D

IAI
Quality and Innovation

Handgelenk-Einheit WU

www.eu.robocylinder.de

2-Achs-Modul als Dreh-Kippgelenk-Vorsatz

Neue **Handgelenk-Einheit**

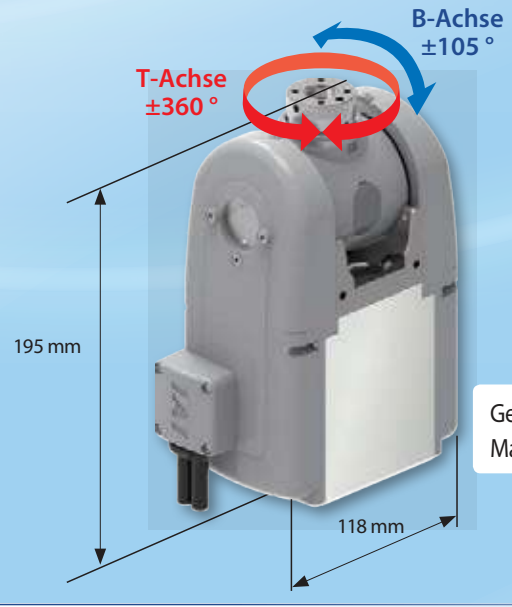
1 IAI's einzigartiges Design macht die Bauteile leicht und kompakt.

Standardmäßig mit batterielosem Absolut-Enkoder ausgestattet

Kleiner S-Typ

Gewicht der Einheit: 1.6 kg
Maximale Zuladung: 1.0 kg

Mittlerer M-Typ

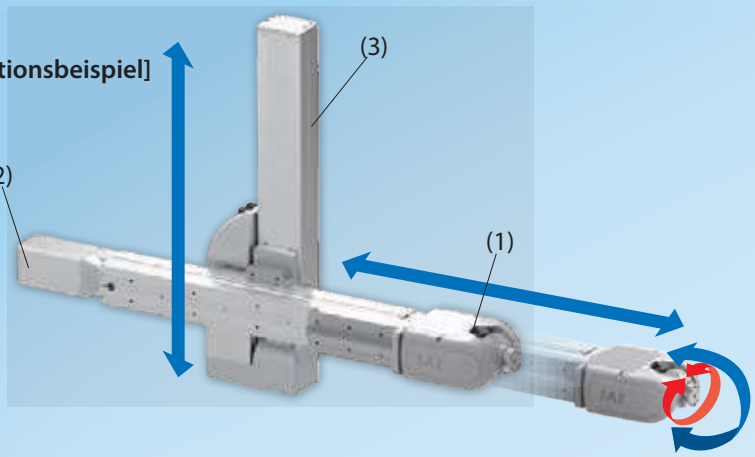


Gewicht der Einheit: 2.8 kg
Maximale Zuladung: 2.0 kg

2 Ideal zur Senkung der Ausrüstungskosten. Viel preisgünstiger als 6-Achs-Knickarm-Roboter.

Diagonale Anfahrten mit schwenkbarem Drehkopf, bisher nur mit Knickarm-Robotern möglich, können nun mit einer minimal erforderlichen Achskonfiguration durchgeführt werden.
Eine optimale Lösung, um Anlagekosten zu reduzieren.

[Konfigurationsbeispiel]



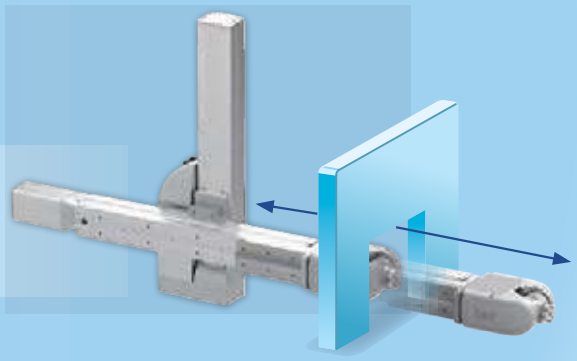
+

MSEL-Steuerung

(1) Handgelenk-Einheit:	WU-S	
(2) Tischschlittenachse:	RCP6-TA6C	Hublänge: 320 mm
(3) Schlittenachse:	RCP6-SA7R	Hublänge: 300 mm
(4) Steuerung:	MSEL	

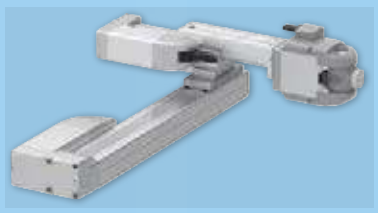
Betrieb in engen Räumen

Die Kombination mit einem kartesischen RoboCylinder ermöglicht es, etwaige Hindernisse zu überwinden und in begrenzten Räumen zu operieren.



Flexible Achs-Kombi-nationen

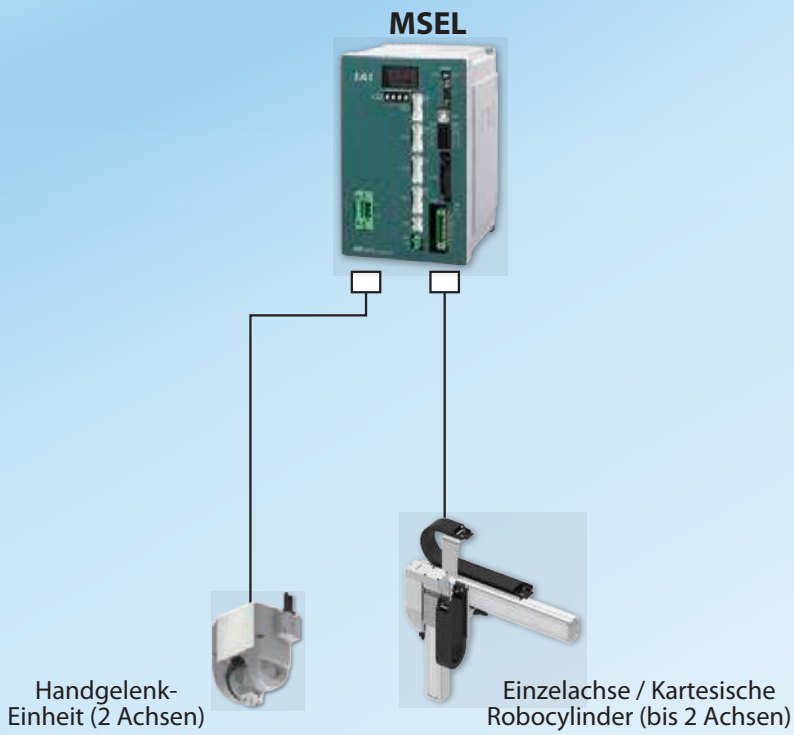
Die Kombinationsmuster, Anzahl der Achsen und Hublänge können der Anwendung entsprechend frei gewählt werden.



3 Interpolationsfunktion bei orthogonalem Achs-System anwendbar.

Handgelenk-Einheit in Verbindung mit 2-Achs-System (*)

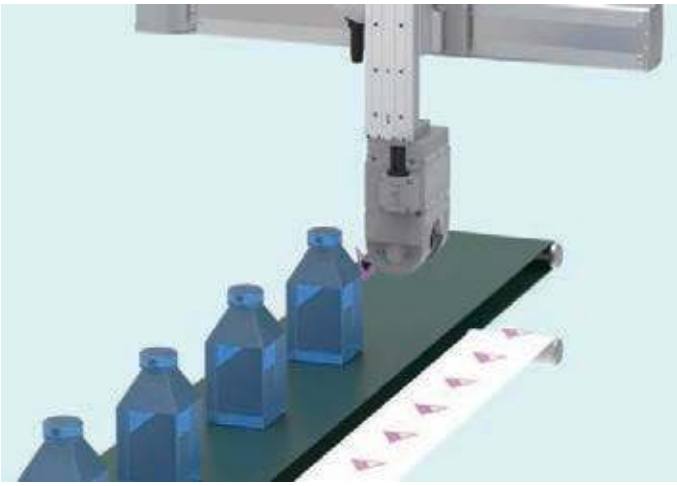
(*) Achsen mit eingebautem Schrittmotor



Anwendungsbeispiele

Anlage für Flaschen-Etikettierung

Mit dieser Einrichtung werden Etiketten an Flaschen aufgebracht.
An der B-Achse wird der Winkel zur Etikettierungsoberfläche eingestellt.
Mit der T-Achse wird das Etikett zur Richtungsänderung gedreht.



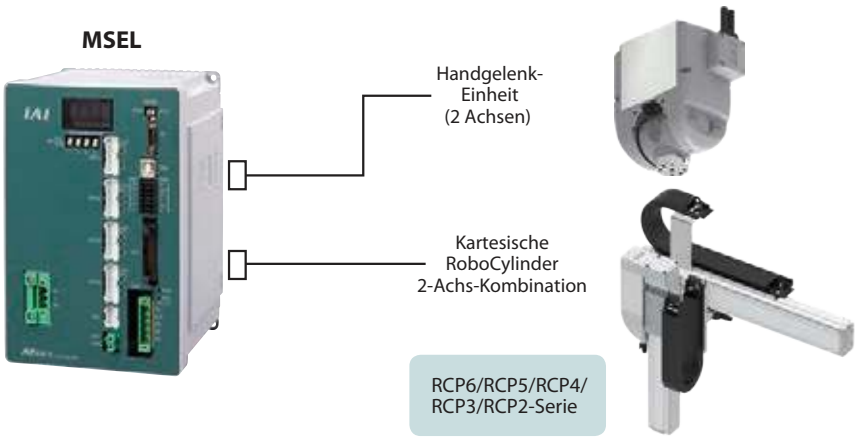
Anlage zur Überwachung von Fahrzeug-steckverbindern

Mit dieser Einrichtung wird mittels Kamera die Außenansicht von Steckverbindern für Automobile kontrolliert.
Dazu dreht die Handgelenk-Einheit den Steckverbinder vor der Kamera in verschiedenen Winkeln zur Inspektion.

Anschlußbeispiel für Steuerung

„Handgelenk-Einheit + RoboCylinder 2-Achs-Kombination“ kann mit einer einzelnen MSEL-Steuerung angesteuert werden.

Siehe S.17 für weitere Informationen.



