Simulationsgestützte Maschinenentwicklung

Von der Antriebsauslegung bis zur Zustandsüberwachung von Anlagen



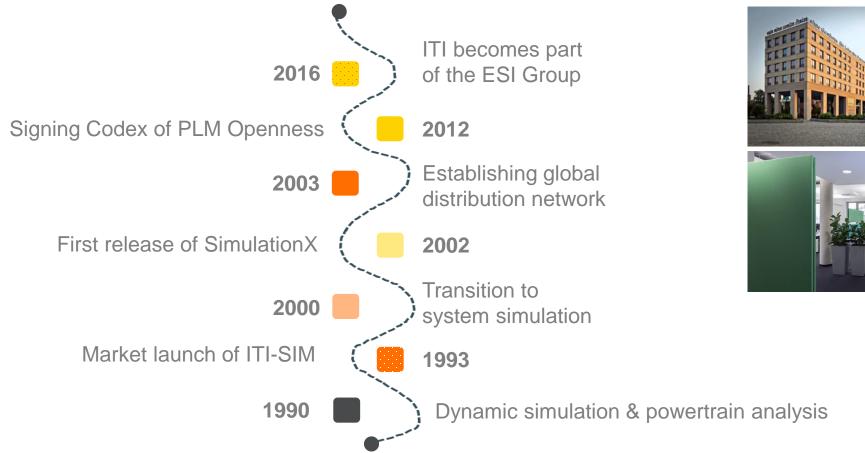
Chris Penndorf (ESI ITI GmbH) 24.03.2019

Agenda

- 1. Vorstellung der ESI Group
- 2. Systemsimulation mit SimulationX
- 3. Simulation von Antrieben bei der Systementwicklung
- 4. Virtuelle Inbetriebnahme
- 5. Systemmodelle zur Zustandsüberwachung (Vom Digital Twin zum Hybrid Twin™)



ESI ITI in Dresden









ESI ITI in Dresden

Software und Dienstleistungen

- Stetig wachsendes Unternehmen mit Mitarbeitern aus verschiedenen Bereichen,
 - z. B. Ingenieure, Mathematiker, Naturwissenschaftler und IT Experten

ESI ITI GmbH

- Seit 2016 Teil der ESI Group
- 75 Mitarbeiter (ESI Group 1200 MA)
- Breites Netzwerk in Industrie und Wissenschaft
- Forschungsprojekte
- Mehr als 700 Kunden weltweit

Zusammenarbeit mit ESI ITI

- Kundenfokussiert
- Persönlicher und lokaler Kontakt
- Schnelle Antwortzeiten

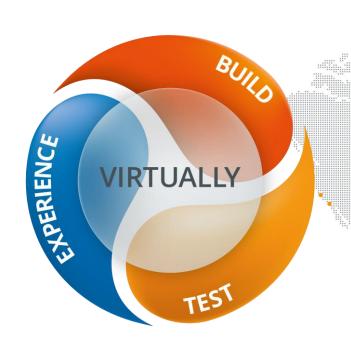


ESI Group: Standorte











ESI's Mission

Deliver Virtual Prototyping solutions that improve industrial product development

ESI's Vision

Be the leader in Virtual Prototyping thanks to a unique knowledge in material physics



