

Virtuelle Inbetriebnahme – Einsatzpotenziale und praktische Anwendung

Industrie-Kolloquium des IFAS

Ronald Kett
FLUIDON GmbH

25.11.2016

Was ist eine virtuelle Inbetriebnahme?

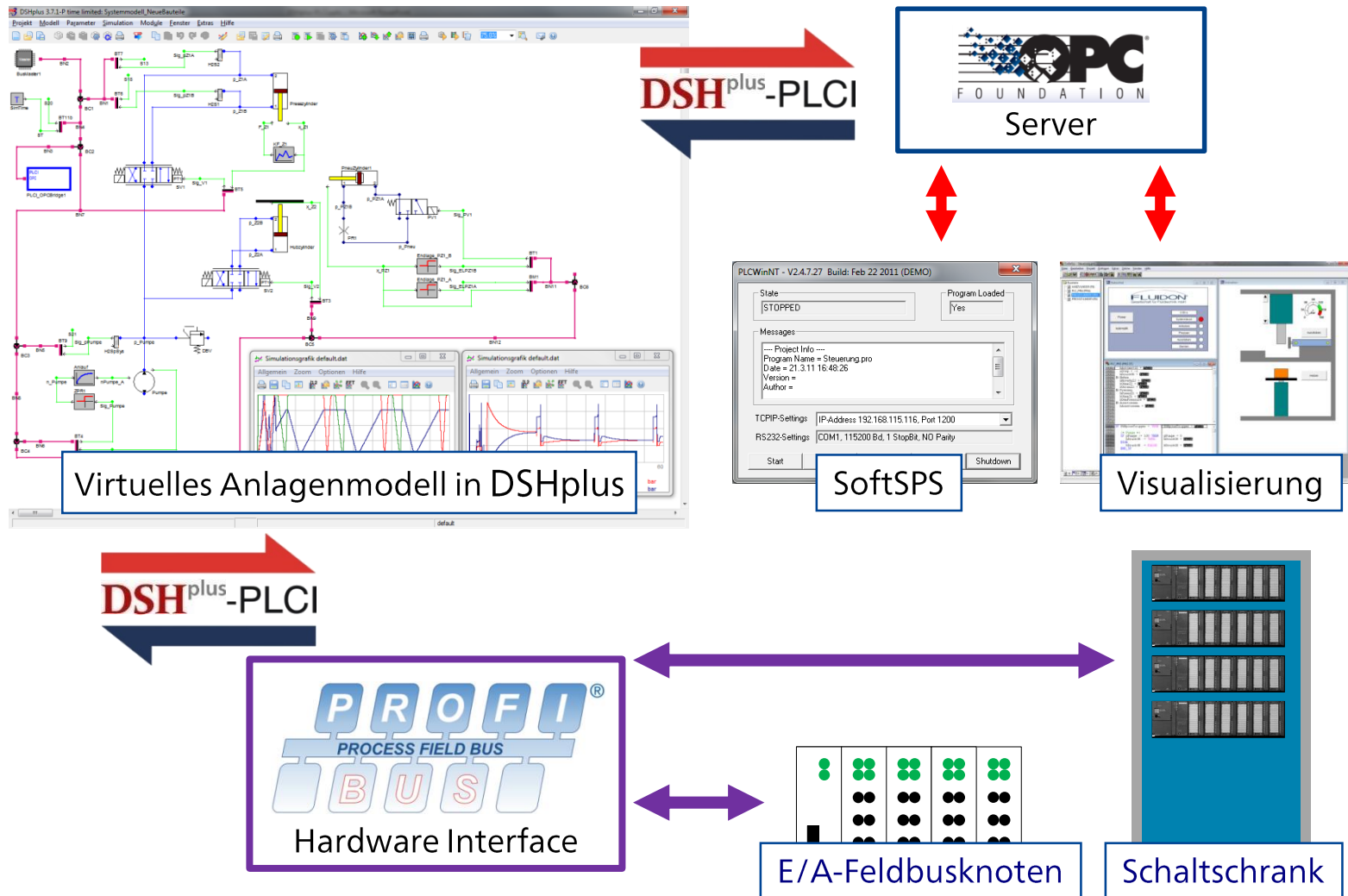
Unter einer virtuellen Inbetriebnahme versteht man das Einspielen, Erproben und Ändern von Planungsdaten auf einer virtuellen Maschine, bevor die erfolgreich getesteten Programme auf die reale Maschine übertragen werden.

Etwas erweitertes Verständnis:

Entwicklung und Test von Steuerungssoftware und Steuerungshardware mit einer virtuellen Maschine.

Was ist eine virtuelle Inbetriebnahme?

Umfeld



Agenda

- 1 Was ist virtuelle Inbetriebnahme
- 2 Vorstellung FLUIDON und DSHplus
- 3 Anwendung der virtuellen Inbetriebnahme
- 4 Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme
- 5 Herausforderung Zeit
- 6 Beispiele der virtuellen Inbetriebnahme bei FLUIDON



Über 20 Jahre Simulation im fluidtechnisch mechatronischen Umfeld

- Seit wann? 1994 als Spin-off des IFAS der RWTH-Aachen gegründet
- Mission damals: Etablierung der Simulation auch im fluidtechnischen Umfeld
- Mission heute: partnerschaftliche Unterstützung bei der Lösung fluidtechnischer Problemstellungen in Theorie und Praxis
- Wie? Simulationswerkzeug DSHplus
Dienstleistungen rund um die Simulation

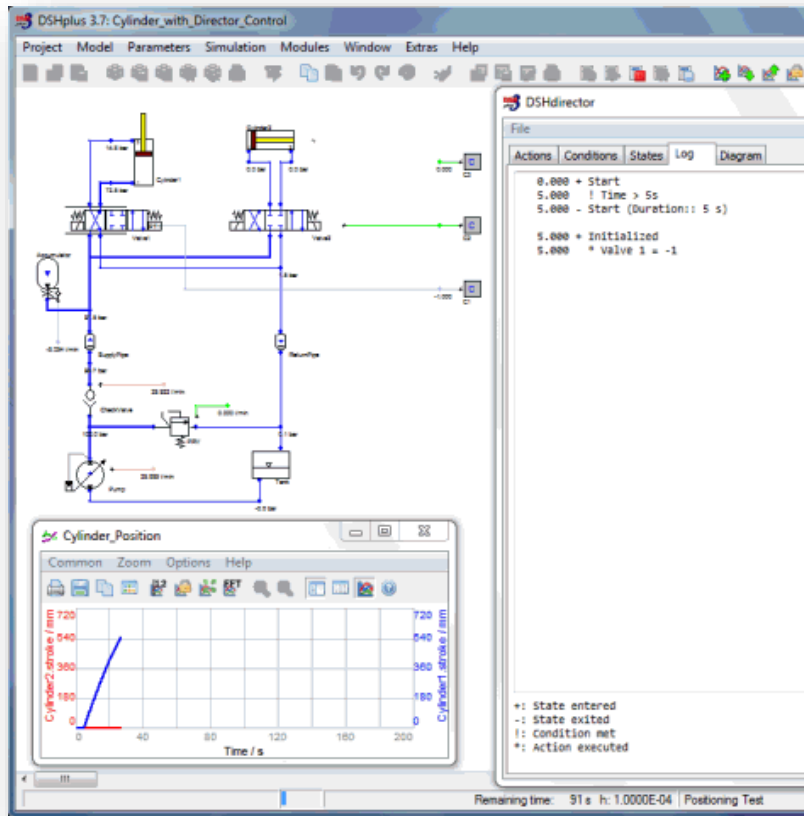
FLUIDON – Was machen wir?

- Softwareentwicklung DSHplus
- Engineering-Dienstleistungen
 - Simulation
 - Prüfstandsmessungen
- Schwerpunkte
 - Systemsimulation
 - Schmiedepressen
 - Anlagenbau
 - Kleinantriebe
 - Rohrleitungssimulation
 - Übertragungsverhalten
 - Schwingungen
 - Tilgung und Dämpfung



DSHplus – Was ist das?

DSH^{plus} ist ein 1D-Simulationstool für fluidtechnische mechatronische Systeme



- Domänenübergreifende virtuelle Entwicklungsumgebung
- Graphische Modellierung dynamischer nichtlinearer Systeme
- Einfache Parametrierung von Standardkomponenten anhand von Produktdatenblätter
- Detaillierte Simulationen durch gleichungsbasierte physikalische Modellbeschreibungen
- Offener C++ Modell Quelltext
- Verschiedene Abstraktionsebenen zur Modellierung von Gesamtsystemen bis hin zu einzelnen Komponenten
- Ablaufsteuerung mit DSHdirector (Zustandsautomat)
- Virtuelle Inbetriebnahmen mittels OPC-Interface und Feldbusschnittstellen

DSHplus – Was kann das?

