

### **INFORMATION**

Wenn ein Handbuch fehlt oder Probleme beim Herunterladen auftreten:

- Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 55).

### **INFORMATION**

Für einige Produkte (z. B. Hexapodsysteme und Elektroniken, die mit einer CD ausgeliefert werden) ist der Zugang zu den Handbüchern durch ein Kennwort geschützt. Das Kennwort ist auf der CD enthalten. Verfügbarkeit der Handbücher:

- Kennwortgeschützte Handbücher: FTP-Downloadverzeichnis
  - Frei zugängliche Handbücher: PI Website
- Folgen Sie zum Herunterladen der entsprechenden Anleitung.

### **Frei zugängliche Handbücher herunterladen**

1. Öffnen Sie die Website <http://www.pi-portal.ws>.
2. Klicken Sie auf **Downloads**.
3. Klicken Sie auf die entsprechende Produktkategorie.
4. Gehen Sie zum entsprechenden Produktcode.

Die vorhandenen Handbücher werden angezeigt.

5. Klicken Sie auf das gewünschte Handbuch und speichern Sie es auf der Festplatte Ihres PC oder auf einem Datenträger.

### **Kennwortgeschützte Handbücher herunterladen**

1. Legen Sie die CD des Produkts in das PC-Laufwerk ein.
2. Wechseln Sie auf der CD in das Verzeichnis Manuals.
3. Öffnen Sie im Verzeichnis Manuals die Release News (Datei mit dem Namensbestandteil **Releasenews**).
4. Entnehmen Sie dem Abschnitt "User login for software download" in den Release News den Benutzernamen (user name) und das Kennwort (password).
5. Öffnen Sie das FTP-Download-Verzeichnis (<ftp://pi-ftp.ws>).
  - Windows-Betriebssysteme: Öffnen Sie das FTP-Download-Verzeichnis im Windows Explorer.

6. Melden Sie sich mit dem Benutzernamen und dem Kennwort aus den Release News an.
7. Wechseln Sie im Verzeichnis des entsprechenden Produkts in das Unterverzeichnis Manuals.
8. Kopieren Sie das gewünschte Handbuch auf die Festplatte Ihres PC oder auf einen Datenträger.



## 2 Sicherheit

### In diesem Kapitel

Bestimmungsgemäße Verwendung .....	7
Allgemeine Sicherheitshinweise .....	8
Organisatorische Maßnahmen .....	9

### 2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der P-0xx ist für die Verwendung in einer Umgebung vorgesehen, die frei von Schmutz, Öl und Schmiermitteln ist.

Entsprechend seiner Bauart ist der P-0xx für die Integration in ein mechanisches System und für folgende Anwendungen vorgesehen:

- Positionierung von Lasten
- Dynamische Positionierung
- Schwingungsdämpfung
- Krafterzeugung

Der Betreiber ist für die normgerechte Einbindung des P-0xx in das Gesamtsystem verantwortlich.

Die Bewegung des P-0xx erfolgt in einer Achse. Bei der Montage ohne Vorspannung ist auf die Einhaltung der maximalen Zugbelastungsgrenzen (S. 63) zu achten.

Zur Ansteuerung des P-0xx ist eine Elektronik erforderlich, die die benötigten Betriebsspannungen bereitstellt. Die Elektronik ist nicht im Lieferumfang des P-0xx enthalten. Wir empfehlen die Verwendung einer geeigneten Elektronik (S. 17) von PI.

## 2.2 Allgemeine Sicherheitshinweise

Der P-0xx ist nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Bei unsachgemäßer Verwendung des P-0xx können Benutzer gefährdet werden und/oder Schäden am P-0xx entstehen.

- Benutzen Sie den P-0xx nur bestimmungsgemäß und in technisch einwandfreiem Zustand.
- Lesen Sie das Benutzerhandbuch.
- Beseitigen Sie Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen können, umgehend.

Der Betreiber ist für den korrekten Einbau und Betrieb des P-0xx verantwortlich.

Im Piezoaktor P-0xx können Ladungen durch Temperaturschwankungen und Druckbelastungen entstehen. Nach dem Trennen von der Elektronik kann der Piezoaktor für einige Stunden aufgeladen bleiben. Das Berühren spannungsführender Teile des P-0xx kann zum Tod durch Stromschlag oder zu schweren Verletzungen führen.

- Berühren Sie den P-0xx nur, wenn er entladen (S. 47) ist.
- Tragen Sie beim Umgang mit dem Piezoaktor puderfreie Nitril- oder Latexhandschuhe sowie eine geeignete Schutzbrille.
- Halten Sie den Piezoaktor kurzgeschlossen (S. 49), wenn er nicht an der Elektronik angeschlossen ist.
- Zerlegen Sie den Piezoaktor **nicht**.

Das System, in das der P-0xx eingebaut ist (z. B. Gehäuse oder umgebende Mechanik), muss an einen Schutzleiter angeschlossen werden. Bei fehlendem oder nicht ordnungsgemäß angeschlossenem Schutzleiter können im Falle eines Fehlers oder Defekts gefährliche Berührungsspannungen am Gesamtsystem entstehen. Wenn Berührungsspannungen vorhanden sind, kann das Berühren des Gesamtsystems zum Tod durch Stromschlag oder zu schweren Verletzungen führen.

- Schließen Sie das Gesamtsystem vor Inbetriebnahme normgerecht an einen Schutzleiter an.
- Entfernen Sie den Schutzleiter **nicht** während des Betriebs.
- Wenn der Schutzleiter vorübergehend entfernt werden muss (z. B. bei Umbauten), schließen Sie das Gesamtsystem vor erneuter Inbetriebnahme wieder an den Schutzleiter an.

Während des Betriebs steht der P-0xx unter Spannungen bis 1000 V. Der Schrumpfschlauch des Piezoaktors und die darunterliegende Polymerschicht sind **kein** Berührschutz gegen Stromschlag. Das Berühren spannungsführender Teile des P-0xx kann zum Tod durch Stromschlag oder zu schweren Verletzungen führen.

- Berühren Sie den Piezoaktor **nicht** während des Betriebs.
- Isolieren Sie den Piezoaktor vor Inbetriebnahme elektrisch gegen die umgebende Mechanik zum Schutz gegen direktes oder indirektes Berühren spannungsführender Teile. Beachten Sie dabei die im Hinblick auf die Betriebsspannung erforderlichen Luft- und Kriechstrecken sowie die für Ihre Anwendung jeweils geltenden Normen.

Mechanische Kräfte können den P-0xx beschädigen oder dejustieren.

- Vermeiden Sie Stöße, die auf den P-0xx einwirken.
- Lassen Sie den P-0xx **nicht** fallen.
- Vermeiden Sie Drehmomente, Biegekräfte und Querkräfte am P-0xx.
- Verwenden Sie bei der Installation keine metallischen Werkzeuge.
- Überschreiten Sie **nicht** die maximal zulässigen Belastungen gemäß den Spezifikationen (S. 57).

## 2.3 Organisatorische Maßnahmen

### Benutzerhandbuch

- Halten Sie dieses Benutzerhandbuch ständig am P-0xx verfügbar. Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 4) bereit.
- Fügen Sie alle vom Hersteller bereitgestellten Informationen, z. B. Ergänzungen und Technical Notes, zum Benutzerhandbuch hinzu.
- Wenn Sie den P-0xx an Andere weitergeben, fügen Sie dieses Handbuch und alle sonstigen vom Hersteller bereitgestellten Informationen bei.
- Führen Sie Arbeiten grundsätzlich anhand des vollständigen Benutzerhandbuchs durch. Fehlende Informationen aufgrund eines unvollständigen Benutzerhandbuchs können zu schweren oder tödlichen Verletzungen sowie zu Sachschäden führen.
- Installieren und bedienen Sie den P-0xx nur, nachdem Sie dieses Benutzerhandbuch gelesen und verstanden haben.

### **Personalqualifikation**

Nur autorisiertes und entsprechend qualifiziertes Personal darf den P-0xx installieren, in Betrieb nehmen, bedienen, warten und reinigen.

### 3 Produktbeschreibung

#### In diesem Kapitel

Modellübersicht ..... 11  
 Produktansicht ..... 15  
 Produktbeschriftung ..... 16  
 Lieferumfang ..... 17  
 Geeignete Elektronik ..... 17  
 Optionales Zubehör ..... 18  
 Technische Ausstattung ..... 19

#### 3.1 Modellübersicht

##### PICA Stack Piezoaktoren

Modell	Beschreibung
P-007.00	PICA Stack Piezoaktor, 5 µm Stellweg, OD 7 mm x L 8 mm
P-007.10	PICA Stack Piezoaktor, 15 µm Stellweg, OD 7 mm x L 17 mm
P-007.20	PICA Stack Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 7 mm x L 29 mm
P-007.40	PICA Stack Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 7 mm x L 54 mm
P-010.00	PICA Stack Piezoaktor, 5 µm Stellweg, OD 10 mm x L 8 mm
P-010.10	PICA Stack Piezoaktor, 15 µm Stellweg, OD 10 mm x L 17 mm
P-010.20	PICA Stack Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 10 mm x L 30 mm
P-010.40	PICA Stack Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 10 mm x L 56 mm
P-010.80	PICA Stack Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 10 mm x L 107 mm
P-016.10	PICA Stack Piezoaktor, 15 µm Stellweg, OD 16 mm x L 17 mm
P-016.20	PICA Stack Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 16 mm x L 29 mm
P-016.40	PICA Stack Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 16 mm x L 54 mm
P-016.80	PICA Stack Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 16 mm x L 101 mm
P-016.90	PICA Stack Piezoaktor, 180 µm Stellweg, OD 16 mm x L 150 mm
P-025.10	PICA Stack Piezoaktor, 15 µm Stellweg, OD 25 mm x L 18 mm
P-025.20	PICA Stack Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 25 mm x L 30 mm

Modell	Beschreibung
P-025.40	PICA Stack Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 25 mm × L 53 mm
P-025.80	PICA Stack Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 25 mm × L 101 mm
P-025.90	PICA Stack Piezoaktor, 180 µm Stellweg, OD 25 mm × L 149 mm
P-025.150	PICA Stack Piezoaktor, 250 µm Stellweg, OD 25 mm × L 204 mm
P-025.200	PICA Stack Piezoaktor, 300 µm Stellweg, OD 25 mm × L 244 mm
P-035.10	PICA Stack Piezoaktor, 15 µm Stellweg, OD 35 mm × L 20 mm
P-035.20	PICA Stack Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 35 mm × L 32 mm
P-035.40	PICA Stack Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 35 mm × L 57 mm
P-035.80	PICA Stack Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 35 mm × L 104 mm
P-035.90	PICA Stack Piezoaktor, 180 µm Stellweg, OD 35 mm × L 153 mm
P-045.20	PICA Stack Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 45 mm × L 33 mm
P-045.40	PICA Stack Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 45 mm × L 58 mm
P-045.80	PICA Stack Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 45 mm × L 105 mm
P-045.90	PICA Stack Piezoaktor, 180 µm Stellweg, OD 45 mm × L 154 mm
P-050.20	PICA Stack Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 50 mm × L 33 mm
P-050.40	PICA Stack Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 50 mm × L 58 mm
P-050.80	PICA Stack Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 50 mm × L 105 mm
P-050.90	PICA Stack Piezoaktor, 180 µm Stellweg, OD 50 mm × L 154 mm
P-056.20	PICA Stack Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 56 mm × L 33 mm
P-056.40	PICA Stack Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 56 mm × L 58 mm
P-056.80	PICA Stack Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 56 mm × L 105 mm
P-056.90	PICA Stack Piezoaktor, 180 µm Stellweg, OD 56 mm × L 154 mm

**PICA Power Piezoaktoren**

Modell	Beschreibung
P-010.00P	PICA Power Piezoaktor, 5 µm Stellweg, OD 10 mm x L 9 mm
P-010.10P	PICA Power Piezoaktor, 15 µm Stellweg, OD 10 mm x L 18 mm
P-010.20P	PICA Power Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 10 mm x L 31 mm
P-010.40P	PICA Power Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 10 mm x L 58 mm
P-010.80P	PICA Power Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 10 mm x L 111 mm
P-016.10P	PICA Power Piezoaktor, 15 µm Stellweg, OD 16 mm x L 18 mm
P-016.20P	PICA Power Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 16 mm x L 31 mm
P-016.40P	PICA Power Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 16 mm x L 58 mm
P-016.80P	PICA Power Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 16 mm x L 111 mm
P-016.90P	PICA Power Piezoaktor, 180 µm Stellweg, OD 16 mm x L 163 mm
P-025.10P	PICA Power Piezoaktor, 15 µm Stellweg, OD 25 mm x L 20 mm
P-025.20P	PICA Power Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 25 mm x L 33 mm
P-025.40P	PICA Power Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 25 mm x L 60 mm
P-025.80P	PICA Power Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 25 mm x L 113 mm
P-025.90P	PICA Power Piezoaktor, 180 µm Stellweg, OD 25 mm x L 165 mm
P-035.10P	PICA Power Piezoaktor, 15 µm Stellweg, OD 35 mm x L 21 mm
P-035.20P	PICA Power Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 35 mm x L 34 mm
P-035.40P	PICA Power Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 35 mm x L 61 mm
P-035.80P	PICA Power Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 35 mm x L 114 mm
P-035.90P	PICA Power Piezoaktor, 180 µm Stellweg, OD 35 mm x L 166 mm
P-045.20P	PICA Power Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 45 mm x L 36 mm
P-045.40P	PICA Power Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 45 mm x L 63 mm
P-045.80P	PICA Power Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 45 mm x L 116 mm
P-045.90P	PICA Power Piezoaktor, 180 µm Stellweg, OD 45 mm x L 169 mm
P-056.20P	PICA Power Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 56 mm x L 36 mm
P-056.40P	PICA Power Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 56 mm x L 63 mm
P-056.80P	PICA Power Piezoaktor, 120 µm Stellweg, OD 56 mm x L 116 mm
P-056.90P	PICA Power Piezoaktor, 180 µm Stellweg, OD 56 mm x L 169 mm

