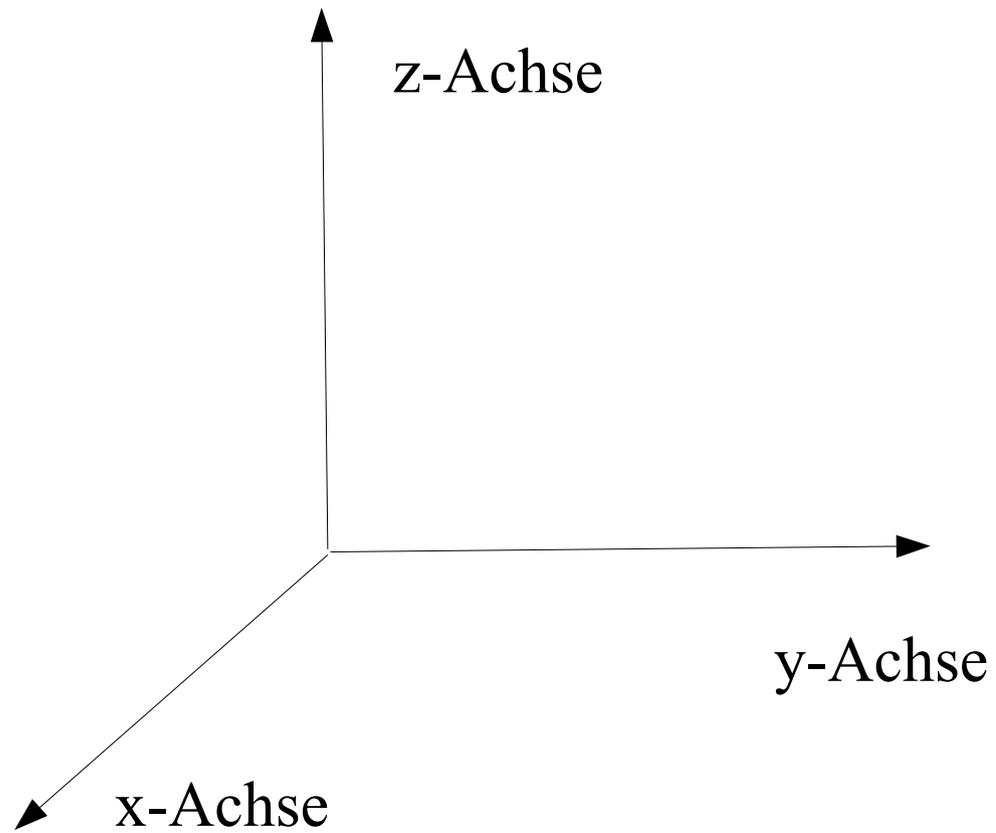


Koordinatensysteme

Wir benutzen als Koordinatensysteme **kartesische Rechtssysteme**:

Dreht man die x -Achse eines Rechtssystems auf dem kürzesten Weg zur y -Achse, so ergibt sich ein Drehsinn, der eine Schraube mit Rechtsgewinde in Richtung der positiven z -Achse bewegen würde.

Ein Rechtssystem



Vektoren

In der Robotik wird mit zwei Arten von Vektoren gearbeitet:

Freie Vektoren lassen sich beliebig im Raum verschieben. Beispiele: Geschwindigkeit, Beschleunigung

Ortsvektoren sind relative Positionsangaben und gehen immer vom Ursprung aus des Koordinatensystemes aus, auf das sie sich beziehen.

In der Robotik übliche Koordinatensysteme

Weltkoordinaten Fest mit der Welt (Fußboden) verbunden.

Basiskoordinaten (base frame) Fest mit dem Sockel des Roboters verbunden, relativ zu Weltkoordinaten definiert, oft damit identisch.

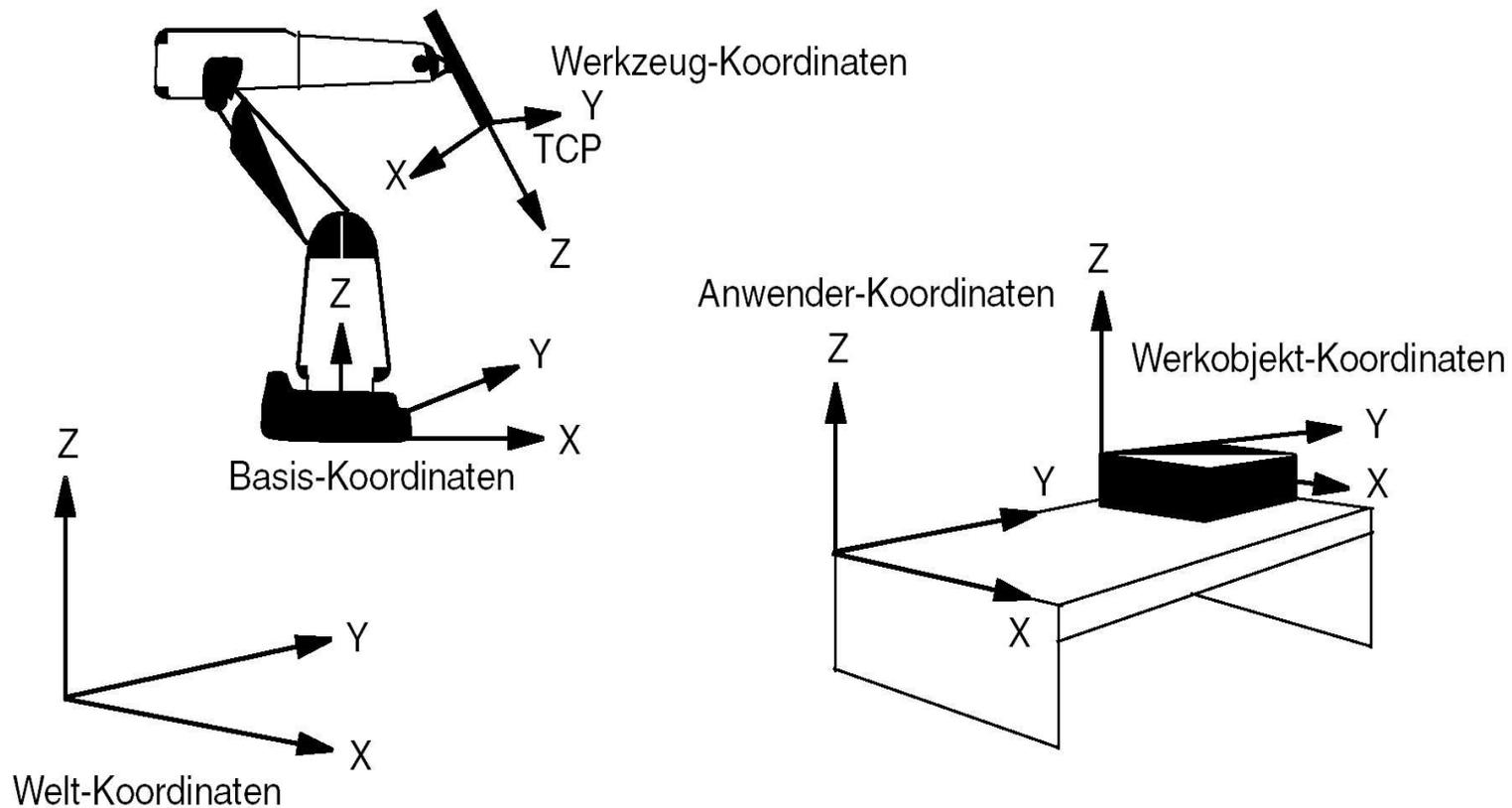
Anwenderkoordinaten (user frame) Mit einer Aufnahmevorrichtung für Werkstücke verbunden, oft relativ zu Weltkoordinaten definiert.

Werkstückkoordinaten (object frame) Mit einem Werkstück verbunden, oft relativ zu Anwenderkoordinaten definiert.

Handflanschkoordinaten (tool0) Mit dem Handflansch verbunden, mitbewegt und über die kinematische Kette der Gelenke relativ zu den Basiskoordinaten festgelegt.

Werkzeugkoordinaten (tool frame) Relativ zu den Handflanschkoordinaten definiert.

Die üblichen Koordinatensysteme in einer Roboterzelle



Die verschiedenen Koordinatensysteme des Manipulators (wenn der Manipulators das Werkzeug hält) Abbildung: ABB Robotics.

