

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

1.1 Aufgaben und Gegenstand der Disziplin

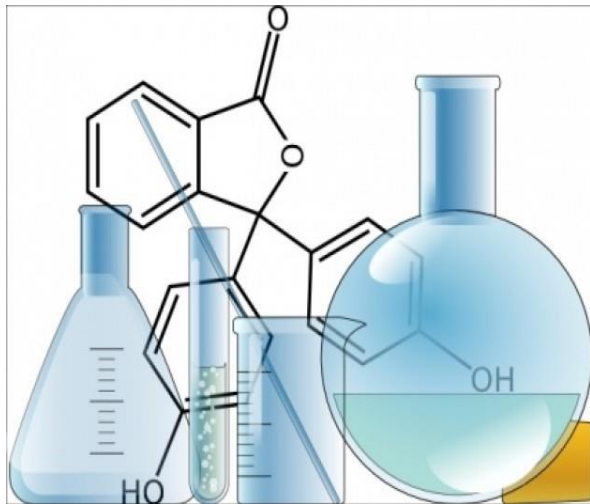
1. Einführung in die Systemverfahrenstechnik

Lehrveranstaltung Systemverfahrenstechnik

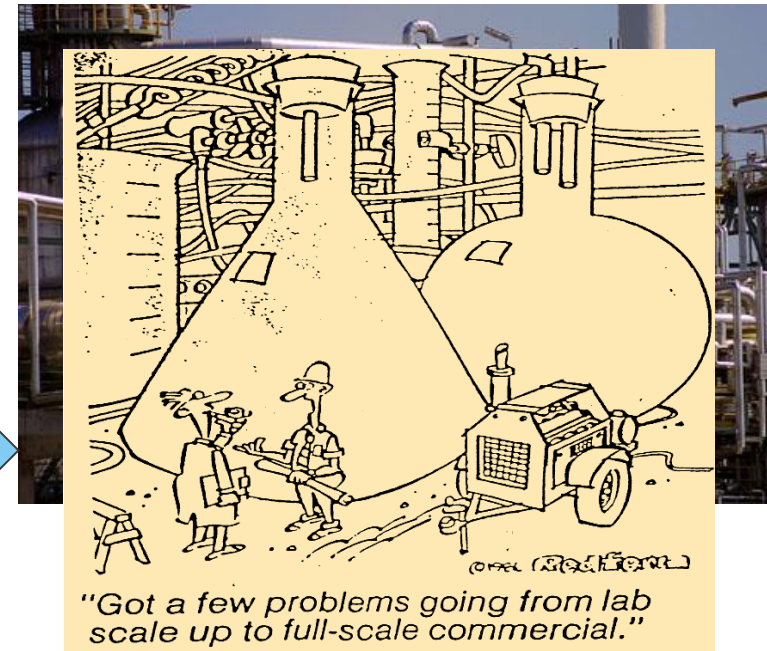
Überblick

- 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

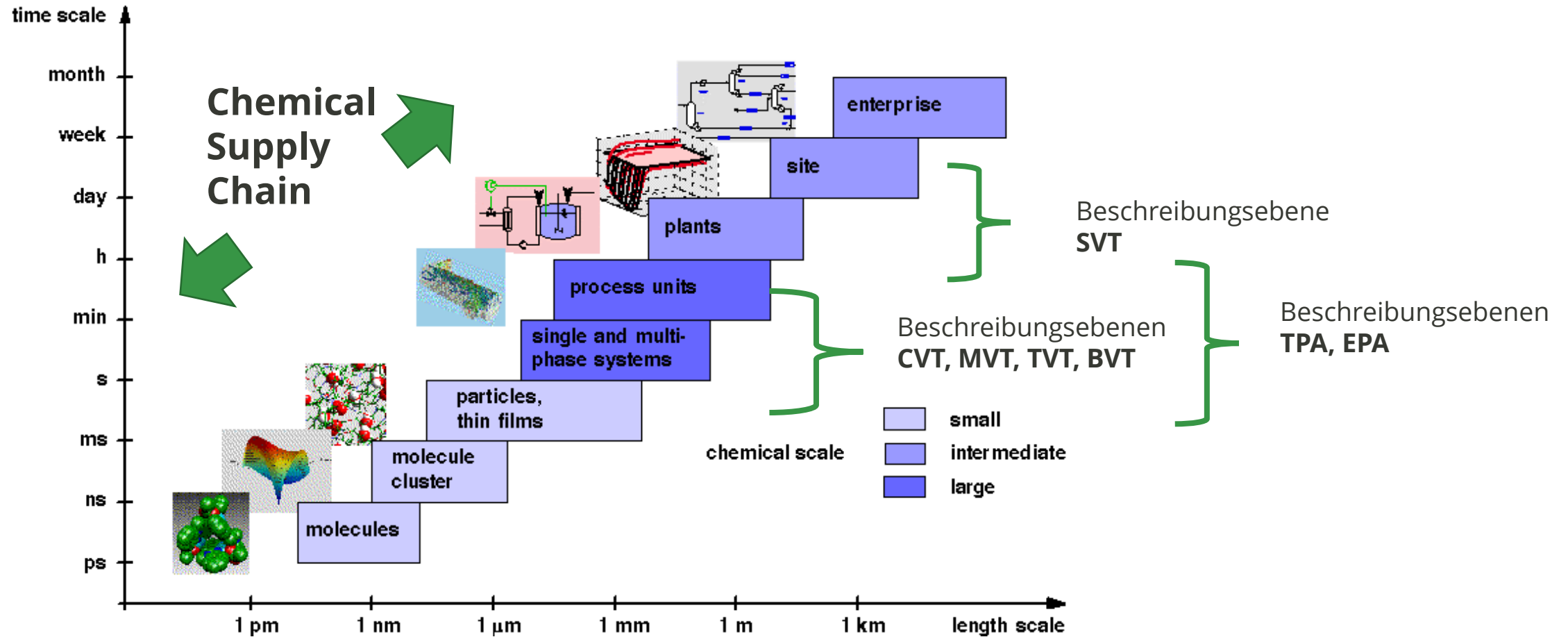
Process Systems Engineering: Von der Produktidee zur Produktion



creative application of **scientific principles** to **design** or **develop** **structures, machines, apparatus, or manufacturing processes**



Anwendungsfälle mathematischer Modelle



(Bildquelle: Grossmann, Westerberg 2002)

Prozess – Physikalische Absorption

Aufnahme einer zu absorbierenden Komponente A aus einer Phase in eine andere Phase.

Mathematische Beschreibung:

- Henry-Gesetz

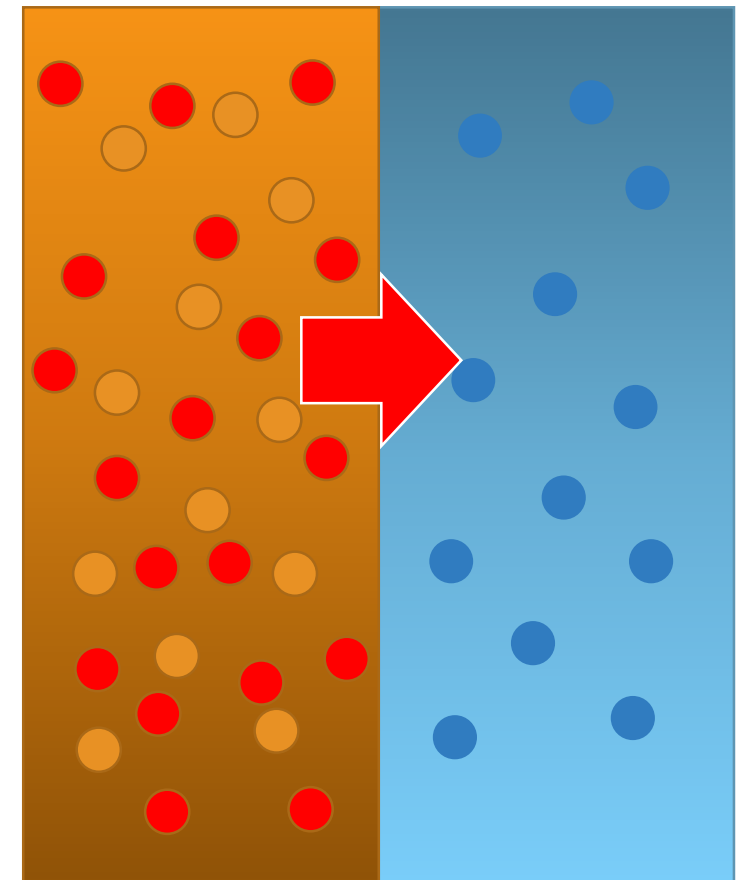
$$p_i = H_{i,x} x_i$$

mit

p_i - Partialdruck

$H_{i,x}$ - Henry-Konstante

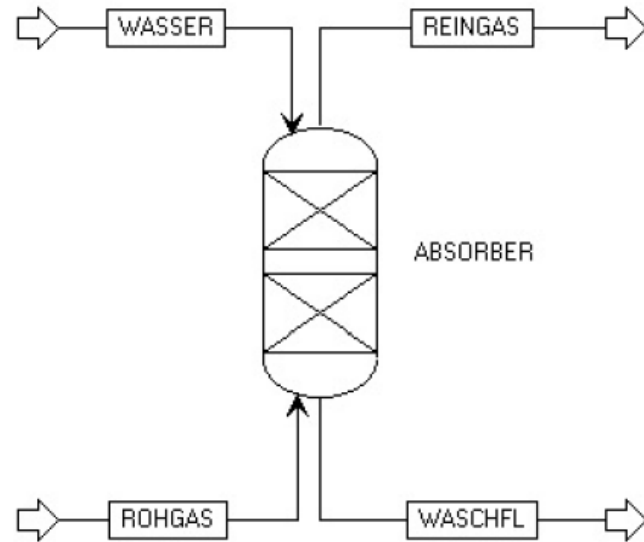
