

MS201D
H-840 Hexapod Mikroroboter
Benutzerhandbuch

Version: 2.6.0

Datum: 13.01.2023



Dieses Dokument beschreibt folgende Hexapod-Mikroroboter:

- H-840.G2A
- H-840.G2I
- H-840.G2IHP
- H-840.D2A
- H-840.D2I



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®, Plnano®, NEXSHIFT®, PITOUCH®, PIMag®, PIHera, Q-Motion®

Die von PI gehaltenen Patente finden Sie in unserer Patentliste:

<https://www.physikinstrumente.de/de/ueber-pi/patente>

Hinweise zu Markennamen und Warenzeichen Dritter:

BiSS ist ein Warenzeichen der iC-Haus GmbH.

© 2023 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: 13.01.2023

Dokumentnummer: MS201D, BRo, EWEI, ASt, Version 2.6.0

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

1	Über dieses Dokument	1
1.1	Ziel und Zielgruppe dieses Benutzerhandbuchs.....	1
1.2	Symbole und Kennzeichnungen	1
1.3	Abbildungen	2
1.4	Mitgeltende Dokumente	2
1.5	Handbücher herunterladen.....	3
2	Sicherheit	5
2.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	5
2.2	Allgemeine Sicherheitshinweise.....	5
2.3	Organisatorische Maßnahmen.....	6
3	Produktbeschreibung	7
3.1	Merkmale und Anwendungsbereich	7
3.2	Modellübersicht	7
3.3	Produktansicht	8
3.4	Technische Ausstattung	9
3.4.1	Beine	9
3.4.2	Referenzschalter und Endschalter.....	9
3.4.3	Steuerung	10
3.4.4	Bewegung	10
3.4.5	ID-Chip	14
3.5	Lieferumfang	15
3.6	Optionales Zubehör.....	15
3.7	Geeignete Controller	16
4	Auspacken	19
4.1	Hexapod auspacken	19
4.2	Transportsicherung entfernen	20
5	Installation	23
5.1	Allgemeine Hinweise zur Installation	23
5.2	Zulässige Belastung und Arbeitsraum ermitteln	24
5.3	Hexapod erden	25
5.4	Hexapod auf Unterlage befestigen.....	25
5.5	Last auf Hexapod befestigen	26
5.6	Optional: Koordinatenwürfel entfernen	28
5.7	Hexapod an Controller anschließen	28

6	Inbetriebnahme	31
6.1	Allgemeine Hinweise zur Inbetriebnahme	31
6.2	Hexapod-System in Betrieb nehmen.....	32
7	Wartung	33
7.1	Wartungsfahrt durchführen	33
7.2	Stößel des Hexapods reinigen	34
7.3	Hexapod reinigen	35
7.4	Hexapod für den Transport verpacken	35
7.4.1	Transportsicherung anbringen	36
7.4.2	Hexapod verpacken	39
8	Störungsbehebung	43
9	Kundendienst	49
10	Technische Daten	51
10.1	Spezifikationen	51
10.1.1	Datentabelle	51
10.1.2	Bemessungsdaten.....	58
10.1.3	Spezifikationen Datenübertragungs- und Stromversorgungskabel	59
10.2	Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen	61
10.3	Abmessungen	62
10.4	Dynamischer Arbeitsbereich des H-840	63
10.5	Pinbelegung	65
10.5.1	Anschluss zur Stromversorgung	65
10.5.2	Anschluss zur Datenübertragung	66
11	Altgerät entsorgen	69
12	Glossar	71
13	Anhang	75
13.1	Erläuterungen zum Testprotokoll.....	75
13.2	Europäische Konformitätserklärungen	77
13.3	CIPA-Zertifikat.....	78

1 Über dieses Dokument

In diesem Kapitel

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

1.1 Ziel und Zielgruppe dieses Benutzerhandbuchs

Dieses Benutzerhandbuch enthält die erforderlichen Informationen für die bestimmungsgemäße Verwendung des H-840.

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

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

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) |
|  | Auf dem Produkt angebrachtes Warnzeichen, das auf ausführliche Informationen in diesem Handbuch verweist. |

1.3 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.

1.4 Mitgeltende Dokumente

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

Gerät / Programm	Dokument-nummer	Dokumentinhalt
Controller C-887.5xx	MS247EK	Kurzanleitung für Hexapod-Systeme
	MS244D	Benutzerhandbuch
	C887T0011	EtherCAT-Interface der Controller-Serie C-887.53
	C887T0007	Koordinatensysteme für Hexapod-Mikroroboter
	C887T0021	Bewegungen des Hexapods. Position und Orientierung im Raum, Drehpunkt.
PI Hexapod Simulation Tool	A000T0068	Arbeitsraum und zulässige Belastung des Hexapods ermitteln

Gerät / Programm	Dokument-nummer	Dokumentinhalt
PC-Software aus dem Lieferumfang des Controllers	Diverse	Siehe Benutzerhandbuch des Controllers C-887.5xx.

1.5 Handbücher herunterladen

INFORMATION

Wenn ein Handbuch fehlt oder Probleme beim Herunterladen auftreten:

- Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 49).

Handbücher herunterladen

1. Öffnen Sie die Website **www.pi.de**.
2. Suchen Sie auf der Website nach der Produktnummer (z. B. H-840).
3. Klicken Sie auf das entsprechende Produkt, um die Produktdetailseite zu öffnen.
4. Klicken Sie auf den Tab **Downloads**.

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

5. Klicken Sie auf das gewünschte Handbuch und füllen Sie das Anfrageformular aus.
Der Download-Link wird Ihnen 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 Hexapod-Mikroroboter (kurz: „Hexapod“) ist ein Laborgerät im Sinne der DIN EN 61010-1. Er ist für die Verwendung in Innenräumen und in einer Umgebung gebaut, die frei von Schmutz, Öl und Schmiermitteln ist.

Entsprechend seiner Bauform ist der Hexapod für die Positionierung, Justierung und Verschiebung von Lasten in sechs Achsen bei verschiedenen Geschwindigkeiten vorgesehen.

Die bestimmungsgemäße Verwendung des Hexapods ist nur in Verbindung mit einem geeigneten Controller von PI möglich (S. 16), der alle Bewegungen des Hexapods koordiniert.

2.2 Allgemeine Sicherheitshinweise

Der H-840 ist nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut. Bei unsachgemäßer Verwendung des H-840 können Benutzer gefährdet werden und/oder Schäden am H-840 entstehen.

- Benutzen Sie den H-840 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 H-840 verantwortlich.

2.3 Organisatorische Maßnahmen

Benutzerhandbuch

- Halten Sie dieses Benutzerhandbuch ständig am H-840 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 H-840 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 H-840 nur, nachdem Sie dieses Benutzerhandbuch gelesen und verstanden haben.

Personalqualifikation

Nur autorisiertes und entsprechend qualifiziertes Personal darf den H-840 installieren, in Betrieb nehmen, bedienen, warten und reinigen.

3 Produktbeschreibung

In diesem Kapitel

Merkmale und Anwendungsbereich	7
Modellübersicht.....	7
Produktansicht.....	8
Technische Ausstattung.....	9
Lieferumfang.....	15
Optionales Zubehör	15
Geeignete Controller	16

3.1 Merkmale und Anwendungsbereich

Der H-840 Hexapod wird in verschiedenen Modellen (S. 7) angeboten, die sich bezüglich des verwendeten Sensortyps, der maximalen Geschwindigkeit und Belastbarkeit unterscheiden.

Der parallelkinematische Aufbau des Hexapods bietet folgende Vorteile:

- Positioniervorgänge in sechs unabhängigen Achsen (drei Translationsachsen, drei Rotationsachsen) mit kurzen Einschwingzeiten
- Drehpunkt bewegt sich zusammen mit der Bewegungsplattform
- Hohe Genauigkeit und Schrittauflösung in allen Achsen
- Keine Addition von Fehlern einzelner Achsen
- Keine Reibung und Momente durch geschleppte Kabel

Der Hexapod wird mit einem Controller gesteuert, der separat bei PI bestellbar ist (S. 16). Die Positionsbefehle an den Controller werden in kartesischen Koordinaten eingegeben.

3.2 Modellübersicht

Modell	Bezeichnung
H-840.G2A	Präziser Hexapod-Mikroroboter, bürstenloser DC-Getriebemotor, Absolutencoder, 40 kg Belastbarkeit, 2,5 mm/s Geschwindigkeit. Anschlusskabel sind nicht im Lieferumfang enthalten und müssen separat bestellt werden.
H-840.G2I	Präziser Hexapod-Mikroroboter, bürstenloser DC-Getriebemotor, inkrementeller Rotationsencoder, 40 kg Belastbarkeit, 2,5 mm/s Geschwindigkeit. Anschlusskabel sind nicht im Lieferumfang enthalten und müssen separat bestellt werden.

Modell	Bezeichnung
H-840.G2IHP	Hochpräziser Hexapod-Mikroroboter, kleinste Schrittweite X,Y 40 nm, kleinste Schrittweite Z 20 nm, kleinste Schrittweite θX , θY 0,2 μ rad, kleinste Schrittweite θZ , 0,4 μ rad, Messprotokoll im Lieferumfang, bürstenloser DC-Getriebemotor, inkrementeller Rotationsencoder, 40 kg Belastbarkeit, 2,5 mm/s Geschwindigkeit. Anschlusskabel sind nicht im Lieferumfang enthalten und müssen separat bestellt werden.
H-840.D2A	Motion-Hexapod-Mikroroboter, bürstenloser DC-Motor, Absolutencoder, 10 kg Belastbarkeit, 60 mm/s Geschwindigkeit. Anschlusskabel sind nicht im Lieferumfang enthalten und müssen separat bestellt werden
H-840.D2I	Motion-Hexapod-Mikroroboter, bürstenloser DC-Motor, inkrementeller Rotationsencoder, 10 kg Belastbarkeit, 60 mm/s Geschwindigkeit. Anschlusskabel sind nicht im Lieferumfang enthalten und müssen separat bestellt werden.

3.3 Produktansicht



Abbildung 1: Elemente des H-840

- 1 Bewegungsplattform
- 2 Bein
- 3 Koordinatenwürfel
- 4 Einbaustecker für Stromversorgungskabel
- 5 Einbaustecker für Datenübertragungskabel
- 6 Grundplatte

3.4 Technische Ausstattung

3.4.1 Beine

Der Hexapod hat sechs längenveränderliche Beine. Jedes Bein führt lineare Bewegungen durch. Jeder Satz von Einstellungen der sechs Beine definiert eine Position der Bewegungsplattform in sechs Freiheitsgraden (drei Translationsachsen und drei Rotationsachsen).

Jedes Bein ist mit folgenden Komponenten ausgerüstet:

- Ein Aktor
- Referenz- und Endschalter
- Gelenke zur Anbindung an Grundplatte und Bewegungsplattform

Der Aktor enthält folgende Komponenten:

- H-840.G2A: Bürstenloser Gleichstrommotor mit Getriebe und absolut messendem Encoder, Spindel
- H-840.G2I: Bürstenloser Gleichstrommotor mit Getriebe und inkrementellem Encoder, Spindel
- H-840.G2IHP: Bürstenloser Gleichstrommotor mit Getriebe und inkrementellem Encoder, Spindel
- H-840.D2A: Bürstenloser Gleichstrommotor mit absolut messendem Encoder und Spindel
- H-840.D2I: Bürstenloser Gleichstrommotor mit inkrementellem Encoder und Spindel

3.4.2 Referenzschalter und Endschalter

Der Referenzschalter eines Beins funktioniert unabhängig von den Winkelpositionen der Beinenden und von den Längen der anderen Beine.

Bei Aktivierung eines Endschalters wird die Stromversorgung des Motors ausgeschaltet, um den Hexapod vor Schäden durch Fehlfunktionen zu schützen.

3.4.3 Steuerung

Der Hexapod ist für den Betrieb mit einem geeigneten Controller von PI (S. 16) vorgesehen. Mit dem Controller können Bewegungen für einzelne Achsen, für Kombinationen von Achsen oder für alle sechs Achsen gleichzeitig in einem einzigen Bewegungsbefehl kommandiert werden.

Der Controller berechnet aus den vorgegebenen Zielpositionen für die Translations- und Rotationsachsen die Einstellungen für die einzelnen Beine. Die Geschwindigkeiten und Beschleunigungen der Beine werden so berechnet, dass alle Beine zur selben Zeit starten und stoppen.

Wenn der Hexapod mit inkrementellen Encodern ausgestattet ist, muss er nach dem Einschalten oder dem Neustart des Controllers eine Referenzfahrt absolvieren, bei der jedes Bein seinen Referenzschalter anfährt. Nach der Referenzfahrt befindet sich die Bewegungsplattform in der Referenzposition und kann zu absoluten Zielpositionen kommandiert werden.

Für einen Hexapod mit absolut messenden Sensoren ist keine Referenzfahrt erforderlich.

Weitere Informationen finden Sie im Benutzerhandbuch des Controllers.

3.4.4 Bewegung

Die Plattform bewegt sich entlang der Translationsachsen X, Y und Z und um die Rotationsachsen U, V, und W.

Mit dem Controller können eigene Koordinatensysteme definiert und anstelle des werkseitig voreingestellten Koordinatensystems verwendet werden.

Werkseitige und anwenderdefinierte Koordinatensysteme sind immer rechtshändige Systeme. Die Umwandlung eines rechtshändigen Systems in ein linkshändiges System ist **nicht** möglich.

Nachfolgend wird das Verhalten des Hexapods mit dem werkseitig voreingestellten Koordinatensystem beschrieben. Die Arbeit mit anwenderdefinierten Koordinatensystemen ist in der Technical Note C887T0007 beschrieben.

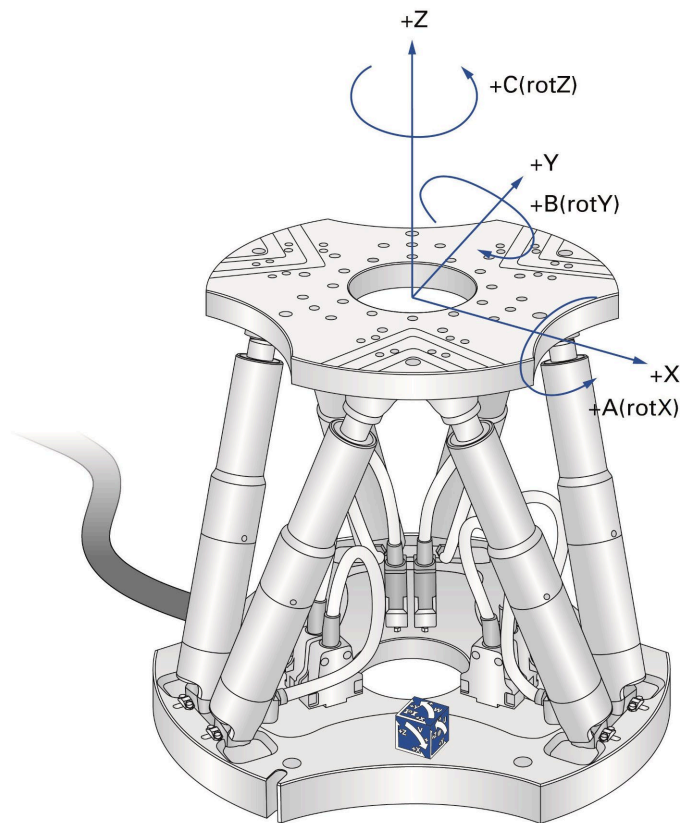


Abbildung 2: Koordinatensystem und Rotationen zu den Rotationskoordinaten U, V und W. Das Koordinatensystem ist zur besseren Übersicht oberhalb der Plattform gezeichnet

Translation

Translationen werden im raumfesten Koordinatensystem beschrieben. Die Translationsachsen X, Y und Z treffen sich im Ursprung des Koordinatensystems (0,0,0). Weitere Informationen finden Sie im Glossar (S. 71).