Ein Weltkoordinatensystem mit zwei Basiskoordinatensystemen

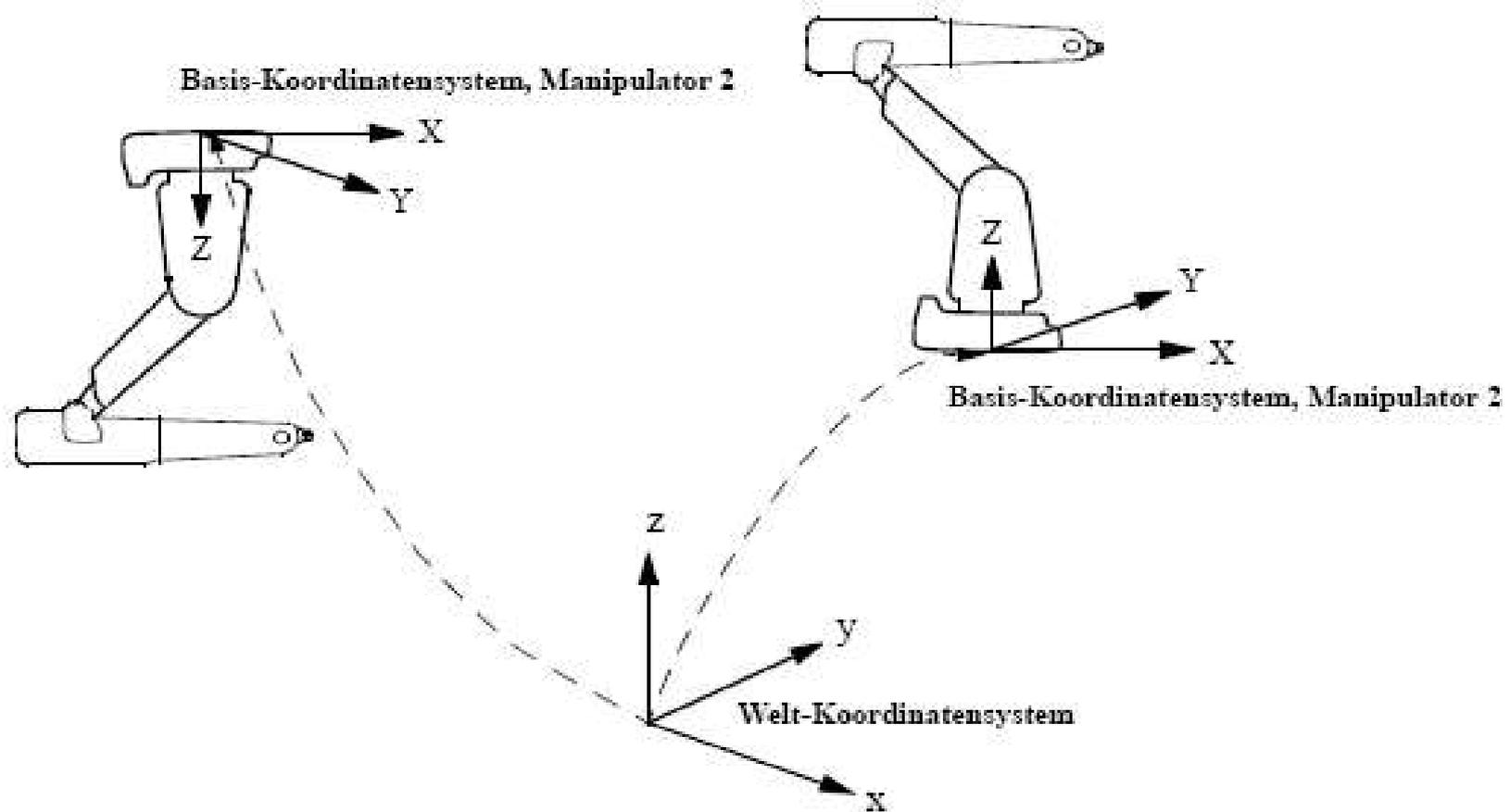


Bild 2 Zwei Manipulatoren (von denen einer hängend montiert ist) mit einem gemeinsamen Welt-Koordinatensystem.

Mehrere Anwender-Koordinatensysteme

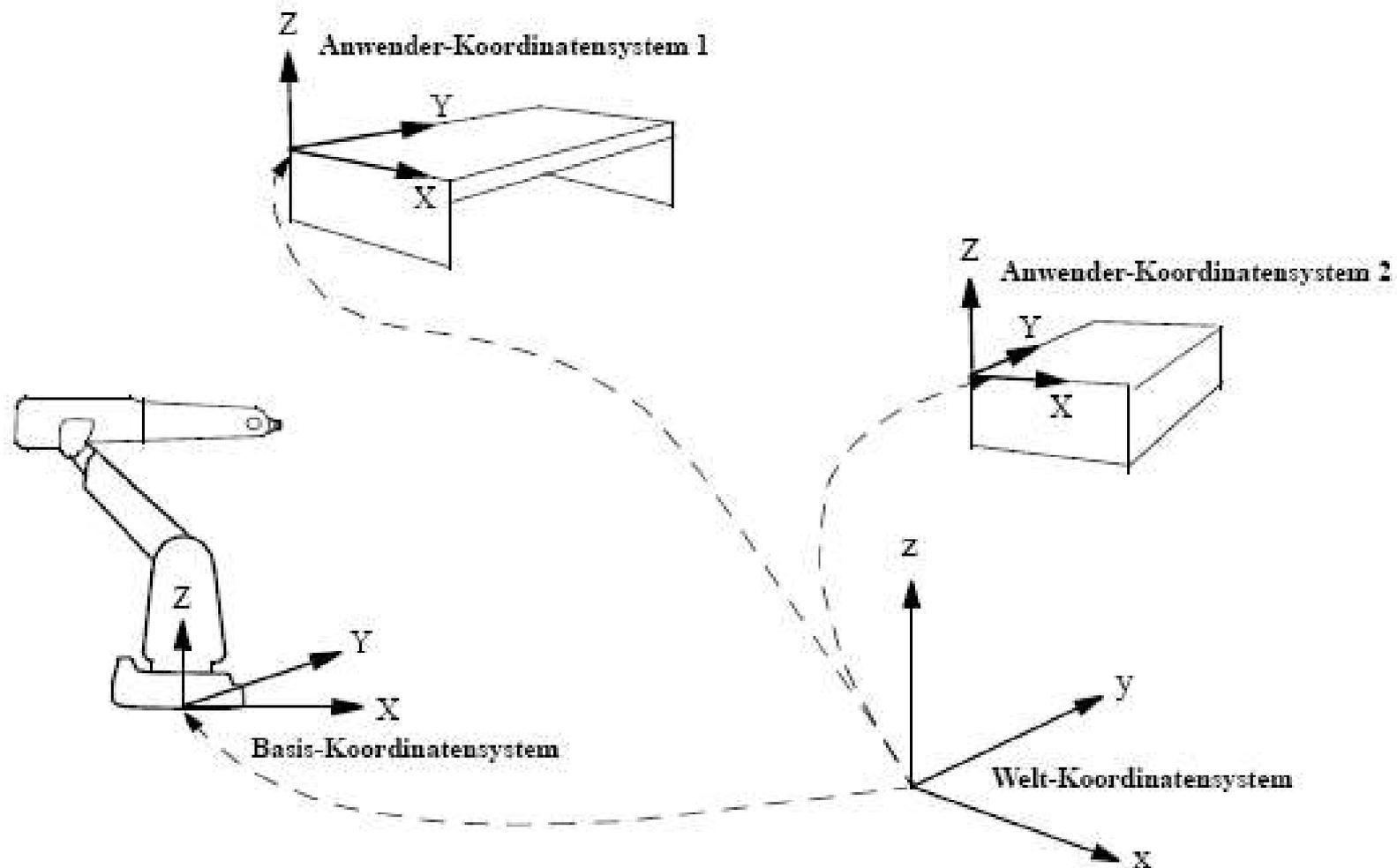


Bild 3 Zwei Anwender-Koordinatensysteme beschreiben die Position von zwei verschiedenen Vorrichtungen.

