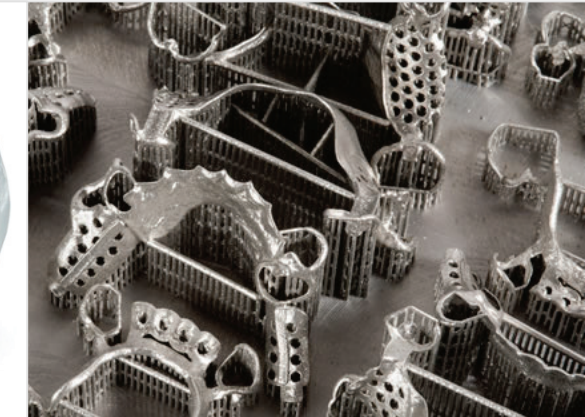
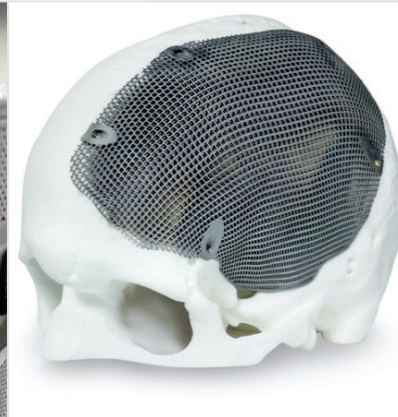
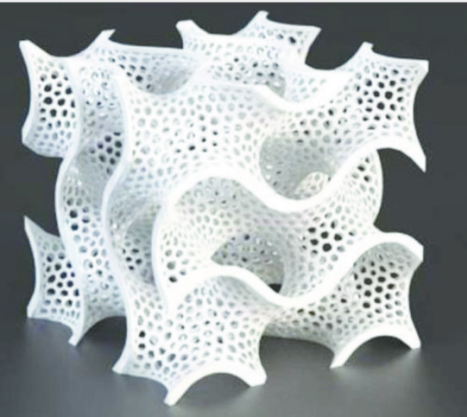


# ADDITIVE FERTIGUNG – MODELLE UND PROTOTYPEN IN DER PRODUKTENTWICKLUNG



Sommersemester 2021

# GLIEDERUNG

1. Einführung in das Thema additive Fertigungstechnik
2. Produktentstehungsprozess
3. **Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung**
4. Klassifizierung
5. Preprocessing (Datenaufbereitung, Datennutzung)
6. Additive Fertigungsverfahren
7. Postprocessing
8. Wirtschaftlichkeit

### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

# WARUM MODELLE? - GRÜNDE FÜR DEREN VERWENDUNG

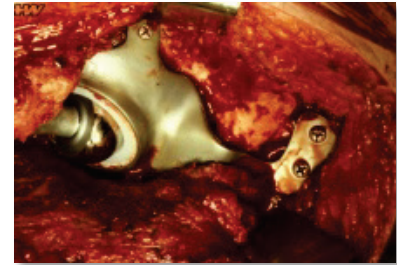
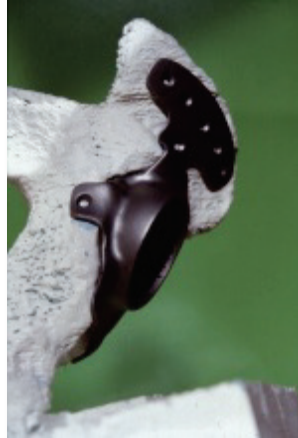
Einige Gründe für die Verwendung von (phys.) Modellen:

