

Digitaler Zwilling eines Tripod-Roboters in der Verpackungstechnik

-MATLAB EXPO 2018-

Benedikt Böttcher



Agenda

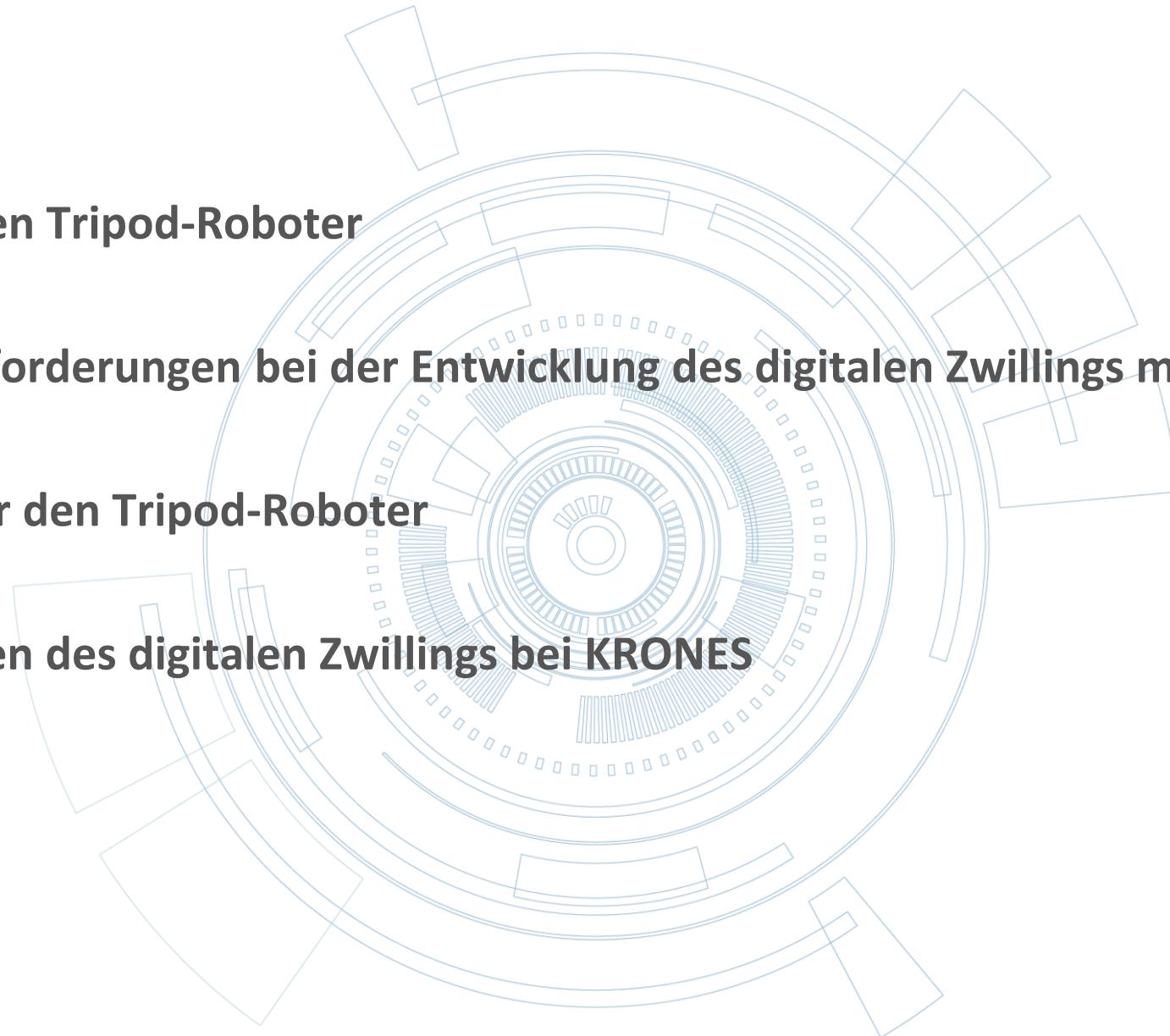
KRONES

Übersicht über den Tripod-Roboter

Ziele und Herausforderungen bei der Entwicklung des digitalen Zwillings mit MATLAB/Simulink

Modellbildung für den Tripod-Roboter

Einsatz und Nutzen des digitalen Zwillings bei KRONES

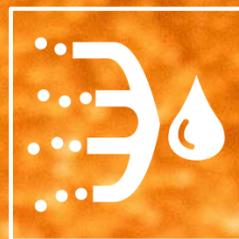


KRONES: Wer wir sind

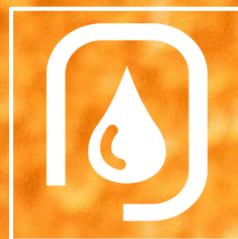
Ein Technologiekonzern und
Service-Dienstleister im Herzen der
Getränke- und Liquid-Food-Industrie



Digitalisierung



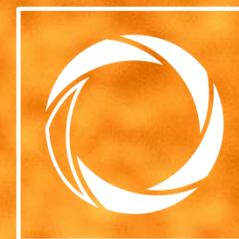
Prozess-
technik



Abfüll- und
Verpackungs-
technik



Intralogistik



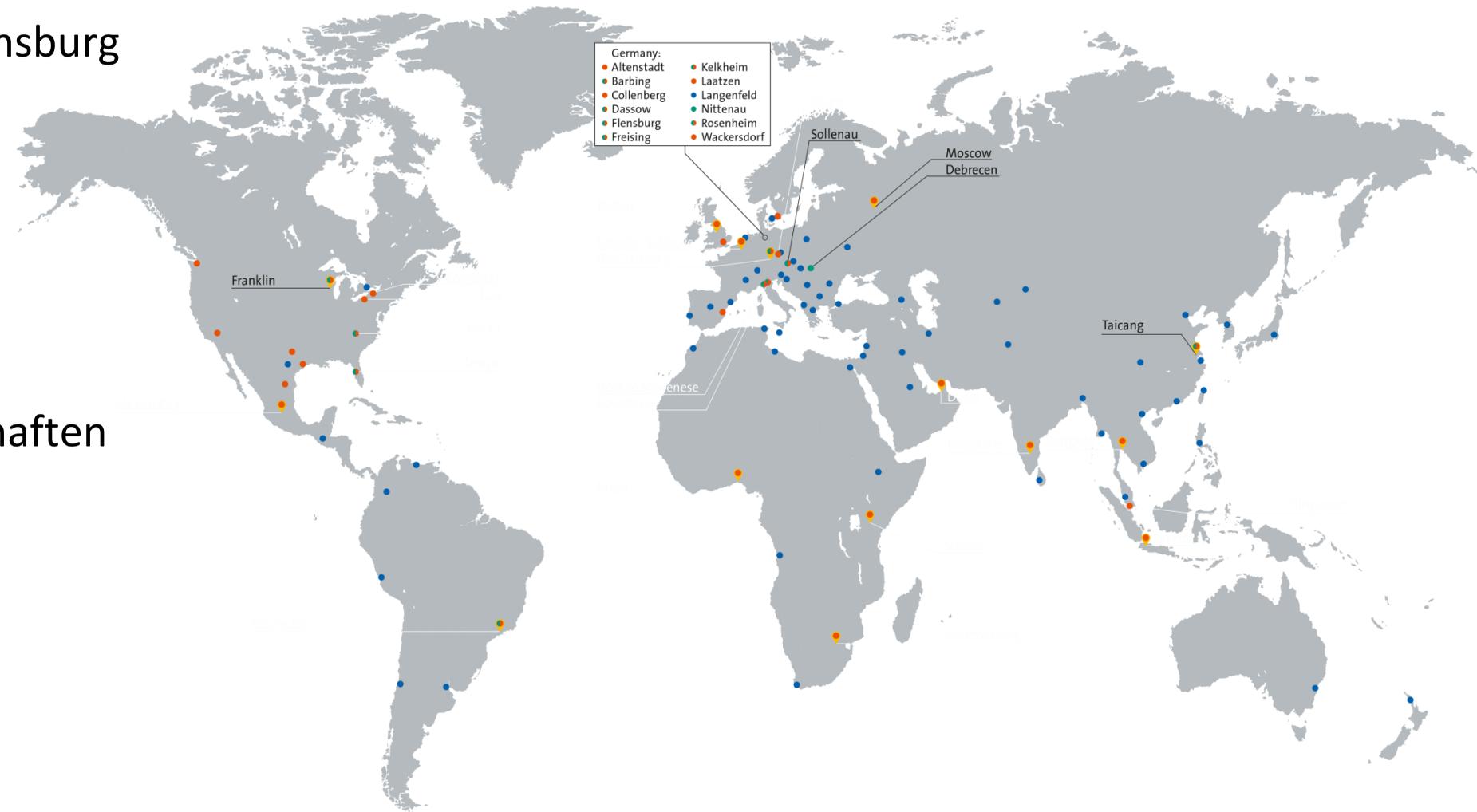
Lifecycle
Service



KRONES: Wo wir sind

– Hauptsitz in Neutraubling bei Regensburg
Unternehmensgründung: 1951

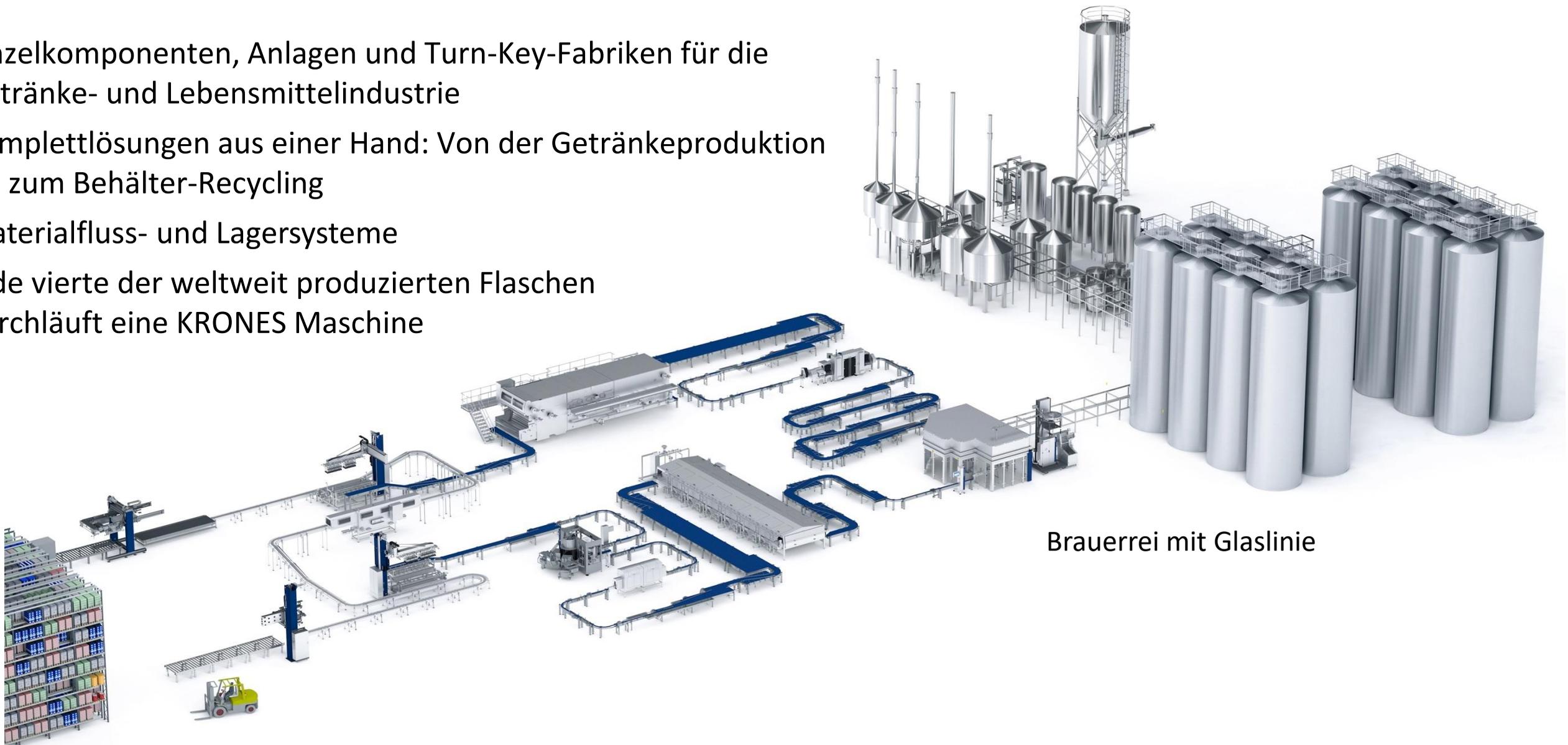
- 17 Produktionsstandorte
- 42 Engineeringstandorte
- 62 weitere Standorte und Gesellschaften
- 15 LCS Center
- 8 Tochterfirmen
- 16000 Mitarbeiter