**PICA Thru Ringaktoren**

<b>Modell</b>	<b>Beschreibung</b>
P-010.00H	PICA Thru Piezoaktor, 5 µm Stellweg, OD 10 mm x ID 5 mm x L 7 mm
P-010.10H	PICA Thru Piezoaktor, 15 µm Stellweg, OD 10 mm x ID 5 mm x L 15 mm
P-010.20H	PICA Thru Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 10 mm x ID 5 mm x L 27 mm
P-010.40H	PICA Thru Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 10 mm x ID 5 mm x L 54 mm
P-016.00H	PICA Thru Piezoaktor, 5 µm Stellweg, OD 16 mm x ID 8 mm x L 7 mm
P-016.10H	PICA Thru Piezoaktor, 15 µm Stellweg, OD 16 mm x ID 8 mm x L 15 mm
P-016.20H	PICA Thru Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 16 mm x ID 8 mm x L 27 mm
P-016.40H	PICA Thru Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 16 mm x ID 8 mm x L 52 mm
P-025.10H	PICA Thru Piezoaktor, 15 µm Stellweg, OD 25 mm x ID 16 mm x L 16 mm
P-025.20H	PICA Thru Piezoaktor, 30 µm Stellweg, OD 25 mm x ID 16 mm x L 27 mm
P-025.40H	PICA Thru Piezoaktor, 60 µm Stellweg, OD 25 mm x ID 16 mm x L 51 mm
P-025.50H	PICA Thru Piezoaktor, 80 µm Stellweg, OD 25 mm x ID 16 mm x L 66 mm

## 3.2 Produktansicht

Die Abbildung ist exemplarisch und kann von Ihrem Modell abweichen.

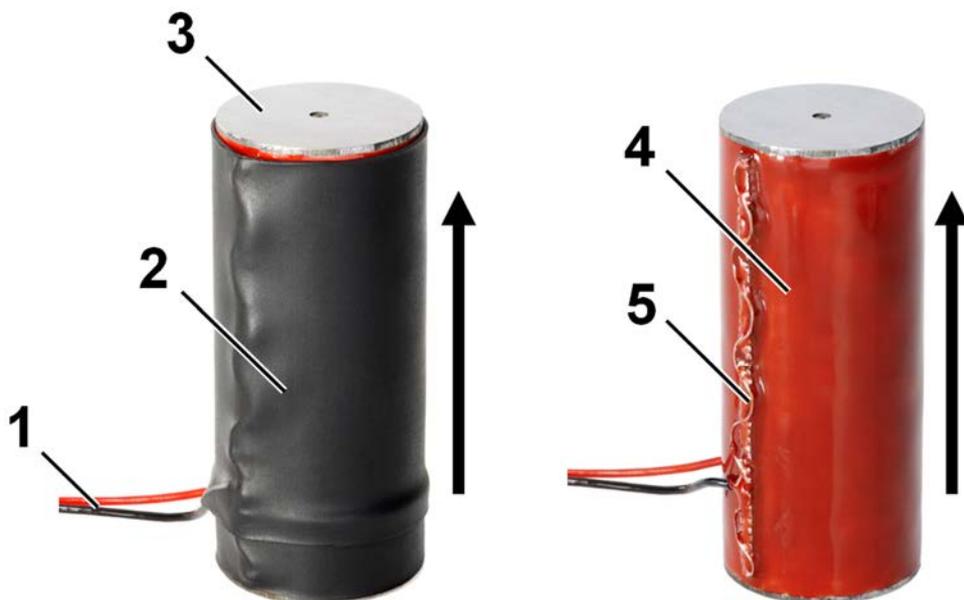


Abb. 1: Exemplarische Produktansicht

- 1 Anschlusslitzen
- 2 Äußere Mantelfläche (modellabhängig):  
PICA Stack und PICA Thru: Schrumpfschlauch, Polyoefin, schwarz  
PICA Power: Schrumpfschlauch, FEP, transparent
- 3 Endstück (modellabhängig):  
PICA Stack und PICA Power: Stahlscheibe  
PICA Thru: Keramikring (passives PZT)
- 4 Innere Mantelfläche: Polymerschuttschicht
- 5 Kontaktierungsstreifen

Die Pfeile in der Abbildung kennzeichnen die Ausdehnungsrichtung des Piezoaktors beim Anlegen einer positiven Spannung.

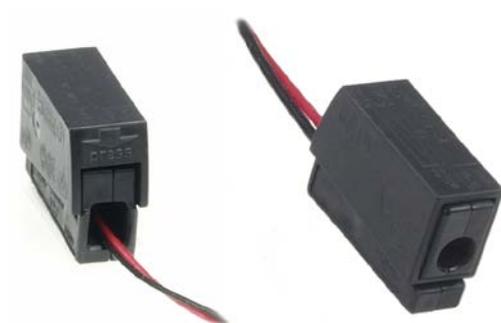


Abb. 2: Kurzschlussklemme INYY-0005: Vorderseite zum Einklemmen der Litzen (links) und Rückseite der Klemme (rechts)

### 3.3 Produktbeschriftung

An der schwarzen Anschlusslitze des P-0xx ist ein Aufkleber angebracht, der folgende Informationen enthält:

Beschriftung	Beschreibung
	DataMatrix-Code (Beispiel; enthält die Seriennummer)
P-016.10H	Produktbezeichnung (Beispiel), die Stellen nach dem Punkt kennzeichnen das Modell
214003005	Seriennummer (Beispiel), individuell für jeden P-0xx Bedeutung der Stellen (Zählung von links): 1 = interne Information 2 und 3 = Herstellungsjahr 4 bis 9 = fortlaufende Nummer
Country of Origin: Germany	Herkunftsland
WWW.PICERAMIC.COM	Herstelleradresse (Website)
	Herstellerlogo

### 3.4 Lieferumfang

Artikelnummer	Beschreibung
P-0xx	Piezoaktor gemäß Bestellung (S. 11)
INYY-0005	Kurzschlussklemme 2,5 mm <sup>2</sup> für die Anschlusslizen des Piezoaktors
PZ257DK	Kurzanleitung für ungehauste Piezoaktoren

### 3.5 Geeignete Elektronik

Für den Betrieb eines P-0xx benötigen Sie eine Elektronik. Die Auswahl des Geräts hängt von der Anwendung ab. Die folgende Tabelle listet die geeigneten Geräte auf.

Artikelnummer	Beschreibung
E-421.00	Hochleistungs-Piezoverstärker-Modul, ohne Gehäuse, 1100 V Spannungshub, 550 W, integriertes Netzteil
E-470.20	Hochleistungs-Piezoverstärker, 1100 V Spannungshub, 550 W, Tischgerät
E-471.20	Hochleistungs-Piezoverstärker, 1100 V Spannungshub, 550 W, vorbereitet für Servocontroller und Display / PC-Schnittstelle, 19"
E-472.20	2-Kanal-Hochleistungs-Piezoverstärker, 1100 V Spannungshub, 550 W, 19"
E-462.00	HVPZT-Piezoverstärker, 10 bis 1000 V, Tischgerät
E-462.OE1	HVPZT-Piezoverstärker-Modul, 10 bis 1000 V, OEM-Version
E-464.00	HVPZT-Piezoverstärker, 3 Kanäle, 1100 V Spannungshub, Tischgerät
E-481.00	Hochleistungs-Piezoverstärker / Controller mit Energierückgewinnung, 1100 V Spannungshub, 2000 W, 19"
E-482.00	PICA Hochleistungs-Piezoverstärker / Controller mit Energierückgewinnung, 1050 V, 6 A, 19"

Artikelnummer	Beschreibung
E-500	Modularer Piezoverstärker (Konfigurationsbeispiel) Hochvolt-Piezoverstärker für PICA HVPZT, 3 Kanäle, mit Rechnerschnittstelle und Display, bestehend aus: 1 × E-500.00 19"-Chassis für modulares Piezocontrollersystem, 1 bis 3 Kanäle 3 × E-508.00 HVPZT-Piezoverstärkermodul, 3 bis 1100 V, 1 Kanal 1 × E-517.i3 Schnittstellen- / Displaymodul, 24 Bit D/A, TCP/IP, USB, RS-232, IEEE488, 3 Kanäle

- Wenden Sie sich bei Bestellungen an den Kundendienst (S. 55).
- Berechnen Sie vor der Auswahl einer Elektronik den Strombedarf der Anwendung (S. 46).

### 3.6 Optionales Zubehör

Das Kabel P-202.xx dient zum Anschluss des P-0xx an eine Elektronik.

Artikelnummer	Beschreibung
P-202.06	PICA HVPZT Kabel LEMO / offenes Ende, 0,6 m
P-202.10	PICA HVPZT Kabel LEMO / offenes Ende, 1 m
P-202.12	PICA HVPZT Kabel LEMO / offenes Ende, 2 m
P-202.13	PICA HVPZT Kabel LEMO / offenes Ende, 3 m
P-202.15	PICA HVPZT Kabel LEMO / offenes Ende, 5 m
Stecker: LEMO FGG.0B.701.CJA.1173	
Kabel: PUR-Kabel, 2-adrig, geschirmt	

- Wenden Sie sich bei Bestellungen an den Kundendienst (S. 55).

## 3.7 Technische Ausstattung

### PICA Piezoaktoren

P-0xx sind PICA Hochlast-Piezoaktoren für statische und dynamische Anwendungen. Sie bieten eine Ansprechzeit im Mikrosekunden-Bereich und Sub-Nanometer Auflösung.

Die PICA Hochlast-Piezoaktoren werden aus Piezokeramik-Scheiben in Stapelbauweise gefertigt. Durch die hohe Belastbarkeit sind sie ideal für Anwendungen wie die Präzisionsfertigung und die aktive Schwingungsdämpfung geeignet.



## 4 Auspacken

### HINWEIS



#### Zerstörung des Piezoaktors durch Verunreinigungen!

Verunreinigungen auf der Oberfläche des P-0xx können während des Betriebs zur Zerstörung des Piezoaktors durch elektrische Überschläge führen.

- Tragen Sie beim Umgang mit dem Piezoaktor puderfreie Nitril- oder Latexhandschuhe sowie eine geeignete Schutzbrille.
- Vermeiden Sie den Kontakt der Keramik- oder Polymerisolierung zu leitfähigen Flüssigkeiten (z. B. Fingerschweiß) und leitenden Materialien (z. B. Metallstaub).
- Wenn der Piezoaktor versehentlich verunreinigt wurde, reinigen Sie ihn entsprechend den Anweisungen im Abschnitt "P-0xx reinigen" (S. 51).

1. Packen Sie den P-0xx vorsichtig aus.
2. Vergleichen Sie die erhaltene Lieferung mit dem Inhalt laut Vertrag und mit der Packliste.
3. Überprüfen Sie den Inhalt auf Anzeichen von Schäden. Bei Anzeichen von Beschädigungen oder fehlenden Teilen wenden Sie sich sofort an PI Ceramic.
4. Bewahren Sie das komplette Verpackungsmaterial auf für den Fall, dass das Produkt zurückgeschickt werden muss.



## 5 Installation

### In diesem Kapitel

Allgemeine Hinweise zur Installation.....	23
P-0xx befestigen.....	28
Vorspannung aufbringen.....	29
Last einleiten.....	30
P-0xx an Elektronik anschließen.....	31
Temperatursensor an Elektronik anschließen.....	35

### 5.1 Allgemeine Hinweise zur Installation

#### GEFAHR



#### Gefährliche Spannung und Restladung auf Piezoaktoren!

Im Piezoaktor P-0xx können Ladungen durch Temperaturschwankungen und Druckbelastungen entstehen. Nach dem Trennen von der Elektronik kann der Piezoaktor für einige Stunden aufgeladen bleiben. Das Berühren spannungsführender Teile des P-0xx kann zum Tod durch Stromschlag oder zu schweren Verletzungen führen.

- Berühren Sie den P-0xx nur, wenn er entladen (S. 47) ist.
- Tragen Sie beim Umgang mit dem Piezoaktor puderfreie Nitril- oder Latexhandschuhe sowie eine geeignete Schutzbrille.
- Halten Sie den Piezoaktor kurzgeschlossen (S. 49), wenn er nicht an der Elektronik angeschlossen ist.
- Zerlegen Sie den Piezoaktor **nicht**.

