

Prof. Dr.-Ing. habil. Leon Urbas
Professur für Prozessleittechnik & Arbeitsgruppe Systemverfahrenstechnik

1.4 Modellarten, Modellierungsstrategien und Simulationswerkzeuge

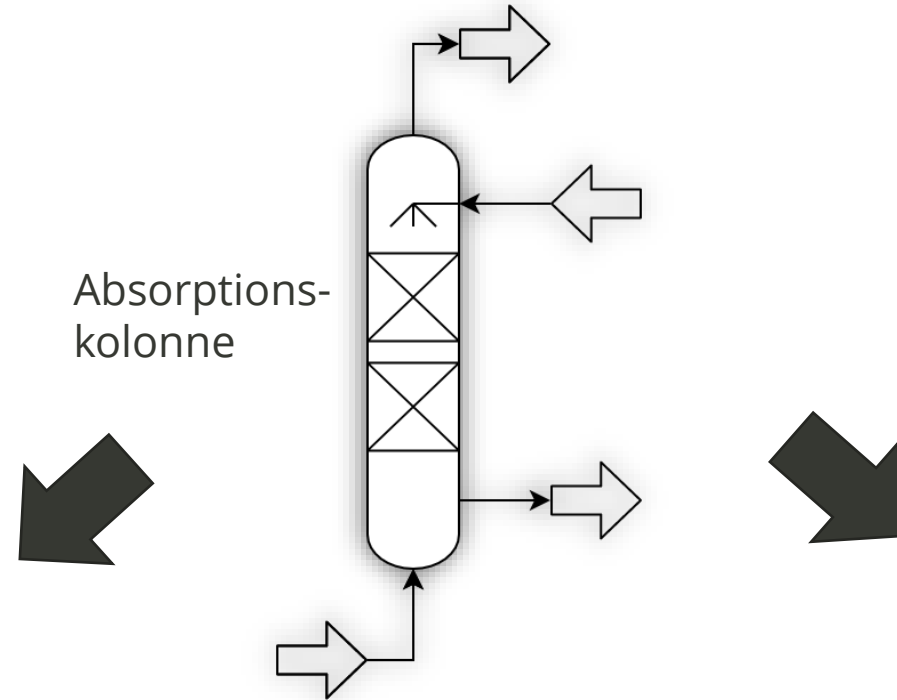
1. Einführung in die Systemverfahrenstechnik

Lehrveranstaltung Systemverfahrenstechnik

Überblick

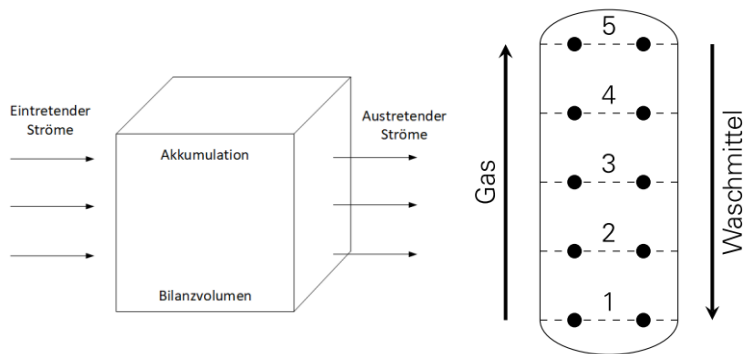
- 1.1 Aufgaben und Gegenstand der Disziplin
- 1.2 Strukturierung und Hierarchie verfahrenstechnischer Systeme
- 1.3 Grundlagen der systemverfahrenstechnischen Modellierung und Simulation
- 1.4 **Modellarten, Modellierungsstrategien und Simulationswerkzeuge**

Prozessmodellierung = heterogener Modellverbund



First Principles Modellierung

Modellbildung auf der Grundlage von physikalischen Gesetzen (z.B. Erhaltungsgesetze)

