

## MP138D U-521 Lineartisch Benutzerhandbuch

Version: 2.0.0

Datum: 24.07.2024



### Dieses Dokument beschreibt die folgenden Produkte:

- **U-521.23**  
PILine® Lineartisch; PILINE® Piezomotor, Leistungsklasse 1; 18 mm Stellweg; 2 N Belastbarkeit; 200 mm/s maximale Geschwindigkeit; inkrementeller Linearencoder, 400 nm Sensorauflösung; 1,5 m Kabellänge
- **U-521.23V**  
PILine® Lineartisch; PILINE® Piezomotor, Leistungsklasse 1; 18 mm Stellweg; 2 N Belastbarkeit; 200 mm/s maximale Geschwindigkeit; inkrementeller Linearencoder, 400 nm Sensorauflösung; vakuumkompatibel bis  $10^{-6}$  hPa; 1 m Kabellänge
- **U-521.24**  
PILine® Lineartisch; PILINE® Piezomotor, Leistungsklasse 1; 18 mm Stellweg; 2 N Belastbarkeit; 200 mm/s maximale Geschwindigkeit; inkrementeller Linearencoder, 100 nm Sensorauflösung; 1,5 m Kabellänge



Die folgenden aufgeführten Firmennamen oder Marken sind eingetragene Warenzeichen der Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG:

PI®, NanoCube®, PICMA®, PIFOC®, PILine®, NEXLINE®, PiezoWalk®, PicoCube®, PiezoMove®, PIMikroMove®, NEXACT®, Picoactuator®, PInano®, NEXSHIFT®, PITOUCH®, PIMag®, PIHera, Q-Motion®

© 2024 Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG, Karlsruhe, Deutschland. Die Texte, Bilder und Zeichnungen dieses Handbuchs sind urheberrechtlich geschützt. Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG behält insoweit sämtliche Rechte vor. Die Verwendung dieser Texte, Bilder und Zeichnungen ist nur auszugsweise und nur unter Angabe der Quelle erlaubt.

Originalbetriebsanleitung

Erstdruck: 24.07.2024

Dokumentnummer: MP138D, CBo, Version 2.0.0

Änderungen vorbehalten. Dieses Handbuch verliert seine Gültigkeit mit Erscheinen einer neuen Revision. Die jeweils aktuelle Revision ist auf unserer Website zum Herunterladen (S. 3) verfügbar.

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Über dieses Dokument</b>	<b>1</b>
1.1	Ziel und Zielgruppe dieses Benutzerhandbuchs.....	1
1.2	Symbole und Kennzeichnungen .....	1
1.3	Begriffserklärung .....	2
1.4	Abbildungen .....	2
1.5	Mitgeltende Dokumente .....	3
1.6	Handbücher herunterladen.....	3
<b>2</b>	<b>Sicherheit</b>	<b>5</b>
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	5
2.2	Allgemeine Sicherheitshinweise.....	5
2.3	Organisatorische Maßnahmen.....	6
<b>3</b>	<b>Produktbeschreibung</b>	<b>7</b>
3.1	Modellübersicht .....	7
3.2	Produktansicht .....	8
3.3	Produktbeschriftung.....	9
3.4	Lieferumfang .....	10
3.5	Geeignete Controller .....	10
3.6	Optionales Zubehör.....	10
3.7	Technische Ausstattung .....	11
3.7.1	Linearencoder.....	11
3.7.2	Referenzschalter.....	11
3.7.3	ID-Chip .....	11
<b>4</b>	<b>Auspacken</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Installation</b>	<b>15</b>
5.1	Allgemeine Hinweise zur Installation .....	15
5.2	U-521 auf Unterlage befestigen und an Schutzleiter anschließen.....	17
5.3	Last am U-521 befestigen.....	21
5.4	Mehrachssystem aufbauen .....	22
5.4.1	Allgemeine Hinweise für den Aufbau eines Mehrachssystems .....	22
5.4.2	XY-System aufbauen.....	23
5.5	Vakuumversion an Controller anschließen .....	25

<b>6</b>	<b>Inbetriebnahme und Betrieb</b>	<b>27</b>
6.1	Allgemeine Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb.....	27
6.2	U-521 in Betrieb nehmen .....	31
6.3	Anpassung der Parameterwerte bei Verwendung von Verlängerungskabeln.....	32
<b>7</b>	<b>Wartung</b>	<b>33</b>
7.1	Allgemeine Hinweise zur Wartung .....	33
7.2	Wartungsfahrt durchführen .....	33
7.3	U-521 reinigen.....	34
<b>8</b>	<b>Störungsbehebung</b>	<b>35</b>
<b>9</b>	<b>Kundendienst</b>	<b>37</b>
<b>10</b>	<b>Technische Daten</b>	<b>39</b>
10.1	Spezifikationen .....	39
10.1.1	Datentabelle .....	39
10.1.2	Referenzschalter-Spezifikationen .....	41
10.1.3	Bemessungsdaten.....	41
10.1.4	Spezifikationen für vakuumtaugliche Modelle.....	41
10.2	Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen .....	42
10.3	Motorleistung.....	43
10.3.1	Motorleistung und Betriebsspannung.....	43
10.3.2	Geschwindigkeit und dynamische Kraft .....	44
10.3.3	Motorleistung und Lebensdauer .....	44
10.3.4	Beeinflussung der statischen Haltekraft durch Stillstandszeiten .....	45
10.4	Abmessungen .....	46
10.5	Pinbelegung.....	47
<b>11</b>	<b>Altgerät entsorgen</b>	<b>49</b>
<b>12</b>	<b>Europäische Konformitätserklärungen</b>	<b>51</b>

# 1 Über dieses Dokument

## In diesem Kapitel

Ziel und Zielgruppe dieses Benutzerhandbuchs .....	1
Symbole und Kennzeichnungen.....	1
Begriffserklärung.....	2
Abbildungen.....	2
Mitgeltende Dokumente .....	3
Handbücher herunterladen .....	3

### 1.1 Ziel und Zielgruppe dieses Benutzerhandbuchs

Dieses Benutzerhandbuch enthält die erforderlichen Informationen für die bestimmungsgemäße Verwendung des U-521.

Grundsätzliches Wissen zu geregelten Systemen, zu Konzepten der Bewegungssteuerung und zu geeigneten Sicherheitsmaßnahmen wird vorausgesetzt.

### 1.2 Symbole und Kennzeichnungen

In diesem Benutzerhandbuch werden folgende Symbole und Kennzeichnungen verwendet:

#### **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)
 	Warnzeichen auf dem Produkt, die auf ausführliche Informationen in diesem Handbuch verweisen.

### 1.3 Begriffserklärung

Begriff	Erklärung
Positionierer	Elektrisch angetriebene Mechanik (hier: U-521) mit einer oder mehreren Bewegungsachsen
Belastbarkeit	Maximale Belastbarkeit vertikal, wenn der Positionierer horizontal montiert ist. Der Angriffspunkt der Last liegt in der Mitte der Bewegungsplattform. Die Belastbarkeit des U-521 finden Sie im Abschnitt "Spezifikationen" (S. 39) unter "Zulässige Druckkraft in Z".
Linearencoder	Der Linearencoder ist ein inkrementeller Sensor zur Erfassung von Lageänderungen. Die Signale des Sensors werden für die Rückmeldung der Achsenposition verwendet. Nach dem Einschalten des Controllers muss eine Referenzwertbestimmung durchgeführt werden, bevor absolute Zielpositionen kommandiert und erreicht werden können.

### 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.

Beschreibung	Dokument
C-867.1U PILine® Controller	MS223D Benutzerhandbuch
C-867.2U2 PILine® Controller	MS231D Benutzerhandbuch
C-877.1U11 PILine® Controller	MS232D Benutzerhandbuch
C-867.10C885 PILine® Controller-Modul	C867T0017 Benutzerhandbuch
PIMikroMove®	SM148E Softwarehandbuch
PILine® Positionierer	MP121EK Kurzanleitung

## 1.6 Handbücher herunterladen

### INFORMATION

Wenn ein Handbuch fehlt oder Probleme beim Herunterladen auftreten:

- Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 37).

### Handbücher herunterladen

1. Öffnen Sie die Website **www.pi.de**.
2. Suchen Sie auf der Website nach der Produktnummer (z. B. U-521).
3. Um die Produktdetailseite zu öffnen, wählen Sie in den Suchergebnissen das Produkt.
4. Wählen Sie **Downloads**.

Die Handbücher werden unter **Dokumentation** angezeigt. Softwarehandbücher werden unter **Allgemeine Software-Dokumentation** angezeigt.

5. Wählen Sie für das gewünschte Handbuch **HINZUFÜGEN** und dann **ANFORDERN**.
6. Füllen Sie das Anfrageformular aus und wählen Sie **ANFRAGE SENDEN**.

Der Download-Link wird an die eingegebene E-Mail-Adresse gesendet.



## 2 Sicherheit

### In diesem Kapitel

Bestimmungsgemäße Verwendung.....	5
Allgemeine Sicherheitshinweise .....	5
Organisatorische Maßnahmen .....	6

### 2.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der U-521 ist ein Laborgerät im Sinne der DIN EN 61010-1. Er ist für die Verwendung in Innenräumen und in einer Umgebung vorgesehen, die frei von Schmutz, Öl und Schmiermitteln ist.

Entsprechend seiner Bauform ist der U-521 für die Positionierung, Justierung und Verschiebung von Lasten in einer Achse bei verschiedenen Geschwindigkeiten im Intervallbetrieb vorgesehen. Der U-521 ist **nicht** vorgesehen für Anwendungen in Bereichen, in denen ein Ausfall erhebliche Risiken für Mensch oder Umwelt zur Folge hätte.

Die bestimmungsgemäße Verwendung des U-521 ist nur in komplett montiertem und angeschlossenem Zustand möglich.

Der U-521 verwendet als Antrieb einen PILine® Ultraschall-Piezolinearmotor und muss mit einem geeigneten Controller (S. 10) betrieben werden. Der Controller ist nicht im Lieferumfang des U-521 enthalten.

### 2.2 Allgemeine Sicherheitshinweise

Der U-521 ist nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Bei unsachgemäßer Verwendung des U-521 können Benutzer gefährdet werden und/oder Schäden am U-521 entstehen.

- Benutzen Sie den U-521 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 U-521 verantwortlich.

Piezomotoren werden von Piezoaktoren angetrieben. Piezoaktoren können nach dem Trennen von der Elektronik für einige Stunden elektrisch geladen bleiben. Auch Temperaturschwankungen können Ladungen in Piezoaktoren erzeugen. Das Berühren geladener Teile des U-521 kann zu leichten Verletzungen durch Stromschlag führen.

- Öffnen Sie den U-521 **nicht**.
- Berühren Sie **nicht** die Kontakte im Anschlussstecker des U-521.