**HINWEIS****Zerstörung des Piezoaktors durch zu schnelles Entladen!**

Wenn der P-0xx nicht an der Elektronik angeschlossen ist, müssen die Anschlusslitzen kurzgeschlossen sein, um ein Aufladen des Piezoaktors bei Temperaturschwankungen und Druckbelastungen zu vermeiden. Ungeeignetes Kurzschließen führt durch zu schnelles Entladen zu einer abrupten Kontraktion des Piezoaktors. Abrupte Kontraktion kann den Piezoaktor zerstören.

- Entfernen Sie die mitgelieferte Kurzschlussklemme (S. 17) nur von den Anschlusslitzen, wenn dies für Installation oder Betrieb erforderlich ist.
- Wenn die Kurzschlussklemme entfernt wurde:
  - Sorgen Sie für einen ausreichenden Schutz gegen das Berühren spannungsführender Teile.
  - Schließen Sie die Anschlusslitzen des P-0xx mit einem **Entladewiderstand von 10 kΩ** kurz oder entladen Sie den Piezoaktor (S. 47) vor dem erneuten Anbringen der Kurzschlussklemme auf geeignete Weise.

**HINWEIS****Zerstörung des Piezoaktors durch zu hohe Lasten!**

Zu hohe Lasten können den P-0xx zerstören.

- Überschreiten Sie **nicht** die maximale Druck-/Zugbelastbarkeit (S. 63).

**HINWEIS****Beschädigung des Piezoaktors durch zu hohe Vorspannung!**

Zu hohe Vorspannung kann den Piezoaktor mechanisch depolarisieren. Depolarisation beschädigt den Piezoaktor.

- Wählen Sie die Vorspannung nur so hoch wie notwendig.
- Überschreiten Sie **nicht** die maximale Vorspannung (S. 63).

**HINWEIS****Zerstörung des Piezoaktors durch mechanische Überlastung!**

Drehmomente, Biegekräfte und Querkräfte können den Piezoaktor zerstören.

- Vermeiden Sie Drehmomente, Biegekräfte und Querkräfte am Piezoaktor.
- Stellen Sie sicher, dass der Lastschwerpunkt des bewegten Systems auf der Bewegungsachse des Piezoaktors sitzt.
- Vermeiden Sie eine ungleichmäßige Lastverteilung durch geeignete Konstruktionen bzw. Führungselemente (z. B. Kugelkopfstücke oder Festkörpergelenksführungen).
- Stellen Sie an den Endflächen des Piezoaktors einen möglichst vollflächigen Kontakt her, und wählen Sie Gegenflächen mit einer Ebenheit von wenigen Mikrometern. Geringe Unebenheiten können z. B. durch vollflächiges Verkleben ausgeglichen werden.

**HINWEIS****Schäden durch Entfernen des Schrumpfschlauchs des Piezoaktors!**

Der Schrumpfschlauch des Piezoaktors dient als Schutz gegen Kontamination und als Zugentlastung für die Anschlusslitzen. Kontamination der Piezokeramiken und/oder unzulässige Kräfte an den Anschlusslitzen können den Piezoaktor beschädigen.

- Entfernen Sie den Schrumpfschlauch nur, wenn notwendig, und wenn der Piezoaktor dort installiert ist, wo er betrieben werden soll.
- Wenn der Schrumpfschlauch entfernt werden muss, stellen Sie sicher, dass beim Entfernen keine Kratzer auf der Oberfläche des Piezoaktors entstehen.

Wenn der Schrumpfschlauch entfernt ist:

- Berühren Sie **nicht** die Mantelfläche und die Kontaktierungsstreifen des Piezoaktors.
- Vermeiden Sie Zugbelastungen an den Anschlusslitzen des Piezoaktors.

### HINWEIS



#### Schäden durch Zerkratzen der Oberfläche des Piezoaktors!

Die Oberfläche des Piezoaktors ist kratzempfindlich. Kratzer auf der Oberfläche können zu Schäden am Piezoaktor führen.

- Verwenden Sie bei der Installation des Piezoaktors keine metallischen Werkzeuge.
- Installieren Sie den Piezoaktor so, dass an der Keramik- bzw. Polymerisolierung und den Endflächen des Piezoaktors bei der Installation und während des Betriebs keine Kratzer entstehen können.

### HINWEIS



#### Erwärmung des P-0xx während des Betriebs!

Die während des Betriebs des P-0xx abgegebene Wärme kann Ihre Anwendung beeinträchtigen.

- Installieren Sie den P-0xx so, dass die Anwendung nicht durch die abgegebene Wärme beeinträchtigt wird.

### INFORMATION

Wenn der Kabelschirm des Anschlusskabels des P-0xx mit einem Aktorgehäuse verbunden wird, das zusätzlich über einen separaten Schutzleiter geerdet ist, können Brummschleifen auftreten.

- Wenden Sie sich bei Auftreten einer Brummschleife an unseren Kundendienst (S. 55).

Piezoaktoren dürfen nur axial belastet werden. Darüber hinaus sollten Piezoaktoren zur Vermeidung von Zugspannungen mechanisch vorgespannt (S. 29) werden. Die nachfolgenden Abbildungen sollen Ihnen helfen, Montagefehler zu vermeiden.

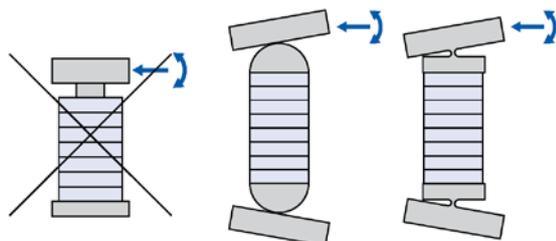


Abb. 3: Vermeiden von Querkräften und Momenten

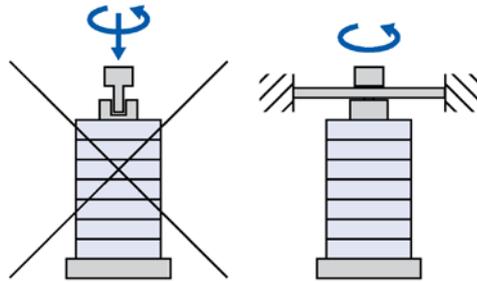


Abb. 4: Vermeiden von Drehmomenten

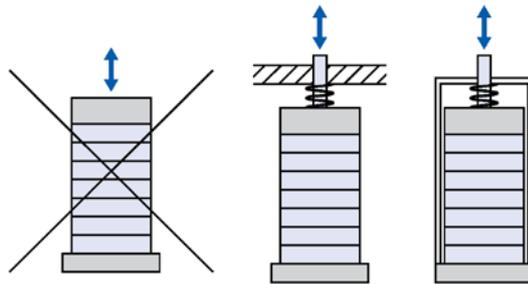


Abb. 5: Vermeiden von Zugspannungen durch mechanische Vorspannung

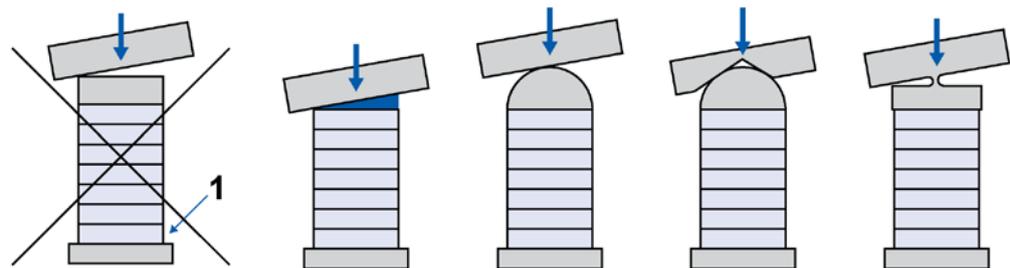


Abb. 6: Vermeiden einer inhomogenen Lasteinleitung (1: Zugspannungen)

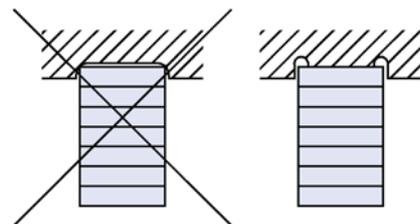


Abb. 7: Vollflächiger Kontakt des Piezoaktors

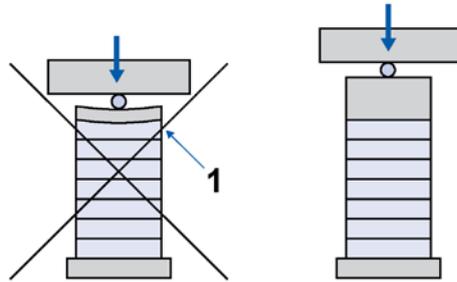


Abb. 8: Richtiges Dimensionieren der Endstücke bei punktförmigem Kontakt (1: Zugspannungen)

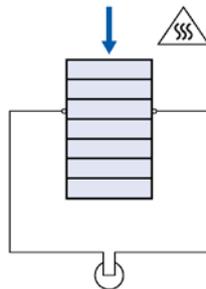


Abb. 9: Mechanische oder thermische Belastungen laden den Piezoaktor elektrisch auf. Montage nur in kurzgeschlossenem Zustand.

## 5.2 P-0xx befestigen

P-0xx Piezoaktoren werden auf Oberflächen aus Metall oder Keramik geklebt.

### Voraussetzung

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 23).
- ✓ Der P-0xx ist entladen (S. 47) und kurzgeschlossen (S. 49).

### Werkzeug und Zubehör

- Fettfreie und ebene Oberfläche
- Geeigneter Klebstoff (z. B. kalthärtender Epoxidharzklebstoff)

### P-0xx befestigen

- Kleben Sie den Piezoaktor auf die Oberfläche:
  - Tragen Sie eine möglichst dünne Klebeschicht auf.
  - Halten Sie bei der Aushärtung den für den Piezoaktor spezifizierten Betriebstemperaturbereich (S. 64) ein.
  - Beachten Sie die Temperatureausdehnungskoeffizienten der beteiligten Materialien.

## 5.3 Vorspannung aufbringen

Die Zugbelastbarkeit von Piezoaktoren ist relativ gering. Daher wird empfohlen, die Piezoaktoren in der Anwendung entweder extern im mechanischen Aufbau oder intern in einem Gehäuse mechanisch vorzuspannen.

### Voraussetzung

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 23).
- ✓ Der P-0xx ist entladen (S. 47) und kurzgeschlossen (S. 49).

### Werkzeug und Zubehör

- Bei Einbau in ein Gehäuse: Geeignetes Gehäuse
- Geeignete Führungselemente
- Bei Erzeugung der Vorspannung mit einer Feder:

Geeignete Vorspannfeder mit folgenden Eigenschaften:

- Die Steifigkeit der Vorspannfeder beträgt höchstens 10 % der Steifigkeit (S. 57) des Piezoaktors. Dadurch soll der Auslenkungsverlust gering gehalten werden. Wenn die Steifigkeit der Vorspannfeder gleich der Aktorsteifigkeit ist, halbiert sich die freie Auslenkung.
- Bei hochdynamischen Anwendungen:  
Die Resonanzfrequenz der Vorspannfeder liegt über der Resonanzfrequenz des Piezoaktors.

### Vorspannung aufbringen

- Bringen Sie die Vorspannung achsennah im Kernquerschnitt des Piezoaktors auf.

## 5.4 Last einleiten

Die mechanische Ankopplung des P-0xx an eine Last kann je nach Anwendung auf verschiedene Arten erfolgen:

- Einkleben des Piezoaktors (S. 28) in die zu bewegende Mechanik oder ein Festkörpergelenk
- Verwendung eines Kugelkopfstücks:
  - Aufkleben eines gehärteten Kugelkopfstücks mit Punktkontakt zu einer ebenen Gegenfläche
  - Aufkleben eines gehärteten Kugelkopfstücks mit Ringkontakt zu einer Kalotte

### **INFORMATION**

Abbildungen zur Ankopplung des P-0xx an eine Last finden Sie im Abschnitt "Allgemeine Hinweise zur Installation" (S. 23).

### **Voraussetzung**

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 23).
- ✓ Der P-0xx ist entladen (S. 47) und kurzgeschlossen (S. 49).

### **Werkzeug und Zubehör**

- Geeigneter Klebstoff (z. B. kalthärtender Epoxidharzklebstoff)
- Bei Verwendung eines Kugelkopfstücks: Geeignetes Kugelkopfstück
- Bei Verwendung eines Festkörpergelenks: Geeignetes Festkörpergelenk

### **Last einleiten**

- Leiten Sie die Last homogen ein.

Wenn die Ankopplung des Piezoaktors in einer Frästatasche erfolgt:

- Stellen Sie sicher, dass an der Endfläche des Piezoaktors vollflächiger Kontakt besteht. Wählen Sie dazu die Abmessungen der Frästatasche entsprechend oder bringen Sie in der Frästatasche Freischnitte an.

Wenn eine Punktlast auf das Endstück des Piezoaktors einwirkt:

- Dimensionieren Sie das Endstück so, dass seine Dicke der halben Querschnittsabmessung entspricht, um Zugspannungen am Piezoaktor zu vermeiden.

