

# Hauptseminar: Modellierung, Simulation und Steuerung adaptiver soziotechnischer Systeme

Managing and Assessing Enterprise Architectures using quantitative Models

**Sabine Buckl**  
**Christian M. Schweda**

Software Engineering betrieblicher Informationssysteme (sebis)  
Ernst Denert-Stiftungslehrstuhl

[www.matthes.in.tum.de](http://www.matthes.in.tum.de)

- [BeSc04] Becker, J.; Schütte, R.: *Handelsinformationssysteme. Domänenorientierte Einführung in die Wirtschaftsinformatik*. 2. Aufl., Frankfurt am Main 2004.
- [De06] Dern, G.: *Management von IT-Architekturen*. 2.Aufl., Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2006.
- [Do04a] Department of Defence Architecture Framework Working Group: *DoD Architecture Framework Version 1.0, Volume I: Definitions and Guidelines*. USA 2004.
- [Do04b] Department of Defence Architecture Framework Working Group: *DoD Architecture Framework Version 1.0, Volume II: Product Descriptions*. USA 2004.
- [En08] Engels et al.: *Quasar Enterprise – Anwendungslandschaften serviceorientiert gestalten*. dpunkt.Verlag, Heidelberg, 2008.
- [ID06] IDS Scheer AG: *Method ARIS 7.0*. IDS Scheer AG, Saarbrücken 2006.
- [IEE00] IEEE: *IEEE Std 1471-2000 for Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems*. IEEE Computer Society, 2000.
- [IS00] ISO 15704: *Industrial automation systems: Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies*. Reference number: ISO 15704:2000, ISO 2000.
- [Ke07] Keller, W.: *IT-Unternehmensarchitektur*. dpunkt.Verlag, Heidelberg, 2007.
- [LMW05] Lankes, J.; Matthes, F.; Wittenburg, A.: *Softwarekartographie: Systematische Darstellung von Anwendungslandschaften*. In: *Wirtschaftsinformatik 2005*, Bamberg, 2005.
- [Ma08] Matthes, F.; Buckl, S.; Leitel, J.; Schweda, C.M.: *Enterprise Architecture Management Tool Survey 2008*. Technische Universität München, Chair for Informatics 19, (sebis), 2008.
- [OG03] The Open Group: *TOGAF (The Open Group Architecture Framework). Version 8.1 "Enterprise Edition"*, The Open Group, 2003.
- [Sc01] Scheer A.-W.: *ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen*. 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2001.
- [SoZa92] J. F. Sowa und J. A. Zachman: *Extending and formalizing the framework for information systems architecture*. IBM Systems Journal 31 (3), S. 590-616, 1992.
- [St73] Stachowiak, H.: *Allgemeine Modelltheorie*. 1. Auflage, Springer-Verlag, Wien, ISBN 3-211-81106-0, 1973.
- [Vo07] Voss, M.: *Quasar Enterprise – Technologie für IT-Architektur im Großen*. Treffen der GI FG Software-Architektur, Oldenburg, 19. April 2007.
- [Wi07] Wittenburg, A.: *Softwarekartographie: Modelle und Methoden zur systematischen Visualisierung von Anwendungslandschaften*, Dissertation, München, 2007.
- [Za87] J. A. Zachman: *A framework for information systems architecture*. IBM Systems Journal 26 (3), S. 454-470, 1987.

- Anwendungslandschaften
  - sind komplexe Systeme
  - bestehen aus hunderten bis zu tausenden (betrieblichen) Anwendungssystemen
- Anwendungssysteme
  - unterstützen zahlreiche Geschäftsprozesse
  - werden von unterschiedlichen Organisationseinheiten genutzt
  - werden an verschiedenen Standorten betrieben
  - nutzen diverse Infrastrukturkomponenten



