

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

1.1 Aufgaben und Gegenstand der Disziplin

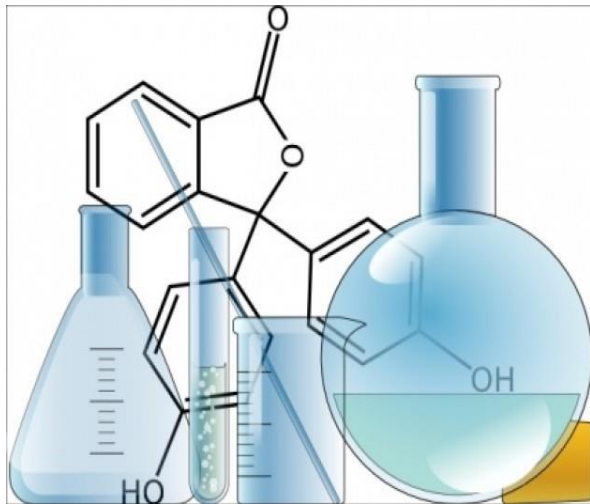
1. Einführung in die Systemverfahrenstechnik

Lehrveranstaltung Systemverfahrenstechnik, 2020

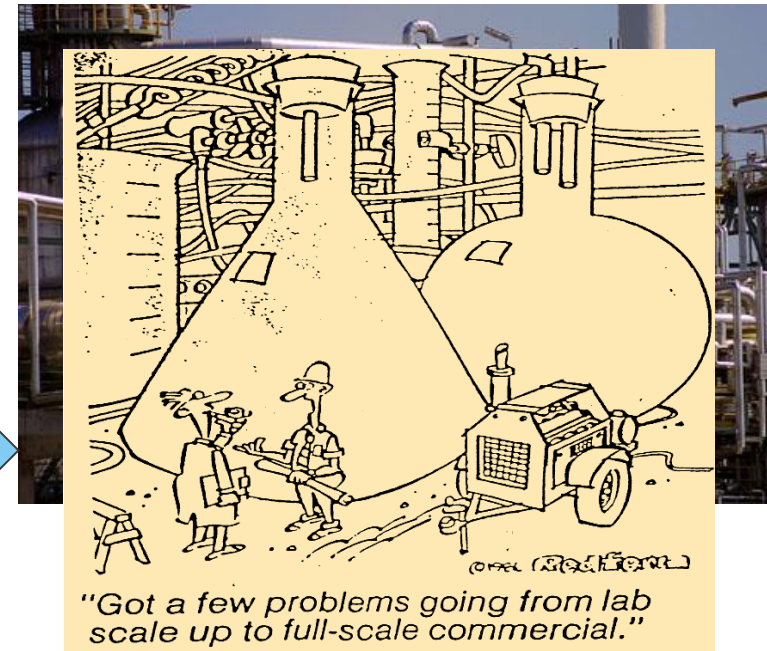
Überblick

- 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

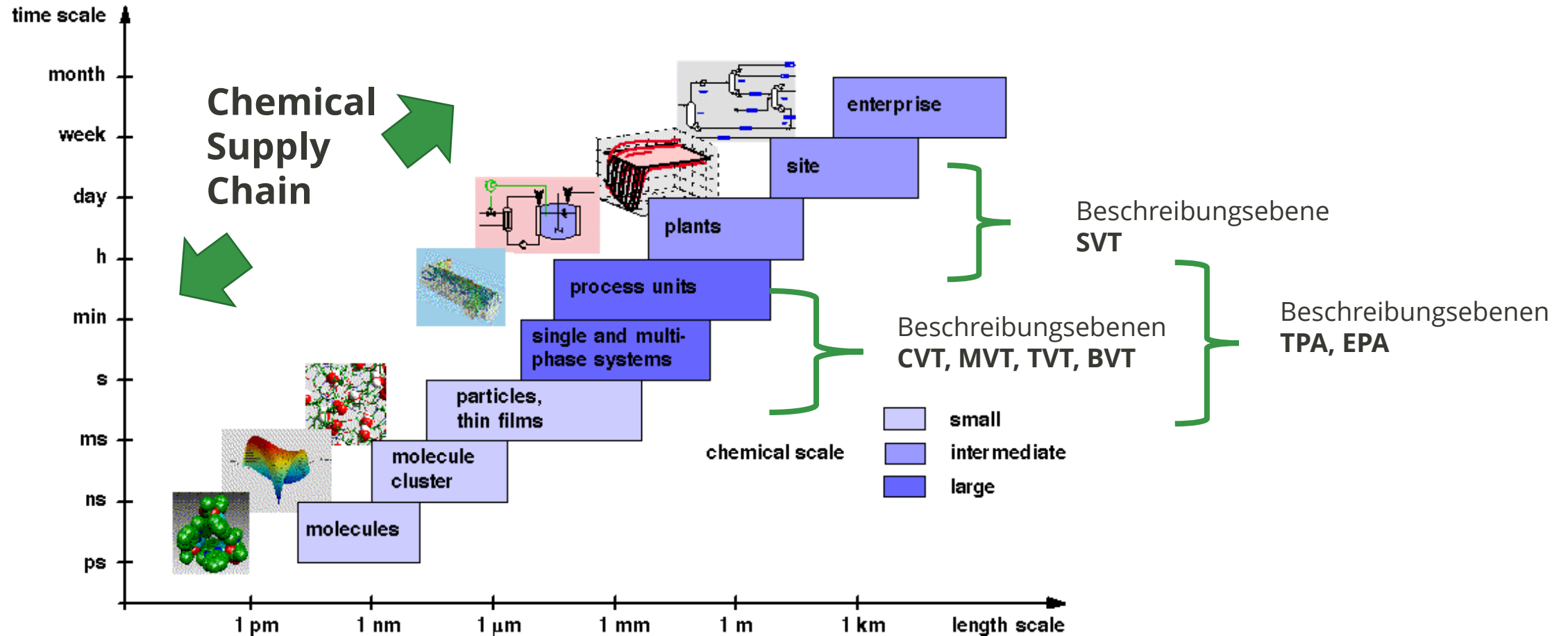
Process Systems Engineering: Von der Produktidee zur Produktion