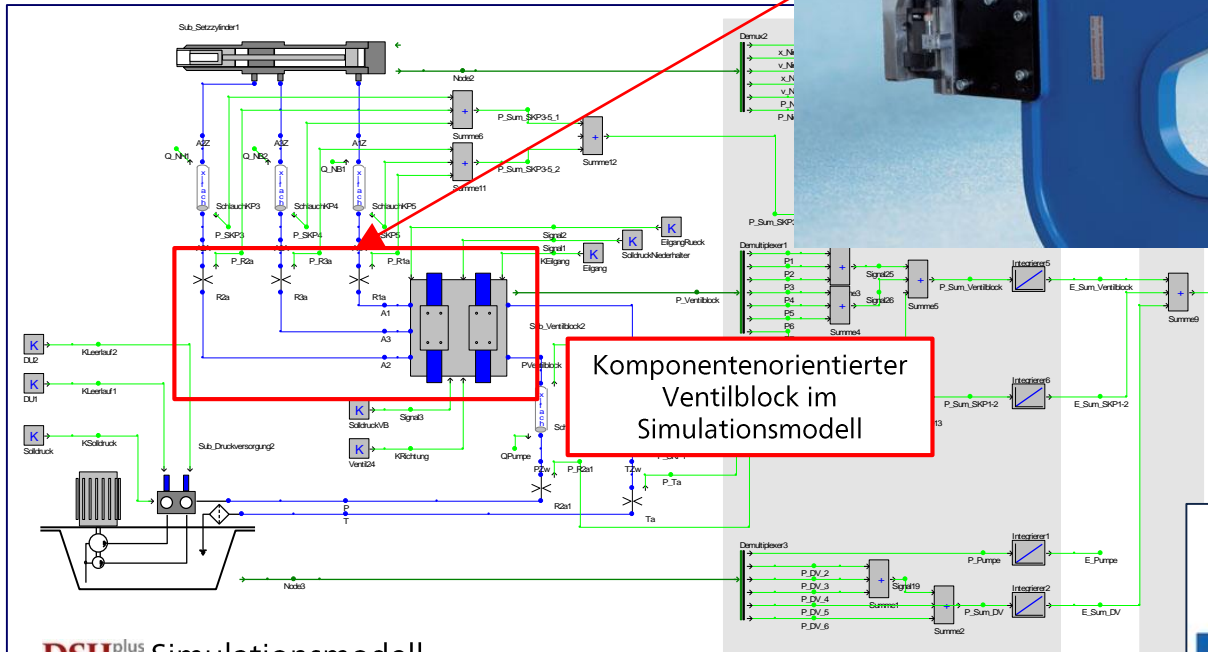
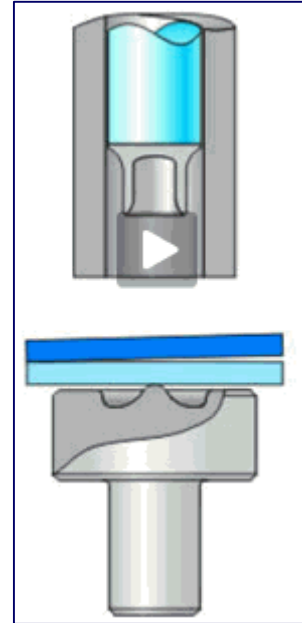
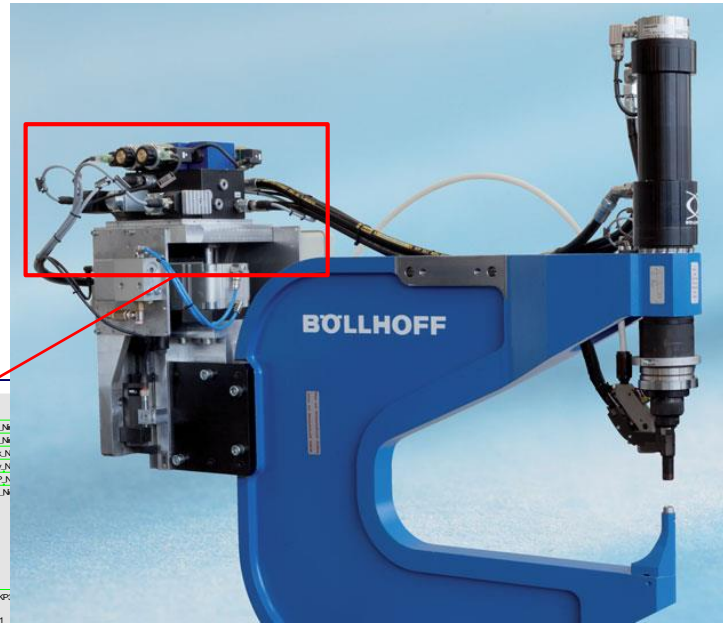
- Systemsimulation
- Komponentensimulation
- Geregelte Systeme
- Partikelsimulation
- Leitungssimulation
- Schwingungssimulation
- Simulationskopplungen
- ... und vieles mehr

DSHplus – Was kann das?

Systemsimulation – Energiebetrachtung



ESEMO - Entwicklung selbstüberwachender energieoptimierter Montagesysteme



Komponentenorientierter Ventilblock im Simulationsmodell

RIVSET® Gen2
Die nächste Generation der Stanznietsysteme
© Böllhoff Verbindungstechnik GmbH

Projektförderung:

Ministerium für Innovation, Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen

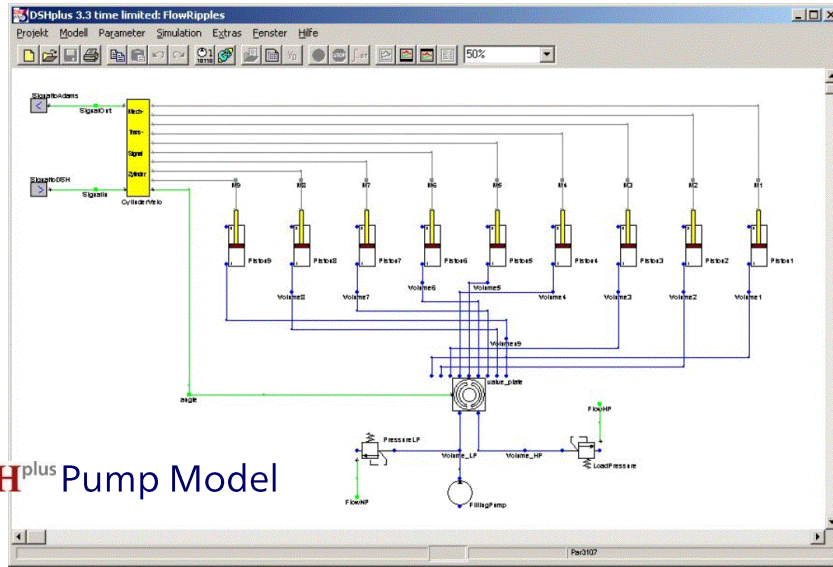
EUROPEISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Ziel2.NRW
Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung

DSHplus Simulationsmodell

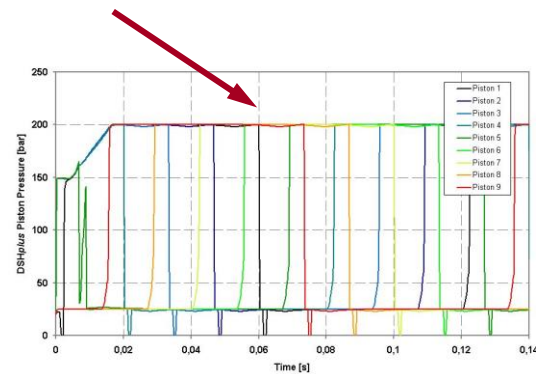
DSHplus – Was kann das?