Spezifikation WU-Handgelenk-Serie

Typ		Kompakt-Typ		Mittel-Typ	
Modell		WU-S		WU-M	
Außenansicht					
Achs-Kombination		B-Achse (Kippgelenk)	T-Achse (Drehgelenk)	B-Achse (Kippgelenk)	T-Achse (Drehgelenk)
Arbeitsbereich		±100 °	±360 °	±105 °	±360 °
Max. Drehmoment *1		0.65 N·m	0.65 N·m	1.65 N·m	1.65 N·m
Zulässiges Trägheitsmoment *2		0.0085 kgm²	0.0075 kgm²	0.015 kgm²	0.0165 kgm²
Max. Lastgewicht		1 kg		2 kg	
Max. Geschwindigkeit *3	Unabhäng. Achsbetrieb	750 °/s	1200 °/s	900 °/s	1200 °/s
	Simultaner Betrieb von B- und T-Achse	600 °/s	600 °/s	600 °/s	600 °/s
Max. Beschleunigung/ Verzögerung	Ohne Last-drehmoment *4	0.7 G (6865 °/s²)	0.7 G (6865 °/s²)	0.7 G (6865 °/s²)	0.7 G (6865 °/s²)
	Mit Last-drehmoment *4	0.3 G (2942 °/s²)	0.3 G (2942 °/s²)	0.3 G (2942 °/s²)	0.3 G (2942 °/s²)
Motortyp		28□-Schrittmotor	28□-Schrittmotor	35□-Schrittmotor	35□-Schrittmotor
Gewicht (kg)		1.6 kg		2.8 kg	
Referenzseite		S. 13		S. 15	

*1 Gibt das maximale Drehmoment bei niedriger Geschwindigkeit an. Das Ausgangs-Drehmoment sinkt, wenn die Geschwindigkeit ansteigt.
*2 Gibt das maximale Trägheitsmoment in Drehbewegung an. Der Wert gilt für eine Beschleunigung von 0,3 G.
*3 Maximal einstellbare Geschwindigkeit ohne Lastaufnahme.
*4 Wenn die B- und T-Drehachse horizontal in Bezug zur Bodenfläche liegen oder wenn ein Abstand vom Schwerpunkt des transportierten Objekts zur Drehachse vorhanden ist, unterliegt die Einheit einem Last-Drehmoment aufgrund des Objektgewichts. Das zulässige Trägheitsmoment sinkt bei somit vorhandenem Last-Drehmoment. Für weitere Informationen siehe „Modellauswahl-Verfahren“ (ab S. 7).

Modellbezeichnungen

WU — [ ] — **WA** — **PM1** — [ ] — [ ]

Serie — Typ — Enkoder-typ — Passende Steuerung — Kabellänge — Optionen

S	Kompakt-Typ
M	Mittel-Typ

WA	Batterielos-Absolut

PM1	MSEL

N	Ohne Kabel
P	1 m
S	3 m
M	5 m
X□□	Spezifizierte Länge
R□□	Roboterkabel

A1	Kabelaustrittsrichtung rechts
A2	Kabelaustrittsrichtung oben
A3	Kabelaustrittsrichtung links
AC1.5	Länge Achskabel-Anschluss 1.5 m
VC	Luftanschluss
CVR	Kabelausgang und Luftanschluss auf entgegengesetzter Seite
WCS	Verkabelungsmanschette

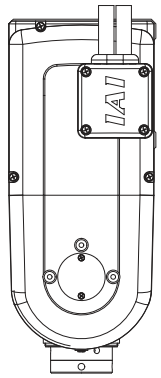
Optionen

Kabelaustrittsrichtung

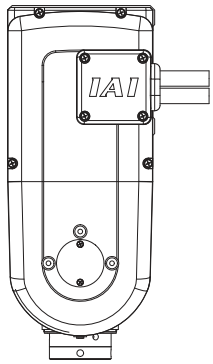
Optionscode **A1 / A2 / A3**

Beschreibung Anzugeben, wenn die Austrittsrichtung des Achskabel-Anschlusses geändert werden soll.

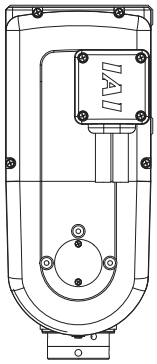
Austritt nach oben (Standard)
■ Keine Optionsangabe (leer)



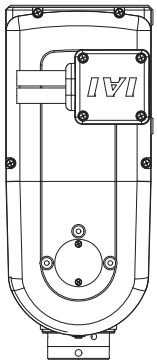
Austritt nach rechts
■ Optionsangabe: A1



Austritt nach unten
■ Optionsangabe: A2



Austritt nach links
■ Optionsangabe: A3



Achskabel-Anschlusslänge 1.5 m

Optionscode **AC1.5**

Beschreibung Diese Option erweitert die Länge des am Achsgehäuse austretenden Achskabel-Anschlusses auf 1,5 m (die Standard-Länge beträgt 0,2 m). Wenn diese Option gewählt wird, darf die Kabellänge zwischen Achse und Steuerung maximal 18 m betragen (X18, R18).

Luftanschluss

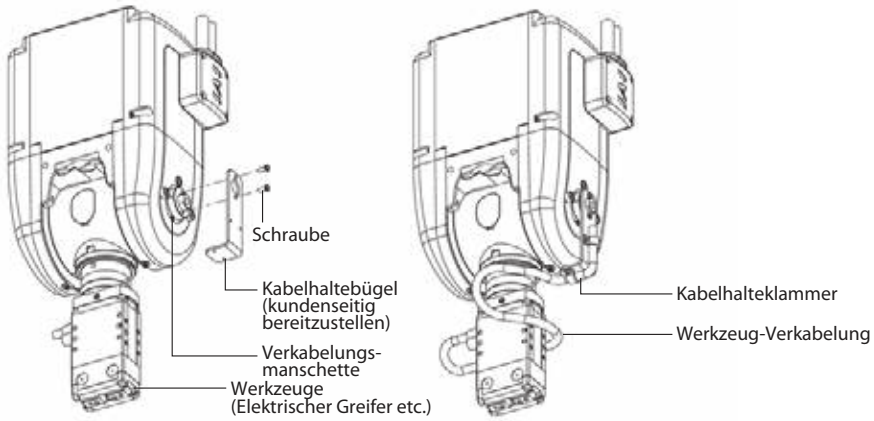
Optionscode **VC**

Beschreibung Diese Option gestattet die Anbringung eines Druckluft-Anschlusses (ø6) für pneumatische Geräte wie Saug-Greifer seitlich des Grundgehäuses. Dieser ist auf derselben Seite wie der Achskabel-Anschluss befestigt. Die Abmessungen finden sich auf den Produktseiten (WU-S: S.14, WU-M: S.16).

Verkabelungsmanschette

Optionscode **WCS**

Beschreibung Bei Verwendung von elektrischen Greifern o.ä. wird die Verkabelung über eine Kabelmanschette vereinfacht.
Die Verkabelungsmanschette wird als Befestigungsgrund für einen (vom Kunden bereitzustellenden) Kabelhalterungsbügel genutzt.
Die Abmessungen finden sich auf den Produktseiten (WU-S: S.14, WU-M: S.16).



Kabelausgang und Luftanschluss auf Gegenseite

Optionscode **CVR**

Beschreibung Diese Option ermöglicht den Ausgang des Achskabel-Anschlusses, den Luftanschluss und die (optionale) Verkabelungsmanschette auf die andere Gehäuseseite (gegenüberliegende Position) zu verlegen. Die Abmessungen finden sich auf den Produktseiten (WU-S: S.14, WU-M: S.16).

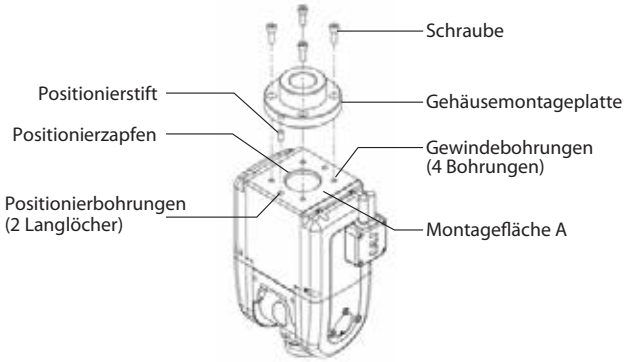
Referenzdaten

Montagemethode

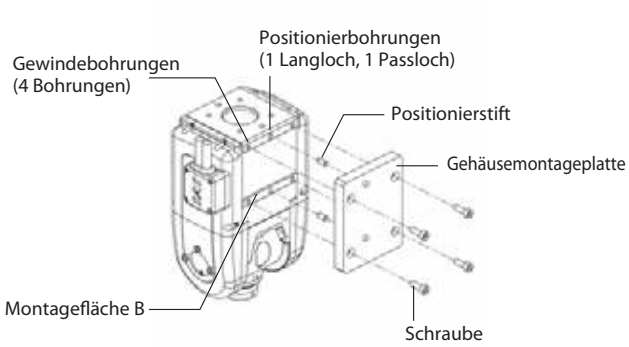
Gehäusemontage

Die Montagefläche muss bearbeitet sein oder eine ebene Fläche vergleichbarer Genauigkeit aufweisen.
Die Achse besitzt Anschraub- und Positionierbohrungen oben im Gehäuse (Montagefläche A) und an der Seite (Montagefläche B).
Einzelheiten zu Lage und Abmessungen sind auf den Produktseiten aufgeführt.

(1) Bei Verwendung der Montagefläche A
(Gewindetiefe WU-S: Durchgangsbohrung M4 (Einschraubtiefe: 6) /
WU-M: Durchgangsbohrung M5 (Einschraubtiefe: 10)



(2) Bei Verwendung der Montagefläche B
(Gewindetiefe WU-S: M4 Tiefe 8 / WU-M: M5 Tiefe 10)

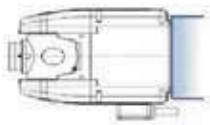


Montageausrichtung des Gehäuses

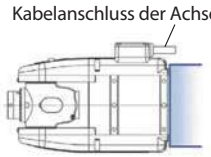
Alle 6 Gehäuselagen unten sind anwendbar.