Rotation

Rotationen erfolgen um die Rotationsachsen U, V und W. Die Rotationsachsen treffen sich im Drehpunkt (auch „Pivotpunkt“). Die Rotationsachsen und damit auch der Drehpunkt bewegen sich immer zusammen mit der Plattform des Hexapods (siehe auch das untenstehende Beispiel zu aufeinanderfolgenden Rotationen).

Eine beliebige Rotation im Raum wird aus den Einzelrotationen in der Reihenfolge $U > V > W$ berechnet.

Weitere Informationen zum Drehpunkt finden Sie im Glossar (S. 71).

INFORMATION

Die Maßzeichnung (S. 62) enthält Folgendes:

- Ausrichtung des werkseitigen Koordinatensystems
- Lage des werkseitigen Drehpunkts

Beispiel: Aufeinanderfolgende Rotationen

Für eine übersichtlichere Darstellung sind die Abbildungen wie folgt angepasst:

- Runde Plattform durch T-förmige Plattform ersetzt
- Koordinatensystem versetzt dargestellt
- Drehpunkt in der oberen linken Ecke der Plattform

1. Die U-Achse wird zur Position 10 kommandiert.

Die Rotation um die U-Achse verkippt die Rotationsachsen V und W.

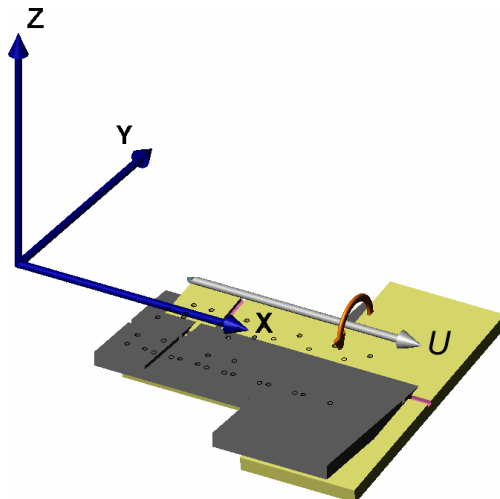


Abbildung 3: Rotation um die U-Achse

- Plattform in Referenzposition
- Plattformposition: U = 10 (U parallel zur raumfesten X-Achse)

2. Die V-Achse wird zur Position -10 kommandiert.

Die Rotation erfolgt um die bei der vorangegangenen Rotation verkippte Rotationsachse V.

Die Rotation um die V-Achse verkippt die Rotationsachsen U und W.

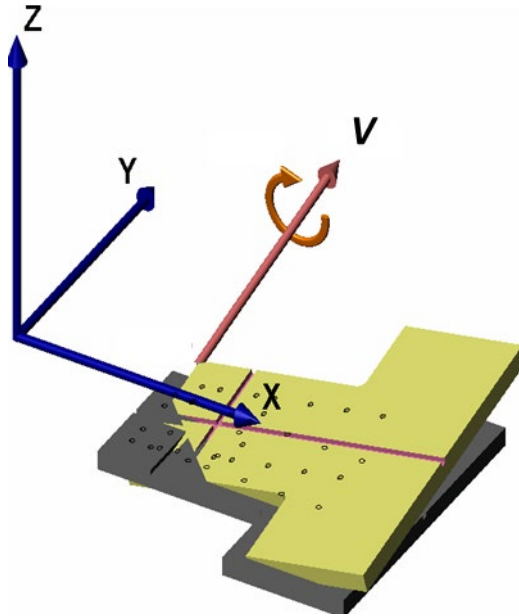




Abbildung 4: Rotation um die V-Achse

-  Plattform in Referenzposition
-  Plattformposition: $U = 10$, $V = -10$ (U und V parallel zur Plattformebene)

3. Die W-Achse wird zur Position 10 kommandiert.

Die Rotation erfolgt um die bei den vorangegangenen Rotationen verkippte Rotationsachse W. Die W-Achse ist immer senkrecht zur Plattformebene.

Die Rotation um die W-Achse verkippt die Rotationsachsen U und V.

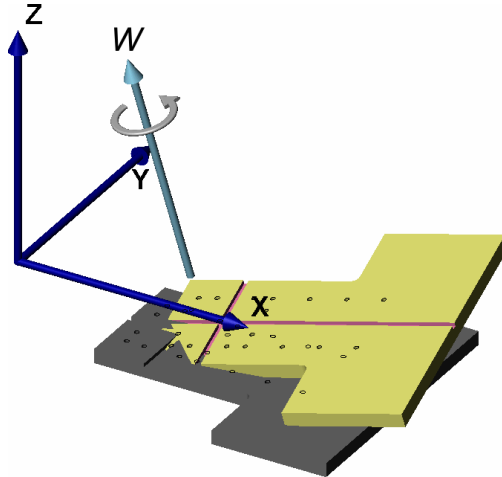


Abbildung 5: Rotation um die W-Achse

- Plattform in Referenzposition
- Plattformposition: $U = 10$, $V = -10$, $W = 10$ (U und V parallel zur Plattformebene, W senkrecht zur Plattformebene)

Weitere Daten zu den Stellwegen finden Sie im Abschnitt "Spezifikationen" (S. 51).

3.4.5 ID-Chip

Der Hexapod enthält einen ID-Chip, auf dem der Hexapodtyp, die Seriennummer und das Herstelldatum gespeichert sind. Die Daten werden beim Einschalten oder Neustart des Controllers vom ID-Chip geladen. In Abhängigkeit von den geladenen Daten behält der Controller die aktuelle Konfiguration bei oder installiert eine neue Konfiguration.

Für den einfachen Austausch sind die Konfigurationsdaten aller Standard-Hexapoden werkseitig auf jedem Standard-Controller gespeichert (z. B. Geometriedaten und Regelungsparameter). Die Konfigurationsdaten für kundenspezifische Hexapoden sind nur dann auf dem Controller gespeichert, wenn Hexapod und Controller zusammen ausgeliefert werden, oder wenn PI vor der Auslieferung des Controllers entsprechend informiert wurde.

Weitere Informationen und Anwendungshinweise finden Sie in der Dokumentation des Controllers.

3.5 Lieferumfang

Bestellnummer	Komponenten
H-840	Hexapod gemäß Ihrer Bestellung (S. 7)
Verpackung, bestehend aus:	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transportsicherung mit Montagezubehör ▪ Innerer und äußerer Karton ▪ Polster aus Schaumstoff und Wellpappe ▪ Palette 	
Dokumentation, bestehend aus:	
H840T0001	Technical Note zum Auspacken des Hexapods
MS247EK	Kurzanleitung für Hexapod-Systeme
Schraubensätze und Werkzeug:	
000034605	Montagezubehör: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 6 Zylinderschrauben M6x30 ISO 4762 ▪ 1 Sechskantschlüssel 5,0 DIN 911
000077312	Doppelmaulschlüssel 10 x 13 mm DIN 895
000036450	Zubehör zum Anschluss an das Erdungssystem: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 Flachkopfschraube mit Kreuzschlitz M4x8 ISO 7045 ▪ 2 Unterlegscheiben Form A-4, 3 DIN 7090 ▪ 2 Sicherungsscheiben Schnorr Ø 4 mm N0110

Beachten Sie, dass die Anschlusskabel zur Verbindung des H-840 mit der Elektronik separat bestellt werden müssen.

3.6 Optionales Zubehör

Bestellnummer	Datenübertragungskabel, verfügbare Längen
C-815.82D02	Datenübertragungskabel für Hexapoden, schleppkettentauglich, HD D-Sub 78 m/f, 2 m
C-815.82D03	Datenübertragungskabel für Hexapoden, schleppkettentauglich, HD D-Sub 78 m/f, 3 m
C-815.82D05	Datenübertragungskabel für Hexapoden, schleppkettentauglich, HD D-Sub 78 m/f, 5 m
C-815.82D07	Datenübertragungskabel für Hexapoden, schleppkettentauglich, HD D-Sub 78 m/f, 7,5 m
C-815.82D10	Datenübertragungskabel für Hexapoden, schleppkettentauglich, HD D-Sub 78 m/f, 10 m

Bestellnummer	Datenübertragungskabel, verfügbare Längen
C-815.82D20	Datenübertragungskabel für Hexapoden, schleppkettentauglich, HD D-Sub 78 m/f, 20 m

Bestellnummer	Stromversorgungskabel, verfügbare Längen
C-815.82P02A	Stromversorgungskabel für Hexapoden, schleppkettentauglich, M12 m/f abgewinkelt, 2 m
C-815.82P03A	Stromversorgungskabel für Hexapoden, schleppkettentauglich, M12 m/f abgewinkelt, 3 m
C-815.82P05A	Stromversorgungskabel für Hexapoden, schleppkettentauglich, M12 m/f abgewinkelt, 5 m
C-815.82P07A	Stromversorgungskabel für Hexapoden, schleppkettentauglich, M12 m/f abgewinkelt, 7,5 m
C-815.82P10A	Stromversorgungskabel für Hexapoden, schleppkettentauglich, M12 m/f abgewinkelt, 10 m
C-815.82P20A	Stromversorgungskabel für Hexapoden, schleppkettentauglich, M12 m/f abgewinkelt, 20 m

Wenden Sie sich für Bestellungen an den Kundendienst (S. 49).

3.7 Geeignete Controller

Modell	Bezeichnung
C-887.52	6-Achs-Controller für Hexapoden, TCP/IP, RS-232, Tischgerät, inkl. Ansteuerung von zwei Zusatzachsen
C-887.521	6-Achs-Controller für Hexapoden, TCP/IP, RS-232, Tischgerät, inkl. Ansteuerung von zwei Zusatzachsen, Analogeingänge
C-887.522	6-Achs-Controller für Hexapoden, TCP/IP, RS-232, Tischgerät, inkl. Ansteuerung von zwei Zusatzachsen, Motion Stop
C-887.523	6-Achs-Controller für Hexapoden, TCP/IP, RS-232, Tischgerät, inkl. Ansteuerung von zwei Zusatzachsen, Motion Stop, Analogeingänge
C-887.53	6-Achs-Controller für Hexapoden, TCP/IP, RS-232, Tischgerät, inkl. Ansteuerung von zwei Zusatzachsen, EtherCAT-Schnittstelle
C-887.531	6-Achs-Controller für Hexapoden, TCP/IP, RS-232, Tischgerät, inkl. Ansteuerung von zwei Zusatzachsen, EtherCAT-Schnittstelle, Analogeingänge
C-887.532	6-Achs-Controller für Hexapoden, TCP/IP, RS-232, Tischgerät, inkl. Ansteuerung von zwei Zusatzachsen, EtherCAT-Schnittstelle, Motion Stop

Modell	Bezeichnung
C-887.533	6-Achs-Controller für Hexapoden, TCP/IP, RS-232, Tischgerät, inkl. Ansteuerung von zwei Zusatzachsen, EtherCAT-Schnittstelle, Motion Stop, Analogeingänge

Wenden Sie sich bei Bestellungen an den Kundendienst (S. 49).

HINWEIS



H-840.G2IHP nur mit dem richtigen Controller betreiben!

Der H-840.G2IHP darf nicht mit einem anderen als den angegebenen Controllern betrieben werden, ohne zuvor Rücksprache mit unserem Kundendienst zu halten.

Der H-840.G2IHP darf nicht ohne Einweisung durch unseren Kundendienst mit einem C-887.5x[x]-Controller betrieben werden, der bereits für andere Hexapoden eingesetzt wird.

- Kontaktieren Sie unseren Kundendienst, wenn Sie den H-840.G2IHP mit einem anderen als den angegebenen Controllern betreiben wollen.
- Kontaktieren Sie unseren Kundendienst, wenn Sie den H-840.G2IHP mit einem C-887.5x[x]-Controller betreiben wollen, der bereits für andere Hexapoden eingesetzt wird.

4 Auspacken

In diesem Kapitel

Hexapod auspacken	19
Transportsicherung entfernen	20

Der Hexapod wird in einer speziellen Verpackung mit angepassten Schaumstoffeinsätzen und mit installierter Transportsicherung geliefert.

- Bewahren Sie das **komplette** Verpackungsmaterial und die Transportsicherung für den Fall auf, dass das Produkt später transportiert werden muss.

HINWEIS



Unzulässige mechanische Belastung!

Unzulässige mechanische Belastung kann den Hexapod beschädigen.

- Versenden Sie den Hexapod nur in der Originalverpackung.
- Halten Sie den Hexapod nur an der Transportsicherung oder an der Grundplatte.

4.1 Hexapod auspacken

1. Öffnen Sie den äußeren Karton.
2. Entfernen Sie die Schaumstoffabdeckung.
3. Öffnen Sie den inneren Karton.
4. Entfernen Sie die Schaumstoffabdeckung.
5. Halten Sie den Hexapod an der Transportsicherung und nehmen Sie ihn aus dem Schaumstoffeinsatz.
6. Vergleichen Sie die erhaltene Lieferung mit dem Inhalt laut Vertrag und mit der Packliste. Bei falsch gelieferten oder fehlenden Teilen wenden Sie sich sofort an PI.
7. Überprüfen Sie den Hexapod auf Anzeichen von Schäden. Bei Anzeichen von Schäden wenden Sie sich sofort an PI.
8. Entfernen Sie die Transportsicherung gemäß der Anleitung (S. 20), die zu Ihrem Hexapod-Modell passt.