MILPITAS, CA USA



DETROIT, MI USA



SÃO PAULO BRAZIL



PARIS FRANCE



DRESDEN GERMANY



EKATERINBURG RUSSIA



BANGALORE INDIA



BEIJING CHINA



токуо **JAPAN**

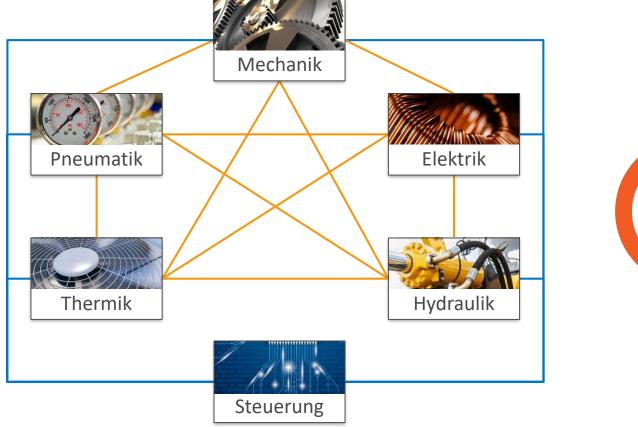


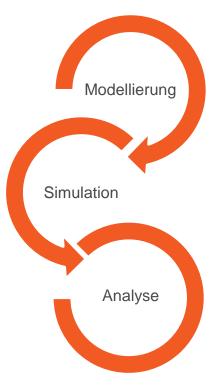
Agenda

- 1. Vorstellung der ESI Group
- 2. Systemsimulation mit SimulationX
- 3. Simulation von Antrieben bei der Produkt- und Systementwicklung
- 4. Virtuelle Inbetriebnahme
- 5. Systemmodelle zur Zustandsüberwachung (Vom Digital Twin zum Hybrid Twin™)



Multiphysikalische Systemsimulation mit SimulationX Bewertung verbundener und geregelter Bauteile und Teilsysteme

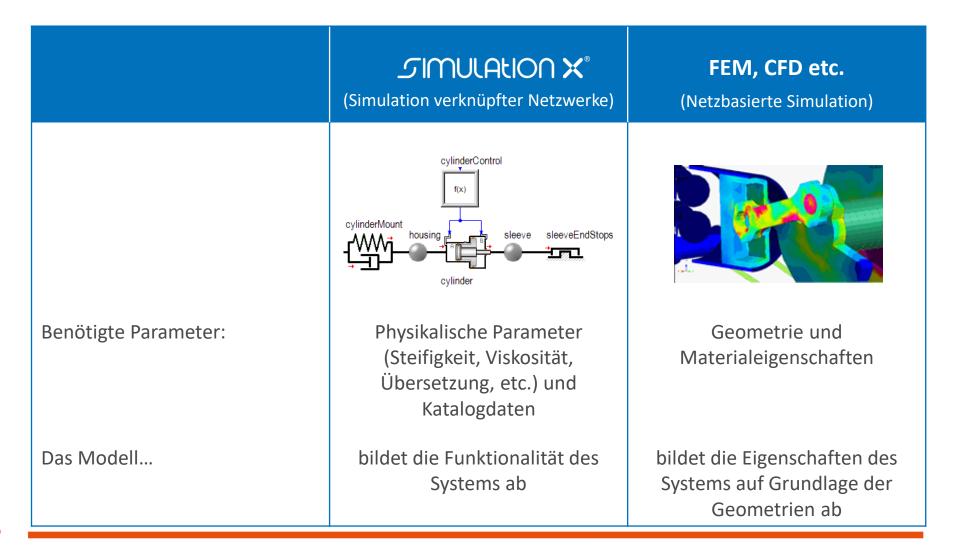






Simulationsansatz

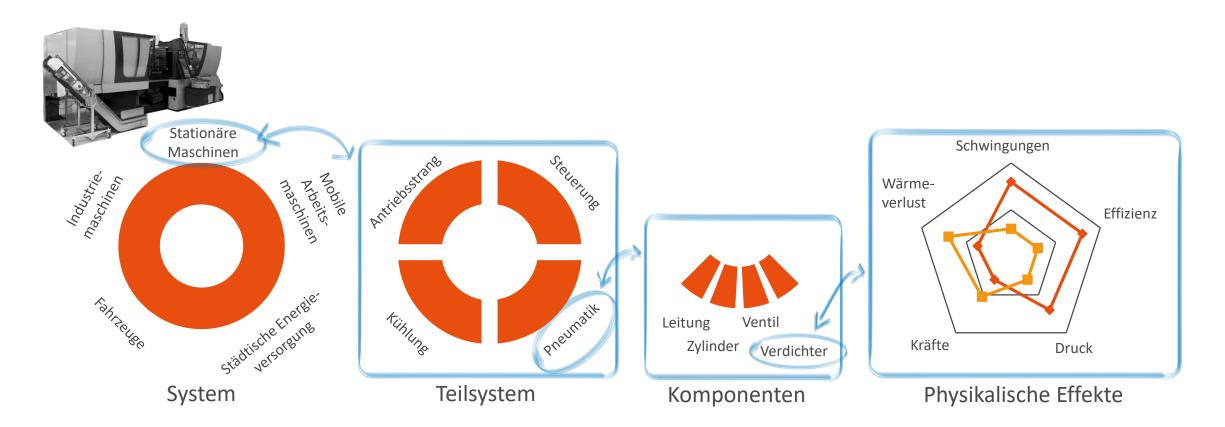
Simulation verknüpfter Netzwerke vs. Netzbasierte Simulation





