

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

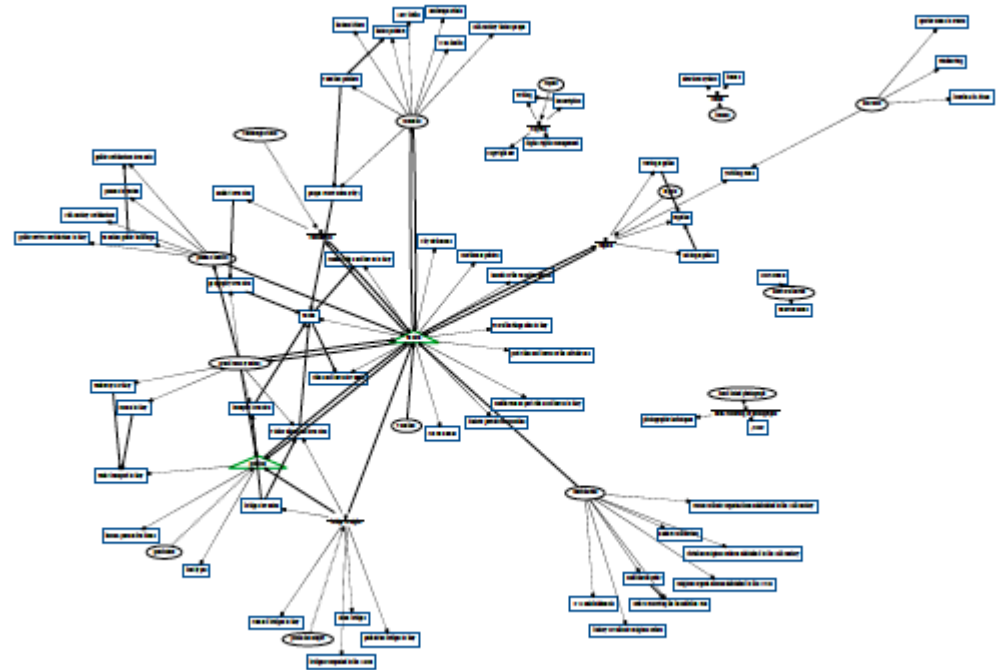


Body of Knowledge

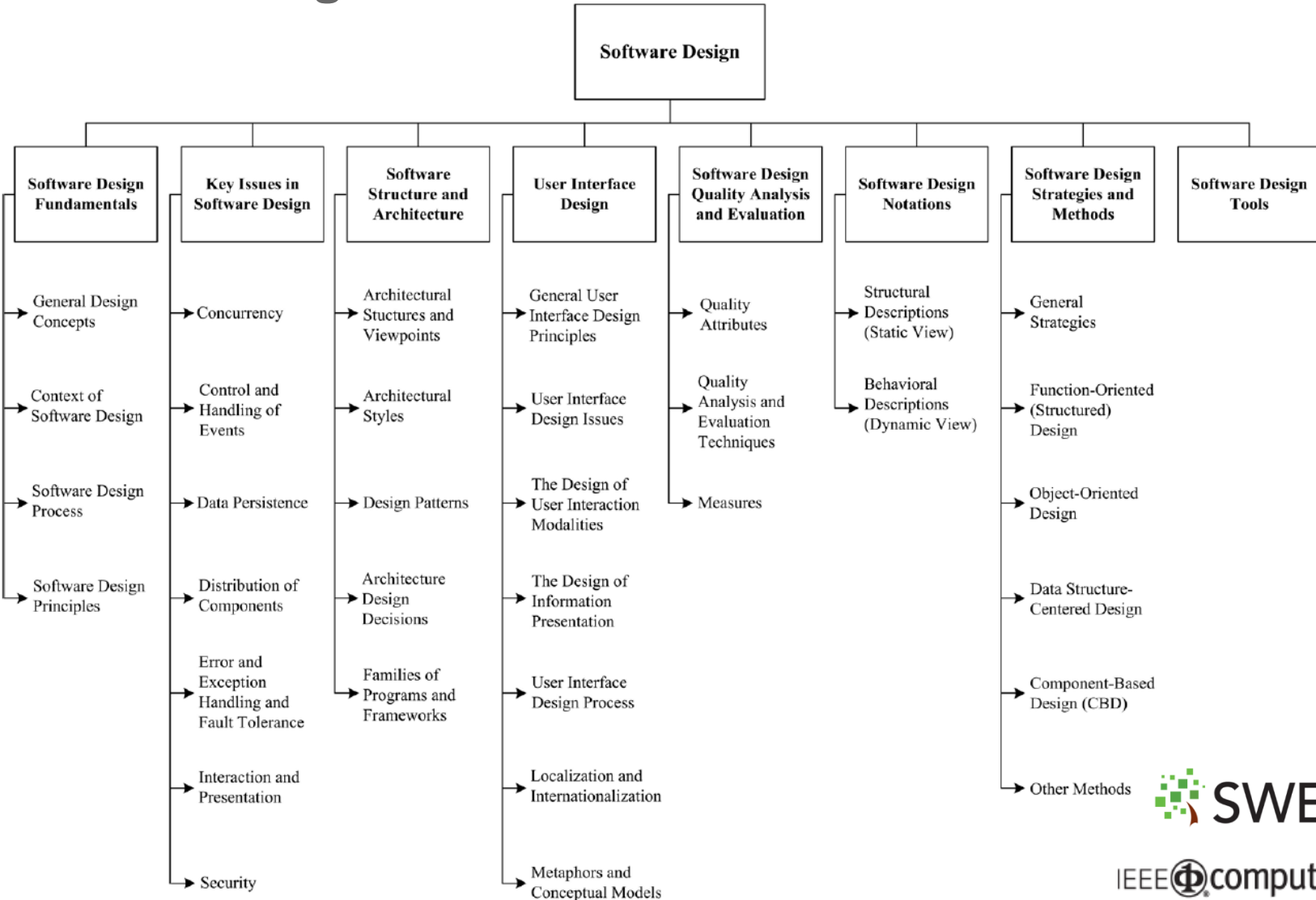
Die **Wissensgebiete eines Fachgebiets (Body of Knowledge)**
Strukturiertes Wissen, das von einem Individuum gemeistert werden muss, um als Spezialist zu gelten.

Beispiele:

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



Die Wissensgebiete der Softwaretechnik



 **SWEBOK[®]**
V3.0

IEEE  computer society



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.