## 5.5 P-0xx an Elektronik anschließen

Der Piezoaktor P-0xx kann wie folgt an die Elektronik angeschlossen werden:

- Verwendung eines geeigneten Anschlusskabels (nicht im Lieferumfang) und eines geeigneten LEMO-Anschlusssteckers (auf Anfrage erhältlich)
- Alternativ: Verwendung des Anschlusskabels P-202.xx (siehe "Optionales Zubehör", S. 18), das mit dem Anschlussstecker LEMO FGG.0B.701.CJA.1173 ausgestattet ist

### INFORMATION

Die Anschlusslitzen des P-0xx sowie die Adern des Anschlusskabels P-202.xx sind farblich gekennzeichnet:

- Rot: Spannungsanschluss (+)
- Schwarz: Masse (-)

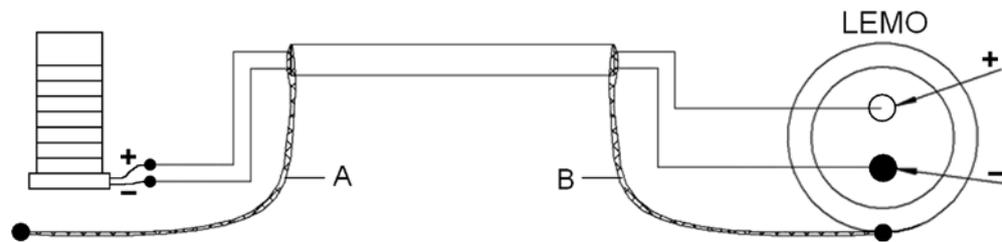


Abb. 10: Piezoaktor P-0xx (links) auf LEMO-Stecker (rechts) bei Verwendung eines Anschlusskabels, das beidseitig verlötet wird

A	Kabelschirm (Aktorseite)
B	Kabelschirm (Steckerseite)
LEMO	LEMO-Stecker
+	Am Piezoaktor (links): Rote Litze für Spannungsanschluss Am LEMO-Stecker (rechts): Weiblicher Kontakt für Spannungsanschluss
-	Am Piezoaktor (links): Schwarze Litze für Masse Am LEMO-Stecker (rechts): Männlicher Kontakt für Masse

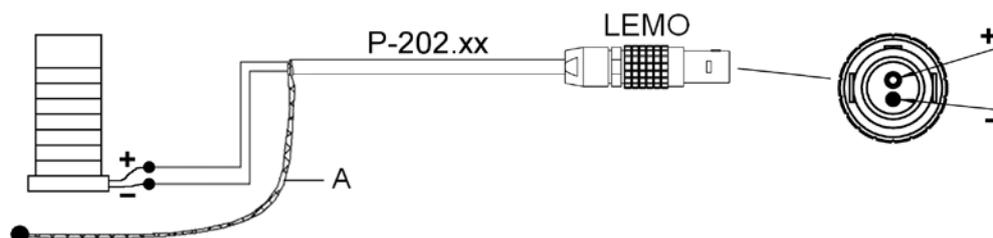


Abb. 11: Piezoaktor P-0xx (links) auf LEMO-Stecker (rechts) bei Verwendung des Anschlusskabels P-202.xx

A	Kabelschirm (Aktorseite)
P-202.xx	Kabel zum Anschluss des P-0xx an die Elektronik
LEMO	LEMO-Stecker
+	Am Piezoaktor (links): Rote Litze für Spannungsanschluss Am LEMO-Stecker (rechts): Weiblicher Kontakt für Spannungsanschluss (mit roter Ader des Anschlusskabels P-202.xx verbunden)
-	Am Piezoaktor (links): Schwarze Litze für Masse Am LEMO-Stecker (rechts): Männlicher Kontakt für Masse (mit schwarzer Ader des Anschlusskabels P-202.xx verbunden)

### Voraussetzung

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 23).
- ✓ Sie haben das Benutzerhandbuch der verwendeten Elektronik gelesen und verstanden.
- ✓ Wenn der P-0xx nicht kurzgeschlossen ist: Der P-0xx ist entladen (S. 47).
- ✓ Die Elektronik ist **ausgeschaltet**.

### Werkzeug und Zubehör

- Bei Verwendung eines Anschlusskabels, das an beiden Enden verlötet wird:
  - Geeigneter LEMO-Anschlussstecker (auf Anfrage erhältlich)
  - Geschirmtes, zweiadriges Kabel (nicht im Lieferumfang), das für die Spannungs- und Stromspezifikationen der anzuschließenden Elektronik (S. 17) geeignet ist und die einschlägigen Normen für die Anwendungsbedingungen erfüllt

- Bei Verwendung des Anschlusskabels P-202.xx:
  - Anschlusskabel P-202.xx (siehe "Optionales Zubehör", S. 18)
- Geeigneter LötKolben
- Geeignetes LötZinn
- Geeignete Kabelwerkzeuge

### **P-0xx an Elektronik anschließen (mit beidseitig zu verlötendem Anschlusskabel)**

1. Wenn notwendig, kürzen Sie die Adern und den Kabelschirm des Anschlusskabels auf die jeweils erforderliche Länge.
2. Verlöten Sie den LEMO-Stecker mit den Adern des Anschlusskabels wie im Anschlussschema abgebildet.
3. Verbinden Sie den Kabelschirm auf der Steckerseite (B) mit dem Steckergehäuse.
4. Machen Sie die Anschlusslitzen des P-0xx zugänglich:
  - Wenn der P-0xx kurzgeschlossen ist, trennen Sie die kurzgeschlossenen Anschlusslitzen des P-0xx.
  - Wenn eine Kurzschlussklemme (S. 17) oder ein Entladewiderstand angeschlossen ist, entfernen Sie dieses Bauteil von den Anschlusslitzen.
5. Verlöten Sie die Anschlusslitzen des P-0xx mit den Adern des Anschlusskabels wie im Anschlussschema abgebildet:
  - a) Löten Sie die rote Anschlusslitze des P-0xx an die mit dem weiblichen Kontakt des LEMO-Steckers verbundene Ader des Anschlusskabels an.
  - b) Löten Sie die schwarze Anschlusslitze des P-0xx an die mit dem männlichen Kontakt des LEMO-Steckers verbundene Ader des Anschlusskabels an.
  - c) Isolieren Sie die gelöteten Kabelverbindungen auf geeignete Weise.
6. Verbinden Sie den Kabelschirm auf der Aktorseite (A) mit dem Aktorgehäuse und isolieren Sie ihn. Wenn kein Aktorgehäuse vorhanden ist, schneiden Sie den Schirm auf der Aktorseite ab und isolieren ihn.
7. Verbinden Sie den Anschlussstecker des P-0xx mit dem entsprechenden Anschluss der Elektronik.

**P-0xx an Elektronik anschließen (mit Anschlusskabel P-202.xx)**

1. Machen Sie die Anschlusslitzen des P-0xx zugänglich:
  - Wenn der P-0xx kurzgeschlossen ist, trennen Sie die kurzgeschlossenen Anschlusslitzen des P-0xx.
  - Wenn eine Kurzschlussklemme (S. 17) oder ein Entladewiderstand angeschlossen ist, entfernen Sie dieses Bauteil von den Anschlusslitzen.
2. Wenn notwendig, kürzen Sie die Adern und den Kabelschirm des Anschlusskabels P-202.xx auf die jeweils erforderliche Länge.
3. Verlöten Sie die Anschlusslitzen des P-0xx mit den Adern des Anschlusskabels P-202.xx wie im Anschlussschema abgebildet:
  - a) Löten Sie die rote Anschlusslitze des P-0xx an die rote Ader des Anschlusskabels P-202.xx an.
  - b) Löten Sie die schwarze Anschlusslitze des P-0xx an die schwarze Ader des Anschlusskabels P-202.xx an.
  - c) Isolieren Sie die gelöteten Kabelverbindungen auf geeignete Weise.
4. Verbinden Sie den Kabelschirm auf der Aktorseite (A) mit dem Aktorgehäuse und isolieren Sie ihn. Wenn kein Aktorgehäuse vorhanden ist, schneiden Sie den Schirm auf der Aktorseite ab und isolieren ihn.
5. Verbinden Sie den Anschlussstecker des P-0xx mit dem entsprechenden Anschluss der Elektronik.

## 5.6 Temperatursensor an Elektronik anschließen

Die Modelle P-010.xxP - P-056.xxP verfügen über den Temperatursensor PT 1000, der mit einem geeigneten LEMO-Stecker (auf Anfrage erhältlich) an die Elektroniken E-481 und E-482 angeschlossen werden kann.

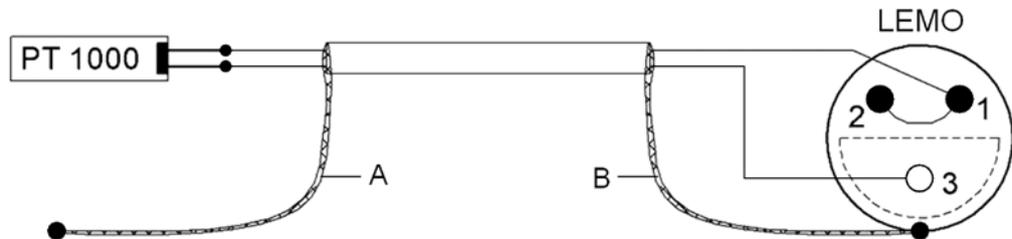


Abb. 12: Temperatursensor PT 1000 auf LEMO-Stecker

PT 1000	Temperatursensor PT 1000
LEMO	LEMO-Stecker (Lötseite; Pin 1 und Pin 2 sind gebrückt)
	1 = Ausgang: Temp_SA
	2 = Ausgang: Temp_S
	3 = GND: Masse
A	Kabelschirm (Aktorseite)
B	Kabelschirm (Steckerseite)

### Voraussetzung

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 23).
- ✓ Der P-0xx ist entladen (S. 47) und kurzgeschlossen (S. 49).
- ✓ Die Elektronik ist **ausgeschaltet**.

### Werkzeug und Zubehör

- Geeigneter Anschlussstecker: LEMO FFA.0S.303.CLA (auf Anfrage erhältlich)
- Geschirmtes, zweidrahtiges Kabel (nicht im Lieferumfang)
- Geeigneter LötKolben
- Geeignetes Lötzinn
- Geeignete Kabelwerkzeuge

**Temperatursensor an Elektronik anschließen**

1. Wenn notwendig, kürzen Sie die Adern und den Kabelschirm des Anschlusskabels auf die jeweils erforderliche Länge.
2. Verlöten Sie den LEMO-Stecker mit den Adern des Anschlusskabels wie im Anschlussschema abgebildet.
3. Verbinden Sie den Kabelschirm auf der Steckerseite (B) mit dem Steckergehäuse.
4. Verlöten Sie die Anschlusslitzen des Temperatursensors mit den Adern des Anschlusskabels wie im Anschlussschema abgebildet. Die Polung der Anschlusslitzen des Temperatursensors ist nicht relevant.
5. Verbinden Sie den Kabelschirm auf der Aktorseite (A) mit dem Aktorgehäuse und isolieren Sie ihn. Wenn kein Aktorgehäuse vorhanden ist, schneiden Sie den Schirm auf der Aktorseite ab und isolieren ihn.
6. Verbinden Sie den Anschlussstecker des Temperatursensors mit dem entsprechenden Anschluss der Elektronik.

## 6 Inbetriebnahme und Betrieb

### In diesem Kapitel

Allgemeine Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb.....	37
Betriebsparameter ermitteln .....	42
P-0xx betreiben .....	47
P-0xx entladen.....	47
P-0xx kurzschließen .....	49

### 6.1 Allgemeine Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb

#### GEFAHR



#### Gefährliche Spannung auf Piezoaktoren während des Betriebs!

Während des Betriebs steht der P-0xx unter Spannungen bis 1000 V. Der Schrumpfschlauch des Piezoaktors und die darunterliegende Polymerschicht sind **kein** Berührschutz gegen Stromschlag. Das Berühren spannungsführender Teile des P-0xx kann zum Tod durch Stromschlag oder zu schweren Verletzungen führen.

- Berühren Sie den Piezoaktor **nicht** während des Betriebs.
- Isolieren Sie den Piezoaktor vor Inbetriebnahme elektrisch gegen die umgebende Mechanik zum Schutz gegen direktes oder indirektes Berühren spannungsführender Teile. Beachten Sie dabei die im Hinblick auf die Betriebsspannung erforderlichen Luft- und Kriechstrecken sowie die für Ihre Anwendung jeweils geltenden Normen.

**GEFAHR****Stromschlaggefahr bei fehlendem Schutzleiter!**

Das System, in das der P-0xx eingebaut ist (z. B. Gehäuse oder umgebende Mechanik), muss an einen Schutzleiter angeschlossen werden. Bei fehlendem oder nicht ordnungsgemäß angeschlossenem Schutzleiter können im Falle eines Fehlers oder Defekts gefährliche Berührungsspannungen am Gesamtsystem entstehen. Wenn Berührungsspannungen vorhanden sind, kann das Berühren des Gesamtsystems zum Tod durch Stromschlag oder zu schweren Verletzungen führen.