4.2 Transportsicherung entfernen

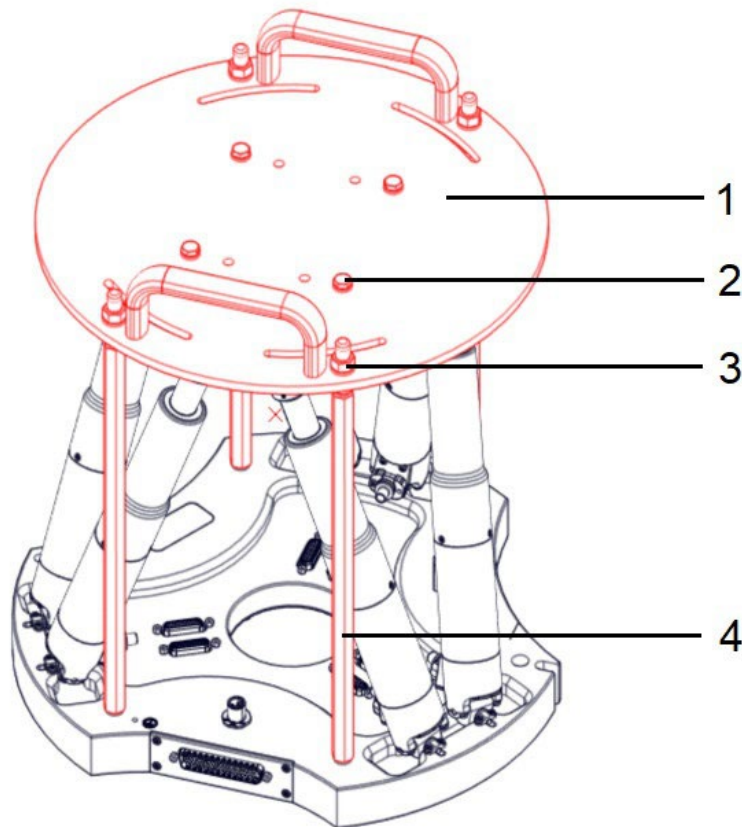


Abbildung 6: Bestandteile der Transportsicherung

- | | |
|---|----------------|
| 1 | Deckel |
| 2 | Schraube M6x16 |
| 3 | Mutter M8 |
| 4 | Strebe |

Werkzeug und Zubehör

- Gabelschlüssel SW 10
- Gabelschlüssel SW 13

Transportsicherung entfernen

1. Lösen Sie die 4 Muttern M8, mit denen der Deckel der Transportsicherung an den Streben befestigt ist.
2. Entfernen Sie die Muttern und die zugehörigen Unterlegscheiben.
3. Lösen Sie die 4 Schrauben M6x16, mit denen der Deckel der Transportsicherung an der Bewegungsplattform befestigt ist.

4. Entfernen Sie die Schrauben und die zugehörigen Unterlegscheiben.
5. Nehmen Sie den Deckel der Transportsicherung ab.
6. Entfernen Sie die 4 Streben der Transportsicherung aus der Grundplatte des Hexapods, indem Sie sie herausdrehen (Gewinde M8).
7. Bewahren Sie die Transportsicherung inklusive aller Schrauben, Unterlegscheiben und Muttern für den Fall auf, dass das Produkt später transportiert werden muss.

5 Installation

In diesem Kapitel

Allgemeine Hinweise zur Installation.....	23
Zulässige Belastung und Arbeitsraum ermitteln.....	24
Hexapod erden.....	25
Hexapod auf Unterlage befestigen	25
Last auf Hexapod befestigen.....	26
Optional: Koordinatenwürfel entfernen.....	27
Hexapod an Controller anschließen.....	28

5.1 Allgemeine Hinweise zur Installation

Der Hexapod kann in beliebiger Orientierung montiert werden.

HINWEIS



Unzulässige mechanische Belastung und Kollisionen!

Unzulässige mechanische Belastung und Kollisionen zwischen Hexapod, zu bewegender Last und Umgebung können den Hexapod beschädigen.

- Halten Sie den Hexapod nur an der Grundplatte.
- Ermitteln Sie vor der Installation der Last
 - den Grenzwert für die Belastung des Hexapods sowie
 - den Arbeitsraum des Hexapods
 mit einem Simulationsprogramm (S. 24).
- Vermeiden Sie bei der Installation hohe Kräfte und Momente auf die Bewegungsplattform.
- Sorgen Sie für eine unterbrechungsfreie Stromversorgung, um eine ungewollte Deaktivierung des Hexapod-Systems und daraus resultierende ungewollte Positionsänderungen des Hexapods zu vermeiden.
- Stellen Sie sicher, dass im Arbeitsraum des Hexapods keine Kollisionen zwischen Hexapod, zu bewegender Last und Umgebung möglich sind.

Bei Varianten mit Absolutencoder:

HINWEIS



Sensorstörung durch Lösen der Steckverbindung!

Das Lösen der D-Sub-Steckverbindungen zwischen Bein und Grundplatte führt zu einer Nullpunktverstellung des Sensors. Durch Entladung der Batterie geht der Sensor ebenfalls in einen Fehlerzustand.

- Lösen Sie nicht die D-Sub-Steckverbindungen zwischen Bein und Grundplatte des Hexapoden.

INFORMATION

Mit der optional erhältlichen PIVeriMove Hexapod Software zur Kollisionsprüfung können mögliche Kollisionen zwischen Hexapod, Last und Umgebung rechnerisch überprüft werden. Die Verwendung der Software wird empfohlen, wenn der Hexapod sich in einem eingeschränkten Einbauraum befindet und/oder mit einer räumlich einschränkenden Last betrieben wird. Details zur Freischaltung und Konfiguration von PIVeriMove siehe Technical Note C887T0002 (im Lieferumfang der Software).

5.2 Zulässige Belastung und Arbeitsraum ermitteln

Werkzeug und Zubehör

- PC mit Windows Betriebssystem, auf dem das Simulationsprogramm PI Hexapod Simulation Tool installiert ist. Weitere Informationen finden Sie in der Technical Note A000T0068.

Arbeitsraum und zulässige Belastung des Hexapods ermitteln

- Folgen Sie den Anweisungen in der Technical Note A000T0068, um mit dem Simulationsprogramm den Arbeitsraum und den Grenzwert für die Belastung des Hexapods zu ermitteln.

Die Grenzwerte in der nachfolgenden Tabelle dienen zur Orientierung. Sie gelten nur, wenn der Massenschwerpunkt im Ursprung des werkseitigen Koordinatensystems (0,0,0) liegt.

	Servomodus für Hexapod eingeschaltet – max. Belastbarkeit		Servomodus für Hexapod ausgeschaltet – max. Haltekraft	
	horizontal montiert	beliebig montiert	horizontal montiert	beliebig montiert
Montagestellung der Grundplatte				
H-840.G2A, .G2I, .G2IHP	30 kg	10 kg	100 N	25 N
H-840.D2A, .D2I	10 kg	3 kg	15 N	5 N

Wenn Sie Unterstützung beim Ermitteln des Grenzwerts für die Belastung oder beim Ermitteln des Arbeitsraums benötigen:

- Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 49).

5.3 Hexapod erden

INFORMATION

- Wenn in Ihrer Anwendung Vibrationen auftreten, sichern Sie die Schraubverbindung für den Schutzleiter zusätzlich auf geeignete Weise (z. B. mit leitfähigem Flüssigklebstoff) gegen selbstständiges Losdrehen.

Der Hexapod ist nicht über das Stromversorgungskabel geerdet. Wenn eine Funktionserdung zum Potentialausgleich erforderlich ist:

1. Schließen Sie die Grundplatte an das Erdungssystem an:
 - Verwenden Sie zum Anschließen das mitgelieferte Zubehör (S. 15) und die mit dem Symbol für den Erdanschluss gekennzeichnete Bohrung M4 mit Tiefe 8 mm (S. 62).
2. Schließen Sie die Bewegungsplattform an das Erdungssystem an:
 - Verwenden Sie zum Anschließen eine der Montagebohrungen in der Bewegungsplattform (S. 62).
oder
 - Wenn die Bewegungsplattform und die Last leitend miteinander verbunden sind, schließen Sie die Last an das Erdungssystem an.

5.4 Hexapod auf Unterlage befestigen

HINWEIS



Unzulässige mechanische Belastung!

Unzulässige mechanische Belastung kann den Hexapod beschädigen.

- Halten Sie den Hexapod nur an der Grundplatte.

HINWEIS



Verspannen der Grundplatte!

Ungeeignete Montage kann die Grundplatte verspannen. Ein Verspannen der Grundplatte verringert die Genauigkeit.

- Montieren Sie den Hexapod auf ebener Grundfläche. Die empfohlene Ebenheit der Grundfläche beträgt 300 µm.

Voraussetzung

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

Werkzeug und Zubehör

- Sechskantschlüssel 5,0 und sechs der mitgelieferten Schrauben (S. 15).
- Optional: zwei Passstifte zur einfachen Ausrichtung des Hexapods, geeignet für Bohrungen mit \varnothing 8 mm H7, nicht im Lieferumfang

Hexapod befestigen

1. Bringen Sie in die Unterlage die erforderlichen Bohrungen ein:
 - Sechs M6-Gewindebohrungen für die Montage mit Schrauben M6x30
 - Optional: Zwei Passbohrungen mit \varnothing 8 mm H7 für die Aufnahme von Passstiften

Die Anordnung der sechs Montagebohrungen sowie der zwei Passbohrungen in der Grundplatte des Hexapods können Sie der Maßzeichnung (S. 62) entnehmen.
2. Wenn Sie Passstifte verwenden, um den Hexapod auszurichten:
 - a) Führen Sie die Passstifte in die Passbohrungen im Hexapod oder in der Unterlage ein.
 - b) Setzen Sie den Hexapod so auf die Unterlage, dass die Passstifte in die entsprechenden Passbohrungen auf der Gegenseite eingefügt werden.
3. Befestigen Sie den Hexapod an den sechs Montagebohrungen in der Grundplatte mit den mitgelieferten Schrauben.

5.5 Last auf Hexapod befestigen**HINWEIS****Unzulässige mechanische Belastung und Kollisionen!**

Unzulässige mechanische Belastung und Kollisionen zwischen Hexapod, zu bewegender Last und Umgebung können den Hexapod beschädigen.

- Stellen Sie sicher, dass die installierte Last den aus der Belastungsprüfung (S. 24) resultierenden Grenzwert einhält.
- Vermeiden Sie bei der Installation hohe Kräfte und Momente auf die Bewegungsplattform.
- Stellen Sie sicher, dass im Arbeitsraum des Hexapods keine Kollisionen zwischen Hexapod, zu bewegender Last und Umgebung möglich sind.

HINWEIS**Zu lange Schrauben!**

Zu tief eingebrachte Schrauben können den Hexapod beschädigen.

- Beachten Sie bei der Wahl der Schraubenlänge die Dicke der Bewegungsplattform bzw. die Tiefe der Montagebohrungen (S. 62) zusammen mit der zu montierenden Last.
- Verwenden Sie nur Schrauben, die nach dem Einschrauben nicht unter der

Bewegungsplattform herausragen.

- Befestigen Sie den Hexapod und die Last nur an den dafür vorgesehenen Montagevorrichtungen (Bohrungen).
-

Voraussetzungen

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Installation gelesen und verstanden (S. 23).
- ✓ Sie haben die zulässige Belastung und den Arbeitsraum des Hexapods ermittelt (S. 24).
- ✓ Sie haben die Last und die Umgebung des Hexapods so gestaltet, dass die zulässige Belastung des Hexapods eingehalten wird und keine Kollisionen auftreten können.

Werkzeug und Zubehör

- Schrauben geeigneter Länge. Modellabhängige Optionen, siehe Maßzeichnung (S. 62):
 - Schrauben M4
 - Schrauben M6
 - Schrauben M8
- Geeignetes Werkzeug zur Befestigung der Schrauben
- Optional: Zwei Passstifte zur einfachen Ausrichtung der Last auf dem Hexapod. Bohrungsdurchmesser modellabhängig, siehe Maßzeichnung (S. 62). Passstifte nicht im Lieferumfang.

Last befestigen

1. Richten Sie die Last so aus, dass die ausgewählten Montagebohrungen in der Bewegungsplattform für die Befestigung verwendet werden können.

Wenn Sie Passstifte verwenden, um die Last auszurichten:

- a) Bringen Sie in die Last zwei Passbohrungen für die Aufnahme von Passstiften ein.
- b) Führen Sie die Passstifte in die Passbohrungen in der Bewegungsplattform oder in der Last ein.
- c) Setzen Sie die Last so auf die Bewegungsplattform, dass die Passstifte in die entsprechenden Passbohrungen auf der Gegenseite eingefügt werden.

Die Anordnung der Montage- und Passbohrungen in der Bewegungsplattform des Hexapods sowie die Toleranzangaben können Sie der Maßzeichnung (S. 62) entnehmen.

2. Befestigen Sie die Last mit den Schrauben an den ausgewählten Montagebohrungen in der Bewegungsplattform.

5.6 Optional: Koordinatenwürfel entfernen

Sie können den Koordinatenwürfel von der Grundplatte des Hexapods entfernen.

Werkzeug und Zubehör

- Sechskant-Schraubendreher SW 2,0

Koordinatenwürfel entfernen

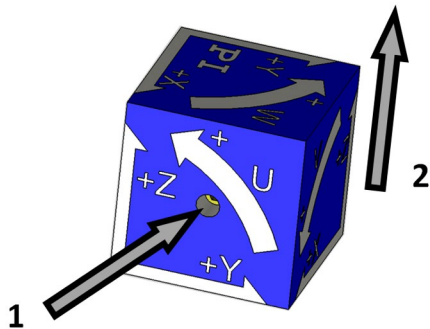


Abbildung 7: Koordinatenwürfel entfernen

1. Lösen Sie den Gewindestift M4x8.
2. Ziehen Sie den Koordinatenwürfel nach oben von der Grundplatte weg.

5.7 Hexapod an Controller anschließen

Voraussetzungen

- ✓ Der Controller ist **ausgeschaltet**, d.h. der Ein-/Ausschalter befindet sich in der Stellung **O**.

Werkzeug und Zubehör

- Datenübertragungskabel und Stromversorgungskabel, erhältlich als Zubehör (S. 15)

Hexapod an Controller anschließen

- Verbinden Sie Hexapod und Controller miteinander:
 - Achten Sie auf die Zuordnung, die durch die Beschriftung von Buchsen, Steckern und Kabeln vorgegeben ist.
 - Beachten Sie die mechanische Kodierung von Steckern und Buchsen.
 - Wenden Sie keine Gewalt an.

- Sichern Sie die Steckverbindungen mit den integrierten Schrauben gegen unbeabsichtigtes Abziehen.