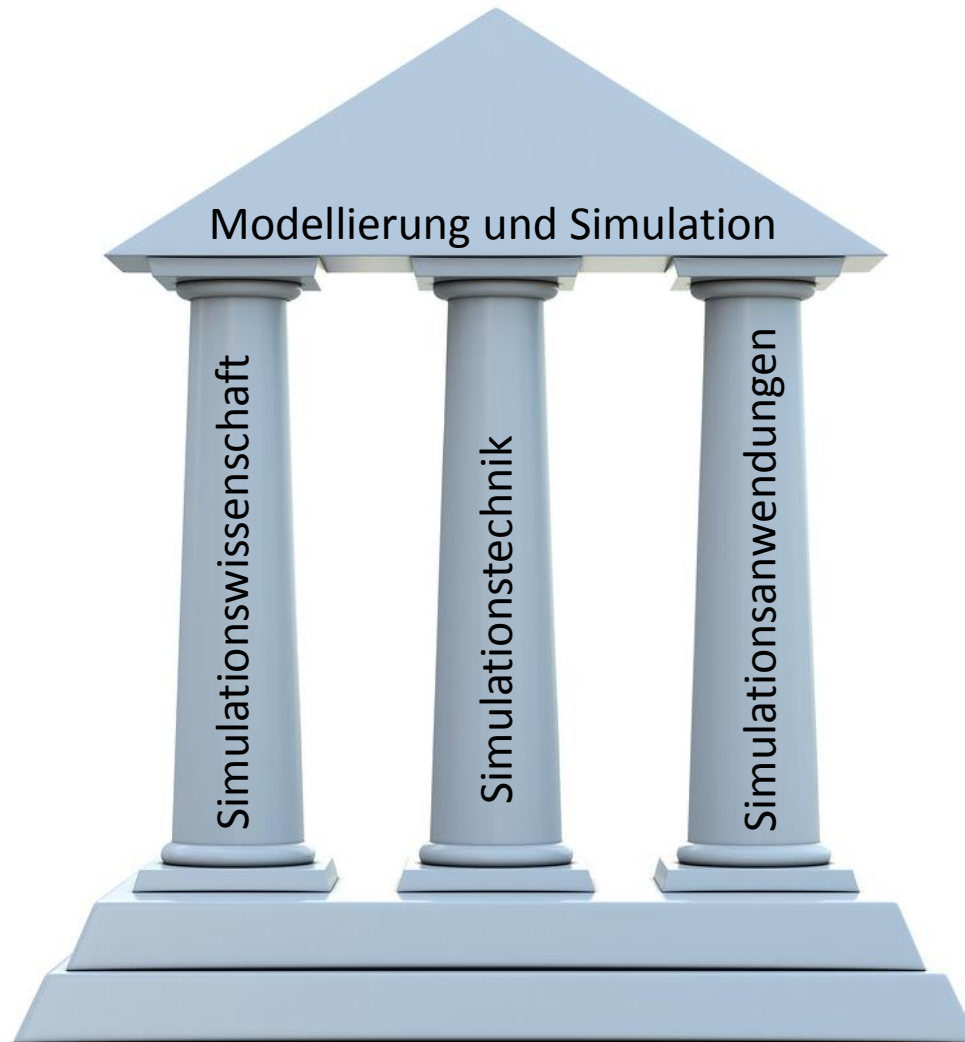
Part 2. M&S BOK Core Areas

- 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>

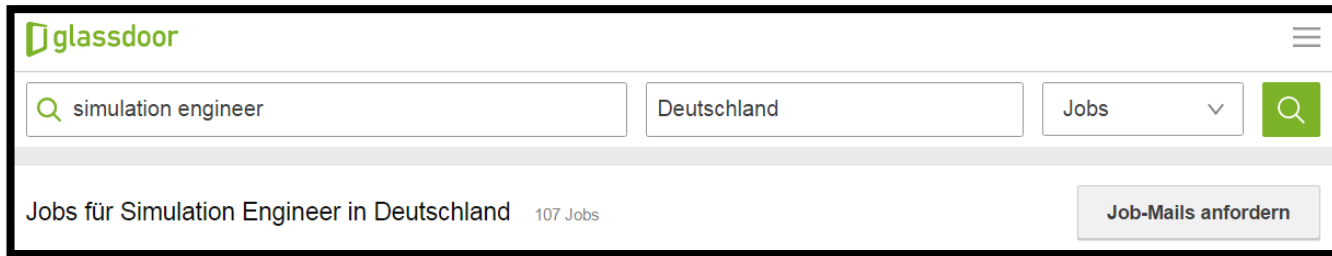



Drei Pfeiler der Modellierung und Simulation





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

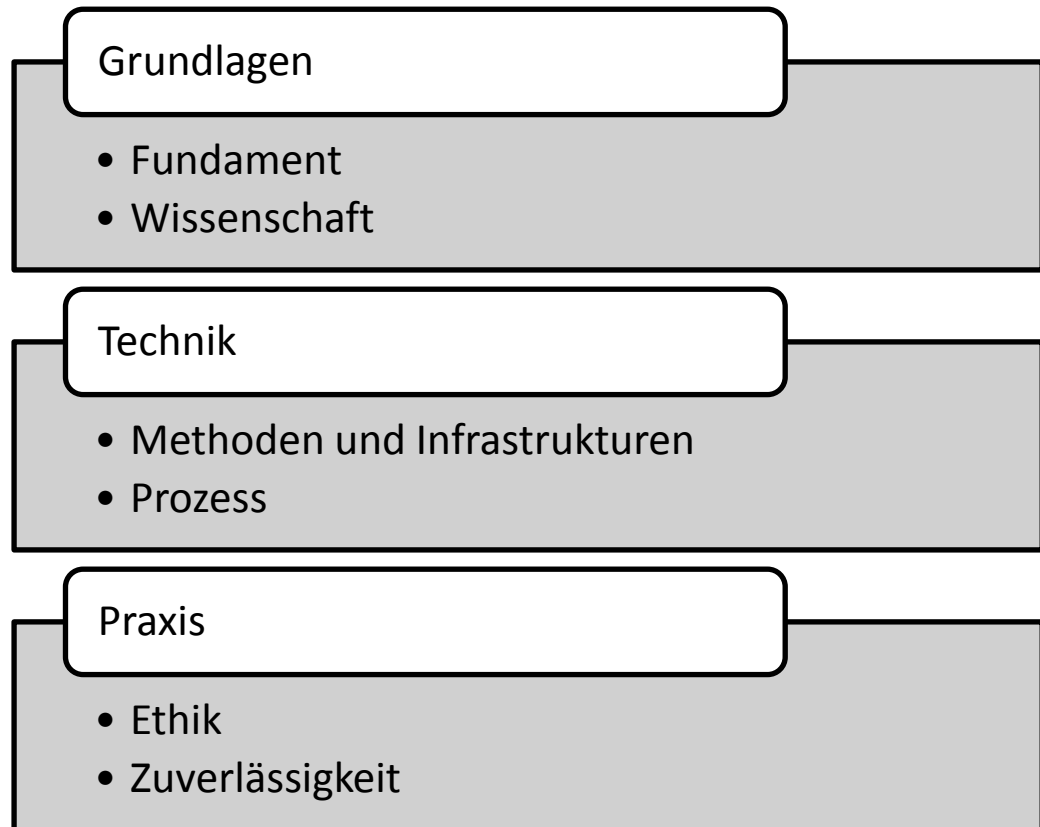