- Das reale System existiert (noch) nicht
➔
z. B. Planung einer neuen Produktionsanlage, Entwicklung einer neuen Kfz-Generation etc.
- Das reale System ist nicht verfügbar oder nicht direkt beeinflussbar
➔
z. B. Entwicklung einer Versuchseinrichtung für Experimente unter Schwerelosigkeit
- Tests am realen System sind zu gefährlich oder ethisch bedenklich
➔
z. B. Untersuchung des Ausfalls sicherheits-relevanter Bauteile; medizinische Implantate
- Kosten; das reale Bauteil zu erproben ist zu teuer
➔
z. B. Untersuchung der Erdbebensicherheit einer chemischen Anlage
- Das reale System würde zerstört
➔
z. B. Crashtests am einzigen existierenden Prototypen
- Die Vorgänge im realen System können nicht direkt betrachtet werden
➔
z. B. Strömungsverhalten eines neuen Flugzeug-typen, Temperaturverteilung im Brennraum eines Motors
- Unterstützung des Simultaneous Engineering
➔
z. B. frühzeitige Informationsweitergabe und Austausch über ein zu entwickelndes System

### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

# BEISPIEL: MODELLE IN DER MEDIZINTECHNIK

## Operationsplanung und Implantatdesign



Gefrästes Modell eines Beckenausschnitts zur Anpassung einer Endoprothese

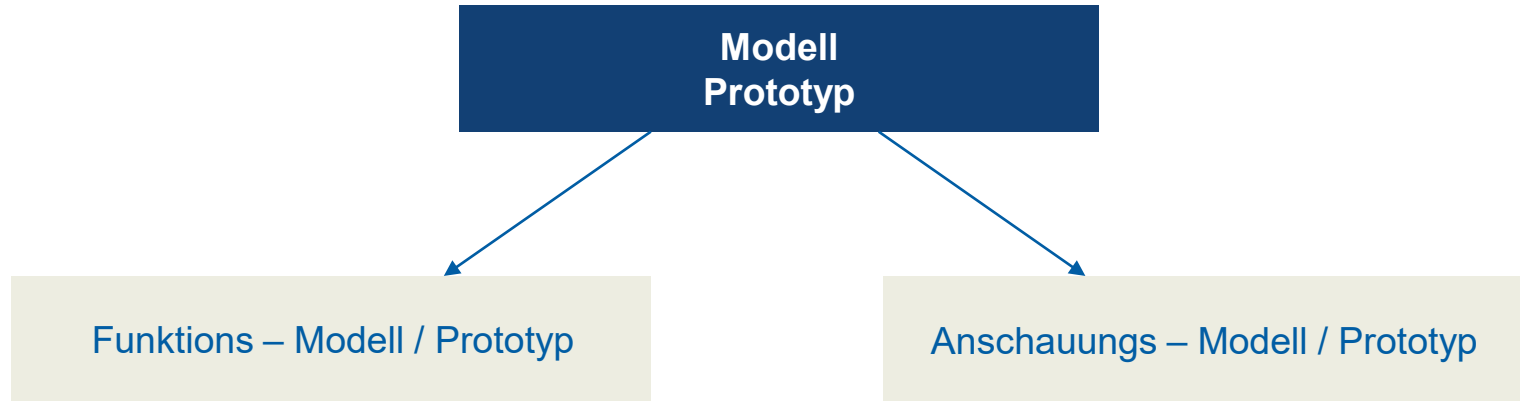
Modell mit angepasster Prothese

Prothese, intraoperativ

### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

# MODELLE UND PROTOTYPEN - BEGRIFFE

Modelle und Prototypen lassen sich grundsätzlich nach ihrer Aufgabe wie folgt einteilen:



Bislang existiert in der Literatur keine einheitliche Sprachregelung zur weiter detaillierten Unterscheidung der verschiedenen Arten von Modellen und Prototypen.

### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

# EINSATZZWECK VON MODELLEN

Demonstration /  
Anschauung /  
Kommunikation

#### Anschauungsmodelle

- Überprüfung der Proportionen
- Überprüfung des Designs
- Validierung des CAD-Modells

#### Kommunikationsmodelle

- Interne Kommunikation
- Kundenpräsentationen
- Dokumentation
- Marktstudien

Modelle  
in der  
Produkt-  
entwicklung

Test von Funktion  
und  
Eigenschaften

#### Funktionsmodelle

- Ergonomie
- Festigkeitsprüfung
- Verifikation des Wirkprinzips

#### Prozessmodelle

- Montageuntersuchungen
- Betriebsmittelvorbereitung
- Urmodell für Abformtechniken

# MODELLE UND PROTOTYPEN - UNTERSCHIEDUNG

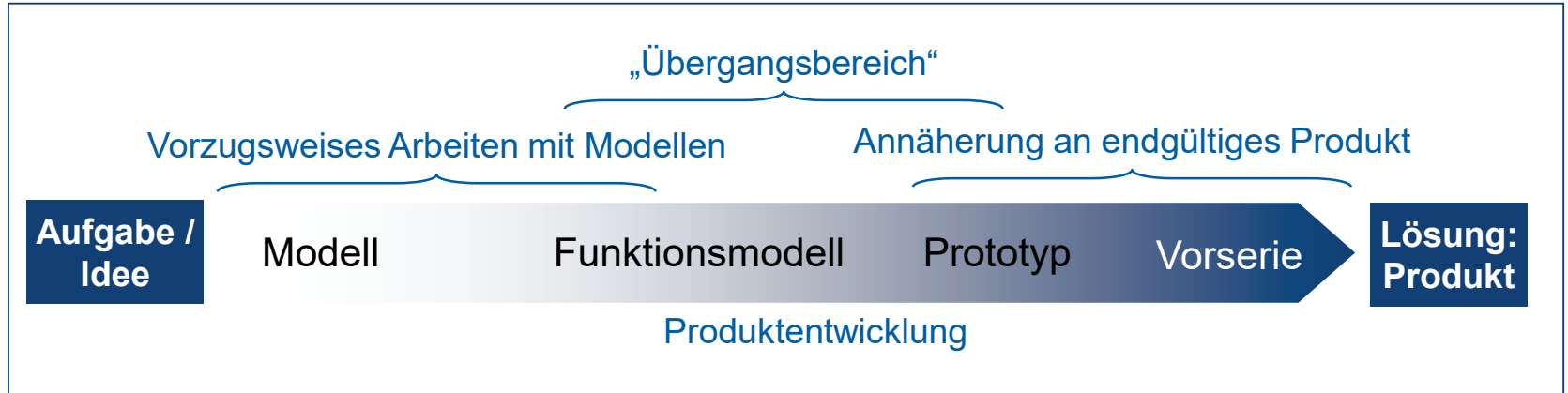
## Modell

- Abbildung eines Produkts / Systems oder eines Teils daraus, Nachbildung (Modellierung) der Realität
- Unterschiedlich hohe Detaillierungsstufen; Wahl der Detaillierung und/oder des betrachteten Bereichs ist häufig zweckgebunden (Betrachtung dessen, was für eine bestimmte Aufgabe erforderlich ist)
- Detailtreue häufig stark eingeschränkt bzw. funktionsgebunden

## Prototyp

- Weitgehende Übereinstimmung mit dem endgültigen Produkt oder Teilprodukt/System, starke Annäherung an die Realität
- Hohe Detailgenauigkeit