Standardverkabelung

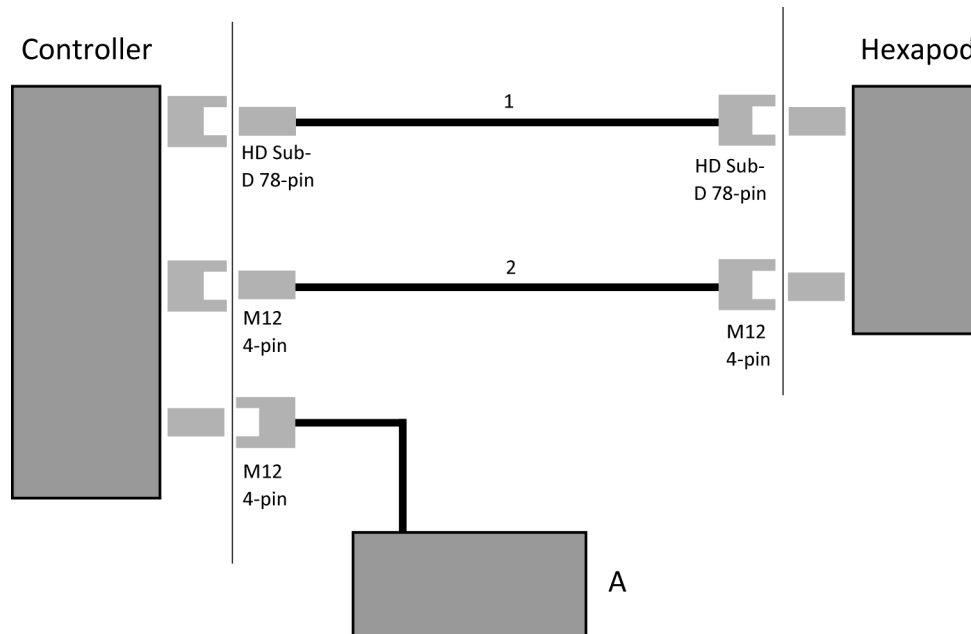




Abbildung 8: Anschlussschema

	Einbaustecker / Stecker, männlich
	Buchse / Kupplung, weiblich
Controller	Siehe „Geeignete Controller“ (S. 16)
Hexapod	H-840
A	Netzteil aus dem Lieferumfang des Controllers, Ausgang 24 V DC
1	Datenübertragungskabel*
2	Stromversorgungskabel*

* Muss separat bestellt werden.

6 Inbetriebnahme

In diesem Kapitel

Allgemeine Hinweise zur Inbetriebnahme.....	31
Hexapod-System in Betrieb nehmen	32

6.1 Allgemeine Hinweise zur Inbetriebnahme

VORSICHT



Quetschgefahr durch bewegte Teile!

Zwischen den bewegten Teilen des Hexapods und einem feststehenden Teil oder Hindernis besteht die Gefahr von leichten Verletzungen durch Quetschung.

- Halten Sie Ihre Finger von Bereichen fern, in denen sie von bewegten Teilen erfasst werden können.

HINWEIS



Falsche Konfiguration des Controllers!

Die vom Controller verwendeten Konfigurationsdaten (z. B. Geometriedaten und Regelungsparameter) müssen auf den Hexapod abgestimmt sein. Bei Verwendung falscher Konfigurationsdaten kann der Hexapod durch unkontrollierte Bewegungen oder Kollisionen beschädigt werden.

Eine Anpassung der Konfigurationsdaten findet beim Einschalten oder Neustart des Controllers anhand der vom ID-Chip geladenen Daten statt.

- Nachdem Sie die Kommunikation über TCP/IP oder RS-232 hergestellt haben, senden Sie den Befehl `CST?`. Die Antwort zeigt an, auf welchen Hexapod der Controller abgestimmt ist.
- Betreiben Sie den Hexapod nur mit einem Controller, dessen Konfigurationsdaten auf den Hexapod abgestimmt sind.

HINWEIS



Schäden durch Kollisionen!

Kollisionen können den Hexapod, die zu bewegende Last und die Umgebung beschädigen.

- Stellen Sie sicher, dass im Arbeitsraum des Hexapods keine Kollisionen zwischen Hexapod, 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.

HINWEIS**Schäden durch nicht entfernte Transportsicherung!**

Wenn die Transportsicherung (S. 19) des Hexapods nicht entfernt wurde und eine Bewegung kommandiert wird, können Schäden am Hexapod entstehen.

- Entfernen Sie die Transportsicherung, bevor Sie das Hexapod-System in Betrieb nehmen.
-

6.2 Hexapod-System in Betrieb nehmen

Voraussetzungen

- ✓ Sie haben die allgemeinen Hinweise zur Inbetriebnahme gelesen und verstanden (S. 31).
- ✓ Sie haben den Hexapod korrekt installiert, d. h. entsprechend den Anweisungen in "Installation" (S. 23) den Hexapod auf einer Unterlage befestigt, die Last auf dem Hexapod befestigt und den Hexapod am Controller angeschlossen.
- ✓ Sie haben das Benutzerhandbuch des Controllers gelesen und verstanden.

Zubehör

- PC mit geeigneter Software (siehe Benutzerhandbuch des Controllers)

Hexapod-System in Betrieb nehmen

1. Nehmen Sie den Controller in Betrieb (siehe Benutzerhandbuch des Controllers).
2. Steuern Sie einige Bewegungszyklen zum Test (siehe Benutzerhandbuch des Controllers).

7 Wartung

In diesem Kapitel

Wartungsfahrt durchführen	33
Stößel des Hexapods reinigen.....	34
Hexapod reinigen.....	35
Hexapod für den Transport verpacken.....	35

PI bietet für all seine Produkte eine Auswahl an Rundum-Serviceleistungen, von denen viele dafür konzipiert wurden, die Lebensdauer und Betriebszeit zu erhöhen:

- Remote-Setup des Systems: Ein Experte stellt sicher, dass Ihr System optimiert wird und perfekt läuft.
- Return-to-Base-Programme zur vorbeugenden Wartung: Proaktive Verifizierung des Zustandes und der Leistung Ihres Systems.
- Kundentraining: Stellt sicher, dass das System über die gesamte Lebensdauer optimal läuft.

Wenden Sie sich an Ihre PI Vertretung, wenn Sie mehr über die umfassenden Servicevorteile erfahren möchten.

HINWEIS



Schäden durch falsche Wartung!

Der Hexapod kann durch falsche Wartung dejustiert werden. Dadurch können sich die Spezifikationen ändern (S. 51).

- Lösen Sie Schrauben nur entsprechend den Anleitungen in diesem Handbuch.

Abhängig von den Einsatzbedingungen und der Einsatzdauer des Hexapods sind die folgenden Wartungsmaßnahmen erforderlich.

7.1 Wartungsfahrt durchführen

Häufige Bewegungen über einen eingeschränkten Stellweg können dazu führen, dass das Schmiermittel auf der Antriebsspindel ungleichmäßig verteilt ist.

- Führen Sie in regelmäßigen Abständen eine Wartungsfahrt über den gesamten Stellweg durch (siehe Benutzerhandbuch des Controllers). Je öfter Bewegungen über einen

eingeschränkten Stellweg durchgeführt werden, desto kürzer muss der zeitliche Abstand der Wartungsfahrten sein.

7.2 Stößel des Hexapods reinigen

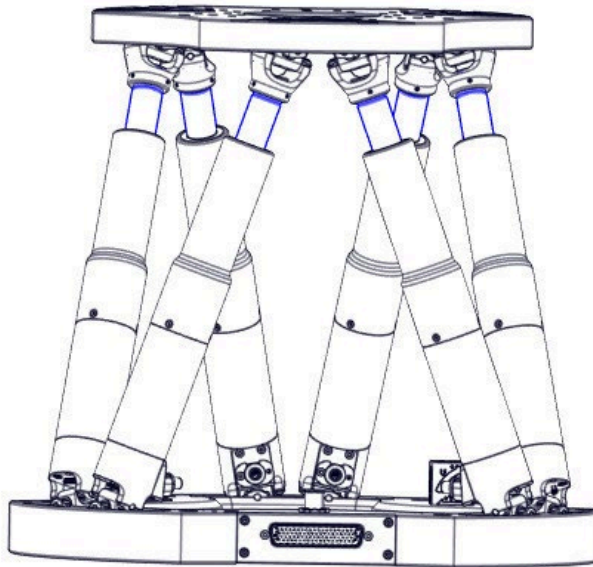


Abbildung 9: Lage der Stößel des H-840

Reinigen Sie die Stößel des H-840 (in der Abbildung blau dargestellt) nach maximal 15 Millionen Zyklen oder wenn eine sichtbare Verunreinigung erkennbar ist.

Ein Zyklus entspricht einer Punkt-zu-Punkt-Bewegung (= ein Move-Befehl = $1/2$ Sinus)

H-840 für die Reinigung vorbereiten

- Fahren Sie die Beine des Hexapods vollständig aus, indem Sie den H-840 zur maximal zulässigen z-Position bewegen.
- Entfernen Sie die Kabel für Datenübertragung und Stromversorgung vom H-840.

Stößel reinigen

- Geben Sie Isopropanol auf ein fusselfreies Tuch und wischen Sie damit die Stößel des H-840 ab.

Führen Sie die Reinigung jeweils entlang der Bewegungsrichtung der Stößel durch, so dass möglichst geringe radiale Kräfte oder Drehmomente auf die Beine aufgebracht werden.

Achten Sie darauf, dass keine Flüssigkeit in die Beine läuft.

7.3 Hexapod reinigen

Voraussetzungen

- ✓ Sie haben die Kabel für Datenübertragung und Stromversorgung vom Hexapod entfernt.

Hexapod reinigen

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

7.4 Hexapod für den Transport verpacken

HINWEIS



Unzulässige mechanische Belastung!

Unzulässige mechanische Belastung kann den Hexapod beschädigen.

- Versenden Sie den Hexapod nur in der Originalverpackung.
- Halten Sie den Hexapod nur an der Transportsicherung oder an der Grundplatte.

HINWEIS



Schäden durch Anwendung hoher Kräfte!

Hexapod-Beine mit Direktantrieb können im Fehlerfall vorsichtig von Hand bewegt werden. Blockierte Beine können durch Gewaltanwendung beschädigt werden.

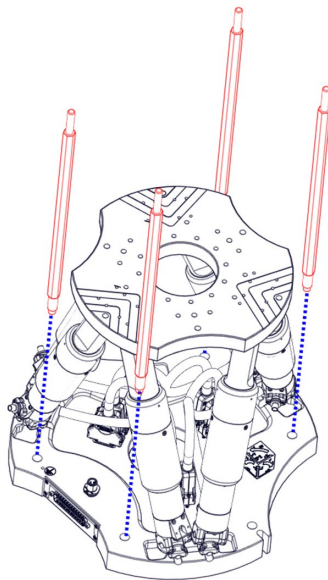
- Wenn ein oder mehrere Beine des Hexapods blockiert sind, bewegen Sie den Hexapod **nicht** von Hand.
- Wenn Sie den Hexapod von Hand bewegen, vermeiden Sie die Anwendung hoher Kräfte.

Zubehör

- Transportsicherung (S. 19)
- Originalverpackung (S. 15)
- Elektrostatisch ableitende Folie
- Umreifungsband
- Stretchfolie

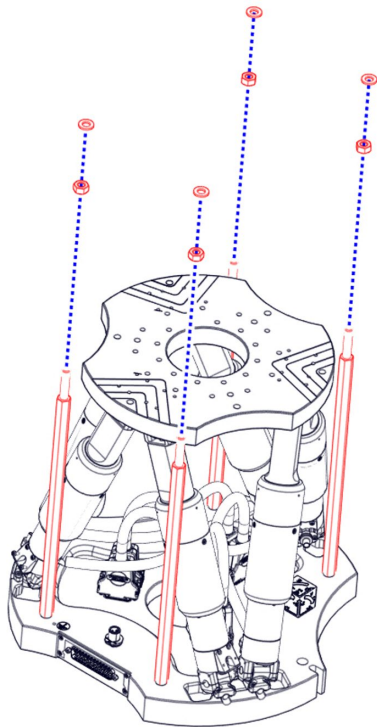
7.4.1 Transportsicherung anbringen

1. Kommandieren Sie eine Bewegung des Hexapods zur Transportposition:
 $X = Y = Z = U = V = W = 0$
2. Deinstallieren Sie das Hexapod-System:
 - a) Entfernen Sie die Last von der Bewegungsplattform des Hexapods.
 - b) Schalten Sie den Controller aus.
 - c) Entfernen Sie das Datenübertragungskabel und das Stromversorgungskabel vom Controller und vom Hexapod.
 - d) Lösen Sie die sechs Schrauben M6x30, mit denen der Hexapod auf der Unterlage befestigt ist.
 - e) Entfernen Sie die sechs Schrauben M6x30.
3. Befestigen Sie die Transportsicherung:



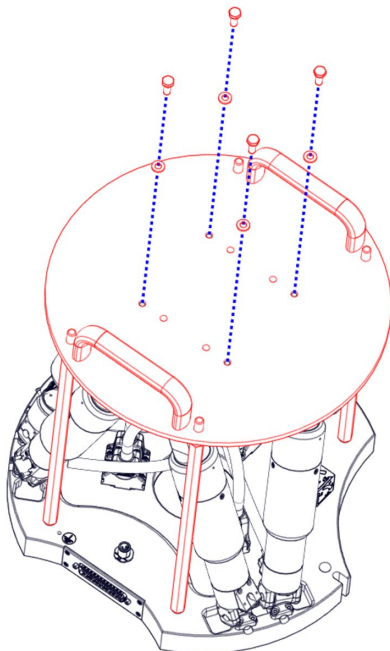
Streben der Transportsicherung einschrauben:

- a) Schrauben Sie die Streben mit dem kürzeren Gewinde in die Hexapod-Grundplatte gemäß der Abbildung ein.
- b) Ziehen Sie die Streben handfest an.



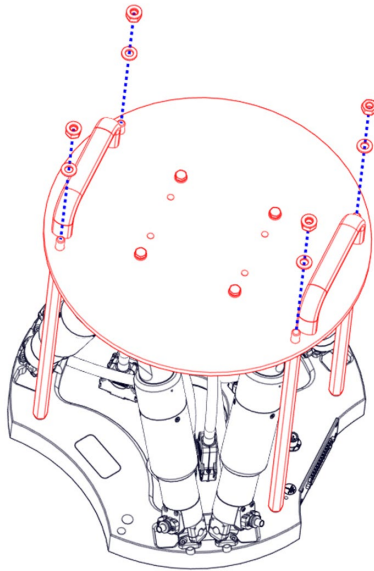
Muttern und Unterlegscheiben anbringen:

- a) Schrauben Sie auf jede Strebe eine Mutter M8 bis zum Ende des Gewindes.
- b) Legen Sie auf jede Mutter eine Unterlegscheibe 8,4.



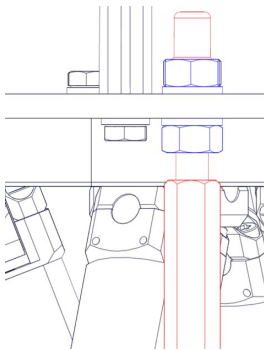
Deckel an der Bewegungsplattform befestigen:

- a) Legen Sie den Deckel so auf die Bewegungsplattform, dass die Enden der 4 Streben durch die entsprechenden Bohrungen im Deckel ragen.
- b) Befestigen Sie den Deckel mit vier Schrauben M6x16, auf die Sie zuvor jeweils eine Unterlegscheibe 6,4 geschoben haben, an der Bewegungsplattform.



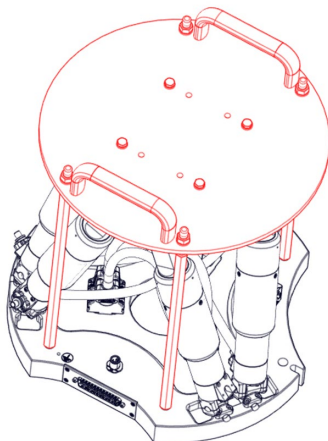
Deckel an Streben befestigen:

- a) Schieben Sie auf jede Strebe eine Unterlegscheibe 8,4.
- b) Schrauben Sie auf jede Strebe eine Mutter M8 und ziehen Sie sie handfest an.



