



HOCHSCHULE KONSTANZ TECHNIK, WIRTSCHAFT UND GESTALTUNG  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



PROF. TH. BIRKHÖLZER  
SIMULATION DER EFFEKTE VON INVESTITIONEN IN  
PROZESSVERBESSERUNGEN

Darmstadt, November 2007

Die Inhalte der Präsentation ent-  
stammen teilweise aus einer Auf-  
tragsforschung für die Siemens AG

**SIEMENS**

## ZUR PERSON

- › 1992 - 2001 Mitarbeiter bei Siemens Medical Solutions
  - früher Fokus auf Prozessthemen (zur Qualitätssicherung)
  
- › seit 2001 Professor für Mathematik und Informatik an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik
  - Fokus auf Vermittlung (von Level 1 nach 2 ...)



# PROJEKTHINTERGRUND

Zusammenarbeit mit

- › Siemens Medical Solutions, Dr. Christoph Dickmann
- › Siemens Corporate Technology, Harald Klein

## Verschiedene Veröffentlichungen

T. Birkhölzer, C. Dickmann, J. Vaupel, L. Dantas, "An Interactive Software Management Simulator based on the CMMI Framework", Software Process Improvement and Practice, Volume 10, Issue 3, July/September 2005, pp. 327-340.

C. Dickmann, Harald Klein, Thomas Birkhölzer, Wolfgang Fietz, Jürgen Vaupel, Ludger Meyer, "Deriving a Valid Process Simulation from Real World Experiences", Software Process Dynamics and Agility, Springer Berlin/Heidelberg, 2007, pp. 272-282.



# MOTIVATION

Ziel:  
Verbesserung des  
Verständnisses (der  
Mechanismen von  
Prozessverbesserungen)

Modellierung und  
Simulation ist eine  
bewährte Methode (zur  
Untersuchung  
komplexer Systeme)

Quantitative Modellierung  
und Simulation  
(der Effekte von Investitionen  
in Prozessverbesserungen)

The diagram consists of three white rectangular boxes with black borders. The top-left box contains the text 'Ziel: Verbesserung des Verständnisses (der Mechanismen von Prozessverbesserungen)'. The top-right box contains 'Modellierung und Simulation ist eine bewährte Methode (zur Untersuchung komplexer Systeme)'. The bottom-center box contains 'Quantitative Modellierung und Simulation (der Effekte von Investitionen in Prozessverbesserungen)'. Two large, light-gray curved arrows point from the top-left box to the bottom-center box, and from the top-right box to the bottom-center box, indicating a flow of information or a process.



# INHALT DES VORTRAGS

- › Modellstruktur
- › Beispielhafte Modelle und Simulationen
- › Modellentwicklung und Validierung
- › Mögliche Anwendungsszenarien (Use Cases)
- › Zusammenfassung und Ausblick
- › Fragen und Diskussion