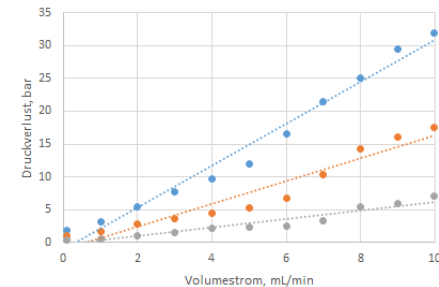
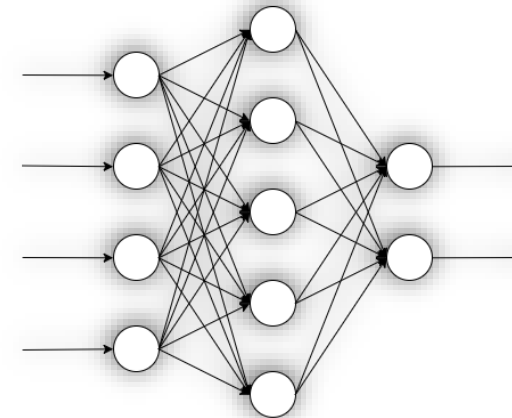


Empirische Modellierung

Modellbildung auf der Grundlage experimenteller Daten mit Hilfe statistischer Methoden