Komponentensimulation

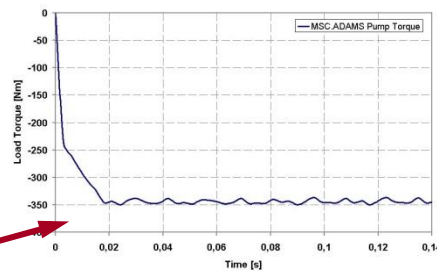
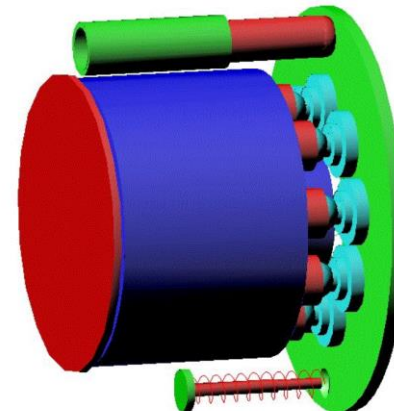


DSHplus Pump Model

DSHplus Piston Pressures



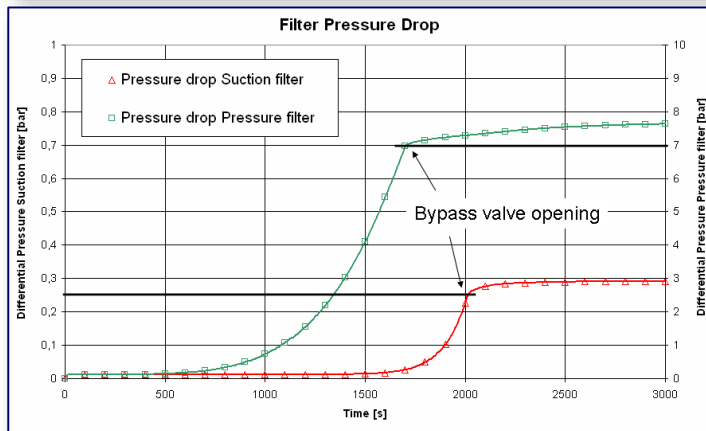
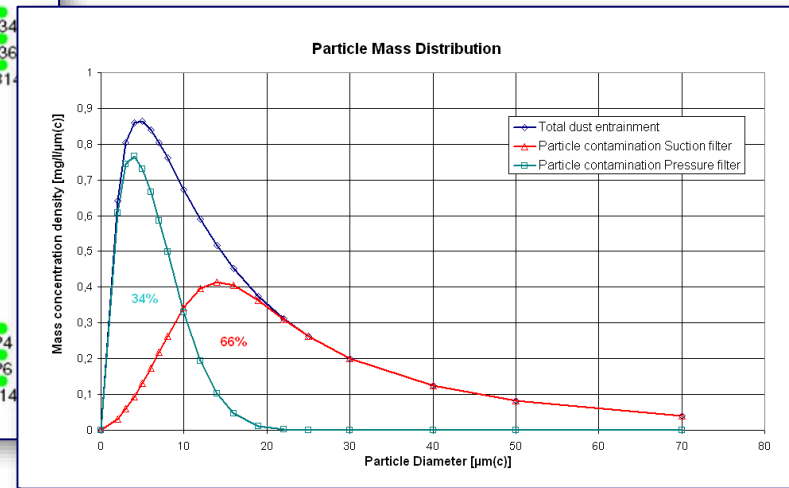
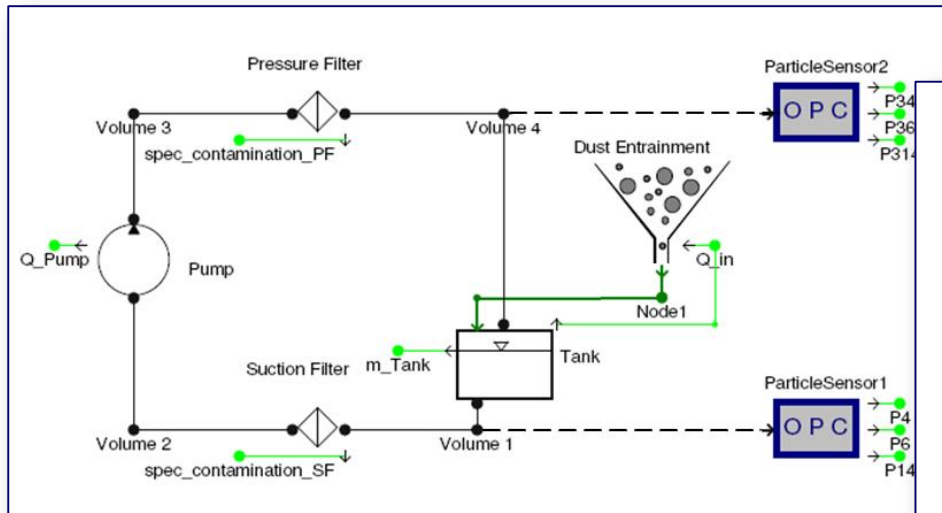
MSC.ADAMS Pump Model



MSC.ADAMS Pump Torque

DSHplus – Was kann das?

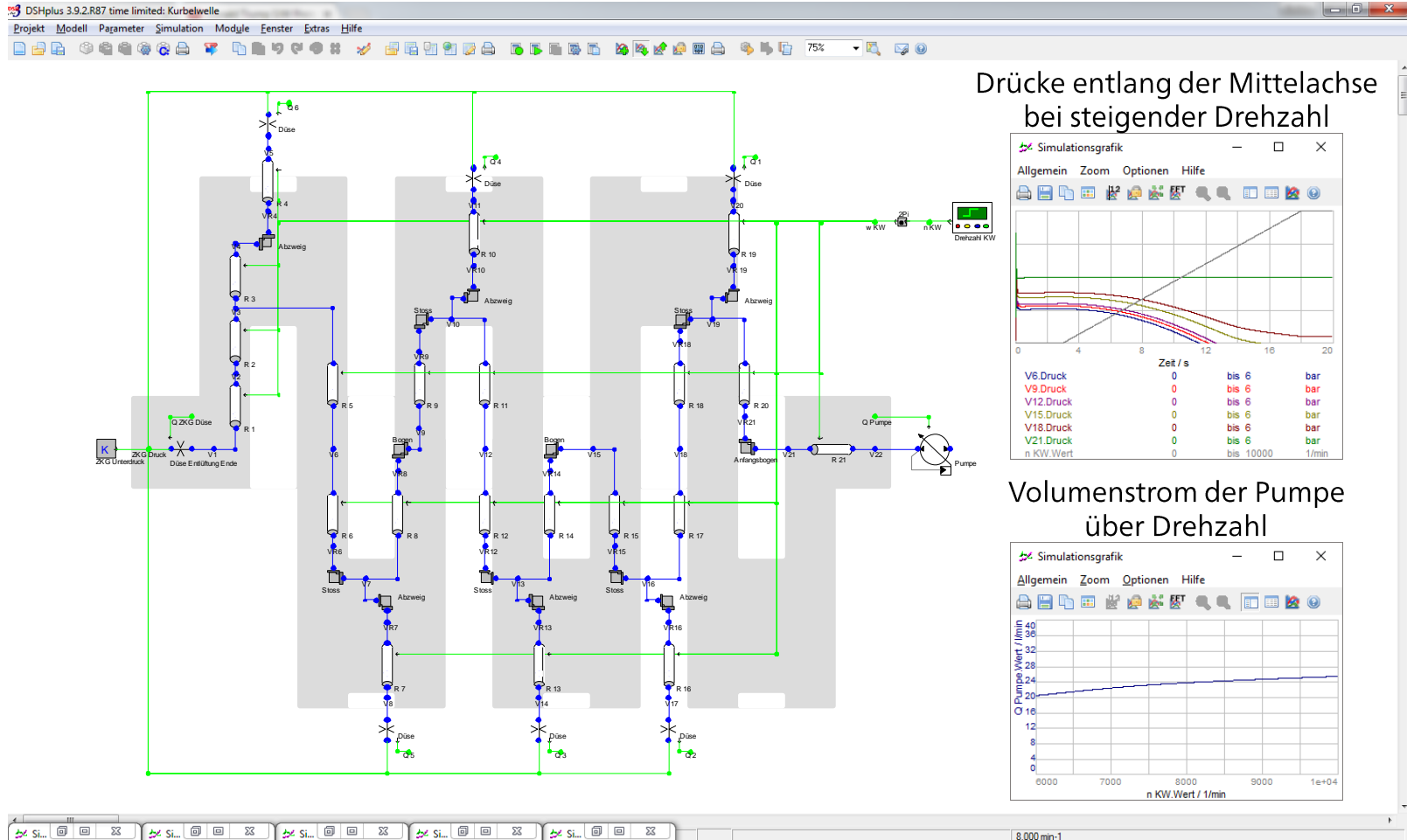
Partikelsimulation



- Evaluierung von Filtrierungskonzepten (Dimensionierung und Position)
- Entwicklung oder Optimierung von Reinigungsnetzwerken nach der Montage oder nach Wartungsarbeiten

DSHplus – Was kann das?

