

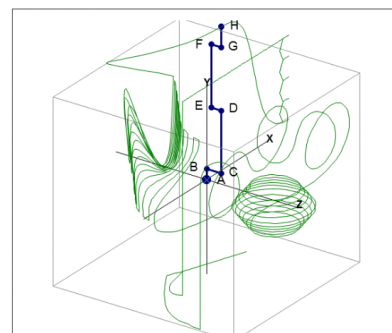
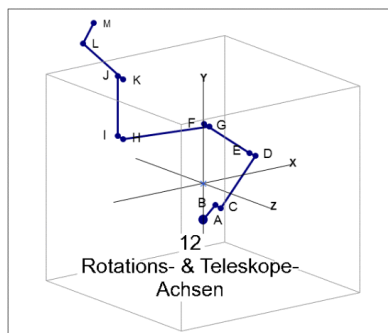
MATHEMATISCHER 3D GELENK-BAUKASTEN FÜR R & T - AXSEN

**Neu:
Bézier-Bahn
&
Freiform
Generator**

- Rotations- und Teleskopachsen für Knickarm-Robotersysteme beliebigger Bauart & Geometrie - ggf. auf Portal verfahrbar - mathematisch zusammenzustellen, um deren *Bewegungsbahn 3D zu simulieren*.
 - Eine gegebene Hardware hierzu produktspezifisch zu parametrieren
 - oder durch Auswahl geeigneter Hardware Komponenten ein optimales Gesamtsystem zu konfigurieren.
- Gelenk-Winkel und XYZ-Koordinaten wahlweise *direkt* oder *invers* zu berechnen und das Roboter-System im 3D-Raum zu visualisieren.
- Voll kompatibel zur 8-Achsen Bahnsteuerung RoBo-mac's berechnet der Gelenk-Baukasten 12 Achsen mit jeweils 2 Freiheitsgraden (Teleskop-Dreh-Achse). Der Algorithmus ermöglicht beliebig viele kaskadierbare Achsen und ist somit erweiterbar.
- Das Ergebnis steht numerisch (16-stellig / Fließkomma 15 Ziffern) zur Verfügung und wird ergänzend als *3-D Grafik* visualisiert.

Die individuelle Mechanik des Robotersystems und seine kinematischen Möglichkeiten werden als Parameter in Grundstellung (Home) erfaßt. Zusätzlich ist die Ausrichtung dieser Grundstellung im 3D-Raum parametrierbar (Nullpunkt-Offset, Decken und Wandbefestigung). Die Simulation beherrscht Fußpunkt-Achsen, mit wahlweise zentrischem Abtrieb oder Rotation auf einer Kreisbahn um die Haupt-Drehachse.

Unabhängig von der räumlichen XYZ-Erfassung und Berechnung der Gelenk-Winkel ermöglicht es eine zusätzliche perspektivische Betrachtung (aus beliebiger Position), "Tiefe" in der Ebene möglichst plausibel darzustellen – um so *"um den Roboter Herumgehen zu können"* oder Gelenk-Drehrichtung aus Schieberbewegungen im "Uhrzeigersinn" (CW) bzw. gegenläufig (CCW) zu visualisieren.



CNC & ROBO-MAC

INVERSE KINEMATIK & ROBOTIC

MATHEMATISCHER 3D GELENK-BAUKASTEN FÜR R & T -ACHSEN

Vorwärts Kinematik

Die kinematischen Grenzen werden durch Parametrierung der Achs-Längen, ihrer XYZ-Grundorientierung und der max. Achs-Drehwinkel definiert. An- und Abtrieb jedes Gelenkes kann unter beliebigem Winkel im Raum stehen. Die Werte werden über Schieber verändert und *Real-Time* visualisiert.

Inverse Kinematik

Um trotz Überbestimmung aus theoretisch unendlich vielen Winkel-Kombinationen geeignete Vektorlagen der Roboterarme zu berechnen verfolgt RoBo-mac mehrere, frei wählbare Bewegungsstrategien & Silhouetten.

- *Semi-Automatic* präzisiert manuelle Winkel-Vorwahl aus *Direkter Kinematik* "in ähnlicher Silhouette" (TCP Abweichung Soll/Ist $< 10^{-5}$).
- *Konvex*: Das mittlere Arm-Element liegt oberhalb des Zielpunktes
- *Konkav* arbeitet vice versa zu Konvex
- *Zickzack*: Die Arm-Elemente bilden eine Zickzack Silhouette
- *Parallel*, bewegt den 'End-Effektor' parallel zu sich selbst
- *Teleskop*, bewegt den 'End-Effektor' wie einen "Teleskop-Auszug".

Der Algorithmus basiert auf trigonometrischen und iterativen Elementen. Er arbeitet unabhängig von der Vorwärts Kinematik und nutzt diese für die Ergebnis-Visualisierung sowie die Positionskontrolle.

Die absoluten Positionierfehler Soll/Ist des *Tool Center Points* (TCP) liegen unter 1/10.000 mm, meist in einer Größenordnung von 10^{-5} bis 10^{-6} mm.

Bahnsteuerung & TCP-Bahnkurven:

Soll-Zielpunkte des Tool Center Points werden

- aus einem CAD-System in tabellarischer Form importiert oder
- mit dem Bahngenerator (Offline Teach-In) interaktiv erzeugt.

Der Bahngenerator

- erzeugt hoch-lineare Bewegung des TCP
- generiert "weiche" individuelle 3D-Bézier-Bahnen
- visualisiert "Real-time" die Bewegung im 3D-Raum
- erlaubt hierbei beliebig "Try & Error" und
- erzeugt die XYZ-Koordinatenliste des TCP

sowie das Knickarm-Bewegungsprotokoll.

Bewegungsspur und Knickarm-Silhouette werden Real-Time 3D visualisiert;
- im Schnellen Durchlauf erscheinen sie als "VIDEO".

Systemkompatibilität

Der 3D Gelenk-Baukasten läuft unter EXCEL® ab Vers. '97/2003.

Test-Paket & Dokumentation

- Kostenloses Demo Testpaket <http://www.cnc-mac.de/html/download.html>
- Video <https://www.youtube.com/watch?v=MJbAxZ3Iuio>