Prozessmodellierung in der Medizin

Arnim Nethe

Brandenburgische Technische Universität Cottbus

BMGT Biomedizinische Gerätetechnik

Prozessmodellierung in der Medizin

- Wozu dienen Prozessmodelle ?
- Wie sollten sie strukturiert sein ?

- Allgemeine Theorie zur Prozessmodellbildung
  - Allgemeine Prozessmodelle
  - Eingeschränkte Prozessmodelle
  - Aufwand und Güte von Prozessmodellen
  - Korrektheit

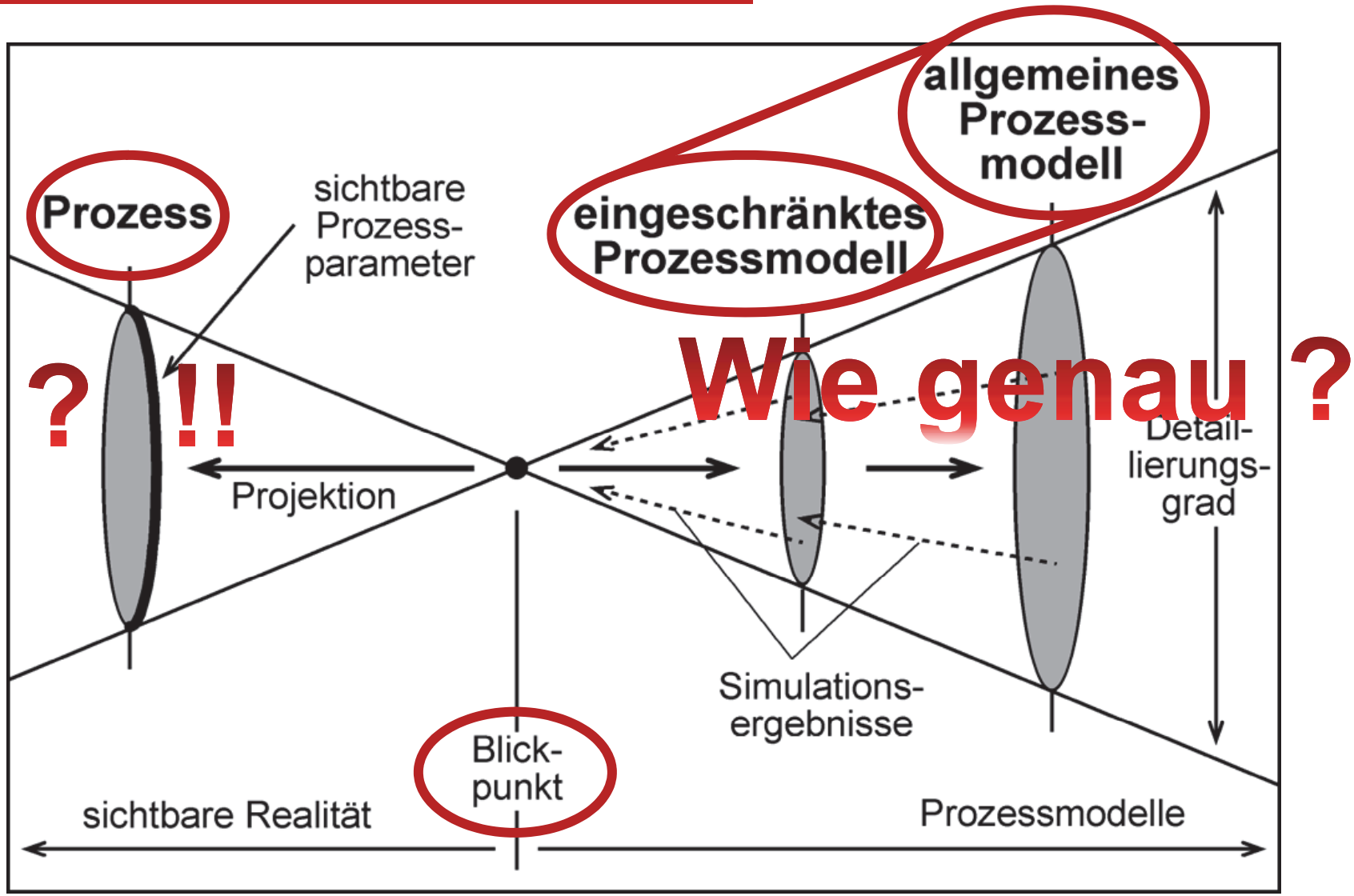
- Drei Beispiele
  - Beispiel eines technischen Medizinproduktes
  - Beispiel einer telemedizinischen Anwendung
  - Beispiel aus dem Hilfsmittelbereich

Prozessmodelle – Wozu ? und Wie ?