Leitungssimulation



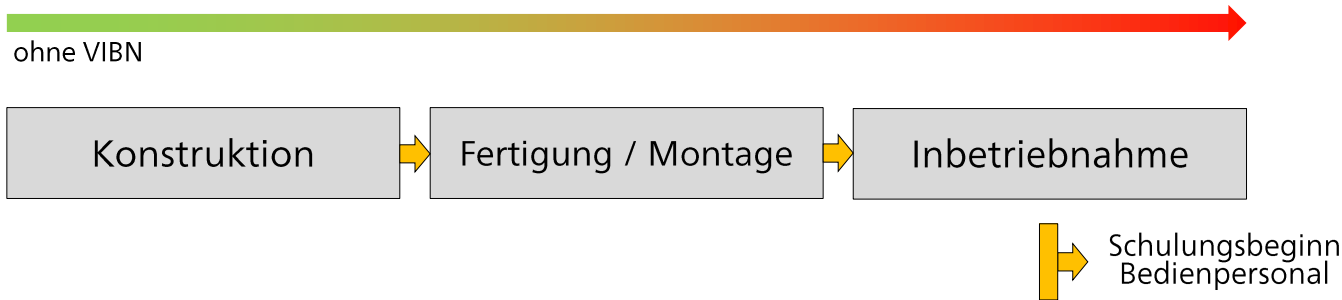
Agenda

- 1 Was ist virtuelle Inbetriebnahme
- 2 Vorstellung FLUIDON und DSHplus
- 3 Anwendung der virtuellen Inbetriebnahme
- 4 Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme
- 5 Herausforderung Zeit
- 6 Beispiele der virtuellen Inbetriebnahme bei FLUIDON

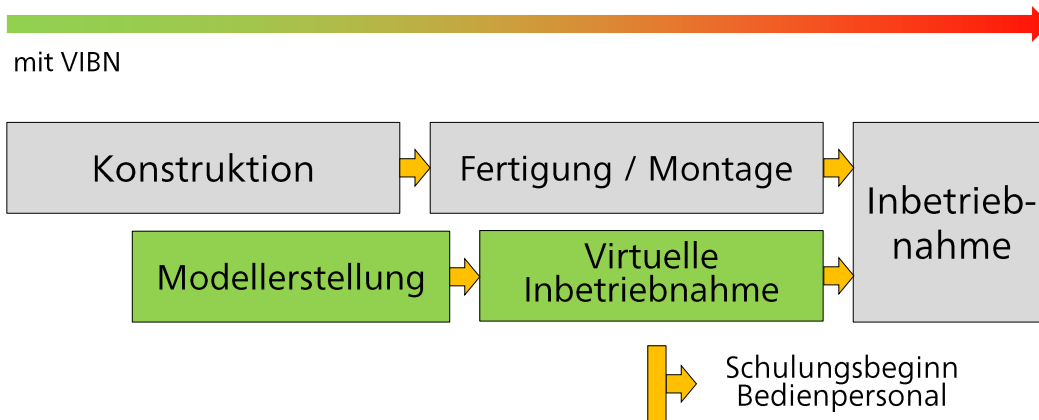
Anwendung der virtuellen Inbetriebnahme

Motivation

Klassischer Entwicklungszyklus einer Maschine (z. B. Presse)



Entwicklungszyklus mit Simulation und virtueller Inbetriebnahme



Anwendung der virtuellen Inbetriebnahme

Vorteile

Die Anwendung der virtuellen Inbetriebnahme im Entwicklungsprozess einer Maschine hat wesentliche Vorteile gegenüber der klassischen Vorgehensweise:

- durch die Virtualisierung der Maschine können Entwicklungsschritte von Maschinenbau und Steuerungstechnik parallelisiert werden
- Inbetriebnahme eines großen Teils der Software mit dem Modell
- Reduzierung der Zeit für die Inbetriebnahme

Wo sind diese Vorteile zu finden

- überall da, wo komplexe Vorgänge und vernetzte Produktionsschritte zu handhaben sind
- Fehler in der Steuerung können fatale Folgen für die Maschine haben

Anwendung der virtuellen Inbetriebnahme

Aufwand

Der Aufwand für eine virtuelle Inbetriebnahme ist mit einem nicht zu unterschätzendem Aufwand verbunden:

- Entwicklung eines Maschinenmodells
- Aufsetzen der virtuellen Umgebung

Aber:

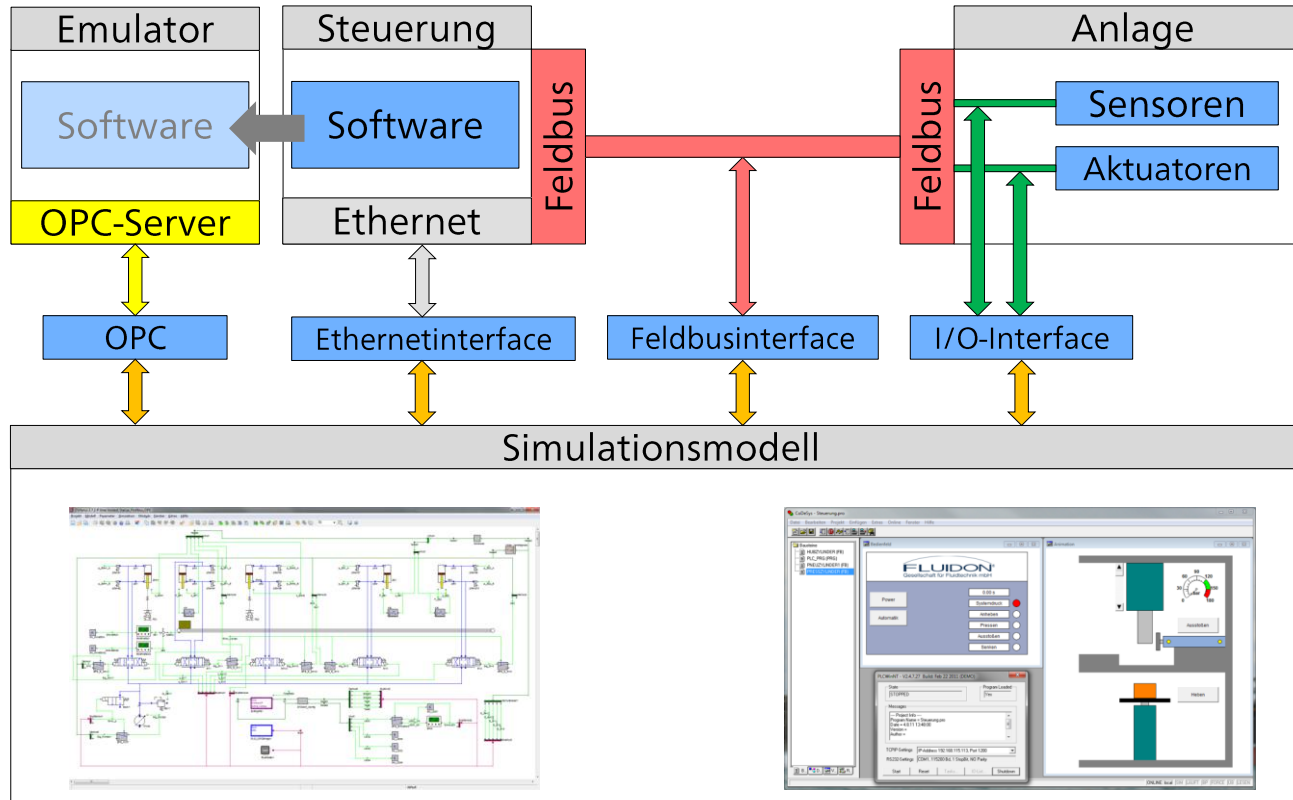
- Erfahrungen von Anwendern zeigen, dass der Aufwand innerhalb der ersten Projekte deutlich sinkt
- Der Aufwand ist gut kalkulierbar
- Besonders vorteilhaft ist es, wenn Modelle aus der Maschinenentwicklung weitergenutzt werden können
 - Aufwand der Erstellung des Modells entfällt
 - Validierung des Modells wird deutlich reduziert

Agenda

- 1 Was ist virtuelle Inbetriebnahme
- 2 Vorstellung FLUIDON und DSHplus
- 3 Anwendung der virtuellen Inbetriebnahme
- 4 Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme
- 5 Herausforderung Zeit
- 6 Beispiele der virtuellen Inbetriebnahme bei FLUIDON

Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme

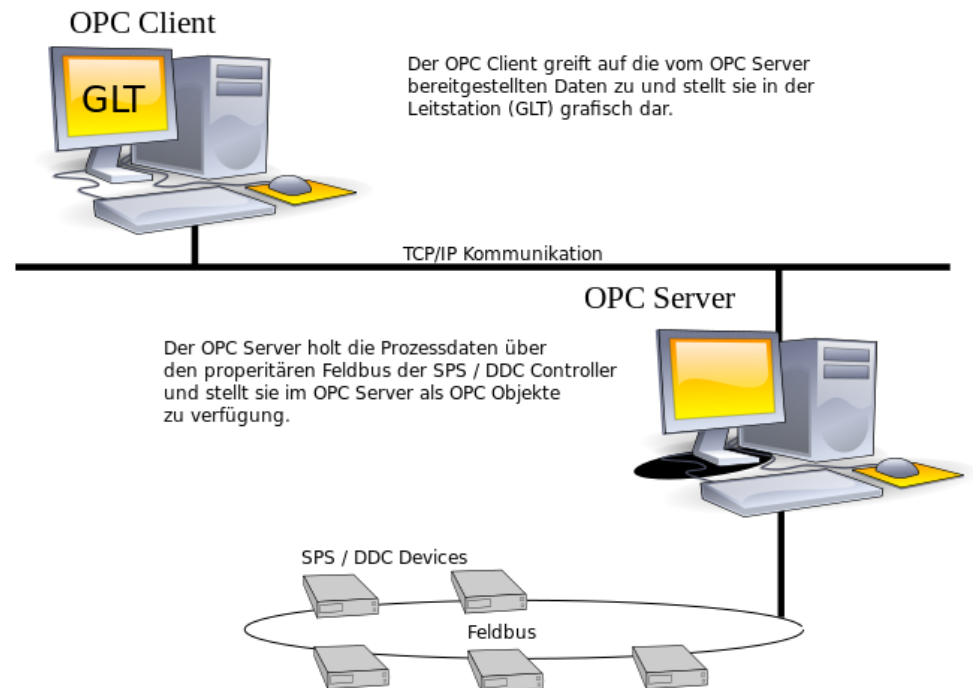
Mögliche Verbindungen zwischen Steuerung und Modell



Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme

Simulator für Steuerung

- Die Steuerungssoftware läuft in einer Umgebung, die OPC (Open Platform Communications) unterstützt
- OPC ist der Standard zur herstellerunabhängigen Kommunikation in der Automatisierungstechnik
- OPC wird dort eingesetzt, wo Sensoren, Regler und Steuerungen verschiedener Hersteller ein gemeinsames, flexibles Netzwerk bilden
- das Simulationsmodell arbeitet als OPC Client und kommuniziert mit dem OPC Server
- Informationen werden auf einem sehr abstrakten Niveau ausgetauscht

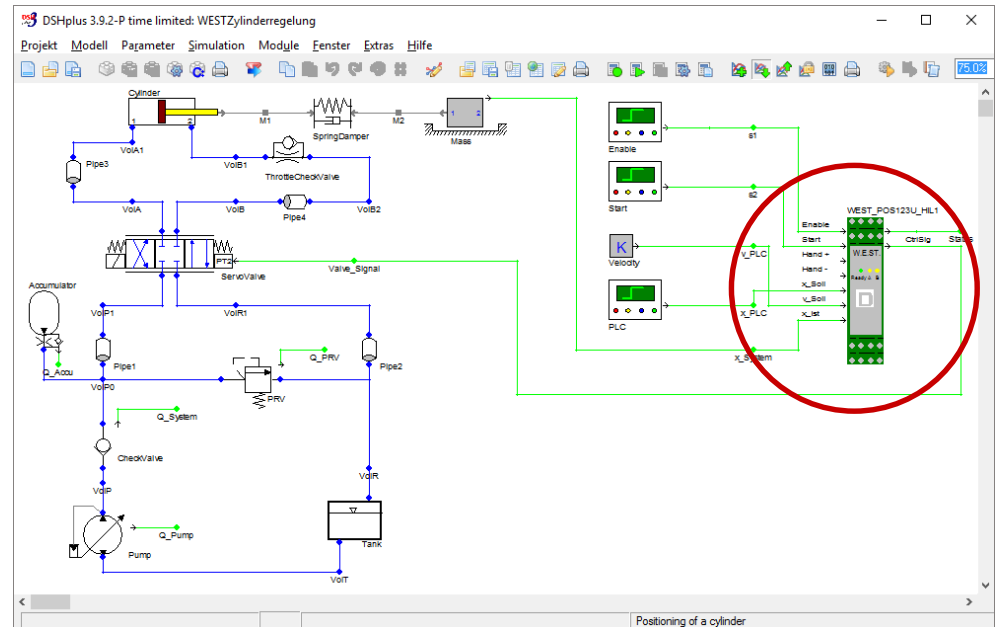


CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=384229>

Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme

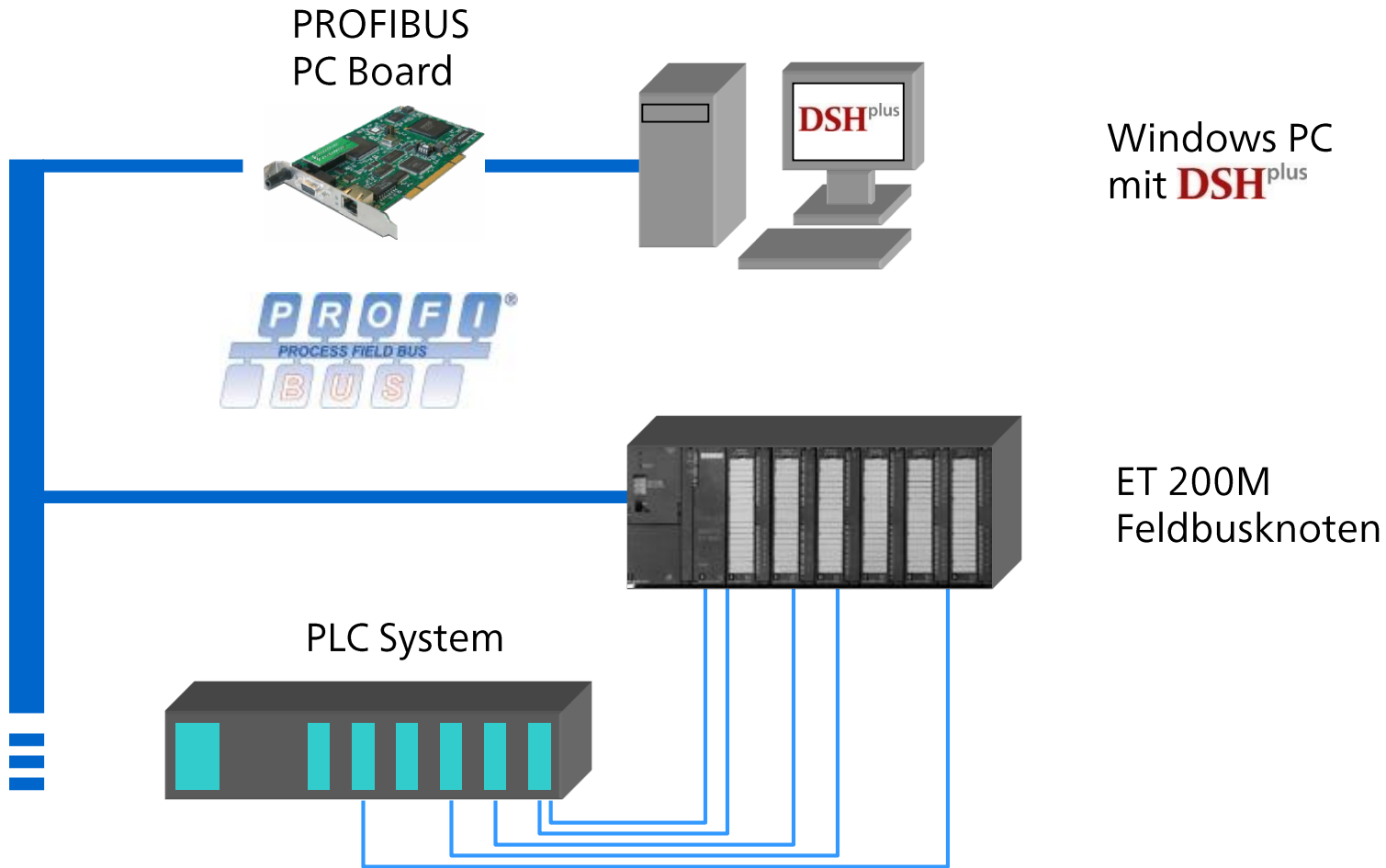
Direkte Verbindung Steuerung – Simulationsmodell

- Die Steuerung (Steuerungshardware) kann direkt an den Simulationsrechner gekoppelt werden
 - Ethernet
 - RS 232
 - USB
 - ...
- Für jede Hardware muss ein passendes spezielles Interface auf dem Simulationsrechner und im Simulationsmodell zur Verfügung stehen
- sehr einfach und komfortabel zu bedienen
- wenig Konfigurationsaufwand



Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme

Feldbusanbindung und I/O-Interface

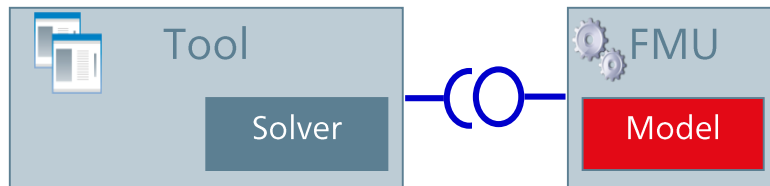


Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme

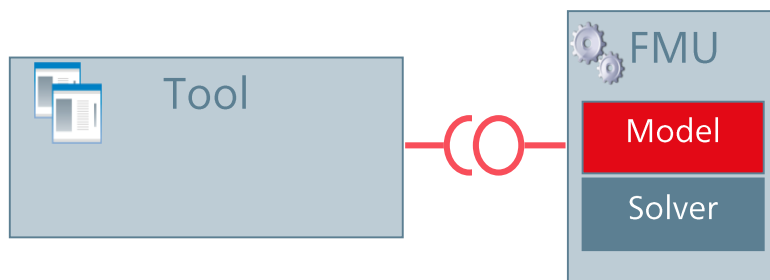
Simulationskopplung – FMI

- Verbindung von Steuerung und Simulation nicht nur mit genau einem Programm möglich
- Erweitertes Szenario: Modellverbund kommuniziert mit Steuerung
- Aktueller Trend: FMI