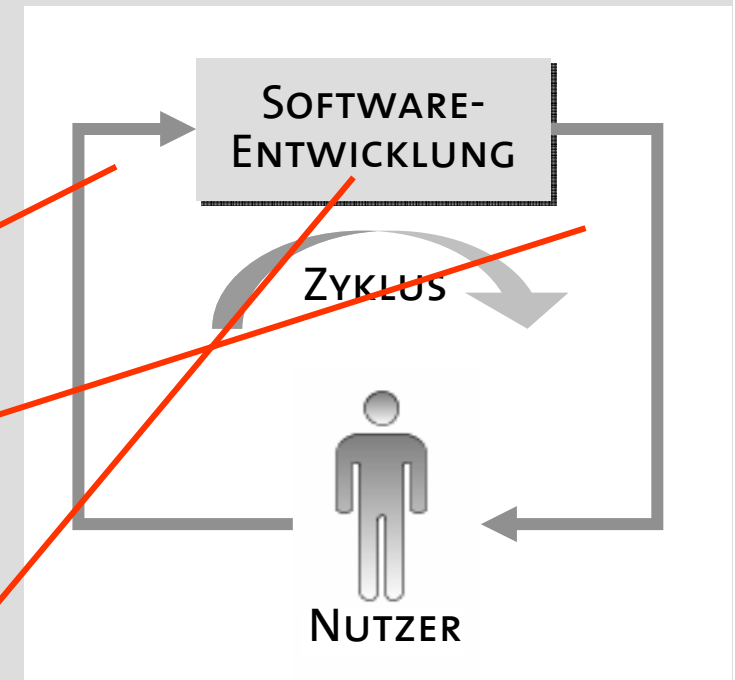
# GRUNDSTRUKTUR

- › Organisationsebene, nicht Projekt („CEO flight simulator“)
- › Interaktiv
- › Modellelemente

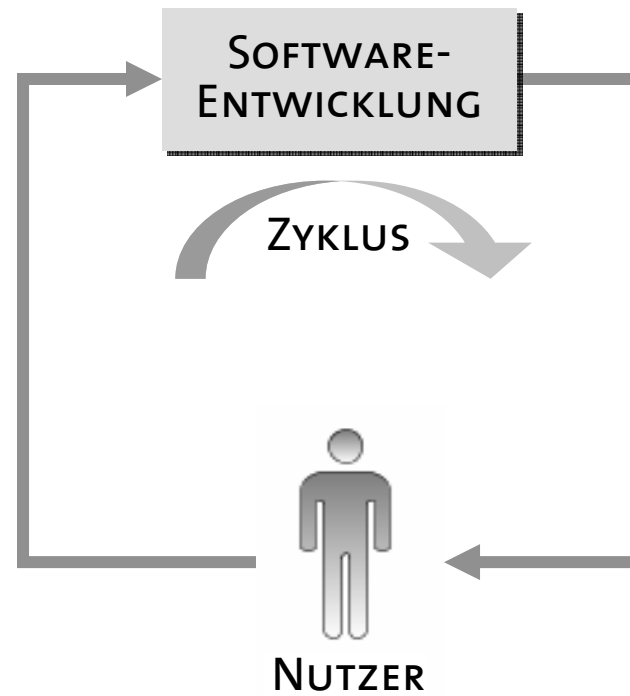