Mehrere Werkobjekt-Koordinatensysteme

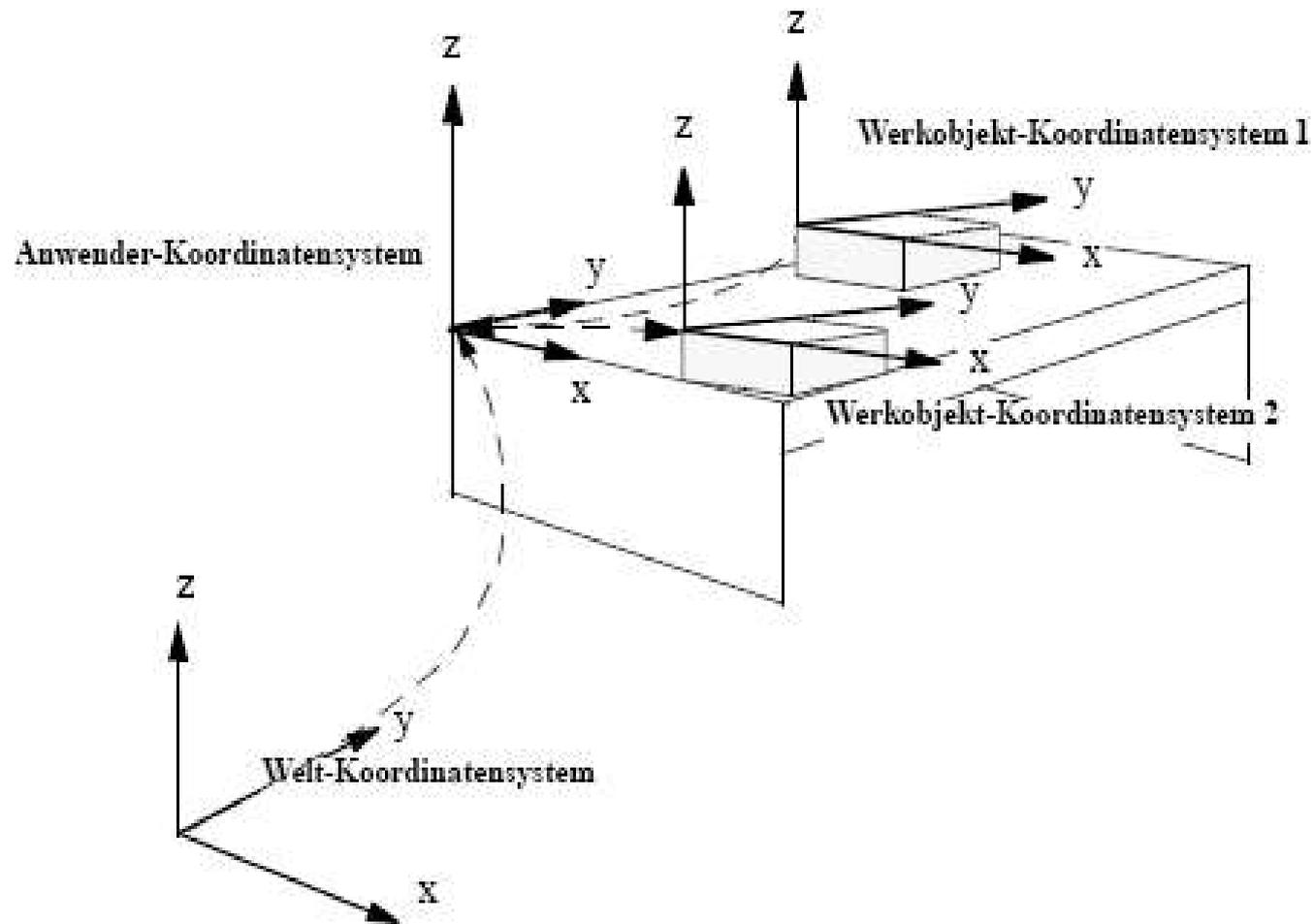


Bild 4 Zwei Werkobjekt-Koordinatensysteme beschreiben die Position von zwei verschiedenen in der gleichen Vorrichtung aufgenommenen Werkobjekten (Werkstücken).

Mitbewegtes Anwender-Koordinatensystem

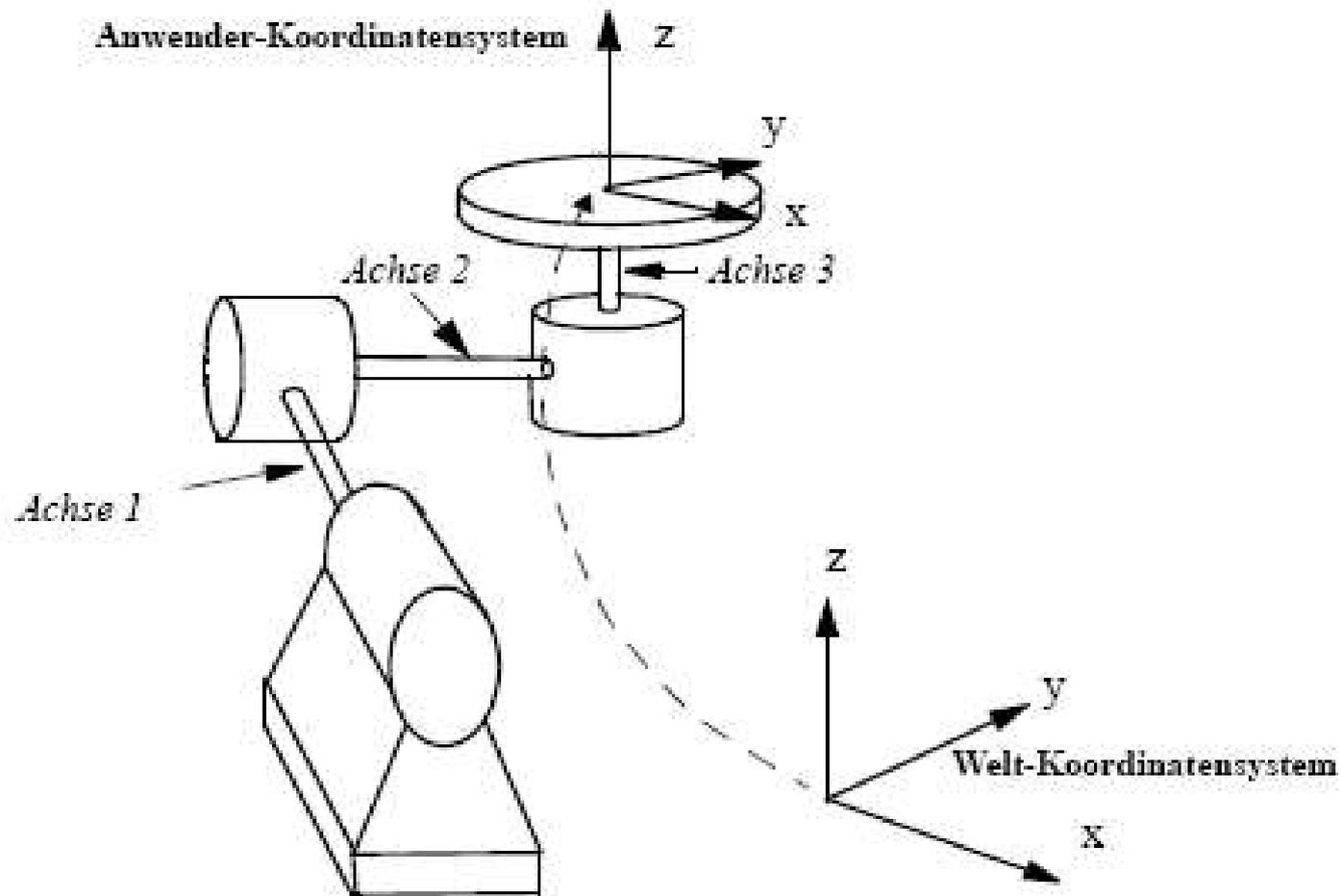


Bild 6 Ein Anwender-Koordinatensystem, das zum Folgen der Bewegungen eines externen mechanischen 3-Achsen-Geräts definiert wurde.

Mitbewegtes Koordinatensystem bei bewegtem Roboter

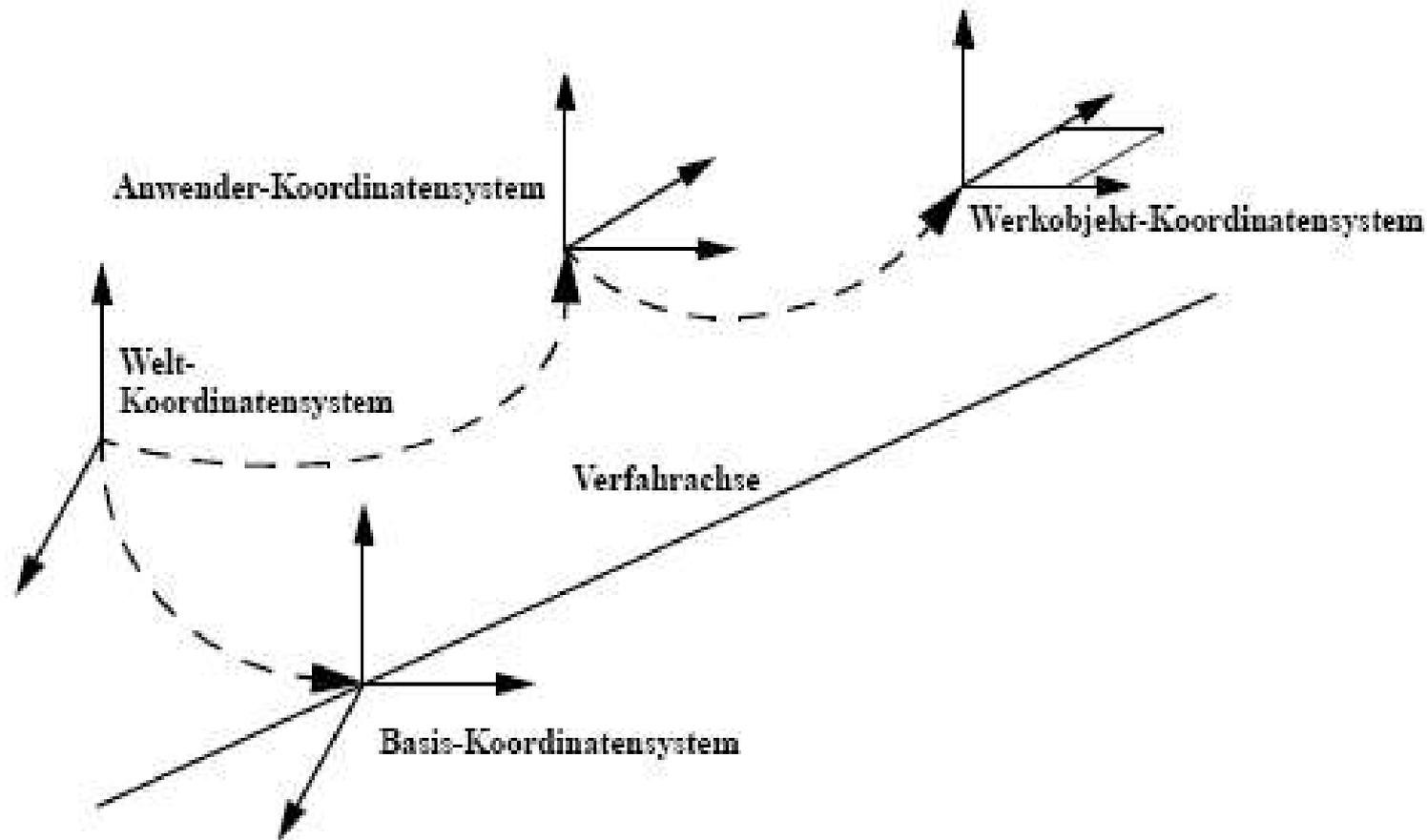


Bild 7 Koordinierte Interpolation mit einer Verfahrachse, auf der das Basis-Koordinatensystem des Manipulators bewegt wird.