# Eine erste Gegenüberstellung: Viele Analogien aber auch Unterschiede



- |   |  |   |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>▪ (Gebäude-)Architekt<ul style="list-style-type: none"><li>• Fokus auf einem Gebäude</li><li>• Relevante Faktoren sind auf das einzelne Gebäude beschränkt</li><li>• Blaupausen, Gebäudeplan, ...</li></ul></li><li>▪ Städte-/Landschaftsplaner<ul style="list-style-type: none"><li>• Fokus auf übergeordnetem Planungs- und Gestaltungsprozess</li><li>• Relevante Faktoren beziehen sich auf die gesamte Landschaft</li><li>• Landkarten, Stadtpläne</li></ul></li></ul> | <br> | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Softwarearchitekt<ul style="list-style-type: none"><li>• Fokus auf einem Softwaresystem</li><li>• Relevante Faktoren sind auf das einzelne System beschränkt</li><li>• UML, EPK, ER-Diagramme, ...</li></ul></li><li>▪ CIO, IT-Leiter, IT-Architekt<ul style="list-style-type: none"><li>• Fokus auf der Softwareanwendungslandschaft</li><li>• Relevante Faktoren beziehen sich auf die gesamte Landschaft</li><li>• ???</li></ul></li></ul> |
|---|--|---|

- Bau einer neuen Stadthalle:
  - “Bauen Sie eine **neue Stadthalle für 1500 Besucher**. Sie soll multifunktional sein und folgende Anforderungen erfüllen ...
  - Außerdem soll sie sich harmonisch in unser barockes Stadtviertel einfügen. Wir wollen jedoch keine Imitation des barocken Baustils. Vielmehr soll die neue Stadthalle die Zukunftsorientierung unserer Stadt und ihrer Jugend ausdrücken. Unsere neue Stadthalle soll Vorbild für eine Reihe nachfolgender Projekte in anderen Stadtvierteln sein.
  - Die harmonische Einbettung in das barocke Stadtviertel darf die Gesamtkosten um nicht mehr als 5% erhöhen. ...”

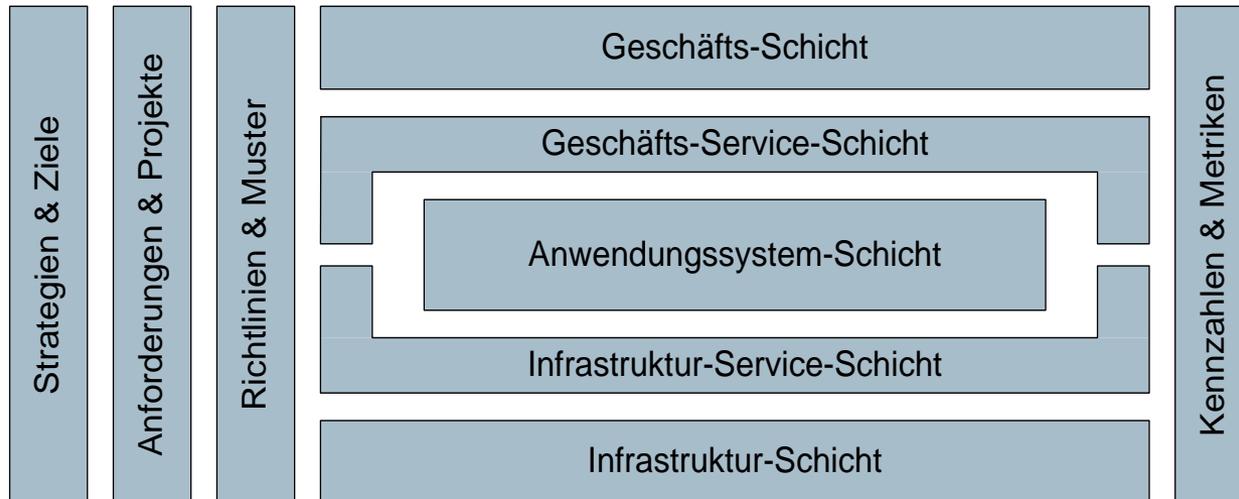
- **Aufbau einer neuen „Internet- & Telefon-Bank“**
- “Bauen Sie eine neue Telefon- und Internet-Banking Plattform für Deutschland, die folgende Zugangskanäle, Produkte, Anwendungsfälle abdeckt ...
  - Die Lösung soll die Grundlage der Retail Direkt-Kanal-Plattformen aller anderen Retail-Divisionen schaffen und auf den Bebauungsplan des Geschäftsfeldes Retail-Banking ausgerichtet sein, sowie die IT-Prinzipien und -Standards der SEB Gruppe befolgen ...
  - Die Lösung soll so gebaut sein, dass die Ausweitung in Richtung Beratung und Abschluss Internet-fähiger Retail-Produkte vorgesehen ist ...“

- Hauptmerkmale von Modellen nach Stachowiak [St73]
  - Abbildungsmerkmal: Modelle sind stets Modelle von etwas [...]
  - Verkürzungsmerkmal: Modelle erfassen im allgemeinen nicht alle Attribute des durch sie repräsentierten Originals [...]
  - Pragmatisches Merkmal: Modelle sind ihren Originalen nicht per se eindeutig zugeordnet. Sie erfüllen ihre Ersetzungsfunktion [...]
- Architekturdokumentationen von Anwendungslandschaften sind Modelle, die andere Elemente der Unternehmensarchitektur mit einbeziehen
  - Geschäftsprozesse, Infrastruktur, Projekte,...