Bei fehlendem oder nicht ordnungsgemäß angeschlossenem Schutzleiter können im Falle eines Fehlers oder Defekts gefährliche Berührungsspannungen am U-521 entstehen. Wenn Berührungsspannungen vorhanden sind, kann das Berühren des U-521 zu leichten Verletzungen durch Stromschlag führen.

- Schließen Sie den U-521 vor Inbetriebnahme an einen Schutzleiter an (S. 17).
- Entfernen Sie den Schutzleiter **nicht** während des Betriebs.
- Wenn der Schutzleiter vorübergehend entfernt werden muss (z. B. bei Umbauten), schließen Sie den U-521 vor erneuter Inbetriebnahme wieder an den Schutzleiter an.

Mechanische Kräfte können den U-521 beschädigen oder dejustieren.

- Vermeiden Sie Stöße, die auf den U-521 einwirken.
- Lassen Sie den U-521 **nicht** fallen.
- Überschreiten Sie **nicht** die maximal zulässigen Belastungen (S. 39).

## 2.3 Organisatorische Maßnahmen

### Benutzerhandbuch

- Halten Sie dieses Benutzerhandbuch ständig am U-521 verfügbar. Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 3) bereit.
- Fügen Sie alle vom Hersteller bereitgestellten Informationen, z. B. Ergänzungen und Technical Notes, zum Benutzerhandbuch hinzu.
- Wenn Sie den U-521 an Dritte 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 leichten Verletzungen und zu Sachschäden führen.
- Installieren und bedienen Sie den U-521 nur, nachdem Sie dieses Benutzerhandbuch gelesen und verstanden haben.

### Personalqualifikation

Nur autorisiertes und entsprechend qualifiziertes Personal darf den U-521 installieren, in Betrieb nehmen, bedienen, warten und reinigen.

## 3 Produktbeschreibung

### In diesem Kapitel

Modellübersicht.....	7
Produktansicht.....	8
Produktbeschriftung.....	9
Lieferumfang.....	10
Geeignete Controller.....	10
Optionales Zubehör.....	10
Technische Ausstattung.....	11

### 3.1 Modellübersicht

Der U-521 ist in folgenden Ausführungen erhältlich:

Modell	Beschreibung
U-521.23	PILine® Lineartisch; PILine® Piezomotor, Leistungsklasse 1; 18 mm Stellweg; 2 N Belastbarkeit; 200 mm/s maximale Geschwindigkeit; inkrementeller Linearencoder, 400 nm Sensorauflösung; 1,5 m Kabellänge
U-521.23V	PILine® Lineartisch; PILine® Piezomotor, Leistungsklasse 1; 18 mm Stellweg; 2 N Belastbarkeit; 200 mm/s maximale Geschwindigkeit; inkrementeller Linearencoder, 400 nm Sensorauflösung; vakuumkompatibel bis 10 <sup>-6</sup> hPa; 1 m Kabellänge
U-521.24	PILine® Lineartisch; PILine® Piezomotor, Leistungsklasse 1; 18 mm Stellweg; 2 N Belastbarkeit; 200 mm/s maximale Geschwindigkeit; inkrementeller Linearencoder, 100 nm Sensorauflösung; 1,5 m Kabellänge

### 3.2 Produktansicht

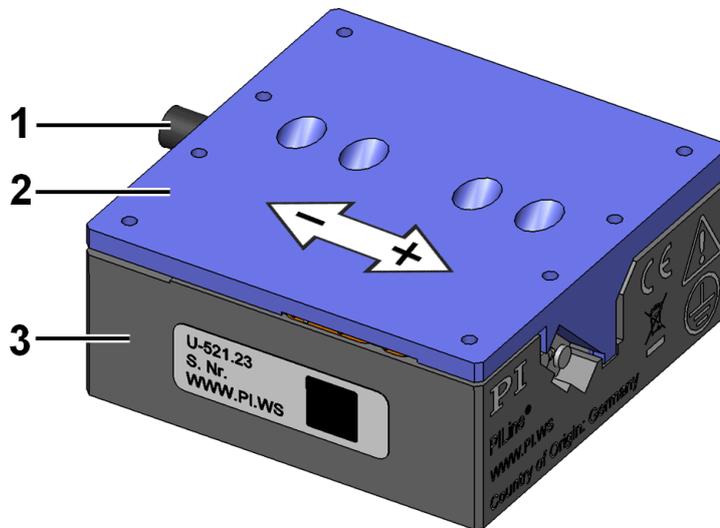


Abbildung 1: U-521 Produktansicht

- 1 Kabelabgang
- 2 Bewegungsplattform
- 3 Grundkörper

Doppelpfeil: Bewegungsrichtungen des Positionierers

### 3.3 Produktbeschriftung

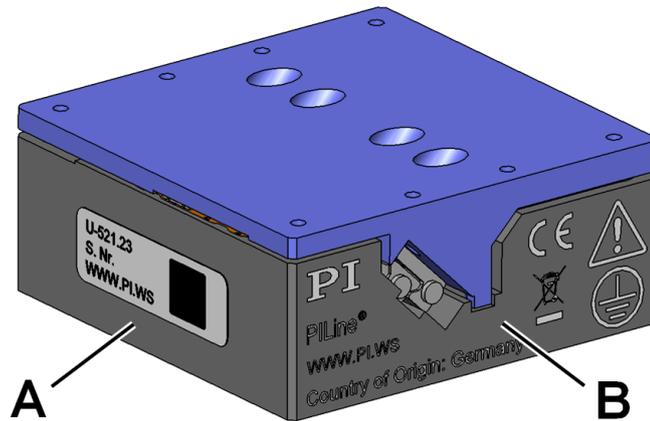


Abbildung 2: U-521: Position der Produktbeschriftung (exemplarische Ansicht)

Position	Beschriftung	Beschreibung
A	U-521.23	Produktbezeichnung (Beispiel), die Stellen nach dem Punkt kennzeichnen das Modell
A	123456789	Seriennummer (Beispiel), individuell für jeden U-521 Bedeutung der Stellen (Zählung von links): 1 = interne Information, 2 und 3 = Herstellungsjahr, 4 bis 9 = fortlaufende Nummer
A+B	WWW.PI.WS	Herstelleradresse (Website)
A		DataMatrix-Code (Beispiel; enthält die Seriennummer)
B		Herstellerlogo
B	PILine®	Markenname
B	Country of origin: Germany	Herkunftsland
B		Konformitätszeichen CE
B		Altgeräteentsorgung (S. 49)
B		Warnzeichen "Handbuch beachten!"
B		Schutzleitersymbol (S. 17)



Abbildung 3: Warnzeichen "Restspannung" auf Anschlussstecker des U-521  
Hinweis auf Stromschlaggefahr (S. 5)

### 3.4 Lieferumfang

Produktnummer	Beschreibung
U-521	Positionierer gemäß Bestellung (S. 7)
000055389	Schraubensatz: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 4 Zylinderschrauben M1,6x8 ISO4762</li> <li>▪ 1 Sechskant-Winkelschraubendreher</li> </ul>
MP121EK	Kurzanleitung für PILine® Positionierer

### 3.5 Geeignete Controller

Produktnummer	Beschreibung
C-867.1U	Piezomotorcontroller für PILine® Systeme, 1 Achse, USB, RS-232, SPI, I/O, analoger Joystick, vernetzbar über Daisy-Chain
C-867.2U2	Piezomotorcontroller für PILine® Systeme, 2 Achsen, USB, RS-232, TCP/IP, SPI, I/O, analoger oder digitaler Joystick, vernetzbar über Daisy-Chain
C-877.1U11	Kompakter, preisgünstiger Piezomotorcontroller / Treiber, 1 Achse, für PILine® Systeme mit geringer Leistungsaufnahme
C-867.10C885	Motion-Controller-Modul für PILine® Piezomotor-Systeme der Leistungsklassen 1 und 2, 1 Achse, D-Sub 15, für PIMotionMaster, PID-Regler

- Wenden Sie sich bei Bestellungen an den Kundendienst (S. 37).

### 3.6 Optionales Zubehör

Produktnummer	Beschreibung
C-815.VF	Vakuumdurchführung, D-Sub 15 (m/f), einschließlich Technical Note C815T0003
U-600.A01	Verlängerungskabel für PILine®, D-Sub 15-pol., 1 m*
U-600.A03	Verlängerungskabel für PILine®, D-Sub 15-pol., 3 m*
U-600.A05	Verlängerungskabel für PILine®, D-Sub 15-pol., 5 m*

\* Andere Kabellängen auf Anfrage erhältlich.

- Wenden Sie sich bei Bestellungen an den Kundendienst (S. 37).

## **3.7 Technische Ausstattung**

### **3.7.1 Linearencoder**

Der U-521 ist mit einem optischen Linearencoder ausgestattet. Auflösung siehe Tabelle im Abschnitt "Spezifikationen" (S. 39).

Optische Linearencoder messen die Ist-Position direkt (Direktmetrologie). Fehler im Antriebsstrang, wie z. B. Nichtlinearität, Umkehrspiel oder elastische Deformation, können die Positionsmessung nicht beeinflussen.

### **3.7.2 Referenzschalter**

Der U-521 ist mit einem richtungserkennenden Referenzschalter ausgestattet, der ungefähr in der Mitte des Stellwegs angebracht ist. Dieser Sensor sendet ein TTL-Signal, das anzeigt, ob sich der Positionierer auf der positiven oder negativen Seite des Referenzschalters befindet.

Die Befehle, die das Referenzsignal verwenden, sind im Benutzerhandbuch des Controllers und/oder in den entsprechenden Softwarehandbüchern beschrieben.

Weitere Informationen siehe "Referenzschalter-Spezifikationen" (S. 41).

### **3.7.3 ID-Chip**

Die Positionierer U-521 enthalten im Anschlussstecker einen ID-Chip. Auf dem ID-Chip sind Informationen zum Positionierer als Parameter gespeichert (z. B. Typ, Seriennummer, Herstellungsdatum, Version der Hardware).

Beim Einschalten oder Neustart lesen Controller von PI die Daten vom ID-Chip aus.

Weitere Informationen zur ID-Chip-Erkennung finden Sie im Handbuch des verwendeten Controllers.



## 4 Auspacken

### **INFORMATION**

Beim Umgang mit dem Vakuummodell des Positionierers muss auf entsprechende Sauberkeit geachtet werden. Bei PI werden alle Teile vor dem Zusammenbau gereinigt. Während der Montage und während des Messens wird mit puderfreien Handschuhen gearbeitet. Danach wird der Positionierer noch einmal per Wischreinigung gesäubert und doppelt in vakuumtaugliche Folie eingeschweißt.

- Berühren Sie den Positionierer nur mit puderfreien Handschuhen.
- Wenn notwendig, säubern Sie den Positionierer per Wischreinigung nach dem Auspacken.

