



Institut für
Regelungstechnik



RHEINISCH-
WESTFÄLISCHE
TECHNISCHE
HOCHSCHULE
AACHEN

HumanLib - Modellbildung des menschlichen Herz-Kreislauf-Systems

Dymola & Modelica Informationstag

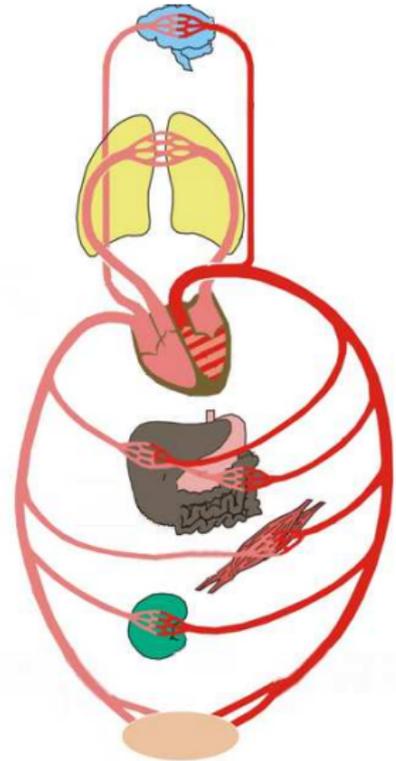
15. November 2007

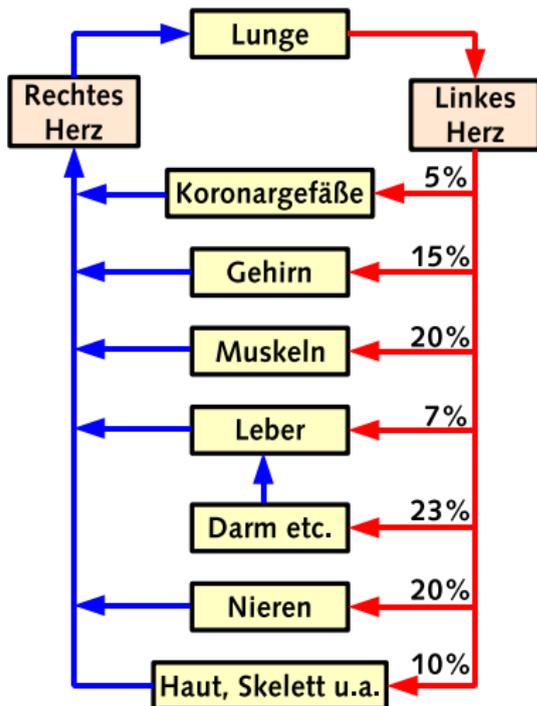
Anja Brunberg

IRT, RWTH Aachen

- 1** Hintergrund
 - Herz-Kreislauf-System
 - Problemstellung
- 2** Dynamische Modellierung des Herz-Kreislauf-Systems
 - Ziele
 - Modellierung
- 3** Anwendungsbeispiele
 - Baroreflex
 - Druckverläufe am Herzen
- 4** Zusammenfassung

- Strömungssystem des Bluts, bestehend aus:
 - Herz
 - Netz aus Blutgefäßen
- Körperkreislauf
- Lungenkreislauf





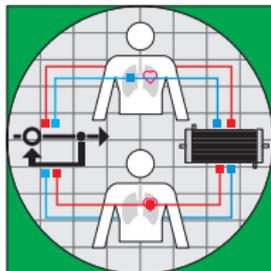
- Stoffwechsel
 - Informationsübertragung
 - Regulation der Körpertemperatur
 - Anpassung an veränderliche Belastungen
- ⇒ Anpassung erfolgt über Abstimmung der wesentlichen hämodynamischen Größen aneinander
- ⇒ Verschiedene Regulationsmechanismen

Status quo

- Fortschritte in vielen Bereichen der Intensivmedizin
- Es fehlen:
 - methodische Konzepte zur Optimierung der Therapie und der Behandlungsmethodik
 - Berücksichtigung einer kontinuierlichen und zeitnahen Rückkopplung des Patienten-Zustands

