

# Die Wissensgebiete der Simulationstechnik

Durak, U., Gerlach, T.

**Dr.Umut Durak**

*DLR Institute of Flight Systems*

**Workshop der ASIM/GI-Fachgruppen STS und GMMS**

**Ulm, 9. Und 10. März 2017**

Knowledge for Tomorrow

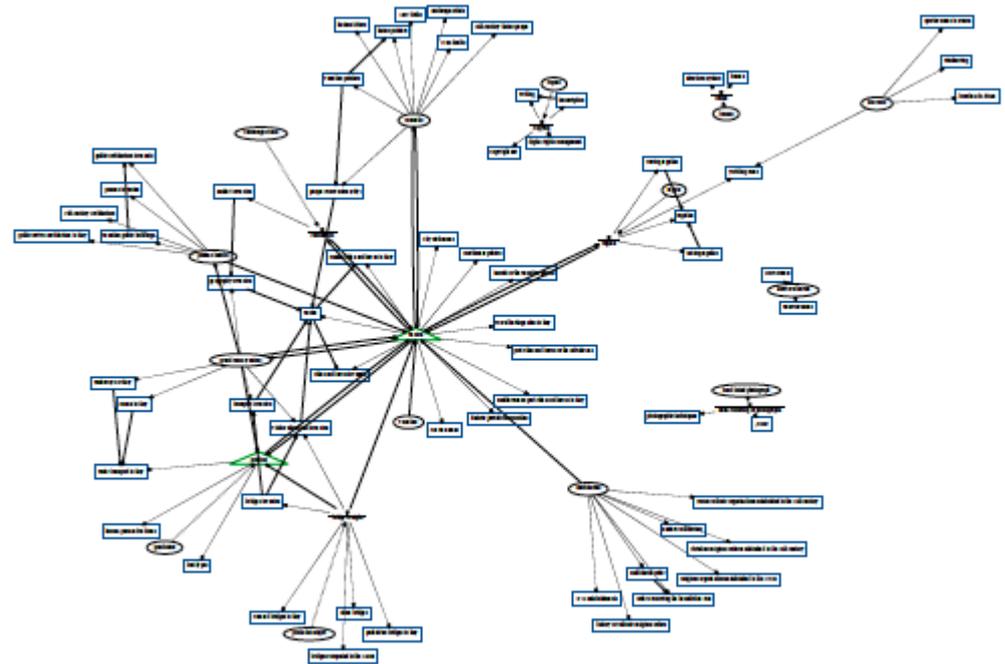


# Body of Knowledge

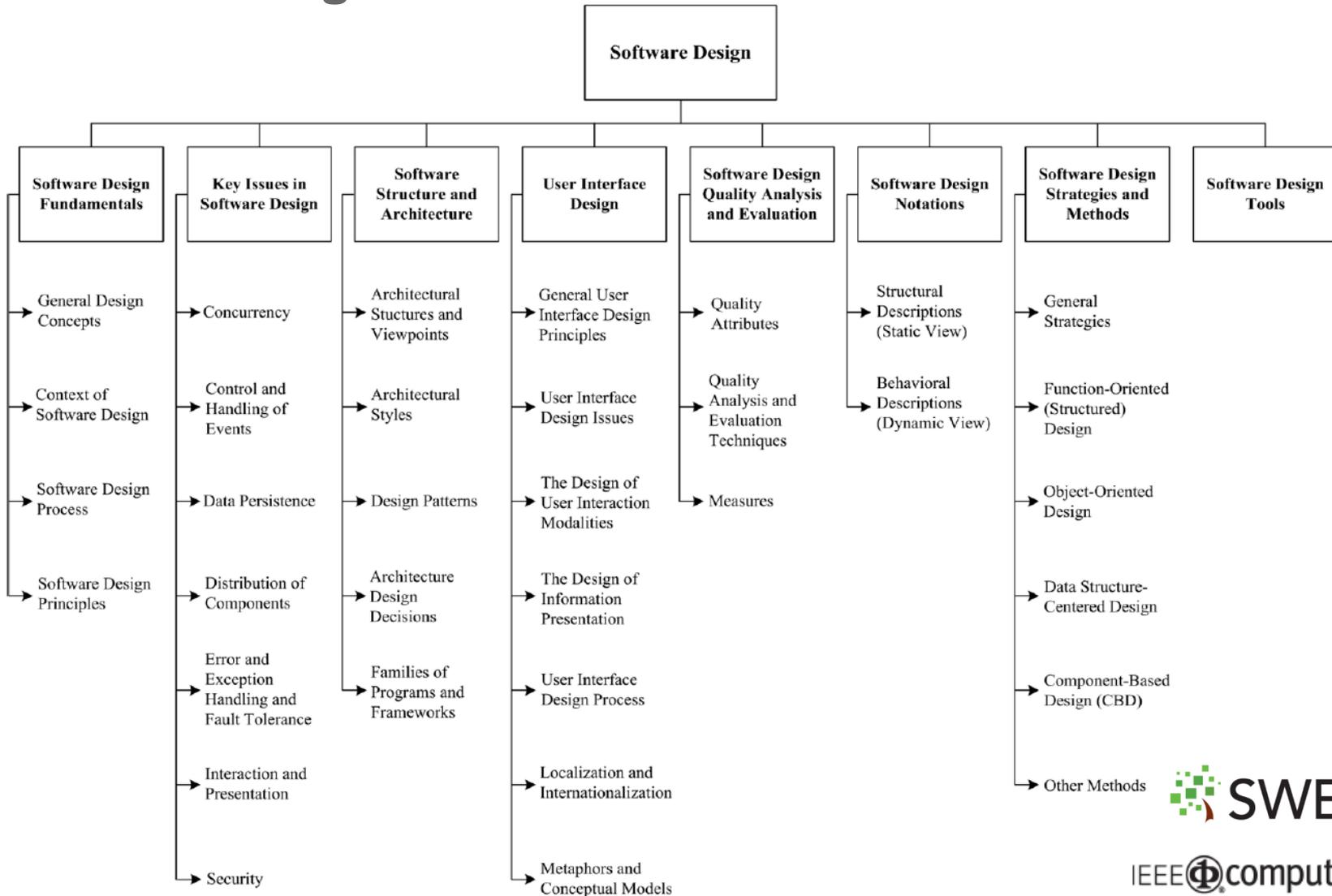
Die **Wissensgebiete eines Fachgebiets (Body of Knowledge)**  
**Strukturiertes Wissen**, das von einem Individuum gemeistert werden  
 muss, um als Spezialist zu gelten.

Beispiele:

- SEBoK (Systems engineering)
- SWEBoK (Software engineering)
- PMBoK (Project management)



# Die Wissensgebiete der Softwaretechnik



# Das Fachgebiet Modellierung und Simulation (M&S)

Seit zwei Jahrzehnten wurden die folgenden Fragen erforscht:

- Ist M&S ein eigenständiges Fachgebiet?
- Was sind die wichtigen Wissensgebiete der M&S?

Ören, der primäre Unterstützer der Idee, veröffentlicht seine Vorstellungen zur Klassifizierung der Wissensgebiete der M&S auf seiner Webseite seit 2012.