KRONES: Was wir tun

- Einzelkomponenten, Anlagen und Turn-Key-Fabriken für die Getränke- und Lebensmittelindustrie
- Komplettlösungen aus einer Hand: Von der Getränkeproduktion bis zum Behälter-Recycling
- Materialfluss- und Lagersysteme
- Jede vierte der weltweit produzierten Flaschen durchläuft eine KRONES Maschine

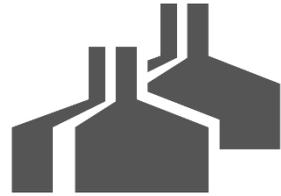


Brauerrei mit Glaslinie



KRONES: Woran wir arbeiten – ganz konkret

Einige KRONES Highlights auf der drinktec 2017



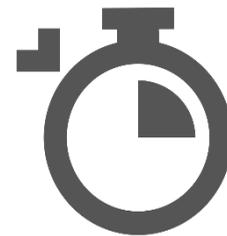
Brewnomic
Energieautarke Brauerei



Bottling on Demand
Konzeptstudie für die wirtschaftliche Produktion der Losgröße 1

Dynafill

Ultraschnelles Füllsystem für Bier
(0,5 Sekunden pro Flasche)

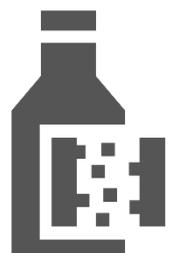


DecoType Select
Direktdruckmaschine zur individuellen Behälter-Ausstattung



Robobox T
Tripod-Roboter für das Gruppieren und Palettieren von Gebinden

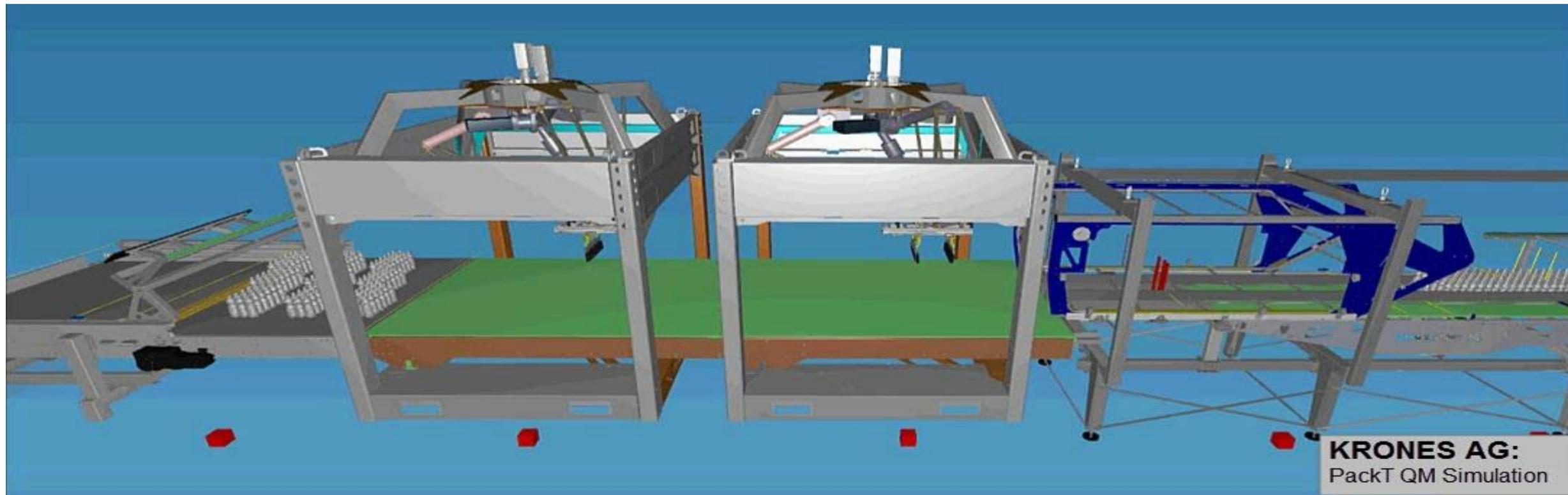
Share2Act
Collaboration Tool für Produktionsbetriebe





Übersicht über den Tripod-Roboter: Einsatz in der Robobox

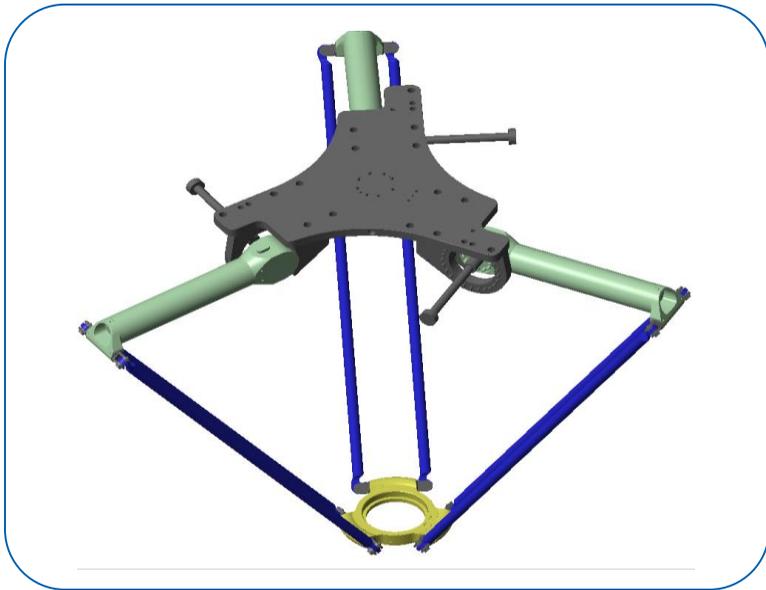
Palettieren und Gruppieren von Gebinden mithilfe von Tripoden





Übersicht über den Tripod-Roboter: Kinematik

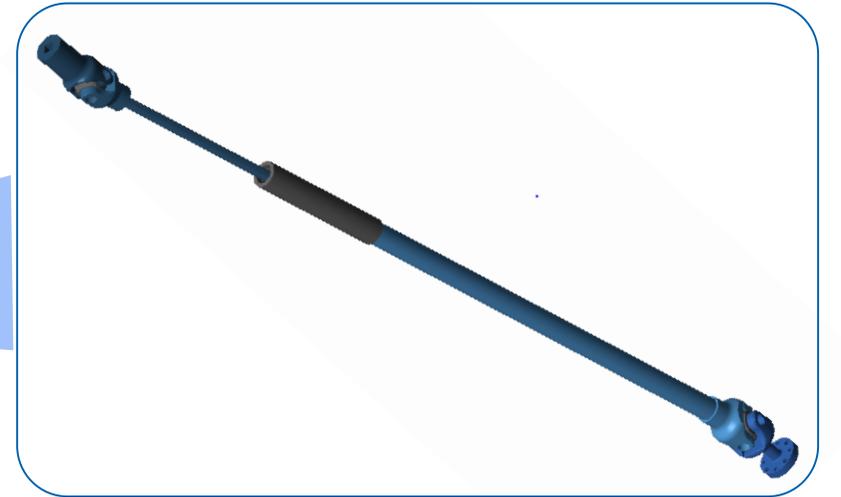
X-,Y-,Z-Achse: Mechanismus mit Parallelkurbeln