- **Wozu dienen Prozessmodelle ?**
- Simulation ist das Arbeiten mit Prozessmodellen !

- **Wie sollten sie strukturiert sein ?**
- Der Biokybernetiker Ludwig von Bertalanffy drückt dies verallgemeinert folgendermaßen:
  - "Oversimplifications, progressively corrected in subsequent development are the most potent or indeed the only means toward conceptual mastery of nature."
  - "Starke Vereinfachungen (allmählich korrigiert durch spätere Entwicklungen) sind die stärksten oder tatsächlich die einzigen vielversprechenden Konzepte zur Herrschaft über die Natur."

Vom Prozess zum Prozessmodell



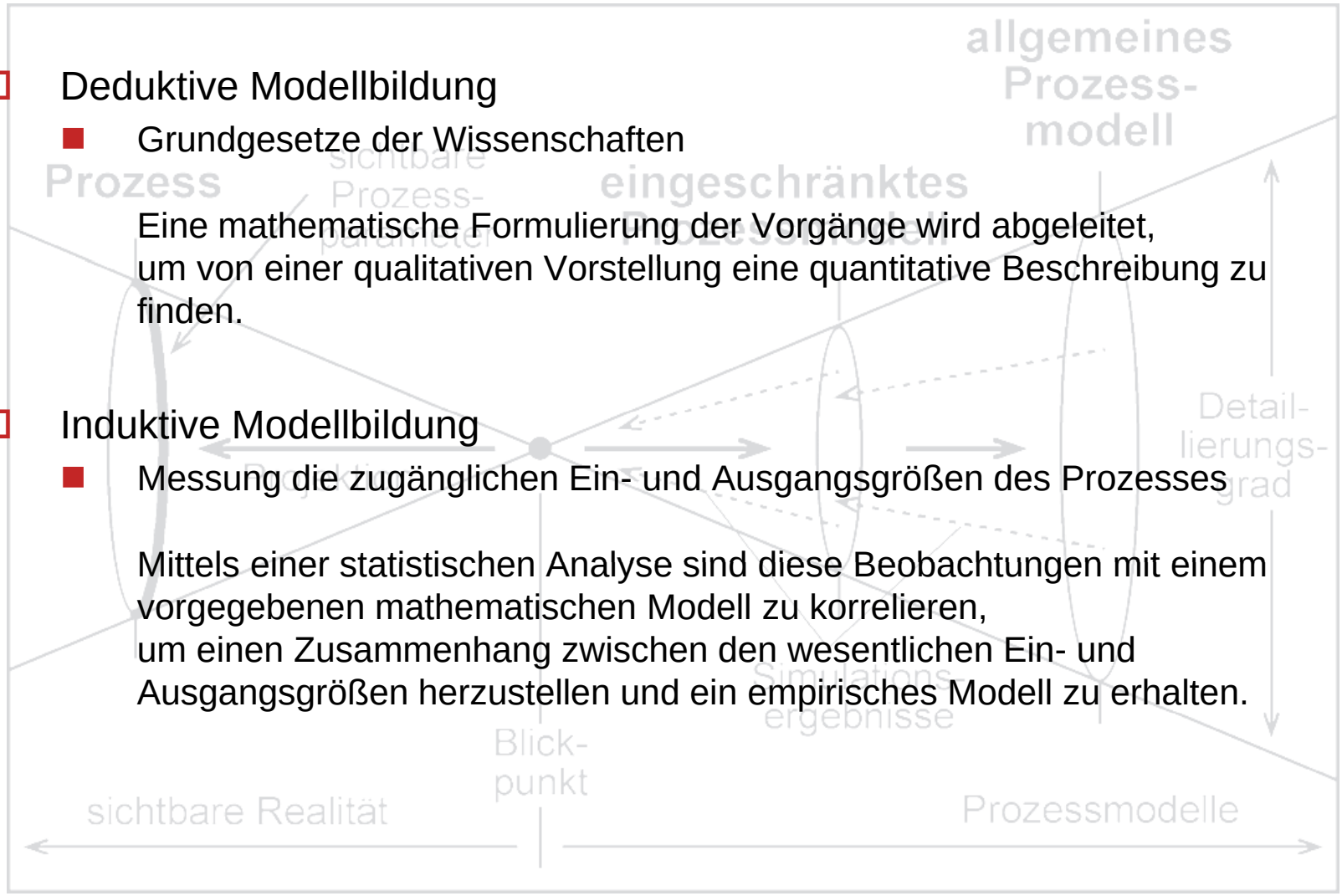
Arten der Modellbildung

- Deduktive Modellbildung
  - Grundgesetze der Wissenschaften

    Eine mathematische Formulierung der Vorgänge wird abgeleitet, um von einer qualitativen Vorstellung eine quantitative Beschreibung zu finden.

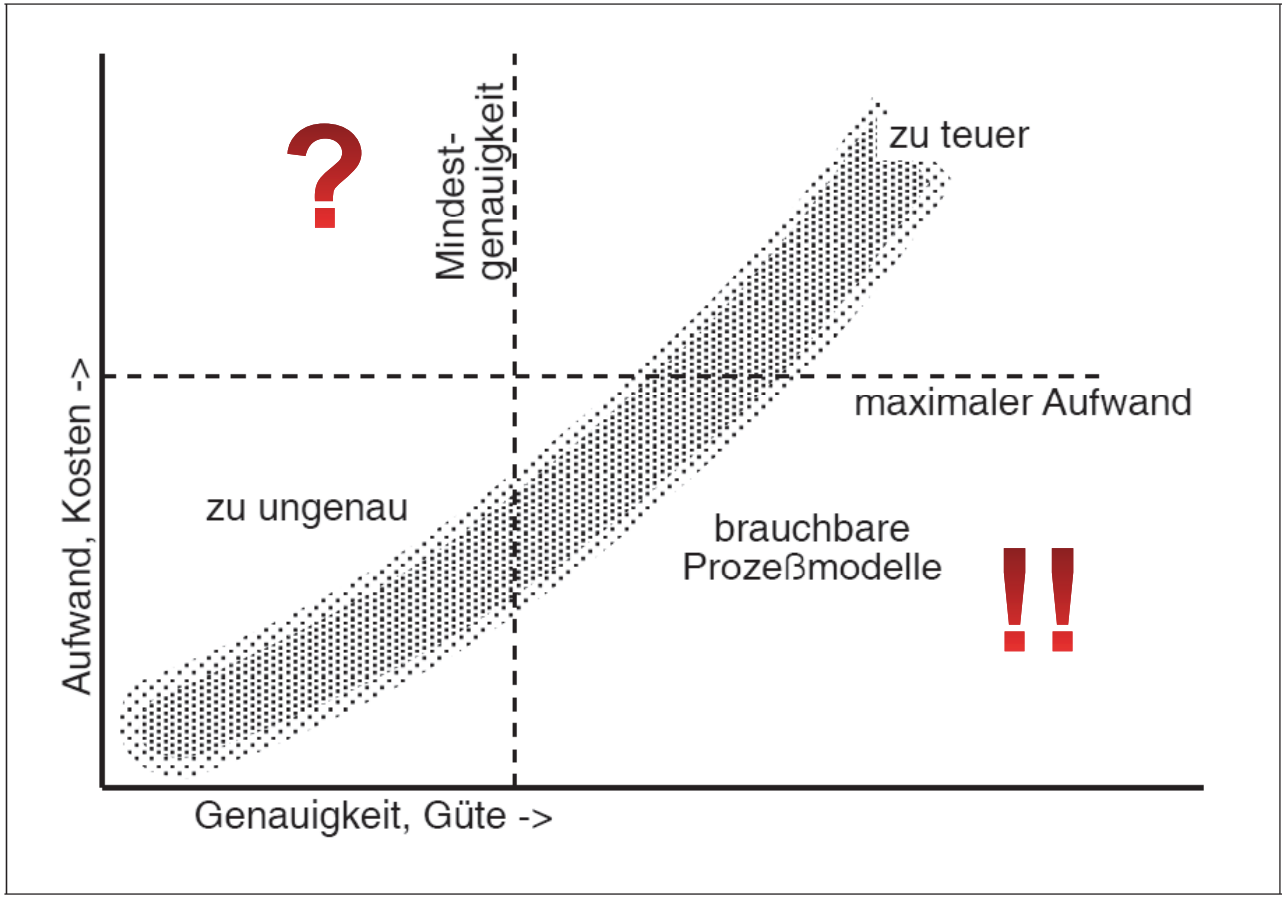
- Induktive Modellbildung
  - Messung die zugänglichen Ein- und Ausgangsgrößen des Prozesses