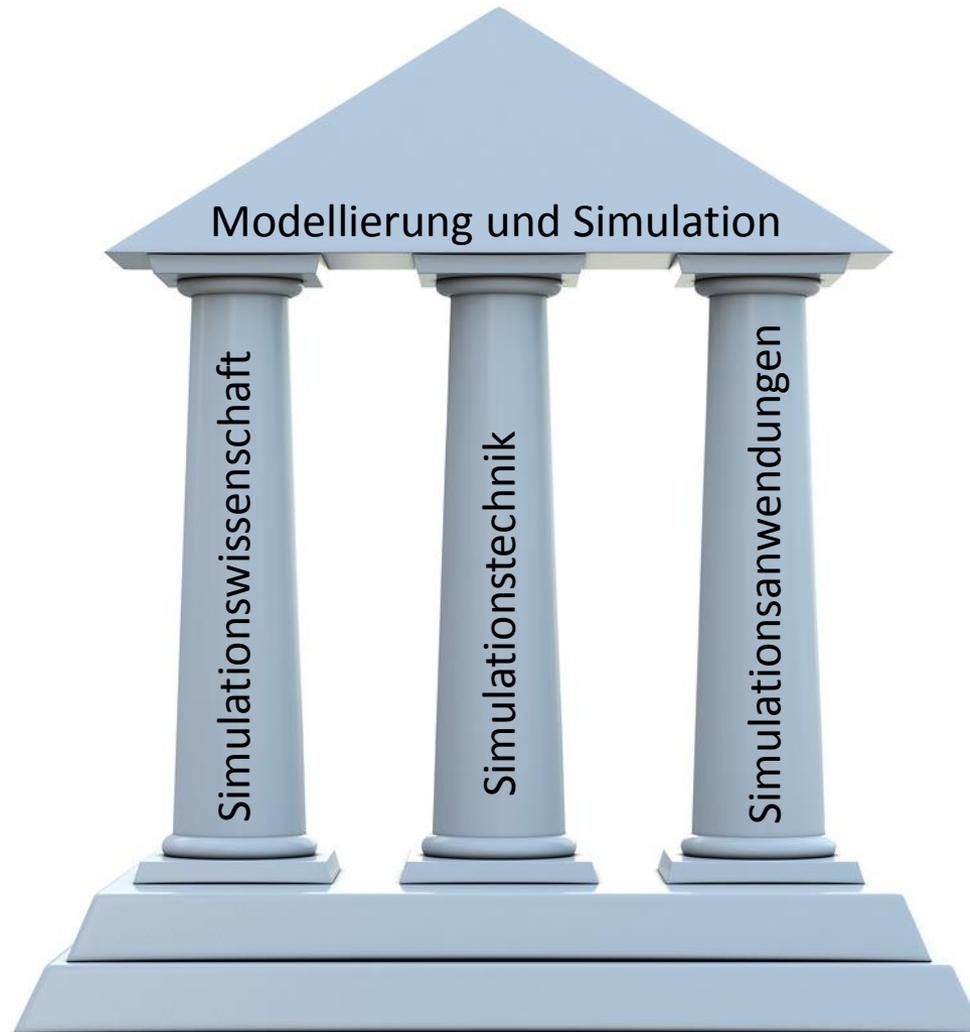
## Part 2. M&S BOK Core Areas

- 2.1 Science / Methodology
- 2.2 Types of simulation
- 2.3 Life cycles of M&S
- 2.4 Technology
- 2.5 Infrastructure
- 2.6 Reliability
- 2.7 Ethics
- 2.8 History
- 2.9 Trends, Challenges, and Desirable Features
- 2.10 Enterprise
- 2.11 Maturity

<http://www.site.uottawa.ca/~oren/MSBOK/MSBOK-index.pdf>

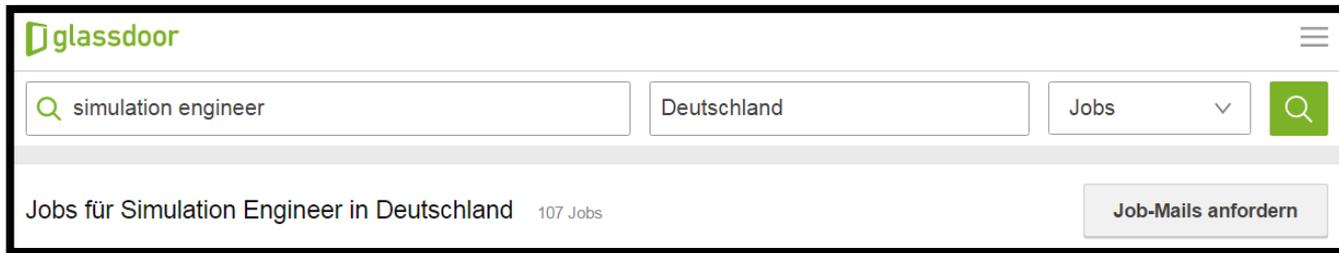


# Drei Pfeiler der Modellierung und Simulation



# Schwerpunkt „Simulationstechnik“

Was muss gemeistert werden, um als ein Spezialist auf dem Gebiet der Simulationstechnik bzw. Simulation Engineer zu gelten?