1. Packen Sie den U-521 vorsichtig aus.
2. Vergleichen Sie die erhaltene Lieferung mit dem Lieferumfang laut Vertrag und mit dem Lieferschein.
3. Überprüfen Sie den Inhalt auf Anzeichen von Schäden. Bei Schäden oder fehlenden Teilen wenden Sie sich sofort an unseren Kundendienst (S. 37).
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.....	15
U-521 auf Unterlage befestigen und an Schutzleiter anschließen .....	17
Last am U-521 befestigen .....	21
Mehrachssystem aufbauen.....	22
Vakuumversion an Controller anschließen.....	25

### 5.1 Allgemeine Hinweise zur Installation

#### VORSICHT



#### Gefährliche Spannung und Restladung auf Piezoaktoren!

Piezomotoren werden von Piezoaktoren angetrieben. Piezoaktoren können nach dem Trennen von der Elektronik für einige Stunden elektrisch geladen bleiben. Auch Temperaturschwankungen können Ladungen in Piezoaktoren erzeugen. Das Berühren oder Kurzschließen der Kontakte im Anschlussstecker des U-521 kann zu leichten Verletzungen durch Stromschlag führen.

- Berühren Sie **nicht** die Kontakte im Anschlussstecker des U-521.

#### HINWEIS



#### Schmiermittel, Schmutz, Kondenswasser!

Schmutz, Öl, Schmiermittel und Kondenswasser machen den Motor/Antrieb funktionsunfähig.

- Halten Sie den Piezomotor des U-521 frei von Schmiermitteln.
- Halten Sie den U-521 frei von Schmutz und Kondenswasser.

#### HINWEIS



#### Erwärmung des U-521 während des Betriebs!

Die während des Betriebs des U-521 abgegebene Wärme kann Ihre Anwendung beeinträchtigen.

- Installieren Sie den U-521 so, dass die Anwendung nicht durch die abgegebene Wärme beeinträchtigt wird.

**HINWEIS****Ungeeignete Kabel!**

Ungeeignete Kabel können Schäden am Controller verursachen und die Leistung des U-521 beeinflussen.

- Verwenden Sie für den Anschluss des U-521 an den Controller nur Originalteile von PI.
- Wenn Sie längere Kabel benötigen, verwenden Sie Verlängerungskabel von PI (S. 10).

**INFORMATION**

Für optimale Wiederholgenauigkeit müssen alle Komponenten fest miteinander verbunden sein.

**INFORMATION**

Beim manuellen Verschieben der Bewegungsplattform im unbestromten Zustand können über den Stellweg hinweg Unterschiede in der Haltekraft spürbar sein.

Diese Schwankungen der Haltekraft sind mechanisch bedingt und haben keine Auswirkungen auf die Funktion des Positionierers.

- Wenn möglich, führen Sie eine Simulation der Positioniererbewegungen mit montierter Last oder geeignete Berechnungen durch, um Kollisionen und ungünstige Schwerpunktkonstellationen zu erkennen.
- Wenn nötig, treffen Sie geeignete konstruktive Maßnahmen, um Kollisionen und Instabilitäten im Gesamtsystem zu vermeiden.
- Vermeiden oder kennzeichnen Sie Gefahrenbereiche, die durch den Einbau des Positionierers und durch die Anwendung entstehen, gemäß den gesetzlichen Vorschriften.

Für weitere Informationen zu den Einsatzbedingungen beachten Sie die Angaben im Abschnitt "Motorleistung" (S. 43).

## 5.2 U-521 auf Unterlage befestigen und an Schutzleiter anschließen

### HINWEIS



#### Hervorstehende Schraubenköpfe!

Hervorstehende Schraubenköpfe können den U-521 beschädigen.

- Stellen Sie sicher, dass die Schraubenköpfe in den Montagebohrungen vollständig versenkt sind und die Bewegung nicht beeinträchtigen.

### HINWEIS



#### Zu lange Schrauben!

Beim Befestigen von unten: Zu tief eingebrachte Schrauben können den U-521 beschädigen.

- Beachten Sie die Tiefe der Montagebohrungen im Grundkörper des U-521 (S. 46).
- Verwenden Sie nur Schrauben mit der richtigen Länge für die entsprechenden Montagebohrungen.

### HINWEIS



#### Verspannen des Grundkörpers!

Ungeeignete Montage kann den Grundkörper verspannen. Ein Verspannen des Grundkörpers erhöht den Verschleiß und verringert die Genauigkeit.

- Befestigen Sie den U-521 auf ebener Grundfläche. Die empfohlene Ebenheit der Grundfläche beträgt 10 µm.
- Bei Anwendungen mit großen Temperaturschwankungen: Befestigen Sie den U-521 nur auf Grundflächen, die möglichst dieselben Wärmeausdehnungseigenschaften wie der U-521 besitzen (z. B. Grundflächen aus Aluminium).

### INFORMATION

Der Kontakt des U-521 zum Schutzleiter wird wie folgt hergestellt:

- Drei Montagebohrungen im Grundkörper des U-521
- Geeignete, leitfähige Schrauben (S. 10)
- Schutzleiter ist an Unterlage angeschlossen, auf der der U-521 befestigt wird

### INFORMATION

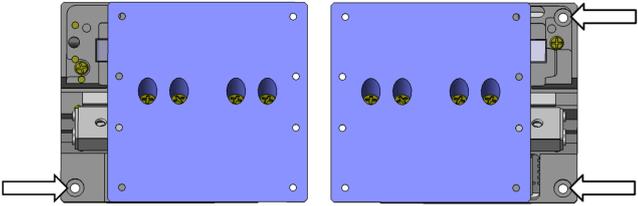
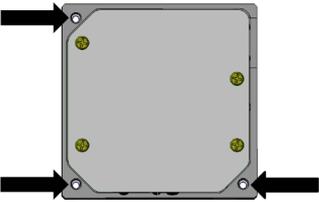
- Beachten Sie die jeweils geltenden Normen für die Schutzleiterbefestigung.

### INFORMATION

Die Bewegungsrichtungen des U-521 sind in der Produktansicht (S. 8) angegeben.

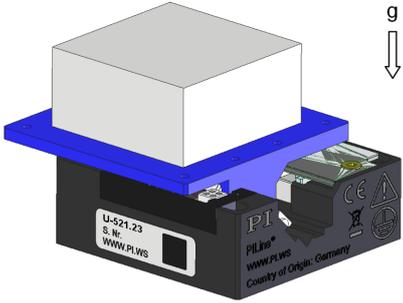
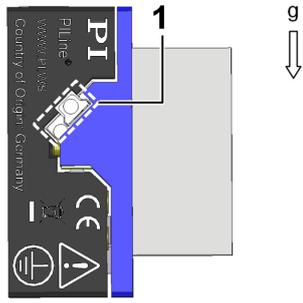
### Verwendungsmöglichkeiten der Montagebohrungen

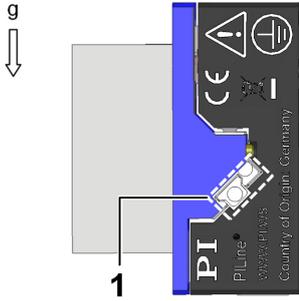
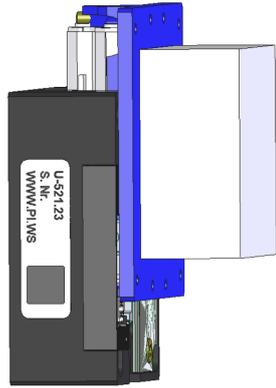
Die drei Montagebohrungen im Grundkörper des U-521 sind für folgende Montagemöglichkeiten vorgesehen:

Montagemöglichkeit	Ansicht der Montagebohrungen
<p>Standard:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Befestigen mit Schrauben M1,6 von oben, in die Unterlage müssen Gewindebohrungen M1,6 eingebracht werden</li> </ul>	 <p>Abbildung 4: U-521, Ansicht von oben: Senkbohrungen für die Montage mit Schrauben M1,6</p>
<p>Alternative:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Befestigen mit Schrauben M2 von unten, die Gewinde M2 der Montagebohrungen des U-521 werden verwendet</li> </ul>	 <p>Abbildung 5: U-521, Ansicht von unten: Gewindebohrungen für die Montage mit Schrauben M2</p>

### Mögliche Ausrichtungen des U-521

Der U-521 kann in verschiedenen Ausrichtungen auf eine Unterlage montiert werden.

Optimal:	Optimal:
 <p>g = Schwerkraft Horizontale Montage des Positionierers</p>	 <p>g = Schwerkraft, 1 = Führung Vertikale Montage mit horizontaler Ausrichtung der Bewegungsachse, die Führung zeigt nach oben.</p>

Nicht empfohlen:	Nicht empfohlen:
 <p>g = Schwerkraft, 1 = Führung</p> <p>Vertikale Montage mit horizontaler Ausrichtung der Bewegungsachse, die Führung zeigt nach unten: Die erhöhte Belastung der Führung kann die Lebensdauer des U-521 verringern.</p>	 <p>g = Schwerkraft</p> <p>Vertikale Ausrichtung der Bewegungsachse: Die erhöhte Belastung des Motors kann die Lebensdauer des U-521 verringern. Schwerkraftausgleich in Abhängigkeit von der Last erforderlich (siehe unten).</p>

### INFORMATION

Ohne Schwerkraftausgleich kann der U-521 bei vertikal ausgerichteter Bewegungsachse eine maximale Last von 100 g zuverlässig bewegen. Die Geschwindigkeit ist entsprechend verringert, siehe "Geschwindigkeit und dynamische Kraft" (S. 44).

Wenn Sie den U-521 bei vertikal ausgerichteter Bewegungsachse mit einer Last >100 g betreiben möchten:

- Installieren Sie einen geeigneten Schwerkraftausgleich. Kontaktieren Sie unseren Kundendienst (S. 37) für Details zum Schwerkraftausgleich.

### Voraussetzungen

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 15).
- ✓ Sie haben eine geeignete Unterlage bereitgestellt (für die erforderliche Lage und Tiefe der Bohrungen zur Aufnahme der Schrauben siehe "Abmessungen" (S. 46)).
  - Die Unterlage muss an den Schutzleiter angeschlossen sein.
  - Bei Montage von oben: Drei Bohrungen M1,6 mit einer Gewindetiefe von mindestens 5 mm sind vorhanden.
  - Bei Montage von unten: Drei Durchgangsbohrungen für Schrauben M2 sind vorhanden.
  - Die Bohrungen zur Aufnahme der Schrauben müssen ausreichend leitfähig sein, um die ordnungsgemäße Funktion des Schutzleiters sicherzustellen.
  - Die Ebenheit der Oberfläche ist  $\leq 10 \mu\text{m}$ .
  - Bei Anwendungen mit großen Temperaturschwankungen: Die Unterlage besitzt möglichst dieselben Wärmeausdehnungseigenschaften wie der U-521 (z. B. Unterlage aus Aluminium).

- ✓ Sie haben den Platzbedarf für eine knickfreie und vorschriftsmäßige Kabelführung berücksichtigt.
- ✓ Der U-521 ist **nicht** mit dem Controller verbunden.