# MODELLE UND PROTOTYPEN - UNTERSCHIEDUNG

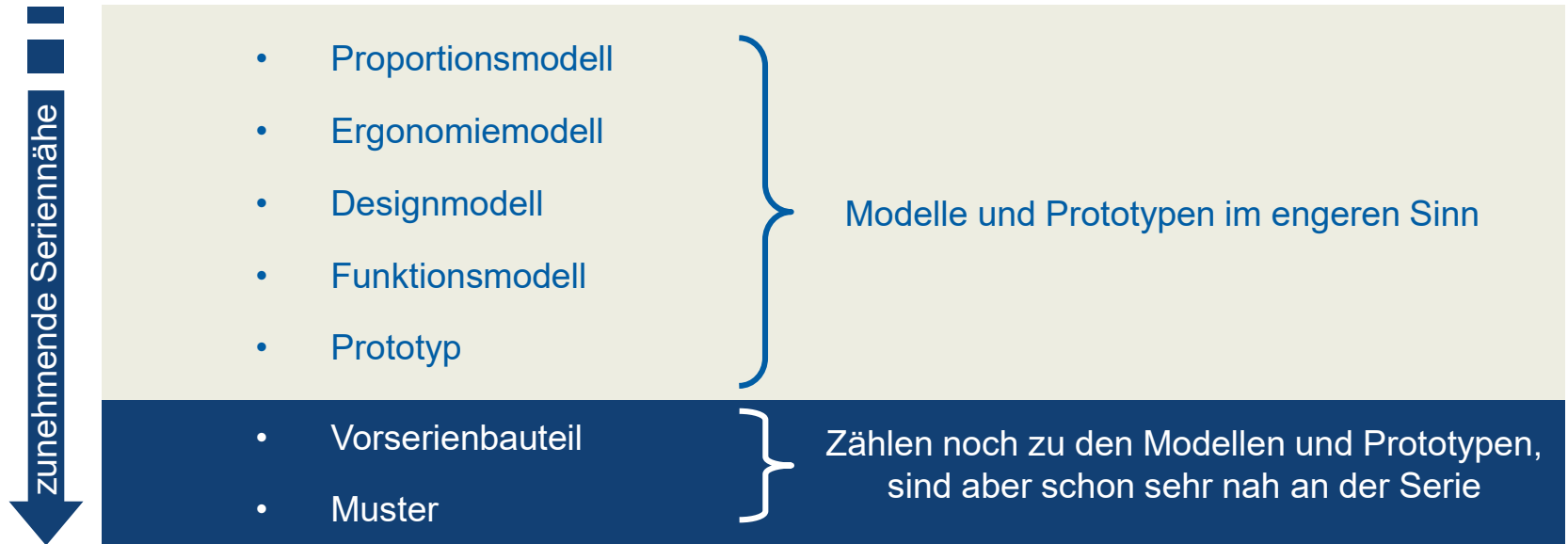


### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

# GRUNDLAGEN UND BEGRIFFE

## Modelldefinitionen

Eine weitere (detailliertere) Unterteilung der Modelltypen lässt sich wie folgt vornehmen:

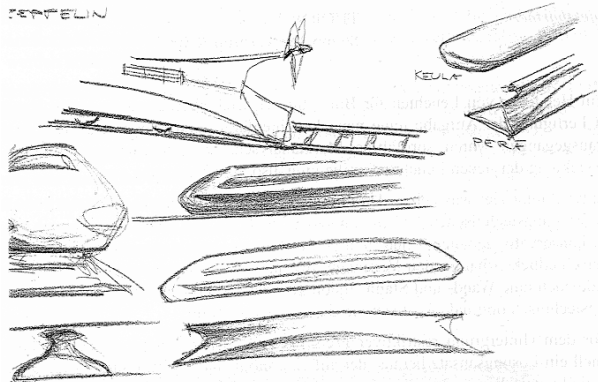


[nach: Gebhardt, Rapid Prototyping; Eversheim, Organisation in der Produktionstechnik]

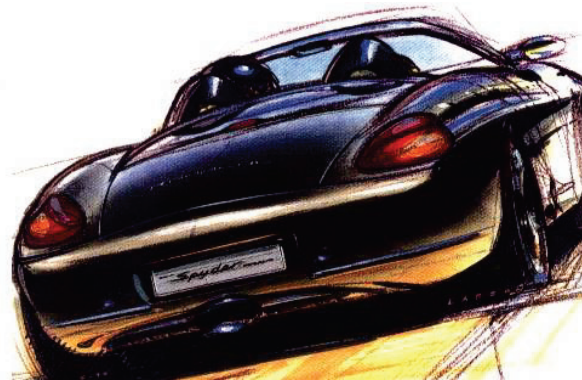
# GRUNDLAGEN UND BEGRIFFE - PROPORTIONSMODELL

Darstellung der äußeren Form und der wichtigsten Proportionen

- Dient der Kommunikation über geplante Produkteigenschaften
- Anforderungen: Schnelle, einfache und preiswerte Herstellung
- Niedriger Detaillierungsgrad
- Modellbauwerkstoff (z. B. Holz, Ton, Kunststoff), Stückzahl: 1