- FMI for Model Exchange:



- FMI for Co-Simulation:

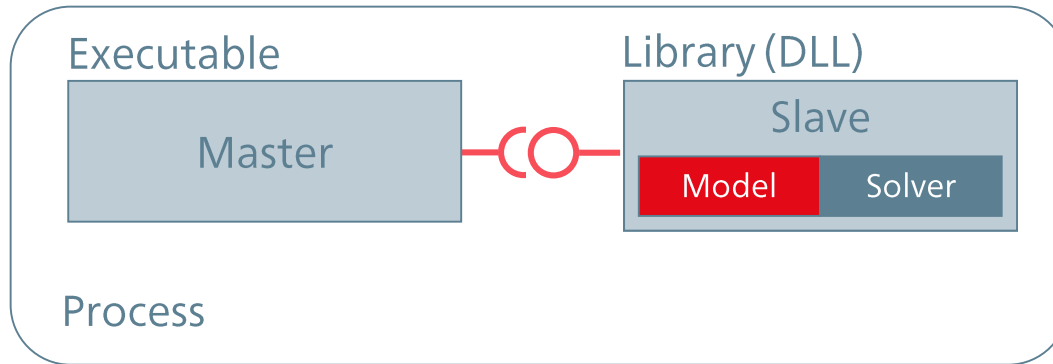


Quelle: Modelica 2011: Functional Mockup Interface

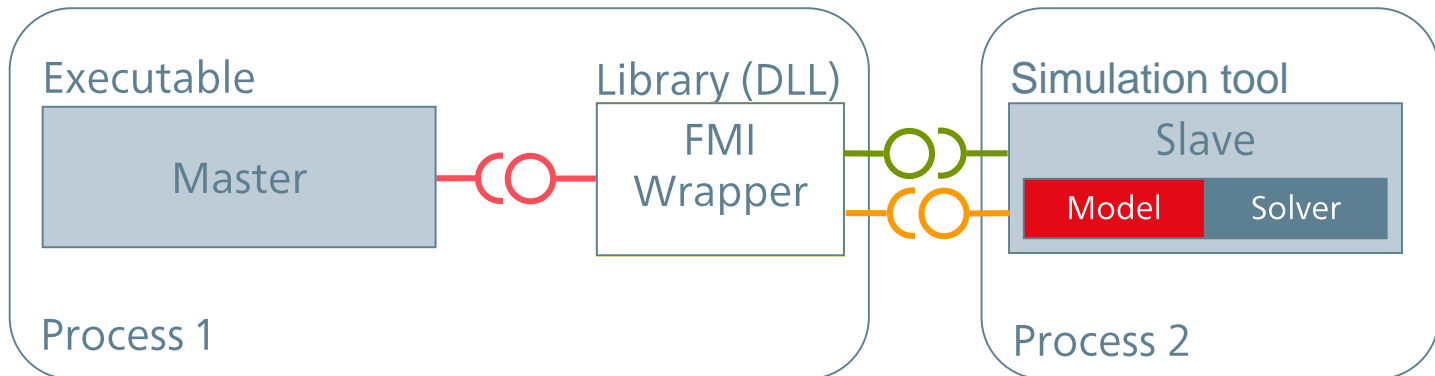
Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme

Co-Simulation mit FMI

- Co-Simulation stand alone:



- Co-Simulation tool:

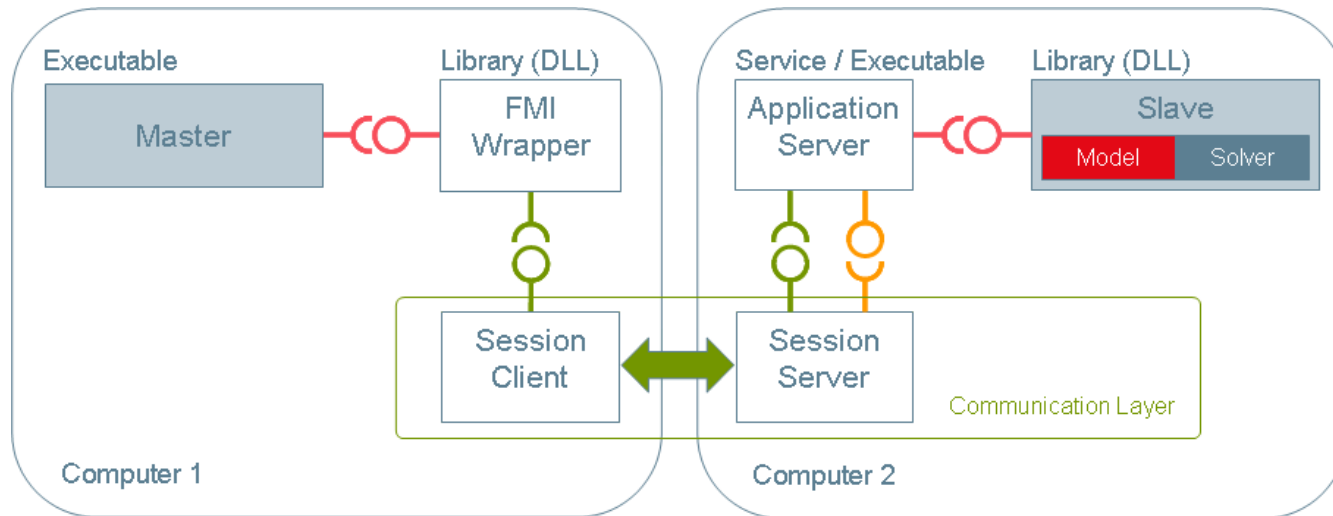


Quelle: Modelica 2011: Functional Mockup Interface

Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme

Co-Simulation mit FMI

- Distributed co-simulation scenario



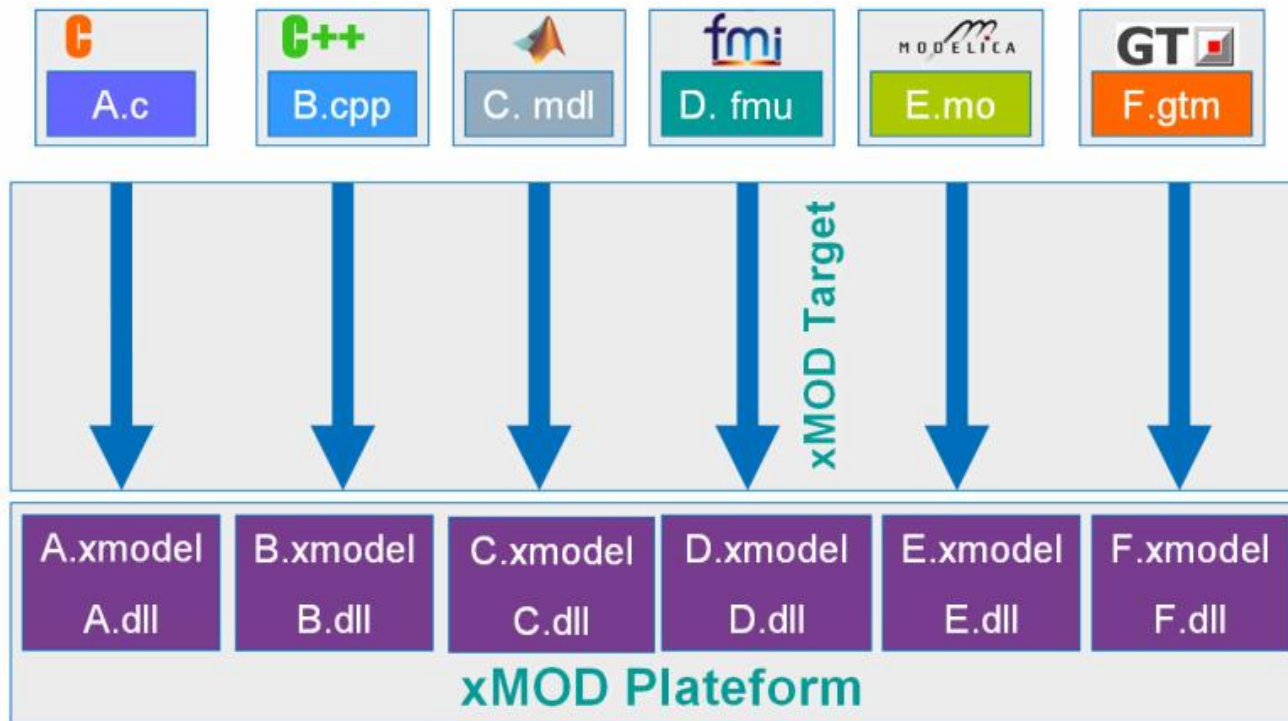
- Data exchange is handled by a communication layer which is implemented by a special FMI wrapper
- Master and slave utilize FMI for Co-Simulation only