Handgelenk-Koordinatensystem

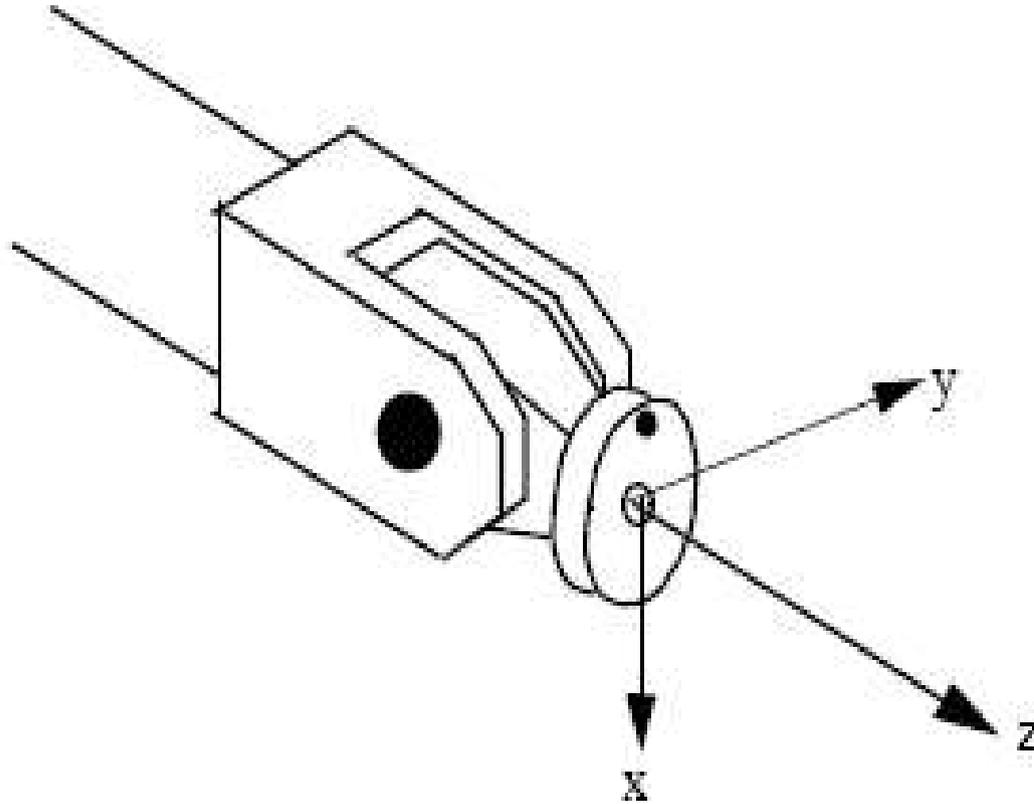


Bild 8 Das Handgelenk-Koordinatensystem.

Werkzeug-Koordinatensysteme (1)

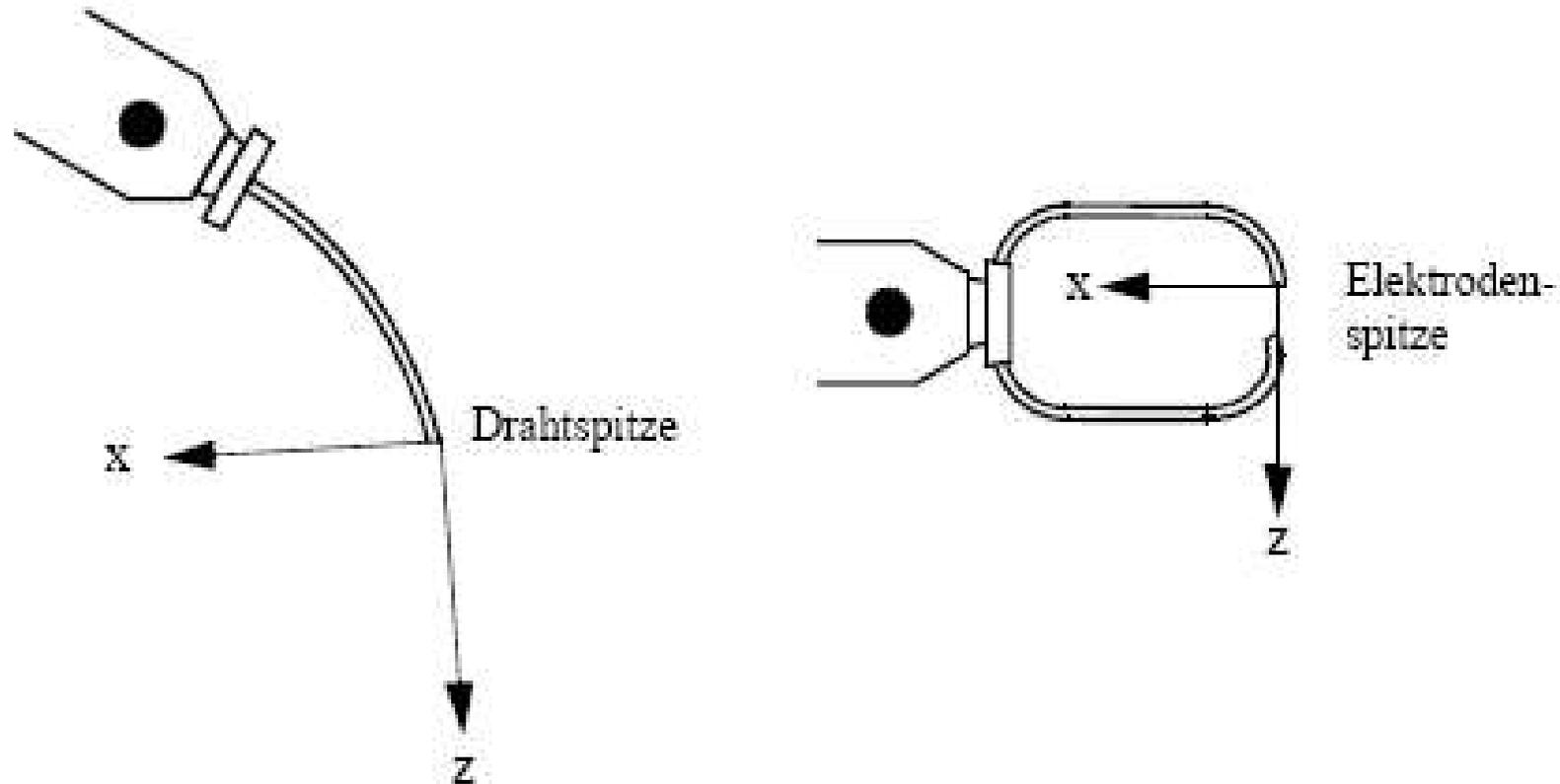


Bild 9 Das Werkzeug-Koordinatensystem, wie es gewöhnlicherweise für einen Lichtbogen-schweißbrenner (links) oder eine Punktschweißzange (rechts) definiert wird.