Eingänge: Investitionen

Ausgänge: Metriken  
(Balanced Scorecard)

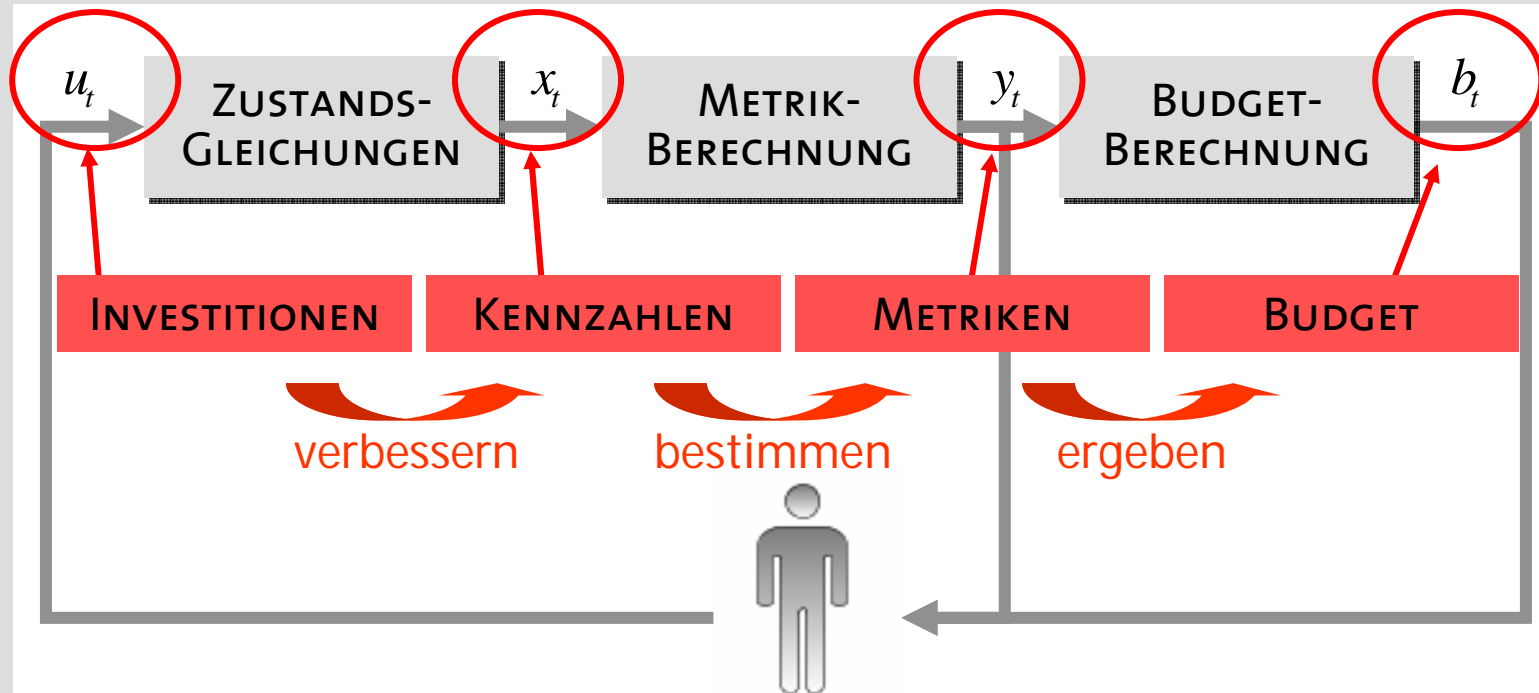
Interne Zustände: „Fähigkeiten“ der  
Prozessgebiete (aggregierte  
Kennzahlen vgl. Capability Levels)