(1) Mechanische Schnittstelle unten

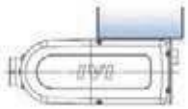
(2) Mechanische Schnittstelle oben



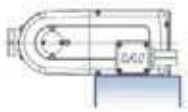
(3) Achskabel-Anschluss unten



(4) Achskabel-Anschluss oben



(5) Montagfläche B oben



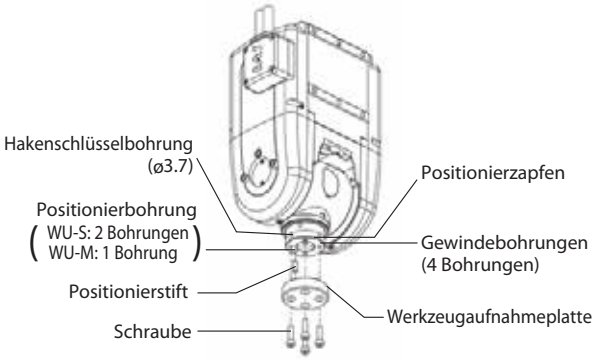
(6) Montagfläche B unten

Werkzeugaufnahme

Die Achse besitzt Gewindebohrungen zur Plattenmontage an der Gehäusefront (mechanische Schnittstelle), Gewindebohrungen für das Luftabsaugrohr und Positionierbohrungen. Nähere Einzelheiten zu Lage und Maße siehe unter Abmessungen (WU-S: S. 14, WU-M: S. 16).
Es darf keine übermäßige Kraft auf die Antriebswelle beim Anziehen der Schrauben oder des Luftrohrgewindes ausgeübt werden.
Die mechanische Schnittstelle besitzt Bohrungen für einen Hakenschlüssel zum Gegenhalten der Antriebswelle in Drehrichtung.

(1) Bei Verwendung von Befestigungsschrauben für die Aufnahmeplatte

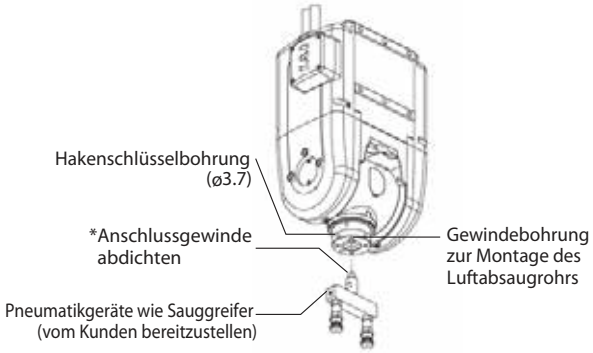
(Gewindetiefe WU-S: M4 Tiefe 6 /
WU-M: Durchgangsbohrung M4, Einschraubtiefe: 6)



(2) Bei Verwendung von Befestigungsschrauben für das Luftabsaugrohr

Gewindeanschluss des Luftabsaugrohres mit Dichtband abdichten, usw.

(Gewindetiefe WU-S: Durchgangsbohrung M6, Einschraubtiefe: 4,5) /
WU-M: Durchgangsbohrung M6, Einschraubtiefe: 4,5)



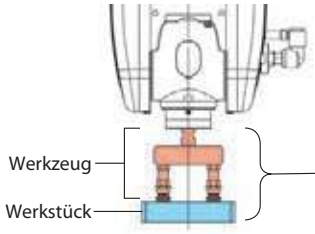
Referenzdaten

Modellauswahlverfahren

Schritte 1 bis 4 durchführen. Auf den folgenden Seiten finden Sie Auswahlbeispiele.

Schritt 1

Gewicht des zu transportierenden Objekts prüfen



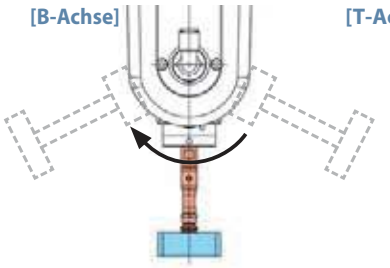
Gewicht des zu transportierenden Objekts ≤ Maximale Zuladung

Schritt 2

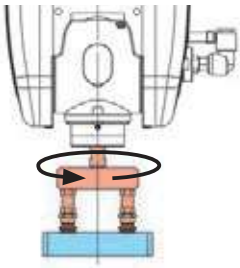
Trägheitsmoment prüfen

Das zulässige Trägheitsmoment der Handgelenk-Einheit verringert sich in dem Maße, wie das Last-Drehmoment auf die B- und T-Achse wirkt.
Zuerst wird das Last-Drehmoment für die Ermittlung des korrigierten, zulässigen Trägheitsmoments berechnet.

[B-Achse]



[T-Achse]



Prüfen eines vorhandenen Last-Drehmoments an der B- und T-Achse

Wenn „Ja“

An der B- und T-Achse wirksames Trägheitsmoment ≤ Berichtigtes zulässiges Trägheitsmoment für kompakte und mittlere Typen *

* Abhängig von der Geschwindigkeit sowie Beschleunigung/Verzögerung.

Wenn „Nein“

An der B- und T-Achse wirksames Trägheitsmoment ≤ Zulässiges Trägheitsmoment für kompakte und mittlere Typen *

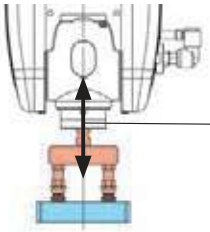
* Abhängig von der Geschwindigkeit sowie Beschleunigung/Verzögerung.

"Die Formel zu Berechnung des Trägheitsmoments typischer Formen" befindet sich auf Seite 12.

Schritt 3

Prüfen der zulässigen dynamischen Haltekraft

Die Haltekraft (für Lastwirkung senkrecht zur Aufnahmefläche) darf die zulässige dynamische Haltekraft nicht überschreiten.

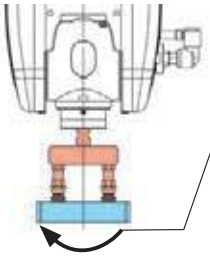


Dynamische Haltekraft: F ≤ Zulässige dynamische Haltekraft

Schritt 4

Prüfen des zulässigen dynamischen Lastmoments

Das Lastmoment darf das zulässige dynamische Moment nicht überschreiten.



Dynamisches Lastmoment: M ≤ Zulässiges dynamisches Lastmoment

Referenzdaten

Modellauswahlbeispiel: Werkstück-Prüfeinrichtung von Fahrzeugsteckern

Das hier abgebildete Modellauswahlbeispiel bezieht sich auf das Anwendungsbeispiel „Prüfeinrichtung für Fahrzeugsteckverbinder“ (s. S. 3).

■ Prüfeinrichtung für Fahrzeugsteckverbinder

[Übersicht]

Diese Ausrüstung erfasst die äußere Form des Fahrzeugsteckverbinders mit einer Kamera. Die Handgelenk-Einheit dreht den Steckverbinder zur Prüfung aus mehreren Winkeln.

Schritt 1 Prüfen des Gewichts des zu transportierenden Objekts

<Gewicht des zu transportierenden Objekts + Werkstückgewicht>

	Maximales Lastgewicht
WU-S: Kompakttyp	1 kg
WU-M: Mitteltyp	2 kg

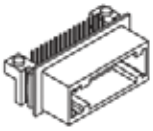
Zu transportierendes Objekt =

Verrohrung/ Vakuumgreifer

0.02 [kg]

+

Steckverbinder



0.013 [kg]

= **0.033 [kg]**

Sowohl WU-S (Kompakt) als auch WU-M (Mittel) kann verwendet werden.

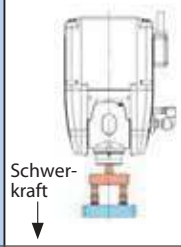
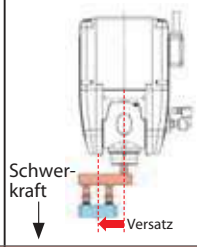
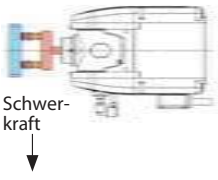
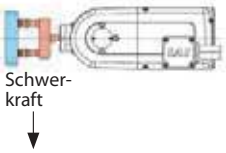
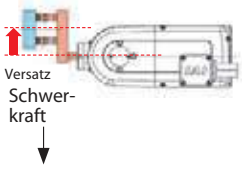
Schritt 2 Prüfen des Trägheitsmoments

Prüfen eines vorhandenen Last-Drehmoments an der B- und T-Achse

Wenn „Ja“ ➡ Zuerst das Last-Drehmoment errechnen für die Ermittlung des berichtigten zulässigen Trägheitsmoments. Dann das Trägheitsmoment berechnen und überprüfen, ob es nicht den zulässigen Wert übersteigt.

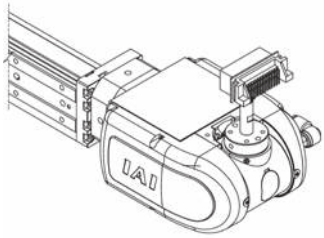
Wenn „Nein“ ➡ Das Trägheitsmoment berechnen und sich vergewissern, ob das zulässige Trägheitsmoment nicht überschritten wird.

■ Bedingungen, unter denen ein Last-Drehmoment wirkt

	Vorhandenes Last-Drehmoment				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Montage-ausrichtung					
B-Achse	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja
T-Achse	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja

Da diese Prüfeinrichtung für Fahrzeugsteckverbinder den markierten Bedingungen entspricht, werden die B- und T-Achse, wie im weiteren beschrieben, berechnet und bestätigt.

■ Prüfeinrichtung für Fahrzeugsteckverbinder [Beispiel]

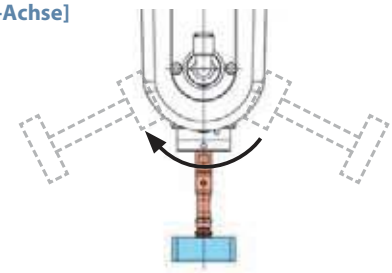


1 [B-Achse] **Lastmoment „Ja“**

2 [T-Achse] **Lastmoment „Nein“**

1. Überprüfen der B-Achse

[B-Achse]



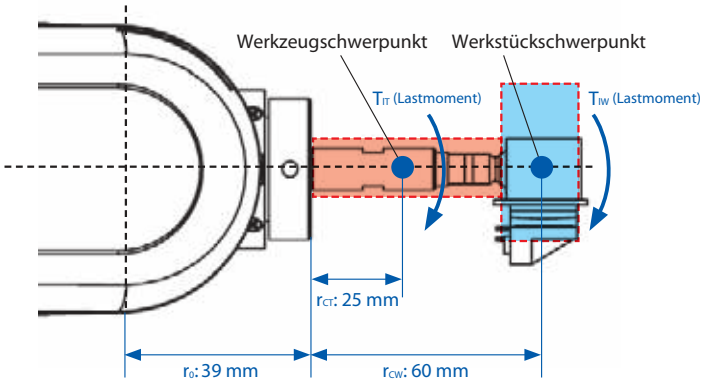
Lastmoment „Ja“

An der B-Achse wirksames Trägheitsmoment < **Berichtigtes zulässiges Trägheitsmoment für kompakte und mittlere Typen ***

* Abhängig von der Geschwindigkeit sowie Beschleunigung/Verzögerung.