    Mittels einer statistischen Analyse sind diese Beobachtungen mit einem vorgegebenen mathematischen Modell zu korrelieren, um einen Zusammenhang zwischen den wesentlichen Ein- und Ausgangsgrößen herzustellen und ein empirisches Modell zu erhalten.

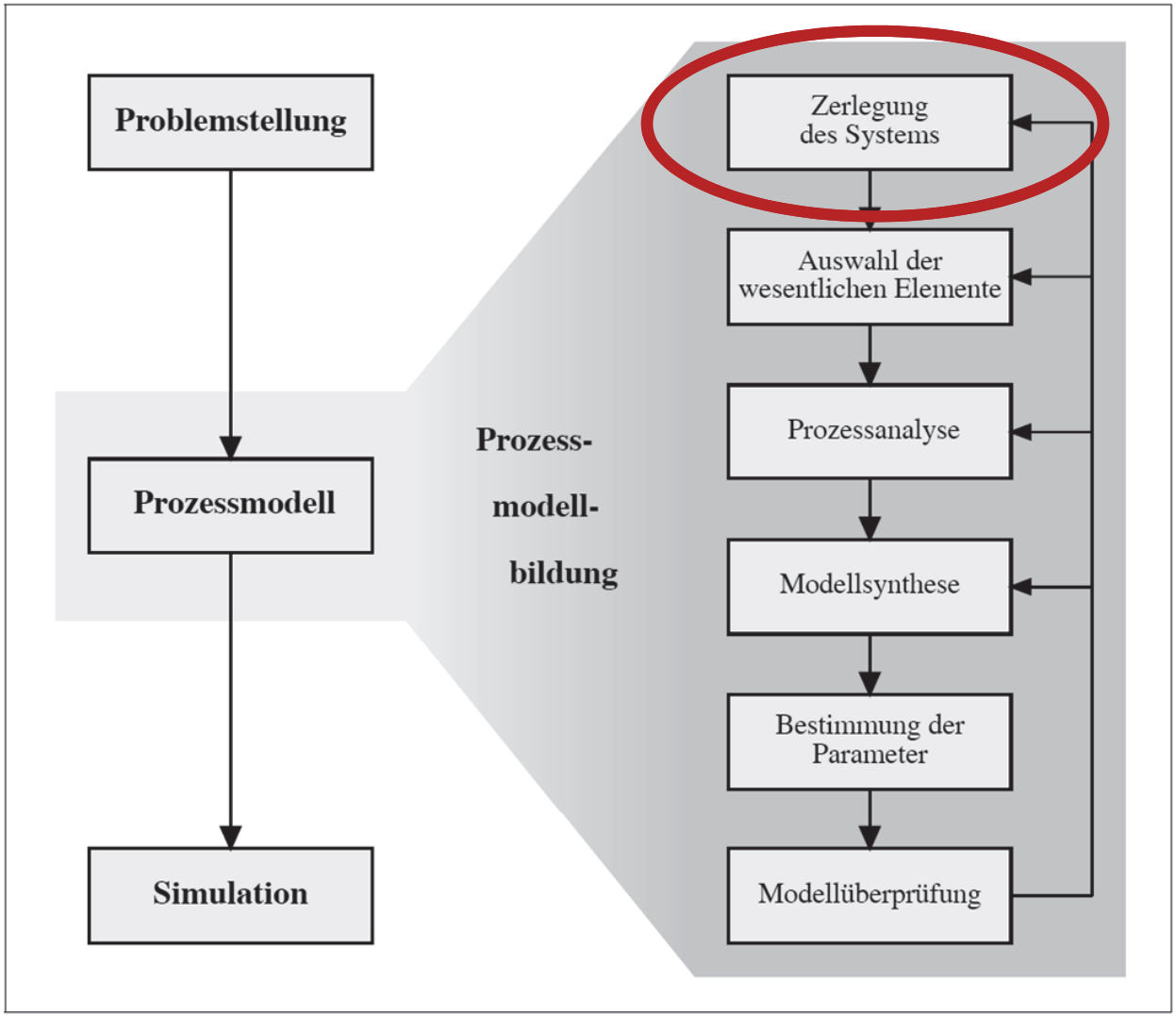


Vom Prozess zum Prozessmodell

- Aufwand und Güte von Prozessmodellen



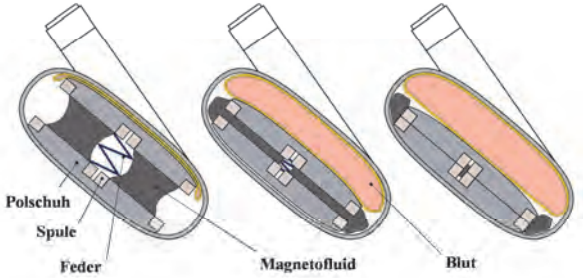
Erstellung eines Prozessmodells



Zerlegung des Systems in seine Komponenten

Drei Beispiele aus der Praxis

- Beispiel eines technischen Medizinproduktes
  Herzunterstützungssystem
- Beispiel einer telemedizinischen Anwendung
  Mobilen Datenkommunikation in der präklinischen Notfallversorgung
- Beispiel aus dem Hilfsmittelbereich
  Elektronisches Vergrößerungssystem für Sehbehinderte