Vorteile der Systemsimulation

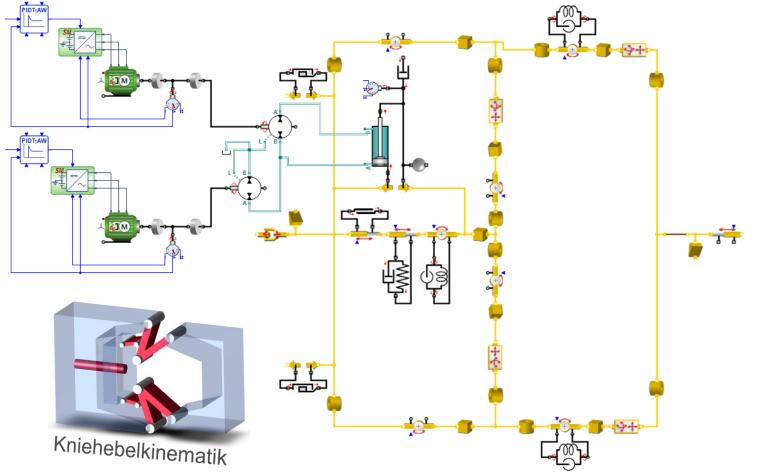
Systemanalyse in unterschiedlichen Detaillierungsstufen





Beispiel für ein Systemmodell

Kinematik-Modell einer Spritzgießmaschine

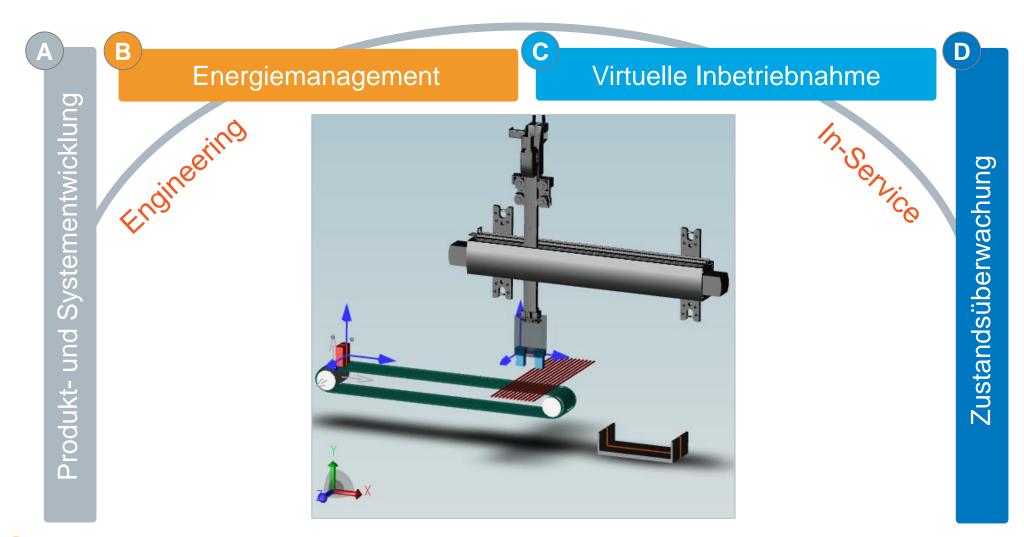




- Modellierung einzelner Teilsysteme und Verknüpfung zum Gesamtsystem
- Meist Teilsysteme unterschiedlicher physikalischer Disziplinen
- Eignung der Systemmodelle für unterschiedliche Anwendungen, z.B.:
 - Optimierung der Schließzeit
 - Zustandsüberwachung einer Anlage



Anwendungen von Systemsimulation im Maschinenbau

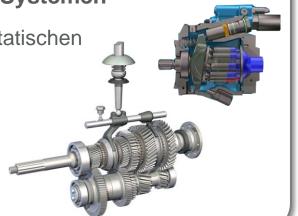




Analyse und Weiterentwicklung von Komponenten und Systemen

 Verbesserung der statischen und dynamischen Eigenschaften

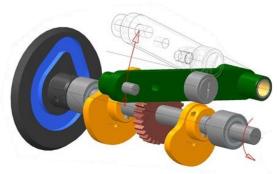
- Erhöhung der Leistungsgrenzen
- Thermisches Verhalten / Kühlung