Status quo

- Fortschritte in vielen Bereichen der Intensivmedizin
- Es fehlen:
 - methodische Konzepte zur Optimierung der Therapie und der Behandlungsmethodik
 - Berücksichtigung einer kontinuierlichen und zeitnahen Rückkopplung des Patienten-Zustands



- Interdisziplinäre Zusammenarbeit im Projekt **Smart Life Support**
- Fokus: Wechselwirkung zwischen pathophysiologischen und technischen Systemen
- Methodische und technologische Weiterentwicklung

Bisher: Eindeutige Festlegung der Wirkrichtung



Orientierung an realen Wechselwirkungen

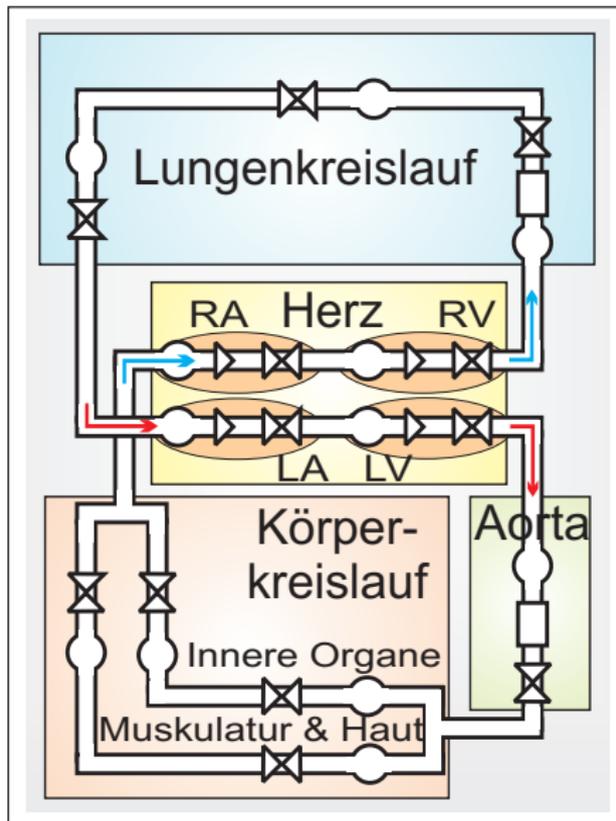
Vorteile des objektorientierten Ansatzes:

- Schnittstellen sind näher an der physikalischen Realität
- ⇒ anschaulich auch für Nicht-Techniker
- Ausnutzen von Vererbungsmechanismen
- ⇒ leichte Erweiterbarkeit des Modells

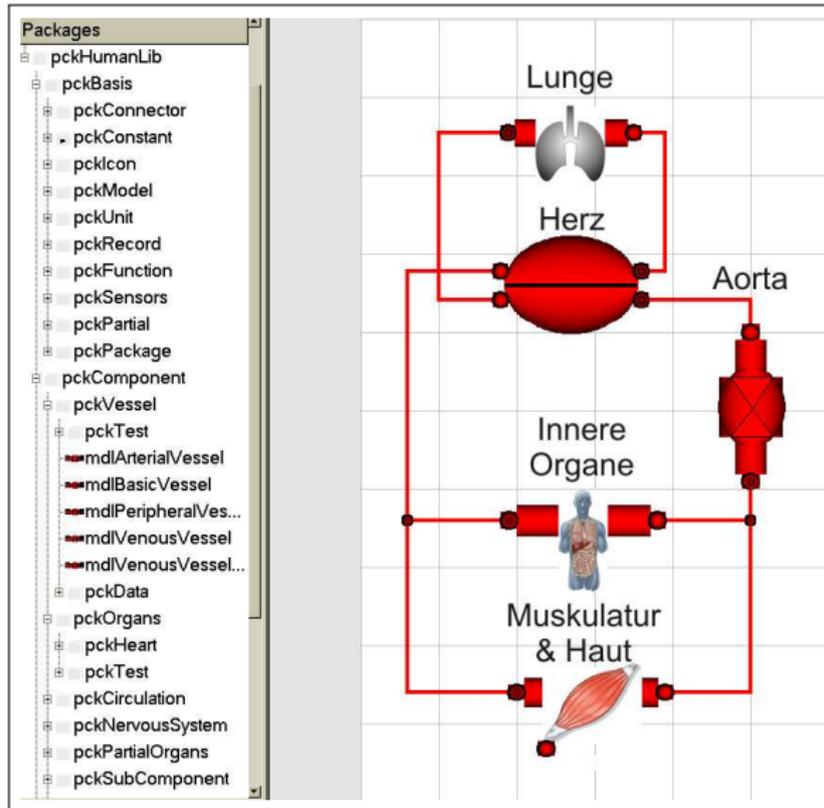
Entwicklung eines an den Organen orientierten,
modularen Simulationsmodells des menschlichen
Herz-Kreislauf-Systems