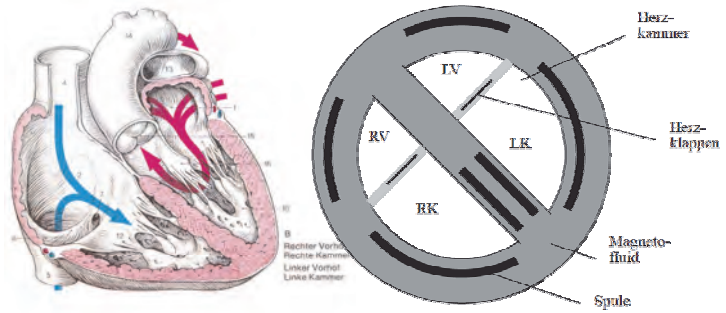


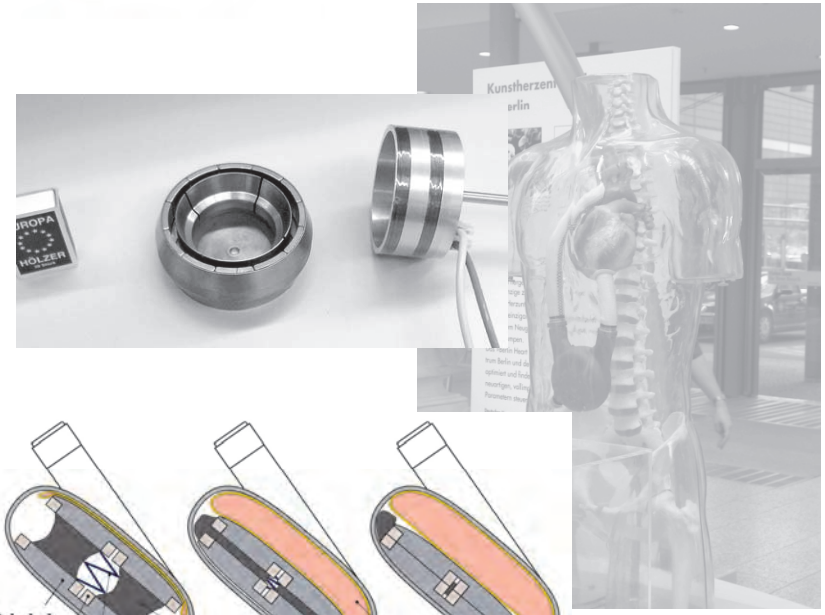


Zerlegung des Systems in seine Komponenten

Herzunterstützungssystem

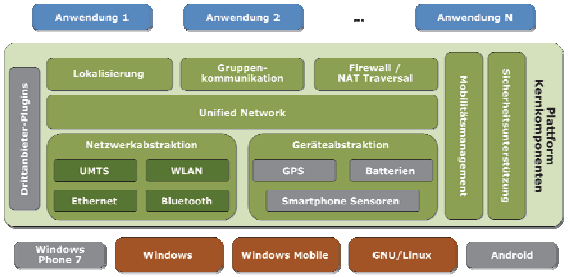
- **Gesetzmäßigkeiten**
  Elektrodynamik, Fluiddynamik
- **Koordinaten**
  Berechnungskoordinaten x, y, z, t
- **Ortsabhängigkeiten**
  Implantation nahe dem Herzen
- **Randbedingungen**
  Implantierbarkeit (Größe/Gewicht)
- **Parameter**
  Energiedichte, Wirkungsgrad
- **strukturierte Entkopplung**
  Blutpumpe / elektrischer Antrieb



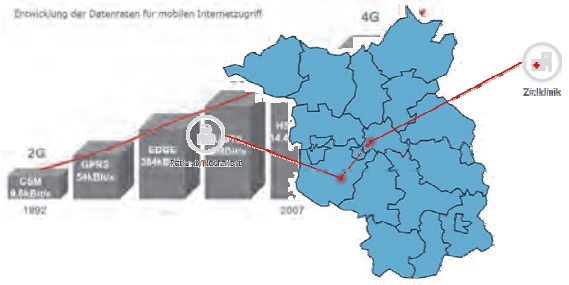


Zerlegung des Systems in seine Komponenten

Mobilen Datenkommunikation in der präklinischen Notfallversorgung



- **Gesetzmäßigkeiten**
  Sichere Übertragung von Daten