# Definition: Unternehmensarchitektur

- Die Unternehmensarchitektur (im Englischen Enterprise Architecture) ist
  - die kohärente und ganzheitliche Architektur eines Unternehmens,
  - die nicht nur die IT sondern ebenso das Geschäft umfasst.
- Die Unternehmensarchitektur ist nicht starr,
  - sie verändert sich, soll aber stabil und zweckdienlich sein.
- Die Unternehmensarchitektur lässt sich in **Schichten** und **Querschnittsfunktionen** gliedern, deren Elemente aber typischerweise hochgradig **vernetzt** sind:



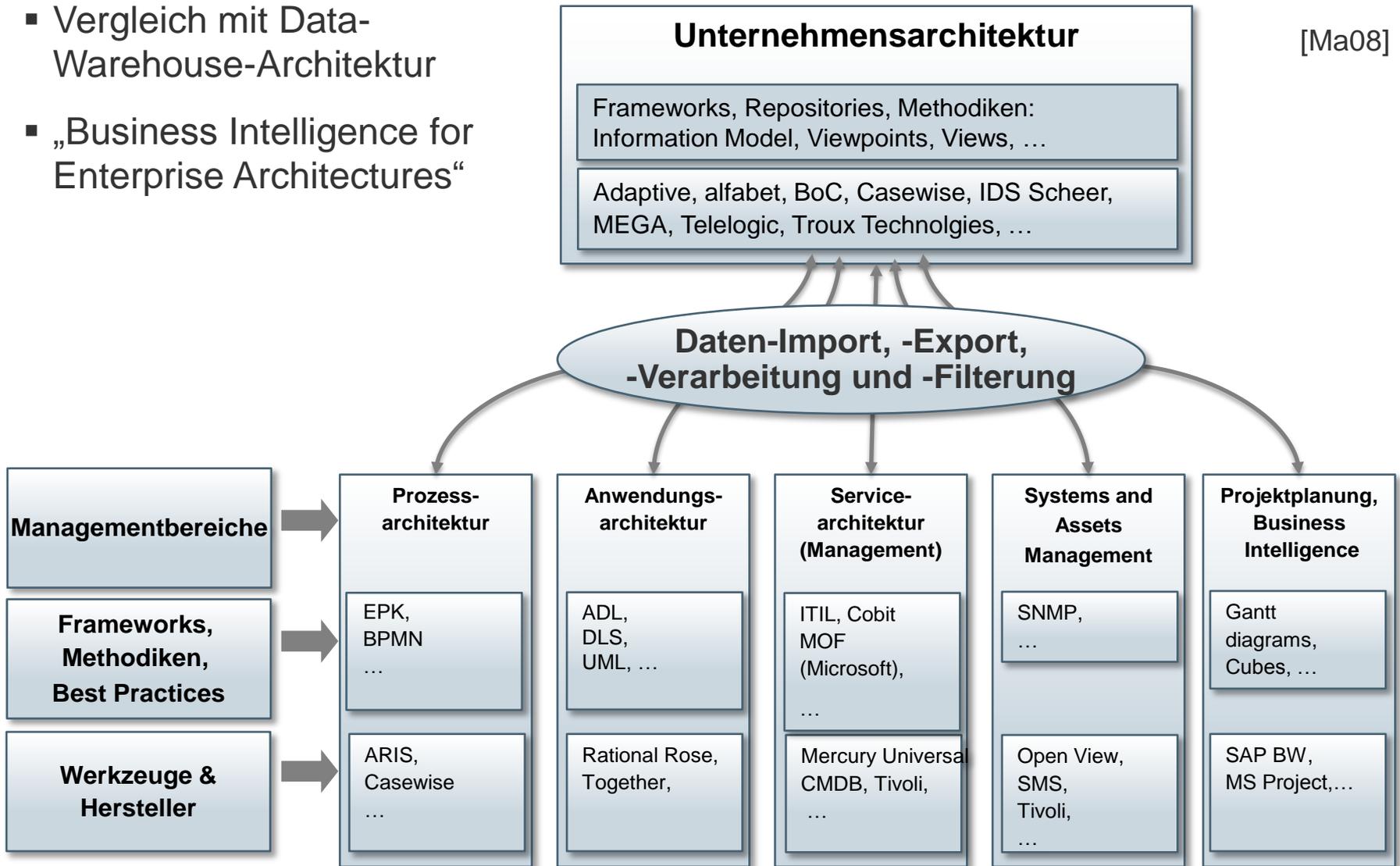
# Definition Anwendungslandschaft

- Die Anwendungslandschaft ist die Gesamtheit
  - der betrieblichen Anwendungssysteme und
  - das Geflecht der Verbindungen zwischen den Anwendungssystemen in einem Unternehmen.

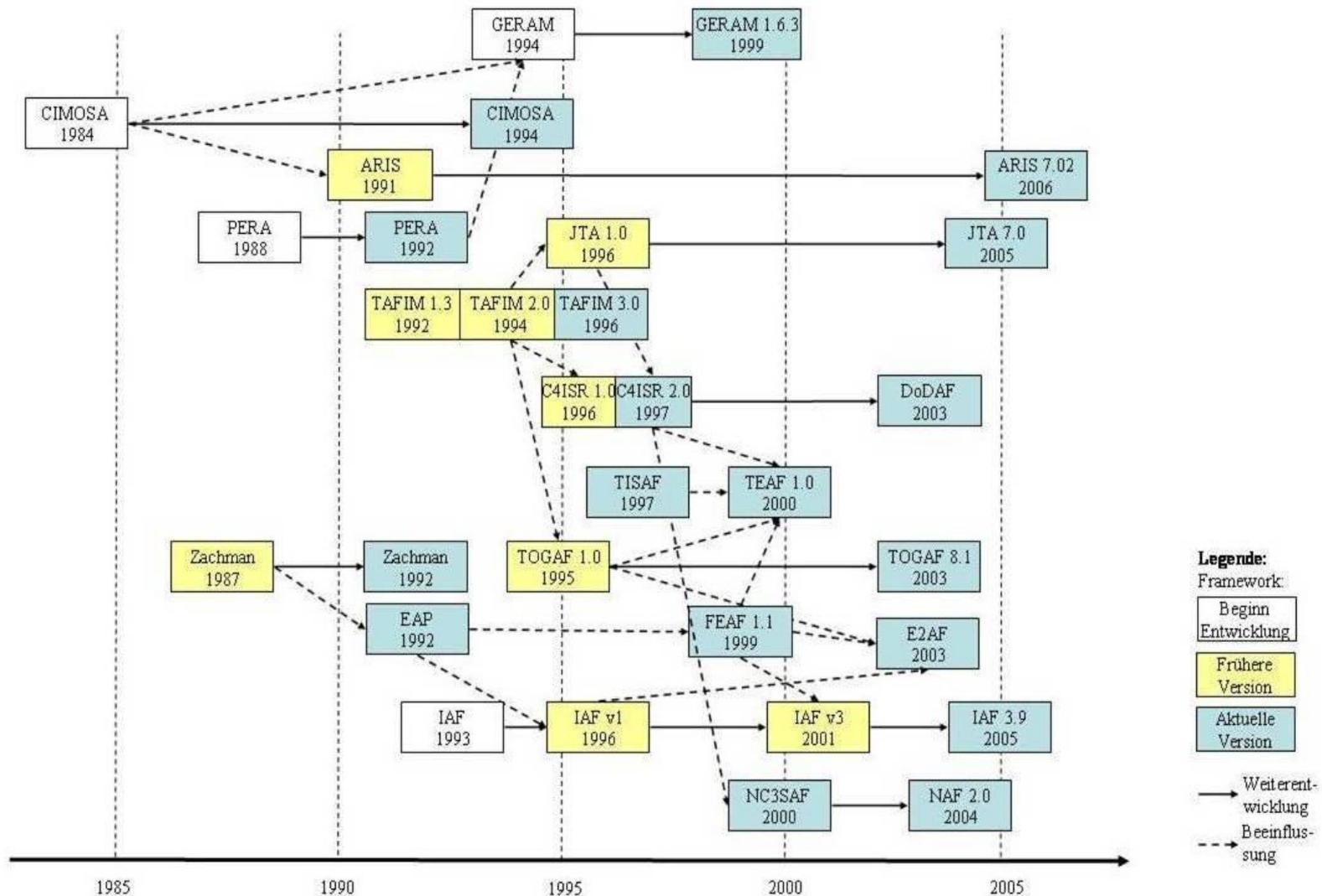
# Informationen für das Management von AWL werden (bisher) in unterschiedlichen Anwendungen verwaltet