Teilziele

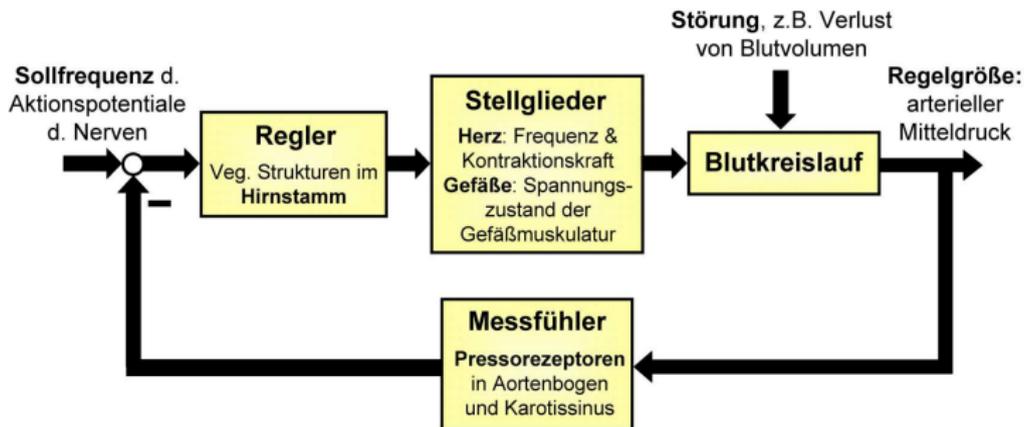
- Offen erweiterbare „Organbibliothek“
- Darstellung und Analyse physiologischer Regelungen
- Modelle exemplarischer Dysfunktionen
- Einsatz z. B. zur Simulation und Reglerentwicklung für Kunstherzen



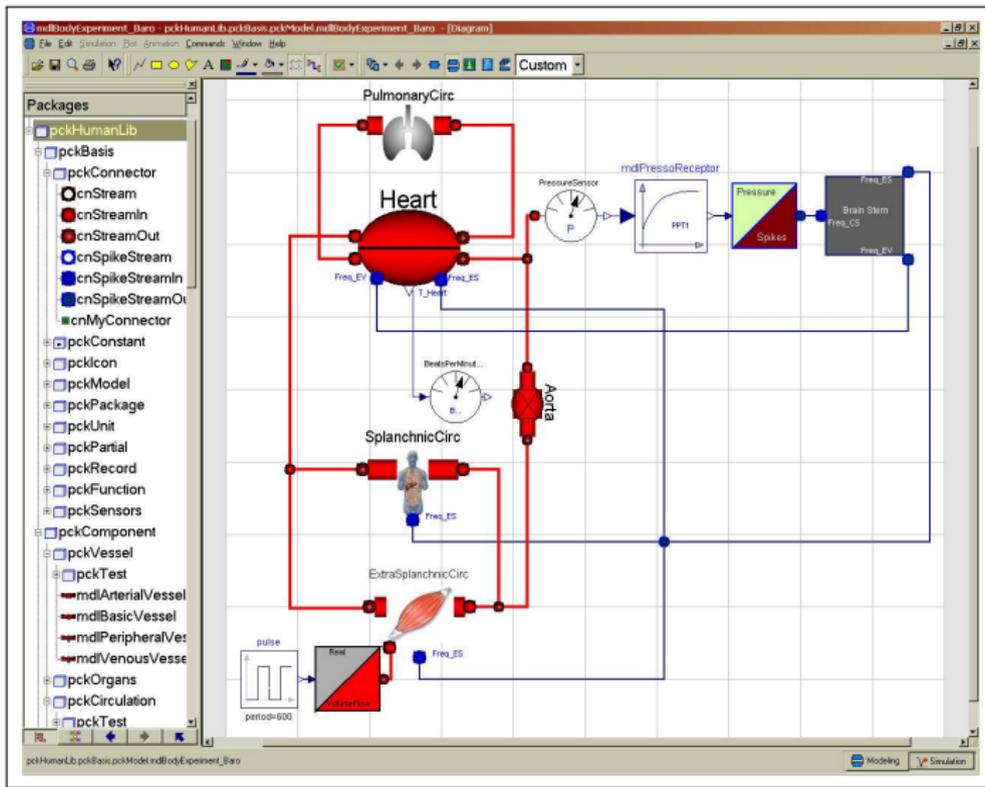
- Pulsatiles Herzmodell
- Parallelschaltung
 - Gefäße der Eingeweide
 - Gefäße der Muskeln und der Haut
- Komponenten:
 - Hydraulischer Widerstand
 - Compliance
 - Ventil
 - Trägheit (in den großen Arterien)