# GRUNDSTRUKTUR



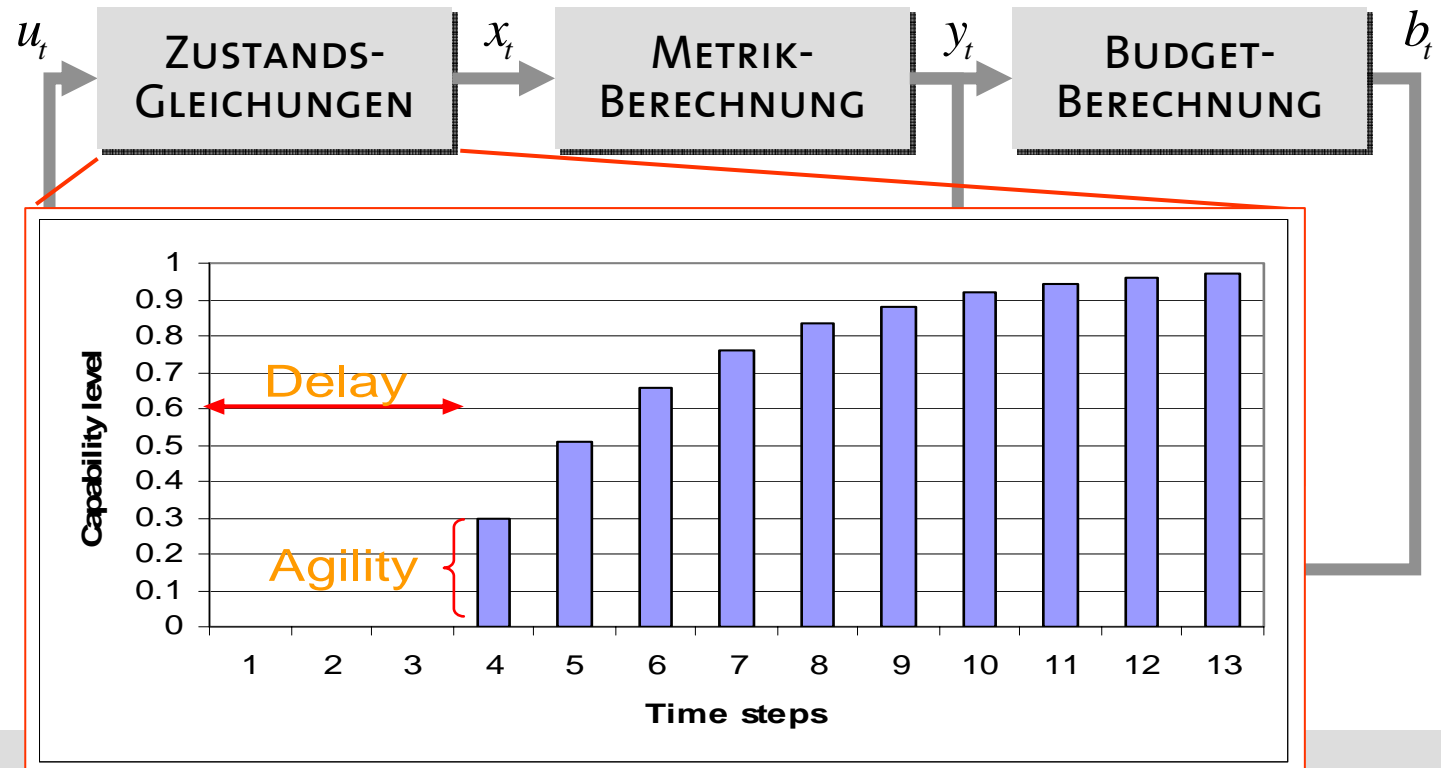
# SIMULATIONSLOGIK



**VARIABLE UND PARAMETER SIND INTERN NORMIERT**



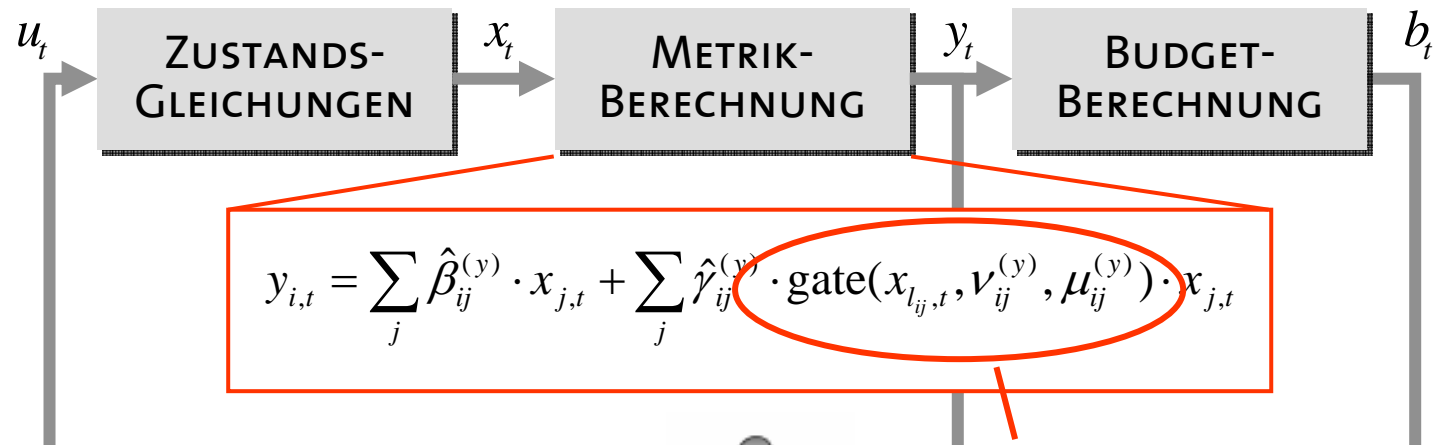
# ZUSTANDS-GLEICHUNGEN



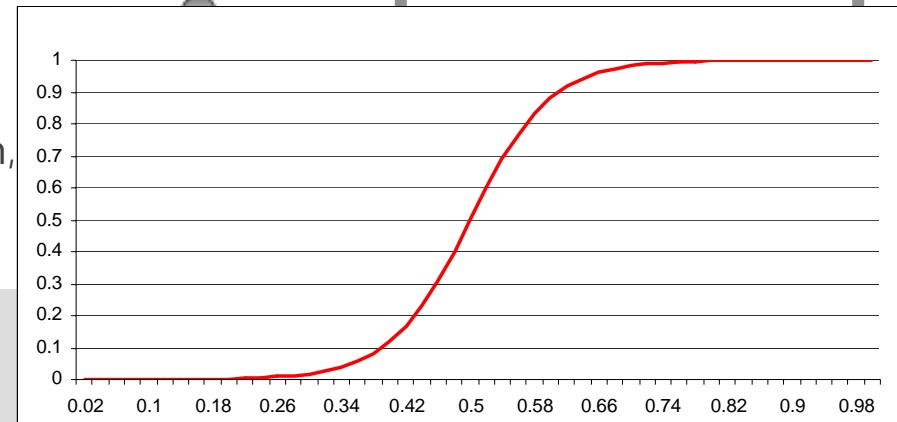