Deckel durch Kontern der Muttern sichern:

- a) Kontern Sie für jede Strebe die Mutter über dem Deckel mit der Mutter, die unter dem Deckel sitzt.
- b) Stecken Sie Gewindeschutzhappen auf die Enden der Streben.



Installation ist beendet

7.4.2 Hexapod verpacken

1. Bringen Sie die Transportsicherung am Hexapod an. Folgen Sie der Anleitung (S. 36).
2. Verpacken Sie den Hexapod zum Schutz vor Verschmutzung in einer elektrostatisch ableitenden Folie.
3. Wenn notwendig, bereiten Sie die Originalverpackung vor, siehe Abbildungen:
 - a) Stecken Sie den Außenkarton auf die Palette auf.
 - b) Legen Sie ein Schaumstoffpolster 740 x 740 x 130 mm in den Außenkarton. Achten Sie dabei darauf, dass die Aussparung für den Innenkarton nach oben zeigt, während die "Füße" nach unten zeigen.
 - c) Setzen Sie den Innenkarton in den Außenkarton ein.
 - d) Wenn Wellpapp-Zuschnitte zur Originalverpackung gehören: Legen Sie die Zuschnitte in den Innenkarton.
 - e) Legen Sie den Schaumstoffeinsatz für die Grundplatte des Hexapods in den Innenkarton. Achten Sie dabei auf die passende Orientierung des Einsatzes.
4. Halten Sie den Hexapod an der Transportsicherung oder an der Grundplatte und setzen Sie ihn in den Schaumstoffeinsatz des Innenkartons.

Wenn die Transportsicherung nicht angebracht werden konnte, stabilisieren Sie den Hexapod durch Hinzufügen zusätzlicher Verpackungsmaterialien, z. B. durch Schaumstoffeinlagen.
5. Legen Sie die Schaumstoffabdeckung auf den Hexapod, siehe Abbildung. Achten Sie dabei auf die passende Orientierung der Abdeckung.
6. Wenn ein Polster aus gefalteter Wellpappe zur Originalverpackung gehört: Legen Sie das Polster auf die Schaumstoffabdeckung, siehe Abbildung
7. Schließen Sie den Innenkarton.
8. Setzen Sie ein Schaumstoffpolster 740 x 740 x 130 mm auf den Innenkarton, siehe Abbildung.
9. Setzen Sie den Deckel auf den Außenkarton, siehe Abbildung.
10. Befestigen Sie mit zwei parallel angebrachten Streifen Umreifungsband den Außenkarton auf der Palette.
11. Umwickeln Sie Karton und Palette zum Schutz vor Feuchtigkeit mit Stretchfolie, siehe Abbildung.



Schritt 3 a



Schritt 3 b



Schritt 3 e

Die passende Orientierung des Schaumstoffeinsatzes hängt vom Hexapod-Modell ab.



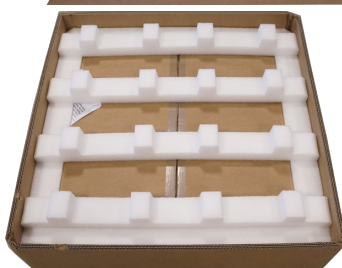
Schritt 5

Die passende Orientierung der Schaumstoffabdeckung hängt vom Hexapod-Modell ab.



Schritt 6

Nur erforderlich, wenn ein Polster aus gefalteter Wellpappe zur Originalverpackung gehört.



Schritt 8



Schritt 9



Schritt 11

Der obere Karton enthält den Controller.

8 Störungsbehebung

Störung	Mögliche Ursachen	Behebung
Unerwartetes Verhalten des Hexapods.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kabel defekt ▪ Pin verbogen ▪ Steck- oder Lötverbindung gelöst 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Überprüfen Sie Datenübertragungs- und Stromversorgungskabel. ➤ Ersetzen Sie die Kabel durch Kabel gleichen Typs und testen Sie die Funktion des Hexapods. ➤ Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 49).
Der Hexapod erreicht nicht die spezifizierte Wiederholbarkeit.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verspannte Grundplatte ▪ Verspannte Deckplatte 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Montieren Sie den Hexapod auf einer ebenen Grundfläche (S. 25). ➤ Montieren Sie nur Lasten mit einer ebenen Grundfläche. <p>Die empfohlene Ebenheit der Grundfläche beträgt 300 µm.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mangelschmierung aufgrund kleiner Bewegungen über einen langen Zeitraum. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Führen Sie eine Wartungsfahrt über den gesamten Stellweg durch (S. 33).
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Äußere Störeinflüsse 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Stellen Sie sicher, dass keine Schwingungen auf das System übertragen werden. ➤ Stellen Sie sicher, dass keine Kräfte, zum Beispiel auch durch geschleppte Kabel, die Bewegung der Deckplatte beeinträchtigen. ➤ Stellen Sie sicher, dass sich das System in einem thermischen Gleichgewicht befindet.
Die Trajektoriengenauigkeit ist schlecht.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unpassende Regelungsparameter für Anwendung ▪ Systemverhalten hat sich verändert durch zunehmende Leichtgängigkeit. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Führen Sie eine Parametertuning durch. ➤ Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 49).

Störung	Mögliche Ursachen	Behebung
Der Hexapod bewegt sich nicht.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fremdkörper ist in die Antriebsspindel geraten ▪ Motor defekt ▪ Sensor defekt ▪ Gelenk gebrochen oder blockiert ▪ Last zu groß 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Führen Sie einen Beintest durch (siehe Benutzerhandbuch des Controllers). Führen Sie den Beintest in der Referenzposition durch, sofern die Störung nicht in maximaler oder minimaler Auslenkung der Plattform in Z auftritt. ➤ Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 49).
Der Hexapod bewegt sich nicht.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Mechanik wird nicht mit Spannung versorgt. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Überprüfen Sie das Stromversorgungskabel. ➤ Übersprüfen Sie, falls vorhanden, das Netzteil der Mechanik. ➤ Überprüfen Sie, ob die Spannungsversorgung am Hexapod anliegt mit dem Befehl <code>DIA?</code> <p>dia?</p> <p>1= 1 {Hexapod powered}</p> <p>2= 1 {E-stop activated}</p> <p>3= +33.0 {Temperature}</p> <p>4= -1 {Faulty Point in Waveform}</p> <p>oder über die Diagnostic Information in PIMikroMove.</p>
Der Hexapod bewegt sich nicht.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beim Anschluss eines alten Hexapods (z.B. H-811.D1) an einen Controller mit aktueller Firmware ist die Power-Good-Überprüfung nicht abgeschaltet worden. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Überprüfen Sie, ob der Fehler 500 - (error 500 - "The "red knob" is still set and disables system") oder 66 - Voltage out of limits vorliegt. Deaktivieren Sie die Power-Good-Prüfung per Parameter 0x19004000. ➤ Wenden Sie sich an unseren Kundendienst (S. 49).
Der Hexapod bewegt sich nicht.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Servo wurde durch einen Fehlerfall abgeschaltet. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fragen Sie den Servostatus mit <code>SVO?</code> ab. Falls SVO 0 geantwortet wird, stellen Sie sicher, dass der Fehlerfall korrigiert wurde. Aktivieren Sie den Servo durch SVO X 1.

Störung	Mögliche Ursachen	Behebung
Der Hexapod bewegt sich nicht.	<p>Bei einem Controller mit Buchse E-Stop:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ An E-Stop ist nichts angeschlossen ▪ "Break contact" ist aktiv an E-Stop <p>In beiden Fällen ist der Ausgang 24 V Out 7 A des Controllers deaktiviert.</p>	<p>Controller mit Buchse E-Stop unterstützen die "Motion Stop"-Funktionalität, mit der die Bewegung des Hexapods durch externe Geräte (Pushbuttons, Schalter) gestoppt werden kann.</p> <p>➤ Überprüfen Sie den Zustand der E-Stop-Funktion:</p> <p>dia?</p> <p>1= 1 {Hexapod powered} 2= 1 {E-stop activated} 3= +33.0 {Temperature} 4= -1 {Faulty Point in Waveform}</p> <p>oder über die Diagnostic Information in PIMikroMove.</p> <p>Wenn Sie die "Motion Stop"-Funktionalität nicht verwenden:</p> <p>➤ Stellen Sie sicher, dass der Kurzschlussstecker C887B0038 aus dem Lieferumfang des Controllers an der Buchse E-Stop gesteckt ist.</p> <p>Wenn Sie die "Motion Stop"-Funktionalität verwenden:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Überprüfen Sie Ihr System und vergewissern Sie sich, dass der Hexapod gefahrlos bewegt werden kann. 2. Aktivieren Sie den Ausgang 24 V Out 7 A mit "Make contact" (Details siehe Handbuch des Controllers). Wenn Sie die Motion-Stop-Box C-887.MSB von PI verwenden: Drücken Sie zuerst den Pilzdrucktaster, um ihn zu entriegeln, und danach die grüne Drucktaste. 3. Schalten Sie für die Hexapodachsen den Servomodus ein. Verwenden Sie den Befehl SVO oder die entsprechenden Bedienelemente in der PC-Software. Hinweis: Eine erneute Referenzfahrt ist nicht erforderlich

Störung	Mögliche Ursachen	Behebung
Der Hexapod bewegt sich nicht.	<ul style="list-style-type: none"> Falsche oder fehlende Konfigurationsdaten 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Senden Sie den Befehl <code>CST?</code>. Die Antwort zeigt an, auf welchen Hexapod der Controller abgestimmt ist. ➤ Stellen Sie mit <code>DBG? choosehexapod {Hexapodtyp}</code> den richtigen Hexapoden ein. ➤ Senden Sie den Befehl <code>ERR?</code>. Fehlercode „233“ in der Antwort zeigt an, dass die Konfigurationsdaten für den Hexapod auf dem Controller fehlen. Kontaktieren Sie unseren Kundendienst (S. 49), um gültige Konfigurationsdaten zu erhalten.
Der Hexapod bewegt sich nicht. Error: (Position out of Limit)	<ul style="list-style-type: none"> Der Hexapod befindet sich außerhalb des zugelassenen Bewegungsraums. Bei Hexapoden mit absolut messenden Encodern ist keine Referenzfahrt möglich. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erstellen Sie ein KSD-Koordinatensystem, welches die kartesischen Limits nicht berücksichtigt und erweitern Sie die Bein-Verfahrwege, um wieder in einen zulässigen Bewegungsraum zu gelangen: Abfragen der aktuellen Limits: <code>SPA? 1 0x30 (neg)</code> <code>SPA? 1 0x15 (pos)</code> Die Antwort mit 1,5 multiplizieren und später diesen Wert wie unten beschrieben setzen (hier zum Beispiel 30 / -30) <code>ksd limit z 0</code> <code>ken limit</code> <code>spa 1 0x30 -30 2 0x30 -30 3 0x30 -30 4 0x30 -30 5 0x30 -30 6 0x30 -30</code> <code>spa 1 0x15 30 2 0x15 30 3 0x15 30 4 0x15 30 5 0x15 30 6 0x15 30</code> <code>svo x 1</code> <code>mov z -5</code> oder <code>mov z 5</code> je nachdem, in welcher Endlage der Hexapod steht (oben oder unten). <code>KEN 0</code> Wenn der Hexapod sich wieder in Richtung Mitte bewegt hat, starten Sie das System neu (rbt).
Der Hexapod startet keine Referenzfahrt.	<ul style="list-style-type: none"> Der Hexapod ist mit absolut messenden Encodern ausgestattet. 	Der Befehl FRF startet für Achsen mit absolut messenden Sensoren keine Referenzfahrt, sondern setzt die Zielpositionen auf die aktuellen Positionswerte.

Störung	Mögliche Ursachen	Behebung
Der Hexapod startet keine Referenzfahrt.	▪ Bewegungen sind generell nicht möglich.	➤ Überprüfen Sie, ob eine der Ursachen vorliegt, die unter "Der Hexapod bewegt sich nicht." genannt werden.

Wenn die Störung Ihres Hexapods nicht in der Tabelle aufgeführt ist oder wenn sie nicht wie beschrieben behoben werden kann, kontaktieren Sie unseren Kundendienst (S. 49).

9 Kundendienst

Wenden Sie sich bei Fragen und Bestellungen an Ihre PI-Vertretung oder schreiben Sie uns eine E-Mail (<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 (<https://www.pi.de>).

In diesem Kapitel

Spezifikationen.....	51
Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen.....	60
Abmessungen.....	62
Dynamischer Arbeitsbereich des H-840	63
Pinbelegung	65

10.1 Spezifikationen

10.1.1 Datentabelle

H-840.X2A

Bewegen	H-840.D2A	H-840.G2A	Toleranz
Aktive Achsen	X, Y, Z, θX , θY , θZ	X, Y, Z, θX , θY , θZ	
Stellweg in X	± 50 mm	± 50 mm	
Stellweg in Y	± 50 mm	± 50 mm	
Stellweg in Z	± 25 mm	± 25 mm	
Rotationsbereich in θX	$\pm 15^\circ$	$\pm 15^\circ$	
Rotationsbereich in θY	$\pm 15^\circ$	$\pm 15^\circ$	
Rotationsbereich in θZ	$\pm 30^\circ$	$\pm 30^\circ$	
Maximale Geschwindigkeit in X	60 mm/s	2,5 mm/s	
Maximale Geschwindigkeit in Y	60 mm/s	2,5 mm/s	
Maximale Geschwindigkeit in Z	60 mm/s	2,5 mm/s	
Maximale Winkelgeschwindigkeit in θX	700 mrad/s	30 mrad/s	
Maximale Winkelgeschwindigkeit in θY	700 mrad/s	30 mrad/s	
Maximale Winkelgeschwindigkeit in θZ	700 mrad/s	30 mrad/s	
Typische Geschwindigkeit in X	40 mm/s	2 mm/s	
Typische Geschwindigkeit in Y	40 mm/s	2 mm/s	

Bewegen	H-840.D2A	H-840.G2A	Toleranz
Typische Geschwindigkeit in Z	40 mm/s	2 mm/s	
Typische Winkelgeschwindigkeit in θX	480 mrad/s	25 mrad/s	
Typische Winkelgeschwindigkeit in θY	480 mrad/s	25 mrad/s	
Typische Winkelgeschwindigkeit in θZ	480 mrad/s	25 mrad/s	
Amplitude-Frequenz-Produkt in X	23,6 mm·Hz		
Amplitude-Frequenz-Produkt in Y	23,6 mm·Hz		
Amplitude-Frequenz-Produkt in Z	8 mm·Hz		
Amplitude-Frequenz-Produkt in θX	5,1 °·Hz		
Amplitude-Frequenz-Produkt in θY	5,1 °·Hz		
Amplitude-Frequenz-Produkt in θZ	14 °·Hz		
Amplitude-Frequenz ² -Produkt in X	65,9 mm·Hz ²		
Amplitude-Frequenz ² -Produkt in Y	65,9 mm·Hz ²		
Amplitude-Frequenz ² -Produkt in Z	22,5 mm·Hz ²		
Amplitude-Frequenz ² -Produkt in θX	14,7 °·Hz ²		
Amplitude-Frequenz ² -Produkt in θY	14,7 °·Hz ²		
Amplitude-Frequenz ² -Produkt in θZ	41 °·Hz ²		
Amplitudenfehler	10 %		max.
Phasenfehler	60 °		max.
Maximale Frequenz	30 Hz		

Positionieren	H-840.D2A	H-840.G2A	Toleranz
Integrierter Sensor	Absoluter Rotationsencoder, Multiturn	Absoluter Rotationsencoder, Multiturn	
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in X	± 0,3 µm	± 0,3 µm	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in Y	± 0,3 µm	± 0,3 µm	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in Z	± 0,1 µm	± 0,1 µm	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in θX	± 1,5 µrad	± 2,5 µrad	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in θY	± 1,5 µrad	± 2,5 µrad	typ.