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

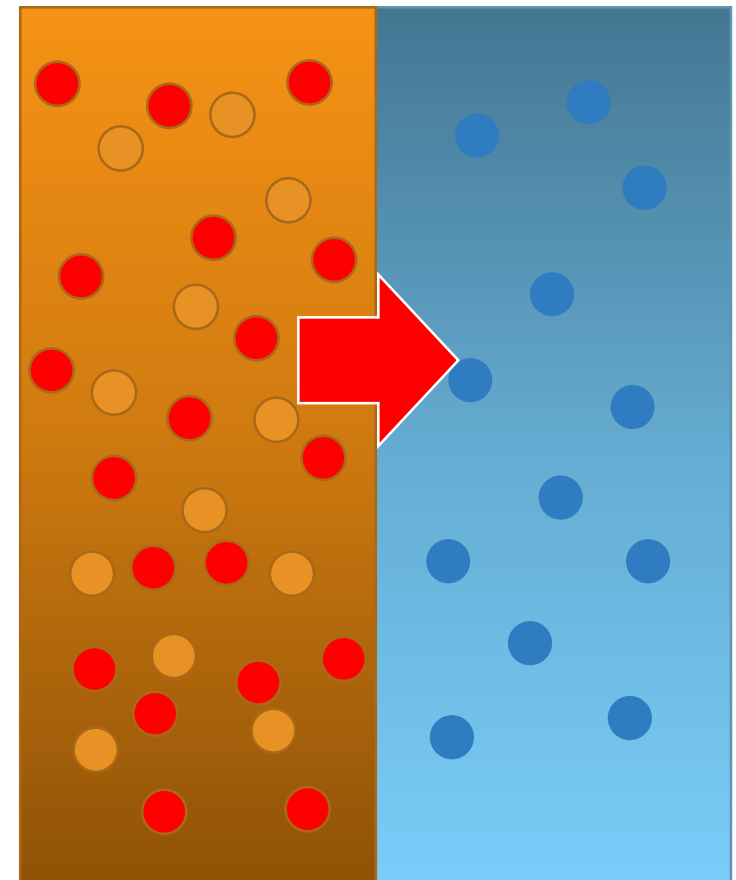
$$p_i = H_{i,x} x_i$$

mit

p_i - Partialdruck

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

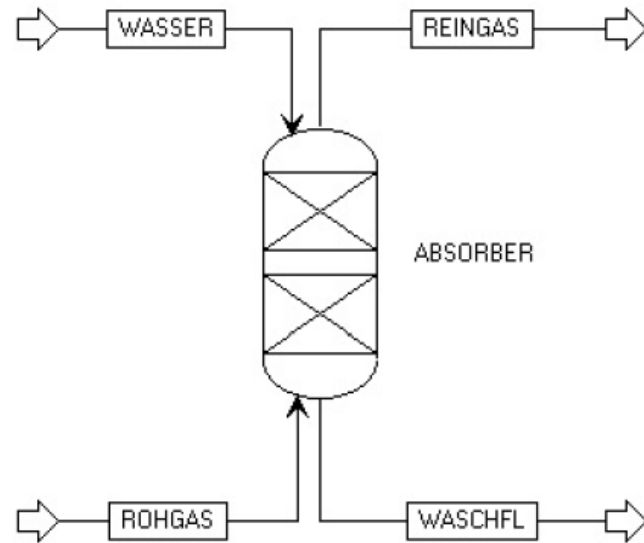
x_i - Stoffmengenanteil



Gasphase mit
zu absorbierenden
Gaskomponente

Absorbierende Phase

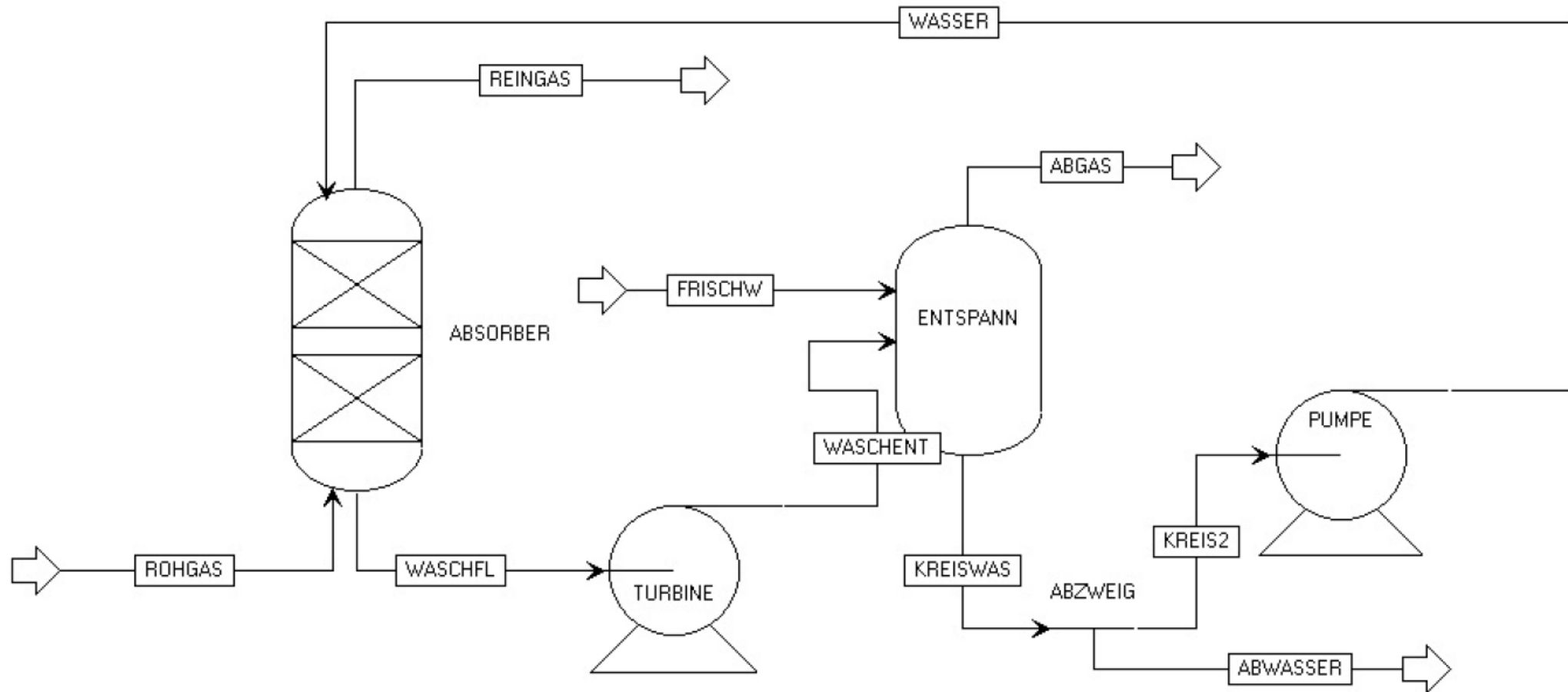