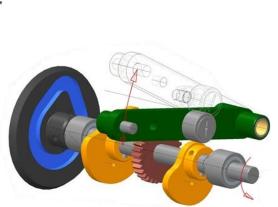




Antriebsstränge und mechanische Übertragungsglieder

- Schwingungsanalyse Antriebsstrang
- Mech. Auslegung von Antriebssträngen
- Getriebeanalyse und -synthese

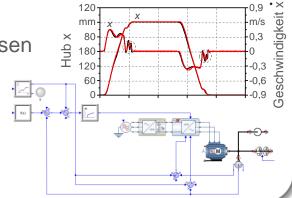






Elektrische und hydraulische Lastachsen

- Dynamisches Bewegungsverhalten
- Reglersimulation bei unterschiedlichen Lastfällen

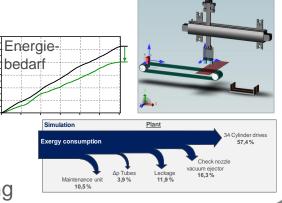


Simulation

Messung

Simulation Gesamtanlage

- Reduzierung Zykluszeiten
- Energiemanagement
- Virtuelle Inbetriebnahme
- Modellgestützte Zustandsüberwachung





Agenda

- 1. Vorstellung der ESI Group
- 2. Systemsimulation mit SimulationX
- 3. Simulation von Antrieben bei der Produkt- und Systementwicklung
- 4. Virtuelle Inbetriebnahme
- 5. Systemmodelle zur Zustandsüberwachung (Vom Digital Twin zum Hybrid Twin™)



Ziele bei der Simulation von Antrieben



- Dimensionierung und Antriebsauswahl
- Dynamische Auslegung wichtig bei hochdynamischen oder zeitkritischen Bewegungen → Optimierung von Zykluszeiten
- Begrenzung der maximalen Beschleunigungen
- Notwendige Dämpfungsenergie
- Einstellung von geregelten Achsen
- Vermeidung kritischer Eigenfrequenzen



Simulation von Antrieben bei der Systementwicklung

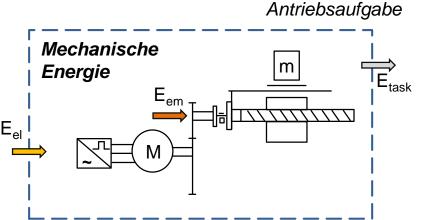


Modellvergleich verschiedener Antriebstechnologien

Elektromechanische Antriebe

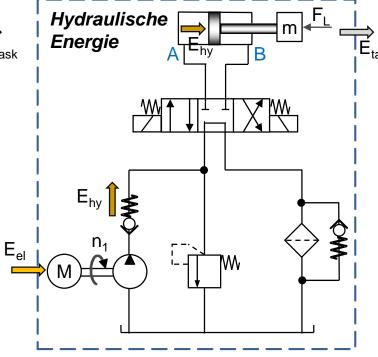
Hydraulische Antriebe

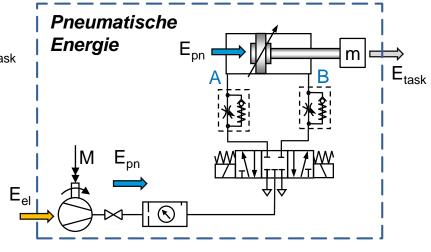
Pneumatische Antriebe



Elektrische Energie

Antriebsaufgabe umfasst bspw.
Bewegung (Doppelhub) einer
Masse m in einer bestimmten Ausund Einfahrzeit



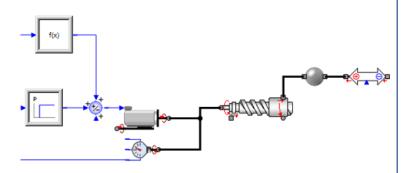




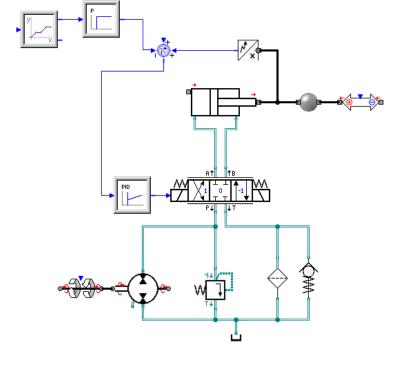
Simulation von Antrieben bei der Systementwicklung