Positionieren	H-840.D2A	H-840.G2A	Toleranz
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in θZ	$\pm 3 \mu\text{rad}$	$\pm 3 \mu\text{rad}$	typ.
Kleinste Schrittweite in X	$1,5 \mu\text{m}$	$0,3 \mu\text{m}$	typ.
Kleinste Schrittweite in Y	$1,5 \mu\text{m}$	$0,3 \mu\text{m}$	typ.
Kleinste Schrittweite in Z	$1 \mu\text{m}$	$0,2 \mu\text{m}$	typ.
Kleinste Schrittweite in θX	$10 \mu\text{rad}$	$2 \mu\text{rad}$	typ.
Kleinste Schrittweite in θY	$10 \mu\text{rad}$	$2 \mu\text{rad}$	typ.
Kleinste Schrittweite in θZ	$2 \mu\text{rad}$	$4 \mu\text{rad}$	typ.
Umkehrspiel in X	$1,5 \mu\text{m}$	$2 \mu\text{m}$	typ.
Umkehrspiel in Y	$1,5 \mu\text{m}$	$2 \mu\text{m}$	typ.
Umkehrspiel in Z	$0,2 \mu\text{m}$	$0,3 \mu\text{m}$	typ.
Umkehrspiel in θX	$4 \mu\text{rad}$	$5 \mu\text{rad}$	typ.
Umkehrspiel in θY	$4 \mu\text{rad}$	$5 \mu\text{rad}$	typ.
Umkehrspiel in θZ	$8 \mu\text{rad}$	$10 \mu\text{rad}$	typ.

Antriebseigenschaften	H-840.D2A	H-840.G2A	Toleranz
Antriebstyp	Bürstenloser DC-Motor	Bürstenloser DC-Getriebemotor	

Mechanische Eigenschaften	H-840.D2A	H-840.G2A	Toleranz
Maximale Haltekraft, passiv, beliebige Ausrichtung	5 N	25 N	
Maximale Haltekraft, passiv, horizontale Ausrichtung	15 N	100 N	
Maximale Nutzlast, beliebige Ausrichtung	3 kg	15 kg	
Maximale Nutzlast, horizontale Ausrichtung	10 kg	40 kg	
Gesamtmasse	12 kg	12 kg	
Material	Aluminium, Stahl	Aluminium, Stahl	

Anschlüsse und Umgebung	H-840.D2A	H-840.G2A	Toleranz
Anschluss Versorgungsspannung	M12 4-polig (m)	M12 4-polig (m)	
Empfohlene Controller / Treiber	C-887.5xx	C-887.5xx	
Betriebstemperaturbereich	-10 bis 50°C	-10 bis 50°C	
Anschluss Datenübertragung	HD D-Sub 78-polig (m)	HD D-Sub 78-polig (m)	

H-840.X2I

Bewegen	H-840.D2I	H-840.G2I	Toleranz
Aktive Achsen	X, Y, Z, θX , θY , θZ	X, Y, Z, θX , θY , θZ	
Stellweg in X	± 50 mm	± 50 mm	
Stellweg in Y	± 50 mm	± 50 mm	
Stellweg in Z	± 25 mm	± 25 mm	
Rotationsbereich in θX	$\pm 15^\circ$	$\pm 15^\circ$	
Rotationsbereich in θY	$\pm 15^\circ$	$\pm 15^\circ$	
Rotationsbereich in θZ	$\pm 30^\circ$	$\pm 30^\circ$	
Maximale Geschwindigkeit in X	60 mm/s	2,5 mm/s	
Maximale Geschwindigkeit in Y	60 mm/s	2,5 mm/s	
Maximale Geschwindigkeit in Z	60 mm/s	2,5 mm/s	
Maximale Winkelgeschwindigkeit in θX	700 mrad/s	30 mrad/s	
Maximale Winkelgeschwindigkeit in θY	700 mrad/s	30 mrad/s	
Maximale Winkelgeschwindigkeit in θZ	700 mrad/s	30 mrad/s	
Typische Geschwindigkeit in X	40 mm/s	2 mm/s	
Typische Geschwindigkeit in Y	40 mm/s	2 mm/s	
Typische Geschwindigkeit in Z	40 mm/s	2 mm/s	
Typische Winkelgeschwindigkeit in θX	480 mrad/s	25 mrad/s	
Typische Winkelgeschwindigkeit in θY	480 mrad/s	25 mrad/s	
Typische Winkelgeschwindigkeit in θZ	480 mrad/s	25 mrad/s	
Amplitude-Frequenz-Produkt in X	23,6 mm·Hz		
Amplitude-Frequenz-Produkt in Y	23,6 mm·Hz		
Amplitude-Frequenz-Produkt in Z	8 mm·Hz		
Amplitude-Frequenz-Produkt in θX	5,1 $^\circ$ ·Hz		
Amplitude-Frequenz-Produkt in θY	5,1 $^\circ$ ·Hz		
Amplitude-Frequenz-Produkt in θZ	14 $^\circ$ ·Hz		
Amplitude-Frequenz ² -Produkt in X	65,9 mm·Hz ²		
Amplitude-Frequenz ² -Produkt in Y	65,9 mm·Hz ²		
Amplitude-Frequenz ² -Produkt in Z	22,5 mm·Hz ²		
Amplitude-Frequenz ² -Produkt in θX	14,7 $^\circ$ ·Hz ²		
Amplitude-Frequenz ² -Produkt in θY	14,7 $^\circ$ ·Hz ²		

Bewegen	H-840.D2I	H-840.G2I	Toleranz
Amplitude-Frequenz ² -Produkt in θZ	41 °·Hz ²		
Amplitudenfehler	10 %		max.
Phasenfehler	60 °		max.
Maximale Frequenz	30 Hz		

Positionieren	H-840.D2I	H-840.G2I	Toleranz
Integrierter Sensor	Inkrementeller Rotationsencoder	Inkrementeller Rotationsencoder	
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in X	$\pm 0,3 \mu\text{m}$	$\pm 0,3 \mu\text{m}$	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in Y	$\pm 0,3 \mu\text{m}$	$\pm 0,3 \mu\text{m}$	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in Z	$\pm 0,1 \mu\text{m}$	$\pm 0,1 \mu\text{m}$	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in θX	$\pm 1,5 \mu\text{rad}$	$\pm 2,5 \mu\text{rad}$	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in θY	$\pm 1,5 \mu\text{rad}$	$\pm 2,5 \mu\text{rad}$	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in θZ	$\pm 3 \mu\text{rad}$	$\pm 3 \mu\text{rad}$	typ.
Kleinste Schrittweite in X	0,5 μm	0,25 μm	typ.
Kleinste Schrittweite in Y	0,5 μm	0,25 μm	typ.
Kleinste Schrittweite in Z	0,25 μm	0,15 μm	typ.
Kleinste Schrittweite in θX	3 μrad	2 μrad	typ.
Kleinste Schrittweite in θY	3 μrad	2 μrad	typ.
Kleinste Schrittweite in θZ	5 μrad	4 μrad	typ.
Umkehrspiel in X	1,5 μm	2 μm	typ.
Umkehrspiel in Y	1,5 μm	2 μm	typ.
Umkehrspiel in Z	0,25 μm	0,3 μm	typ.
Umkehrspiel in θX	4 μrad	5 μrad	typ.
Umkehrspiel in θY	4 μrad	5 μrad	typ.
Umkehrspiel in θZ	8 μrad	10 μrad	typ.

Antriebseigenschaften	H-840.D2I	H-840.G2I	Toleranz
Antriebstyp	Bürstenloser DC-Motor	Bürstenloser DC-Getriebemotor	

Mechanische Eigenschaften	H-840.D2I	H-840.G2I	Toleranz
Maximale Haltekraft, passiv, beliebige Ausrichtung	5 N	25 N	
Maximale Haltekraft, passiv, horizontale Ausrichtung	15 N	100 N	
Maximale Nutzlast, beliebige Ausrichtung	3 kg	15 kg	
Maximale Nutzlast, horizontale Ausrichtung	10 kg	40 kg	
Gesamtmasse	12 kg	12 kg	
Material	Aluminium, Stahl	Aluminium, Stahl	

Anschlüsse und Umgebung	H-840.D2I	H-840.G2I	Toleranz
Anschluss Versorgungsspannung	M12 4-polig (m)	M12 4-polig (m)	
Empfohlene Controller / Treiber	C-887.5xx	C-887.5xx	
Betriebstemperaturbereich	-10 bis 50 °C	-10 bis 50 °C	
Anschluss Datenübertragung	HD D-Sub 78-polig (m)	HD D-Sub 78-polig (m)	

H-840.G2IHP

Bewegen	H-840.G2IHP	Toleranz
Aktive Achsen	X, Y, Z, θX , θY , θZ	
Stellweg in X	± 50 mm	
Stellweg in Y	± 50 mm	
Stellweg in Z	± 25 mm	
Rotationsbereich in θX	$\pm 15^\circ$	
Rotationsbereich in θY	$\pm 15^\circ$	
Rotationsbereich in θZ	$\pm 30^\circ$	
Maximale Geschwindigkeit in X	2,5 mm/s	
Maximale Geschwindigkeit in Y	2,5 mm/s	
Maximale Geschwindigkeit in Z	2,5 mm/s	
Maximale Winkelgeschwindigkeit in θX	30 mrad/s	
Maximale Winkelgeschwindigkeit in θY	30 mrad/s	
Maximale Winkelgeschwindigkeit in θZ	30 mrad/s	
Typische Geschwindigkeit in X	2 mm/s	

Bewegen	H-840.G2IHP	Toleranz
Typische Geschwindigkeit in Y	2 mm/s	
Typische Geschwindigkeit in Z	2 mm/s	
Typische Winkelgeschwindigkeit in θX	25 mrad/s	
Typische Winkelgeschwindigkeit in θY	25 mrad/s	
Typische Winkelgeschwindigkeit in θZ	25 mrad/s	

Positionieren	H-840.G2IHP	Toleranz
Integrierter Sensor	Inkrementeller Rotationsencoder	
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in X	$\pm 0,3 \mu\text{m}$	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in Y	$\pm 0,3 \mu\text{m}$	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in Z	$\pm 0,1 \mu\text{m}$	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in θX	$\pm 2,5 \mu\text{rad}$	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in θY	$\pm 2,5 \mu\text{rad}$	typ.
Unidirektionale Wiederholgenauigkeit in θZ	$\pm 3 \mu\text{rad}$	typ.
Kleinste Schrittweite in X	$0,04 \mu\text{m}$	typ.
Kleinste Schrittweite in Y	$0,04 \mu\text{m}$	typ.
Kleinste Schrittweite in Z	$0,02 \mu\text{m}$	typ.
Kleinste Schrittweite in θX	$0,2 \mu\text{rad}$	typ.
Kleinste Schrittweite in θY	$0,2 \mu\text{rad}$	typ.
Kleinste Schrittweite in θZ	$0,4 \mu\text{rad}$	typ.
Umkehrspiel in X	$2 \mu\text{m}$	typ.
Umkehrspiel in Y	$2 \mu\text{m}$	typ.
Umkehrspiel in Z	$0,3 \mu\text{m}$	typ.
Umkehrspiel in θX	$5 \mu\text{rad}$	typ.
Umkehrspiel in θY	$5 \mu\text{rad}$	typ.
Umkehrspiel in θZ	$10 \mu\text{rad}$	typ.

Antriebseigenschaften	H-840.G2IHP	Toleranz
Antriebstyp	Bürstenloser DC-Getriebemotor	

Antriebs-eigenschaften		H-840.G2IHP	Toleranz
Nennspannung		24 V	
Mechanische Eigenschaften		H-840.G2IHP	Toleranz
Maximale Haltekraft, passiv, beliebige Ausrichtung		25 N	
Maximale Haltekraft, passiv, horizontale Ausrichtung		100 N	
Maximale Nutzlast, beliebige Ausrichtung		15 kg	
Maximale Nutzlast, horizontale Ausrichtung		40 kg	
Gesamtmasse		12 kg	
Material		Aluminium/Stahl	
Anschlüsse und Umgebung		H-840.G2IHP	Toleranz
Anschluss Versorgungsspannung		M12 4-polig (m)	
Empfohlene Controller / Treiber		C-887.5xx	
Betriebstemperaturbereich		-10 bis 50 °C	
Anschluss Datenübertragung		HD D-Sub 78-polig (m)	




Technische Daten werden bei 22±3 °C spezifiziert.

Die maximalen Stellwege der einzelnen Koordinaten (X, Y, Z, θX, θY, θZ) sind voneinander abhängig. Die Daten für jede Achse zeigen jeweils ihren maximalen Stellweg, wenn alle anderen Achsen auf der Nullposition des Nominalstellweges stehen und das werkseitige Koordinatensystem verwendet wird, beziehungsweise wenn der Pivopunkt auf 0,0,0 gesetzt ist.

Anschlusskabel sind nicht im Lieferumfang enthalten und müssen separat bestellt werden.

10.1.2 Bemessungsdaten

Der Hexapod ist für folgende Betriebsgrößen ausgelegt:

Maximale Betriebsspannung		Maximale Betriebsfrequenz (unbelastet)		Maximale Stromaufnahme	
24 V DC				5 A	

10.1.3 Spezifikationen Datenübertragungs- und Stromversorgungskabel

Die folgende Tabelle listet die technischen Daten der Datenübertragungs- und Stromversorgungskabel (separat zu bestellen) auf.