(1) Berechnung des Last-Drehmoments T_l

T_{lT}: Lastmoment in Abhängigkeit des Werkzeuggewichts [Nm]
T_{lW}: Lastmoment in Abhängigkeit des Werkstückgewichts [Nm]
m_T: Werkzeuggewicht [kg]
m_W: Werkstückgewicht [kg]
g: Schwerkraftbeschleunigung [m/s^2]
r_0: Abstand von der Aufnahmefläche [mm]
r_{CT}: Lage der Massenmitte des Werkzeugs [mm]
r_{CW}: Lage der Massenmitte des Werkstücks [mm]



$$T_l = T_{lT} + T_{lW}$$
$$= m_T \cdot g\,(r_0 + r_{CT}) \times 10^{-3} + m_W \cdot g\,(r_0 + r_{CW}) \times 10^{-3}$$
$$= 0.02 \cdot 9.8 \times (39 + 25) \times 10^{-3} + 0.013 \cdot 9.8 \times (39 + 60) \times 10^{-3}$$
$$= 0.025 \text{ [Nm]}$$

Berechnungsergebnis

(2) Berechnung des Korrekturfaktors C_j des zulässigen Trägheitsmoments

$$C_j = \frac{T_{max} - T_l}{T_{max}}$$

T_{max}: Antriebsmoment [Nm] (rechte Tabelle)
T_l: Ergebnis der Lastmomentberechnung (1)

[Betriebsbedingungen der Handgelenk-Einheit]

B-Achse Drehgeschwindigkeit: **600** [°/s]
Beschleunigung: **0.3** [G]

Zuerst mit dem Wert für den Kompakttyp (S) rechnen.

$$C_j = \frac{T_{max} - T_l}{T_{max}}$$
$$= \frac{0.58 - 0.025}{0.58}$$
$$= 0.96$$

Berechnungsergebnis

■ Antriebsmoment [Nm] nach Drehgeschwindigkeit

WU-S: Kompakttyp

Geschwindigkt. [°/s]	B-Achse	T-Achse
0	0.65	0.65
150	0.65	0.65
300	0.62	0.62
450	0.6	0.6
600	0.58	0.58
750	0.52	0.52
900	0.45	0.45
1050	0.45	0.45
1200	0.45	0.45

WU-M: Mitteltyp

Geschwindigkt. [°/s]	B-Achse	T-Achse
0	1.65	1.65
150	1.65	1.65
300	1.65	1.65
450	1.65	1.65
600	1.58	1.58
750	1.36	1.36
900	1.14	1.14
1050	0.96	0.96
1200	0.79	0.79

(3) Berechnung des berichtigten zulässigen Trägheitsmoments J_{tl}

$$J_{tl} = J_{max}\, C_j \text{ (kgm}^2\text{)}$$

J_{max}: Zulässiges Trägheitsmoment [kgm^2] (rechte Tabelle)
C_j: Berechneter Korrekturfaktor des zulässigen Trägheitsmoments (2)

$$J_{tl} = 0.008 \times 0.96$$
$$= 0.0077$$

Berechnungsergebnis

■ Zuläss. Trägheitsmoment [kgm^2] nach Drehgeschwindigkeit/Beschleunigung

WU-S: Kompakttyp

Geschwindigkt. [°/s]	B-Achse	T-Achse
	Beschleunigung/Verzögerung	
	0.3 G	0.3 G
0	0.008	0.0035
150	0.008	0.0035
300	0.008	0.0035
450	0.008	0.0035
600	0.008	0.0035
750		0.0035
900		0.0035
1050		0.0035
1200		0.0025

WU-M: Mitteltyp

Geschwindigkt. [°/s]	B-Achse	T-Achse
	Beschleunigung/Verzögerung	
	0.3 G	0.3 G
0	0.0150	0.0126
150	0.0150	0.0126
300	0.0118	0.0072
450	0.0055	0.0054
600	0.0055	0.0054
750		0.0054
900		0.0036
1050		0.0036
1200		0.0036

(4) Prüfen des Gewichts des zu transportierenden Objekts

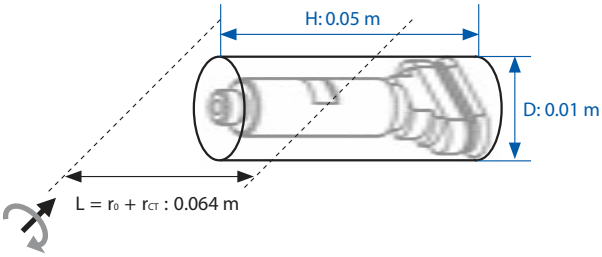
Mit der Berechnungsformel für Trägheitsmomente typischer Formen (S. 12) kann das Trägheitsmoment des Werkzeugs und des zu transportierenden Objekts ermittelt werden. Dabei dürfen diese Werte nicht größer sein als das berichtigte zulässige Trägheitsmoment (4) ≤ (3), das in (3) ermittelt wurde.

Hinweis

Die Berechnung kann durch Anwenden vereinfachter Formen der zu transportierenden Gegenstände wie Werkzeuge und Werkstücke erleichtert werden.

(1) Trägheitsmoment der Verrohrung/Vakuumgreifer: J_{BT}

Berechnung mit der vereinfachten Form eines Zylinders



Angewendete Formel -> S.12 -> 2. (5)

m_T: Zylindergewicht 0.02 [kg]
D: Zylinderdurchmesser 0.01 [m]
H: Zylinderlänge 0.05 (m)

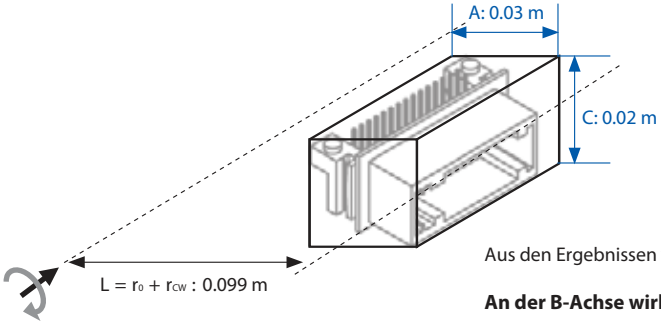
$$J_{BT} = \frac{m_T\left(\frac{D^2}{4}+\frac{H^2}{3}\right)}{4} + m_T(r_0+r_{CT})^2$$

$$= \frac{0.02\times\left(\frac{0.01^2}{4}+\frac{0.05^2}{3}\right)}{4} + 0.02\times(0.039+0.025)^2$$

$$= 8.62\times10^{-5}$$

(2) Trägheitsmoment des Steckverbinders: J_{SW}

Berechnung mit der vereinfachten Form eines Quaders



Angewendete Formel -> S.12 -> 2. (6)

m_W: Quadergewicht 0.013 [kg]
A: Eine Quaderseite 0.03 [m]
C: Eine Quaderseite 0.02 [m]

$$J_{BW} = \frac{m_W(A^2+C^2)}{12} + m_W(r_0+r_{CW})^2$$

$$= \frac{0.013\times(0.03^2+0.02^2)}{12} + 0.13\times(0.039+0.06)^2$$

$$= 1.28\times10^{-4}$$

Aus den Ergebnissen von (1) und (2)

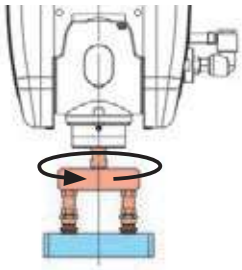
An der B-Achse wirksame Trägheitsmoment des zu transportierenden Objekts

$= J_{BT} + J_{BW}$
$= 8.62\times10^{-5} + 1.28\times10^{-4}$
$= 2.1\times10^{-4}$

Anwendbarkeit gegeben, soweit dieses geringer als das berichtigte zulässige Trägheitsmoment aus (3) ist.

2. Überprüfen der T-Achse

[T-Achse]



Lastmoment „Nein"

An der T- Achse wirksames Trägheitsmoment < **Zulässiges Trägheitsmoment für kompakte und mittlere Typen***

* Abhängig von der Geschwindigkeit sowie Beschleunigung/Verzögerung.

Wenn sich mit der Berechnungsformel für Trägheitsmomente typischer Formen (S. 12) kein wirksames Trägheitsmoment ergibt, kann das Trägheitsmoment des Werkzeugs und des zu transportierenden Objekts berechnet werden. Dabei dürfen diese Werte das berichtigte zulässige Trägheitsmoment nicht übersteigen,

(1) Trägheitsmoment der Verrohrung/Vakuumgreifer: J_{TT}

Angewendete Formel -> S.12 -> 1. (1)

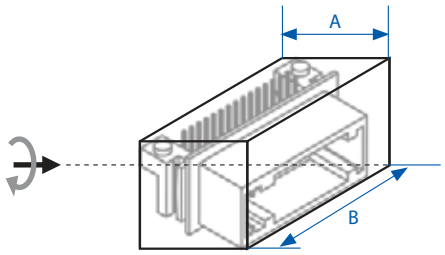
m_T: Zylindergewicht 0.02 [kg]
D: Zylinderdurchmesser 0.01 [m]

$$J_{TT} = \frac{m_T\times D^2}{8}$$

$$= \frac{0.02\times0.01^2}{8}$$

$$= 2.50\times10^{-7}$$

(2) Trägheitsmoment des Steckverbinders: J_{TW}



Angewendete Formel -> S.12 -> 1. (3)

$$J_{TW} = \frac{m_W (A^2 + B^2)}{12} = \frac{0.013 \times (0.03^2 + 0.05^2)}{12} = 3.68 \times 10^{-6}$$

m_W: Quadergewicht 0.013 [kg]
A: Eine Quaderseite 0.03 [m]
B: Eine Quaderseite 0.05 [m]

Aus den Ergebnissen von (1) und (2)

An der T- Achse wirksames Trägheitsmoment des zu transportierenden Objekts

$= J_{TT} + J_{TW}$
$= 2.50 \times 10^{-7} + 3.68 \times 10^{-6}$
$= 3.9 \times 10^{-6}$ [kgm²]

Mit dem zulässigen Trägheitsmoment (Tabelle unten) kann die WU-S (Kompakttyp) eingesetzt werden.