Systemmodelle entsprechender Antriebe

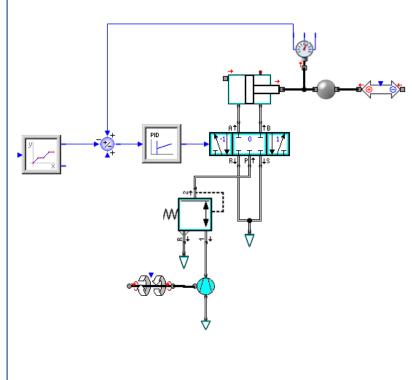
Elektromechanische Antriebe



Hydraulische Antriebe



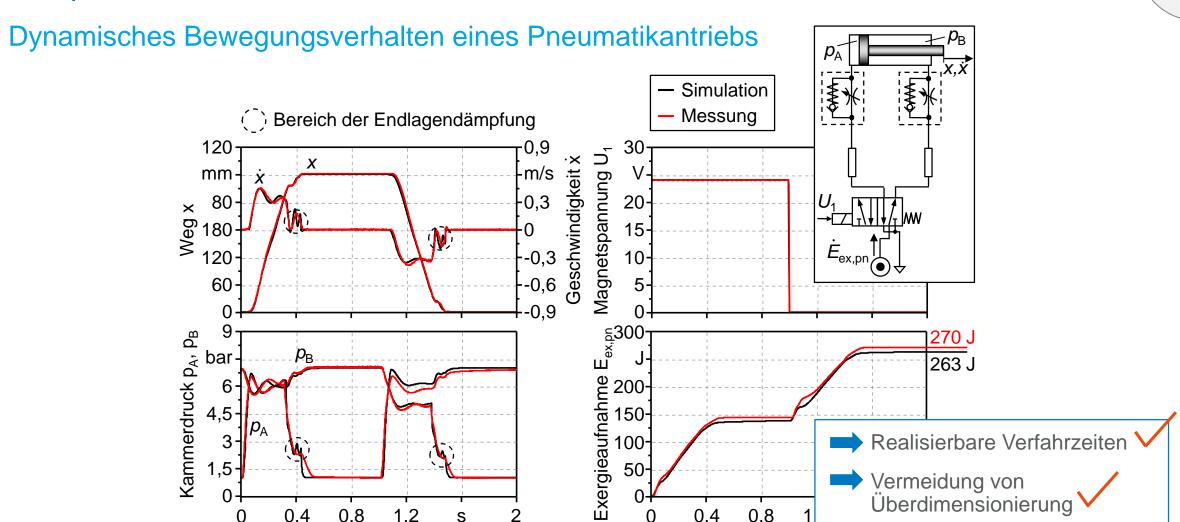
Pneumatische Antriebe





Beispiel einer Antriebssimulation





0,8

Zeit t

0,4



0

0,8

Zeit t

S

0,4

Agenda

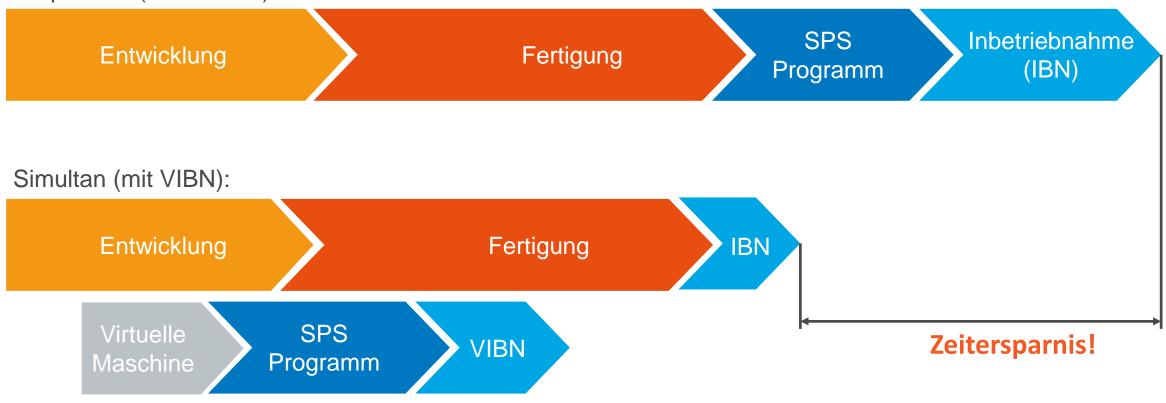
- 1. Vorstellung der ESI Group
- 2. Systemsimulation mit SimulationX
- 3. Simulation von Antrieben bei der Produkt- und Systementwicklung
- 4. Virtuelle Inbetriebnahme
- 5. Systemmodelle zur Zustandsüberwachung (Vom Digital Twin zum Hybrid Twin™)