Werkzeug Koordinatensysteme (2)

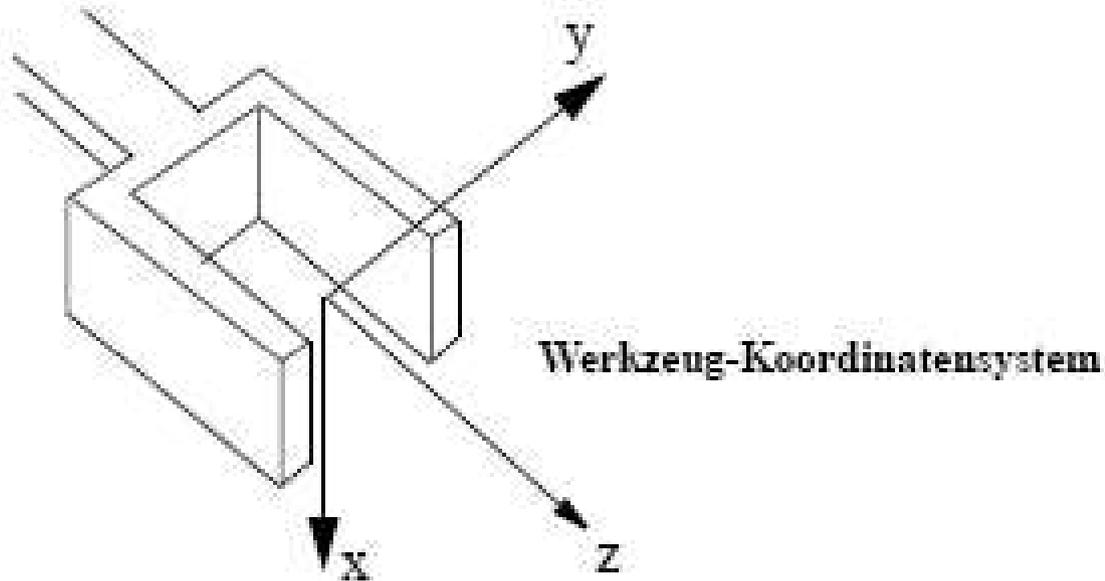


Bild 10 Das Werkzeug-Koordinatensystem wird mit Bezug auf das Handgelenks-Koordinatensystem definiert, in diesem Fall für einen Greifer.

Koordinatensysteme bei raumfestem TCP

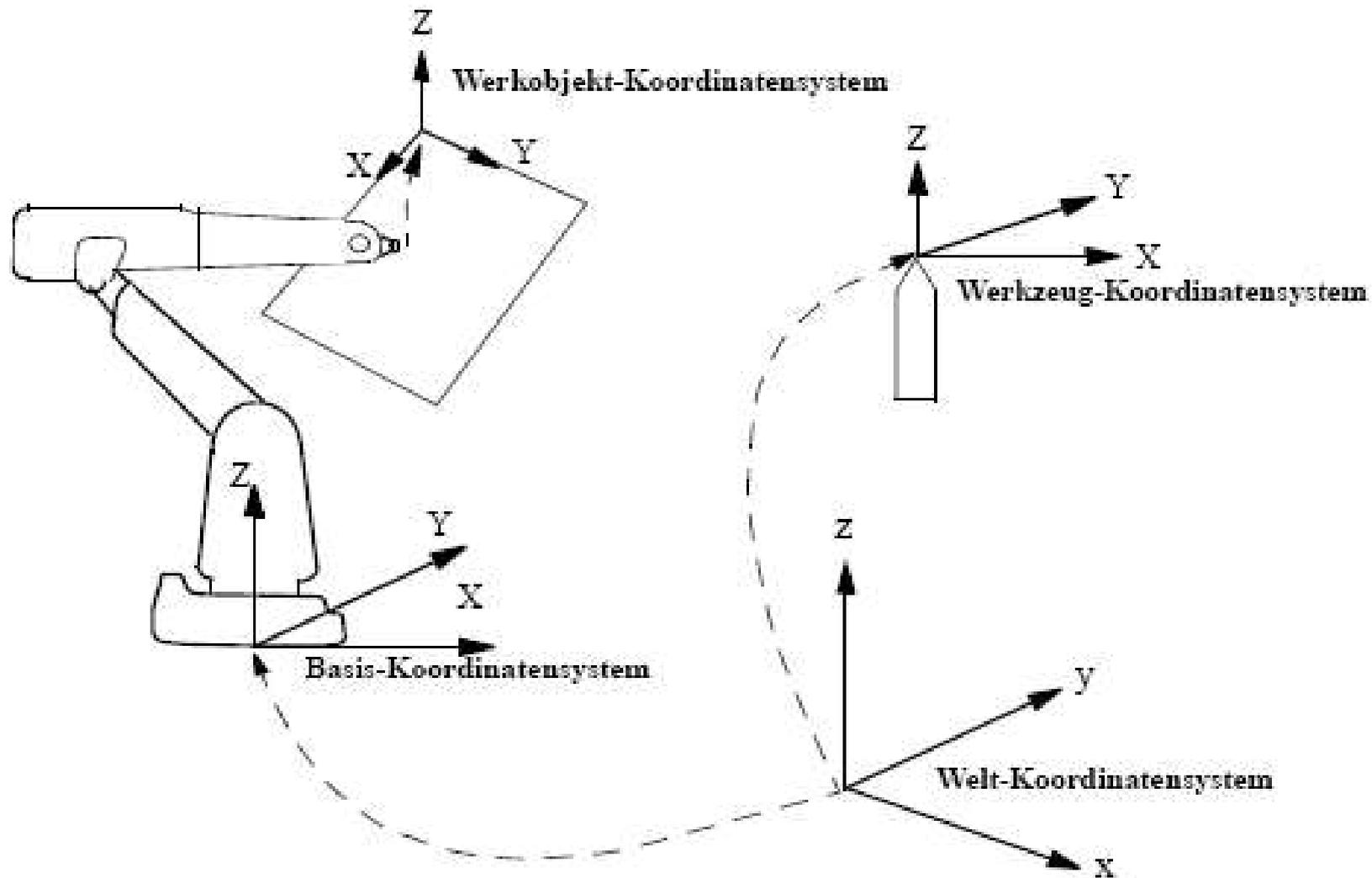


Bild 11 Bei Verwendung eines raumfesten TCP's beruht das Werkobjekt-Koordinatensystem üblicherweise auf dem Handgelenk-Koordinatensystem.