x_i - Stoffmengenanteil



Gasphase mit
zu absorbierenden
Gaskomponente

Absorbierende Phase

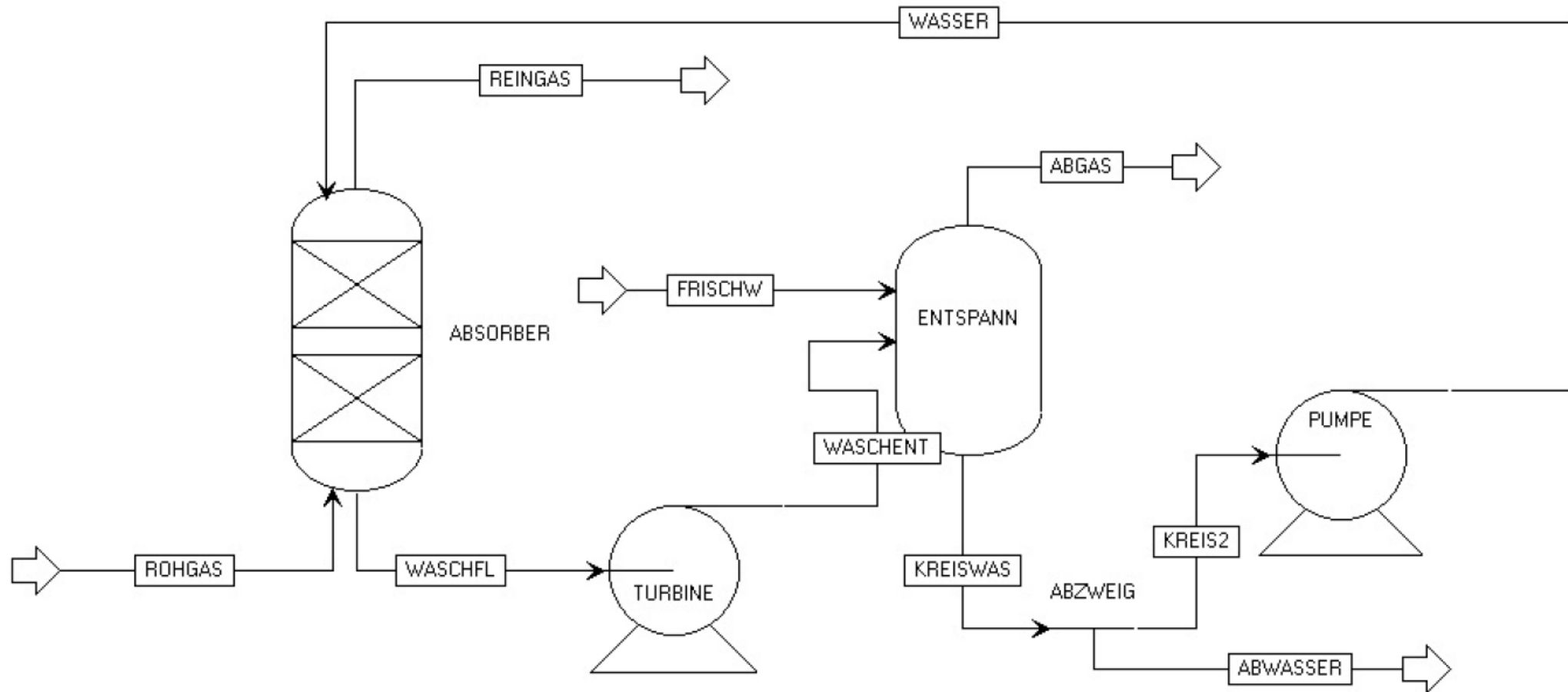
Prozesseinheit – Absorber (Thermische Verfahrenstechnik, TGO)