Motivation



Sequentiell (ohne VIBN):





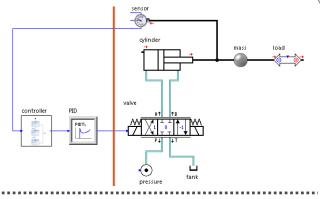
MiL

Model in the Loop

Testing control strategy

Strategien bei der "In the Loop" – Steuerungsentwicklung

Controller System model model





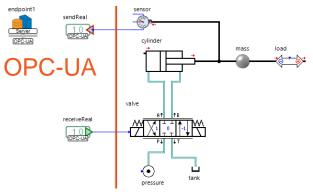
Software in the Loop

Code Generation

PLC (Soft PLC code testing)

Interface (e.g. OPC-UA)

System model



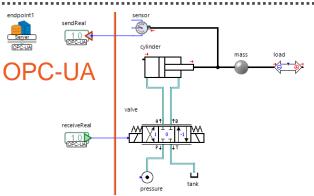


Hardware in the Loop

Testing code on target platform (Real time)

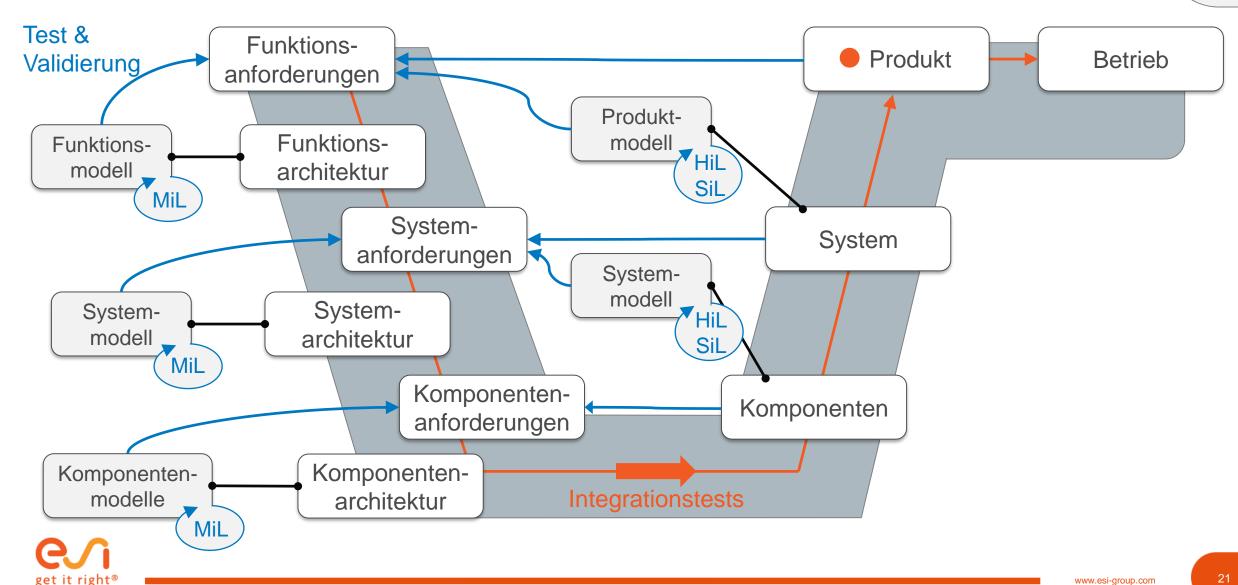
PLC Interface (e.g. OPC-UA, physical)