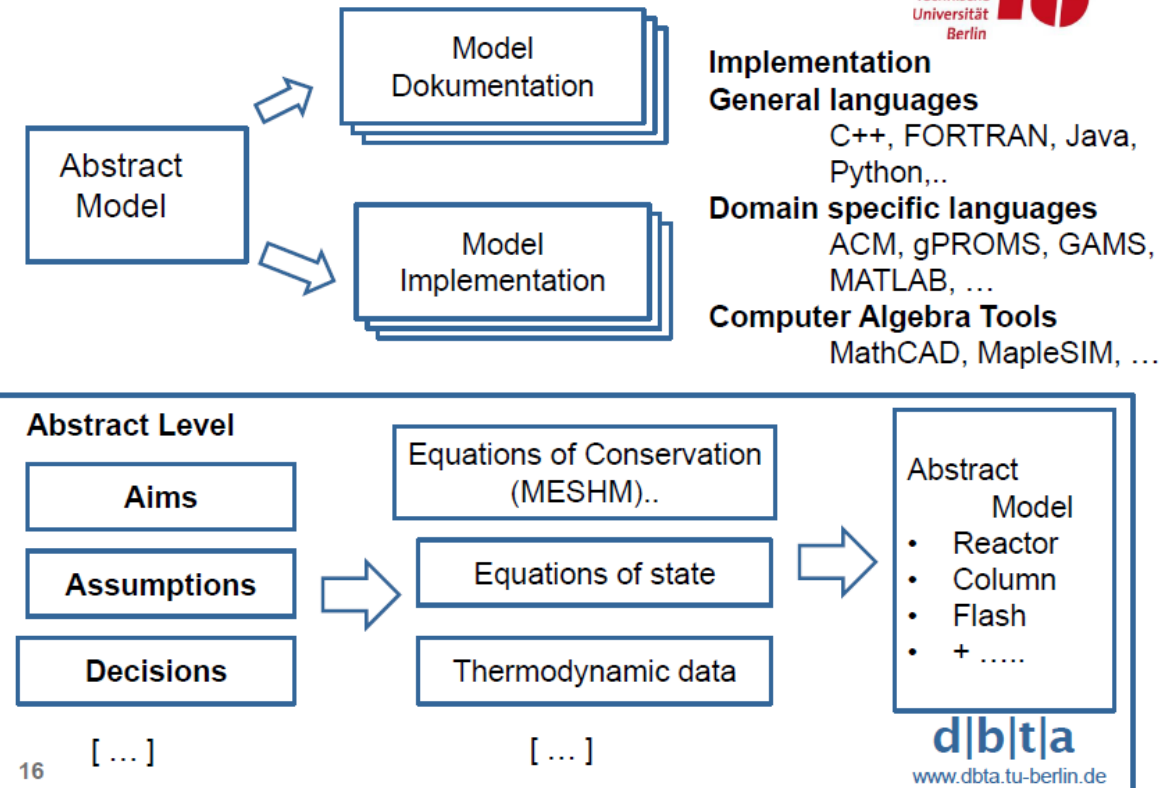
Hybride Modelle

- Theoriegeleitete Short-Cut-Modelle
- Neuro Fuzzy Modelle

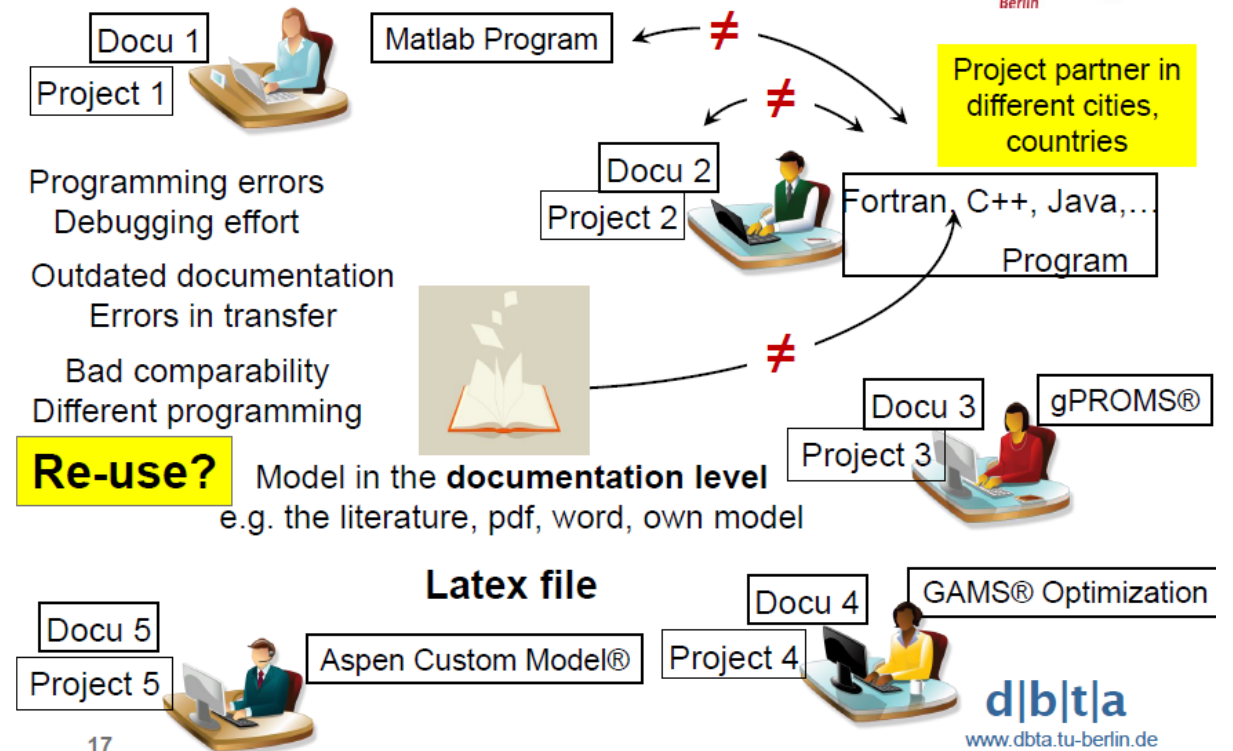


Modellierungstrategien (Wozny, Summer School Krakau 2015)