### Werkzeug und Zubehör

- Geeigneter Schutzleiter: Kabelquerschnitt  $\geq 0,75 \text{ mm}^2$
- Montagezubehör aus dem Lieferumfang (S. 10):
  - 3 Schrauben M1,6
  - Sechskant-Winkelschraubendreher
- Alternativ (nicht im Lieferumfang):
  - 3 elektrisch leitende Schrauben M2 von geeigneter Länge (S. 46)
  - Geeigneter Schraubendreher

### U-521 auf Unterlage befestigen und an Schutzleiter anschließen

1. Richten Sie den U-521 so auf der Unterlage aus, dass sich die entsprechenden Bohrungen in U-521 und Unterlage überdecken.
2. Befestigen Sie den U-521 von oben **oder** von unten auf der Unterlage:  
Montage von oben mit drei Schrauben M1,6x5:
  - a) Verschieben Sie per Hand die Bewegungsplattform des U-521, bis eine der drei Senkbohrungen im Grundkörper zugänglich ist.
  - b) Führen Sie eine Schraube von oben in die Senkbohrung im Grundkörper des U-521 ein.
  - c) Ziehen Sie die Schraube mit einem Drehmoment von 16 Ncm fest.
  - d) Stellen Sie sicher, dass der Schraubenkopf vollständig abgesenkt ist.
  - e) Verschieben Sie per Hand die Bewegungsplattform des U-521, bis die beiden anderen Senkbohrungen im Grundkörper zugänglich sind.
  - f) Führen Sie zwei Schrauben von oben in die Senkbohrungen im Grundkörper des U-521 ein.
  - g) Beginnend mit der Schraube, die der bereits festgezogenen Schraube diagonal gegenüberliegt, ziehen Sie die zwei Schrauben mit einem Drehmoment von jeweils 16 Ncm fest.
  - h) Stellen Sie sicher, dass die Schraubenköpfe vollständig abgesenkt sind.Montage von unten mit drei Schrauben M2:
  - a) Führen Sie die drei Schrauben durch die Bohrungen in der Unterlage von unten in den Grundkörper des U-521 ein.
  - b) Ziehen Sie die drei Schrauben mit einem Drehmoment von jeweils 20 Ncm fest.
  - c) Stellen Sie sicher, dass die Schrauben die Bewegung der Plattform des U-521 nicht behindern.
3. Stellen Sie sicher, dass der Übergangswiderstand an allen für die Schutzleitermontage relevanten Verbindungsstellen  $< 0,1 \Omega$  bei 25 A ist.
4. Überprüfen Sie den festen Sitz des U-521 auf der Unterlage.

### 5.3 Last am U-521 befestigen

#### HINWEIS



#### Unzulässig hohe Kräfte und Momente!

Unzulässig hohe Kräfte und Momente, die an der Bewegungsplattform angreifen, können den Positionierer beschädigen.

- Beachten Sie hinsichtlich Masse und Befestigungsart der Last die maximal zulässigen Kräfte gemäß den Spezifikationen (S. 39).
- Stellen Sie sicher, dass die installierte Last bei vertikal ausgerichteter Bewegungsachse des Positionierers geringer ist als die Haltekraft des Antriebs (siehe "Datentabelle" (S. 39) und "Beeinflussung der statischen Haltekraft durch Stillstandszeiten" (S. 45)).
- Vermeiden Sie Kippmomente an der Bewegungsplattform.

#### HINWEIS



#### Zu lange Schrauben!

Zu tief eingebrachte Schrauben können den U-521 beschädigen.

- Beachten Sie die Tiefe der Montagebohrungen in der Bewegungsplattform (S. 46).
- Verwenden Sie nur Schrauben mit der richtigen Länge für die entsprechenden Montagebohrungen.

#### INFORMATION

Ohne Schwerkraftausgleich kann der U-521 bei vertikal ausgerichteter Bewegungsachse eine maximale Last von 100 g zuverlässig bewegen. Die Geschwindigkeit ist entsprechend verringert, siehe "Geschwindigkeit und dynamische Kraft" (S. 44).

Wenn Sie den U-521 bei vertikal ausgerichteter Bewegungsachse mit einer Last >100 g betreiben möchten:

- Installieren Sie einen geeigneten Schwerkraftausgleich. Kontaktieren Sie unseren Kundendienst (S. 37) für Details zum Schwerkraftausgleich.

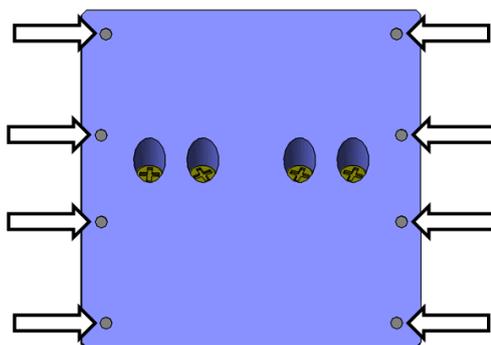


Abbildung 6: U-521, Bohrungen M1,6 für die Befestigung einer Last

### Voraussetzungen

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 15).
- ✓ Sie haben den U-521 ordnungsgemäß auf einer Unterlage befestigt (S. 17).
- ✓ Der U-521 ist **nicht** mit dem Controller verbunden.
- ✓ Sie haben die Last so vorbereitet, dass sie an den Montagebohrungen auf der Bewegungsplattform befestigt werden kann:
  - Der Abstand zwischen dem Schwerpunkt der Last und dem Zentrum der Bewegungsplattform ist in alle Richtungen möglichst gering.
  - Für das Befestigen der Last auf der Bewegungsplattform sind mindestens drei Punkte vorgesehen.

### Werkzeug und Zubehör

- Mindestens drei Schrauben M1,6 von geeigneter Länge (S. 46)
- Geeignetes Werkzeug zum Festziehen der Schrauben

### Last befestigen

1. Richten Sie die Last so auf dem U-521 aus, dass sich die Montagebohrungen in Last und Bewegungsplattform überdecken.
2. Befestigen Sie die Last mit mindestens drei Schrauben.
3. Überprüfen Sie den festen Sitz der Last auf der Bewegungsplattform des U-521.

## 5.4 Mehrachssystem aufbauen

### 5.4.1 Allgemeine Hinweise für den Aufbau eines Mehrachssystems

#### HINWEIS



#### Unzulässig hohe Kräfte und Momente!

Unzulässig hohe Kräfte und Momente, die an den Bewegungsplattformen der Positionierer in einem Mehrachssystem angreifen, können die Positionierer beschädigen.

- Beziehen Sie die Massen der mitbewegten Positionierer in die Berechnung der zu bewegenden Last ein.
- Beachten Sie für die einzelnen Positionierer hinsichtlich Masse und Befestigungsart der Last die maximal zulässigen Kräfte gemäß den Spezifikationen (S. 39).
- Vermeiden Sie Kippmomente an den Bewegungsplattformen: Stellen Sie für die einzelnen Positionierer sicher, dass der Abstand zwischen dem Schwerpunkt der Last und dem Zentrum der Bewegungsplattform in alle Richtungen möglichst gering ist.
- Stellen Sie sicher, dass die installierte Last bei vertikal ausgerichteter Bewegungsachse des Positionierers geringer ist als die Haltekraft des Antriebs.

**HINWEIS****Zu lange Schrauben!**

Zu tief eingebrachte Schrauben können den unteren Positionierer beschädigen.

- Beachten Sie die Tiefe der Montagebohrungen in der Bewegungsplattform (S. 46) des unteren Positionierers.
- Verwenden Sie nur Schrauben mit der richtigen Länge für die entsprechenden Montagebohrungen.

- Installieren und bedienen Sie das Mehrachssystem nur, nachdem Sie die Benutzerhandbücher aller Komponenten des Mehrachssystems gelesen und verstanden haben.
- Wenn Sie spezielle Montageadapter benötigen, wenden Sie sich an den Kundendienst (S. 37).

**5.4.2 XY-System aufbauen**

Zwei Lineartische können wie folgt zu einem gestapelten XY-System aufgebaut werden:

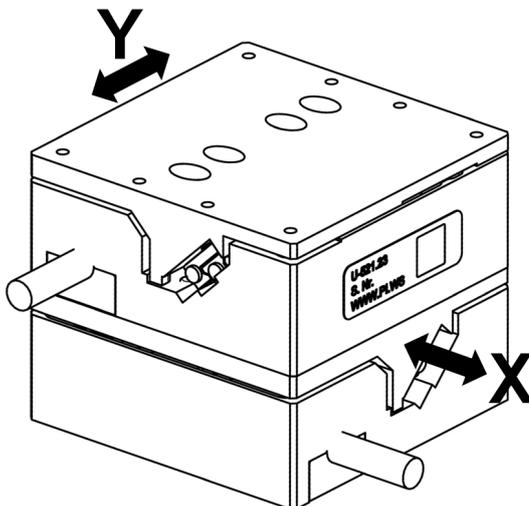


Abbildung 7: Beispiel für ein gestapeltes XY-System

**Voraussetzungen**

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 15).
- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise für den Aufbau eines Mehrachssystems gelesen und verstanden (S. 22).

**Werkzeug und Zubehör**

- 3 elektrisch leitende Schrauben M1,6 von geeigneter Länge (S. 46) (Schrauben nicht im Lieferumfang)
- Geeignetes Werkzeug zur Befestigung der Schrauben

### U-521 auf U-521 befestigen

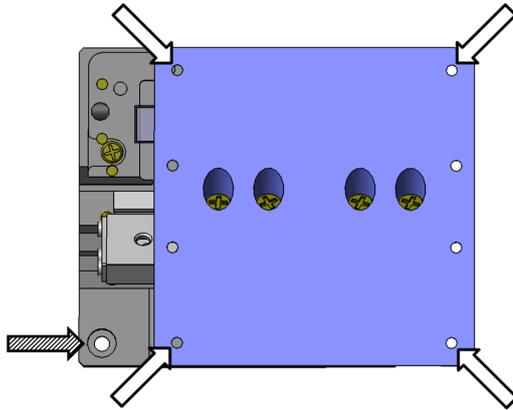


Abbildung 8: Gewindebohrungen in der Bewegungsplattform für die Montage gestapelter Systeme (weiße Pfeile) und eine von drei Senkbohrungen im Grundkörper des U-521 (schraffierter Pfeil)

1. Positionieren Sie den oberen U-521 um 90° versetzt auf dem unteren U-521, so dass folgende Bedingungen erfüllt sind:
  - Der Grundkörper des oberen U-521 überdeckt genau die Bewegungsplattform des unteren U-521.
  - Die Bohrungen im Grundkörper des oberen U-521 überdecken die entsprechenden Bohrungen in der Bewegungsplattform des unteren U-521.