System model (runs on HIL platform)





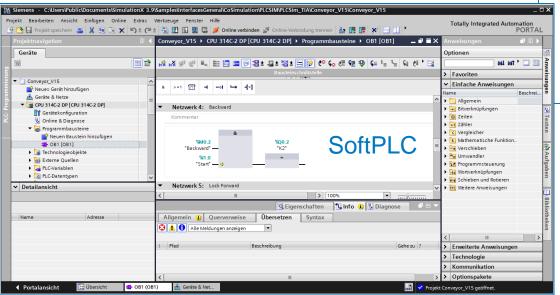
MiL, SiL und HiL innerhalb des Entwicklungsprozesses von Produkten

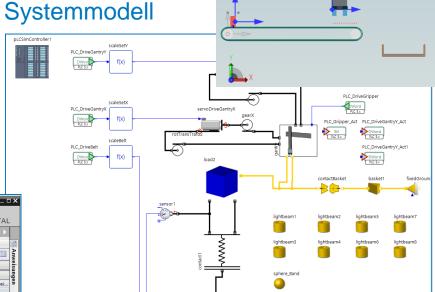


C

Inbetriebnahme einer Pick and Place - Portaleinheit (SiL)

- Funktionstest und Kollisionsprüfung
- Sicherheitsrelevante Funktionen
- Physikalisches Systemverhalten, z.B.
 - Rutschen der Kiste auf dem Förderband
 - Durchrutschen der Kiste bei fehlender Greifkraft
- SoftPLC über Siemens PLCSIM abgebildet







Agenda

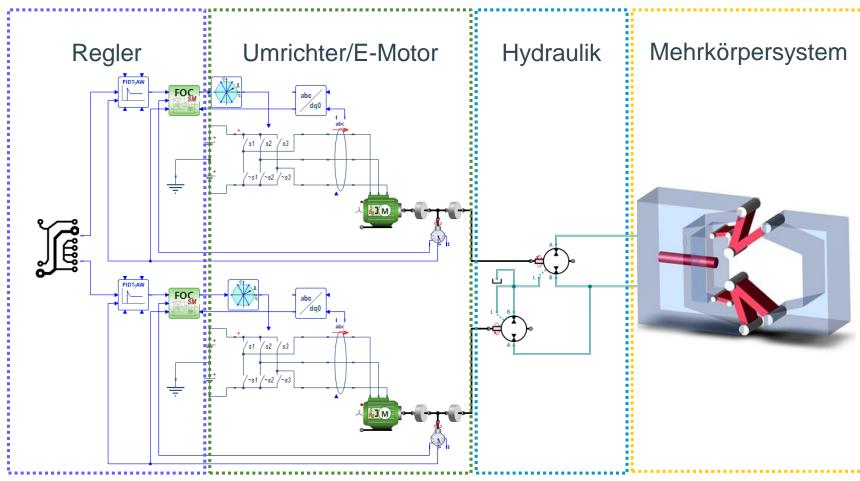
- 1. Vorstellung der ESI Group
- 2. Systemsimulation mit SimulationX
- 3. Simulation von Antrieben bei der Produkt- und Systementwicklung
- 4. Virtuelle Inbetriebnahme
- 5. Systemmodelle zur Zustandsüberwachung (Vom Digital Twin zum Hybrid Twin™)



D

Virtuelle Anlage: Bsp. Spritzgießmaschine Modell mit Ansteuerung / Regelung







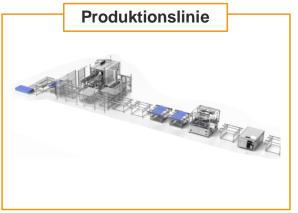
D

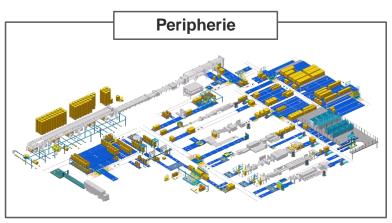
Skalierbare Modelle bis in den Bereich der Produktion Mögliche Systemmodelle für...