Process Modeling

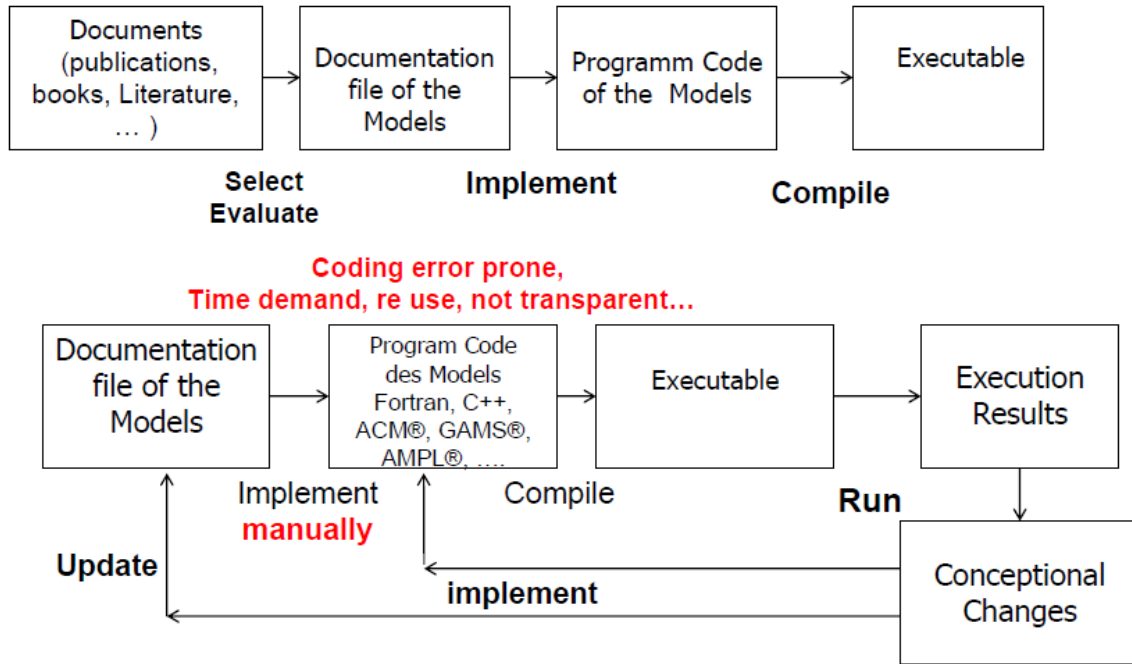


Classical Approach - Process Modelling Simulation and Optimization



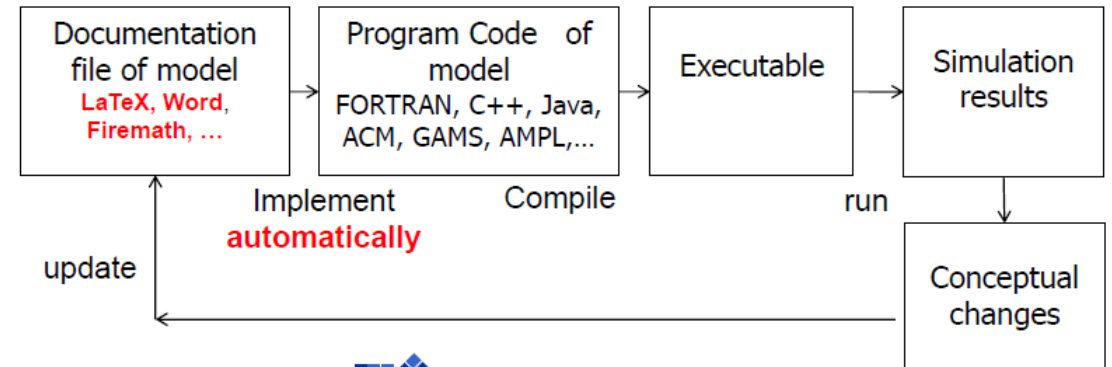
Workflow Modellierung (Wozny, Summer School Krakau 2015)

Classical Model Development



Coding error prone,
Time demand, re use, not transparent...