Zusammenhang aller Koordinatensysteme

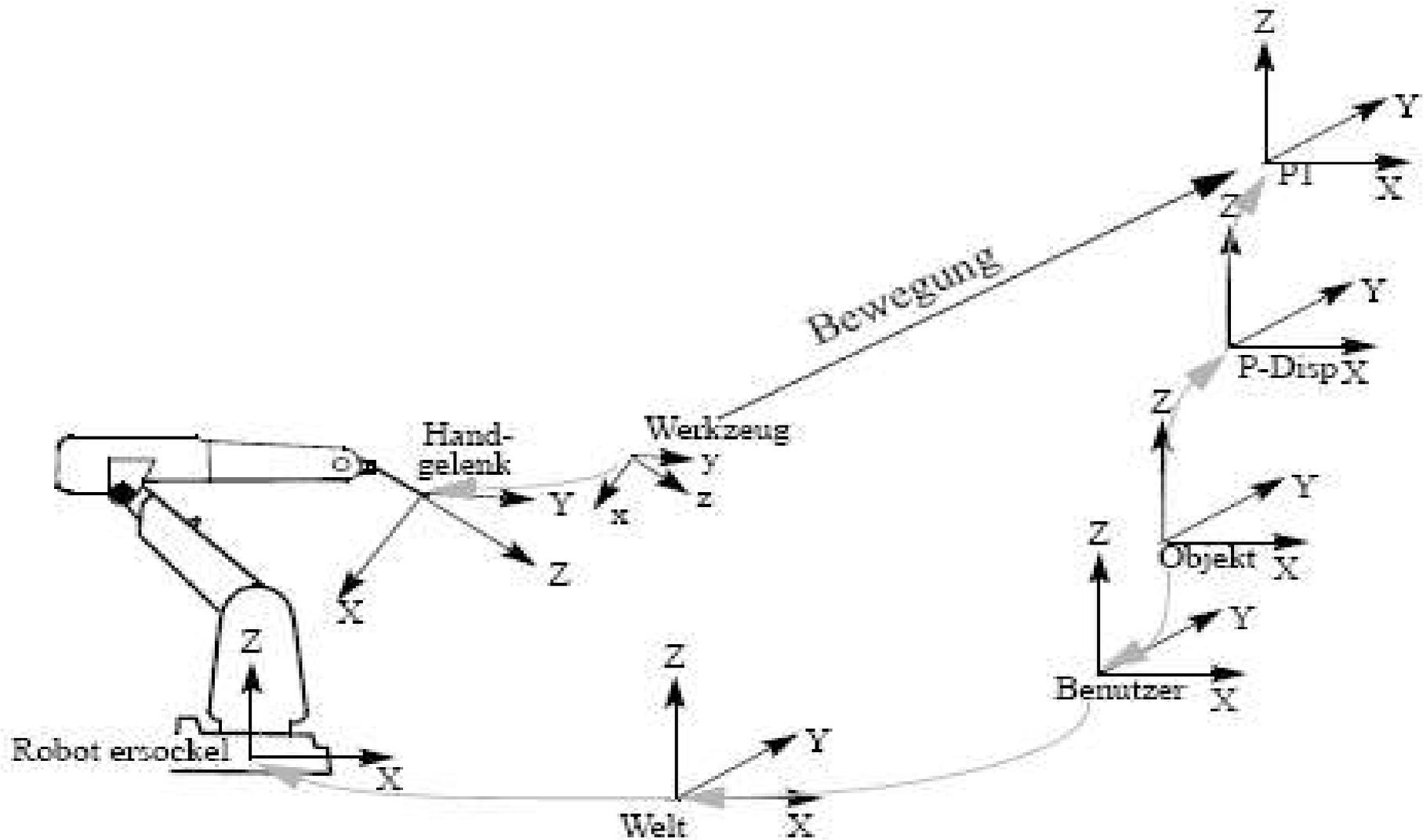


Abbildung: ABB Robotics GmbH

Festlegung des Werkzeug-TCP

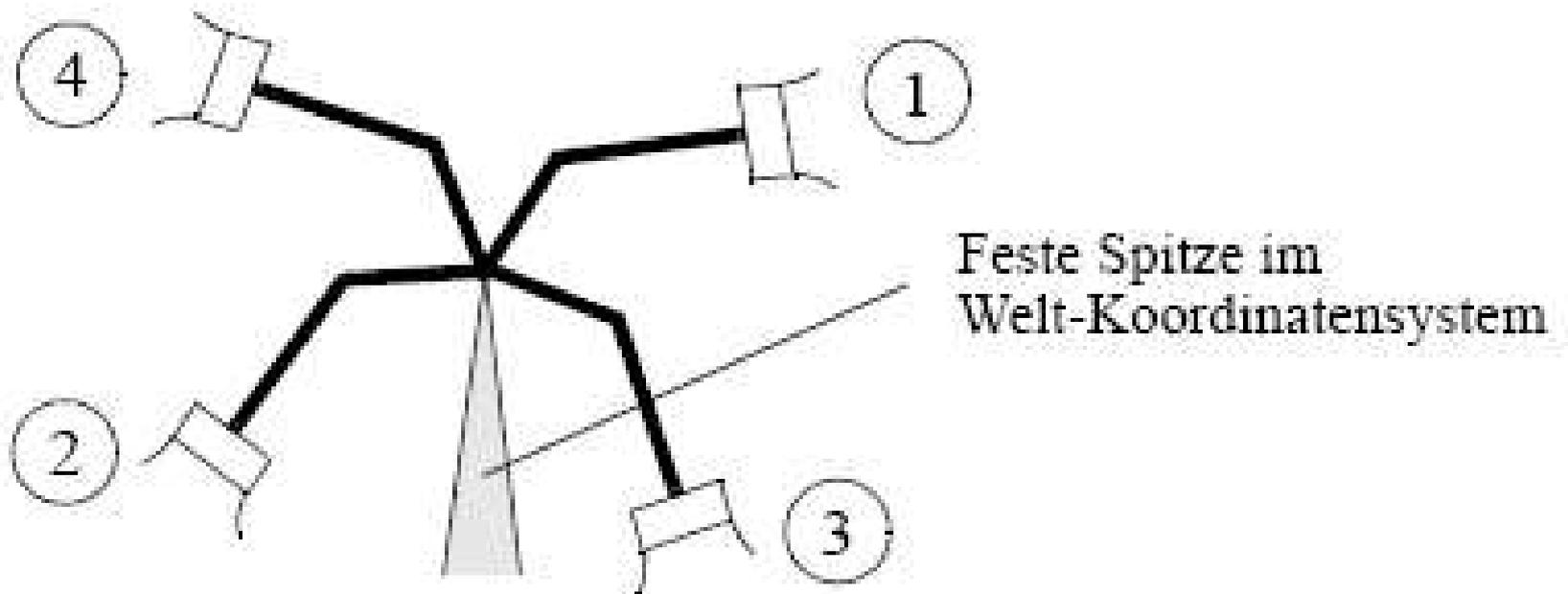


Bild 24 Meßpunkte für den TCP eines Werkzeugs.

Festlegung des Werkzeug-Koordinatensystems

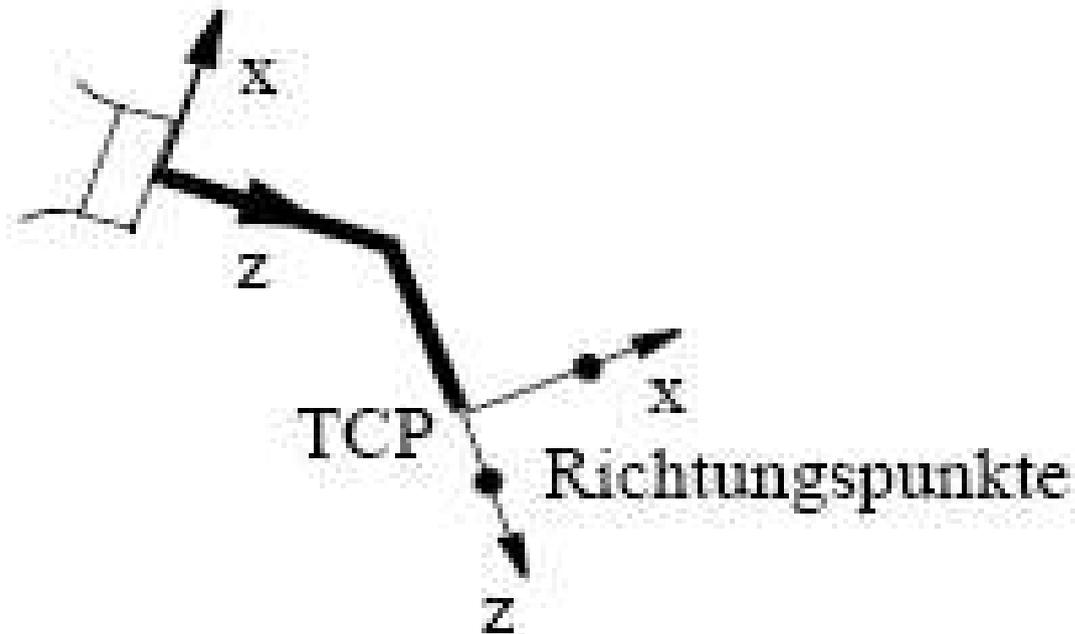


Bild 25 Richtungspunkte zur Festlegung der Werkzeugrichtung

Abbildung: ABB Robotics GmbH

Festlegung von Anwender- und Werkstück-Koordinatensystem

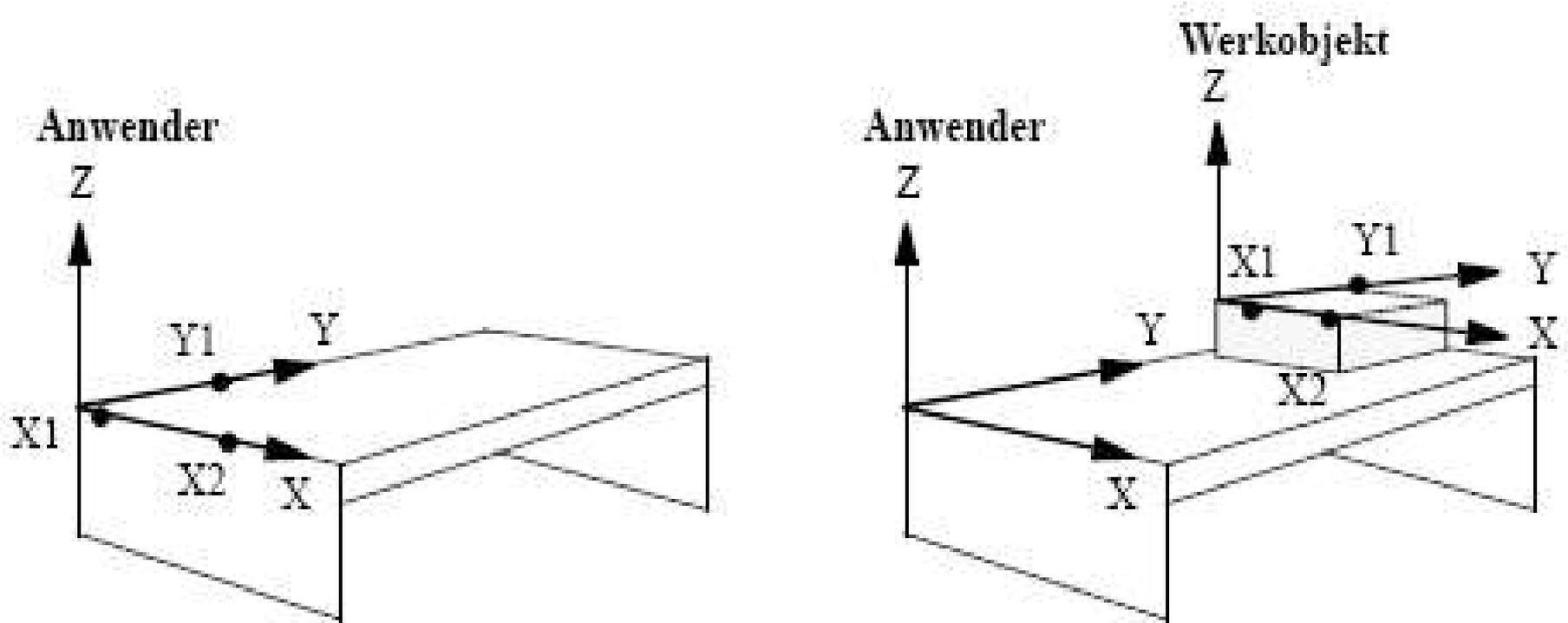


Bild 40 Vermessen von Punkten zur Definition eines Werkobjekts.