*das **Ergebnis der Synergien** zwischen Simulation und Systems Engineering*

*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

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

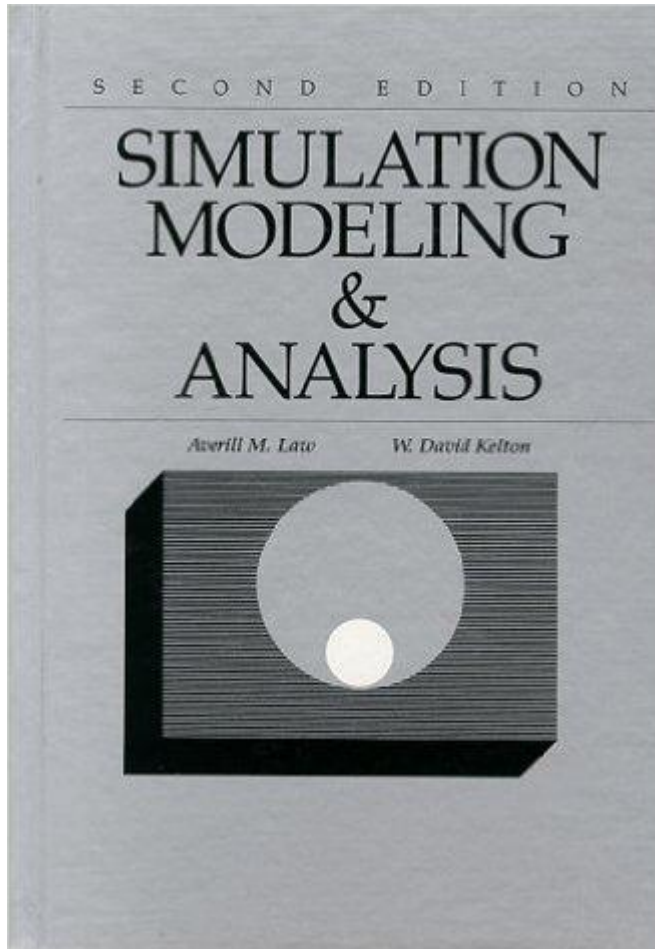
- Arten der Simulation
- Definition der Simulation