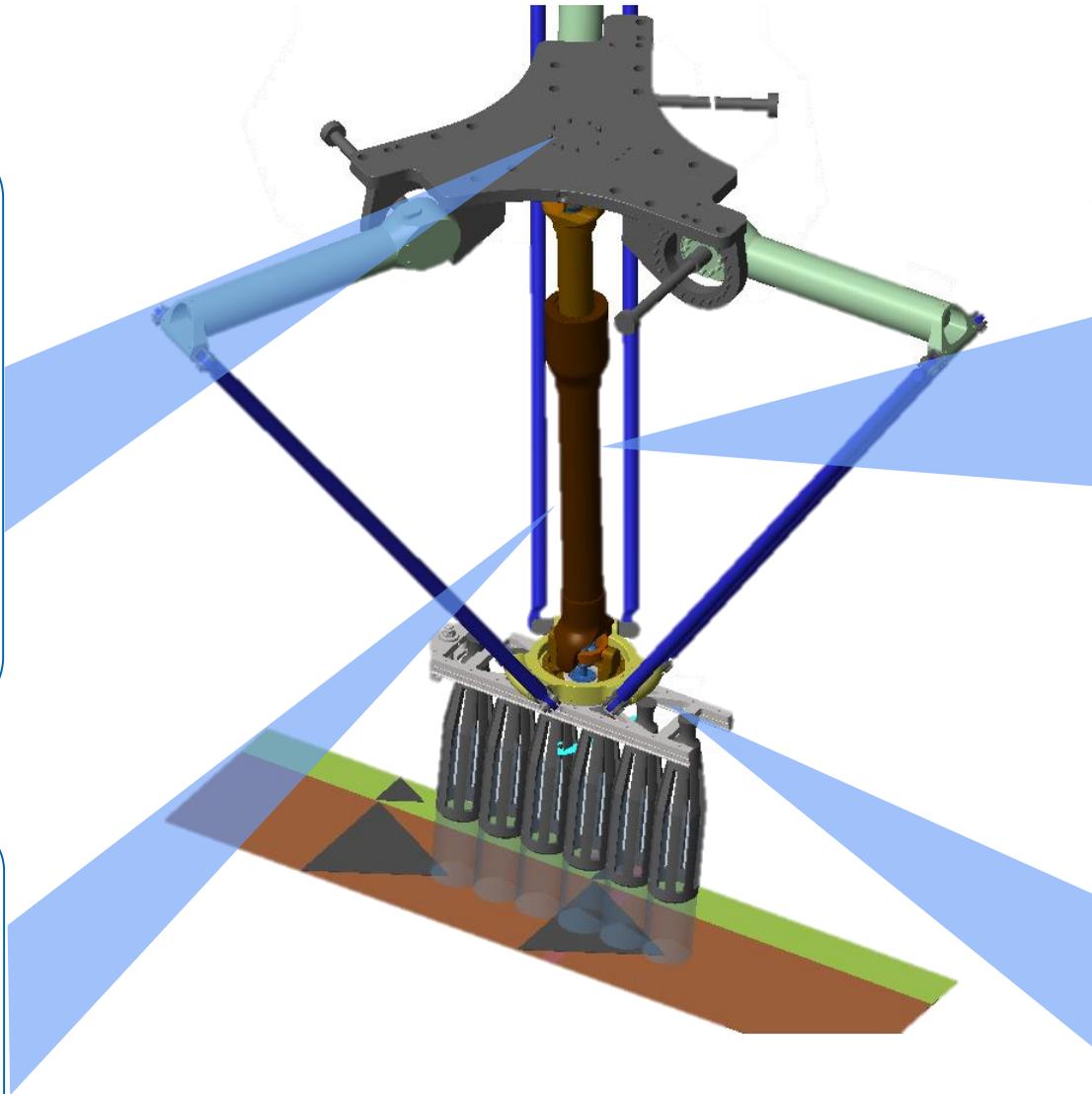
C-Achse: Kardanantrieb



P-Achse: Kardanantrieb



Greifer als Endeffektor





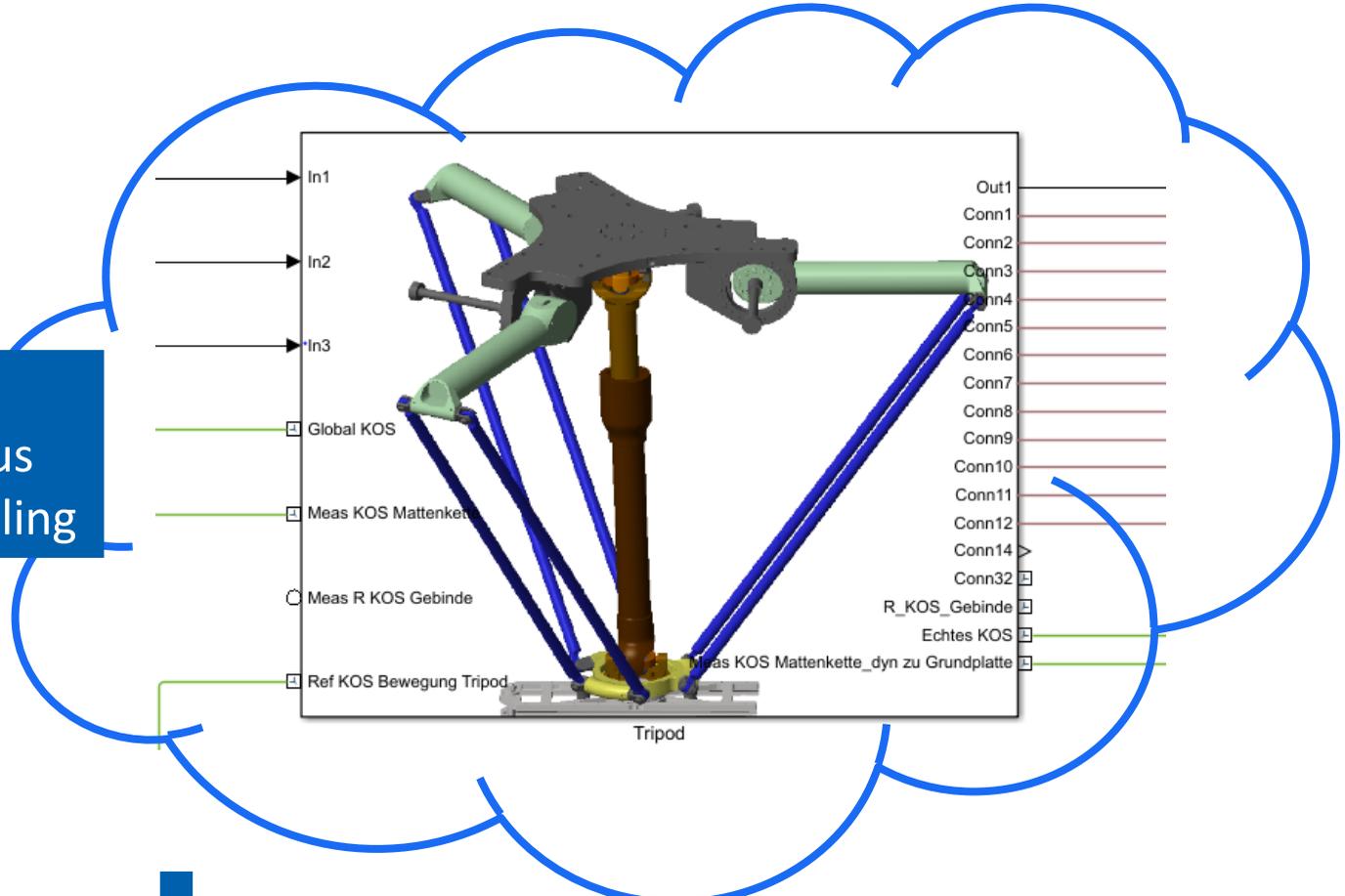
Ziele und Herausforderungen bei der Entwicklung des digitalen Zwillings mit MATLAB/Simulink

Realer Tripod mit teilweise zeitlich veränderlichen charakteristischen Parametern

Digitaler Zwilling: Virtuelles Abbild des realen Tripods als Simulink-Modell



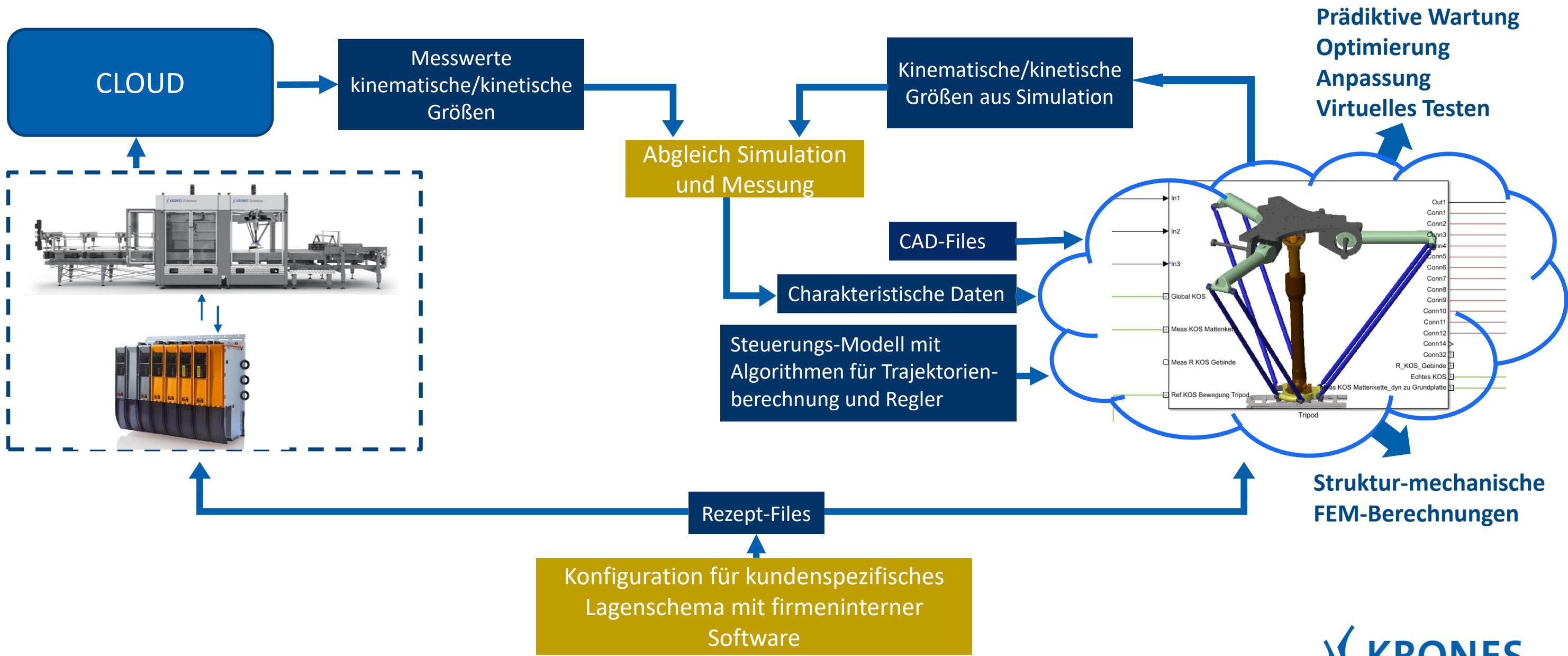
Simulation im gesamten Lebenszyklus durch den digitalen Zwilling



Kinetische und kinematische Größen, charakteristische Parameter



Ziele und Herausforderungen bei der Entwicklung des digitalen Zwillings mit MATLAB/Simulink



Ziele und Herausforderungen bei der Entwicklung des digitalen Zwillings mit MATLAB/Simulink

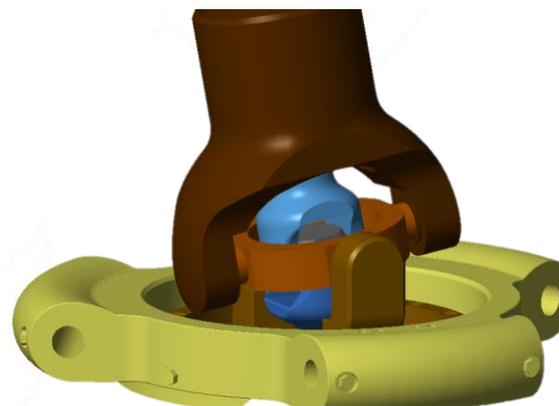


Dynamik des Systemmodells

$$u = M(q) * \ddot{q} + X(q, \dot{q})$$

Berücksichtigung der vollständigen Kinetik

Ermittlung kinematischer Größen:
Gelenkreaktionen,
Antriebsmomente



Ziele und Herausforderungen bei der Entwicklung des digitalen Zwillings mit MATLAB/Simulink

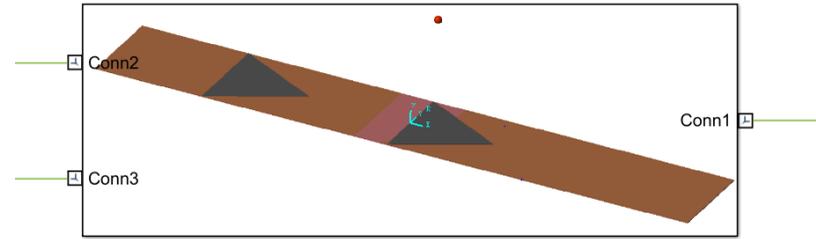
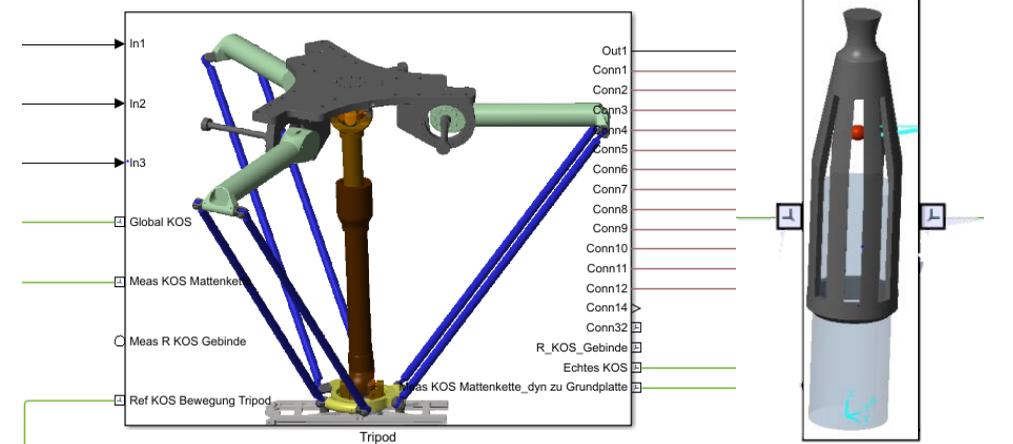
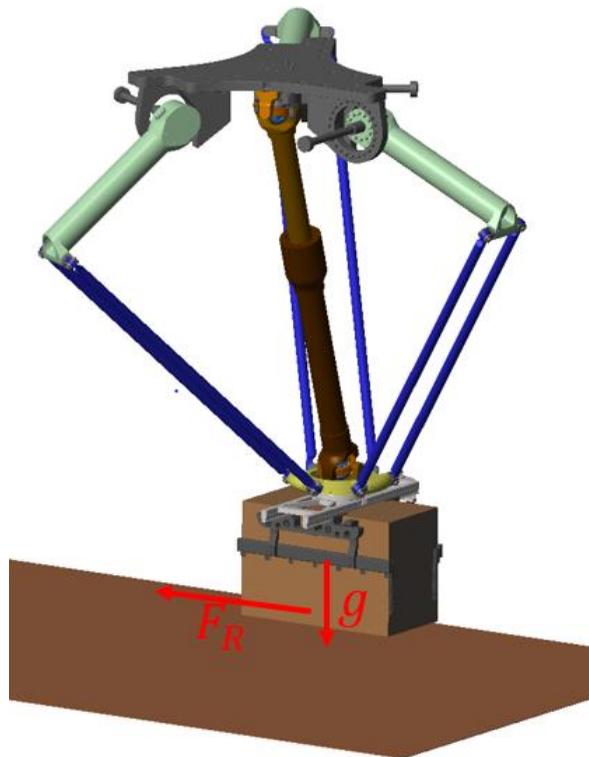