Die Orientierung des Kabelabgangs kann um 180° versetzt frei gewählt werden.
2. Verschieben Sie per Hand die Bewegungsplattform des oberen U-521, bis eine der drei Senkbohrungen im Grundkörper zugänglich ist (siehe schraffierten Pfeil in der Abbildung).
3. Führen Sie eine Schraube in die Senkbohrung im Grundkörper des oberen U-521 ein.
4. Ziehen Sie die Schraube mit einem Drehmoment von 16 Ncm fest.
5. Stellen Sie sicher, dass der Schraubenkopf vollständig abgesenkt ist.
6. Verschieben Sie per Hand die Bewegungsplattform des oberen U-521, bis die beiden anderen Senkbohrungen im Grundkörper zugänglich sind.
7. Führen Sie zwei Schrauben in die Senkbohrungen im Grundkörper des oberen U-521 ein.
8. Beginnend mit der Schraube, die der bereits festgezogenen Schraube diagonal gegenüberliegt, ziehen Sie die zwei Schrauben mit einem Drehmoment von jeweils 16 Ncm fest.
9. Stellen Sie sicher, dass die Schraubenköpfe vollständig abgesenkt sind.

## 5.5 Vakuumversion an Controller anschließen

Bei der Vakuumversion des U-521 ist die Installation einer Vakuumdurchführung (S. 10) erforderlich.

### Voraussetzungen

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 15).
- ✓ Der Controller ist **ausgeschaltet**.
- ✓ Sie haben den U-521 an den Schutzleiter angeschlossen (S. 17).
- ✓ Sie haben die Technical Note C815T0003 für die Vakuumdurchführung C-815.VF gelesen und verstanden.

### Werkzeug und Zubehör

- Vakuumdurchführung C-815.VF (S. 10), D-Sub 15
- PLine® Verlängerungskabel U-600.A0x (S. 10), D-Sub 15, 1 m bis 5 m, luftseitig
- Geeignetes Werkzeug zur Installation der Vakuumdurchführung

### Vakuumdurchführung installieren

1. Entnehmen Sie der Technical Note C815T0003 die Abmessungen der Vakuumdurchführung (siehe "shell size 2").
2. Versehen Sie die Vakuumkammer mit einem passenden Durchbruch.
3. Bauen Sie die Vakuumdurchführung so ein, dass sich die Buchse D-Sub 15 (f) in der Vakuumkammer befindet.

### Vakuumversion an Controller anschließen

- Verbinden Sie U-521 ("Positionierer"), Vakuumdurchführung und Controller wie im untenstehenden Anschlussschema abgebildet.
  - Achten Sie auf die Zuordnung, die durch die Beschriftung von Buchsen, Steckern und Kabeln vorgegeben ist.

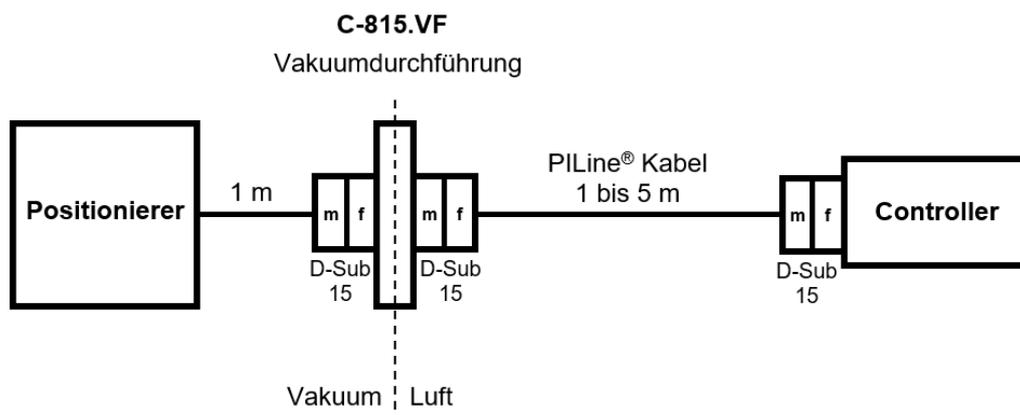


Abbildung 9: Anschluss der Vakuumversion an den Controller



## 6 Inbetriebnahme und Betrieb

### In diesem Kapitel

Allgemeine Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb .....	27
U-521 in Betrieb nehmen .....	31
Anpassung der Parameterwerte bei Verwendung von Verlängerungskabeln .....	32

### 6.1 Allgemeine Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb

#### VORSICHT



#### Stromschlaggefahr bei fehlendem Schutzleiter!

Bei fehlendem oder nicht ordnungsgemäß angeschlossenem Schutzleiter können im Falle eines Fehlers oder Defekts gefährliche Berührungsspannungen am U-521 entstehen. Wenn Berührungsspannungen vorhanden sind, kann das Berühren des U-521 zu leichten Verletzungen durch Stromschlag führen.

- Schließen Sie den U-521 vor Inbetriebnahme an einen Schutzleiter an (S. 17).
- Entfernen Sie den Schutzleiter **nicht** während des Betriebs.
- Wenn der Schutzleiter vorübergehend entfernt werden muss (z. B. bei Umbauten), schließen Sie den U-521 vor erneuter Inbetriebnahme wieder an den Schutzleiter an.

#### HINWEIS



#### Zerstörung des Piezomotors durch elektrische Überschläge!

Der Einsatz des U-521 in Umgebungen, die die elektrische Leitfähigkeit erhöhen, kann zur Zerstörung des Piezomotors 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 U-521 in Umgebungen, die die elektrische Leitfähigkeit erhöhen können.
- Betreiben Sie den U-521 nur innerhalb der zulässigen Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen (S. 42).
- Bei Einsatz im Vakuum unter 0,1 hPa:  
Betreiben Sie den U-521 **nicht** während des Evakuierens oder Belüftens.

**HINWEIS****Schäden bei Anschluss eines falschen Controllers!**

Das Anschließen eines Positionierers an einen ungeeigneten Controller kann zu Schäden am Positionierer oder Controller führen.

- Schließen Sie einen Positionierer mit PLine® Ultraschall-Piezomotor nur an einen PLine® Controller an (S. 10).

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

Zu hohe oder falsch angeschlossene Betriebsspannung kann Schäden am U-521 verursachen.

- Verwenden Sie nur Controller/Treiber und Originalzubehör von PI für den Betrieb des U-521.
- Überschreiten Sie **nicht** den Betriebsspannungsbereich (S. 41), der für den U-521 spezifiziert ist.
- Betreiben Sie den U-521 nur, wenn die Betriebsspannung ordnungsgemäß angeschlossen ist; siehe "Pinbelegung" (S. 47).

**HINWEIS****Kurzschluss durch Kondenswasser!**

Kondenswasser kann zu elektrischen Kurzschlüssen und zum Ausfall des U-521 führen.

- Lassen Sie den U-521 in folgenden Fällen für eine angemessene Zeit stehen, um ihn auf Raumtemperatur zu bringen:
  - Nach dem Auspacken bzw. vor der ersten Inbetriebnahme
  - Wenn der U-521 von einer kalten in eine warme Umgebung oder von einer warmen in eine kalte Umgebung gebracht wird
- Halten Sie den U-521 frei von Kondenswasser.

**HINWEIS****Unbeabsichtigte Bewegungen!**

Der U-521 kann beim Anschließen an den Controller unbeabsichtigte Bewegungen ausführen. Fehlerhafte Software und fehlerhafte Bedienung der Software können ebenfalls unbeabsichtigte Bewegungen verursachen.

- Platzieren Sie keine Gegenstände in Bereichen, in denen sie von bewegten Teilen erfasst werden können.
- Prüfen Sie vor dem Anschließen des U-521, ob im Controller ein Makro als Startup-Makro festgelegt ist, und heben Sie die Auswahl des Startup-Makros gegebenenfalls auf.

**HINWEIS****Schäden durch Kollisionen!**

Kollisionen können den U-521, die zu bewegende Last und die Umgebung beschädigen.

- Stellen Sie sicher, dass im Bewegungsbereich des U-521 keine Kollisionen zwischen U-521, zu bewegender Last und Umgebung möglich sind.
- Platzieren Sie keine Gegenstände in Bereichen, in denen sie von bewegten Teilen erfasst werden können.
- Halten Sie bei einer Fehlfunktion des Controllers die Bewegung sofort an.
- Wenn möglich, passen Sie die Stellwegsgrenzen in der zur Bewegungskommandierung verwendeten Software an Ihr mechanisches System an.

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

Ihre Anwendung kann durch unkontrollierte Schwingung des U-521 beschädigt werden.

Wenn während des Betriebs des U-521 Geräusche auftreten:

- Schalten Sie unverzüglich die Servoregelung der betreffenden Achsen aus.
- Prüfen Sie die Einstellungen der Regelparameter.

**HINWEIS****Aufprall der Bewegungsplattform am mechanischen Anschlag!**

Der Aufprall der Bewegungsplattform des U-521 am mechanischen Anschlag kann zu Schäden oder erheblichem Verschleiß am U-521 führen.

- Vermeiden Sie Bewegungen im unregelmäßigen Betrieb.
- Wenn mit dem Controller (S. 10) Bewegungen im unregelmäßigen Betrieb notwendig sind:
  - Setzen Sie den Stellwert mit dem Befehl `SMO` so, dass sich die Achse mit niedriger Geschwindigkeit bewegt.
  - Stoppen Sie die Achse rechtzeitig. Verwenden Sie dazu die Befehle `#24`, `STP` oder `HLT`, oder setzen Sie den Stellwert mit dem Befehl `SMO` auf null.
- Stellen Sie sicher, dass das Ende des Stellwegs mit geringer Geschwindigkeit angefahren wird.
- Nehmen Sie Änderungen der Geschwindigkeit, Beschleunigung, Verzögerung und Last nur in kleinen Schritten vor.

**HINWEIS****Überhitzung bei Dauerbetrieb!**

Höchste dynamische Kraft und Haltekraft werden bei maximaler Motorleistung erreicht, allerdings kann der U-521 damit im Dauerbetrieb überhitzen.

- Beachten Sie die empfohlene Motorleistung in Abhängigkeit von der Einschaltdauer und Umgebungstemperatur (S. 44).

**HINWEIS****Schäden oder erheblicher Verschleiß durch hohe Beschleunigungen!**

Hohe Beschleunigungen können Schäden oder erheblichen Verschleiß an der Mechanik verursachen.

- Halten Sie bei einer Fehlfunktion des Controllers die Bewegung sofort an.
- Bestimmen Sie die Maximalgeschwindigkeit für Ihre Anwendung.
- Beachten Sie die Angaben im Abschnitt "Motorleistung" (S. 43).

**INFORMATION**

Obwohl der U-521 theoretisch geräuschlos arbeitet, sind während des Betriebs Geräuschpegel von bis zu 50 dB(A) möglich. Der Ultraschallantrieb des U-521 kann auch bei Frequenzen zwischen 100 und 500 kHz höhere Geräuschpegel erzeugen.