MOSAIC Model development



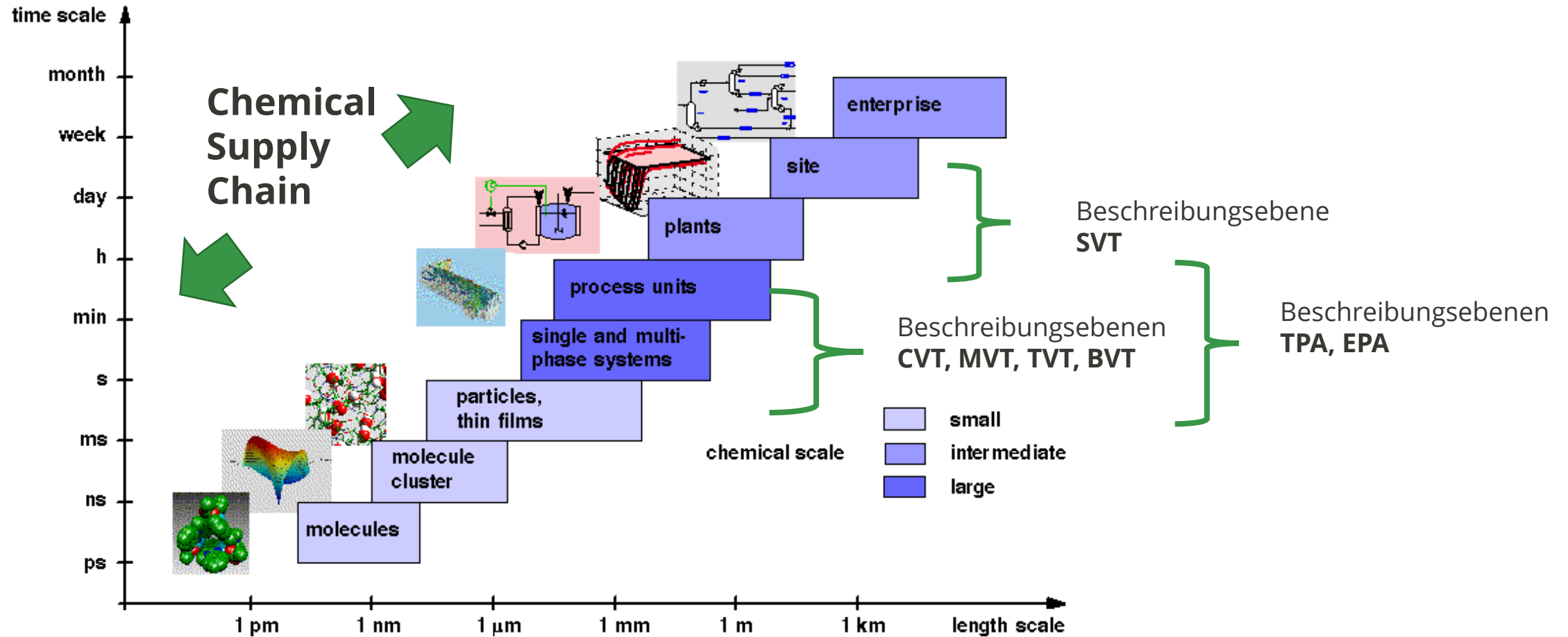
18



19



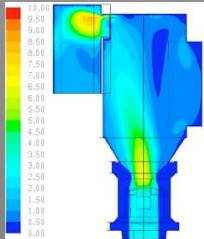
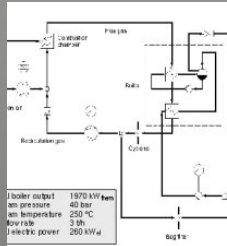
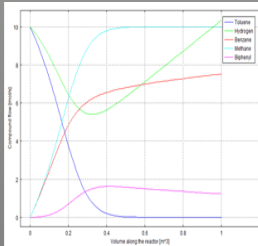
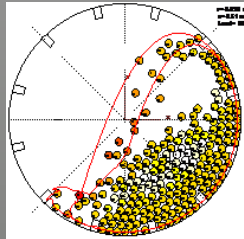
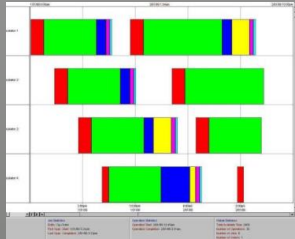
Anwendungsfälle mathematischer Modelle



(Bildquelle: Grossmann, Westerberg 2002)

Problemstellungen der Prozesssimulation

(angelehnt an Hartmann et al. 1979 nach Wozny 2006)

Strömungsmechanik	Thermische Verfahrenstechnik	Reaktionstechnik	Mechanische Verfahrenstechnik	Verarbeitungstechnik
Mehrdimensionale reibungsbehaftete Bewegung von Fluiden	Übertragungsprozesse zwischen strömenden Medien	Chemische Umsetzungsprozesse in technischen Apparaten	Zerteilungs- und Umsetzungsprozesse Systemen mit \geq einer dispersen Phase	Ur- und Umformprozesse, Füge- und Trennprozesse, Veredelungs- und Strukturänderungen
				
CFD-Simulation	Fließschemasimulation	Fließschemasimulation	Feststoffsimulation	Logistiksimulation

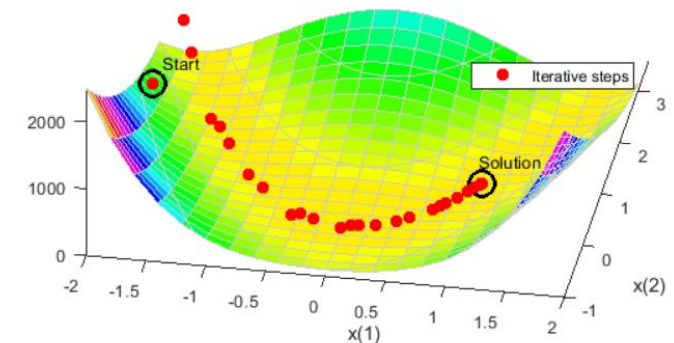
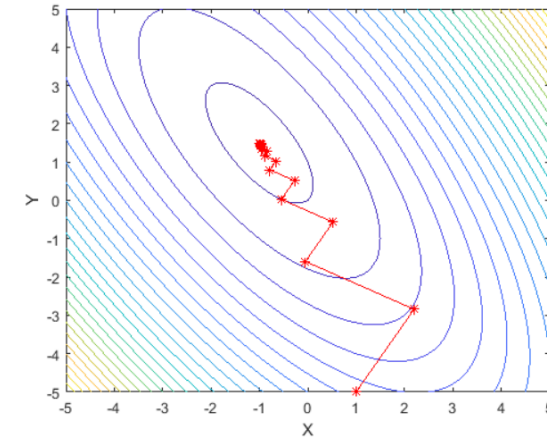
Simulationswerkzeuge