- **Koordinaten**
  Datenstrukturen, Transport und Speicherung
- **Ortsabhängigkeiten**
  Infrastruktur der Verkehrswege und der Funkversorgung



- **Randbedingungen**
  Notwendigen Vitaldaten, mögliche Datenmenge
- **Parameter**
  Fahrstrecke von Unfallort zum Krankenhaus



- **strukturierte Entkopplung**
  Patientenversorgung / Datenmanagement

Zerlegung des Systems in seine Komponenten

Elektronisches Vergrößerungssystem für Sehbehinderte

- **Gesetzmäßigkeiten**
  Optik, physiologische Wahrnehmung
- **Koordinaten**
  Aktionsraum des Nutzer
- **Ortsabhängigkeiten**
  Einsatz im persönlichen Umfeld

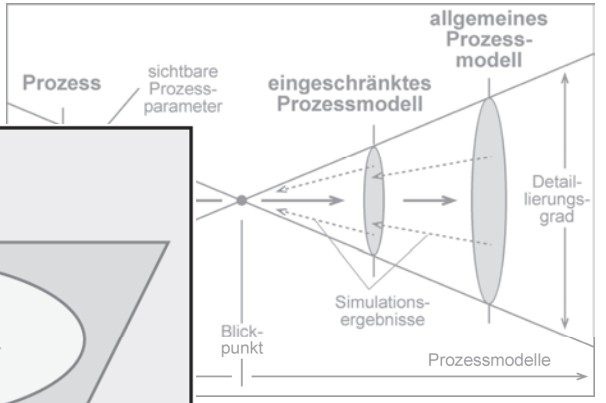
- **Randbedingungen**
  mobil einsetzbar / günstiger Preis
- **Parameter**
  Sprachausgabe und Falschfarben