# METRIK-BERECHNUNG



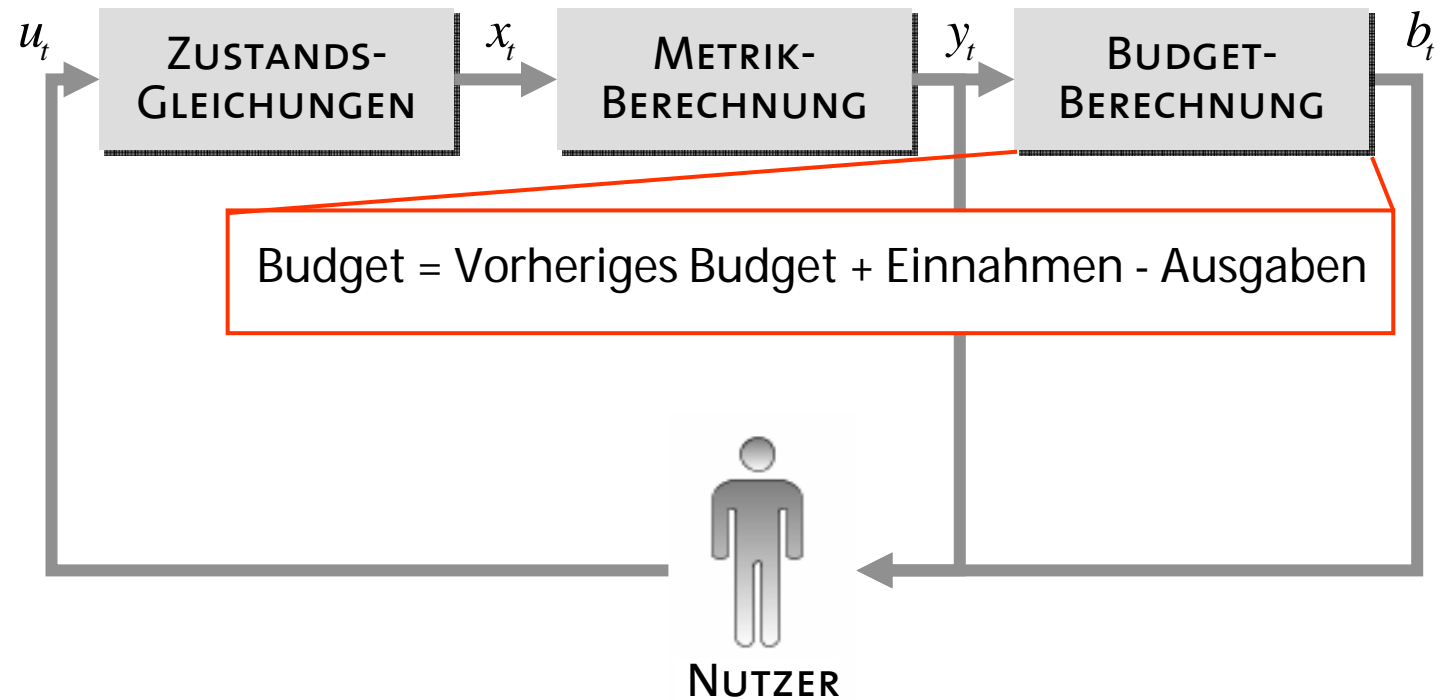
# GATE-FUNKTION



„Gate“ modelliert Voraussetzungen:  
 Prozessgebiet J nur wirksam, wenn Prozessgebiet L eine bestimmte Reife hat