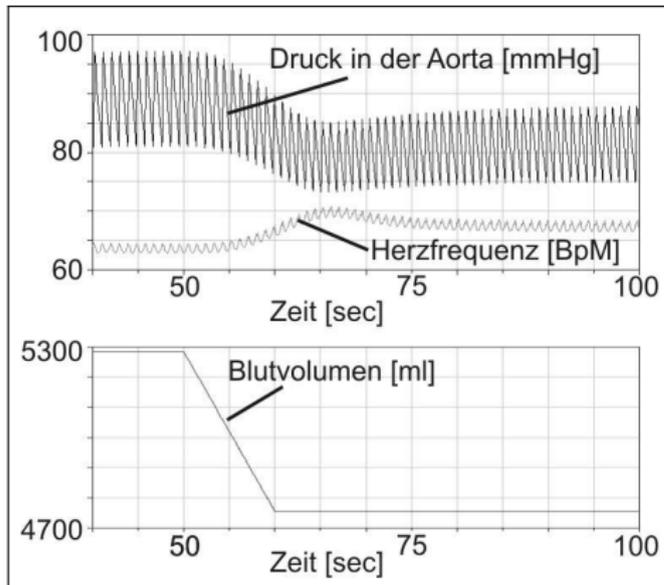
Kurzfristige Regelung des arteriellen Mitteldrucks



Basierend auf: **Ursino**: Interaction between carotid baroregulation and the pulsating heart: a mathematical model, Am J Physiol, 1998

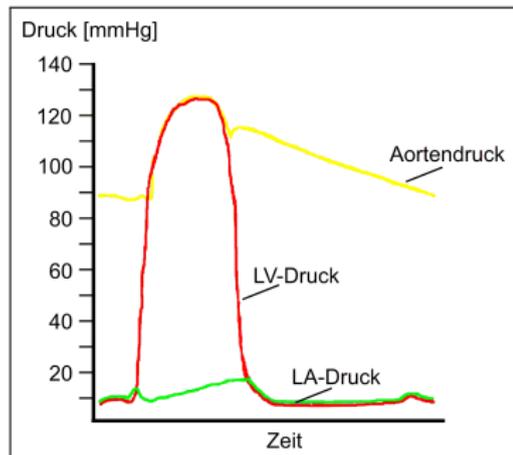
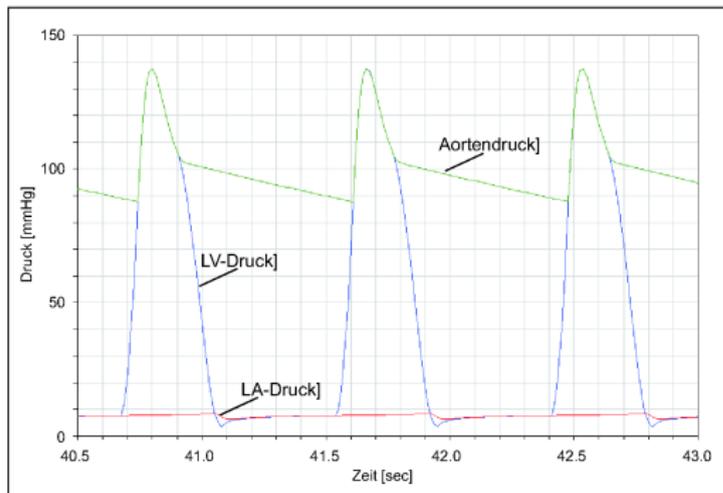