Roboterkonfiguration

Die Rückwärtstransformation ergibt häufig mehrere Lösungen.

Dies entspricht (zum Teil) der tatsächlichen Möglichkeit, eine vorgegebene Position mit vorgegebener Orientierung in *mehreren* Gelenkwinkelsätzen zu erreichen.

Mögliche Konfigurationen am IRB 140 (1)

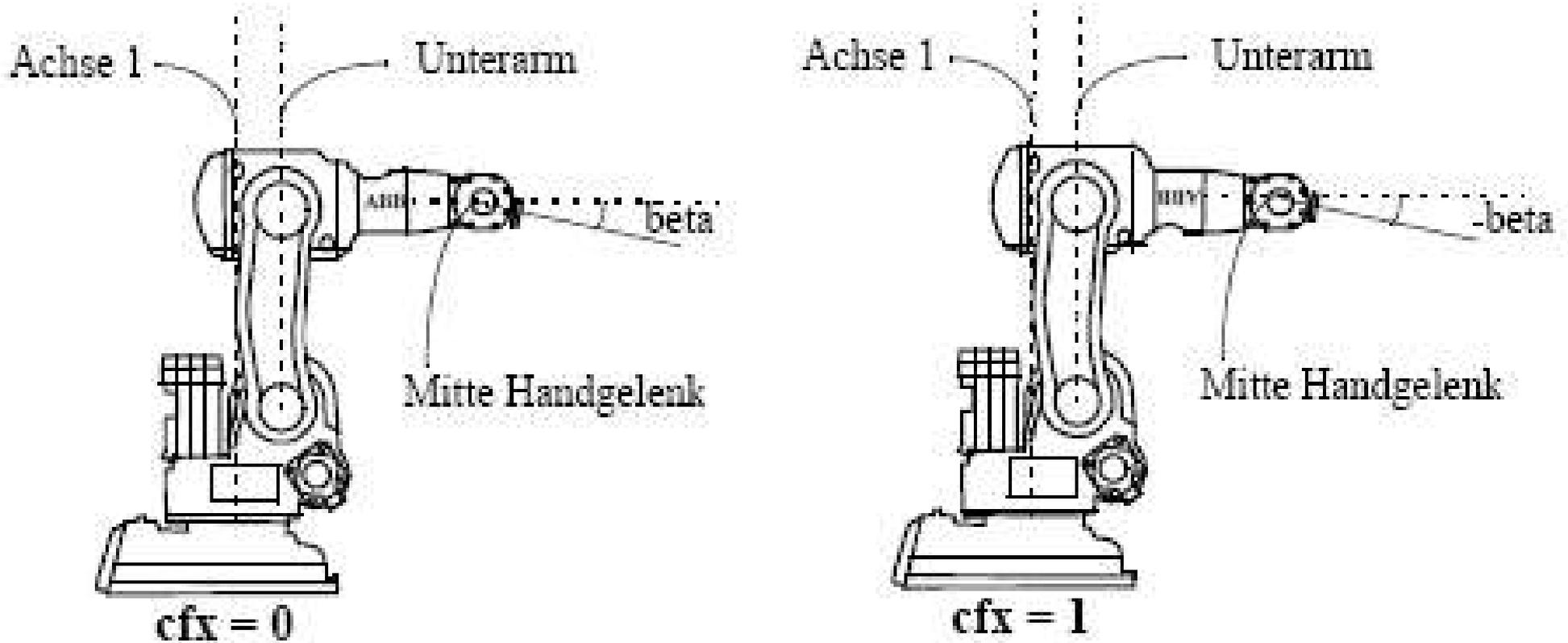


Bild 3 Beispiel der Achskonfiguration 0 und 1. Beachten Sie die unterschiedliche Position der 4. Achse und das Vorzeichen der 5. Achse

Abbildung: ABB Robotics GmbH

Mögliche Konfigurationen am IRB 140 (2)

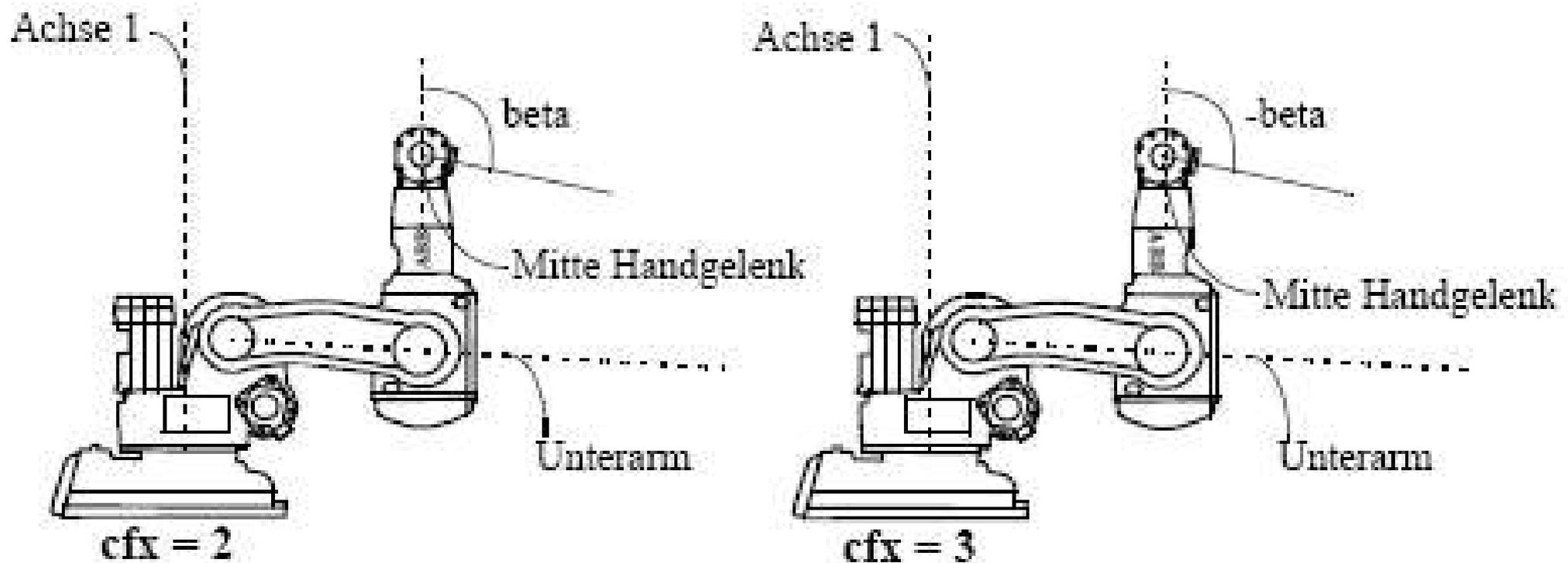


Bild 4 Beispiel der Achskonfiguration 2 and 3. Beachten Sie die unterschiedliche Position der 4. Achse und das Vorzeichen der 5. Achse

Mögliche Konfigurationen am IRB 140 (3)

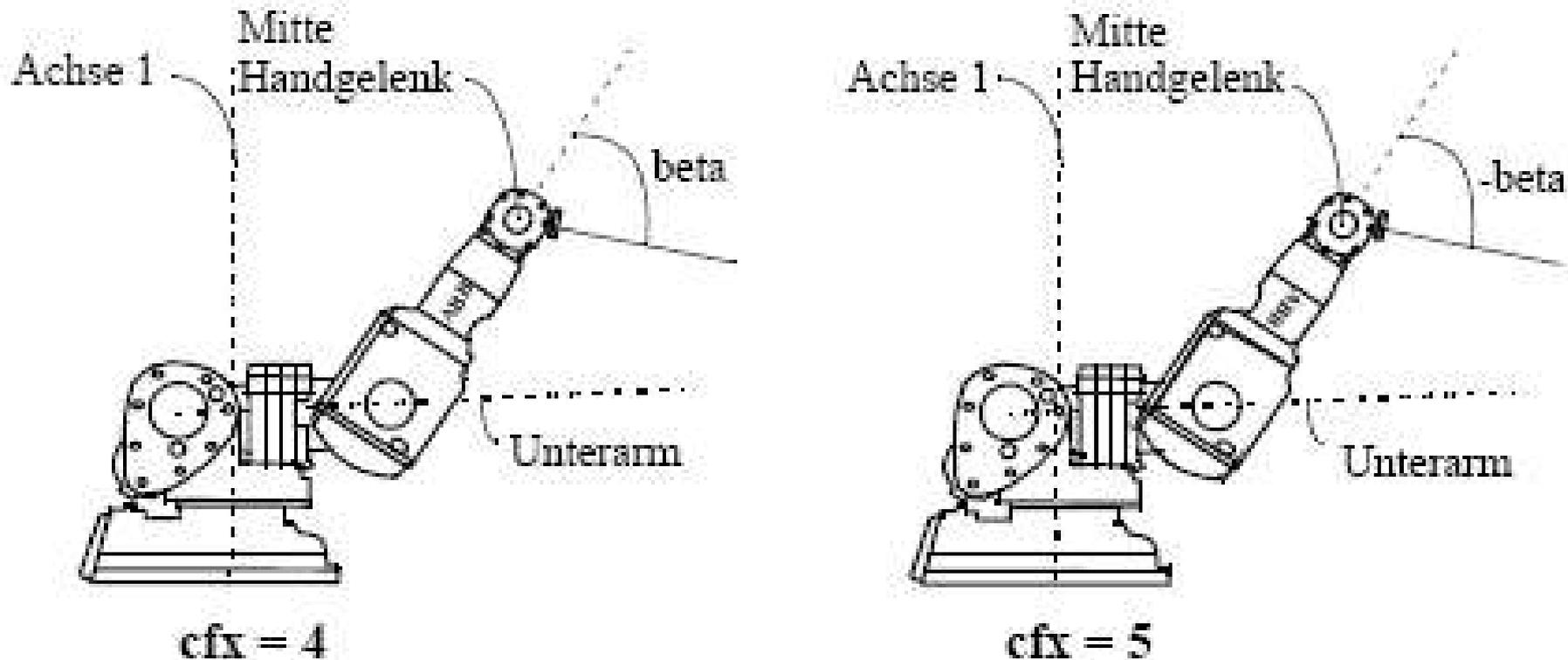


Bild 5 Beispiel der Achskonfiguration 4 and 5. Beachten Sie die unterschiedliche Position der 4. Achse und das Vorzeichen der 5. Achse