 **LEAD SIMULATION ENGINEER (W/M)**  
HELLA  
Lippstadt, DE  
Hierbei verantworten Sie mit Ihrem Projektteam die Planung und Durchführung von mechanischen und thermischen Simulationen und Berechnungen unter Einhaltung der Kundenvorgaben. hella-jobs.dvinci.de

 [Electromechanical Simulation Engineer](#)  
Amazon Lab126  
Sunnyvale, CA, US  
4+ years of experience using structural or thermal simulation software for the analysis of electronic designs. Experience using ANSYS HFSS simulation software. highvolsubs-amazon.icims.com

 **Sr Simulation Engineer**  
Siemens  
Irving, TX, US  
The successful candidate will have 5 or more years' experience developing simulation models and working on simulation projects. Minimum 5 years of relevant engineering experience. siemenscorp.taleo.net

 **Principal Simulation Engineer**  
L3  
USA-Massachusetts-Burlington  
We are seeking a Simulation Engineer in our Burlington, MA facility for duties primarily related to design and development of a high performance modeling and simulation ...



## Zielsetzung des Vortrags

- Ein **Vorschlag** zur Kategorisierung der Wissensgebiete der Simulationstechnik mit einer Auflistung der *wichtigsten Referenzen* dieser Wissensgebiete
- Eine weitergehende Diskussion und Bemühungen



# Grundlagen der Simulationstechnik

Die **Simulationstechnik** ist

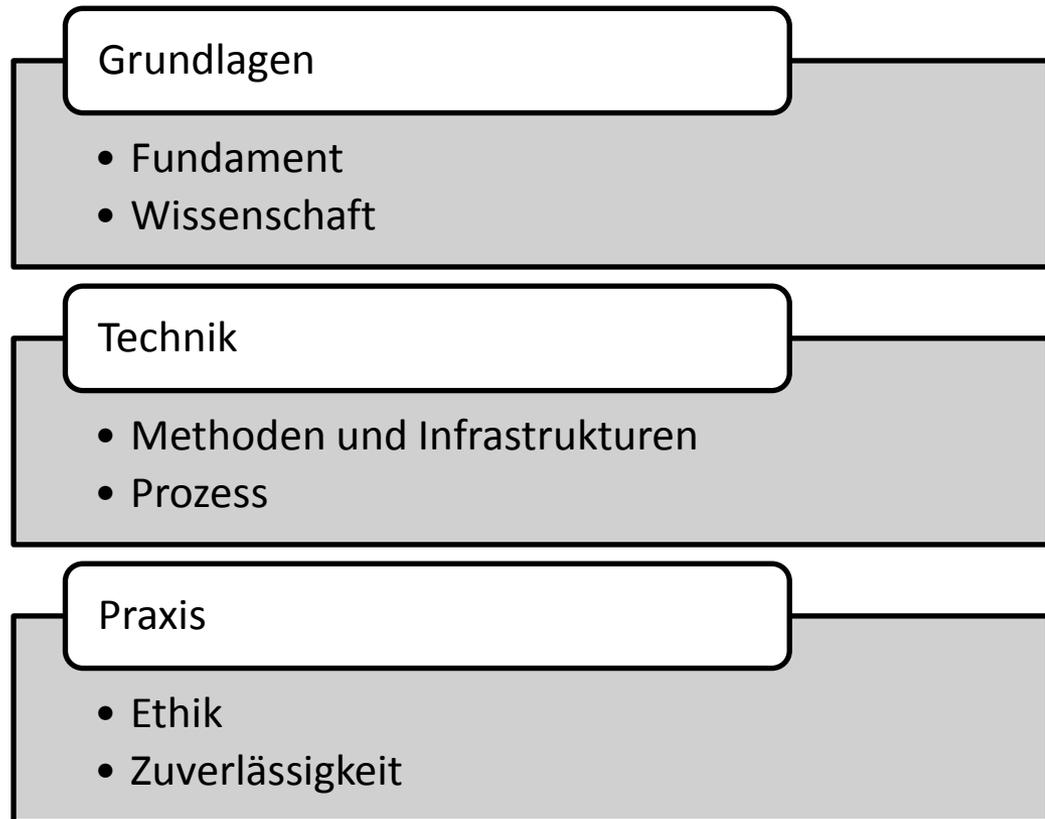
*das **Ergebnis der Synergien** zwischen Simulation und Systems Engineering*

*ein interdisziplinärer Ansatz zur **Entwicklung, Wartung und Nutzung** von **Simulationen***



# Wissensgebiete der Simulationstechnik

Die Wissensgebiete der Simulationstechnik auf der ersten Ebene, entsprechend Örens Klassifikation:



# Grundlagen

## Fundament

- Arten der Simulation
- Definition der Simulation

## Wissenschaft

- Daten
- Modelle
- Experimente



# Fundament

## **A Critical Review of Definitions and About 400 Types of Modeling and Simulation**

**Tuncer Ören**

Ph.D., Emeritus Professor

School of Electrical Engineering and Computer Science (EECS)

University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada

[oren@site.uottawa.ca](mailto:oren@site.uottawa.ca)

### Fundament

- **Arten der Simulation**
- **Definition der Simulation**

### Wissenschaft

- **Daten**
- **Modelle**
- **Experimente**



# Wissenschaft

**Daten** sind wichtig, um ein Modell auszuführen und die Ergebnisse der Simulationsexperimente zu analysieren.

*wissenschaftliche Grundlagen der Eingangsdatenmodellierung, z. B. der Verteilungsfunktion der Intervallzeiten, und der Ausgangsanalyse, z. B. die Standardabweichungen der Wartezeiten*

## Fundament

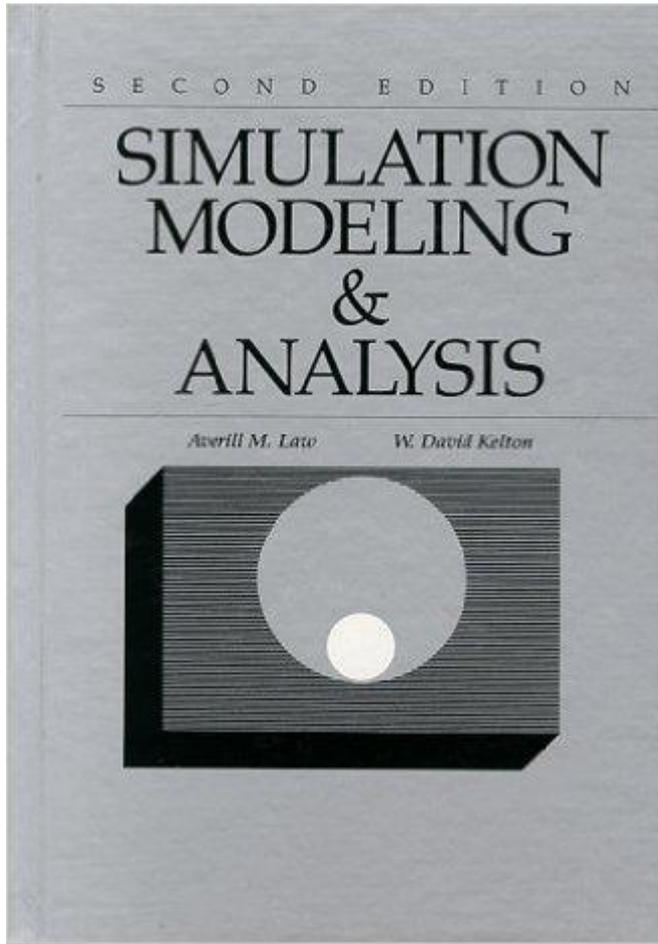
- Arten der Simulation
- Definition der Simulation

## Wissenschaft

- **Daten**
- Modelle
- Experimente



# Wissenschaft



## Fundament

- Arten der Simulation
- Definition der Simulation

## Wissenschaft

- **Daten**
- Modelle
- Experimente



# Wissenschaft

**Modelle** sind als Abstraktion der Realität ein Kernelement der Simulation.

*akademische Grundlagen der Modellierung, der Modellverwaltung und Modellbearbeitung*

Bei **Experimente** geht es um das virtuelle Experimentieren mit Modellen bzw. um die Ausführung eines Simulationsprogramms