**INFORMATION**

Für maximale Krafterzeugung ist bei der Inbetriebnahme des U-521 und nach längeren Stillstandszeiten eine Einlaufprozedur erforderlich, siehe auch "Beeinflussung der statischen Haltekraft durch Stillstandszeiten" (S. 45). Nach dem Einlaufen erreicht der U-521 seine maximale dynamische Kraft.

- Kommandieren Sie zum Einlaufen einige Bewegungszyklen bei niedriger Geschwindigkeit über den gesamten Stellweg hinweg.

**INFORMATION**

Im Vakuum erfolgt keine Wärmeabfuhr über Konvektion.

- Betreiben Sie die Vakuumversion des U-521 mit einer 20 % geringeren Motorleistung als in "Motorleistung und Lebensdauer" (S. 44) angegeben oder verringern Sie die Einschaltdauer.

**INFORMATION**

Die Bewegungsrichtungen des U-521 sind in der Produktansicht (S. 8) angegeben.

Weitere Informationen zu den Einsatzbedingungen siehe Abschnitt "Motorleistung" (S. 43).

## 6.2 U-521 in Betrieb nehmen

### HINWEIS



#### Falsche Parametereinstellungen!

Bei Verwendung der im Lieferumfang des Controllers (S. 10) enthaltenen Software können die Betriebsparameter des U-521 aus einer Positioniererdatenbank geladen werden. Die Positioniererdatenbank enthält die Standard-Parameterwerte Ihres Positionierers für die Ausführung erster Testbewegungen bei der Inbetriebnahme. Je nach Anwendung kann die Verwendung der Standard-Parameterwerte (z. B. für P-Term, I-Term, D-Term, Beschleunigung und Geschwindigkeit) jedoch zu Schäden am Positionierer führen, insbesondere bei hohen Lasten.

- Wenn möglich: Führen Sie die erste Inbetriebnahme ohne Last durch.
- Installieren Sie stets die aktuellste Version der Positioniererdatenbank auf Ihrem PC.

Bei Inbetriebnahme mit Last:

- Stellen Sie vor der Inbetriebnahme sicher, dass der U-521 ordnungsgemäß installiert ist (S. 15).
- Passen Sie für die optimale Performance der bewegten Achse die Betriebsparameter des Controllers an (z. B. P-Term, I-Term, D-Term, Beschleunigung, Geschwindigkeit; siehe Controller-Handbuch).
- Speichern Sie die neuen Parameterwerte für die spätere Verwendung in einer Positioniererdatenbank auf dem PC oder im permanenten Speicher des Controllers (siehe Controller-Handbuch und PIMikroMove® Handbuch).

#### Voraussetzungen

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zu Inbetriebnahme und Betrieb gelesen und verstanden (S. 27).
- ✓ Sie haben das Benutzerhandbuch des Controllers (S. 3) gelesen und verstanden.
- ✓ Bei Inbetriebnahme mit Last: Der U-521 ist ordnungsgemäß installiert (S. 15).
- ✓ Der Controller (S. 10) und die benötigte Software sind installiert. Alle Anschlüsse am Controller sind eingerichtet (siehe Controller-Handbuch).

#### U-521 in Betrieb nehmen

- Nehmen Sie die Achse in Betrieb (siehe Controller-Handbuch).

Die Inbetriebnahme umfasst folgende Schritte:

- Auswahl des Positionierertyps
- Referenzierung der Achse
- Kommandieren von ersten Bewegungen im geregelten Betrieb zum Test und zum Einlaufen der Mechanik

Im Controller-Handbuch wird die Inbetriebnahme anhand des Programms PIMikroMove® beschrieben.

## 6.3 Anpassung der Parameterwerte bei Verwendung von Verlängerungskabeln

### **INFORMATION**

Bei Verwendung von Verlängerungskabeln kann die Optimierung der Motorleistung erforderlich sein. Ab einer Gesamtkabellänge von mehr als 3 m (zwischen Positionierer und Controller) müssen die Parameterwerte im Controller angepasst werden.

- Wenn die Gesamtkabellänge zwischen Positionierer und Controller mehr als 6,5 m beträgt, kontaktieren Sie unseren Kundendienst (S. 37).

### **Anpassung der Parameterwerte bei Verwendung von Verlängerungskabeln**

1. Passen Sie den Wert des Parameters **Frequency Shift** (ID 0x64) im Controller an.  
Mögliche Werte: 20, 15, 10, 5, 0, -5, -10, -15, -20.
2. Wiederholen Sie Schritt 1, bis der U-521 die optimale Motorleistung erreicht.
3. Speichern Sie den neuen Parameterwert für die spätere Verwendung in einer Positioniererdatenbank auf dem PC oder im permanenten Speicher des Controllers (siehe Controller-Handbuch und PIMikroMove® Handbuch).

## 7 Wartung

### In diesem Kapitel

Allgemeine Hinweise zur Wartung .....	33
Wartungsfahrt durchführen .....	33
U-521 reinigen .....	34

### 7.1 Allgemeine Hinweise zur Wartung

#### HINWEIS



#### Schäden durch falsche Wartung!

Eine falsche Wartung kann zum Ausfall des U-521 führen.

- Lösen Sie Schrauben nur, wenn Sie durch eine Anweisung in diesem Handbuch dazu aufgefordert werden.
- Halten Sie den Piezomotor des U-521 frei von Schmiermitteln.

### 7.2 Wartungsfahrt durchführen

In Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen und der Einsatzdauer des U-521 sind die folgenden Wartungsmaßnahmen erforderlich:

#### Wartungsfahrt

Die Wartungsfahrt dient zum Verteilen des vorhandenen Schmiermittels auf den Führungen des U-521.

- Führen Sie nach 500 Einsatzstunden oder spätestens nach 1 Jahr eine Fahrt über den gesamten Stellweg durch, damit sich das vorhandene Schmiermittel gleichmäßig auf den Führungen verteilt.
- Falls Sie den U-521 im industriellen Dauereinsatz über einen kleinen Verfahrbereich bewegen (<20 % des gesamten Stellwegs), führen Sie nach jeweils 5000 Bewegungszyklen eine Fahrt über den gesamten Stellweg durch.

#### Nachschmieren

Unter Laborbedingungen ist ein Nachschmieren der Führungen des U-521 nur in Ausnahmefällen nötig. Im industriellen Dauereinsatz müssen die Intervalle für das Nachschmieren individuell festgelegt werden.

- Wenden Sie sich bei Fragen zum Nachschmieren an unseren Kundendienst (S. 37).
- Stellen Sie sicher, dass der Piezomotor des U-521 nicht mit Schmiermitteln in Kontakt gerät.

## 7.3 U-521 reinigen

### HINWEIS



#### Kurzschluss durch Eindringen von Reinigungsflüssigkeit ins Gehäuse!

Das Eindringen von Reinigungsflüssigkeit ins Gehäuse des U-521 kann zu Kurzschluss an den Piezoaktoren und der Elektronik führen.

- Trennen Sie den U-521 vor dem Reinigen von der Elektronik.
- Vermeiden Sie das Eindringen von Reinigungsflüssigkeit in das Gehäuse des U-521.

#### Voraussetzungen

- ✓ Sie haben den Positionierer vom Controller getrennt.

#### Positionierer reinigen

Nur wenn der Positionierer **nicht** im Vakuum eingesetzt wird:

- Wenn notwendig, reinigen Sie die Oberflächen des Positionierers mit einem Tuch, das leicht mit einem milden Reinigungs- oder Desinfektionsmittel angefeuchtet wurde.

Wenn der Positionierer im Vakuum eingesetzt wird:

- Berühren Sie den Positionierer nur mit puderfreien Handschuhen.
- Wenn notwendig, säubern Sie den Positionierer per Wischreinigung.

## 8 Störungsbehebung

Störung	Mögliche Ursachen	Behebung
Geräusche während des Betriebs	Unkontrollierte Schwingung des U-521	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Schalten Sie die Servoregelung der betreffenden Achsen unverzüglich aus.</li> <li>➤ Prüfen Sie die Einstellungen der Regelparameter.</li> </ul>
Ungenauere Positionierung	Einschwingfenster um die Zielposition zu groß	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verkleinern Sie das Einschwingfenster (settling window), indem Sie am Controller die Parameterwerte für die Grenzen des Einschwingfensters ändern. Einzelheiten siehe Controller-Handbuch (S. 3).</li> </ul>
Erreichen der Zielposition dauert zu lange	Einschwingfenster um die Zielposition zu klein	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Vergrößern Sie das Einschwingfenster (settling window), indem Sie am Controller die Parameterwerte für die Grenzen des Einschwingfensters ändern. Einzelheiten siehe Controller-Handbuch (S. 3).</li> </ul>
Erhöhter Verschleiß Verringerte Genauigkeit	Verspannter Grundkörper	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Montieren Sie den U-521 auf ebener Grundfläche. Die empfohlene Ebenheit der Grundfläche beträgt 10 µm.</li> <li>➤ Bei Anwendungen mit großen Temperaturschwankungen: Montieren Sie den U-521 nur auf Grundflächen, die möglichst dieselben Wärmeausdehnungseigenschaften wie der U-521 besitzen (z. B. Grundflächen aus Aluminium).</li> </ul>
Keine oder eingeschränkte Bewegung	Zu hohe Last	<p>Bei horizontal ausgerichteter Bewegungsachse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verringern Sie die Last (siehe "Datentabelle" (S. 39)).</li> </ul> <p>Bei vertikal ausgerichteter Bewegungsachse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verringern Sie die Last auf maximal 100 g.</li> </ul> <p>Wenn Sie den U-521 bei vertikal ausgerichteter Bewegungsachse mit einer Last &gt;100 g betreiben möchten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Installieren Sie einen geeigneten Schwerkraftausgleich. Kontaktieren Sie unseren Kundendienst (S. 37) für Details zum Schwerkraftausgleich.</li> </ul>

Störung	Mögliche Ursachen	Behebung
	Standard-Parameterwerte für den Betrieb mit hohen Lasten ungeeignet	➤ Passen Sie die Betriebsparameter entsprechend der Beschreibung in "U-521 in Betrieb nehmen" (S. 31) an.
	Standard-Parameterwerte für Gesamtkabellängen ab 3 m ungeeignet	➤ Passen Sie die Betriebsparameter entsprechend der Beschreibung in "Anpassung der Parameterwerte bei Verwendung von Verlängerungskabeln" (S. 32) an.

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. 37).

## 9 Kundendienst

Wenden Sie sich bei Fragen und Bestellungen an Ihre PI Vertretung oder schreiben Sie uns eine E-Mail ([service@pi.de](mailto:service@pi.de)).

- Geben Sie bei Fragen zu Ihrem System folgende Systeminformationen an:
  - Produkt- und Seriennummern von allen Produkten im System
  - Firmwareversion des Controllers (sofern vorhanden)
  - Version des Treibers oder der Software (sofern vorhanden)
  - PC-Betriebssystem (sofern vorhanden)
- Wenn möglich: Fertigen Sie Fotografien oder Videoaufnahmen Ihres Systems an, die Sie unserem Kundendienst auf Anfrage senden können.