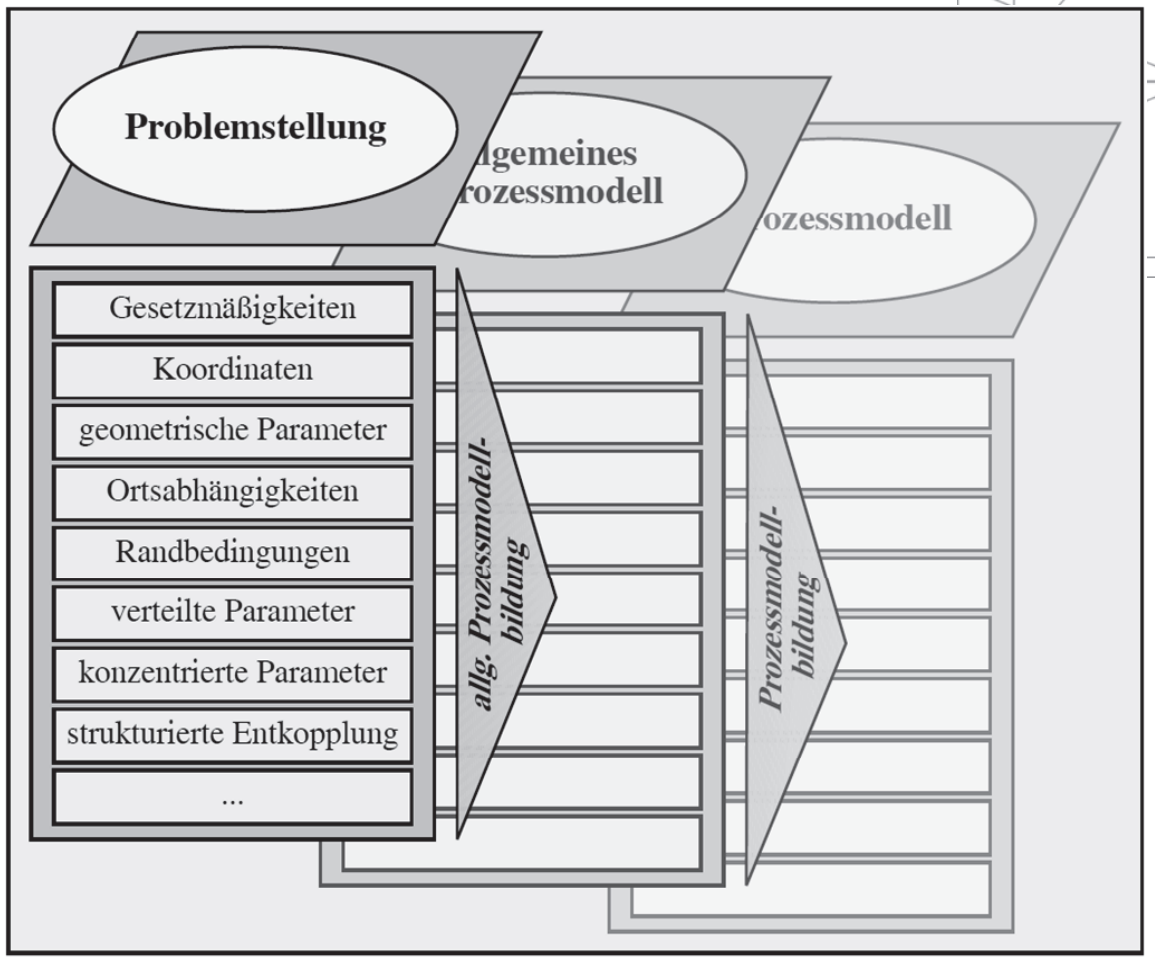
- **strukturierte Entkopplung**
  Standard Komponenten / Sonderbauteil