## Fundament

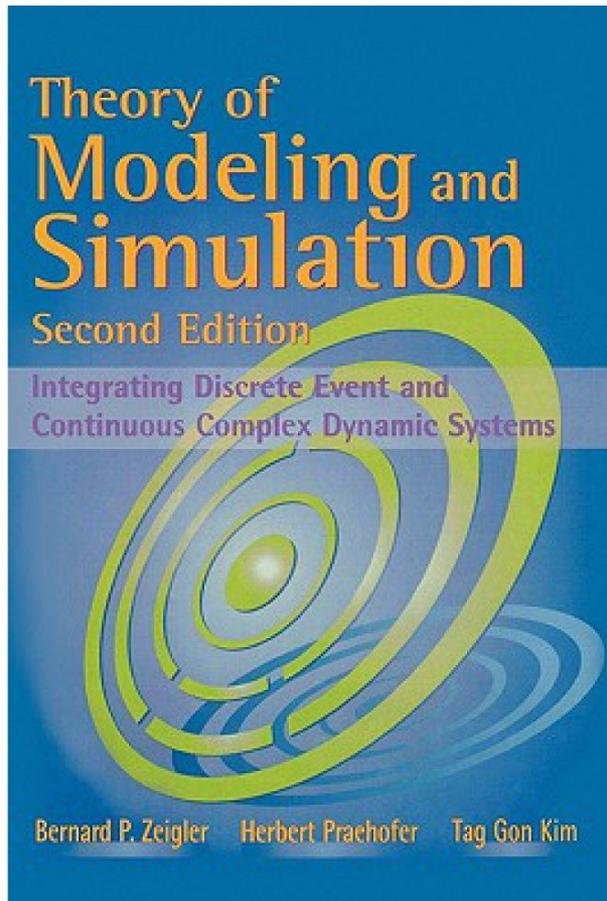
- Arten der Simulation
- Definition der Simulation

## Wissenschaft

- Daten
- **Modelle**
- **Experimente**



# Wissenschaft



## Fundament

- Arten der Simulation
- Definition der Simulation

## Wissenschaft

- Daten
- **Modelle**
- **Experimente**



# Technik

## Methoden und Infrastrukturen

- Lebenszyklen
- Normen
- Architekturen
- Werkzeuge

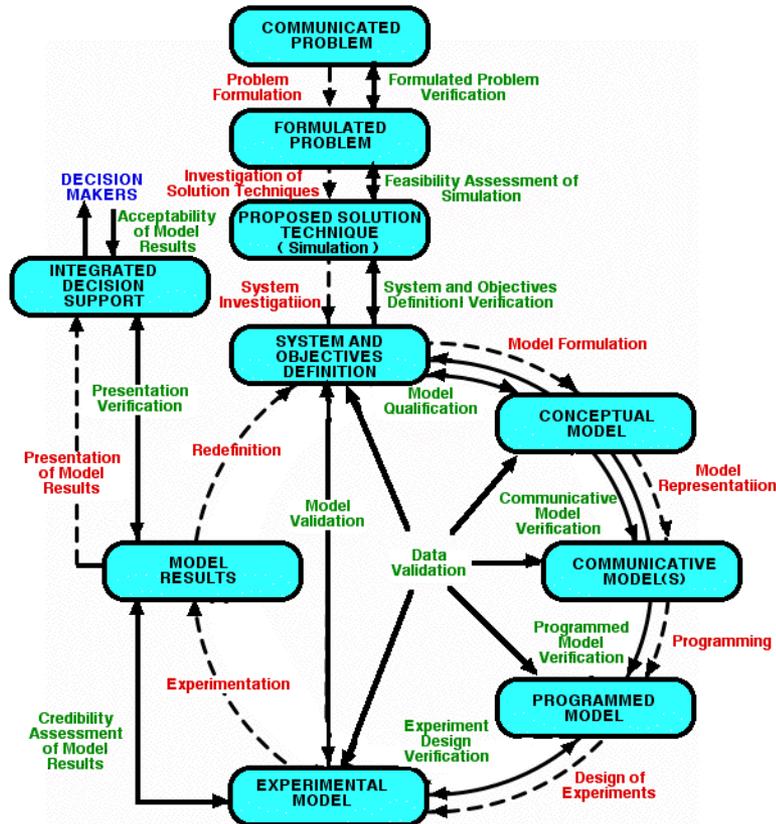
## Prozess

- Konzeptionelle Analyse
- Design
- Entwicklung
- Integration
- Verifikation und Validierung
- Bereitstellung und Betrieb
- Wartung
- Qualität
- Verwaltung



# Methoden und Infrastrukturen

## Life Cycle of a Simulation Study



## Methoden und Infrastrukturen

- Lebenszyklen
- Normen
- Architekturen
- Werkzeuge

## Prozess

- Konzeptionelle Analyse
- Design
- Entwicklung
- Integration
- Verifikation und Validierung
- Bereitstellung and Betrieb
- Wartung
- Qualität
- Verwaltung