Die aktuellen Versionen der Benutzerhandbücher stehen auf unserer Website zum Herunterladen (S. 3) bereit.



## 10 Technische Daten

Änderungen vorbehalten. Die aktuellen Produktspezifikationen finden Sie auf der Seite des Produkts unter [www.pi.de](http://www.pi.de) (<https://www.pi.de>).

### In diesem Kapitel

Spezifikationen.....	39
Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen.....	42
Motorleistung .....	43
Abmessungen.....	46
Pinbelegung .....	47

### 10.1 Spezifikationen

#### 10.1.1 Datentabelle

Bewegen	U-521.23	U-521.24	U-521.23V	Toleranz
Aktive Achsen	X	X	X	
Stellweg in X	18 mm	18 mm	18 mm	
Maximale Geschwindigkeit in X	200 mm/s	200 mm/s	200 mm/s	
Linearitätsabweichung	8 µm	4 µm	8 µm	
Winkelabweichung E_BX (Nicken)	± 300 µrad	± 300 µrad	± 300 µrad	typ.
Winkelabweichung E_CX (Gieren)	± 300 µrad	± 300 µrad	± 300 µrad	typ.

Positionieren	U-521.23	U-521.24	U-521.23V	Toleranz
Kleinste Schrittweite in X	2 µm	0,3 µm	2 µm	typ.
Bidirektionale Wiederholgenauigkeit in X	4 µm	0,4 µm	4 µm	typ.
Referenzschalter	Optisch	Optisch	Optisch	
Integrierter Sensor	Inkrementeller Linearencoder	Inkrementeller Linearencoder	Inkrementeller Linearencoder	
Systemauflösung in X	400 nm	100 nm	400 nm	
Sensorauflösung	400 nm	100 nm	400 nm	

<b>Antriebseigenschaften</b>	<b>U-521.23</b>	<b>U-521.24</b>	<b>U-521.23V</b>	<b>Toleranz</b>
Antriebstyp	PILine® Piezomotor, Leistungsklasse 1	PILine® Piezomotor, Leistungsklasse 1	PILine® Piezomotor, Leistungsklasse 1	
Antriebskraft in X	2 N	2 N	2 N	typ.
<b>Mechanische Eigenschaften</b>	<b>U-521.23</b>	<b>U-521.24</b>	<b>U-521.23V</b>	<b>Toleranz</b>
Zulässige Druckkraft in Z	2 N	2 N	2 N	max.
Zulässige Zugkraft in Z	2 N	2 N	2 N	max.
Haltekraft in X, passiv	2 N	2 N	2 N	min.
Führung	Kugelführung	Kugelführung	Kugelführung	
Gesamtmasse	160 g	160 g	160 g	
Masse ohne Kabel	40 g	40 g	40 g	
Material	Aluminium, eloxiert	Aluminium, eloxiert	Aluminium, blank	
<b>Anschlüsse und Umgebung</b>	<b>U-521.23</b>	<b>U-521.24</b>	<b>U-521.23V</b>	<b>Toleranz</b>
Betriebstemperaturbereich	0 bis 40 °C	0 bis 40 °C	0 bis 40 °C	
Anschluss	D-Sub 15 (m)	D-Sub 15 (m)	D-Sub 15 (m)	
Kabellänge	1,5 m	1,5 m	1 m	
Empfohlene Controller / Treiber	C-867.1U, C-877.1U11, C-867.10C885, C-867.2U2	C-867.1U, C-877.1U11, C-867.10C885, C-867.2U2	C-867.1U, C-877.1U11, C-867.10C885, C-867.2U2	
Vakuumklasse	—	—	10 <sup>-6</sup> hPa	

Linearitätsabweichung: Über den gesamten Stellweg hinweg.

Kabellänge:

Toleranz bei Kabellänge 1,5 m: +200 mm / -0 mm

Toleranz bei Kabellänge 1,0 m: +50 mm / -0 mm

Spezifikationen ermittelt mit Controller C-867.1U.

Technische Daten werden bei PI bei 22 ±3 °C spezifiziert. Die angegebenen Werte gelten im unbelasteten Zustand, wenn nicht anders angegeben. Teilweise sind Eigenschaften voneinander abhängig. Die Angabe "typ." kennzeichnet einen statistischen Mittelwert für eine Eigenschaft; sie gibt keinen garantierten Wert für jedes ausgelieferte Produkt an. Bei der Ausgangsprüfung eines Produkts werden nicht alle, sondern nur ausgewählte Eigenschaften geprüft. Beachten Sie, dass sich einige Produkteigenschaften mit zunehmender Betriebsdauer verschlechtern können.

### 10.1.2 Referenzschalter-Spezifikationen

Typ	Optischer Sensor
Versorgungsspannung	+5 V/Masse, Versorgung über den Motorstecker
Signalausgang	TTL-Pegel
Signal-Logik	Richtungserkennung möglich durch unterschiedliche Signalpegel links und rechts des Referenzschalters: Signalpegel ändert sich von 0 auf +5 V beim Überfahren des Referenzschalters.
Hysterese	0,2 bis 0,4 mm (bei Anfahrt aus positiver oder negativer Richtung)

### 10.1.3 Bemessungsdaten

U-521 Positionierer sind für folgende Betriebsgrößen ausgelegt:

Maximale Betriebsspannung	Betriebsfrequenz	Maximale Leistungsaufnahme*
		
160 V <sub>pp</sub> bzw. 57 V <sub>eff</sub>	210 bis 225 kHz	10 W

\* Typische Leistungsaufnahme bei unbestromtem Motor (Kabellänge: ca. 1,5 Meter):

- U-521.23: 0,5 W
- U-521.24: 0,8 W

### 10.1.4 Spezifikationen für vakuumtaugliche Modelle

Für die Vakuumversion des U-521 werden folgende vakuumtaugliche Komponenten verwendet:

Komponente	Material
Mechanische Teile	Aluminium (blank), Aluminium (eloxiert, schwarz, matt), Stahl, Keramik (PIC181, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), PEEK, PTFE
Kabel	FEP; Flachbandkabel (FFC) von Axon Kabel GmbH
Schrumpfschläuche	PVDF (Kynar)
Stecker	D-Sub 15 (m)
Isolierung	KU-THE-150
Schmiermittel	Molykote HP-300
Dichtmittel	Scotch Weld
Klebstoffe	Epoxidharzbasierter Klebstoff

Ausheiztemperatur: 80 °C (176 °F)

Ausheizdauer: 3 Stunden

## 10.2 Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen

Folgende Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen sind für den U-521 zu beachten:

Einsatzbereich	Nur zur Verwendung in Innenräumen	
Maximale Höhe	2000 m	
Luftdruck	Alle Modelle außer vakuumtaugliche Modelle: 1100 bis 0,1 hPa	Vakuumtaugliche Modelle: 1100 bis $10^{-6}$ hPa
Relative Luftfeuchte	Höchste relative Luftfeuchte 80 % für Temperaturen bis 31 °C Linear abnehmend bis 50 % relativer Luftfeuchte bei 40 °C	
Betriebstemperatur	0 bis 40 °C	
Lagertemperatur	-20 bis 75 °C	
Transporttemperatur	-20 bis 75 °C	
Überspannungskategorie	II	
Schutzklasse	I	
Verschmutzungsgrad	1	
Schutzart gemäß IEC 60529	IP20	

## 10.3 Motorleistung

### 10.3.1 Motorleistung und Betriebsspannung

#### INFORMATION

Die Betriebsspannung wird vom Controller mit dem Parameter **Maximum Motor Output (V)** (ID 0x7c) begrenzt. Wenn Sie die Betriebsparameter des U-521 aus der Positioniererdatenbank laden, wird dieser Parameter auf den zulässigen Maximalwert gesetzt.

Die folgende Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen Betriebsspannung und Motorleistung des U-521. Die Betriebsspannung wird vom Controller ausgegeben und hängt vom vorgegebenen Stellwert ab. Das Vorzeichen des Stellwerts bestimmt die Bewegungsrichtung.

Motorleistung	Betriebsspannung* (gerundet)	Entsprechender Stellwert am Controller**
0 %	0 V <sub>eff</sub>	0
25 %	14 V <sub>eff</sub>	8192 oder -8192
50 %	29 V <sub>eff</sub>	16384 oder -16384
75 %	43 V <sub>eff</sub>	24575 oder -24575
100 %	57 V <sub>eff</sub> (max.)	32767 oder -32767

\* Die Überschreitung des in Parameter **Maximum Motor Output (V)** (ID 0x7c) festgelegten Maximalwerts ist **nicht** zulässig und kann zur Beschädigung des Motors führen.

\*\* Vorgabe im geregelten Betrieb durch den Regelalgorithmus, im ungeregelten Betrieb durch den Befehl `SMO`.

Weitere Informationen siehe das Benutzerhandbuch des zum Betrieb des U-521 verwendeten Controllers (S. 3).

### 10.3.2 Geschwindigkeit und dynamische Kraft

Die folgende Abbildung kann verwendet werden, um Geschwindigkeit und Kraft des U-521 bei unterschiedlicher Motorleistung abzuschätzen. Bewegungen sind ab einer Motorleistung von ca. 30 % möglich.

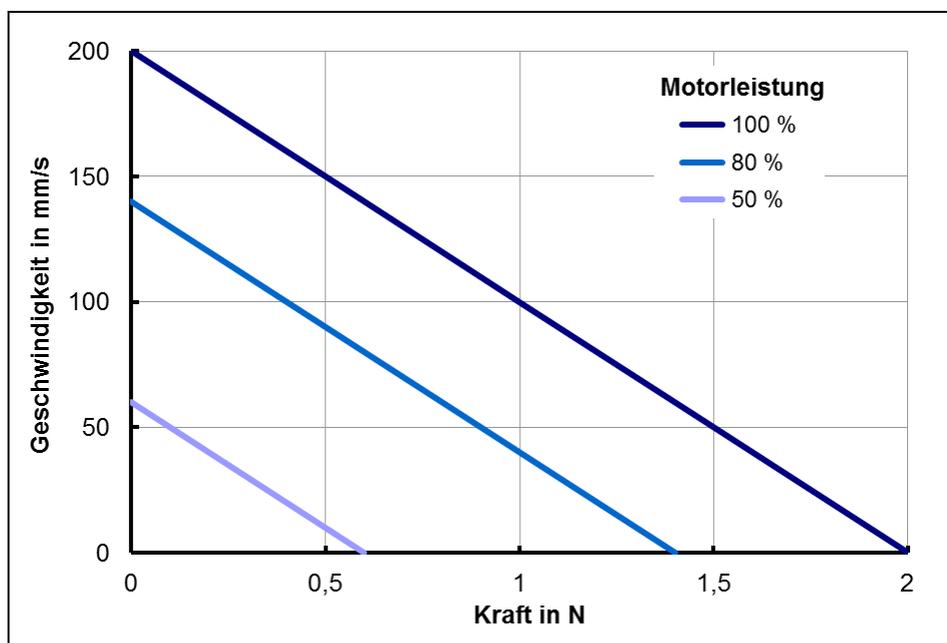


Abbildung 10: Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Kraft des U-521 bei unterschiedlicher Motorleistung

### 10.3.3 Motorleistung und Lebensdauer

Motorleistung, Einschaltdauer und Umgebungstemperatur beeinflussen die Lebensdauer des Positionierers. Um Überhitzung und hohen Verschleiß zu vermeiden, sollten die Motorleistung und die Einschaltdauer die im nachfolgenden Diagramm angegebenen Grenzen nicht überschreiten. Ein Lastzyklus entspricht einer Positionierfahrt und beinhaltet das Beschleunigen, Fahren, Abbremsen sowie den Stillstand (Pause). Die Spitzenleistung des Motors sollte nur sporadisch abgerufen werden und dient der Regelreserve.