Prozesseinheit – Absorber (Thermische Verfahrenstechnik, TGO)



| 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)

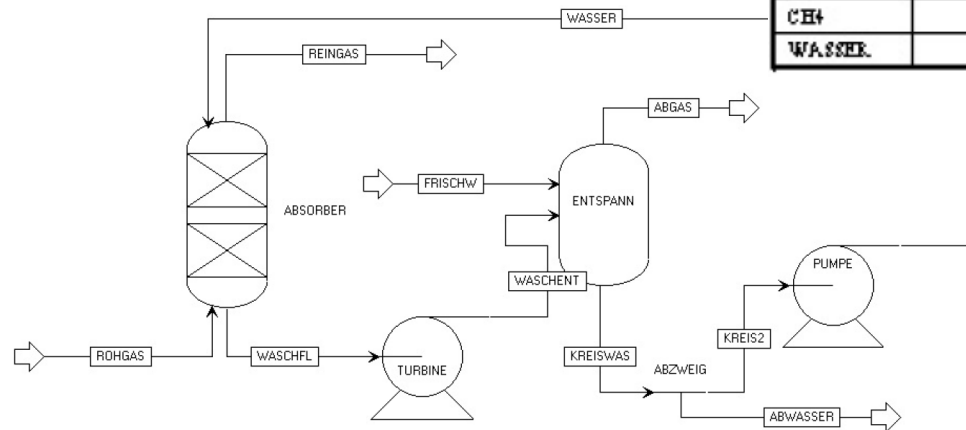


(Bildquelle: Klöden, 2008)

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 | 1,435 | 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 | 97,883 | 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!