- Vergleich mit Data-Warehouse-Architektur
- „Business Intelligence for Enterprise Architectures“

[Ma08]



# Der Begriff der Unternehmensarchitektur hat bereits eine lange Historie (1)

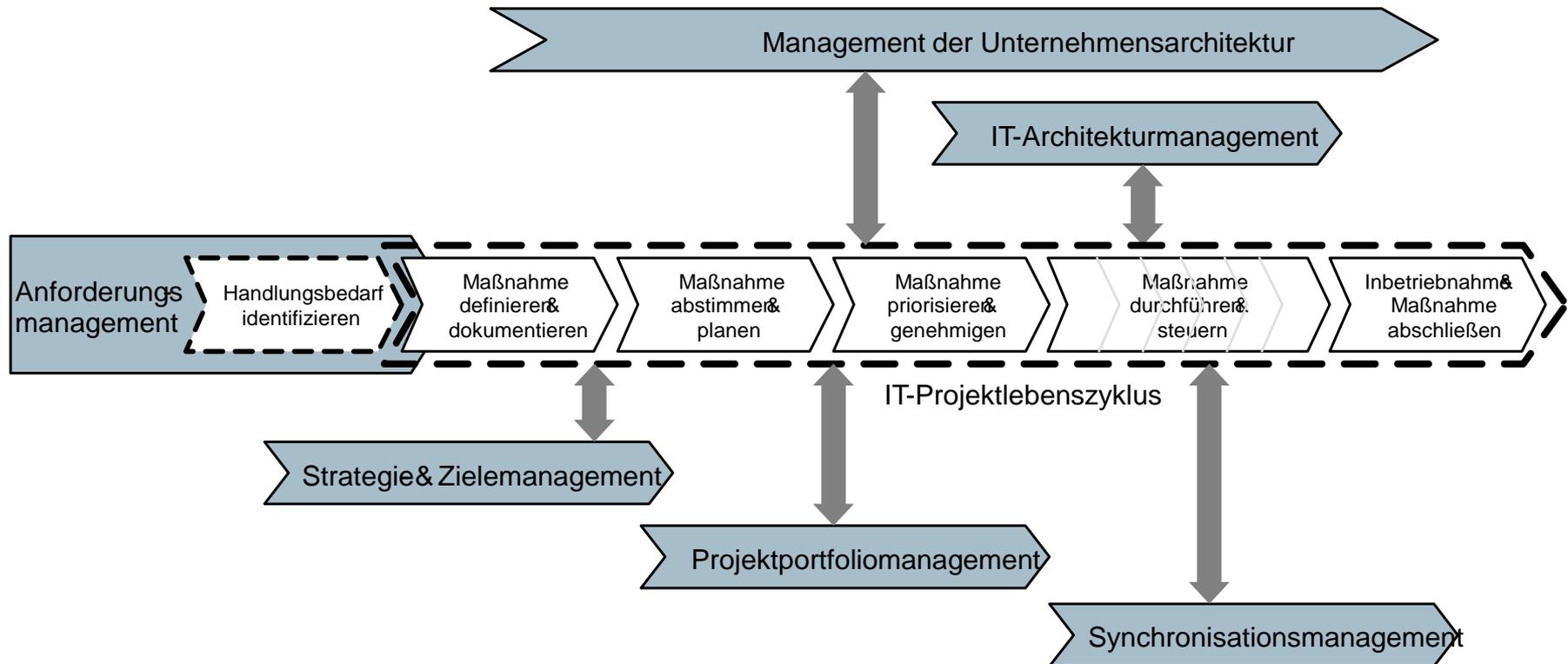


# Der Begriff der Unternehmensarchitektur hat bereits eine lange Historie (2)

- Zahlreiche Frameworks für die Unternehmensarchitektur (EA Frameworks)
- Detaillierungsgrad extrem unterschiedlich:
  - Zachmann [Za87], [SoZa92]
  - TOGAF (Version 8.1 "Enterprise Edition") [OG03]
- Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology (GERAM) [IS00]
  - ISO Norm 15704
  - Leitfaden für Erstellung von Frameworks
  - (Bisher) kein durchschlagender Erfolg
- DoDAF (Department of Defense) und NAF (Nato Architecture Framework) sind verbindliche Vorgaben im militärischen Bereich. [Do04a] [Do04b]
- ARIS Lehrbücher von 1991 [Sc01] vs. ARIS Methodenhandbuch der ARIS-Plattform von 2007 [ID06]. Relevanz hauptsächlich in D, A, CH (Europa).

# Was sind die Prozesse zum Management einer AWL?

- Der Prozess „Management der Anwendungslandschaft“ wird realisiert durch gekoppelte Teilprozesse (siehe Abbildung).
- Die Kopplung erfolgt über Prozessschritte im einzelnen IT-Projekt oder über den Prozess „Management der Unternehmensarchitektur“



# Ein informeller Überblick über die Teilprozesse (1)

## ■ Anforderungsmanagement

- Dokumentation von Anforderung aus dem Geschäft und der IT