# BUDGET-BERECHNUNG



# INHALT DES VORTRAGS

- › Modellstruktur
- › **Beispielhafte Modelle und Simulationen**
  - CMMI-Modell
  - Siemens-Modell
- › Modellentwicklung und Validierung
- › Mögliche Anwendungsszenarien (Use Cases)
- › Fragen und Diskussion



# INHALT DES VORTRAGS

- › Modellstruktur
- › Beispielhafte Modelle und Simulationen
- › **Modellentwicklung und Validierung**
- › Mögliche Anwendungsszenarien (Use Cases)
- › Fragen und Diskussion



# HERAUSFORDERUNGEN BEI DER MODELLENTWICKLUNG

- › Festlegung der Modellgrößen

  - Welche Prozessgebiete gibt es in einer konkreten Organisation?

  - Welche Metriken werden benützt?

- › Bestimmung der Parameter (Gewichte)

  - Das Modell enthält potentiell hunderte von Parametern (wechselseitige Einflüsse).

  - Es gibt selbst im besten Fall nur einzelne Belege (meistens für aggregierte Größen).

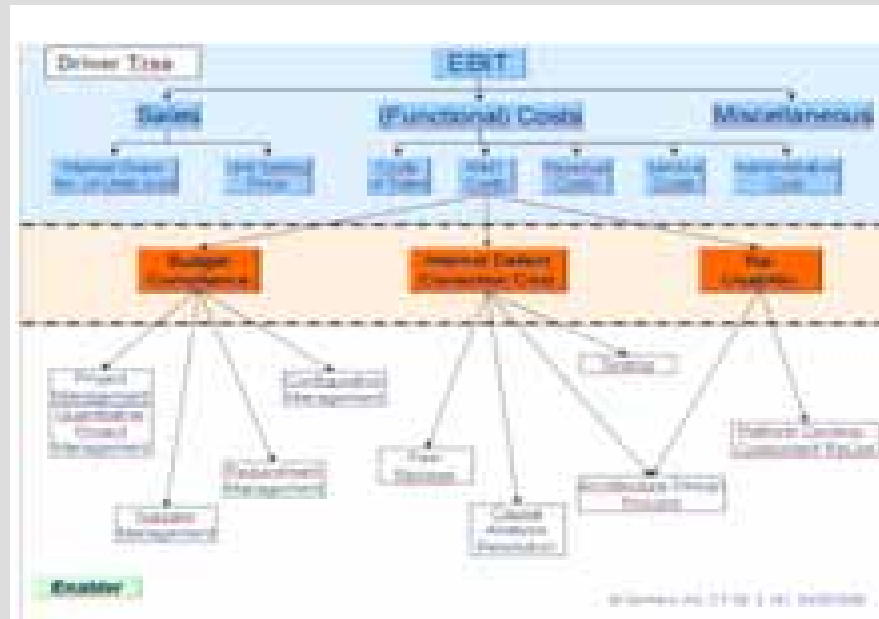
- › Es gibt selbst im besten Fall zur Validierung nur Daten für ein Szenario (keine realen Experimente).



# VORGEHENSWEISE MIT SIEMENS

Ausgangspunkt: Vorhandener Treiberbaum (qualitatives Modell)

→ anerkannte Struktur: 19 Prozessgebiete  
7 Metriken  
121 Beziehungen



HOCHSCHULE KONSTANZ TECHNIK, WIRTSCHAFT UND GESTALTUNG  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SIEMENS

# PARAMETER DURCH EXPERTENBEFRAGUNG

- › Fragebogen mit 110 Fragen,
- › verteilt an Prozessexperten weltweit,
- › 7-Punkte Skala für Antworten.