Mögliche Konfigurationen am IRB 140 (4)

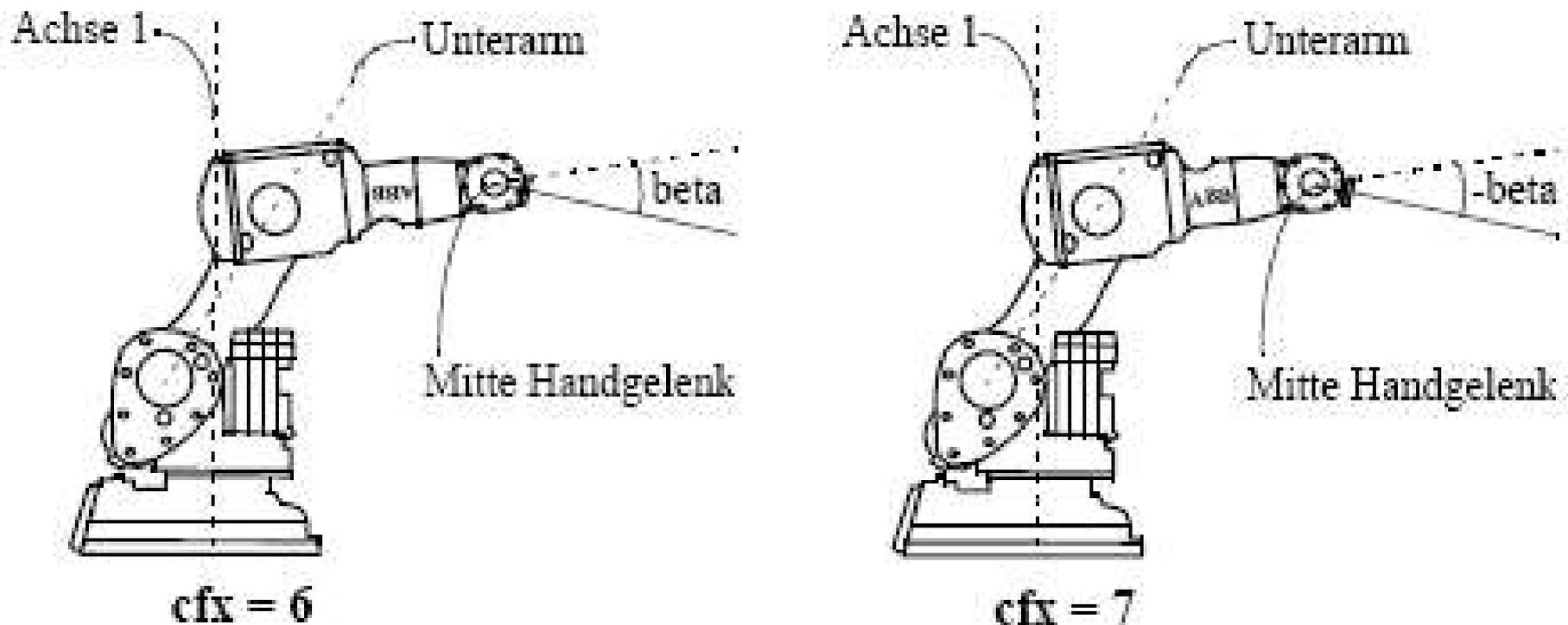


Bild 6 Beispiel der Achskonfiguration 6 and 7. Beachten Sie die unterschiedliche Position der 4. Achse und das Vorzeichen der 5. Achse

Konfigurationswechsel

Ein Wechsel zwischen zwei Konfigurationen kann:

- völlig harmlos sein
- eine dramatische Bewegung auslösen und eine Gefahr darstellen

Viele Steuerungen halten sicherheitshalber bei Konfigurationswechsel an. Dieser Sicherheitsstopp kann softwaremäßig ausgeschaltet werden.

Um die Konfiguration eines Roboters eindeutig festzulegen, kann für jedes Gelenk abgespeichert werden, in welchem Quadranten das Gelenk

S1

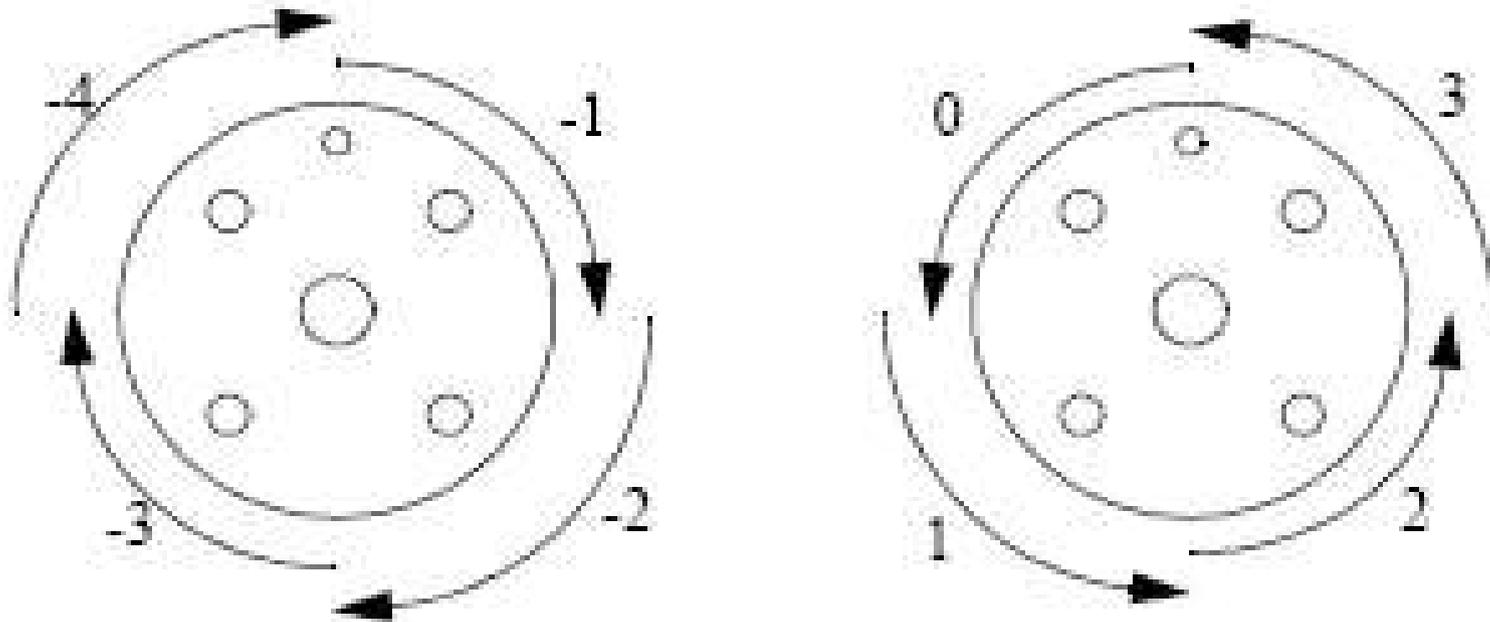


Bild 1: Konfigurationsquadranten für Achse 6.

Beschreibung einer Roboterstellung

Jede Roboterstellung wird beschrieben durch:

- Position des TCP
- Orientierung des TCP
- Konfiguration des Roboters
- [Wenn vorhanden: Die Position der externen Achsen]

Vorwärtstransformation

Die Bestimmung der Roboterstellung aus den Gelenkwinkeln heißt Vorwärtstransformation.

$$\begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \theta_N \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ \phi_x \\ \phi_y \\ \phi_z \end{pmatrix}$$

Rückwärtstransformation

Die Rückwärtstransformation bestimmt aus einer vorgegebenen Roboterstellung die Gelenkwinkel des Roboters

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ \phi_x \\ \phi_y \\ \phi_z \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \\ \theta_3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \theta_N \end{pmatrix}$$