Berücksichtigung von Zentrifugal-, Gravitations- und Reibeffekten

Statische Überbestimmtheit der Lagerung des Werkzeugträgers

Modularer Aufbau des Modells

Skalierbarkeit einzelner Bauteile





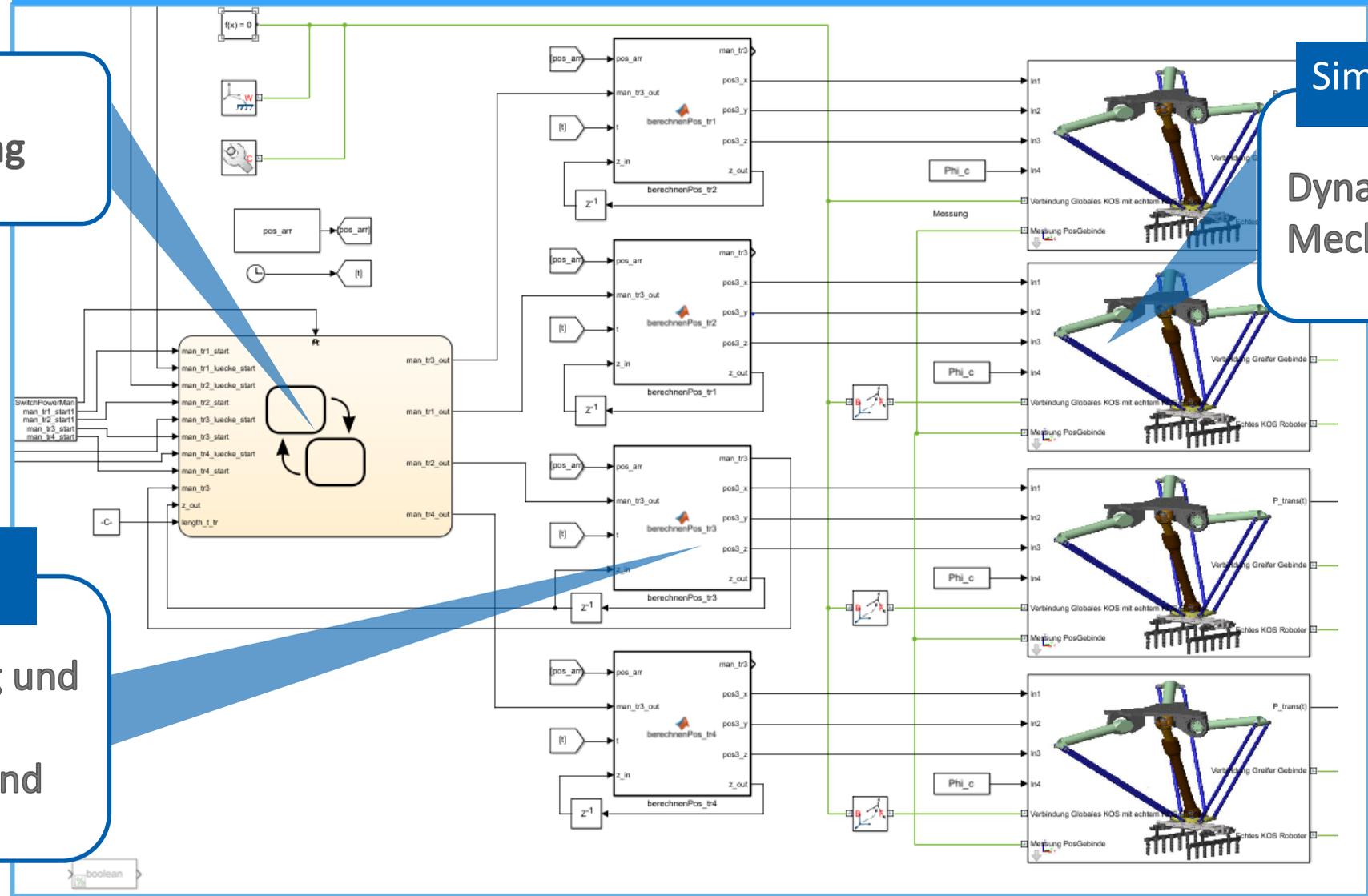
Modellbildung für den Tripod-Roboter: Überblick

Digitaler Zwilling für den Tripod: Modelle für das mechanische System und für die Steuerung

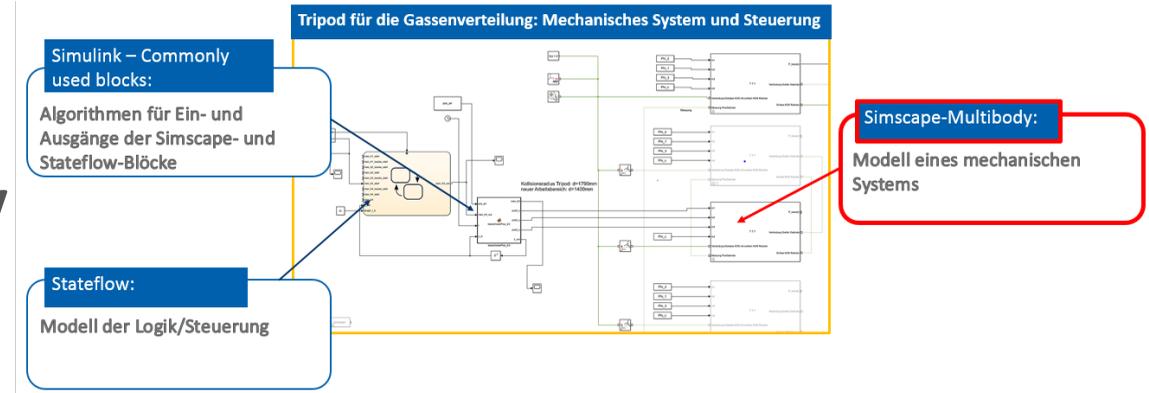
Stateflow:
Modell der Logik/Steuerung

Simulink:
Algorithmen für Erstellung und Verarbeitung der Ein- und Ausgänge der Simscape- und Stateflow-Blöcke

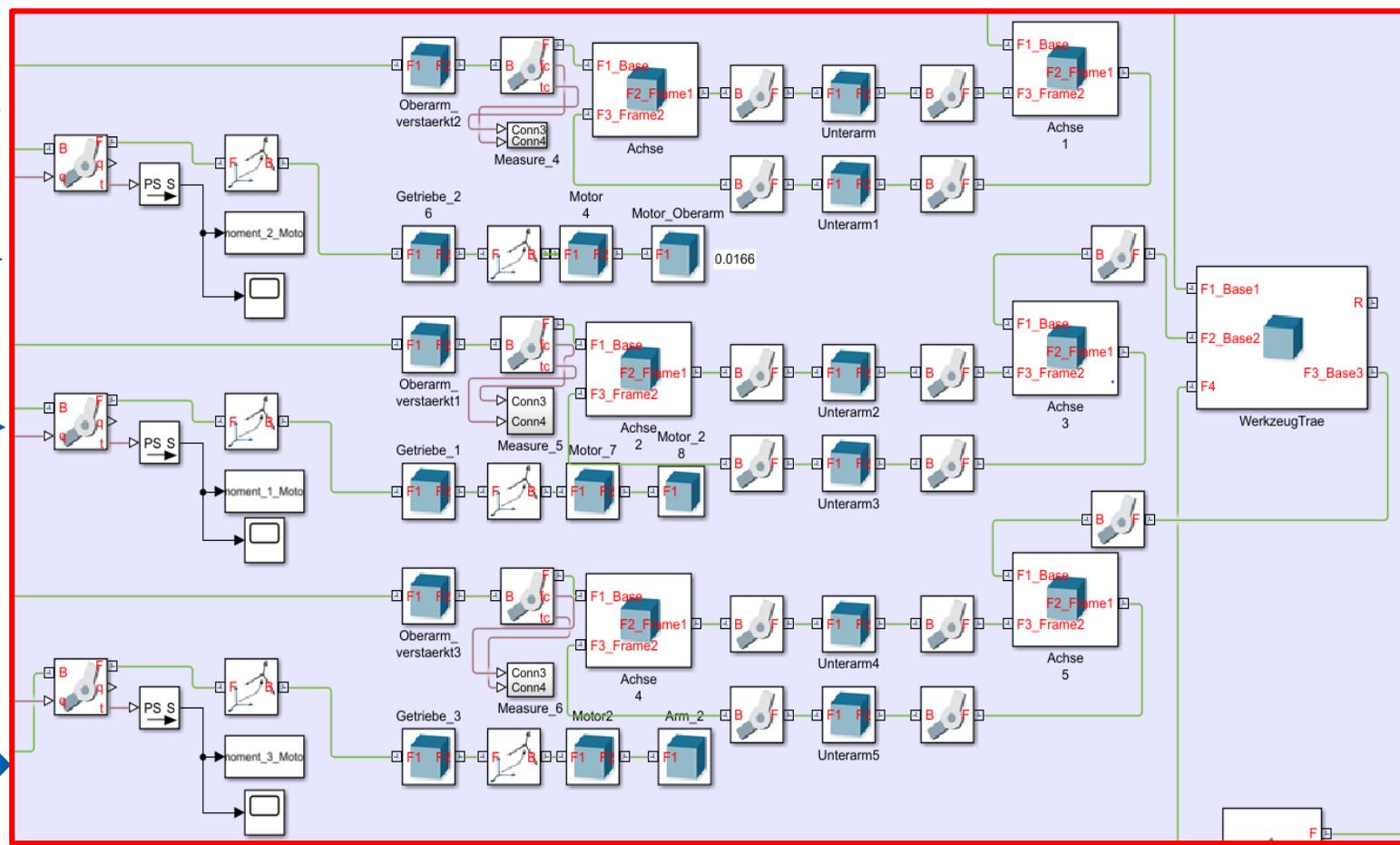
Simscape-Multibody:
Dynamisches Modell für die Mechanik eines Tripod-Roboters



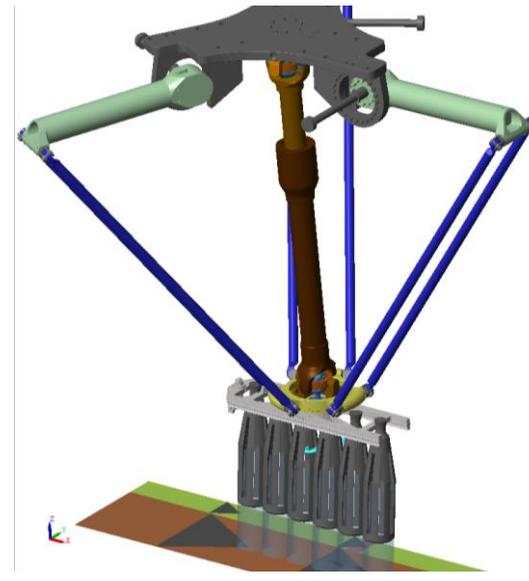
Modellbildung für den Tripod-Roboter: Simscape-Multibody