[Betriebsbedingungen der Handgelenk-Einheit]

T-Achse Geschwindigkeit: **600** [°/s]
Beschleunigung: **0.3** [G]

■ Zulässiges Trägheitsmoment nach Drehgeschwindigkeit/Beschleunigung [kgm²]

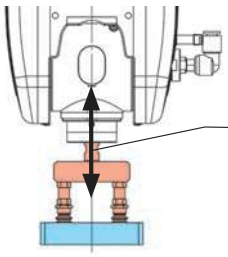
WU-S: Kompakttyp

Geschwin-digkt. [°/s]	B-Achse		T-Achse	
	Beschleunigung/Verzögerung			
	0.3 G	0.7 G	0.3 G	0.7 G
0	0.0085	0.0065	0.0075	0.0035
150	0.0085	0.0065	0.0075	0.0035
300	0.0085	0.005	0.0065	0.0035
450	0.0085	0.005	0.0065	0.0025
600	0.0085	0.005	0.0065	0.0025
750		0.005	0.0065	0.0025
900			0.0065	0.0025
1050			0.0065	0.0025
1200			0.0065	0.0025

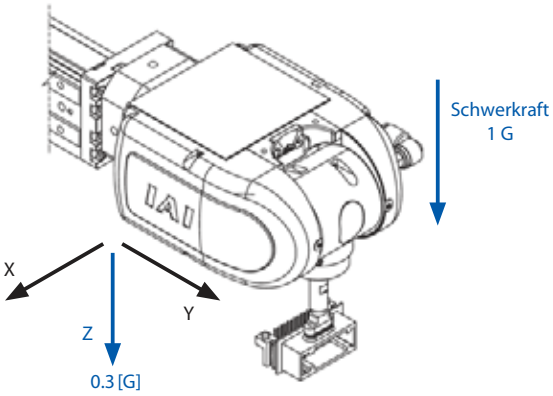
WU-M: Mitteltyp

Geschwin-digkt. [°/s]	B-Achse		T-Achse	
	Beschleunigung/Verzögerung			
	0.3 G	0.7 G	0.3 G	0.7 G
0	0.0150	0.0145	0.0165	0.0126
150	0.0150	0.0145	0.0165	0.0126
300	0.0150	0.0127	0.0165	0.0090
450	0.0099	0.0045	0.0126	0.0063
600	0.0090	0.0036	0.0108	0.0054
750		0.0036	0.0099	0.0054
900		0.0036	0.0099	0.0045
1050			0.0081	0.0045
1200			0.0081	0.0045

Schritt 3 Prüfen der zulässigen dynamischen Haltekraft



Dynamische Haltekraft: F ≦ Zulässige dynamische Haltekraft



$$F = (m_T + m_W) \cdot (a + g) \cdot 9.8 \text{ [N]}$$

m_T: Werkzeuggewicht 0.02 [kg]
m_W: Werkstückgewicht 0.013 [kg]
g: Schwerkraftbeschleunigung 1.0 [G]
a: Verfahrbeschleunigung Z-Achse 0.3 [G]

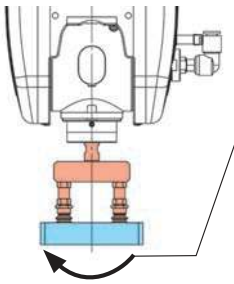
$F = (0.02 + 0.013) \times (0.3 + 1.0) \times 9.8$
$= 0.033 \times 1.3 \times 9.8$
$= 0.42$ [N]

Mit der zulässigen dynamischen Haltekraft (Tabelle unten) kann die WU-S (Kompakttyp) eingesetzt werden.

■ Zulässige dynamische Haltekraft

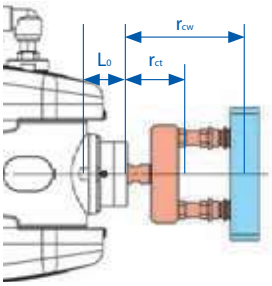
	Zulässige dynamische Haltekraft
WU-S: Kompakttyp	330 N
WU-M: Mitteltyp	450 N

Schritt 4 Prüfen des zulässigen dynamischen Lastmoments



Dynamisches Lastmoment: M ≦ Zulässiges dynamisches Lastmoment

$$M = m_T \cdot a \cdot 9.8\,(L_0 + r_{CT}) \times 10^{-3} + m_W \cdot a \cdot 9.8\,(L_0 + r_{CW}) \times 10^{-3}\ [Nm]$$



m_T: Werkzeuggewicht 0.02 [kg]
m_W: Werkstückgewicht 0.013 [kg]
a: Verfahrbeschleunigung der X-Achse 0.3 [G]
L_0: Aufnahmeposition des Last-Mittelpunkts
WU-S (Kompakt) 17.5 [mm]
WU-M (Mittel) 21.5 [mm]
r_{CT}: Abstand des Werkzeug-Schwerpunkts 25 [mm]
r_{CW}: Abstand des Werkstück-Schwerpunkts 60 [mm]

$$M = 0.02 \times 0.3 \times 9.8 \times (17.5+25) \times 10^{-3} + 0.013 \times 0.3 \times 9.8 \times (17.5+60) \times 10^{-3} = 0.025 + 0.030 = 0.055\ [Nm]$$

Mit dem zulässigen dynamischen Lastmoment (Tabelle unten) kann die WU-S (Kompakttyp) eingesetzt werden.

■ Zulässiges dynamisches Lastmoment

	Zulässiges dynamisches Lastmoment
WU-S: Kompakttyp	1.4 Nm
WU-M: Mitteltyp	4.2 Nm

Die WU-S (Kompakttyp) kann aufgrund aller Ergebnisse der Schritte 1 bis 4 eingesetzt werden.

Formeln zur Berechnung des Trägheitsmoments von typischen geometrischen Formen

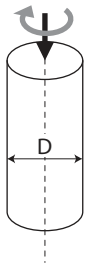
■ 1. Wenn die Drehachse durch die Mitte des Objekts verläuft

(1) Trägheitsmoment des Zylinders 1

* Dieselbe Formel kann unabhängig von der Zylinderhöhe angewendet werden (auch für runde Platten).

<Formel> $I = M \times D^2 / 8$

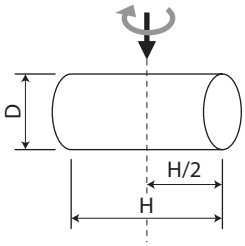
Trägheitsmoment des Zylinders: I (kgm²)
Zylindergewicht: M (Maßeinheit: kg)
Zylinderdurchmesser: D (m)



(2) Trägheitsmoment des Zylinders 2

<Formel> $I = M \times (D^2/4 + H^2/3) / 4$

Trägheitsmoment des Zylinders: I (kgm²)
Zylindergewicht: M (kg)
Zylinderdurchmesser: D (m)
Zylinderlänge: H (m)

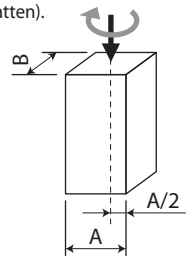


(3) Trägheitsmoment des Quaders 1

* Dieselbe Formel kann unabhängig von der Quaderhöhe angewendet werden (auch für rechteckige Platten).

<Formel> $I = M \times (A^2 + B^2) / 12$

Trägheitsmoment des Quaders: I (kgm²)
Erste Quaderseite: A (m)
Zweite Quaderseite: B (m)



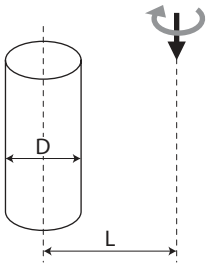
■ 2. Wenn die Mitte des Objekts von der Drehachse versetzt ist

(4) Trägheitsmoment des Zylinders 3

* Dieselbe Formel kann unabhängig von der Zylinderhöhe angewendet werden (auch für runde Platten).

<Formel> $I = M \times D^2 / 8 + M \times L^2$

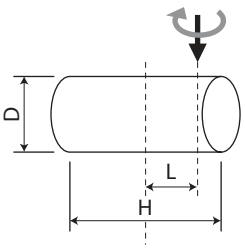
Trägheitsmoment des Zylinders: I (kgm²)
Zylindergewicht: M (kg)
Zylinderdurchmesser: D (m)
Mittenabstand zur Drehachse: L (m)



(5) Trägheitsmoment des Zylinders 4

<Formel> $I = M \times (D^2/4 + H^2/3) / 4 + M \times L^2$

Trägheitsmoment des Zylinders: I (kgm²)
Zylindergewicht: M (kg)
Zylinderdurchmesser: D (m)
Zylinderlänge: H (m)
Mittenabstand zur Drehachse: L (m)

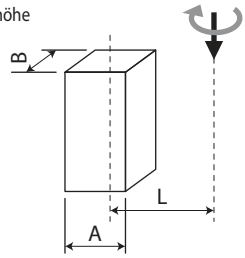


(6) Trägheitsmoment des Quaders 2

* Dieselbe Formel kann unabhängig von der Quaderhöhe angewendet werden (auch für rechteckige Platten).

<Formel> $I = M \times (A^2 + B^2) / 12 + M \times L^2$

Trägheitsmoment des Quaders: I (kgm²)
Quadergewicht: M (kg)
Erste Quaderseite: A (m)
Zweite Quaderseite: B (m)
Mittenabstand zur Drehachse: L (m)



WU-S

Batterie-los-Absolut | Kompakt-Typ | 24V Schritt-motor

■ Modell-spezifika-tionen

WU	—	S	—	WA	—	PM1	—	☐	—	☐
Serie	—	Typ	—	Enkoder-Typ	—	Passende Steuerung	—	Kabellänge	—	Optionen
		S: Kompakt-Typ		WA: Batterielos-Absolut		PM1: MSEL		N : Kein Kabel P : 1 m S : 3 m M : 5 m X□□ : Spezifizierte Länge R□□ : Roboterkabel		Für weitere Optionen siehe Tabelle unten.

* Keine externe Steuerung enthalten.
* Siehe S. 4 für weitere Informationen zu den Modellspezifikationen.

CE RoHS

* Siehe S. 6 für weitere Informationen zu Montagemethode und -ausrichtung.

PUNKT Auswahl-punkte

Für eine Auswahl ist es notwendig, das Trägheitsmoment hinsichtlich der Betriebsbedingungen zu ermitteln, um ein Modell mit entsprechend zulässigem Trägheitsmoment einzusetzen. Dazu ist jeweils für die B- und T-Achse das Trägheitsmoment des transportierten Werkstücks zu berechnen. Für weitere Informationen siehe „Modellauswahl-Verfahren" (ab S. 7).

(Hinweis 1) Gibt die maximal einstellbare Geschwindigkeit ohne Last an.