- Schließen Sie das Gesamtsystem vor Inbetriebnahme normgerecht an einen Schutzleiter an.
- Entfernen Sie den Schutzleiter **nicht** während des Betriebs.
- Wenn der Schutzleiter vorübergehend entfernt werden muss (z. B. bei Umbauten), schließen Sie das Gesamtsystem vor erneuter Inbetriebnahme wieder an den Schutzleiter an.

**VORSICHT****Verbrennung durch heiße Oberfläche!**

Im Betrieb kann sich die Oberfläche des P-0xx und seine Umgebung erhitzen. Das Berühren des P-0xx und der Teile in seiner Umgebung kann zu leichten Verletzungen durch Verbrennung führen.

- Kühlen Sie den P-0xx, so dass die Temperatur seiner Oberfläche und der Teile in seiner Umgebung 65 °C **nicht** übersteigt.
- Wenn eine ausreichende Kühlung nicht möglich ist: Stellen Sie sicher, dass der heiße P-0xx und die Teile in seiner Umgebung **nicht** berührt werden können.
- Wenn eine ausreichende Kühlung und ein Berührschutz nicht möglich sind: Kennzeichnen Sie den Gefahrenbereich gemäß den gesetzlichen Vorschriften.

**HINWEIS****Zerstörung des Piezoaktors durch elektrische Überschläge!**

Der Einsatz des P-0xx in Umgebungen, die die elektrische Leitfähigkeit erhöhen, kann zur Zerstörung des Piezoaktors durch elektrische Überschläge führen. Elektrische Überschläge können durch Feuchtigkeit, hohe Luftfeuchtigkeit, Flüssigkeiten und leitende Materialien (z. B. Metallstaub) hervorgerufen werden. Darüber hinaus können in bestimmten Luftdruckbereichen aufgrund der erhöhten Leitfähigkeit der Luft elektrische Überschläge auftreten.

- Vermeiden Sie den Betrieb des P-0xx in Umgebungen, die die elektrische Leitfähigkeit erhöhen können.
- Betreiben Sie den P-0xx nur innerhalb der zulässigen Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen (S. 64).
- Vermeiden Sie den Kontakt des Piezoaktors mit Flüssigkeiten. Wenn Flüssigkeitskühlung angewendet werden soll, wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 55).
- Schützen Sie den Piezoaktor vor Feuchtigkeit durch hermetische Versiegelung oder Zufuhr trockener Luft.
- Im Luftdruckbereich zwischen 1 hPa und 500 hPa:  
Betreiben Sie den P-0xx **nicht** oder nur mit reduzierter Spannung (max. 200 V).
- Bei Einsatz im Vakuum unter 0,1 hPa:  
Betreiben Sie den P-0xx **nicht** während des Evakuierens.
- Wenn der P-0xx in einer speziellen Gasatmosphäre betrieben werden soll, wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 55).

**HINWEIS****Zerstörung des Piezoaktors durch dynamische Kräfte!**

Während des dynamischen Betriebs können dynamische Kräfte entstehen, die die Vorspannung des Piezoaktors aufheben. Durch den Betrieb ohne Vorspannung kann der Aktor zerstört werden.

- Überschreiten Sie **nicht** die maximale Druck-/Zugbelastbarkeit (S. 63).
- Beachten Sie die Hinweise in "Betriebsparameter ermitteln" (S. 42).

**HINWEIS****Zerstörung des Piezoaktors durch zu hohe Betriebsfrequenz!**

Eine zu hohe Betriebsfrequenz kann zu einer thermischen und mechanischen Überbelastung führen, die den Piezoaktor zerstört.

- Wählen Sie die Betriebsfrequenz so, dass die folgenden Bedingungen erfüllt sind:
  - Die Betriebsfrequenz des Piezoaktors beträgt maximal ein Drittel der Resonanzfrequenz. Die in den Datentabellen (S. 57) angegebenen Resonanzfrequenzen beziehen sich auf den beidseitig freien Betrieb ohne Last. In einer Anordnung mit einseitiger Einspannung muss der Wert halbiert werden. Für belastete, einseitig eingespannte Piezoaktoren siehe "Maximale Betriebsfrequenz des belasteten Piezoaktors berechnen" (S. 44).
  - Die im Betrieb auftretenden dynamischen Kräfte überschreiten **nicht** die maximale Druck-/Zugbelastbarkeit des Piezoaktors (siehe "Im dynamischen Betrieb auftretende Kräfte berechnen" (S. 45) und "Druck-/Zugbelastbarkeit und Vorspannung" (S. 63)).
- Wenn Ihre Anwendung den beidseitig freien Betrieb des Piezoaktors vorsieht, wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 55).

**HINWEIS****Schäden durch steile Flanken im Ansteuersignal!**

Steile Flanken im Ansteuersignal können bei fehlender Vorspannung des Piezoaktors starke dynamische Kräfte auslösen, die den Piezoaktor beschädigen. Steile Flanken können z. B. beim Einschalten von digitalen Funktionsgeneratoren auftreten.

- Vermeiden Sie steile Flanken im Ansteuersignal bei Aktoren mit geringer Vorspannung.

**HINWEIS****Schäden durch Wiederanschießen eines aufgeladenen Piezoaktors!**

Wenn das Anschlusskabel des Piezoaktors während des Betriebs von der Elektronik abgezogen wird, kann der Piezoaktor aufgeladen bleiben. Beim Wiederanschießen eines aufgeladenen Piezoaktors an die noch laufende Elektronik kann ein mechanischer Impuls entstehen, der den Piezoaktor beschädigt.

- Ziehen Sie das Anschlusskabel des Piezoaktors während des Betriebs **nicht** von der Elektronik ab.

Wenn das Anschlusskabel des Piezoaktors während des Betriebs versehentlich von der Elektronik abgezogen wurde:

- Schalten Sie vor dem Wiederanschießen des Piezoaktors die Elektronik aus.

**HINWEIS****Verringerte Lebensdauer durch dauerhaft hohe Spannung und hohe Luftfeuchtigkeit!**

Das dauerhafte Anlegen einer hohen statischen Spannung an Piezoaktoren führt zu einer erheblichen Verringerung der Lebensdauer der Piezokeramik des Aktors. Dies gilt insbesondere für den Betrieb in feuchter Umgebung.

- Wenn der P-0xx nicht benutzt wird, die Elektronik aber zur Gewährleistung der Temperaturstabilität eingeschaltet bleibt, entladen Sie den P-0xx (S. 47).
- Wenn möglich: Begrenzen Sie im Dauerbetrieb die maximale Betriebsspannung auf 750 V.
- Verringern Sie Offsetspannungen auf das Minimum.
- Schützen Sie den Piezoaktor vor Feuchtigkeit durch hermetische Versiegelung oder Zufuhr trockener Luft.
- Stellen Sie sicher, dass die Luftfeuchtigkeit in der Umgebung des P-0xx die relative Luftfeuchte gemäß dem Abschnitt "Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen" (S. 64) nicht überschreitet.

**HINWEIS****Zu hohe oder falsch angeschlossene Betriebsspannung!**

Zu hohe oder falsch angeschlossene Betriebsspannung kann Schäden am P-0xx verursachen.

- Überschreiten Sie **nicht** den Betriebsspannungsbereich (S. 60), für den der P-0xx spezifiziert ist.
- Betreiben Sie den P-0xx nur, wenn die Betriebsspannung ordnungsgemäß angeschlossen ist; siehe "P-0xx an Elektronik anschließen" (S. 31).

**HINWEIS****Zerstörung des Piezoaktors durch Überhitzen!**

Überhitzen kann den Piezoaktor zerstören.

- Kühlen Sie den Piezoaktor.
- Überwachen Sie die Temperatur des Piezoaktors mit einem Temperatursensor.
- Passen Sie Betriebsspannung, Betriebsfrequenz und/oder Betriebsdauer so an, dass die maximale Betriebstemperatur des Piezoaktors nicht überschritten wird, siehe "Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen" (S. 64), "Bemessungsdaten" (S. 60) und "Betriebsparameter ermitteln" (S. 42).

**HINWEIS****Zerstörung des Piezoaktors durch zu schnelles Abkühlen!**

Bei zu schnellem Abkühlen kann die resultierende thermomechanische Belastung den Piezoaktor zerstören.

- Lassen Sie den Piezoaktor langsam auf Raumtemperatur abkühlen.
- Schließen Sie zusätzliche Kühlsysteme nur an, wenn der Piezoaktor auf Raumtemperatur abgekühlt ist.

**HINWEIS****Unkontrollierte Schwingungen!**

Schwingungen können den Piezoaktor irreparabel beschädigen. Schwingungen machen sich durch ein Summen bemerkbar und können folgende Ursachen haben:

- Wechselnde Last und/oder Dynamik erfordert die Anpassung der Regelparameter.
- Der Piezoaktor wird nahe seiner Resonanzfrequenz betrieben.

Wenn Sie Schwingungen bemerken:

- Schalten Sie im geregelten Betrieb den Servomodus sofort aus.
- Stoppen Sie im unregulierten Betrieb sofort den Piezoaktor.

**INFORMATION**

Die positive Bewegungsrichtung (S. 15) entspricht der Ausdehnungsrichtung des Piezoaktors beim Anlegen einer positiven Spannung.

## 6.2 Betriebsparameter ermitteln

**INFORMATION**

Für die Ermittlung der Betriebsparameter wird vorausgesetzt, dass der Piezoaktor einseitig eingespannt ist.

- Wenn Sie die Betriebsparameter für den beidseitig freien Betrieb des Piezoaktors benötigen, wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 55).

## 6.2.1 Übersicht begrenzender Faktoren

Begrenzende Faktoren für den Betrieb des Piezoaktors:

- Resonanzfrequenz:

Anhand der Resonanzfrequenz des Piezoaktors wird die Betriebsfrequenz berechnet, die ein Drittel der Resonanzfrequenz **nicht** überschreiten darf. Die in den Datentabellen (S. 57) angegebenen Resonanzfrequenzen beziehen sich auf den beidseitig freien Betrieb ohne Last. In einer Anordnung mit einseitiger Einspannung muss der Wert halbiert werden.

Für **belastete**, einseitig eingespannte Piezoaktoren siehe "Maximale Betriebsfrequenz des belasteten Piezoaktors berechnen" (S. 44).
- Maximale Druck-/Zugbelastbarkeit (S. 63):

Die Masse der zu bewegenden Last, die Vorspannung und die Betriebsfrequenz des Piezoaktors müssen so gewählt werden, dass die im Betrieb auftretenden dynamischen Kräfte die maximale Druck-/Zugbelastbarkeit des Piezoaktors nicht überschreiten. Siehe "Im dynamischen Betrieb auftretende Kräfte berechnen" (S. 45).
- Maximal zulässige Betriebstemperatur des Piezoaktors (S. 64):

Je größer Betriebsfrequenz, Betriebsspannung (Spitze-Spitze) und Kapazität des Piezoaktors sind, umso größer ist die im Piezoaktor erzeugte thermische Leistung. Betriebsfrequenz, Betriebsspannung und Betriebsdauer müssen so gewählt werden, dass die maximal zulässige Betriebstemperatur des Piezoaktors **nicht** überschritten wird. Für die maximal zulässige Betriebsfrequenz ohne Kühlung siehe Spalte B der Tabelle in "Bemessungsdaten" (S. 60).

Bei Einsatz von Kühlungsmaßnahmen erhöhen sich die Grenzwerte für Betriebsfrequenz, Betriebsspannung und Betriebsdauer. Durch Einsatz eines Temperatursensors (S. 18) kann das Überhitzen des Piezoaktors vermieden werden.
- Spitzen- und Dauerausgangsstrom der verwendeten Elektronik (S. 17):

Die verwendete Elektronik muss so gewählt werden, dass sie die benötigten Ströme bereitstellen kann. Siehe "Strombedarf für Sinusbetrieb berechnen" (S. 46).

## 6.2.2 Effektive Masse berechnen

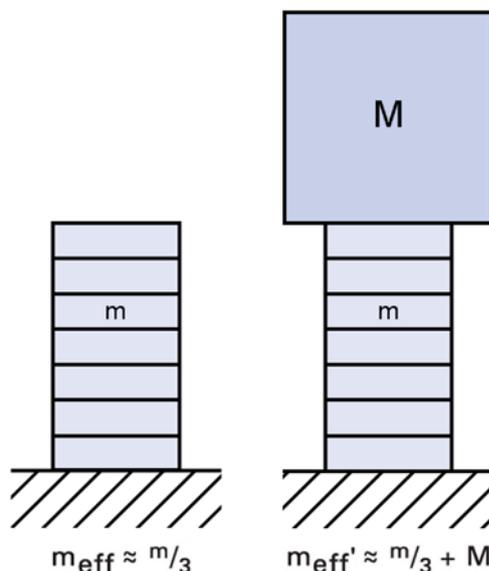


Abb. 13: Berechnung der effektiven Masse eines einseitig eingespannten Piezostapelaktors ohne Last (links) und mit zusätzlicher Last (rechts).