Test: Auswirkung von Verlust an Blutvolumen
(Gesamtvolumen von 5,3 l wird über Zeitraum von
5 sec um 530 ml (10%) verringert)



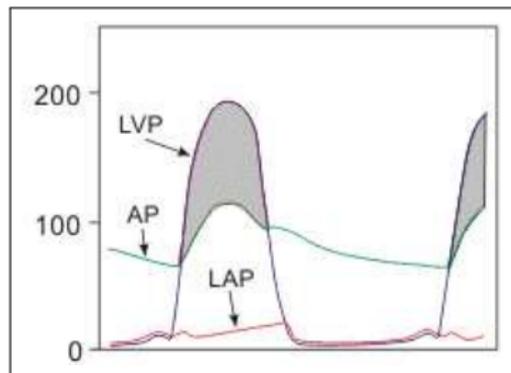
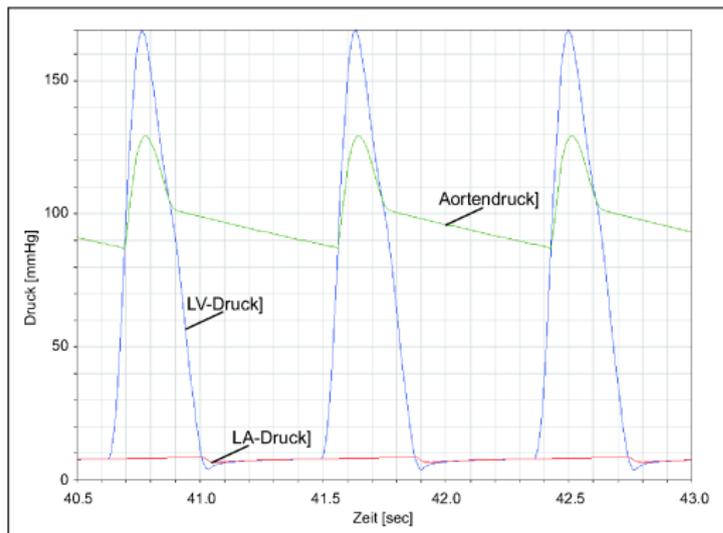
- ⇒ Arterieller Druck sinkt
- ⇒ Herzfrequenz steigt
- ⇒ Einschwingvorgang

- Vergleich Druckverläufe im linken Herz und in der Aorta mit Literaturwerten
- Gute Übereinstimmung der makroskopischen Verläufe



Nach: **Klinke/Silbernagl**: Physiologie, Thieme Verl. 2001

- Verengung der Aortenklappe durch Erhöhung des hydraulischen Widerstands
- Stark erhöhter Druckgradient über der Aortenklappe



Aus: **Klabunde**: Cardiovascular Physiology Concepts, Lippincott Williams & Wilkins 2005

- Modellierung des menschlichen Herz-Kreislauf-Systems als „Organbibliothek“
- Strömungsmechanisches Kreislaufmodell und Anwendungsbeispiele
- Gute Abbildung der relevanten physiologischen Effekte
- Flexibilität und gute Erweiterbarkeit bei der Modellerstellung durch Bibliotheksstruktur
- Anschaulich auch für Nicht-Techniker durch physikalische Schnittstellen



Institut für
Regelungstechnik

RWTH

RHEINISCH-
WESTFÄLISCHE
TECHNISCHE
HOCHSCHULE
AACHEN

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.irt.rwth-aachen.de