- Verkettete Anlagen
- Medienversorgung (Druckluft, Kühlmittel)
- Energienetze und Energieversorgung im produktionsnahen Umfeld









Flexible Systemgrenzen hinsichtlich des Modellumfangs

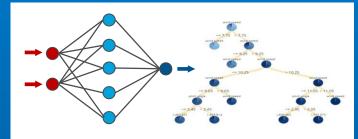


Vom Digital Twin zum Hybrid Twin™

Auf Basis physikalischer und daten-basierter Modelle

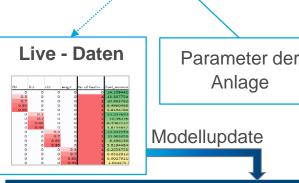
Digital Twin

Machine Learning / Datenmodell



- Empirisch angelerntes, nicht-physikalisches Modell
- Vielfältige Anlerndaten notwendig
- Preiswerter
- Eineindeutigkeit, Fehlerursachen schwerer identifizierbar
- Kein Anlernen von Fehlerzuständen möglich



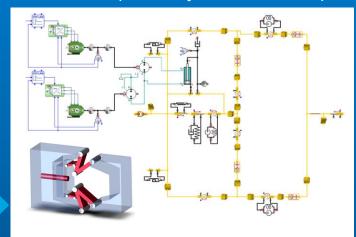


Hybrid Twin™

Nutzung des Digital Twins mit *Live-Daten* der realen Anlage

Digital Twin

Physikalisch-basiertes virtuelles Modell (z.B. Systemmodell)

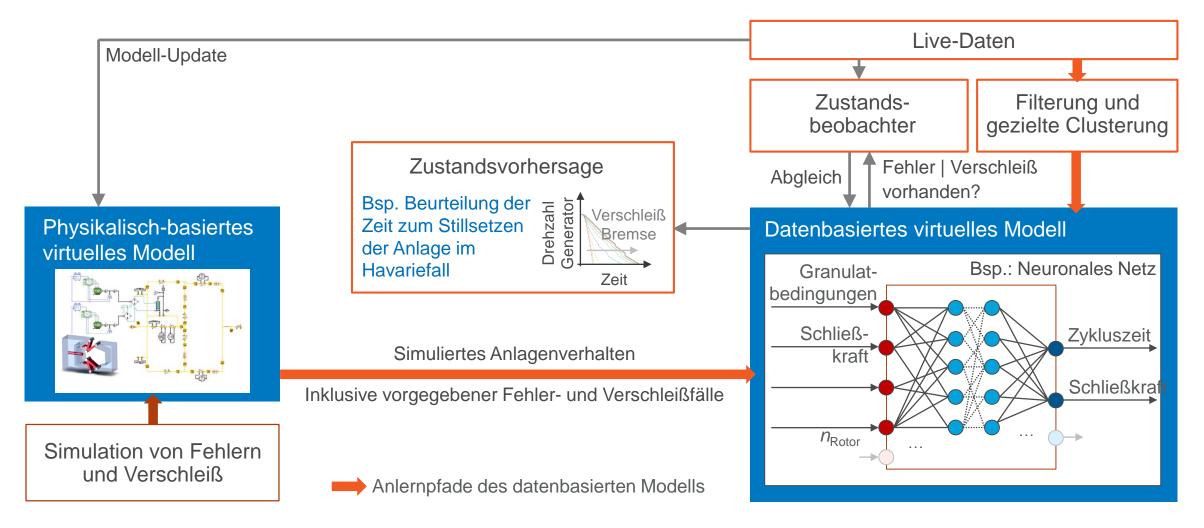


- Fehler-Ursache-Beziehung klarer
- Aufwand höher durch Modellierung und Parametrierung
- Fehlerzustände simulierbar
- Modellupdate notwendig



D

Zustandsvorhersage bei einem Hybrid Twin™





Zusammenfassung und Anwendernutzen



- Erweitertes Systemverständnis durch physikalische Systemmodelle
- Systemmodelle als KnowHow-Speicher (Wie wurde etwas ausgelegt?)
- Nutzung eines Anlagenmodells für verschiedene Aufgaben: Engineering / Auslegung → Virtuelle Inbetriebnahme → Zustandsüberwachung im Betrieb



- Verkürzung der Entwicklungszeiten von Maschinen, um der kürzeren, geforderten Time-to-market Produktentwicklung zu begegnen
- Verbesserung des Anlagendesigns und Lösung neuer Engineering-Aufgaben
- Verkürzte Inbetriebnahmezeiten und Erkennen sowie Vorhersage von Verschleiß und Ausfällen