Datenübertragungs- und Stromversorgungskabel

Datenübertragungskabel	Stromversorgungskabel, einseitig abgewinkelter Stecker	Stromversorgungskabel, gerade Stecker
Alle Hexapodtypen	H-820, H-824, H-825, H-840, H-850	H-810, H-811, H-206
C-815.82D02	C-815.82P02A	C-815.82P02E
C-815.82D03	C-815.82P03A	C-815.82P03E
C-815.82D05	C-815.82P05A	C-815.82P05E
C-815.82D07	C-815.82P07A	C-815.82P07E
C-815.82D10	C-815.82P10A	C-815.82P10E
C-815.82D20	C-815.82P20A	C-815.82P20E

Die Modelle unterscheiden sich bezüglich folgender Merkmale:

1. Kabeltyp
2. Länge
3. Steckertyp (nur Stromkabel)

In der Produktnummer sind diese Merkmale durch die Stellen nach dem C-815.82 wie folgt verschlüsselt:

Stelle nach dem C-815.82	Bedeutung	Mögliche Werte
Erste Stelle	Kabeltyp	D – Datenübertragungskabel P – Stromversorgungskabel
Zweite Stelle	Länge	02 – 2 m 03 – 3 m 05 – 5 m 07 – 7,5 m 10 – 10 m 20 – 20 m
Dritte Stelle	Steckertyp (nur Stromversorgungskabel)	A – abgewinkelter Steckverbinder E – gerader Steckverbinder

Allgemein		Einheit
Kabellänge L	2 / 3 / 5 / 7,5 / 10 / 20	m

Allgemein		Einheit
Maximale Geschwindigkeit	3	m/s
Maximale Beschleunigung	5	m/s ²
Maximale Anzahl Biegezyklen	1 Mio.	
Betriebstemperaturbereich	-10 bis +70	°C

Stromversorgungskabel, gerade Stecker		Einheit
Minimaler Biegeradius in einer Schleppkette	49	mm
Minimaler Biegeradius bei der Festinstallation	25	mm
Außendurchmesser	4,9	mm
Stecker	M12 m/f	

Stromversorgungskabel, abgewinkelter Stecker		Einheit
Kabellänge L	3	2 / 5 / 7,5 / 10 / 20 m
Minimaler Biegeradius in einer Schleppkette	72	94 mm
Minimaler Biegeradius bei der Festinstallation	36	57 mm
Außendurchmesser	7,2	7,5 mm
Stecker	M12 m/f	

Datenübertragungskabel		Einheit
Minimaler Biegeradius in einer Schleppkette	107	mm
Minimaler Biegeradius bei der Festinstallation	81	mm
Außendurchmesser	10,7	mm
Stecker	HD D-Sub78 m/f	

10.2 Umgebungsbedingungen und Klassifizierungen

Verschmutzungsgrad	2
Luftdruck	1100 hPa bis 780 hPa
Transporttemperatur	–25 °C bis +85 °C
Lagertemperatur	0 °C bis 70 °C
Luftfeuchte	Höchste relative Luftfeuchte 80 % bei Temperaturen bis 31 °C, linear abnehmend bis relative Luftfeuchte 50 % bei 40 °C
Schutzart gemäß IEC 60529	IP20
Einsatzbereich	Nur zur Verwendung in Innenräumen
Maximale Höhe	2000 m

10.3 Abmessungen

Abmessungen in mm.

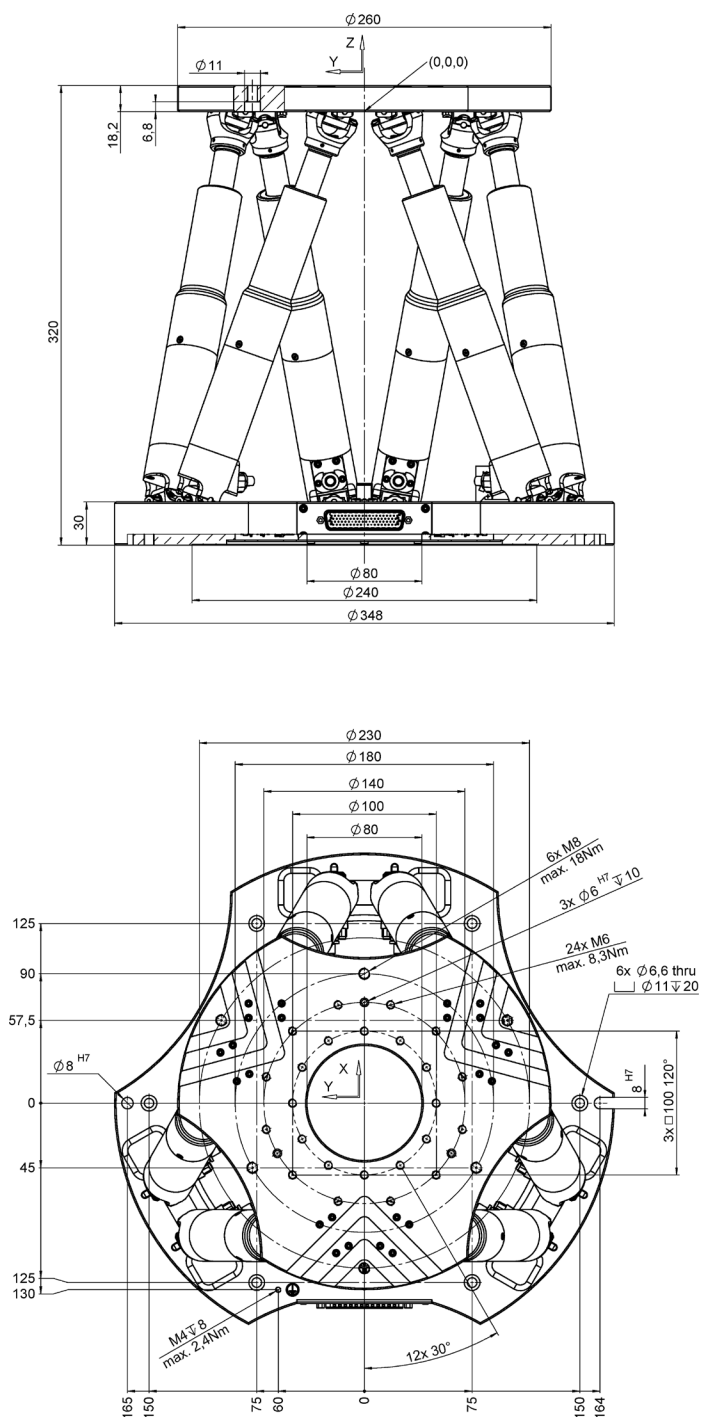


Abbildung 10: Hexapod-Modelle H-840.G2A, .G2I, G2IHP, .D2A, .D2I, bei Nullposition des Nominalstellweges

Wenn für Koordinatensystem und Drehpunkt die Werkseinstellungen des Controllers verwendet werden, entspricht die Abbildung des Hexapods der Position $X=Y=Z=U=V=W=0$.

Die (0,0,0)-Koordinaten bezeichnen den Ursprung des Koordinatensystems. Der Drehpunkt für Rotationen liegt im Ursprung des Koordinatensystems, wenn die Werkseinstellungen für Koordinatensystem und Drehpunkt verwendet werden und sich der Hexapod in der Position $X=Y=Z=U=V=W=0$ befindet.

10.4 Dynamischer Arbeitsbereich des H-840

Die Diagramme kennzeichnen den dynamischen Arbeitsbereich des H-840.D2x. Dabei gelten die folgenden Voraussetzungen:

- Eine kompakte Last wird zentrisch montiert.
- Die Grundpatte des Hexapoden befindet sich in der horizontalen Montagestellung.
- Es wird immer eine einachsige Bewegung beschrieben.