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

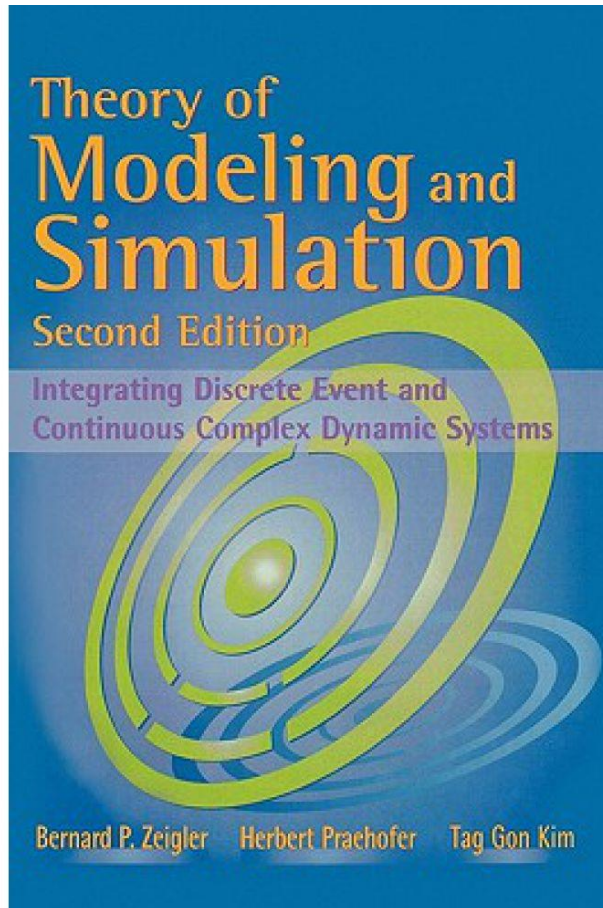
- Arten der Simulation
- Definition der Simulation

Wissenschaft

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



Wissenschaft



Fundament

- Arten der Simulation
- Definition der Simulation

Wissenschaft

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



Technik

Methoden und Infrastrukturen

- Lebenszyklen
- Normen
- Architekturen
- Werkzeuge

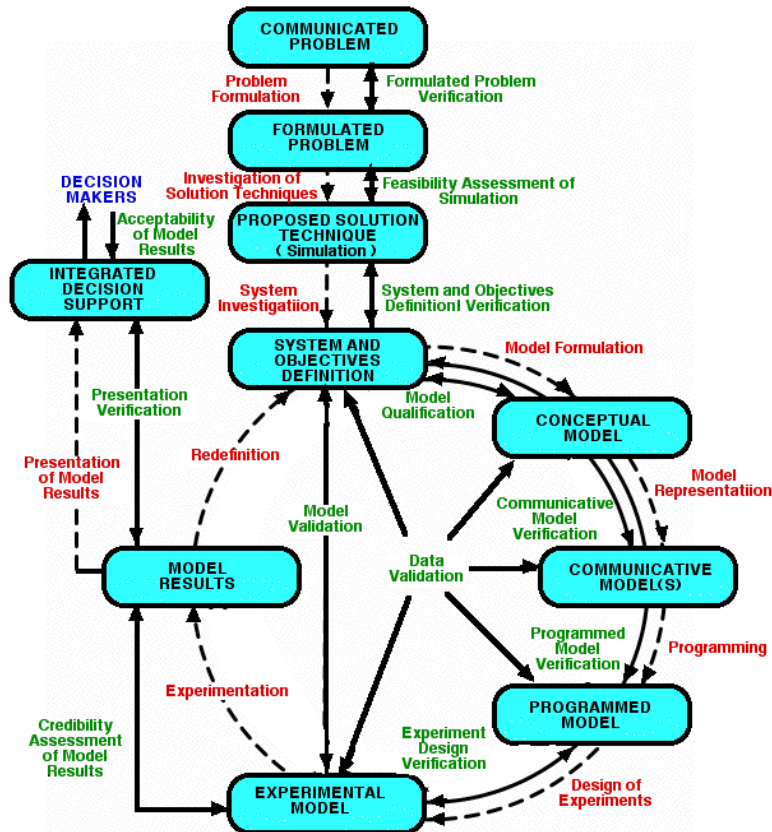
Prozess

- 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 Durak¹, Okan Topçu², Robert Siegfried³ and Halit Oğuztüzün⁴

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

²Department of Computer Engineering, Naval Science and Engineering Institute, Istanbul, Turkey

³Aditerna GmbH, Riemering, Germany

⁴Department 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