O. Balci. Guidelines for Successful Simulation studies. 22nd Winter Simulation Conference, New Orleans, LA, 1990



# Methoden und Infrastrukturen



IEEE Std 1516.3™-2003

**1516.3™**  
**IEEE Recommended Practice for High Level Architecture (HLA) Federation Development and Execution Process (FEDEP)**

IEEE Computer Society  
Sponsored by the Simulation Interoperability Standards Committee

IEEE Computer Society  
Sponsored by the Simulation Interoperability Standards Organization (SISO)

IEEE  
3 Park Avenue  
New York, NY 10016-5997  
USA  
24 January 2011

IEEE Std 1730™-2010  
(Revision of IEEE Std 1516.3™-2003)

Print: 9165088  
PDF: 3360088

Published by The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.  
3 Park Avenue, New York, NY 10016-5997, USA  
23 April 2003

**IEEE Standards**

## Methoden und Infrastrukturen

- **Lebenszyklen**
- Normen
- Architekturen
- Werkzeuge

## Prozess

- Konzeptionelle Analyse
- Design
- Entwicklung
- Integration
- Verifikation und Validierung
- Bereitstellung and Betrieb
- Wartung
- Qualität
- Verwaltung



# Methoden und Infrastrukturen

**Normen** werden genutzt, um akzeptierte Methoden und Infrastrukturen zu dokumentieren.

*Die bekanntesten sind*

- „IEEE 1278 Standard for Distributed Interactive Simulation (DIS)“
- „IEEE 1516 Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture (HLA)“.

## Methoden und Infrastrukturen

- Lebenszyklen
- **Normen**
- Architekturen
- Werkzeuge

## Prozess

- Konzeptionelle Analyse
- Design
- Entwicklung
- Integration
- Verifikation und Validierung
- Bereitstellung and Betrieb
- Wartung
- Qualität
- Verwaltung



# Methoden und Infrastrukturen

„**Architekturen**“ bezeichnet die Softwarearchitektur für Simulationen.

*Bekannte und weit verbreitete Simulationsarchitekturen sind:*

- *High Level Architecture*
- *Test and Training Enabling Architecture (TENA)*

## Methoden und Infrastrukturen

- Lebenszyklen
- Normen
- **Architekturen**
- Werkzeuge

## Prozess

- Konzeptionelle Analyse
- Design
- Entwicklung
- Integration
- Verifikation und Validierung
- Bereitstellung and Betrieb
- Wartung
- Qualität
- Verwaltung



# Methoden und Infrastrukturen

Klassifizierung der „**Werkzeuge**“ auf Grundlage von:

- *Ausführungsstrategie, z. B. Echtzeitsimulation,*
- *Simulationsmechanik, z. B. agentenbasierte Simulation*
- *Anwendungsdomäne, z. B. Mehrkörpersimulation*

## Methoden und Infrastrukturen

- Lebenszyklen
- Normen
- Architekturen
- **Werkzeuge**

## Prozess

- Konzeptionelle Analyse
- Design
- Entwicklung
- Integration
- Verifikation und Validierung
- Bereitstellung and Betrieb
- Wartung
- Qualität
- Verwaltung



# Prozess

Zwei primäre Aktivitäten der **konzeptionellen Analyse** sind die konzeptionelle Modellierung und die Szenarioentwicklung.

Ideas About Simulation Conceptual Model Development

Dale K. Pace

**Scenario Development: A Model-Driven Engineering Perspective**

Umut Durak<sup>1</sup>, Okan Topçu<sup>2</sup>, Robert Siegfried<sup>3</sup> and Halit Oğuztüzün<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Flight Systems, German Aerospace Center (DLR), Lilienthalplatz 7, Braunschweig, Germany

<sup>2</sup>Department of Computer Engineering, Naval Science and Engineering Institute, Istanbul, Turkey

<sup>3</sup>Aditerna GmbH, Riemering, Germany

<sup>4</sup>Department of Computer Engineering, Middle East Technical University, Ankara, Turkey  
umut.durak@dlr.de, okantopcu@gmail.com, robert.siegfried@aditerna.de, oguztuzn@ceng.metu.edu.tr

## Methoden und Infrastrukturen

- Lebenszyklen
- Normen
- Architekturen
- Werkzeuge

## Prozess

- **Konzeptionelle Analyse**
- Design
- Entwicklung
- Integration
- Verifikation und Validierung
- Bereitstellung and Betrieb
- Wartung
- Qualität
- Verwaltung



# Prozess

„**Design**“ beschreibt das Softwaredesign der Simulationsumgebung.