(Hinweis 2) Wenn die B- und T-Drehachse horizontal in Bezug zur Bodenfläche liegen oder wenn ein Abstand vom Schwerpunkt des transportierten Objekts zur Drehachse vorhanden ist, unterliegt die Einheit einem Last-Drehmoment aufgrund des Objektgewichts. Das zulässige Trägheitsmoment sinkt bei somit vorhandenem Last-Drehmoment.
Für weitere Informationen siehe „Modellauswahl-Verfahren" (ab S. 7).

Modellspezifikation

Modell	Achs-Konfiguration	Arbeitsbereich (°)	Max. Geschwindigkeit (Hinweis 1) (°/s)		Max. Zuladung (kg)	Max. Beschleunigung/Verzögerung (G)	
			Unabhängiger Achsbetrieb	Simultaner Betrieb von B- und T-Achse		Ohne Lastdreh-moment (Hinweis 2)	Mit Lastdreh-moment (Hinweis 2)
WU-S-WA-PM1-①-②	B-Achse (Kipp-Gelenk)	±100	750	600	1	0.7 G (6865 °/s²)	0.3 G (2942 °/s²)
	T-Achse (Dreh-Gelenk)	±360	1200	600		0.7 G (6865 °/s²)	0.3 G (2942 °/s²)

Erkärung der Ziffern: ① Kabellänge ② Optionen

*1 G ≈ 9807 °/s²

Kabellängen <je Achse *1>

Typ	Kabelcode
Standardkabel	**P** (1 m)
	S (3 m)
	M (5 m)
Speziallängen	**X06** (6 m) ~ **X10** (10 m)
	X11 (11 m) ~ **X15** (15 m)
	X16 (16 m) ~ **X20** (20 m) *2
Roboterkabel	**R01**(1 m) ~ **R03** (3 m)
	R04 (4 m) ~ **R05** (5 m)
	R06 (6 m) ~ **R10** (10 m)
	R11 (11 m) ~ **R15** (15 m)
	R16 (16 m) ~ **R20** (20 m) *2

Kabel zwischen Achse und Steuerung.
*1 Sowohl für B- als auch T-Achse erforderlich. In der Modellspezifikation sind daher die Kabellängen für 2 dazugehörige Kabel anzugeben.
*2 Wenn die Option mit verlängertem Achskabel-Anschluss „AC1.5" gewählt wird, beträgt die maximale Kabellänge 18 m (X18, R18).

Allgemeine Spezifikationen

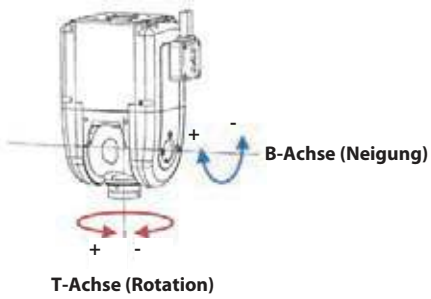
Bezeichnung	Beschreibung	
	B-Achse (Kipp-Gelenk)	T-Achse (Dreh-Gelenk)
Antriebssystem	Schrittmotor + Zahnriemen	Schrittmotor + Zahnriemen + Kegelradgetriebe
Wiederholgenauigkeit	±0.015 °	±0.15 °
Spiel	0.06 °	0.4 °
Zulässige dynamische Haltekraft *1	330 N	
Zulässiges dynamisches Lastmoment *1	1.4 N·m	
Gewicht der Einheit	1.6 kg	
Bremshaltemoment *2	0.96 N·m	0.96 N·m
Zulässige Temperatur, Feuchtigkeit *1	0 ~ 40 °C, bis zu 85% RH (nicht kondensierend)	

*1 Der Einsatz der Einheit mit einer Last über den angegeben Werten vermindert die Lebensdauer bzw. führt zu Beschädigungen.
*2 Standardmäßig mit Bremse ausgerüstet.

Optionen

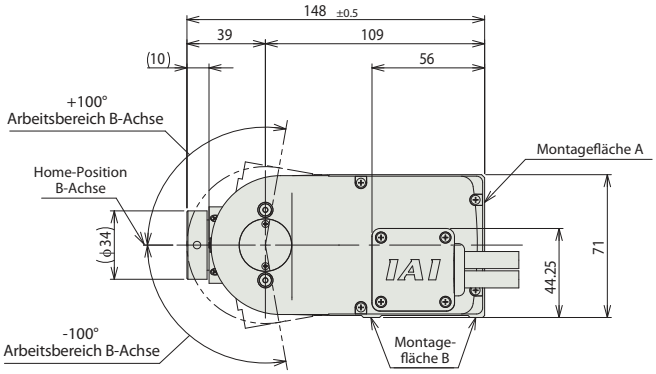
Name	Code	Seite
Kabelaustrittsrichtung rechts	**A1**	Siehe S. 5, S. 14
Kabelaustrittsrichtung oben	**A2**	Siehe S. 5, S. 14
Kabelaustrittsrichtung links	**A3**	Siehe S. 5, S. 14
Achskabel-Anschlusslänge 1.5 m	**AC1.5**	Siehe S. 5, S. 14
Kabelausgang und Luftanschluss gegenüber	**CVR**	Siehe S. 5, S. 14
Luftanschluss	**VC**	Siehe S. 5, S. 14
Verkabelungsmanschette	**WCS**	Siehe S. 5, S. 14

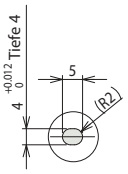
Achs-Namen und -Koordinaten



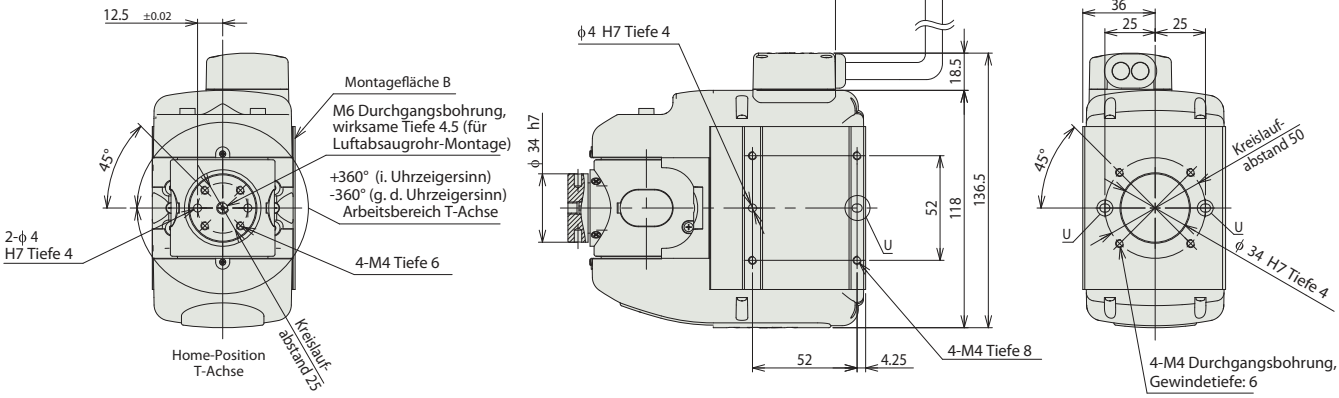
Abmessungen

CAD-Zeichnungen sind über unsere Webseite downloadbar.
www.eu.robocylinder.de
2D CAD 3D CAD



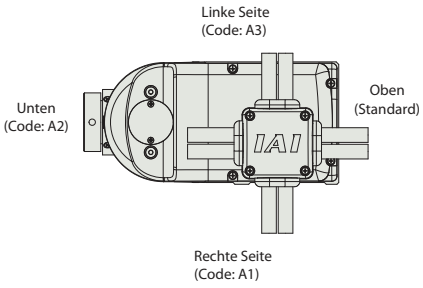


Detailansicht von U

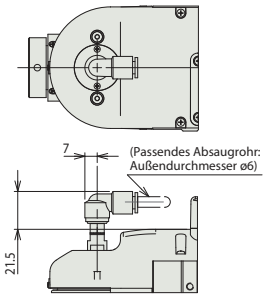


Optionen

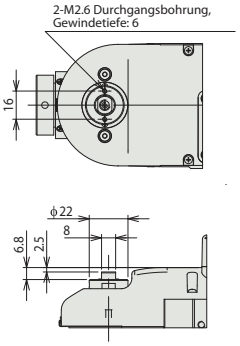
■ Kabelaustrittsrichtung



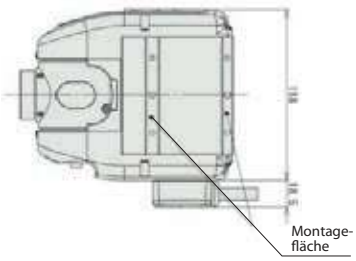
■ Luftanschluss (Code: VC)



■ Verkabelungsmanschette (Code: WCS)



■ Kabelausgang und Luftanschluss gegenüber (Code: CVR)



Passende Steuerungen

Bezeichnung	Ansicht	Max. Anzahl an-steuerbarer Achsen	Eingangs-spannung	Steuerungs-Betriebsarten				Maximale Anzahl von Positionierpunkten	Referenz-seite
				Position	Pulstreiber	Programm	Netzwerk * Auswahl		
MSEL-PC/PG		4	Einphasig 100 bis 230 V AC	–	–	●	DeviceNet, CC-Link, EtherCAT, EtherNet/IP, PROFIBUS, CC-Link	30000	Siehe S. 17

WU-M

Batterie-los-Absolut | Mittel-Typ | 24V Schritt-motor

■ Modell-spezifika-tionen

WU	—	M	—	WA	—	PM1	—	☐	—	☐
Serie	—	Typ	—	Enkoder-Typ	—	Passende Steuerung	—	Kabellänge	—	Optionen
		M: Mittel-Typ		WA: Batterielos-Absolut		PM1: MSEL		N : Kein Kabel P : 1 m S : 3 m M : 5 m X□□ : Spezifizierte Länge R□□ : Roboterkabel		Für weitere Optionen siehe Tabelle unten.

* Keine externe Steuerung enthalten.
* Siehe S. 4 für weitere Informationen zu den Modellspezifikationen.

CE RoHS

* Siehe S. 6 für weitere Informationen zu Montagemethode und -ausrichtung.

PUNKT Auswahl-punkte

Für eine Auswahl ist es notwendig, das Trägheitsmoment hinsichtlich der Betriebsbedingungen zu ermitteln, um ein Modell mit entsprechend zulässigem Trägheitsmoment einzusetzen. Dazu ist jeweils für die B- und T-Achse das Trägheitsmoment des transportierten Werkstücks zu berechnen. Für weitere Informationen siehe „Modellauswahl-Verfahren" (ab S. 7).