1. Ermitteln Sie die Masse  $m$  Ihres Piezoaktors.
2. Ermitteln Sie die zusätzliche Last  $M$ .
3. Berechnen Sie die effektive Masse  $m_{\text{eff}}$  des unbelasteten Piezoaktors und  $m_{\text{eff}}'$  des belasteten Piezoaktors mit den Formeln in der Abbildung oben.

## 6.2.3 Maximale Betriebsfrequenz des belasteten Piezoaktors berechnen

### INFORMATION

In der nachfolgenden Berechnung wird die maximal zulässige Betriebstemperatur des Piezoaktors **nicht** berücksichtigt. Beim Betrieb ohne Kühlung wird die maximale Betriebstemperatur möglicherweise bereits überschritten, wenn die Betriebsfrequenz noch unterhalb des nachfolgend berechneten Grenzwerts liegt.

- Für die maximal zulässige Betriebsfrequenz ohne Kühlung siehe Spalte B der Tabelle in "Bemessungsdaten" (S. 60).

1. Berechnen Sie die Resonanzfrequenz des belasteten, einseitig eingespannten Piezoaktors mit folgender Formel:

$$f_0' = f_0 \sqrt{\frac{m_{\text{eff}}}{m_{\text{eff}}'}}$$

$f_0'$  = Resonanzfrequenz des belasteten Piezoaktors [Hz]

$f_0$  = Resonanzfrequenz des unbelasteten Piezoaktors [Hz]: Die in den Datentabellen (S. 57) angegebenen Resonanzfrequenzen gelten für den beidseitig freien Betrieb. In einer Anordnung mit einseitiger Einspannung muss der Wert halbiert werden.

$m_{\text{eff}}$  = effektive Masse; ca. 1/3 der Masse des Piezoaktors [kg]

$m_{\text{eff}}'$  = effektive Masse  $m_{\text{eff}}$  + zusätzliche Last M [kg]

Siehe auch "Effektive Masse berechnen" (S. 44).

2. Berechnen Sie die maximale Betriebsfrequenz des belasteten, einseitig eingespannten Piezoaktors mit folgender Formel:

$$f_{\text{max}} = f_0'/3$$

$f_{\text{max}}$  = maximale Betriebsfrequenz des belasteten Piezoaktors [Hz]

$f_0'$  = Resonanzfrequenz des belasteten Piezoaktors [Hz]

### 6.2.4 Im dynamischen Betrieb auftretende Kräfte berechnen

- Berechnen Sie die dynamischen Kräfte, die bei Sinusbetrieb mit der Frequenz  $f$  auf den einseitig eingespannten Piezoaktor wirken, mit folgender Formel:

$$F_{\text{dyn}} \approx \pm 4\pi^2 \cdot m_{\text{eff}}' \left(\frac{\Delta L}{2}\right) f^2$$

$F_{\text{dyn}}$  = dynamische Kraft [N]

$m_{\text{eff}}'$  = effektive Masse  $m_{\text{eff}}$  (ca. 1/3 der Masse des Piezoaktors) + zusätzliche Last M [kg], siehe auch "Effektive Masse berechnen" (S. 44)

$\Delta L$  = Auslenkung in der Anwendung (Spitze-Spitze) [m]

$f$  = Frequenz [Hz]

**Beispiel:** Die dynamischen Kräfte bei 1000 Hz, 2  $\mu\text{m}$  Auslenkung (Spitze-Spitze) und 1 kg effektiver Masse betragen ungefähr  $\pm 40$  N.

### 6.2.5 Strombedarf für Sinusbetrieb berechnen

- Berechnen Sie den Dauerstrombedarf für den Sinusbetrieb mit folgender Formel:

$$I_a \approx f \cdot C \cdot U_{p-p}$$

- Berechnen Sie den Spitzenstrombedarf für den Sinusbetrieb mit folgender Formel:

$$I_{\max} \approx f \cdot \pi \cdot C \cdot U_{p-p}$$

Variable	Beschreibung	Hinweise
$I_a$	Erforderlicher Dauerstrom des Verstärkers (Source / Sink) [A]	Es ist entscheidend, dass das Netzteil genügend Strom liefern kann.
$I_{\max}$	Erforderlicher Spitzenstrom des Verstärkers (Source / Sink) [A]	
f	Betriebsfrequenz [Hz]	Details zur Betriebsfrequenz siehe "Übersicht begrenzender Faktoren" (S. 43).
C	Kapazität des Piezoaktors [F (= As/V)]	Siehe "Datentabelle" (S. 57) für die Kleinsignalkapazität des Piezoaktors. Für Großsignalbedingungen sollte ein Sicherheitsfaktor von 70 % zur Kleinsignalkapazität addiert werden.
$U_{p-p}$	Betriebsspannung (Spitze-Spitze) [V]	

## 6.3 P-0xx betreiben

### Voraussetzung

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb gelesen und verstanden (S. 37).
- ✓ Sie haben die Betriebsparameter für Ihre Anwendung ermittelt (S. 42).
- ✓ Sie haben den P-0xx korrekt installiert (S. 23) und an die Elektronik angeschlossen (S. 31).
- ✓ Sie haben eine geeignete Elektronik bereitgestellt, die die benötigten Ströme liefern kann (S. 46).
- ✓ Sie haben das Benutzerhandbuch der verwendeten Elektronik gelesen und verstanden.

### P-0xx betreiben

- Folgen Sie für die Inbetriebnahme und den Betrieb des P-0xx den Anleitungen im Handbuch der verwendeten Elektronik (S. 17).

## 6.4 P-0xx entladen

Der P-0xx muss in folgenden Fällen entladen werden:

- Wenn der P-0xx nicht benutzt wird, die Elektronik aber zur Gewährleistung der Temperaturstabilität eingeschaltet bleibt
- Wenn die Anschlusslitzen des P-0xx ohne Entladewiderstand kurzgeschlossen werden sollen, z. B. mit der mitgelieferten Kurzschlussklemme (S. 49)
- Wenn das Anschlusskabel des P-0xx während des Betriebs versehentlich von der Elektronik abgezogen wird

### Voraussetzung

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 23).
- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb gelesen und verstanden (S. 37).

### Werkzeug und Zubehör

Wenn der P-0xx nicht an der Elektronik angeschlossen ist:

- Nur für P-0xx **ohne** Anschlussstecker (Auslieferungszustand):
  - Entladewiderstand von 10 k $\Omega$  (nicht im Lieferumfang), dessen berührbare Teile für den Betriebsspannungsbereich (S. 60) des Aktors ausreichend isoliert sind
- Nur für P-0xx **mit** Anschlussstecker (S. 31):
  - Elektronik (S. 17) von PI oder geeigneter Kurzschlussstecker (auf Anfrage erhältlich)

### An der Elektronik angeschlossenen P-0xx entladen

- Stellen Sie an der Elektronik die Piezospannung auf 0 V ein.

### P-0xx entladen, der nicht an der Elektronik angeschlossen ist

Wenn der P-0xx **nicht** über einen Anschlussstecker verfügt:

1. Sorgen Sie für einen ausreichenden Schutz gegen das Berühren spannungsführender Teile.
2. Schließen Sie die Anschlusslitzen des P-0xx mindestens für einige Sekunden mit einem **Entladewiderstand von 10 k $\Omega$**  kurz.

Wenn der P-0xx über einen Anschlussstecker (S. 31) verfügt:

- Schließen Sie den Spannungsanschluss des P-0xx mindestens für einige Sekunden an die ausgeschaltete Elektronik von PI an, die über einen internen Entladewiderstand verfügt.
- Alternativ: Schließen Sie an den Spannungsanschluss des P-0xx mindestens für einige Sekunden einen geeigneten Kurzschlussstecker mit eingebautem Entladewiderstand an.

## 6.5 P-0xx kurzschließen

Der P-0xx muss vor der Demontage (z. B. vor Reinigung und Transport des P-0xx) sowie bei Umbauten entladen (S. 47) und kurzgeschlossen werden.

### Voraussetzung

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 23).
- ✓ Sie haben den P-0xx entladen (S. 47) und von der Elektronik getrennt.

### Werkzeug und Zubehör

- Nur für P-0xx **ohne** Anschlussstecker (Auslieferungszustand):
  - Mitgelieferte Kurzschlussklemme (S. 17)
- Nur für P-0xx **mit** Anschlussstecker (S. 31):
  - Geeigneter Kurzschlussstecker (auf Anfrage erhältlich)

### P-0xx kurzschließen

Wenn der P-0xx **nicht** über einen Anschlussstecker verfügt:

- Schließen Sie die Anschlusslitzen des **entladenen** P-0xx mit der mitgelieferten Kurzschlussklemme kurz.

Wenn der P-0xx über einen Anschlussstecker (S. 31) verfügt:

- Schließen Sie an den Spannungsanschluss des P-0xx einen geeigneten Kurzschlussstecker mit eingebautem Entladewiderstand an.



## 7 Wartung

### In diesem Kapitel

Allgemeine Hinweise zur Wartung .....	51
P-0xx reinigen.....	51

### 7.1 Allgemeine Hinweise zur Wartung

Der P-0xx ist wartungsfrei.

### 7.2 P-0xx reinigen

#### HINWEIS



#### Zerstörung des Piezoaktors durch elektrische Überschläge!

Beim Kontakt mit Flüssigkeiten kann der Piezoaktor durch elektrische Überschläge zerstört werden.

Vor dem Reinigen des P-0xx:

- Stellen Sie sicher, dass der P-0xx entladen (S. 47) und kurzgeschlossen (S. 49) ist.

Nach dem Reinigen des P-0xx:

- Trocknen Sie den P-0xx vollständig in einem Trockenschrank (empfohlene Dauer: 30 Minuten bei 40 °C).

#### Voraussetzungen

- ✓ Der P-0xx ist entladen (S. 47) und kurzgeschlossen (S. 49).
- ✓ Der P-0xx ist von der Elektronik getrennt.

**P-0xx reinigen**

- Berühren Sie den Piezoaktor nur mit puderfreien Nitril- oder Latexhandschuhen.
- Verwenden Sie **kein** Aceton.
- Wenn notwendig, reinigen Sie die Oberflächen des P-0xx mit einem Tuch, das leicht mit einem milden Lösungsmittel (z. B. Ethanol oder Isopropanol) angefeuchtet wurde.
- Bei Reinigung im Ultraschallbad:
  - Reduzieren Sie den Energieeintrag auf das notwendige Minimum.
  - Verwenden Sie zur Reinigung keine anderen Flüssigkeiten als Isopropanol.
  - Stellen Sie sicher, dass die Dauer der Reinigung im Ultraschallbad zwei Minuten **nicht** überschreitet.
- Trocknen Sie den P-0xx nach dem Reinigen vollständig in einem Trockenschrank (empfohlene Dauer: 30 Minuten bei 40 °C).

## 8 Störungsbehebung

Störung	Mögliche Ursachen	Behebung
Keine oder eingeschränkte Bewegung	Kabel nicht korrekt angeschlossen	➤ Prüfen Sie die Kabelanschlüsse.
	Zu hohe Last	➤ Überschreiten Sie nicht die maximale Druck-/ Zugbelastbarkeit (S. 63).
	Elektronik E-481 oder E-482 von PI hat wegen Überhitzung des Piezoaktors den Spannungsausgang deaktiviert	Wenn der Piezoaktor mit einem Temperatursensor PT 1000 ausgestattet ist, werten die Elektroniken E-481 und E-482 das Signal des Temperatursensors aus. 1. Schalten Sie die Elektronik aus. 2. Warten Sie einige Minuten, bis sich der Piezoaktor ausreichend abgekühlt hat. 3. Schalten Sie die Elektronik wieder ein. Vorbeugende Maßnahmen: ➤ Verringern Sie Betriebsspannung, Betriebsfrequenz und/oder Betriebsdauer. ➤ Kühlen Sie den Piezoaktor.
	Elektronik E-481 oder E-482 von PI hat den Spannungsausgang deaktiviert, weil kein Temperatursensor angeschlossen ist	Wenn der Piezoaktor mit einem Temperatursensor PT 1000 ausgestattet ist: ➤ Schließen Sie den Temperatursensor PT 1000 an die Elektronik an (S. 35). Wenn kein Temperatursensor vorhanden ist: ➤ Schließen Sie den mit der Elektronik mitgelieferten Blindstecker an die Temperatursensorbuchse der Elektronik an, um den Spannungsausgang der Elektronik zu aktivieren.
	Piezoaktor ist wegen Überhitzung oder Verpolung depolarisiert	➤ Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 55).

Störung	Mögliche Ursachen	Behebung
Piezoaktor zieht sich bei steigender Spannung zusammen	Verpolung des Piezoaktors	➤ Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 55).

Wenn die Störung Ihres Systems nicht in der Tabelle angeführt ist oder wenn sie nicht wie beschrieben behoben werden kann, kontaktieren Sie unseren Kundendienst (S. 55).