Vom allgemeinen zum eingeschränkten Prozessmodell

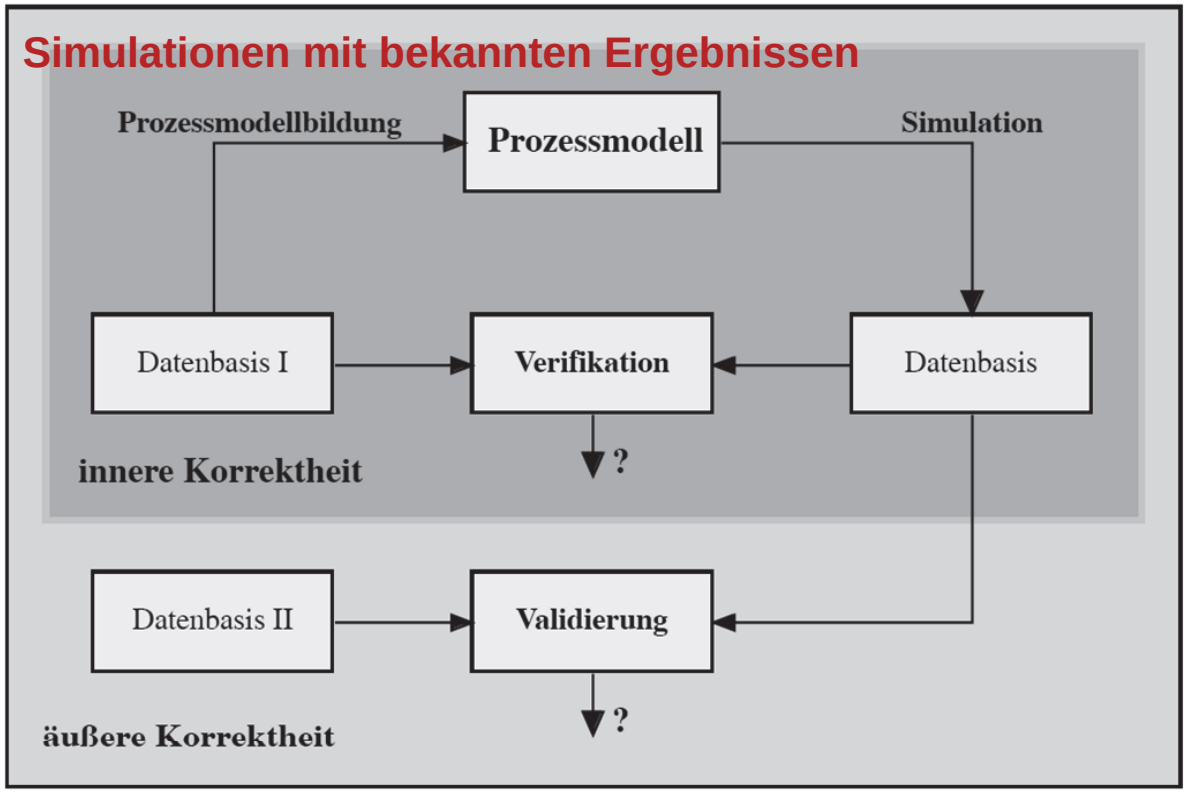
- Systematische Vorgehensweise





Korrektheit – Überprüfung von Prozessmodellen

- Wie kann man sicher sein, dass das Prozessmodell …
  - … richtig erstellt wurde ?
  - … alle wesentlichen Elemente enthält ?
  - … für die Simulation geeignet ist ?
  - **Simulationen mit bekannten Ergebnissen**



Resumé und Ausblick

- Simulation als ein **strategisches Werkzeug** auch in der Medizintechnik/Telemedizin
  - **Modellhaften Darstellung** oder Nachbildung bestimmter Aspekte eines vorhandenen oder eines noch zu entwickelnden Systems
  - Untersuchung von Systemen, an denen die **probeweise Durchführung** zu gefährlich, zu teuer oder sogar z.B. aus ethischen Gründen unmöglich ist

- Grundlegend für jede Simulation ist die **Verfügbarkeit eines Prozessmodells**
  - Solche Prozessmodelle sind häufig nicht vorhanden oder besitzen noch nicht die Entwicklungsreife, die auch **Nichtspezialisten** eine problemlose Anwendung erlauben würde
  - Beispielsweise sensorische Textilien zur Messung der Körpertemperatur, der Atmung oder eines Elektrokardiogramms

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !



Brandenburgische Technische Universität Cottbus

BMGT Biomedizinische Gerätetechnik