(Hinweis 1) Gibt die maximal einstellbare Geschwindigkeit ohne Last an.

(Hinweis 2) Wenn die B- und T-Drehachse horizontal in Bezug zur Boden-fläche liegen oder wenn ein Abstand vom Schwerpunkt des transportierten Objekts zur Drehachse vorhanden ist, unterliegt die Einheit einem Last-Drehmoment aufgrund des Objektgewichts. Das zulässige Trägheitsmoment sinkt bei somit vorhandenem Last-Drehmoment.
Für weitere Informationen siehe „Modellauswahl-Verfahren" (ab S. 7).

Modellspezifikation

Modell	Achs-Konfiguration	Arbeitsbereich (°)	Max. Geschwindigkeit (Hinweis 1) (°/s)		Max. Zuladung (kg)	Max. Beschleunigung/Verzögerung (G)	
			Unabhängiger Achsbetrieb	Simultaner Betrieb von B- und T-Achse		Ohne Lastdreh-moment (Hinweis 2)	Mit Lastdreh-moment (Hinweis 2)
WU-M-WA-PM1-① - ②	B-Achse (Kipp-Gelenk)	±105	900	600	2	0.7 G (6865 °/s²)	0.3 G (2942 °/s²)
	T-Achse (Dreh-Gelenk)	±360	1200	600		0.7 G (6865 °/s²)	0.3 G (2942 °/s²)

Erkärung der Ziffern: ① Kabellänge ② Optionen

*1 G ≈ 9807 °/s²

Kabellängen <je Achse *1>

Typ	Kabelcode
Standardkabel	**P** (1 m)
	S (3 m)
	M (5 m)
Speziallängen	**X06** (6 m) ~ **X10** (10 m)
	X11 (11 m) ~ **X15** (15 m)
	X16 (16 m) ~ **X20** (20 m) *2
Roboterkabel	**R01** (1 m) ~ **R03** (3 m)
	R04 (4 m) ~ **R05** (5 m)
	R06 (6 m) ~ **R10** (10 m)
	R11 (11 m) ~ **R15** (15 m)
	R16 (16 m) ~ **R20** (20 m) *2

Kabel zwischen Achse und Steuerung.
*1 Sowohl für B- als auch T-Achse erforderlich. In der Modellspezifikation sind daher die Kabellängen für 2 dazugehörige Kabel anzugeben.
*2 Wenn die Option mit verlängertem Achskabel-Anschluss „AC1.5" gewählt wird, beträgt die maximale Kabellänge 18 m (X18, R18).

Allgemeine Spezifikationen

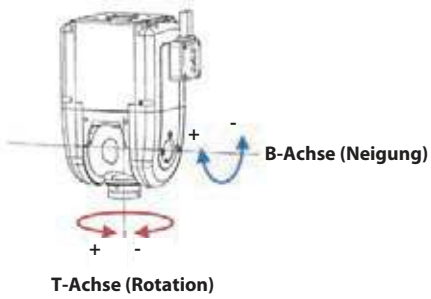
Bezeichnung	Beschreibung	
	B-Achse (Kipp-Gelenk)	T-Achse (Dreh-Gelenk)
Antriebssystem	Schrittmotor + Zahnriemen	Schrittmotor + Zahnriemen + Kegelradgetriebe
Wiederholgenauigkeit	±0.015 °	±0.15 °
Spiel	0.06 °	0.4 °
Zulässige dynamische Haltekraft *1	450 N	
Zulässiges dynamisches Lastmoment *1	4.2 N·m	
Gewicht der Einheit	2.8 kg	
Bremshaltemoment *2	2.8 N·m	2.8 N·m
Zulässige Temperatur, Feuchtigkeit *1	0 ~ 40 °C, bis zu 85% RH (nicht kondensierend)	

*1 Der Einsatz der Einheit mit einer Last über den angegeben Werten vermindert die Lebensdauer bzw. führt zu Beschädigungen.
*2 Standardmäßig mit Bremse ausgerüstet.

Optionen

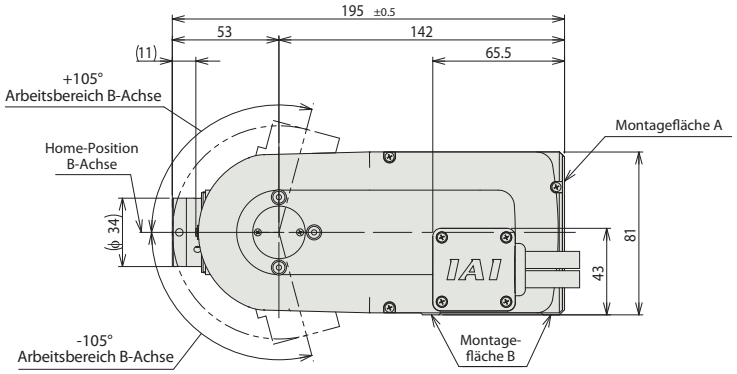
Name	Code	Seite
Kabelaustrittsrichtung rechts	**A1**	Siehe S. 5, S. 16
Kabelaustrittsrichtung oben	**A2**	Siehe S. 5, S. 16
Kabelaustrittsrichtung links	**A3**	Siehe S. 5, S. 16
Achskabel-Anschlusslänge 1.5 m	**AC1.5**	Siehe S. 5, S. 16
Kabelausgang und Luftanschluss gegenüber	**CVR**	Siehe S. 5, S. 16
Luftanschluss	**VC**	Siehe S. 5, S. 16
Verkabelungsmanschette	**WCS**	Siehe S. 5, S. 16

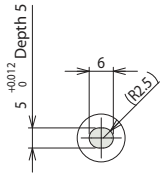
Achs-Namen und -Koordinaten



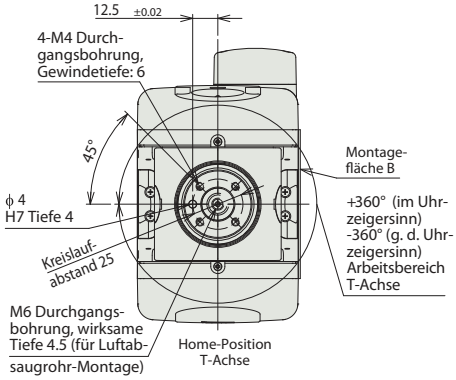
Abmessungen

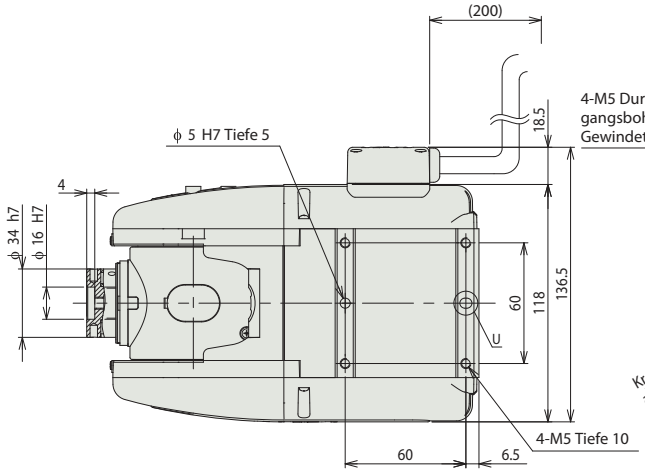
CAD-Zeichnungen sind über unsere Webseite downloadbar.
www.eu.robocylinder.de
2D CAD 3D CAD

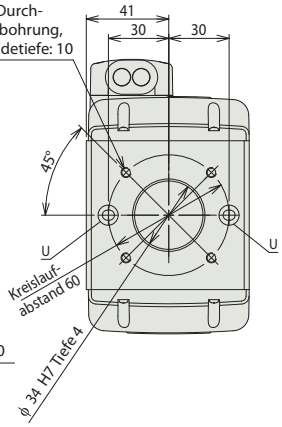




Detailansicht von U

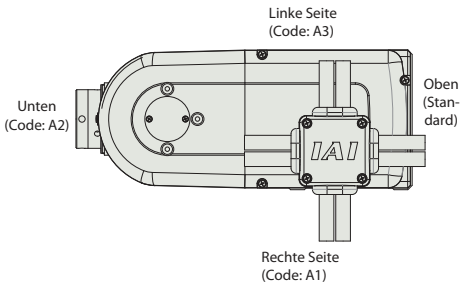




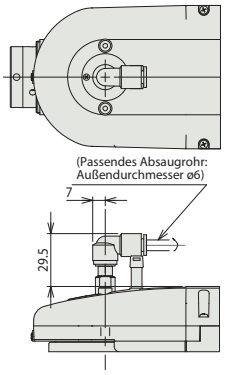


Optionen

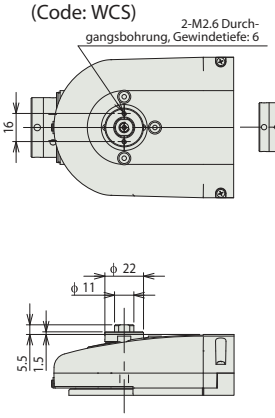
■ Kabelaustrittsrichtung



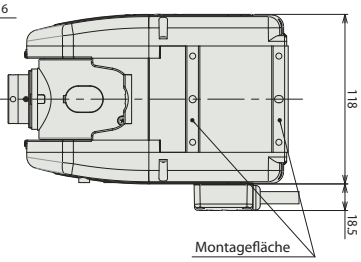
■ Luftanschluss (Code: VC)



■ Verkabelungsmanschette (Code: WCS)



■ Kabelausgang und Luftanschluss gegenüber (Code: CVR)



Passende Steuerungen

Bezeichnung	Ansicht	Max. Anzahl an-steuerbarer Achsen	Eingangs-spannung	Steuerungs-Betriebsarten				Maximale Anzahl von Positionierpunkten	Referenz-seite
				Position	Pulstreiber	Programm	Netzwerk * Auswahl		
MSEL-PC/PG		4	Einphasig 100 bis 230 V AC	–	–	●	DeviceNet, CC-Link, EtherCAT, EtherNet/IP, PROFIBUS, CC-Link	30000	Siehe S. 17

MSEL

RCP6/RCP5/RCP4/RCP3/RCP2-Programmsteuerung für WU Handgelenk-Einheit

Typen

Diese Programmsteuerung ist für den Achsbetrieb der Baureihen RCP6/RCP5/RCP4/RCP3/RCP2 geeignet. Eine MSEL kann auf mehrere Ansteuerarten bis zu 4 Achsen führen.