Matlab

Universelles Simulationswerkzeug zur statischen und dynamischen Simulation sowie Optimierung

Toolboxes:

- **Optimization:** Solver für lineare Programmierung (LP), quadratische Programmierung (QP), nichtlineare Programmierung (NLP), nichtlineare Gleichungen und andere.
- **Global Optimization:** Funktionen zur Lösung von Problemen mit mehreren Maxima oder Minima mit folgenden Solvern wie Surrogat, Pattern Search, genetischer Algorithmus, Partikelschwarm, simuliertes Annealing, MultiStart und GlobalSearch.



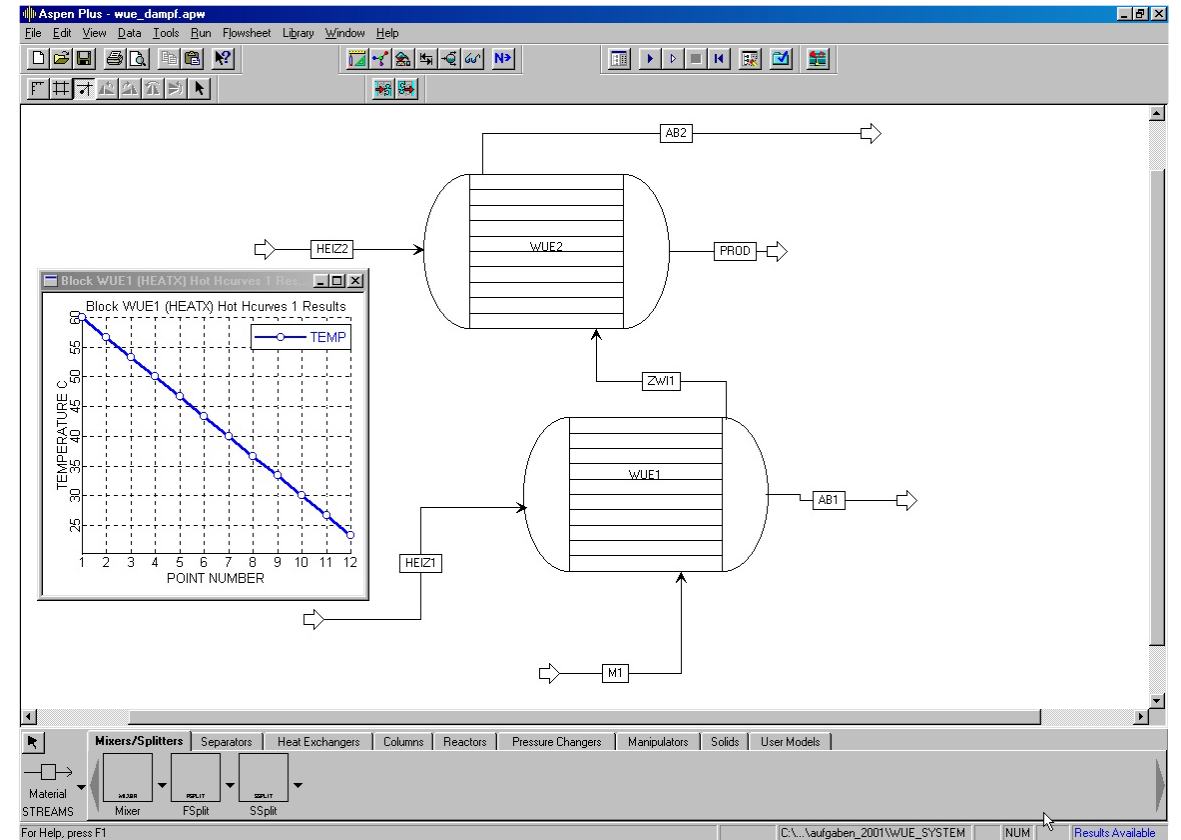
Simulationswerkzeuge

Beispiel ASPEN PLUS

Fachgebietsorientiertes Simulationsprogramm zur statischen Simulation verfahrenstechnischer Modelle