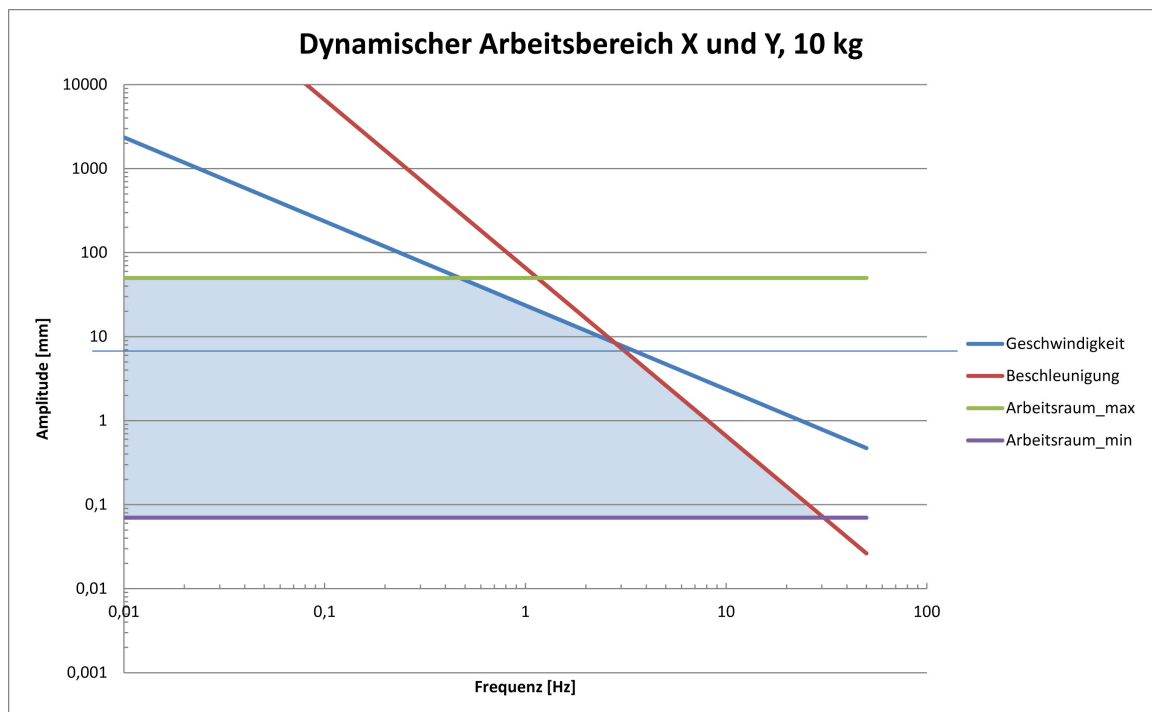


Abbildung 11: Dynamischer Arbeitsbereich des H-840.D2x, X und Y, 10 kg

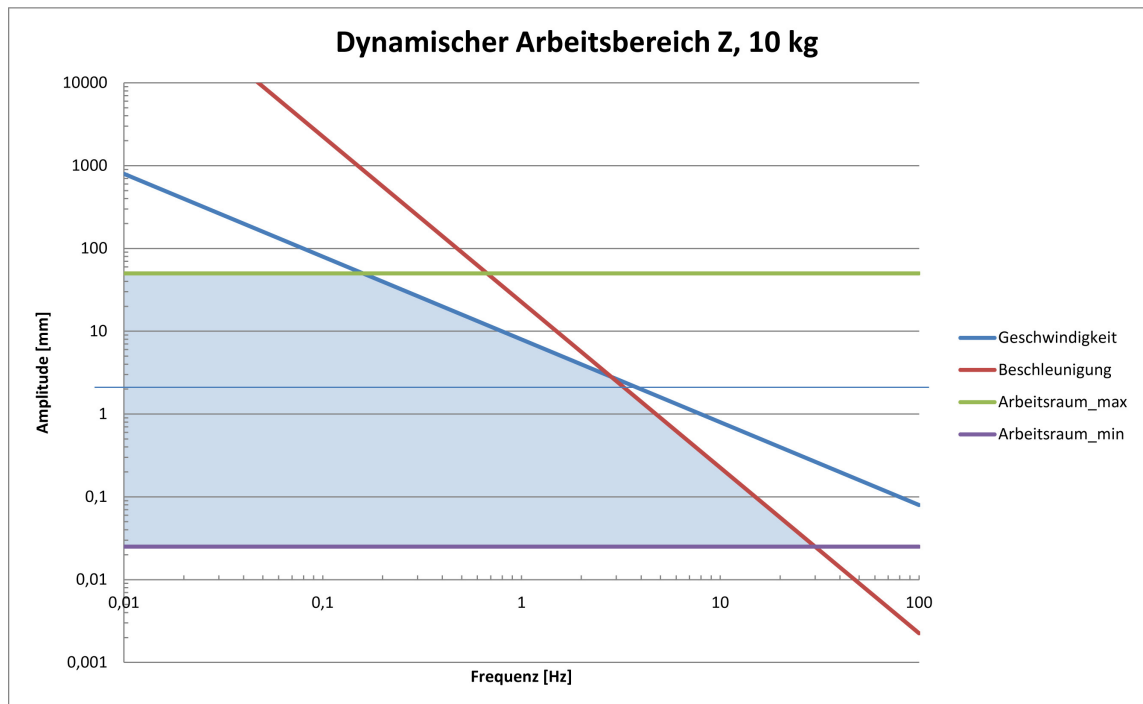


Abbildung 12: Dynamischer Arbeitsbereich des H-840.D2x, Z, 10 kg

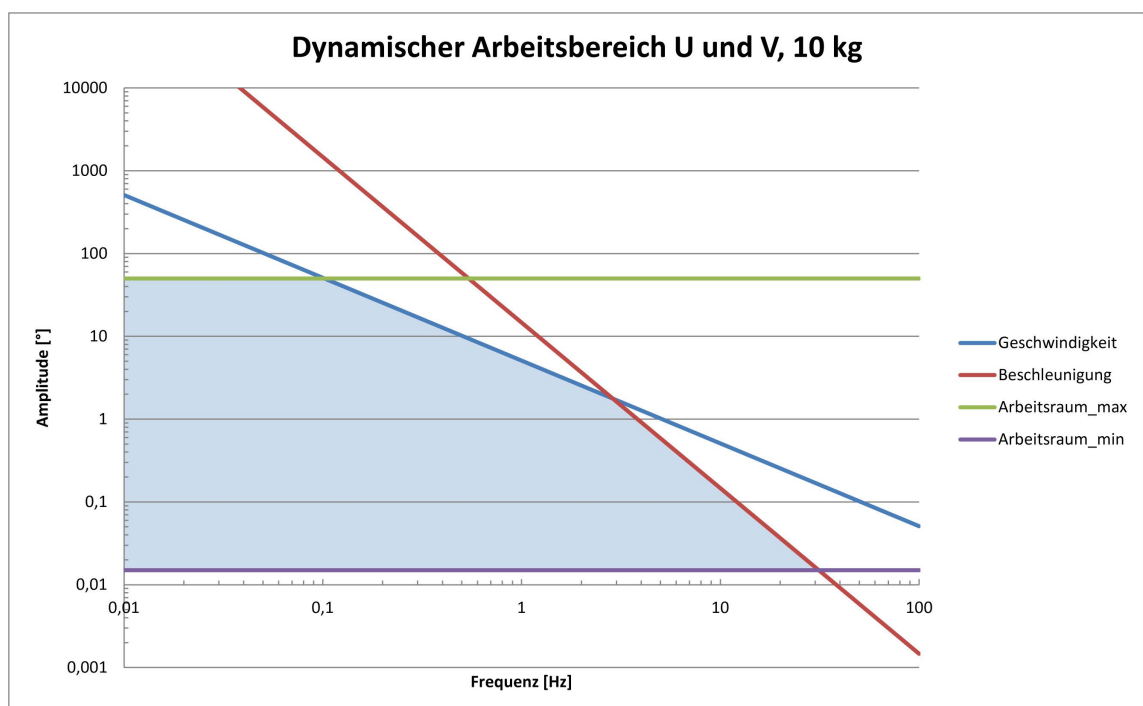


Abbildung 13: Dynamischer Arbeitsbereich des H-840.D2x, U und V, 10 kg

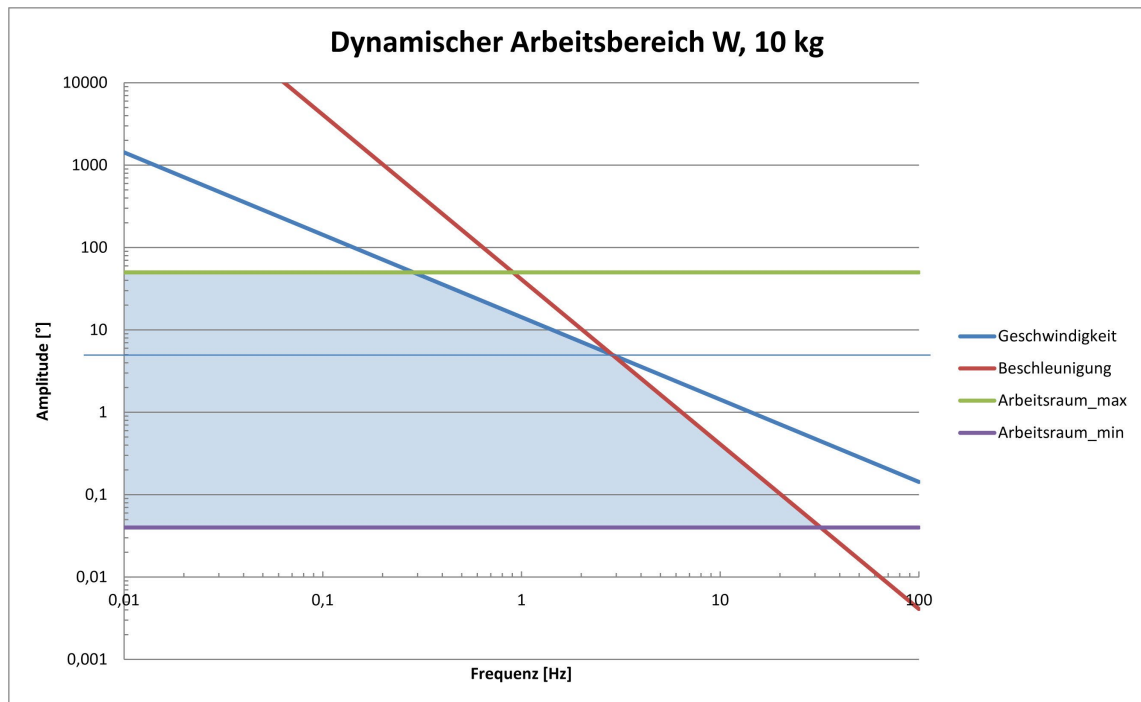
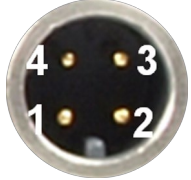


Abbildung 14: Dynamischer Arbeitsbereich des H-840.D2x, W, 10 kg

10.5 Pinbelegung

10.5.1 Anschluss zur Stromversorgung

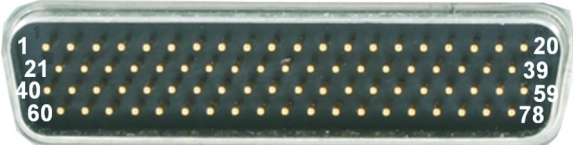
Stromversorgung über 4-poligen M12-Einbaustecker

Pin	Funktion	
1	GND	
2	GND	
3	24 V DC	
4	24 V DC	

10.5.2 Anschluss zur Datenübertragung

Datenübertragung zwischen Hexapod und Controller

Einbaustecker HD D-Sub 78 m

Funktion	
Alle Signale: TTL	

Pinbelegung

Pin	Pin	Signal
1		CH1 Sign IN
	21	CH1 Ref OUT
2		nc
	22	CH1 A+ OUT
3		CH1 A- OUT
	23	GND
4		CH2 Sign IN
	24	CH2 Ref OUT
5		nc
	25	CH2 A+ OUT
6		CH2 A- OUT
	26	GND
7		CH3 Sign IN
	27	CH3 Ref OUT
8		nc
	28	CH3 A+ OUT
9		CH3 A- OUT
	29	GND
10		CH4 Sign IN
	30	CH4 Ref OUT
11		nc

Pin	Pin	Signal
40		CH1 MAGN IN
	60	CH1 LimP OUT
41		CH1 LimN OUT
	61	CH1 B+ OUT
42		CH1 B- OUT
	62	GND
43		CH2 MAGN IN
	63	CH2 LimP OUT
44		CH2 LimN OUT
	64	CH2 B+ OUT
45		CH2 B- OUT
	65	GND
46		CH3 MAGN IN
	66	CH3 LimP OUT
47		CH3 LimN OUT
	67	CH3 B+ OUT
48		CH3 B- OUT
	68	GND
49		CH4 MAGN IN
	69	CH4 LimP OUT
50		CH4 LimN OUT

Pin	Pin	Signal
	31	CH4 A+ OUT
12		CH4 A- OUT
	32	GND
13		CH5 Sign IN
	33	CH5 Ref OUT
14		nc
	34	CH5 A+ OUT
15		CH5 A- OUT
	35	GND
16		CH6 Sign IN
	36	CH6 Ref OUT
17		nc
	37	CH6 A+ OUT
18		CH6 A- OUT
	38	GND
19		ID Chip
	39	GND
20		24 V input

Pin	Pin	Signal
	70	CH4 B+ OUT
51		CH4 B- OUT
	71	GND
52		CH5 MAGN IN
	72	CH5 LimP OUT
53		CH5 LimN OUT
	73	CH5 B+ OUT
54		CH5 B- OUT
	74	GND
55		CH6 MAGN IN
	75	CH6 LimP OUT
56		CH6 LimN OUT
	76	CH6 B+ OUT
57		CH6 B- OUT
	77	GND
58		Brake/Enable drive
	78	GND
59		Power Good 24 V output

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 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:

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



12 Glossar

Anwenderdefinierte Koordinatensysteme

Mit dem Controller können eigene Koordinatensysteme definiert und anstelle der werkseitig voreingestellten Koordinatensysteme verwendet werden.

Die Arbeit mit anwenderdefinierten Koordinatensystemen und das Work-und-Tool-Konzept sind in der Technical Note C887T0007 beschrieben.

Arbeitsraum

Die Gesamtheit aller Kombinationen von Translationen und Rotationen, die der Hexapod von der aktuellen Position aus anfahren kann, wird als Arbeitsraum bezeichnet.

Der Arbeitsraum kann durch folgende externe Faktoren eingeschränkt werden:

- Vorhandener Einbauraum
- Abmessungen und Position der Last

Drehpunkt

Der Drehpunkt beschreibt das Rotationszentrum (Schnittpunkt der Rotationsachsen U, V und W). Wenn die Werkseinstellungen für Koordinatensystem und Drehpunkt verwendet werden, liegt der Drehpunkt nach einer Referenzfahrt im Ursprung des Koordinatensystems (0,0,0), siehe dazu die Maßzeichnung des Hexapods (S. 62).

Der Drehpunkt bewegt sich immer zusammen mit der Plattform.

In Abhängigkeit vom aktiven --> Betriebs-Koordinatensystem kann der Drehpunkt mit dem Befehl `SPI` aus dem Ursprung des Koordinatensystems heraus in X- und/oder Y- und/oder Z-Richtung verschoben werden. Der mit dem Befehl `SPI` verschiebbare Drehpunkt wird auch als „Pivotpunkt“ bezeichnet.

Hexapod-System

Die Kombination aus Hexapod, Controller, Kabeln und Netzteil(en) wird in diesem Handbuch als „Hexapod-System“ bezeichnet.

Werkseitig voreingestelltes Koordinatensystem

Die Achsen X, Y und Z des kartesischen Koordinatensystems sind raumfest, d.h. das Koordinatensystem bewegt sich nicht mit, wenn sich die Plattform des Hexapods bewegt. Die Achsen X, Y und Z werden auch als Translationsachsen bezeichnet.

Der Schnittpunkt der Achsen X, Y und Z des raumfesten kartesischen Koordinatensystems (0,0,0) wird als Ursprung bezeichnet.

Die Z-Achse steht senkrecht zur Grundplatte des Hexapods.

Die nachfolgenden Abbildungen des Hexapods H-810 als Beispiel verdeutlichen, dass sich das Koordinatensystem bei Bewegungen der Plattform nicht mitbewegt.

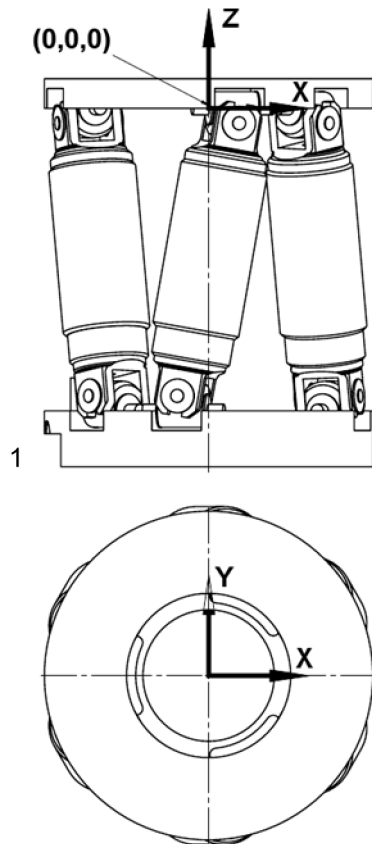


Abbildung 15: Hexapod in Referenzposition.

1 Kabelabgang

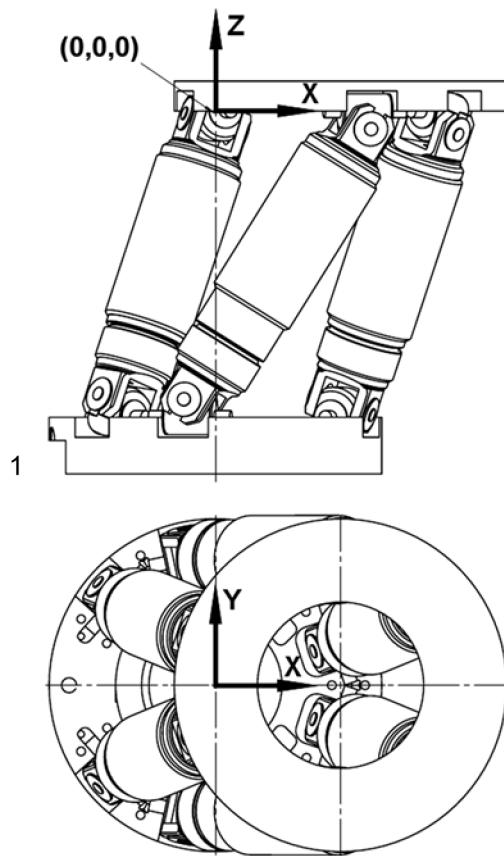


Abbildung 16: Hexapod, dessen Plattform in X bewegt wurde.

1 Kabelabgang

13 Anhang

In diesem Kapitel

Erläuterungen zum Testprotokoll	75
Europäische Konformitätserklärungen	77
CIPA-Zertifikat	78

13.1 Erläuterungen zum Testprotokoll

Der Hexapod wird vor Auslieferung auf Positioniergenauigkeit der Translationsachsen geprüft. Das Testprotokoll ist im Lieferumfang enthalten.

Die folgende Abbildung zeigt den verwendeten Testaufbau.

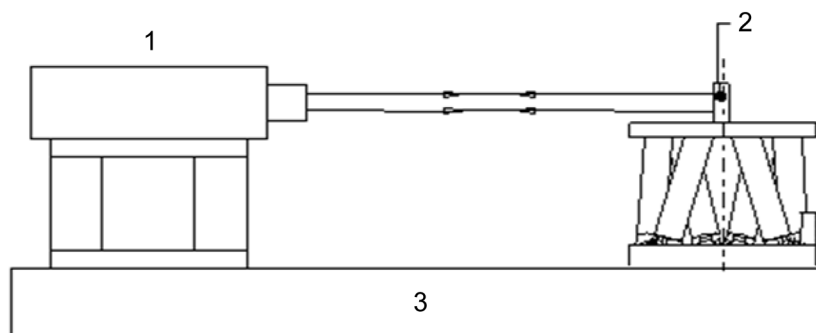


Abbildung 17: Testaufbau für die Messung der X- bzw. Y-Achse

- 1 Laser-Interferometer
- 2 Spiegel
- 3 Tisch

Die folgenden Testzyklen werden durchgeführt:

- Bewegung über den gesamten Stellweg mit mindestens 20 Messpunkten, in mindestens fünf Zyklen
- Bewegung über Teilstücke, z. B. ± 1 mm in Schritten von z. B. 100 μ m

13.2 Europäische Konformitätserklärungen

Für den H-840 wurden Konformitätserklärungen gemäß den folgenden europäischen gesetzlichen Anforderungen ausgestellt:

EMV-Richtlinie

RoHS-Richtlinie

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

EMV: EN 61326-1

Sicherheit: EN 61010-1

RoHS: EN IEC 63000

13.3 CIPA-Zertifikat

Die Modelle H-840.D2x wurden von der Camera & Imaging Products Association (CIPA) als Vibrationsvorrichtung gemäß dem Standard CIPA DC-011 Measurement and Description Method for Image Stabilization Performance of Digital Camera (Optical System) anerkannt.




**Certificate of Registration of
Vibratory Apparatus**

*This Certificate of Registration of Vibratory Apparatus is provided by the
Camera & Imaging Products Association (CIPA), a general incorporated association
registered under the laws of Japan and having its principal office at
MA Shibaura Bldg., 3-8-10, Minato-ku, Tokyo 108-0023, Japan.*

Issued to

Company Name: Image Engineering GmbH & Co. KG
Company Address: Augustinusstr. 9D, 50676 Köln, Germany
Name of Contact: Philipp Feldker (R&D Engineer)
Access ID of Contact: UXqll9
Date Issued: July 28, 2015

*This is to certify that the below apparatus has been registered with CIPA as a vibratory apparatus
following the submission of measurement data conforming with CIPA DC-011 Measurement and
Description Method for Image Stabilization Performance of Digital Cameras (Optical System).*

Product

Registration Number: BLR-VA-2015-030

☒ Developed In-House ☐ Purchased Certified Apparatus

Apparatus Name and Model Number: Physik Instrumente GmbH & Co. KG
6-Axis Hexapod
Motion: H-840 Controller: C-887
(Max.: 6000g, Min.: 0g, Case: C)

N.B. This certificate of registration is not a guarantee of the accuracy of the measurement data.


Masashi Ogawa, Secretary General,
Camera & Imaging Products Association