Influence of enabler processes on key process areas								
Please fill in your estimations below in rows 9-14 for the question marked with an orange heading. Please use "x" for each estimation on the 7 gradations (weak ... strong) of the answer, or to indicate "no dependency" (not at all). Examples for useful answers to the question are given in rows 7 and 8 (for an explanation scroll to the right).								
Please state how strongly, if at all, each <u>enabler process</u> influences the <u>key process areas</u> that depend on it. (*)								
Enabler process	influences key process areas in the following way:							
	not at all	weak 1	2	3	average 4	5	6	strong 7
<i>Example enabler process 1</i>	x							
<i>Example enabler process 2</i>				x				
<b>Quality Management</b>								
<b>Process Definition and Maintenance</b>								
<b>Organizational Process Performance</b>								
<b>Process Modeling and Visualization</b>								
<b>Organizational Training</b>								
<b>Continuous Quantitative Process Improvement</b>								
(*) Note: It is assumed in the simulation model that each enabler process influences all dependent key process areas with the same strength.								

Explanation of the ( )  
 1) No key process  
 2) All key process a  
 process 2 in a litt

**Zeitbedarf  
40-90 Minuten**



# AUSWERTUNG

- › 26 komplette Antwortdatensätze
- › kombiniert durch Median
- › abgebildet auf normierte Modellparameter
- › (Analyse der Variabilität)

SE3-07	SE3-08	SE3-09	SE3-10	SE3-11	SE3-12	Median	Weight
3	1	2	5	4	4	3	0,67
7	5	5	7	7	6	6	2,25
5	5	3	7	5	4	4	1,00
6	7	7	4	7	6	7	3,38
5	7	3	4	3	5	5	1,50
4	2	3	4	3	6	3	0,67
7	3	6	7	6	5	5	1,50
6	6	6	5	5	4	5	1,50
4	6	6	5	2	4	4	1,00
4	7	4	4	6	5	5	1,50
6	7	7	6	7	5	6	2,25
3	6	4	3	4	4	3	0,67
4	6	4	6	4	3	4	1,00
5	3	5	5	5	2	5	1,50
6	7	3	6	4	5	3,5	0,82
4	6	4	5	5	5	5	1,50
5	7	6	7	4	5	5,5	1,84
7	7	7	6	7	6	6,5	2,76
4	5	7	5	6	6	5	1,50
2	2	4	5	5	6	3	0,67
5	5	7	7	6	5	4,5	1,22
5	6	6	4	5	4	5	1,50
5	7	5	5	6	5	5	1,50
7	6	6	5	4	6	5,5	1,84
6	7	6	6	6	6	6	2,25
7	3	6	6	5	3	5	1,50
7	5	5	7	7	5	6	2,25



## VALIDES MODELL?

- › Festlegung der Modellgrößen
  - anerkannte Elemente und Beziehungen
- › Bestimmung der Parameter (Gewichte)
  - vorhandenes Expertenwissen
- › Tests
  - Simulation typischer Szenarien
  - Simulation aller Sprungantworten
  - Systematische Suche (Optimierung)
  - Sensitivitätsanalyse

Detailverbesserungen  
möglich/notwendig

Prinzipielles Verhalten  
plausibel



# VALIDES MODELL?

Anmerkung:

- › Es gibt nicht ein einzelnes valides Modell für Prozessverbesserungen
  - genauso wenig wie es ein einzelnes Modell eines Feder-Masse-Schwingers gibt.
- › Jedes Modell muss auf die Verwendung im Kontext angepasst werden (Elemente, Beziehungen, Parameterwerte)



# INHALT DES VORTRAGS

- › Modellstruktur
- › Beispielhafte Modelle und Simulationen
- › Modellentwicklung und Validierung
- › Mögliche Anwendungsszenarien (Use Cases)
- › Fragen und Diskussion



# 1. VERSTÄNDNIS DURCH INTERAKTION, VISUALISIERUNG UND ANIMATION

## › Ausbildung und Training

Zielgruppe: Mitarbeiter, Studierende, ...