Heat and Material Balance Table					
Stream ID		REINGAS	ROHGAS	WASCHFL	WASSER
Temperature	C	25,2	25,0	26,0	25,0
Pressure	bar	20,000	20,000	20,000	20,000
Vapor Frac		1,000	1,000	0,000	0,000
Mass Flow	kg/hr	1637,350	4000,000	277362,650	275000,000
Volume Flow	cum/hr	181,788	250,923	279,039	276,795
Enthalpy	MMkcal/hr	-0,924	-5,916	-1046,591	-1041,599
Density	kg/cum	9,007	15,941	993,993	993,514
Mole Flow	kmol/hr				
CO ₂		7,563	60,759	53,197	
CO		6,903	7,083	0,180	
H ₂		99,063	101,197	2,134	
N ₂		31,822	32,384	0,562	
CH ₄		0,985	1,022	0,038	
WASSER		0,235		15264,585	15264,820

(Bildquelle: Klöden, 2008)

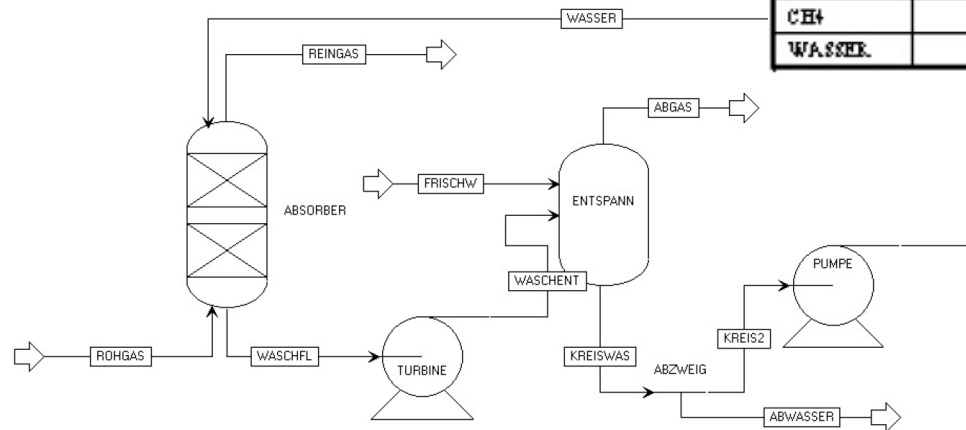
Prozessgruppe - Absorption (Systemverfahrenstechnik)



(Bildquelle: Klöden, 2008)