Quelle: Modelica 2011: Functional Mockup Interface

Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme

xMOD – ein Beispiel eines Simulation-Backbones

- Kopplungsmöglichkeiten

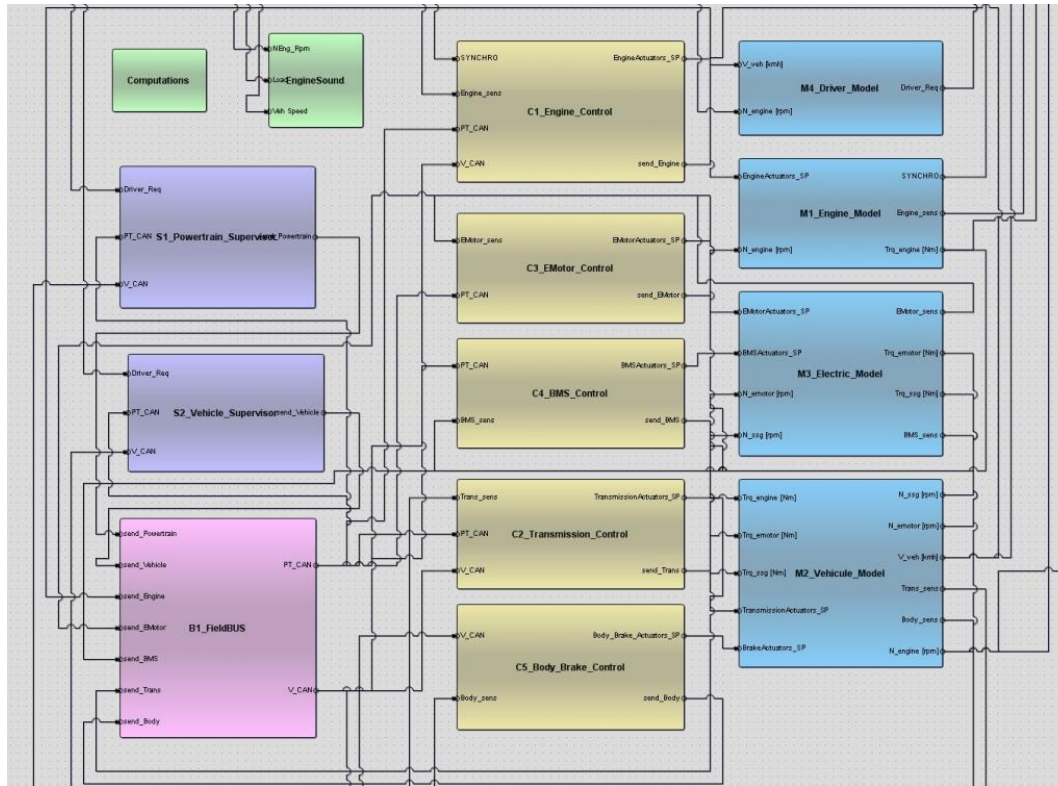


Quelle: ifp energies nouvelles

Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme

xMOD – ein Beispiel eines Simulation-Backbones

- gekoppeltes Gesamtmodell



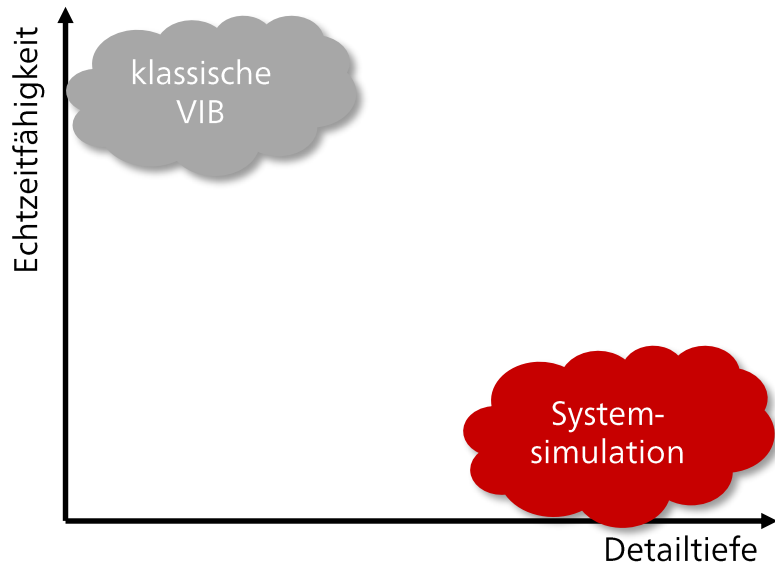
Quelle: ifp energies nouvelles

Agenda

- 1 Was ist virtuelle Inbetriebnahme
- 2 Vorstellung FLUIDON und DSHplus
- 3 Anwendung der virtuellen Inbetriebnahme
- 4 Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme
- 5 Herausforderung Zeit
- 6 Beispiele der virtuellen Inbetriebnahme bei FLUIDON

Herausforderung Zeit

Einordnung

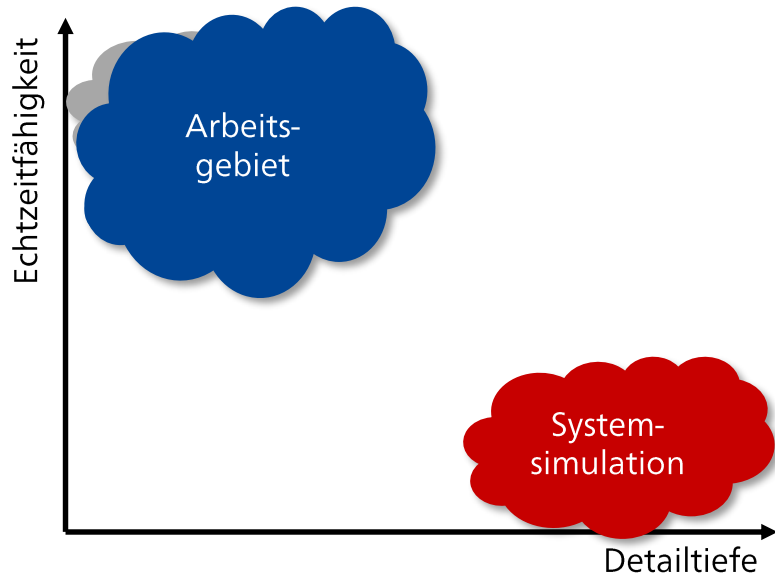


- Die klassische virtuelle Inbetriebnahme nutzt Modelle mit einer geringen Detailtiefe
 - linearisiertes Verhalten
 - Verwendung von Kennlinien und Kennfeldern
 - Modelle geringer Ordnung
 - Rechenzeitoptimiert
- Die Systemsimulation basiert zum großen Teil auf physikalischen Modellen mit hoher Detailtiefe
 - Modelle hoher Ordnung
 - Abbildung hoher Eigenfrequenzen
 - Rechenzeit nicht exakt bestimmbar (z. B. wegen Iterationen)
 - Erfordernis kleiner Schrittweiten bei der numerischen Lösung von Differentialgleichungen

Herausforderung Zeit

Kriterien für den Echtzeitbedarf

Wann muss ein Modell für die virtuelle Inbetriebnahme in Echtzeit laufen?



- Hardware mit Echtzeitverhalten, das nicht beeinflusst werden kann
 - eingebundene reale Bauteile
 - Übergang zum Echtzeitsimulator, z. B. Fahrsimulator, Flugsimulator
- Regler vom Aufbau so, dass er nicht im Zeitverhalten beeinflusst werden kann
 - Einsatz analoger Technik
 - gekapselte Softwareteile
- Durchführung eines Performance-Tests
 - Überprüfung des Echtzeitverhaltens der Steuerung

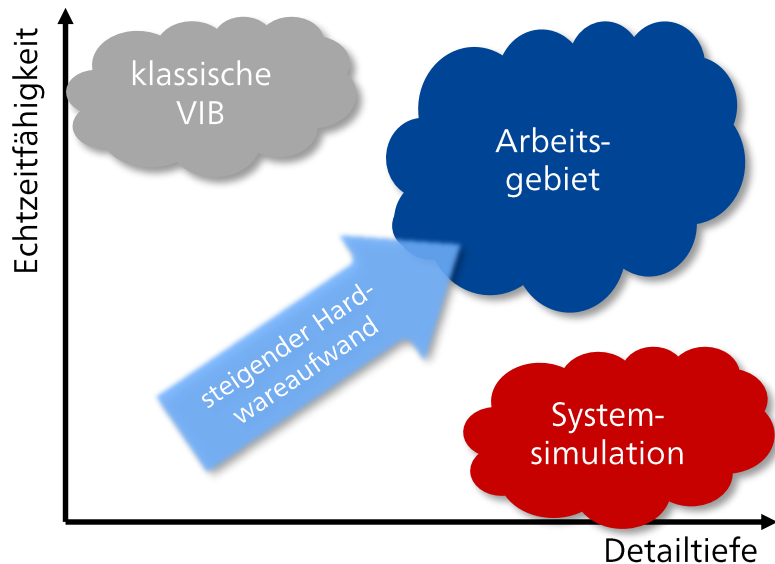
Ohne diese Faktoren ist eine Triggerung der Steuerung zulässig.