#### INFORMATION

Im Vakuum erfolgt keine Wärmeabfuhr über Konvektion.

- Betreiben Sie die Vakuumversion des U-521 mit einer 20 % geringeren Motorleistung als im Diagramm angegeben oder verringern Sie die Einschaltdauer.

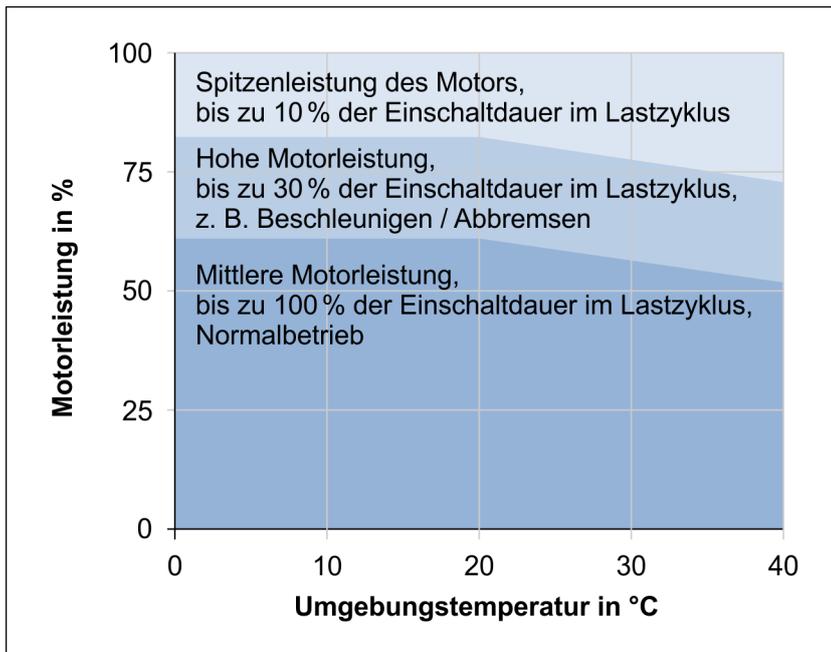


Abbildung 11: U-521: Empfohlene Einschaltdauer und Motorleistung in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur

### 10.3.4 Beeinflussung der statischen Haltekraft durch Stillstandszeiten

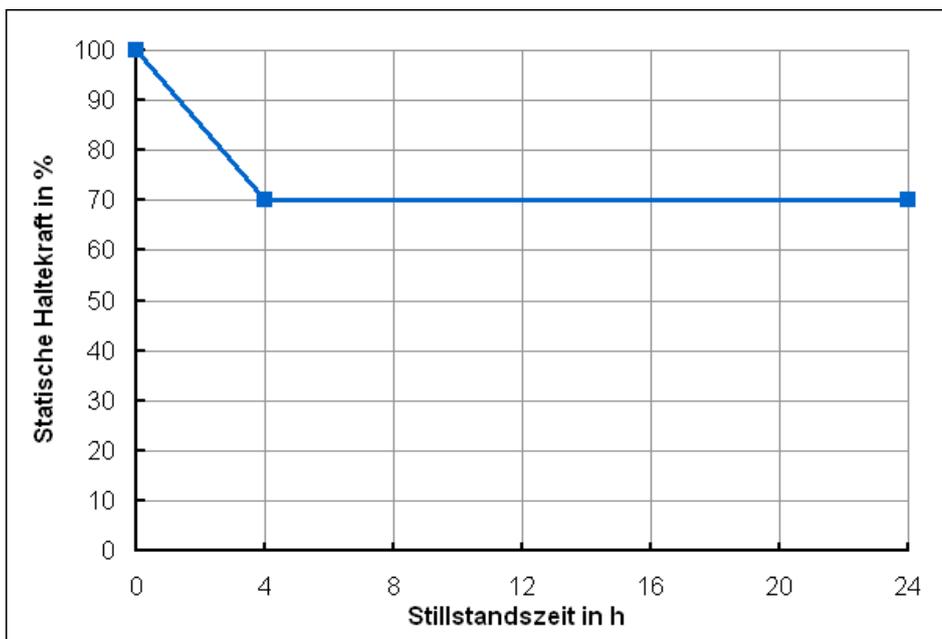


Abbildung 12: Statische Haltekraft des U-521 in Abhängigkeit von der Stillstandszeit des Motors

### 10.4 Abmessungen

Abmessungen in mm.

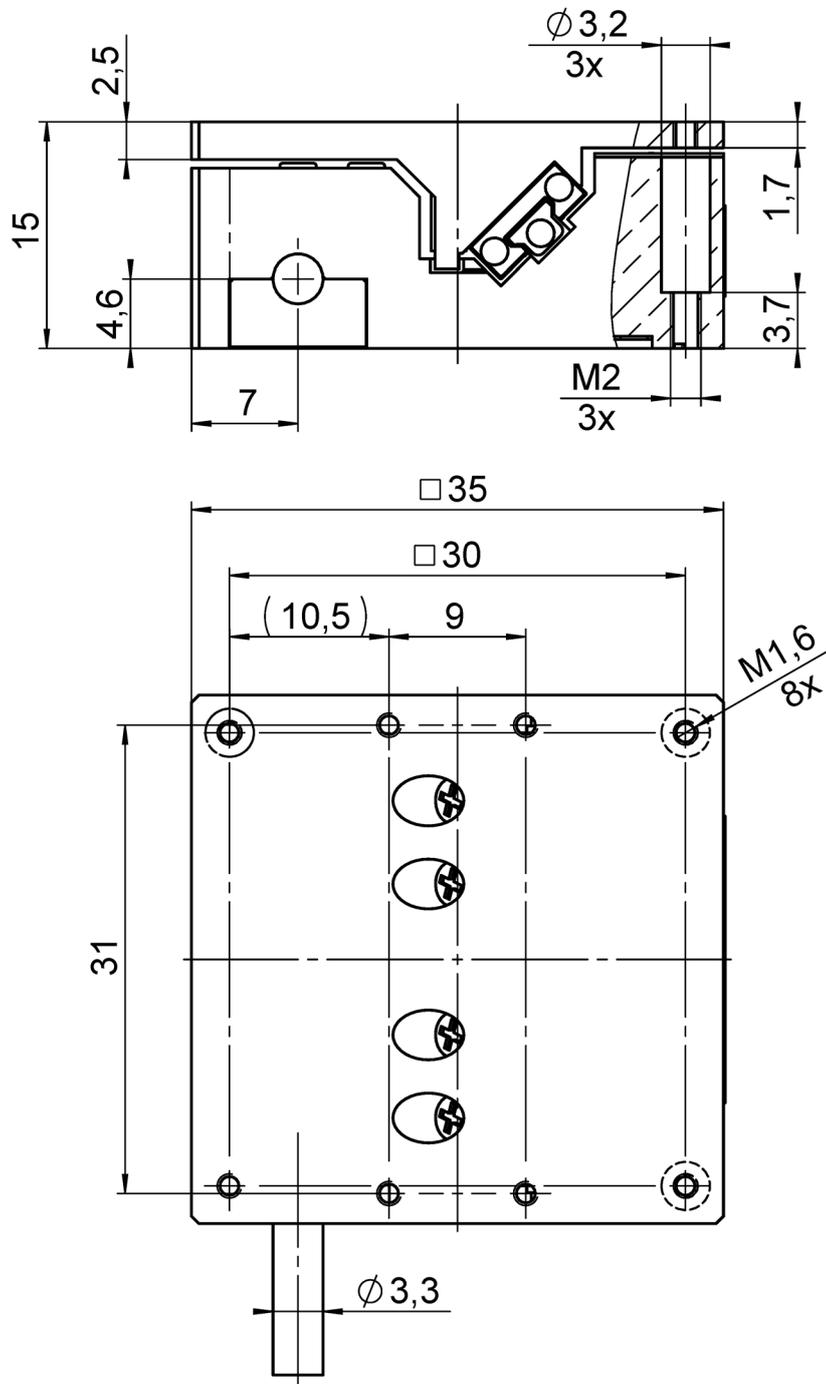


Abbildung 13: U-521

## 10.5 Pinbelegung

Stecker: D-Sub 15 (m)

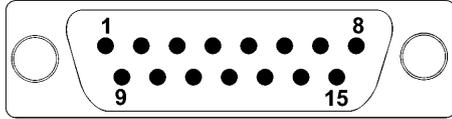


Abbildung 14: D-Sub 15-Stecker (Kontaktseite)

Pin	Signal	Funktion
1	NC	Nicht angeschlossen
2	USM_P1	Eingang: Masse von Motorspannung
3	USM_P2	Eingang: Piezo 57 VAC (RMS)
4	VDD	Eingang: +5 V
5	NC	Nicht angeschlossen
6	ID_CHIP	Bidirektional: Datenleitung für ID-Chip
7	ENCA-	Ausgang: Encoderkanal A (invertiert), RS-422
8	ENCB-	Ausgang: Encoderkanal B (invertiert), RS-422
9	USM_P1	Eingang: Masse von Motorspannung
10	GND	0 V
11	USM_P3	Eingang: Piezo 57 VAC (RMS)
12	NC	Nicht angeschlossen
13	REFSWITCH	Ausgang: Referenzschalter
14	ENCA+	Ausgang: Encoderkanal A, RS-422
15	ENCB+	Ausgang: Encoderkanal B, RS-422



## 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 Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG kostenfrei die umweltgerechte Entsorgung eines Altgeräts von PI, 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:

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





## 12 Europäische Konformitätserklärungen

Für den U-521 wurden Konformitätserklärungen gemäß den folgenden europäischen gesetzlichen Anforderungen ausgestellt:

Niederspannungsrichtlinie

EMV-Richtlinie

RoHS-Richtlinie

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

Sicherheit (Niederspannungsrichtlinie): EN 61010-1

EMV: EN 61326-1

RoHS: EN IEC 63000