- Geometrie Einzelteile als CAD-Files
- Mechanismen-Informationen (Gelenke)
- Parameter des Modells (zeitlich veränderlich)
- Zeitliche Verläufe translatorischer/rotatorischer Bewegungen, Kräfte, Drehmomente als Aktuatoren



Animation

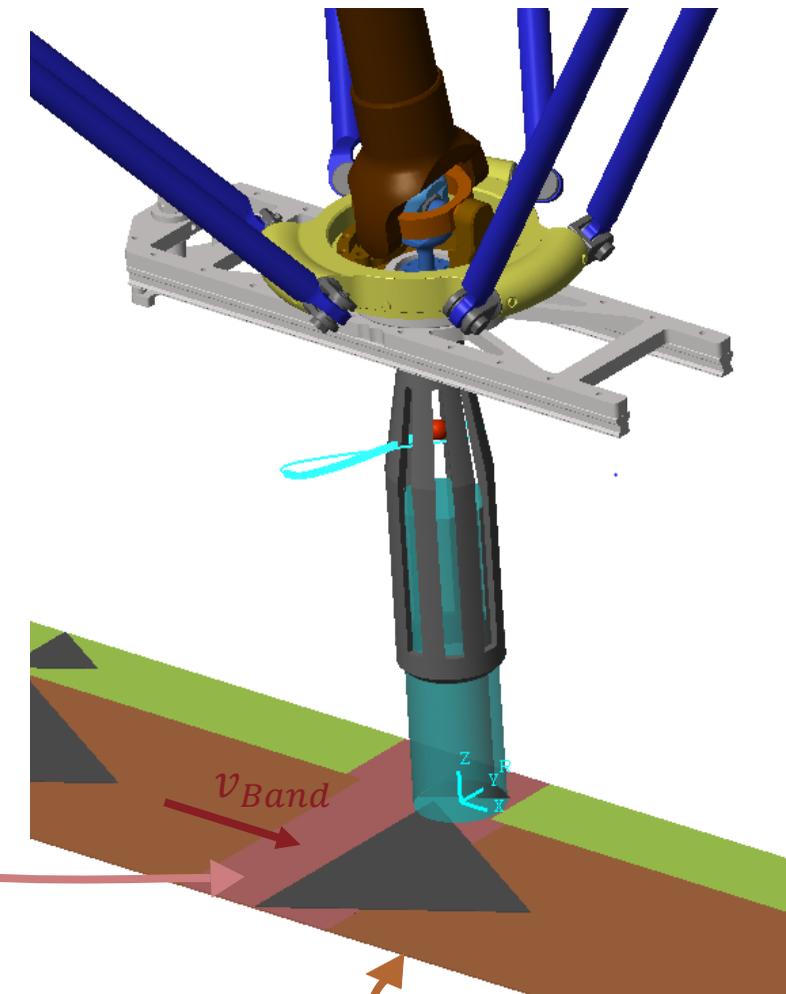
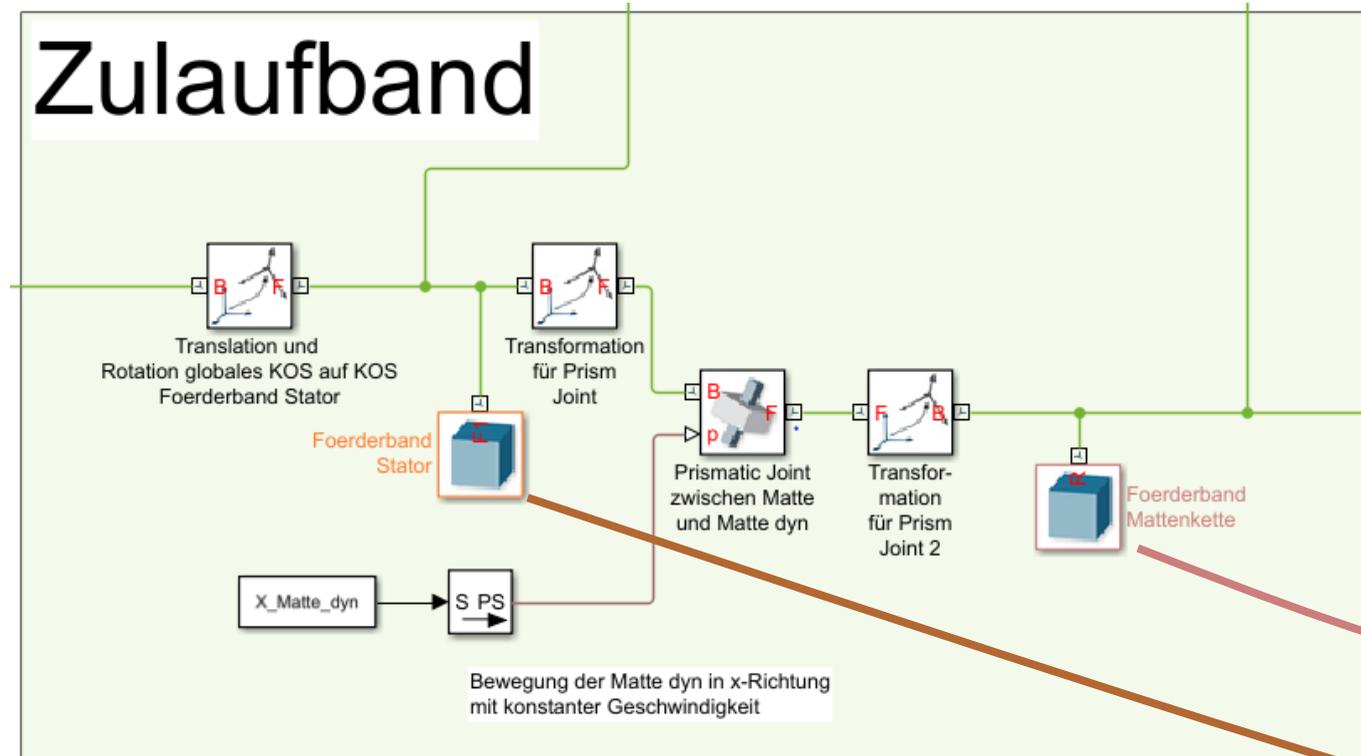
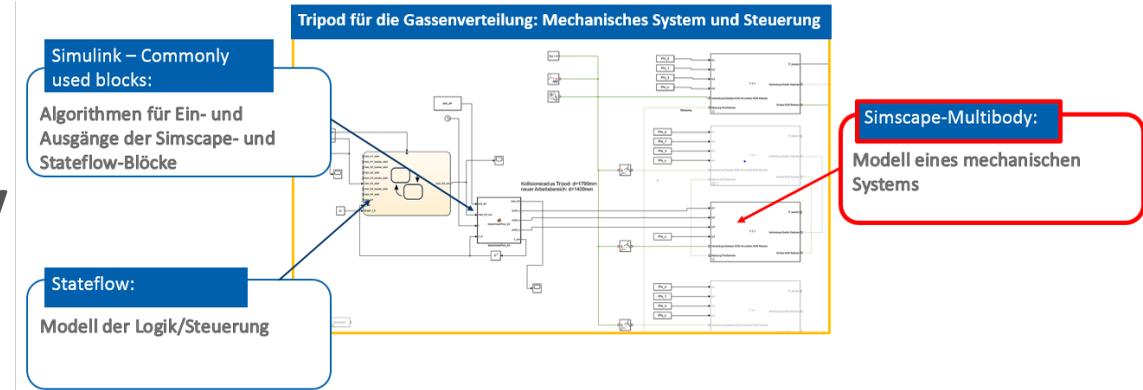


Zeitliche Verläufe translatorischer/rotatorischer Bewegungen, erforderlicher Kräfte, Drehmomente der Aktuatoren, Gelenkreaktionen an allen Gelenken

Modellbildung für den Tripod-Roboter: Simscape-Multibody

Simulation Reibung zwischen Produkt und Förderband

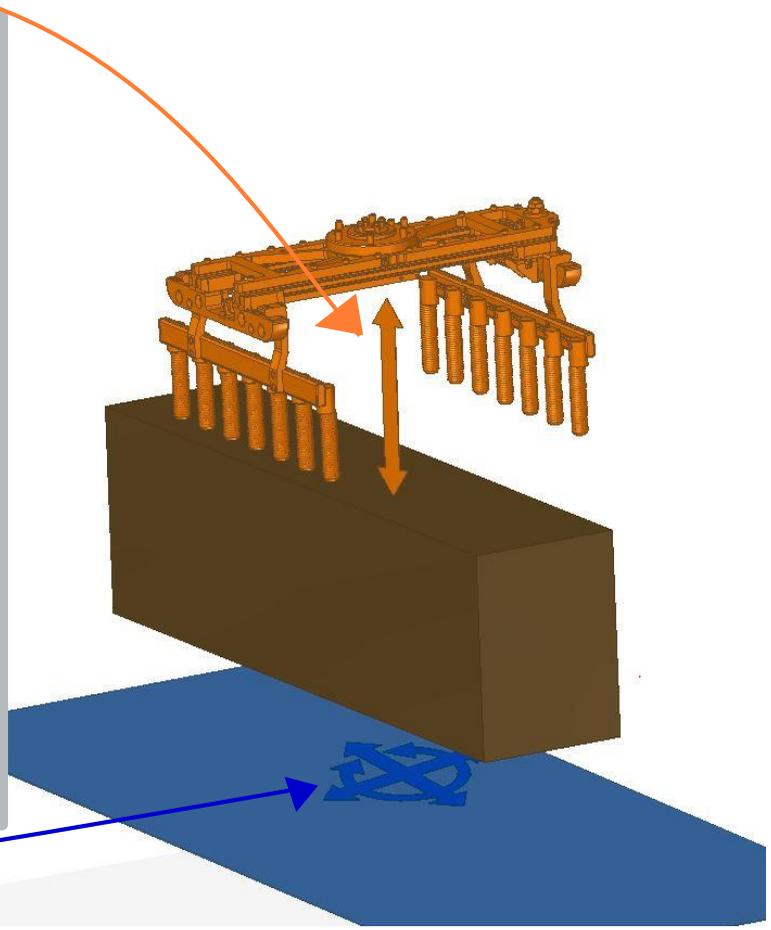
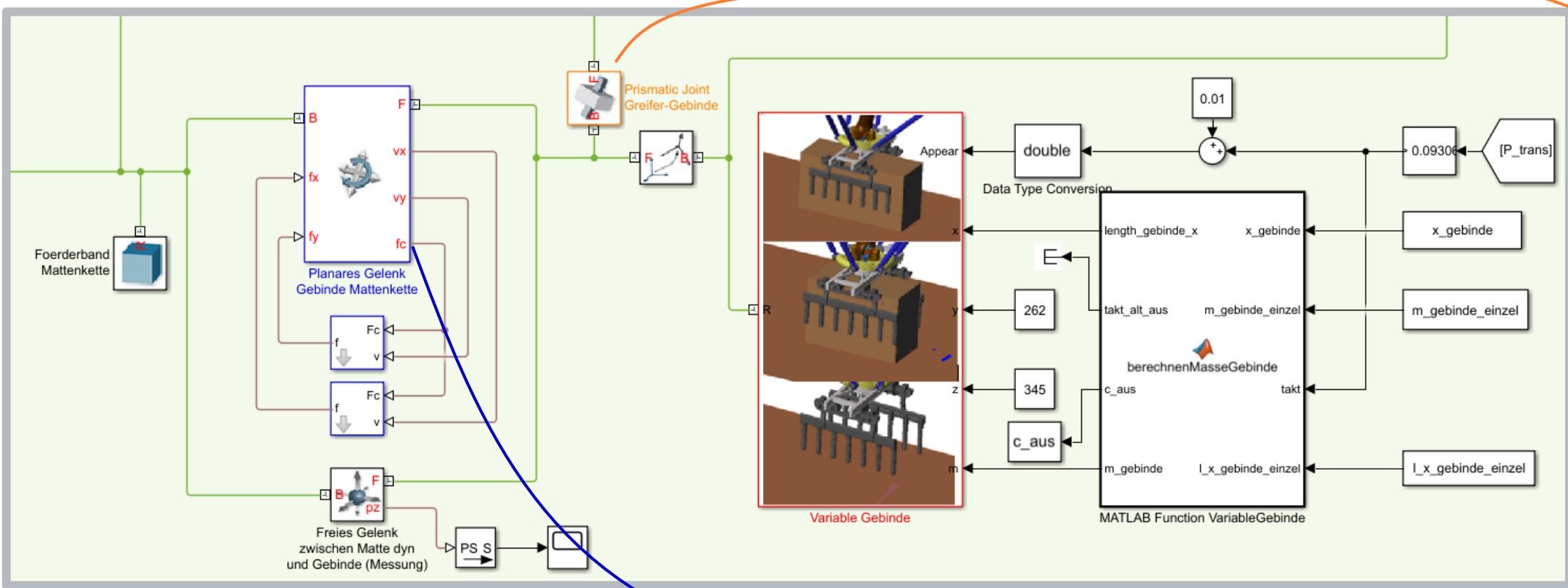
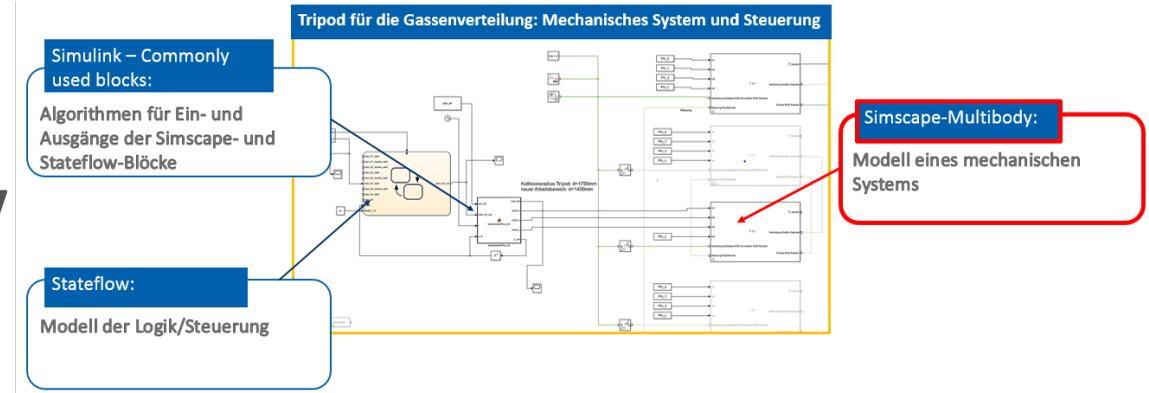
- Ziel: Reibkoeffizient für kinetische Reibung soll in Abhängigkeit der Relativgeschwindigkeit zwischen Produkt und bewegter Mattenkette ermittelt werden.
- Lösung:



Modellbildung für den Tripod-Roboter: Simscape-Multibody

Simulation Materialfluss

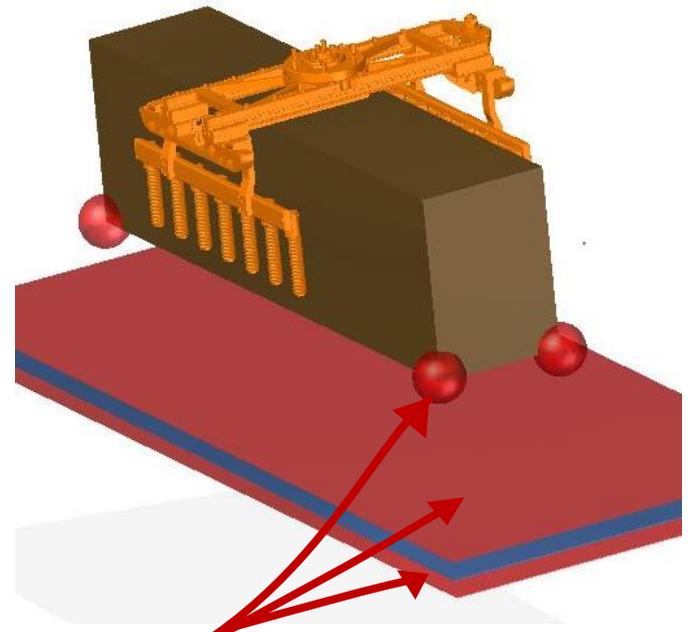
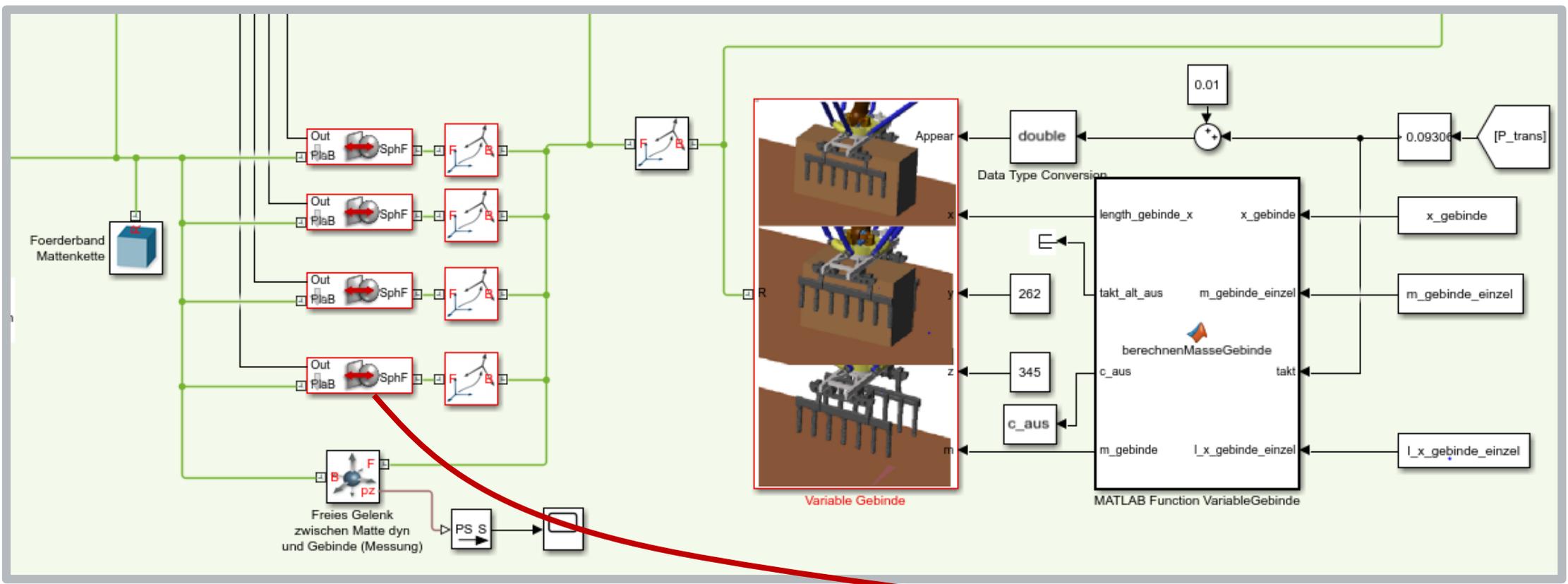
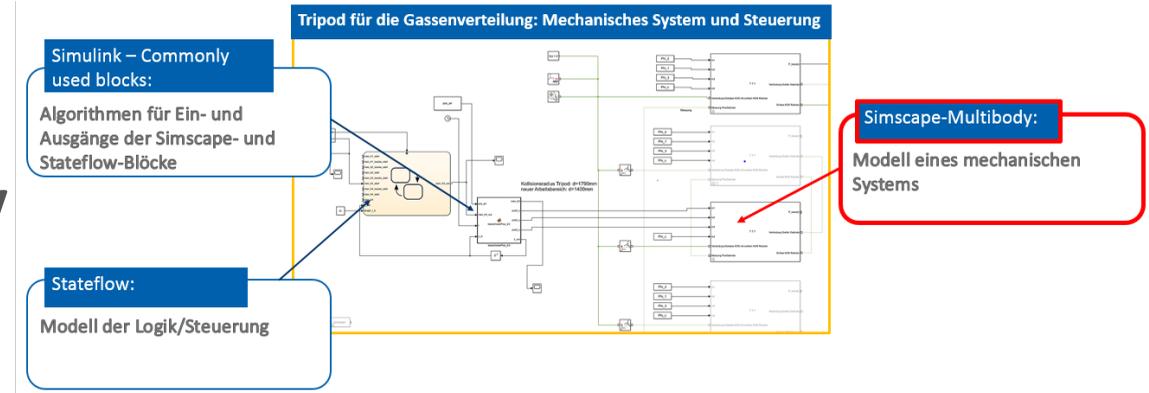
- Methode I:



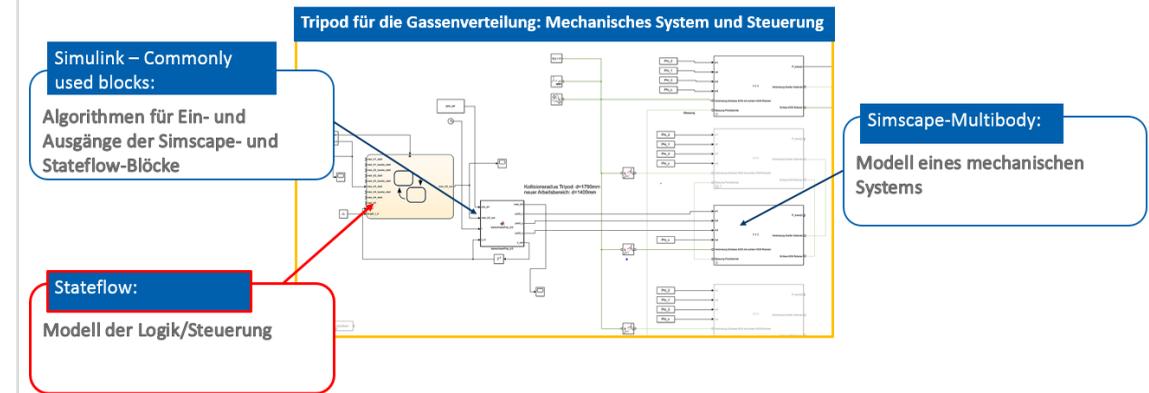
Modellbildung für den Tripod-Roboter: Simscape-Multibody

Simulation Materialfluss

- Methode II:



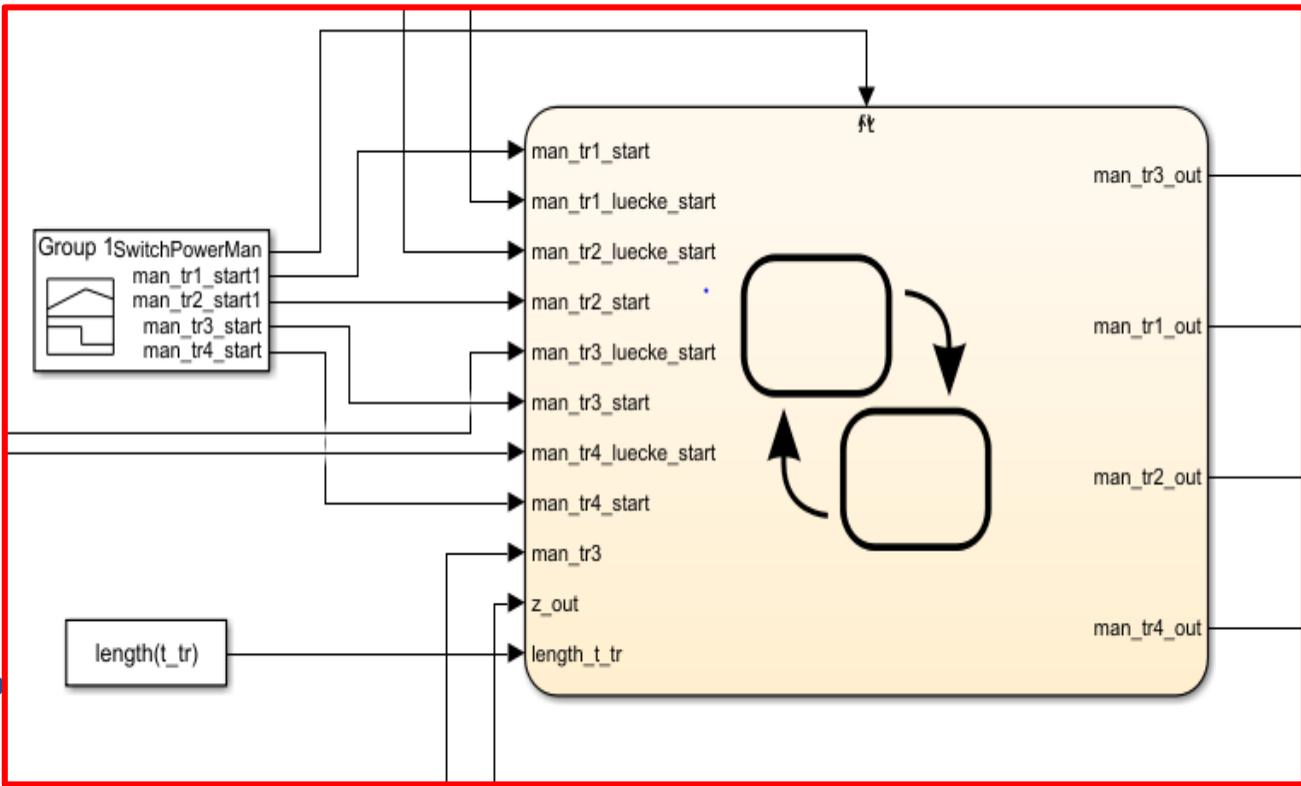
Modellbildung für den Tripod-Roboter: Stateflow



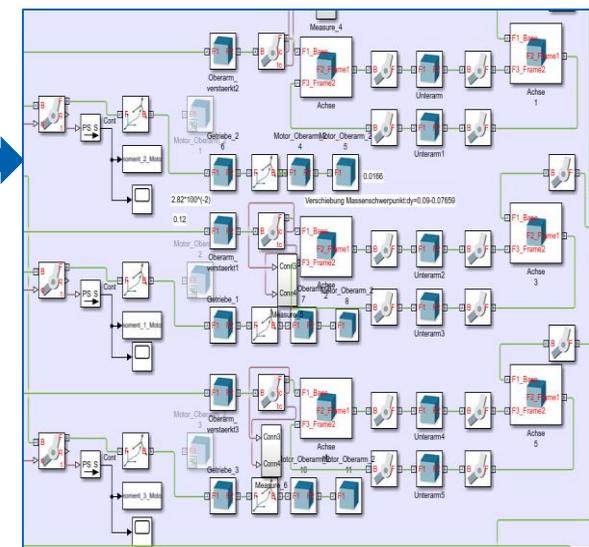
Gewünschtes Verhalten des Systems in best. Situationen

Verläufe von Trajektorien

Trigger-Signale von Sensoren/Trigger-Signale von Ausgängen des Simscape-Modells



Zeitliche Verläufe translatorischer/rotatorischer Bewegungen, Kräfte, Drehmomente als Aktuatoren



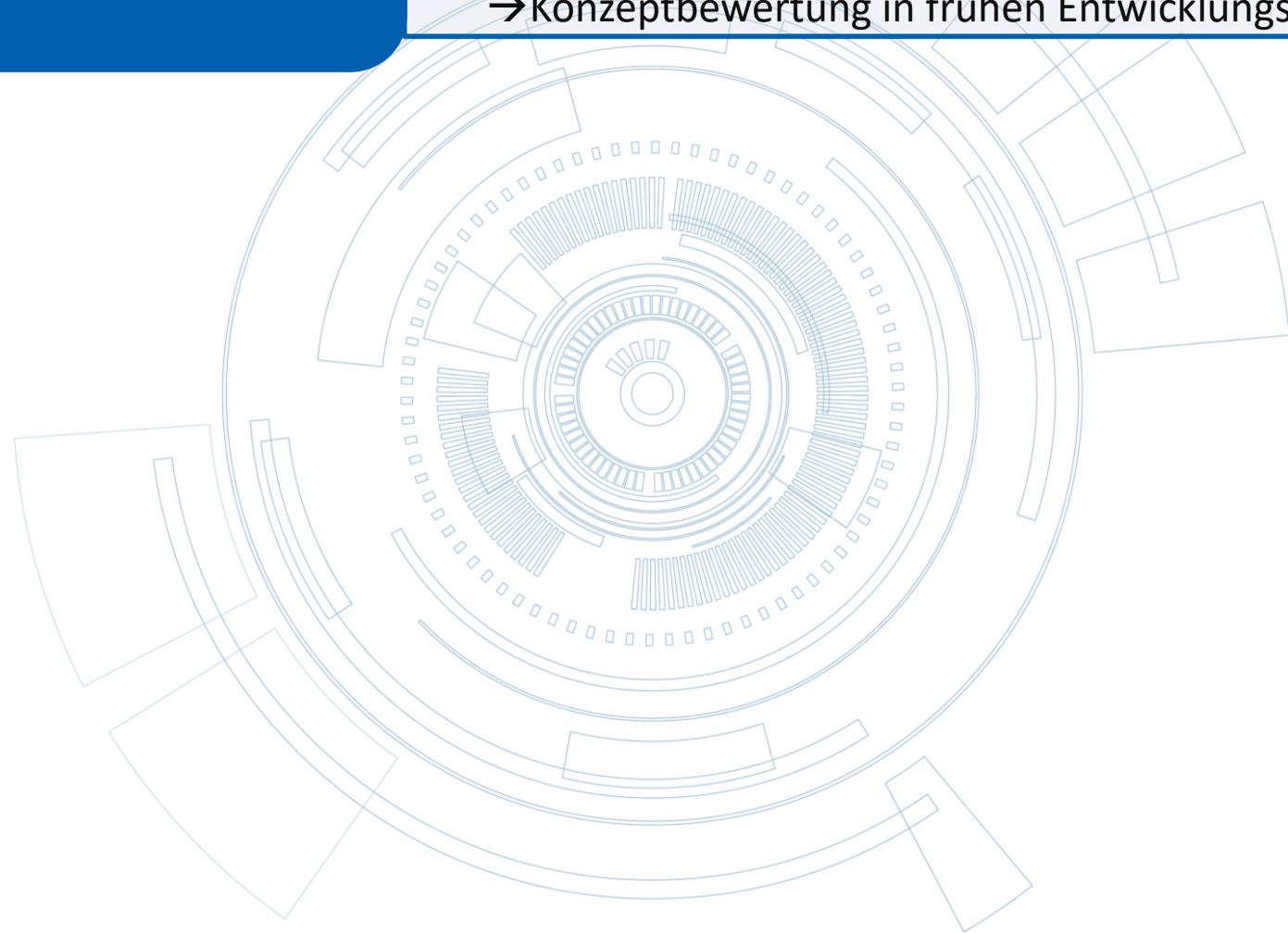


Einsatz und Nutzen des digitalen Zwillings bei KRONES

Unterstützung
mechanische
Entwicklung

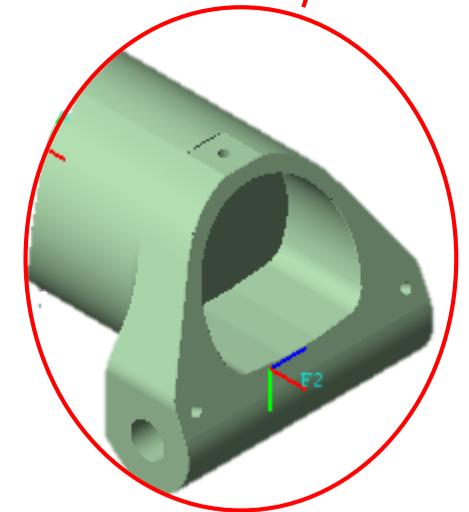
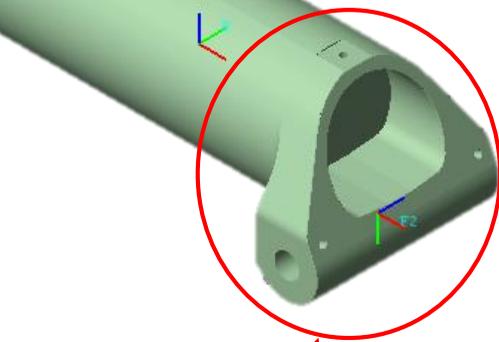
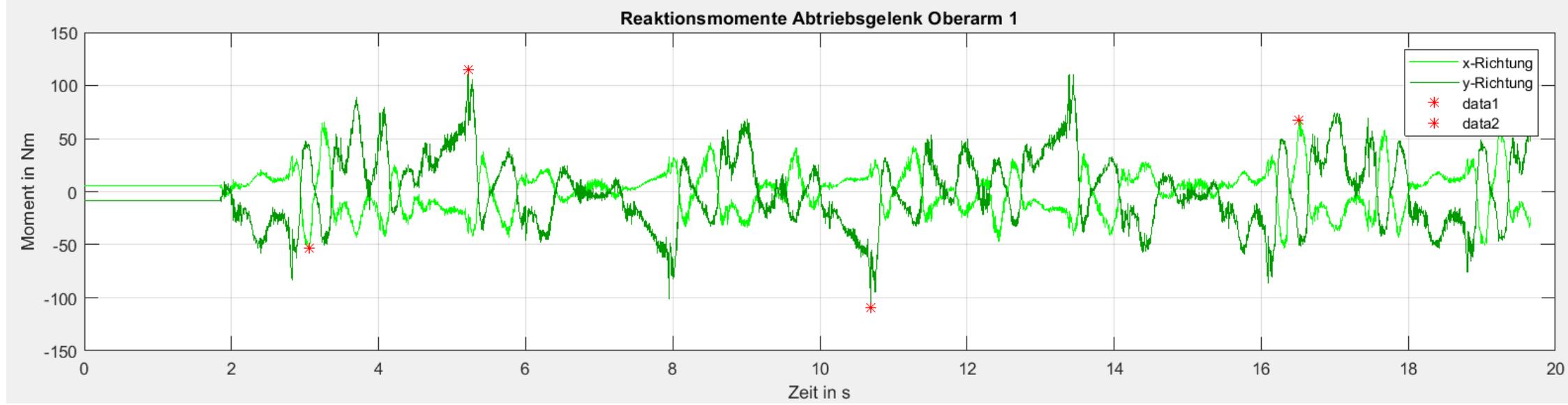
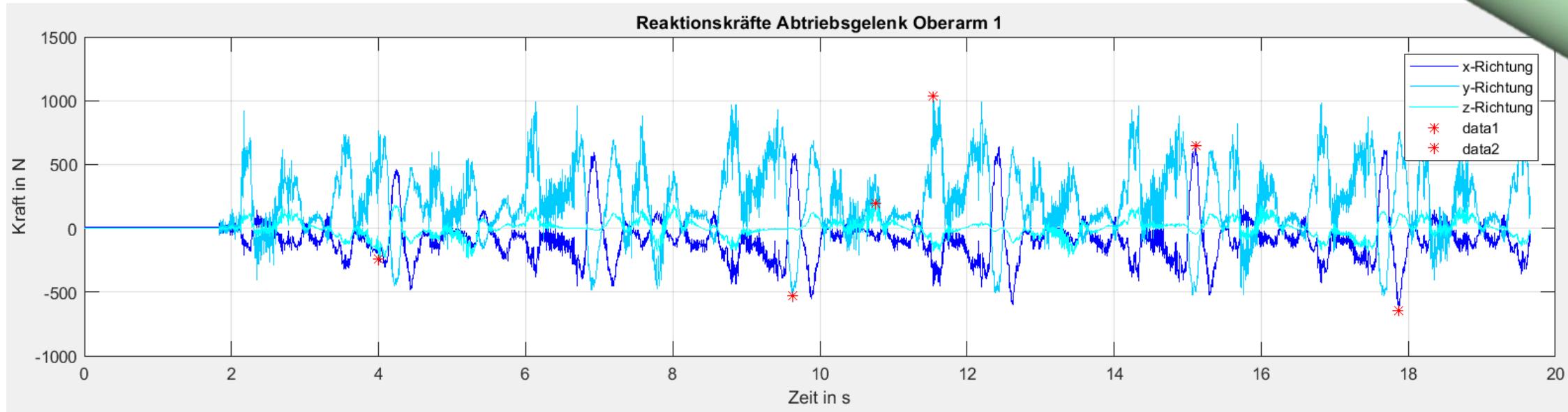
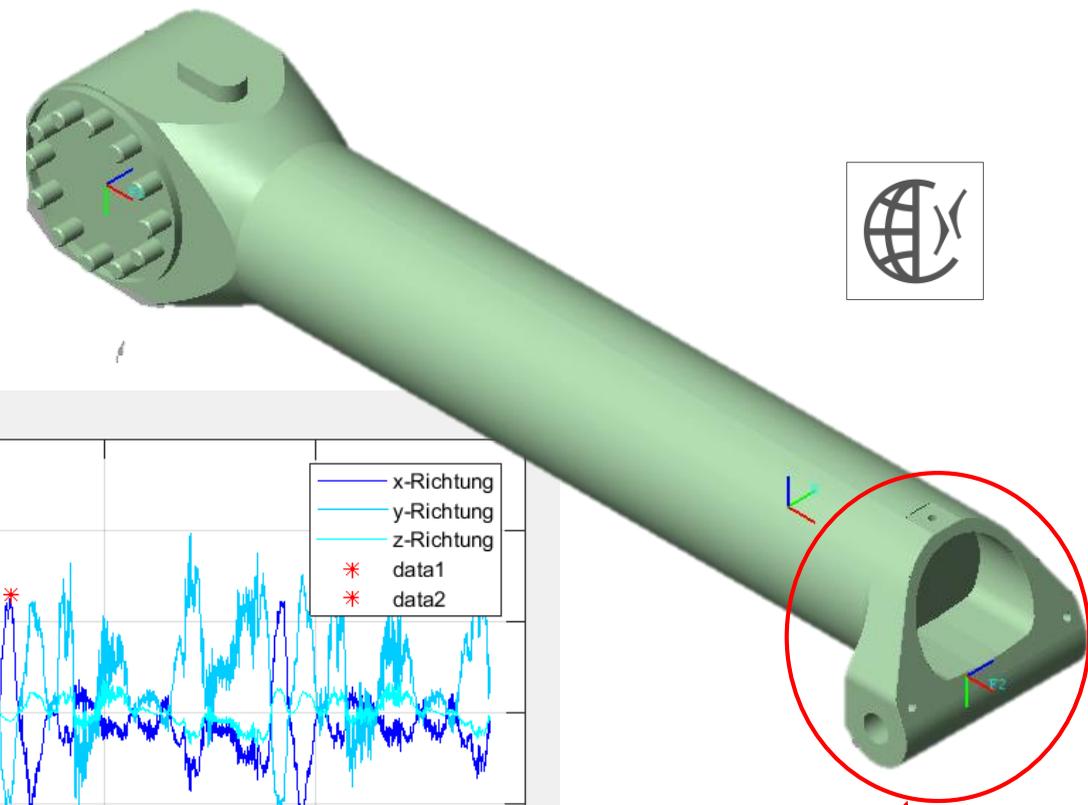
- Sicherstellung der Einhaltung von Grenzen für die Prozess- und Maschinenparameter
- Berechnung der Belastungen als Grundlage für einen Festigkeitsnachweis zum Beispiel mithilfe der FEM
→ Konzeptbewertung in frühen Entwicklungsphasen möglich, Effizienzsteigerung