- z. B. Schaffung einer gleichen Zeitbasis für alle Beteiligten

Herausforderung Zeit

Worin liegt die Herausforderung für die Echtzeit

Physikalische – und insbesondere hydraulische – Modelle haben hohe Eigenfrequenzen.



- numerische Lösung erfordert kleine Schrittweiten
- Maßnahmen
 - Leistungsfähigere Rechnerhardware
 - Begrenzung durch stagnierende Zunahme von Prozessorgeschwindigkeit
 - angepasste Modellreduktion
 - von Hand
 - automatisiert
 - Parallelisierung
 - Co-Simulationsmechanismus
 - Aufteilung physikalisch motiviert
 - Aufteilung durch numerische Analyse

Insgesamt gesehen ist die Herausforderung Echtzeit nicht so trivial, wie es andere gerne darstellen.

FLUIDON nimmt die Herausforderung an und entwickelt geeignete Lösungen.

Herausforderungen Zeit

Anmerkungen

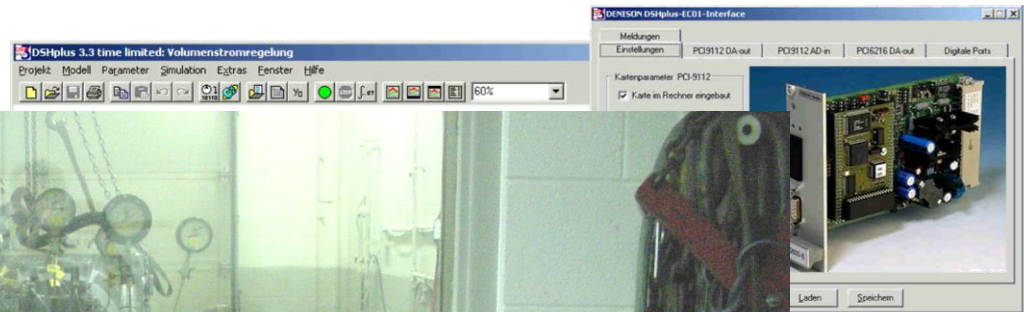
- Rechnet ein Modell unter Windows schnell genug, kann es auf die Systemzeit synchronisiert werden
 - keine Garantie der Echtzeit, da Windows kein Echtzeitsystem ist
 - Änderung der Prozessorlast durch Multitasking-Nutzung kann den Echtzeitablauf stören
 - z. B. Mauseaktionen beeinflussen die Ausführungsgeschwindigkeit
- Bisherige Lösungen in Echtzeit
 - Teilmodelle für Fahrsimulator bei Daimler, Einbindung auf Modellquellcodeebene
 - prosys-RT (Echtzeit Linux)
 - dSpace über Targetlink von Matlab
 - Sorcus Reglerkarten mit Embedded System

Agenda

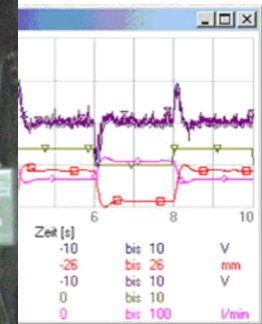
- 1 Was ist virtuelle Inbetriebnahme
- 2 Vorstellung FLUIDON und DSHplus
- 3 Anwendung der virtuellen Inbetriebnahme
- 4 Die Technik hinter der virtuellen Inbetriebnahme
- 5 Herausforderung Zeit
- 6 Beispiele der virtuellen Inbetriebnahme bei FLUIDON**

Entwicklung und Inbetriebnahme eines Pumpenreglers

Prüfstandsbetrieb mit vorparametrierten Reglern



Die DSHplus mit angeschlossenen Sensoren und Aktoren für die Entwicklung



mit Software- plus-HIL-Box

Inbetriebnahme Schmiedepresse



Bedienpult, Simulations-
PC und PROFIBUS-
Interface



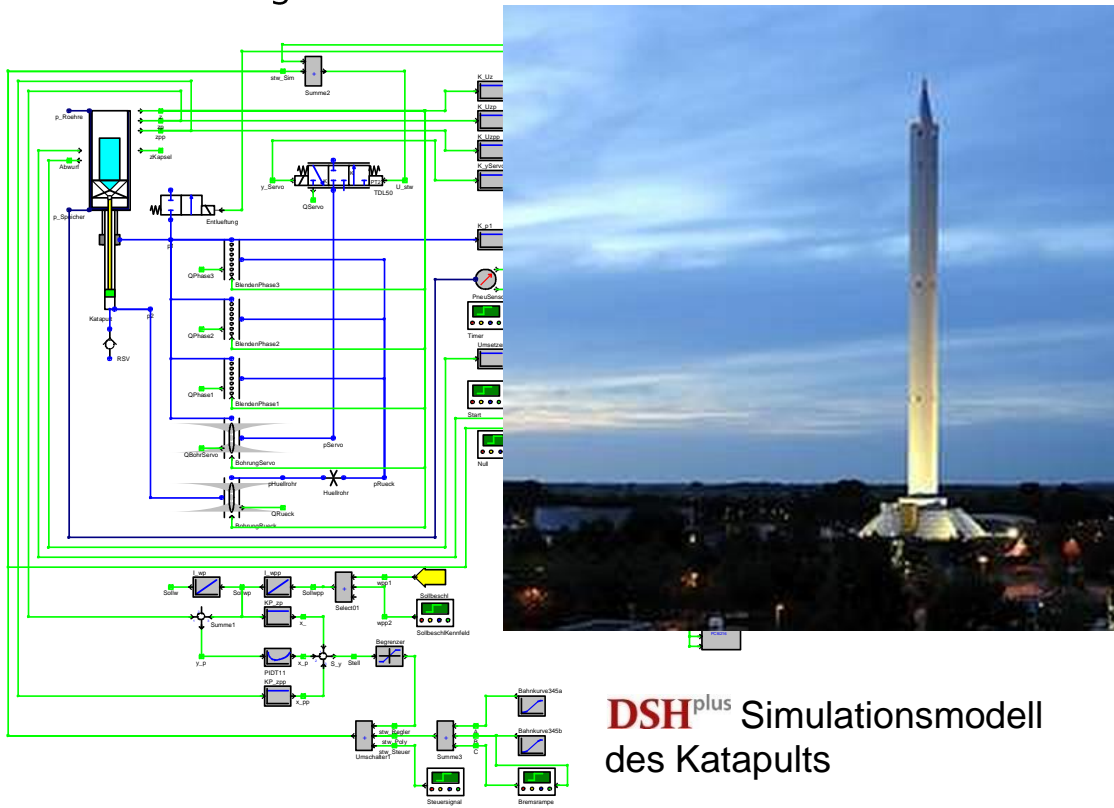
Schmiedepresse



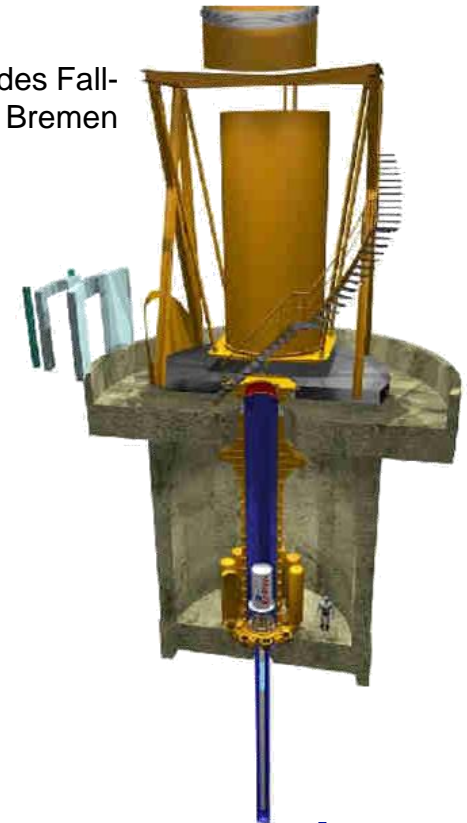
Schaltschrank mit SPS

Fallturm Bremen

- Untersuchung von sicherheitskritischen Routinen einer Anlagensteuerung
- Simulation kritischer Betriebspunkte
- Voreinstellung von Parametern



Katapult des Falltums in Bremen



Lingk+Sturzebecher
Hydraulik • Leichtbau • Engineering



DSH^{plus}

More than 20 years simulation in fluid power mechatronic environment.