„**Entwicklung**“ beschreibt deren Implementierung.

„**Integration**“ ist der Arbeitsschritt nach der Entwicklung.

*Überführung aller Simulationsbestandteile in eine vereinheitlichende Betriebsumgebung*

## Methoden und Infrastrukturen

- Lebenszyklen
- Normen
- Architekturen
- Werkzeuge

## Prozess

- Konzeptionelle Analyse
- **Design**
- **Entwicklung**
- **Integration**
- Verifikation und Validierung
- Bereitstellung and Betrieb
- Wartung
- Qualität
- Verwaltung



# Prozess

„**Verifikation**“ betrachtet die reine Implementierung der Simulation

- *Ist die Simulation richtig implementiert?*

„**Validierung**“ prüft wiederum die hinreichende Erfüllung der Anforderungen an eine Simulation

- *Ist die richtige Simulation implementiert?*

VERIFICATION AND VALIDATION OF SIMULATION MODELS

Robert G. Sargent

Department of Electrical Engineering and Computer Science  
L. C. Smith College of Engineering and Computer Science  
Syracuse University  
Syracuse, N.Y. 13244, U.S.A.

## Methoden und Infrastrukturen

- Lebenszyklen
- Normen
- Architekturen
- Werkzeuge

## Prozess

- Konzeptionelle Analyse
- Design
- Entwicklung
- Integration
- **Verifikation und Validierung**
- Bereitstellung and Betrieb
- Wartung
- Qualität
- Verwaltung



# Prozess

## „Bereitstellung“

*Aktivitäten zwischen der Entwicklung und der Freigabe der Simulation für den „Betrieb“*

## „Betrieb“

*Simulation durchführen  
Ergebnisse sammeln, analysieren und auswerten*

### Methoden und Infrastrukturen

- Lebenszyklen
- Normen
- Architekturen
- Werkzeuge

### Prozess

- Konzeptionelle Analyse
- Design
- Entwicklung
- Integration
- Verifikation und Validierung
- **Bereitstellung and Betrieb**
- Wartung
- Qualität
- Verwaltung



# Prozess

Während des Betriebes der Simulation ist ihre Evolution unvermeidlich.

## „Wartung“

*Die Sicherstellung, dass die Simulation im laufenden Betrieb funktionsfähig bleibt, z. B. durch Fehlerbehebung*

### Methoden und Infrastrukturen

- Lebenszyklen
- Normen
- Architekturen
- Werkzeuge

### Prozess

- Konzeptionelle Analyse
- Design
- Entwicklung
- Integration
- Verifikation und Validierung
- Bereitstellung and Betrieb
- **Wartung**
- Qualität
- Verwaltung



# Prozess

Die Teilgebiete „**Qualität**“ und „**Verwaltung**“ umfassen klassische Managementthemen, wie Projektmanagement, Risikomanagement, Konfigurationsmanagement, Informationsmanagement und die Qualitätssicherung.

## Methoden und Infrastrukturen

- Lebenszyklen
- Normen
- Architekturen
- Werkzeuge

## Prozess

- Konzeptionelle Analyse
- Design
- Entwicklung
- Integration
- Verifikation und Validierung
- Bereitstellung and Betrieb
- Wartung
- **Qualität**
- **Verwaltung**



# Ausblick

Die Kategorisierung der Wissensgebiete der Simulationstechnik ist einer der wichtigsten Pfeiler um eine etablierte Disziplin zu schaffen.

Die vorgeschlagene Kategorisierung bietet eine kurze Definition und Referenzen der Kategorien, Wissens- und Teilgebiete.

Weitere Ausarbeitungen sind erforderlich.

Wir hoffen, dass diese Publikation einen guten Ausgangspunkt für weitere Bemühungen bildet.



## Die Wissensgebiete der Simulationstechnik

Durak, U., Gerlach, T.

# Fragen

**Dr.Umut Durak**

*DLR Institute of Flight Systems*

**Workshop der ASIM/GI-Fachgruppen STS und GMMS**

**Ulm, 9. und 10. März 2017**

Knowledge for Tomorrow