Während des
Entwicklungs-
prozesses



Einsatz und Nutzen des digitalen Zwillings bei KRONES

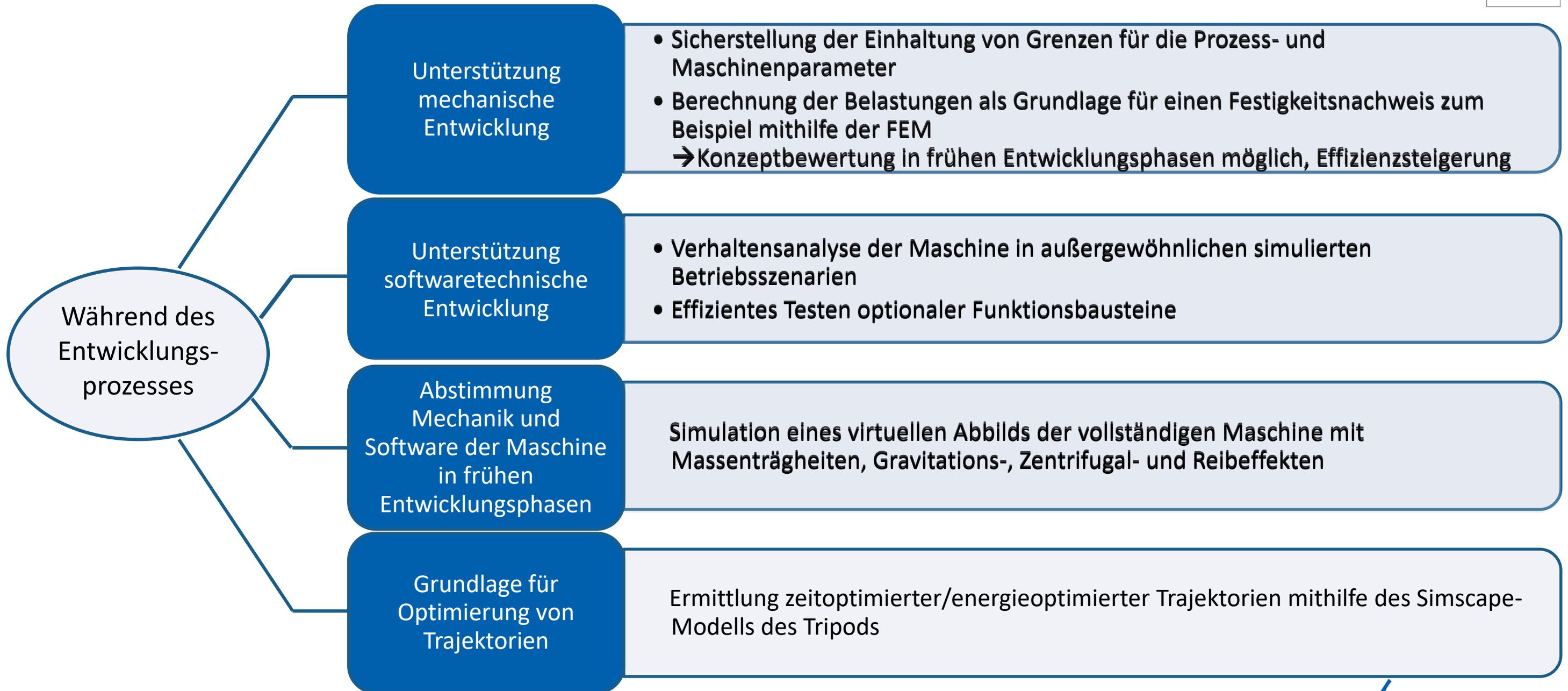
Berechnung der Belastungen auf den Oberarm: Gelenkreaktionen



Legende:
 x-Achse
 y-Achse
 z-Achse



Einsatz und Nutzen des digitalen Zwillings bei KRONES



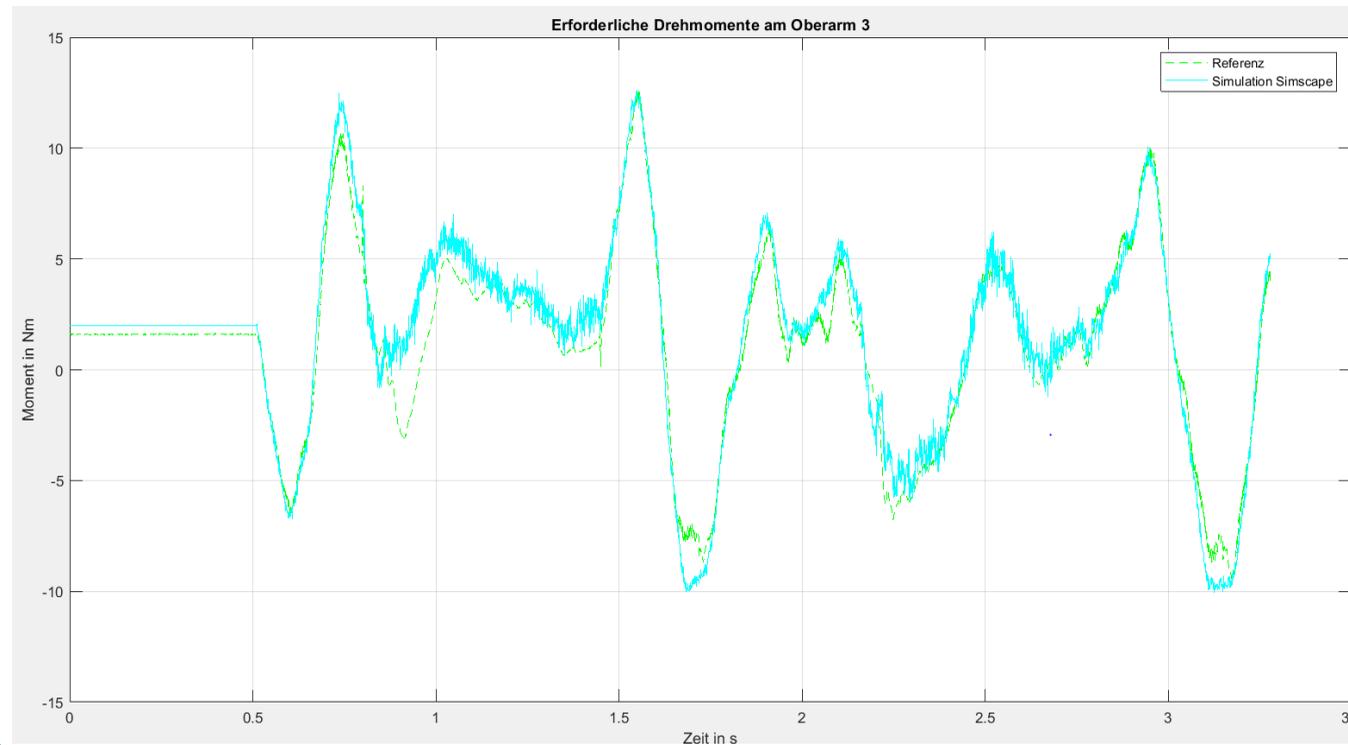


Einsatz und Nutzen des digitalen Zwillings bei KRONES

Während des Betriebs

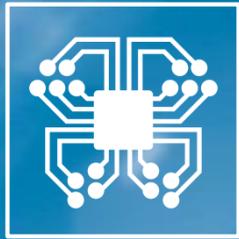
Prädiktive Wartung

Identifizierung verschleißbedingter Veränderungen von Parametern mithilfe der Parameteridentifikation
 → Umfangreichere Diagnosemöglichkeiten als bei realer Maschine



Störungsanalyse und Identifikation der Ursachen

Simulation des Tripods im Zeitbereich vor der Störung
 → Zeiteffiziente und materialschonende Ermittlung der Ursachen für eine Störung



Digitalisierung



Prozess-
technik



Abfüll- und
Verpackungs-
technik



Intralogistik



Lifecycle
Service

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

We do more.

 KRONES