## 9 Kundendienst

Bei Fragen und Bestellungen rufen Sie PI Ceramic an oder schreiben Sie uns eine E-Mail ([info@piceramic.de](mailto:info@piceramic.de)).

Geben Sie bei Fragen zu Ihrem System folgende Systeminformationen an:

- Produktcodes und Seriennummern von allen Produkten im System
- Firmwareversion des Controllers (sofern vorhanden)
- Version des Treibers oder der Software (sofern vorhanden)
- PC-Betriebssystem (sofern vorhanden)

Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 4) bereit.



## 10 Technische Daten

### In diesem Kapitel

Spezifikationen .....	57
Abmessungen.....	65

## 10.1 Spezifikationen

### 10.1.1 Datentabelle

PICA Stack Piezoaktoren

	Stellweg	Durchmesser OD	Länge L	Blockierkraft	Steifigkeit	Elektrische Kapazität	Resonanzfrequenz
	$\mu\text{m}$	$\text{mm}$	$\text{mm}$	$\text{N}$	$\text{N}/\mu\text{m}$	$\text{nF}$	$\text{kHz}$
P-007.00	5	7	8	650	130	11	126
P-007.10	15	7	17	850	59	33	59
P-007.20	30	7	29	1000	35	64	36
P-007.40	60	7	54	1150	19	130	20
P-010.00	5	10	8	1400	270	21	126
P-010.10	15	10	17	1800	120	64	59
P-010.20	30	10	30	2100	71	130	35
P-010.40	60	10	56	2200	38	260	20
P-010.80	120	10	107	2400	20	510	10
P-016.10	15	16	17	4600	320	180	59
P-016.20	30	16	29	5500	190	340	36
P-016.40	60	16	54	6000	100	680	20
P-016.80	120	16	101	6500	54	1300	11
P-016.90	180	16	150	6500	36	2000	7
P-025.10	15	25	18	11000	740	400	56
P-025.20	30	25	30	13000	440	820	35
P-025.40	60	25	53	15000	250	1700	21
P-025.80	120	25	101	16000	130	3400	11
P-025.90	180	25	149	16000	89	5100	7
P-025.150	250	25	204	16000	65	7100	5
P-025.200	300	25	244	16000	54	8500	5
P-035.10	15	35	20	20000	1300	700	51
P-035.20	30	35	32	24000	810	1600	33
P-035.40	60	35	57	28000	460	3300	19
P-035.80	120	35	104	30000	250	6700	11
P-035.90	180	35	153	31000	170	10000	7
P-045.20	30	45	33	39000	1300	2800	32
P-045.40	60	45	58	44000	740	5700	19
P-045.80	120	45	105	49000	410	11000	10
P-045.90	180	45	154	50000	280	17000	7
P-050.20	30	50	33	48000	1600	3400	32
P-050.40	60	50	58	55000	910	7000	19
P-050.80	120	50	105	60000	500	14000	10

	Stellweg	Durchmesser OD	Länge L	Blockierkraft	Steifigkeit	Elektrische Kapazität	Resonanzfrequenz
P-050.90	180	50	154	61000	340	22000	7
P-056.20	30	56	33	60000	2000	4300	32
P-056.40	60	56	58	66000	1100	8900	19
P-056.80	120	56	105	76000	630	18000	10
P-056.90	180	56	154	78000	430	27000	7

Stellweg: bei 0 bis 1000 V. Toleranz -10 / 20 %.

Länge L: Toleranz  $\pm 0,5$  mm.

Blockierkraft: bei 0 bis 1000 V.

Elektrische Kapazität: gemessen bei 1 V<sub>pp</sub>, 1 kHz, RT, Toleranz  $\pm 20$  %.

Resonanzfrequenz: gemessen bei 1 V<sub>pp</sub>, unbelastet, beidseitig frei. Bei einseitiger Einspannung halbiert sich der Wert.

Piezokeramik: PIC151.

Standardanschlüsse: FEP-isolierte Anschlusslitzen, 100 mm, AWG 24,  $\varnothing$  1,15 mm.

Betriebsspannungsbereich: 0 bis 1000 V.

Betriebstemperaturbereich: -20 bis 85 °C.

Standardendstücke: Stahlscheiben, je nach Modell 0,5 bis 2 mm dick.

Mantelfläche: Schrumpfschlauch Polyolefin, schwarz.

Empfohlene Vorspannung für den dynamischen Betrieb: 15 MPa.

Maximale Vorspannung für konstante Krafterübung: 30 MPa.

Sonderausführungen und andere Spezifikationen auf Anfrage.

### PICA Power Piezoaktoren

	Stellweg	Durchmesser OD	Länge L	Blockierkraft	Steifigkeit	Elektrische Kapazität	Resonanzfrequenz
	$\mu\text{m}$	mm	mm	N	N/ $\mu\text{m}$	nF	kHz
P-010.00P	5	10	9	1200	240	17	129
P-010.10P	15	10	18	1800	120	46	64
P-010.20P	30	10	31	2100	68	90	37
P-010.40P	60	10	58	2200	37	180	20
P-010.80P	120	10	111	2300	19	370	10
P-016.10P	15	16	18	4500	300	130	64
P-016.20P	30	16	31	5400	180	250	37
P-016.40P	60	16	58	5600	94	510	20
P-016.80P	120	16	111	5900	49	1000	10
P-016.90P	180	16	163	6000	33	1600	7
P-025.10P	15	25	20	9900	660	320	58
P-025.20P	30	25	33	12000	400	630	35
P-025.40P	60	25	60	13000	220	1300	19
P-025.80P	120	25	113	14000	120	2600	10
P-025.90P	180	25	165	14000	80	4000	7
P-035.10P	15	35	21	18000	1200	530	55
P-035.20P	30	35	34	23000	760	1200	34
P-035.40P	60	35	61	26000	430	2500	19
P-035.80P	120	35	114	28000	230	5200	10
P-035.90P	180	35	166	29000	160	7800	7
P-045.20P	30	45	36	36000	1200	2100	32
P-045.40P	60	45	63	41000	680	4300	18
P-045.80P	120	45	116	44000	370	8800	10
P-045.90P	180	45	169	45000	250	13000	7
P-056.20P	30	56	36	54000	1800	3300	32
P-056.40P	60	56	63	66000	1100	6700	18
P-056.80P	120	56	116	68000	570	14000	10
P-056.90P	180	56	169	70000	390	21000	7

Stellweg: bei 0 bis 1000 V, Toleranz -10 / 20 %.  
 Länge L: Toleranz ±0,5 mm.  
 Blockierkraft: bei 0 bis 1000 V.  
 Elektrische Kapazität: gemessen bei 1 V<sub>pp</sub>, 1 kHz, RT, Toleranz ±20 %.  
 Resonanzfrequenz: gemessen bei 1 V<sub>pp</sub>, unbelastet, beidseitig frei. Bei einseitiger Einspannung halbiert sich der Wert.

Piezokeramik: PIC255.  
 Standardanschlüsse: FEP-isolierte Anschlusslitzen, 100 mm, AWG 24, Ø 1,15 mm.  
 Betriebsspannungsbereich: 0 bis 1000 V.  
 Betriebstemperaturbereich: -20 bis 150 °C.  
 Standardendstücke: Stahlscheiben, je nach Modell 0,5 bis 2 mm dick.  
 Mantelfläche: transparenter FEP-Schrumpfschlauch.  
 Empfohlene Vorspannung für den dynamischen Betrieb: 15 MPa.  
 Maximale Vorspannung für konstante Kraftausübung: 30 MPa.  
 Temperatursensor: PT 1000.

Sonderausführungen und andere Spezifikationen auf Anfrage.

**PICA Thru Ringaktoren**

	Stellweg	Durchmesser OD	Durchmesser ID	Länge L	Blockierkraft	Steifigkeit	Elektrische Kapazität	Resonanzfrequenz
	<i>µm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>N</i>	<i>N/µm</i>	<i>nF</i>	<i>kHz</i>
P-010.00H	5	10	5	7	1200	230	15	144
P-010.10H	15	10	5	15	1700	110	40	67
P-010.20H	30	10	5	27	1800	59	82	39
P-010.40H	60	10	5	54	1800	29	180	21
P-016.00H	5	16	8	7	2900	580	42	144
P-016.10H	15	16	8	15	4100	270	120	67
P-016.20H	30	16	8	27	4500	150	230	39
P-016.40H	60	16	8	52	4700	78	490	21
P-025.10H	15	25	16	16	7400	490	220	63
P-025.20H	30	25	16	27	8700	290	430	39
P-025.40H	60	25	16	51	9000	150	920	22
P-025.50H	80	25	16	66	9600	120	1200	17

Stellweg: bei 0 bis 1000 V, Toleranz -10 / 20 %.  
 Länge L: Toleranz ±0,5 mm.  
 Blockierkraft: bei 0 bis 1000 V.  
 Elektrische Kapazität: gemessen bei 1 V<sub>pp</sub>, 1 kHz, RT, Toleranz ±20 %.  
 Resonanzfrequenz: gemessen bei 1 V<sub>pp</sub>, unbelastet, beidseitig frei. Bei einseitiger Einspannung halbiert sich der Wert.

Piezokeramik: PIC151.  
 Standardanschlüsse: FEP-isolierte Anschlusslitzen, 100 mm, AWG 24, Ø 1,15 mm.  
 Betriebsspannungsbereich: 0 bis 1000 V.  
 Betriebstemperaturbereich: -20 bis 85 °C.  
 Standardendstücke: Keramikringe (passives PZT).  
 Mantelfläche: außen Schrumpfschlauch Polyolefin, schwarz; innen Epoxidharz.  
 Empfohlene Vorspannung für den dynamischen Betrieb: 15 MPa.  
 Maximale Vorspannung für konstante Kraftausübung: 30 MPa.

Sonderausführungen und andere Spezifikationen auf Anfrage.

## 10.1.2 Bemessungsdaten

P-0xx Piezoaktoren sind für die Betriebsgrößen in der nachfolgenden Tabelle ausgelegt.

### Zusatzinformationen zur Bemessungstabelle

- Maximale Betriebsfrequenz ohne Last und ohne Berücksichtigung thermischer Aspekte, Spalte A:

Die Werte gelten für einseitig eingespannte Piezoaktoren und sind wie folgt berechnet: Ein Drittel der Resonanzfrequenz des unbelasteten Piezoaktors (beidseitig freier Betrieb) geteilt durch zwei. Weitere Beschränkungen siehe "Übersicht begrenzender Faktoren" (S. 43).

- Maximale Betriebsfrequenz ohne Last, mit Berücksichtigung thermischer Aspekte, Spalte B:

Um ein Überschreiten der maximal zulässigen Betriebstemperatur zu vermeiden, darf bei einer Betriebsspannung von **1000 V Spitze-Spitze** der unbelastete, **ungekühlte** Piezoaktor maximal mit dieser Betriebsfrequenz betrieben werden. Bei kleineren Amplituden der Betriebsspannung und/oder Einsatz von Kühlungsmaßnahmen sind höhere Betriebsfrequenzen möglich. Weitere Beschränkungen siehe "Übersicht begrenzender Faktoren" (S. 43).

- Maximale Leistungsaufnahme:

Leistungsaufnahme des unbelasteten, ungekühlten Piezoaktors, der bei einer Betriebsspannung von **1000 V Spitze-Spitze** mit der Betriebsfrequenz aus Spalte B dieser Tabelle betrieben wird.