[Skizze: TRENO]



[Meisterschule für Handwerk, Kaiserslautern]

### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

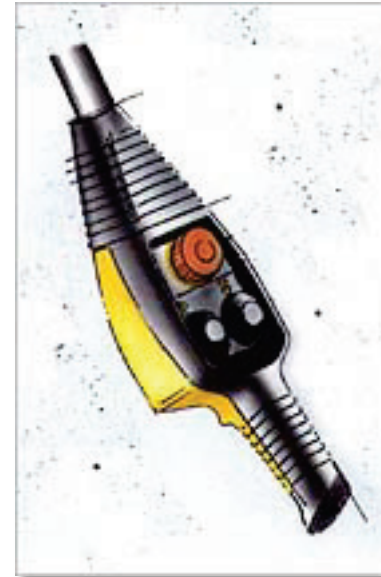
# GRUNDLAGEN UND BEGRIFFE - ERGONOMIEMODELL

Darstellung wichtiger Details hinsichtlich der Bedien- und Benutzbarkeit des Produkts (eventuell auch Darstellung wichtiger Teilfunktionen)

- Beurteilungshilfe für die Durchführbarkeit
- Mittlerer Detaillierungsgrad
- Modellbauwerkstoff; Stückzahl: 1

#### Beispiel:

Handscharter einer Flursteuerung von Hebezeugen



[Mannesmann Dematic]

### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

# GRUNDLAGEN UND BEGRIFFE - DESIGNMODELL

Möglichst getreue Darstellung des äußeren Erscheinungsbildes des Endproduktes

- Beurteilungs- und Entscheidungshilfe für Konstruktions- und Fertigungsmethoden
- Modell zur Einbeziehung Dritter in den Produktentwicklungsprozess (Kunden, Marketing, Presse, Lieferanten) oder für Öffentlichkeitsarbeit (Anlagenbau, Architektur)
- Anforderungen: Oberflächen in „Showroom“ - Qualität
- Hoher Detaillierungsgrad
- Modellbauwerkstoff; Stückzahl: 1



[Meisterschule für Handwerk, Kaiserslautern]

### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

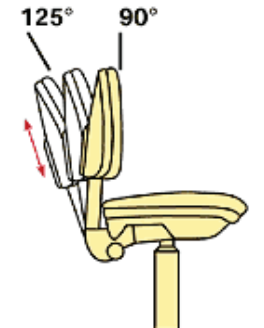
# GRUNDLAGEN UND BEGRIFFE - FUNKTIONSMODELL

Darstellung ausgewählter bis aller wesentlichen Funktionen

- Mögliche Grundlage für
  - ▶ Absichern der Annahmen der numerischen Simulation
  - ▶ Feststellen der Randbedingungen des Werkzeug- und Formenbaus
  - ▶ Konstruktion
  - ▶ Erstellung der Produktionsmittel
- Ausgangsbasis für Anfragen bei Kunden- und Lieferanten
- Wesentliche Funktionen: z. B. Kinematik, Montagegerechtigkeit, ...
- Darstellung: Häufig Verzicht auf exakte Wiedergabe der äußeren Form; anstelle dessen Beschränkung auf wesentliche Funktionen
- Hoher Detaillierungsgrad im Bereich der zu prüfenden Funktion(en)
- Seriennaher Werkstoff; Stückzahl: ca. 2...5, Varianten möglich



[rapidprototyping-ooe.at]



[Dauphin]

### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

# GRUNDLAGEN UND BEGRIFFE - PROTOTYP

Weitgehende Übereinstimmung mit dem Endprodukt

- Frühzeitige Überprüfung von Produkteigenschaften
- Mögliche Grundlage für die Herstellung von Werkzeugen (Rapid Tooling)
- Vorbereitung der Markteinführung (Presse, Ausstellungen, Tests, ...)
  