Typname	PC	PG
Typbezeichnung	Standard-Typ	Global-Typ gemäß Sicherheitskategorie
Max. Anzahl ansteuerbarer Achsen	4	
Anzahl der Positionen	30000	
Spannungsversorgung	Einphasig 100 bis 230 VAC	
Sicherheitskategorie	B	3 *1

*1: Die Einhaltung der Sicherheitskategorie bedingt kundenseitig die Installation eines externen Sicherheitsschaltkreises an die Steuerung.

Modelle

MSEL – [ ] – [ ] – [ ] [ ] [ ] – [ ] [ ] [ ] – [ ] – [ ] – [ ] – 4 – [ ] – [ ]

Serie | Typ | Anzahl angeschlossener Achsen | (Angaben für die 1. Achse): Motortyp, Enkodertyp, Option | (Angaben für die 2.~4. Achse): Motortyp, Enkodertyp, Option | Standard-E/A-Typ | E/A-Erweiterung | E/A-Kabellänge | Spannungsversorgung | Einfache Absolut-Einheit | Montagevorgabe

Serie

PC	Standard-Typ
PG	Global-Typ

Typ

1	1-Achsausführung
2	2-Achsausführung
3	3-Achsausführung
4	4-Achsausführung

Option (1. Achse)

B	Bremse

Enkodertyp (1. Achse)

WAI	Batterielose Absolut-Spezifikation/ Inkremental-Spezifikation
SA	Einfache Absolut-Spezifikation

* Der Einfach-Absolut-Enkodertyp kann nicht zusammen mit dem Batterielos-Absolut- bzw. Inkremental-Enkodertyp gewählt werden. Ein Einfach-Absolut-Betrieb gilt für alle Achsen.

Motortyp (1. Achse)

20P	20□
20SP	20□
28P	28□
28SP	28□
35P	35□
42P	42□
42SP	42□
56P	56□
WUS	Für WU-S
WUM	Für WU-M

(Beispiel: „20P" für 20□ Schrittmotor)

* WUS und WUM verwenden jeweils 2 Achsen. Angaben zu Enkodertyp und Option können entfallen.

Enkodertyp (2.~4. Achse)

WAI	Batterielose Absolut-Spezifikation/ Inkremental-Spezifikation
SA	Einfache Absolut-Spezifikation

* Der Einfach-Absolut-Enkodertyp kann nicht zusammen mit dem Batterielos-Absolut- bzw. Inkremental-Enkodertyp gewählt werden. Ein Einfach-Absolut-Betrieb gilt für alle Achsen.

Motortyp (2.~4. Achse)

20P	20□
20SP	20□
28P	28□
28SP	28□
35P	35□
42P	42□
42SP	42□
56P	56□
WUS	Für WU-S
WUM	Für WU-M

(Beispiel: „20P" für 20□ Schrittmotor)

* WUS und WUM verwenden jeweils 2 Achsen. Angaben zu Enkodertyp und Option können entfallen.

Option (2.~4. Achse)

B	Bremse

Standard-E/A-Typ

NP	NPN-Spezifikation
PN	PNP-Spezifikation

E/A-Erweiterung

E	Nicht belegt
NP	PEA-Erweiterungskarte (NPN-Spezifikation)
PN	PEA-Erweiterungskarte (PNP-Spezifikation)
DV	DeviceNet-Netzwerkkarte
DV2	DeviceNet-Netzwerkkarte (mit 2-Weg-Steckeranschluss)
CC	CC-Link-Netzwerkkarte
CC2	CC-Link-Netzwerkkarte (mit 2-Weg-Steckeranschluss)
PR	PROFIBUS-DP-Netzwerkkarte
EP	EtherNet/IP-Netzwerkkarte
EC	EtherCAT-Anschluss-Spezifikation
PRT	PROFINET-IO-Anschluss-Spezifikation
SE1	RS232C-Anschlusskarte
SE2	RS485-Anschlusskarte
—	—

* Bei Wahl von CC2 oder DV2 ist ein gegabelter 2-fach-Steckeranschluss für die Verzweigungsleitung enthalten.

E/A-Kabellänge

0	Ohne Kabel
2	2 m (Standard)
3	3 m
5	5 m

Spannungsversorgung

4	100~230 VAC

Einfache Absolut-Einheit

ABB	Absolut-Enkoder-Spezifikation mit Absolut-Batterie-Einheit
ABBN	Absolut-Enkoder-Spezifikation ohne Absolut-Batterie-Einheit
(leer)	Batterielos-Absolut- oder Inkremental-Enkoder-Spezifikation

* Für den einfachen Absolut-Enkodertyp „SA" ist immer ABB / ABBN auszuwählen.

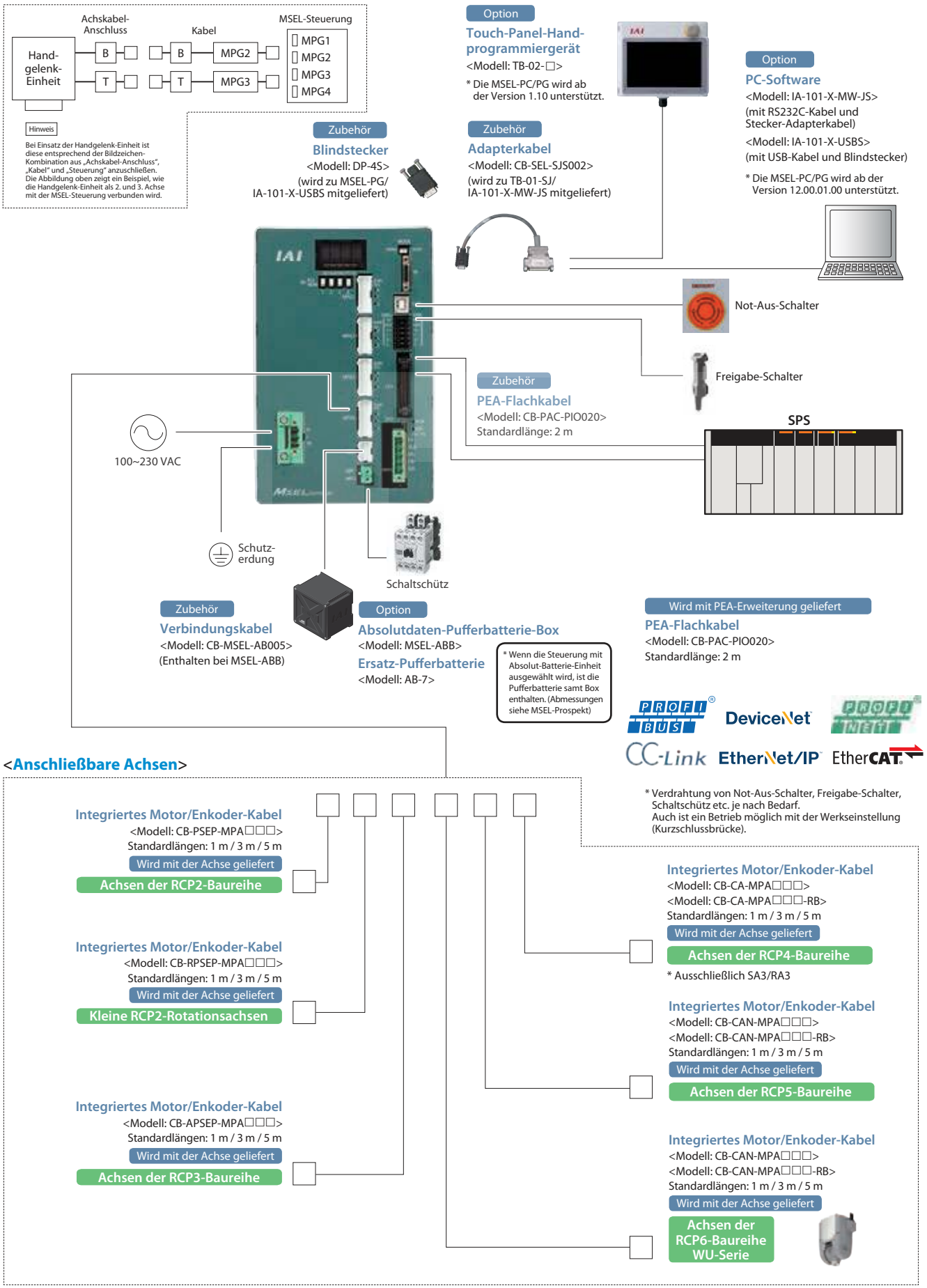
Montagevorgabe

(leer)	Befestigungsgewinde
DN	Hutschienenmontage

Hinweis

Im allgemeinen entspricht der Modellcode für den Motortyp der Steuerung dem des Motortyps der Achse. Doch gibt es einige Ausnahmen, bei denen dieser Modellcode für Steuerung und Achse nicht übereinstimmt. Nachfolgend ist ein Beispiel für einen Achstyp genannt, wo Vorsicht bei der Modellcode-Wahl geboten ist.
RCP2-RA3C: „28S" bei Motortyp der Achsspezifikation • „28SP" bei Motortyp der Steuerungsspezifikation

Systemkonfiguration



WU Handgelenk-Einheit
Katalog-Nr. 0717-D

Irrtümer und Änderungen als Folge des technischen Fortschritts vorbehalten

ROBO CYLINDER

IAI
Quality and Innovation

IAI Industrieroboter GmbH
Ober der Röth 4
D-65824 Schwalbach / Frankfurt
Deutschland
Tel.:+49-6196-8895-0
Fax:+49-6196-8895-24
E-Mail: info@IAI-GmbH.de
Internet: http://www.IAI-GmbH.de

IAI America, Inc.
2690 W. 237th Street, Torrance, CA 90505, U.S.A
Tel.: +1-310-891-6015, Fax: +1-310-891-0815

IAI (Shanghai) Co., Ltd
Shanghai Jiahua Business Center A8-303, 808,
Hongqiao Rd., Shanghai 200030, China
Tel.: +86-21-6448-4753, Fax: +86-21-6448-3992

IAI CORPORATION
577-1 Obane, Shimizu-Ku, Shizuoka, 424-0103 Japan
Tel.: +81-543-64-5105, Fax: +81-543-64-5192

IAI Robot (Thailand) Co., Ltd
825 PhairojKijja Tower 12th Floor, Bangna-Trad RD.,
Bangna, Bangna, Bangkok 10260, Thailand
Tel.: +66-2-361-4457, Fax: +66-2-361-4456

IAI, das IAI-Logo, RoboCylinder™, das RoboCylinder™-Logo, IntelligentActuator™ und das IntelligentActuator™-Logo sind Marken oder Produktnamen der IAI Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften in den USA, China, Thailand oder Deutschland