Piezoaktor	Maximaler Betriebsspannungsbereich 	Maximale Betriebsfrequenz ohne Last		Maximale Leistungsaufnahme 
		A: ohne Berücksichtigung thermischer Aspekte 	B: mit Berücksichtigung thermischer Aspekte 	
P-007.00	0 V bis 1000 V	21 kHz	112 Hz	1,6 W
P-007.10	0 V bis 1000 V	9,8 kHz	78 Hz	3,5 W
P-007.20	0 V bis 1000 V	6 kHz	69 Hz	5,9 W
P-007.40	0 V bis 1000 V	3,3 kHz	64 Hz	11 W
P-010.00	0 V bis 1000 V	21 kHz	86 Hz	2,4 W
P-010.10	0 V bis 1000 V	9,8 kHz	61 Hz	5,1 W
P-010.20	0 V bis 1000 V	5,8 kHz	52 Hz	9,1 W
P-010.40	0 V bis 1000 V	3,3 kHz	49 Hz	17 W
P-010.80	0 V bis 1000 V	1,7 kHz	47 Hz	32 W

Piezoaktor	Maximaler Betriebsspannungsbereich 	Maximale Betriebsfrequenz ohne Last		Maximale Leistungsaufnahme  mit Berücksichtigung thermischer Aspekte 
		A:  ohne Berücksichtigung thermischer Aspekte 	B:  mit Berücksichtigung thermischer Aspekte 	
P-016.10	0 V bis 1000 V	9,8 kHz	34 Hz	8 W
P-016.20	0 V bis 1000 V	6 kHz	31 Hz	14 W
P-016.40	0 V bis 1000 V	3,3 kHz	29 Hz	26 W
P-016.80	0 V bis 1000 V	1,8 kHz	28 Hz	48 W
P-016.90	0 V bis 1000 V	1,2 kHz	27 Hz	72 W
P-025.10	0 V bis 1000 V	9,3 kHz	25 Hz	14 W
P-025.20	0 V bis 1000 V	5,8 kHz	21 Hz	23 W
P-025.40	0 V bis 1000 V	3,5 kHz	18 Hz	40 W
P-025.80	0 V bis 1000 V	1,8 kHz	17 Hz	76 W
P-025.90	0 V bis 1000 V	1,2 kHz	17 Hz	113 W
P-025.150	0 V bis 1000 V	0,8 kHz	16 Hz	154 W
P-025.200	0 V bis 1000 V	0,8 kHz	16 Hz	184 W
P-035.10	0 V bis 1000 V	8,5 kHz	22 Hz	21 W
P-035.20	0 V bis 1000 V	5,5 kHz	16 Hz	33 W
P-035.40	0 V bis 1000 V	3,2 kHz	13 Hz	59 W
P-035.80	0 V bis 1000 V	1,8 kHz	12 Hz	108 W
P-035.90	0 V bis 1000 V	1,2 kHz	12 Hz	159 W
P-045.20	0 V bis 1000 V	5,3 kHz	12 Hz	44 W
P-045.40	0 V bis 1000 V	3,2 kHz	10 Hz	78 W
P-045.80	0 V bis 1000 V	1,7 kHz	10 Hz	141 W
P-045.90	0 V bis 1000 V	1,2 kHz	9 Hz	207 W
P-050.20	0 V bis 1000 V	5,3 kHz	11 Hz	50 W
P-050.40	0 V bis 1000 V	3,2 kHz	9 Hz	88 W
P-050.80	0 V bis 1000 V	1,7 kHz	8 Hz	159 W
P-050.90	0 V bis 1000 V	1,2 kHz	8 Hz	233 W
P-056.20	0 V bis 1000 V	5,3 kHz	10 Hz	56 W
P-056.40	0 V bis 1000 V	3,2 kHz	8 Hz	99 W
P-056.80	0 V bis 1000 V	1,7 kHz	7 Hz	179 W
P-056.90	0 V bis 1000 V	1,2 kHz	7 Hz	263 W
P-010.00P	0 V bis 1000 V	21,5 kHz	101 Hz	2,4 W
P-010.10P	0 V bis 1000 V	10,7 kHz	76 Hz	4,7 W
P-010.20P	0 V bis 1000 V	6,2 kHz	67 Hz	8,1 W
P-010.40P	0 V bis 1000 V	3,3 kHz	63 Hz	15,2 W
P-010.80P	0 V bis 1000 V	1,7 kHz	59 Hz	29,1 W
P-016.10P	0 V bis 1000 V	10,7 kHz	43 Hz	7,5 W
P-016.20P	0 V bis 1000 V	6,2 kHz	39 Hz	12,9 W
P-016.40P	0 V bis 1000 V	3,3 kHz	35 Hz	24 W
P-016.80P	0 V bis 1000 V	1,7 kHz	35 Hz	46 W
P-016.90P	0 V bis 1000 V	1,2 kHz	32 Hz	68 W
P-025.10P	0 V bis 1000 V	9,7 kHz	31 Hz	13 W
P-025.20P	0 V bis 1000 V	5,8 kHz	26 Hz	22 W
P-025.40P	0 V bis 1000 V	3,2 kHz	23 Hz	39 W
P-025.80P	0 V bis 1000 V	1,7 kHz	21 Hz	74 W
P-025.90P	0 V bis 1000 V	1,2 kHz	20 Hz	109 W
P-035.10P	0 V bis 1000 V	9,2 kHz	27 Hz	19 W
P-035.20P	0 V bis 1000 V	5,7 kHz	19 Hz	31 W
P-035.40P	0 V bis 1000 V	3,2 kHz	16 Hz	55 W

Piezoaktor	Maximaler Betriebsspannungsbereich 	Maximale Betriebsfrequenz ohne Last		Maximale Leistungsaufnahme mit Berücksichtigung thermischer Aspekte 
		A: ohne Berücksichtigung thermischer Aspekte 	B: mit Berücksichtigung thermischer Aspekte 	
P-035.80P	0 V bis 1000 V	1,7 kHz	15 Hz	102 W
P-035.90P	0 V bis 1000 V	1,2 kHz	14 Hz	149 W
P-045.20P	0 V bis 1000 V	5,3 kHz	15 Hz	42 W
P-045.40P	0 V bis 1000 V	3 kHz	13 Hz	74 W
P-045.80P	0 V bis 1000 V	1,7 kHz	12 Hz	135 W
P-045.90P	0 V bis 1000 V	1,2 kHz	11 Hz	197 W
P-056.20P	0 V bis 1000 V	5,3 kHz	12 Hz	53 W
P-056.40P	0 V bis 1000 V	3 kHz	10 Hz	93 W
P-056.80P	0 V bis 1000 V	1,7 kHz	9 Hz	172 W
P-056.90P	0 V bis 1000 V	1,2 kHz	9 Hz	250 W
P-010.00H	0 V bis 1000 V	24 kHz	82 Hz	2 W
P-010.10H	0 V bis 1000 V	11,2 kHz	63 Hz	3 W
P-010.20H	0 V bis 1000 V	6,5 kHz	56 Hz	6 W
P-010.40H	0 V bis 1000 V	3,5 kHz	51 Hz	12 W
P-016.00H	0 V bis 1000 V	24 kHz	45 Hz	3 W
P-016.10H	0 V bis 1000 V	11,2 kHz	34 Hz	5 W
P-016.20H	0 V bis 1000 V	6,5 kHz	32 Hz	10 W
P-016.40H	0 V bis 1000 V	3,5 kHz	29 Hz	19 W
P-025.10H	0 V bis 1000 V	10,5 kHz	24 Hz	7 W
P-025.20H	0 V bis 1000 V	6,5 kHz	21 Hz	12 W
P-025.40H	0 V bis 1000 V	3,7 kHz	19 Hz	23 W
P-025.50H	0 V bis 1000 V	2,8 kHz	18 Hz	29 W

### 10.1.3 Druck-/Zugbelastbarkeit und Vorspannung

Piezokeramik hält einem Druck von bis zu 250 MPa stand, beginnt jedoch bereits bei wesentlich niedrigeren Druckbelastungen zu depolarisieren. Da gestapelte Piezoaktoren zudem aus unterschiedlichen Materialien (z. B. Piezokeramik, metallische Elektroden, Epoxid) gefertigt sind, hängt die mechanische Belastbarkeit nicht allein von der Festigkeit des keramischen Materials ab. Zusätzliche Parameter wie Schlankheitsgrad, Durchbiegung, Verkippung und Homogenität der Kraftereinleitung müssen berücksichtigt werden.

Die Zugbelastbarkeit von Piezoaktoren beträgt nur etwa 5 bis 10 % der Druckbelastbarkeit. Daher wird empfohlen, die Aktoren mechanisch vorzuspannen. Die Vorspannung sollte nur so hoch wie notwendig gewählt werden.

#### Druck-/Zugbelastbarkeit und Vorspannung des P-0xx

Art der mechanischen Spannung	P-0xx*
Maximale Druckbelastbarkeit	30 MPa
Maximale Zugbelastbarkeit ohne Vorspannung	2 MPa**
Empfohlene Vorspannung für den dynamischen Betrieb	15 MPa
Maximale Vorspannung für konstante Kraftausübung	30 MPa

\*1 MPa entspricht einem Druck von 1 N pro Quadratmillimeter Grundfläche des Piezoaktors. Aktordurchmesser siehe Datentabelle (S. 57).

\*\*Abhängig von der Festigkeit der Klebeverbindungen (S. 28)

### 10.1.4 Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen

Folgende Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen sind für den P-0xx zu beachten:

Einsatzbereich	Nur zur Verwendung in Innenräumen
Luftdruck	>500 hPa oder <1 hPa
Relative Luftfeuchte	Höchste relative Luftfeuchte 50 % Dauerbetrieb mit hoher statischer Spannung in feuchter Umgebung führt zu einer erheblichen Verringerung der Lebensdauer des Piezoaktors. ➤ Beachten Sie die Hinweise zur Lebensdauer im Abschnitt "Allgemeine Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb" (S. 37).
Betriebstemperatur	Modelle P-007 - P-056 und Modelle P-010.xxH - P-025.xxH: -20 °C bis 85 °C Modelle P-010.xxP - P-056.xxP: -20 °C bis 150 °C
Lagertemperatur	-20 °C bis 80 °C
Transporttemperatur	-20 °C bis 80 °C
Überspannungskategorie	II
Verschmutzungsgrad	1

Der P-0xx ist für den Einbau in Geräte vorgesehen, die folgende Klassifizierungen erfüllen:

Schutzklasse	I
Schutzart gemäß IEC 60529	IP20

## 10.2 Abmessungen

Abmessungen in mm.

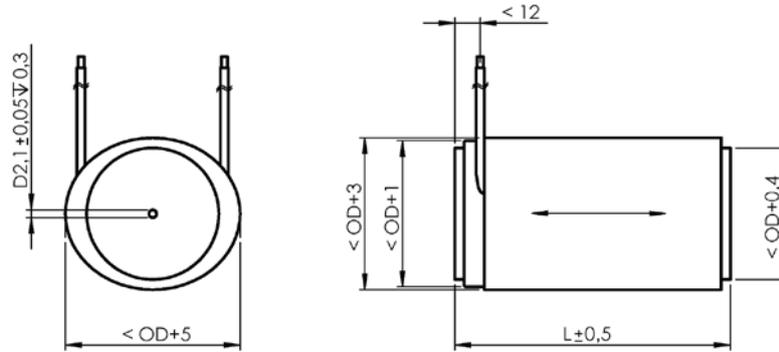


Abb. 14: P-007 - P-056 (PICA Stack): L, OD siehe Datentabelle

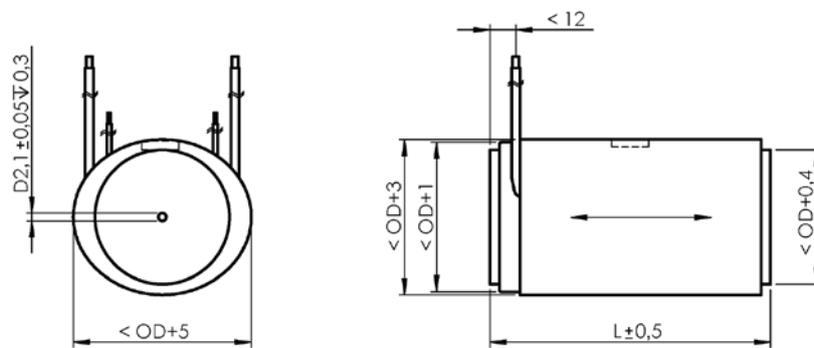


Abb. 15: P-010.xxP - P-056.xxP (PICA Power): L, OD siehe Datentabelle

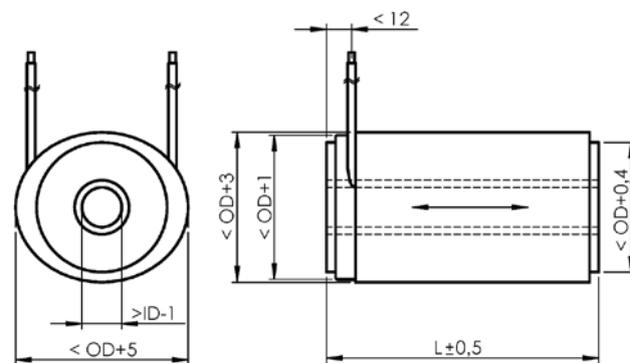


Abb. 16: P-010.xxH - P-025.xxH (PICA Thru): L, ID, OD siehe Datentabelle



## 11 Altgerät entsorgen

Nach geltendem EU-Recht dürfen Elektrogeräte in den Mitgliedsstaaten der EU nicht über den kommunalen Restmüll entsorgt werden.

Entsorgen Sie das Altgerät unter Beachtung der internationalen, nationalen und regionalen Richtlinien.

Um der Produktverantwortung als Hersteller gerecht zu werden, übernimmt die PI Ceramic GmbH kostenfrei die umweltgerechte Entsorgung eines PI-Altgerätes, sofern es nach dem 13. August 2005 in Verkehr gebracht wurde.

Falls Sie ein solches Altgerät von PI besitzen, können Sie es versandkostenfrei an folgende Adresse senden:

PI Ceramic GmbH  
Lindenstraße  
D-07589 Lederhose





## 12 EG-Konformitätserklärung

Für den P-0xx wurde eine EG-Konformitätserklärung gemäß den folgenden europäischen Richtlinien ausgestellt:

2011/65/EU, RoHS-Richtlinie

Die zum Nachweis der Konformität zugrunde gelegten Normen sind nachfolgend aufgelistet.

RoHS: EN 50581:2012

Wenn ein elektrisches Betriebsmittel für den Einbau in ein anderes elektrisches Betriebsmittel vorgesehen ist: Der Betreiber ist für die normgerechte Einbindung des elektrischen Betriebsmittels in das Gesamtsystem verantwortlich.