- Erstellung nach Fertigungsunterlagen
- Unterschied zum Serienprodukt nur noch über Produktionsverfahren
  
- Detaillierungsgrad entspricht Endprodukt (Serien-)
- Seriennaher Werkstoff; geringe bis mittlere Stückzahlen

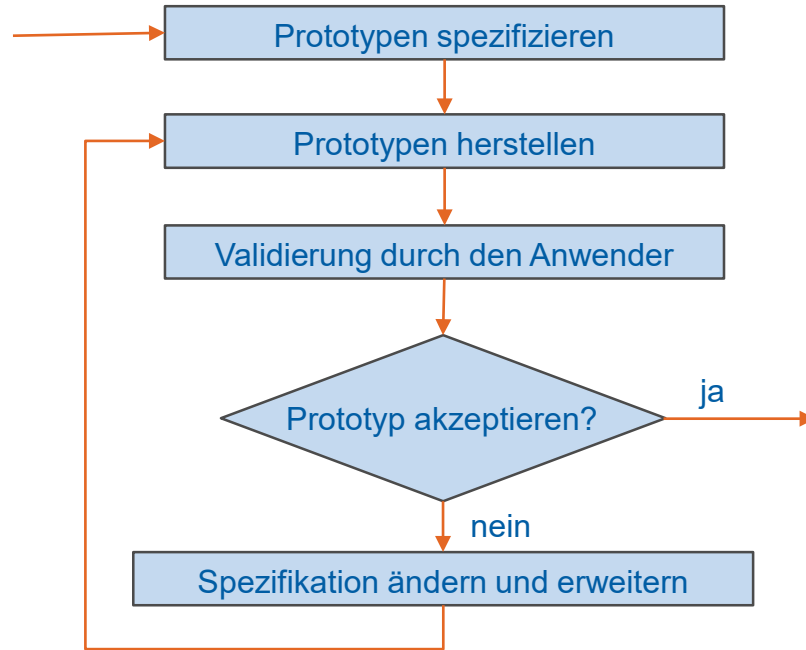


[www.autobild.de](http://www.autobild.de)

### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

# GRUNDLAGEN UND BEGRIFFE - PROTOTYP

## Aktivitäten des evolutionären Prototypings

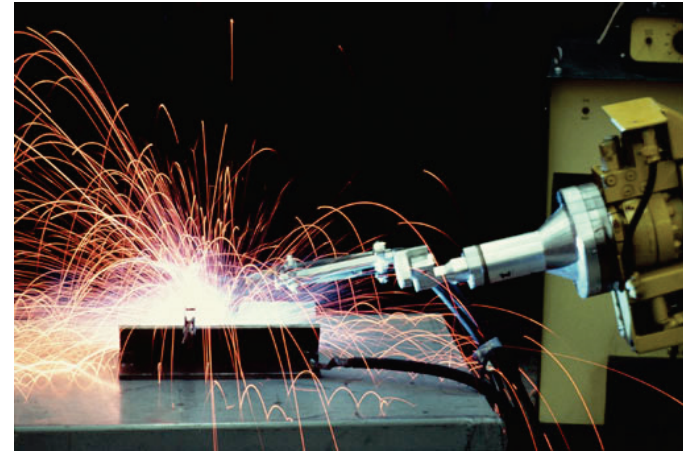


### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

# GRUNDLAGEN UND BEGRIFFE - VORSERIENBAUTEIL

Weitestgehende bis vollständige Übereinstimmung mit dem Endprodukt

- Markttests, Markteinführung
- Optimierung der Fertigung
  
- Serienfertigungsverfahren und -werkzeuge
- Serienwerkstoff; mittlere Stückzahlen ( $\leq 500$ )



### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

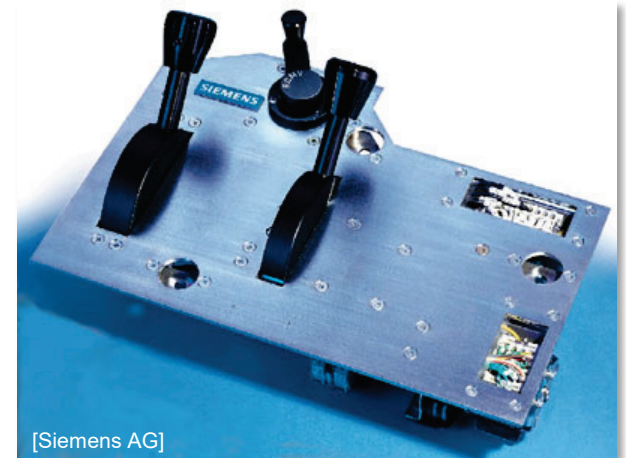
# GRUNDLAGEN UND BEGRIFFE - MUSTER (ENDPRODUKT)

Test sämtlicher Produkteigenschaften an einem aus der Serie entnommenen Endprodukt

- Vollständiger Test der Produkteigenschaften am Endprodukt
- Ausbildung von Service- und Fertigungspersonal sowie Anwendern
- Unterstützung des Serienanlaufs, Optimierung des Fertigungs- und Montageablaufes sowie der Kunden- und Lieferantenbeziehung
- Laufende Qualitätsüberwachung

## Beispiel

Fahrschalter für Züge



[Siemens AG]

### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

# WARUM MODELLE? - VOR- UND NACHTEILE

Mögliche Vorteile durch die Verwendung von Modellen:

- + Verringerung der Komplexität ➔ Gezielte Untersuchung und Isolierung einzelner Parameter
- + Leichtes „Durchspielen“ von Alternativen möglich ➔ Höhere Anzahl der betrachteten und gegeneinander getesteten Alternativen möglich  
➔ Schnellere Umsetzung von Ideen, erleichterte Kommunikation
- + Frühzeitige Kommunikation möglich ➔ Nutzung der Modelle, um früh Ansatzpunkte für Änderungen / Verbesserungen auszumachen (zu diesem Zeitpunkt sind Änderungen leichter und kostengünstiger durchzuführen)
- + Unterstützung des Simultaneous Engineering ➔ Zeit- und Kostenersparnis; verbesserte Kommunikation
- + Verringerung der Anzahl benötigter physikalischer Prototypen ➔ Kostenersparnis

### 3 Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

## WARUM MODELLE? - VOR- UND NACHTEILE

Mögliche Nachteile durch die Verwendung von Modellen:

- ➖ Häufig ist nur die Betrachtung des statischen Falles möglich
- ➖ Gegenseitige Beeinflussung verschiedener Parameter ist häufig unbekannt
- ➖ Genaue Kenntnis der Randbedingungen erforderlich



Additive Fertigung

## Additive Fertigung 21 – 03 – Modelle und Prototypen in der Produktentwicklung

Technische Universität Bergakademie Freiberg  
IMKF - Additive Fertigung  
Agricolastraße 1, 09599 Freiberg, Germany

Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler  
Tel: +49 3731 39 30 66  
henning.zeidler@imkf.tu-freiberg.de



**imkf**  
INSTITUT FÜR MASCHINENELEMENTE  
KONSTRUKTION UND FERTIGUNG



TU Bergakademie Freiberg | Institut für Maschinenelemente, Konstruktion und Fertigung | Professur für Additive Fertigung  
Agricolastraße 1 | 09599 Freiberg DE | Tel.: +49 3731 39 2986 | <http://www.imkf.tu-freiberg.de> | Prof. Dr.-Ing. Henning Zeidler