## › Experimente

Ausprobieren ungewöhnlicher Szenarien

Ausprobieren verschiedener  
Parametersätze

Dokumentation der Gründe für  
(überraschende) Ergebnisse



Target	Source	Weight
Scope of Fulfillment	Requirement Engineering	2,25
Budget Compliance	Project Management	3,38
Budget Compliance	Configuration Management	0,67
Field Quality	Supplier Management	1,00
Field Quality	Architecture and Design Process	1,50
Field Quality	Testing	2,25
Field Quality	Incremental Process Models	0,67
Field Quality	Platform Development, Component Reuse	1,00
Cycle Time	Incremental Process Models	1,50
Cycle Time	Platform Development, Component Reuse	1,84
Schedule Compliance	Project Management	2,76
Schedule Compliance	Configuration Management	0,67
Internal Defect Correction Cost	Architecture and Design Process	1,50
Internal Defect Correction Cost	Testing	1,50
Reusability	Platform Development, Component Reuse	2,25
Market Share	Scope of Fulfillment	1,50
Market Share	Budget Compliance	0,67
Market Share	Field Quality	1,84
Market Share	Cycle Time	2,25
Unit Selling Price	Schedule Compliance	1,00
Unit Selling Price	Scope of Fulfillment	1,50



## 2. DOKUMENTATION IMPLIZITER ANNAHMEN

- › Bestimmung der Modellparameter erfordert explizite Antworten auf die Fragen
  - Was kostet eine Verbesserung?
  - Wie lange dauert eine Verbesserung?
  - Worauf hat eine Verbesserung welchen Einfluss?
- › Ziel „Simulation“ erzwingt Vollständigkeit

These:

Es ist besser, Annahmen explizit zu dokumentieren anstatt sie nur implizit zu benutzen.

Folgerung?

Ausfüllen des Befragungsbogens erster Schritt in jedem Prozessverbesserungsprojekt.



### 3. DISKUSSION VON ANNAHMEN AUFDECKUNG VON UNKLARHEITEN

- › Simulationsläufe zeigen fehlende oder unterbewertete Elemente
- › Quantifizierung deckt unklare Mechanismen auf

Beispiel: Beitrag von Support-Prozessen?

- › Konkret: Entwicklung des Simulationsmodells hat zu einer Weiterentwicklung des konzeptionellen Modell geführt.

These:

Ausführbares Modell erzwingt eine größere Klarheit als PowerPoint-Folien.



## 4. PLANUNG, ANALYSE VON ALTERNATIVEN

**Vorsicht**

### Grundvorgehensweise

- › Test von verschiedenen Szenarien
- › Vergleich der Ergebnisse

### Aber

- › Ergebnisse von Simulationen dürfen nie naiv verwendet werden  
(ein Modell ist immer eine starke Vereinfachung)

### Wichtig

Gründe(!) für Simulationsergebnisse diskutieren, belegen und verstehen

### These:

Quantitatives Model erlaubt

- › eine systematische Suche und
- › Objektivierung von vernetzten Wirkungen



# AUSBLICK

- › Anwendung in (weiteren) konkreten Projekten,
- › Verbesserung der Erklärungskomponenten,
- › Erweiterung der Modellverwendung (z.B. vorgegebene Ausgänge, welche Eingänge sind dafür notwendig?),
- › „Verkomplizierung“ des Modells (Aufweichen von vereinfachenden Annahmen),
- › Automatisierung der Befragung und Modellgenerierung,
- › ...

Aktueller Status: Anfang, nicht Ende

Ideen, Kooperationen, Mitarbeit willkommen



# ZUSAMMENFASSUNG

„THERE IS NO SILVER BULLET“ F. BROOKS, 1986

- › Modellerstellung (Bestimmung der Parameter Kosten, Zeit, Nutzen) ist „nur“ explizite Dokumentation der impliziten Annahmen.
- › Quantitative Modellierung und Simulation kann einen Beitrag zu Prozessverbesserungsprojekten leisten (Dokumentation, Diskussion, Visualisierung, Analyse).

Warum nicht?





VIELEN DANK FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT.



HOCHSCHULE KONSTANZ TECHNIK, WIRTSCHAFT UND GESTALTUNG  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

@ 2007 Prof. Th. Birkhölzer