Komponenten:

- **ModelManager:** Parametrierung der Modelle und Präsentation der Simulationsergebnisse.
- **Simulator (SimulationEngine):** Berechnungen mit modular-sequentieller Berechnungssteuerung
- Umfangreiche **Modellbibliothek**, mit FORTRAN-Unterprogrammen erweiterbar
- **Standard-Datenbanken** für reine Stoffe und binäre Gleichgewichte. Schnittstelle zur Anbindung fremder Datenbanken
- Bibliothek von **Berechnungsverfahren** für die Eigenschaften **realer Stoffsysteme** wird bereitgestellt, prinzipiell erweiterungsfähig
- Diagrammgenerator, Reportgenerator



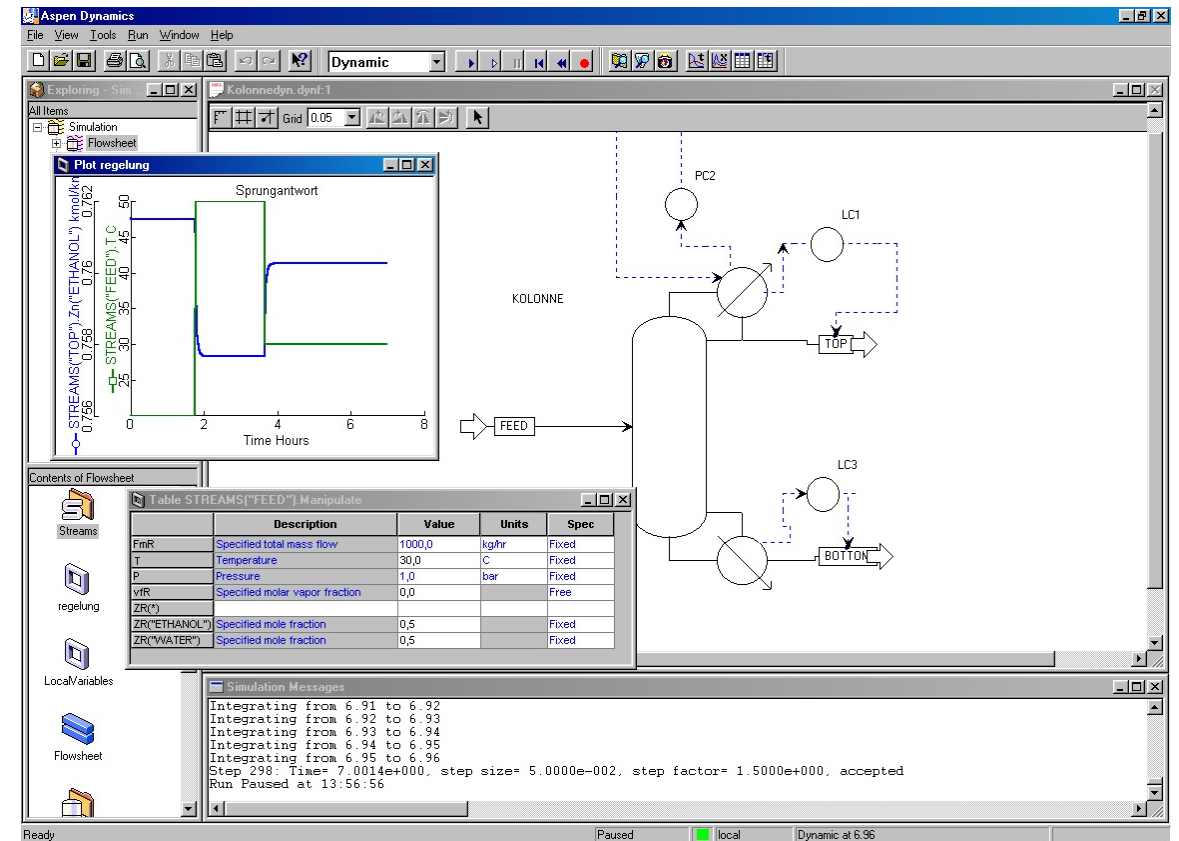
Simulationswerkzeuge

Beispiel ASPEN DYNAMICS

Ergänzt ASPEN PLUS um die dynamische Simulation verfahrenstechnischer Modelle

Komponenten:

- Interaktive Ergänzung um dynamische Komponenten
- Interaktive Steuerung des Simulationsablaufs
- Simulator arbeitet gleichungsorientiert
- **Modellbibliothek**
- **Stoffdaten** wie ASPEN PLUS
- Diagrammgenerator, Reportgenerator



Simulationswerkzeuge

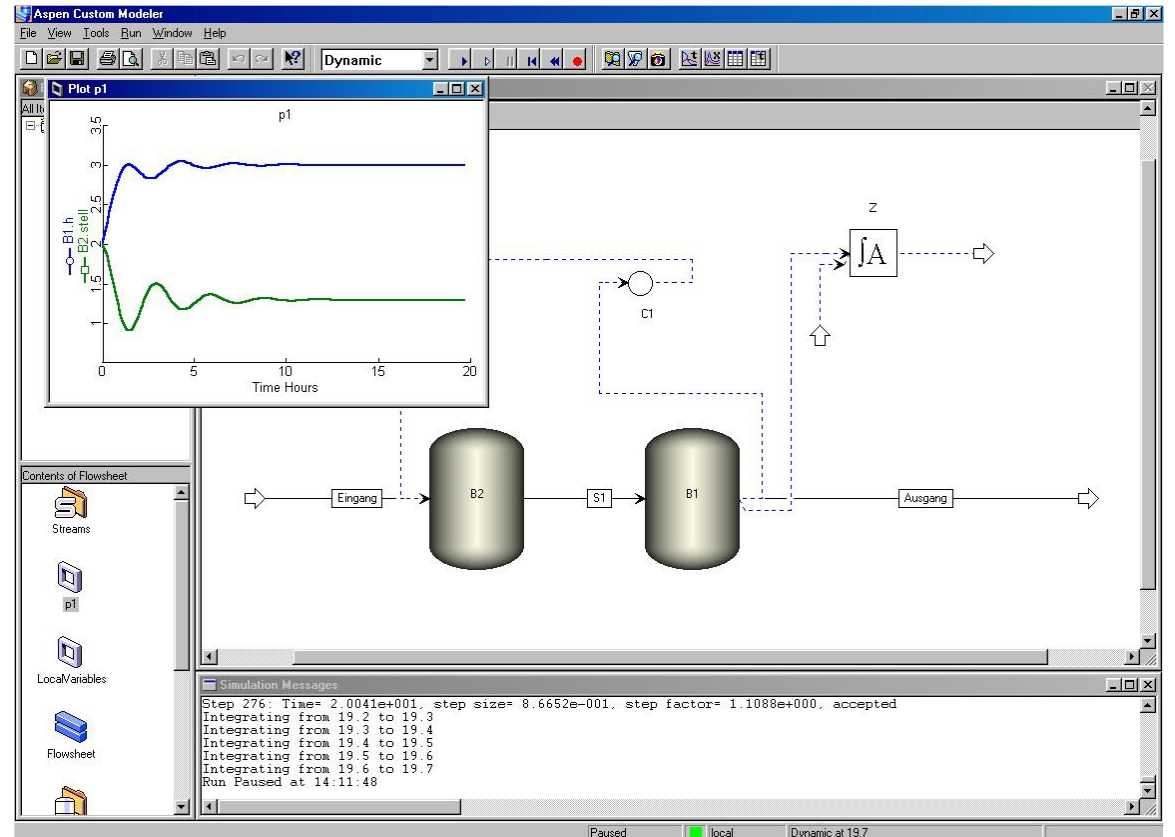
Beispiel ASPEN CUSTOM MODELLER

Ergänzt ASPEN DYNAMICS um eine
Simulationssprache

Komponenten:

- Interaktive Erzeugung der Systemstruktur
- Programmeditor und Compiler

Modellbibliothek in ACM-Simulationssprache



Empfehlung für Selbststudium

Klöden, W., 2008. Skript Systemverfahrenstech. Technische Universität Dresden, S. 2-6 bis 2-12

Minsky, M. L. (1965). Matter, Mind and Models. *International Federation of Information Processing Congress, 1*, S. 45–49.

Velten, K. (2009). Mathematical Modeling and Simulation: Introduction for Scientists and Engineers. Wiley-VCH. <https://doi.org/10.1002/9783527627608> , S. 1–45



PROCESS CONTROL SYSTEMS **PROCESS SYSTEMS ENGINEERING**

Prof. Dr.-Ing. habil. Leon Urbas
Email: leon.urbas@tu-dresden.de
Telefon: 0351 463 39614

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!