Stationäre Lösung

Heat and Material Balance Table											
Stream ID		ABGAS	ABWASSER	FRISCHW	KREIS2	KREISWAS	REINGAS	ROHGAS	WASCHENT	WASCHFL	WASSER
Temperature	C	25,0	25,0	15,0	25,0	25,0	25,5	25,0	24,9	24,2	25,5
Pressure	bar	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	20,000	20,000	1,000	20,000	20,000
Vapor Flow		1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	0,003	0,000	0,000
Mass Flow	kg/hr	2424,538	1000,000	1033,779	403771,427	404771,427	1412,570	4000,000	404142,387	404142,387	403771,427
Volume Flow	cum/hr	1483,041	1,004	1,031	404,298	407,304	179,498	250,923	1888,998	408,811	404,494
Enthalpy	MMkcal/hr	-5,138	-3,784	-3,925	-1528,519	-1532,304	-0,898	-5,914	-1533,531	-1533,345	-1528,334
Density	kg/cum	1,635	993,781	1003,104	993,781	993,781	8,974	15,941	215,015	993,521	993,303
Mole Flow	kmol/hr										
CO2		53,409	0,030		12,040	12,090	7,320	40,759	45,499	45,499	12,040
CO		0,279	trace		0,002	0,002	4,804	7,083	0,281	0,281	0,002
H2		3,312	< 0,001		0,017	0,017	97,885	101,197	3,329	3,329	0,017
N2		0,872	trace		0,004	0,004	31,513	32,384	0,875	0,875	0,004
CH4		0,058	trace		0,001	0,001	0,944	1,022	0,059	0,059	0,001
WASSER		1,894	55,435	57,383	22383,259	22438,495	0,237		22383,207	22383,207	22383,259



(Bildquelle: Klöden, 2008)

Systemverfahrenstechnik

... ist die Teildisziplin der Verfahrenstechnik, die

- den Entwurf,
- den Betrieb,
- die Analyse des statischen und dynamischer Verhaltens,
- die wirtschaftliche Energieanwendung und den wirtschaftlichen Rohstoffeinsatz,
- und die Automatisierung,

der Verfahren der Stoffwandlung zum Inhalt hat.

Ihr Gegenstand ist das verfahrenstechnische **System** auf allen Hierarchieebenen.

Empfehlung für Selbststudium

Folgende Artikel geben einen schönen Überblick über die Fachdisziplin und sind aus dem Universitätsnetz mit Hilfe der doi frei zugänglich:

- Grossmann, I. E., & Westerberg, A. W. (2000). Research challenges in Process Systems Engineering. *AIChE Journal*, 46(9), 1700–1703. <https://doi.org/10.1002/aic.690460902>
- Merchan, V. A., Esche, E., Fillinger, S., Tolksdorf, G., & Wozny, G. (2016). Computer-Aided Process and Plant Development. A Review of Common Software Tools and Methods and Comparison against an Integrated Collaborative Approach. *Chemie Ingenieur Technik*, 88(1–2), 50–69. <https://doi.org/10.1002/cite.201500099>
- Bonvin, D., Georgakis, C., Pantelides, C. C., Barolo, M., Grover, M. A., Rodrigues, D., Schneider, R., & Dochain, D. (2016). Linking models and experiments. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 55(25), 6891–6903. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.5b04801>
- Asprion, N., & Bortz, M. (2018). Process Modeling, Simulation and Optimization: From Single Solutions to a Multitude of Solutions to Support Decision Making. *Chemie Ingenieur Technik*, 90(11), 1727–1738. <https://doi.org/10.1002/cite.201800051>

Weitere Grundlagen finden Sie hier:

- Klöden, W. (2008). Skript Systemverfahrenstechnik. Technische Universität Dresden, S. 1-1 bis 1-4

Folgende Artikel sind nicht frei zugänglich, aber ebenfalls empfehlenswert:

- Mitsos, A., Asprion, N., Floudas, C. A., Bortz, M., Baldea, M., Bonvin, D., Caspari, A., & Schäfer, P. (2018). Challenges in process optimization for new feedstocks and energy sources. *Computers & Chemical Engineering*, 113, 209–221. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2018.03.013>



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!