- Verknüpfen von Anforderungen mit Zielen und Elementen der Enterprise Architecture
- Werkzeuge: Dokumentvorlagen, ...
- ...

## ■ Projektportfoliomanagement

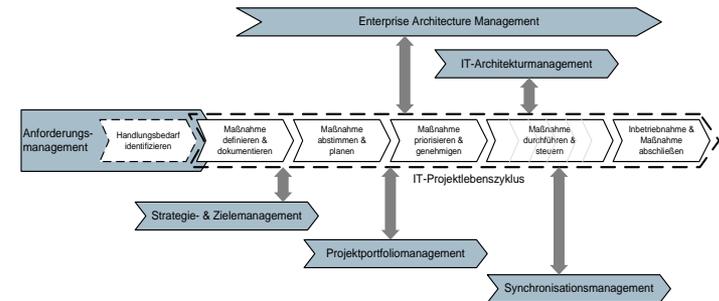
- Projektanträge dokumentieren, evaluieren und budgetieren
- Projektanträge dokumentieren Veränderungen als Szenarios aufbauend auf der Enterprise Architecture
- Werkzeuge: Portfolio-Matrizen, Kennzahlensysteme, ...
- ...

## ■ Strategie- & Zielemanagement

- Dokumentation und Verfolgung von Strategien & Zielen
- Werkzeuge: Balanced Scorecards, Boston Grids, ...
- ...

## ■ Synchronisationsmanagement

- Laufende Projekte kontrollieren und aneinander ausrichten
- Neue Projekte mit dem existierenden Fortschritt in Einklang bringen
- Werkzeuge: Gantt-Diagramme, Projektberichte, ...
- ...



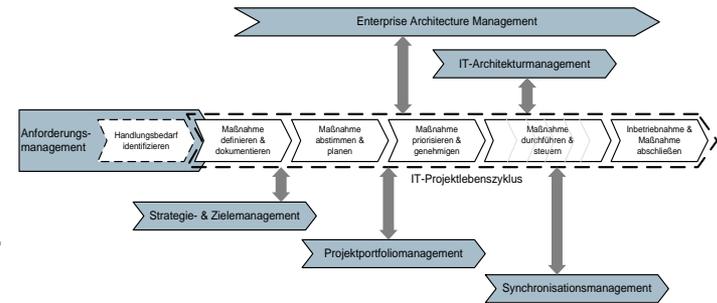
# Ein informeller Überblick über die Teilprozesse (2)

## ■ IT-Architekturmanagement

- Muster und Richtlinien für die Architektur von einzelnen Anwendungssystemen definieren und dokumentieren
- Standardisieren des Einsatzes von Middleware-Systemem
- Werkzeuge: Musterarchitekturen (auch IT-Blueprints) als Modelle
- ...

## ■ Enterprise Architecture Management

- Transparenz über die existierende Unternehmensarchitektur aufbauen und erhalten
- Erstellen von Ist-, Plan- und Soll-Landschaften
- Wirkt als *Klebstoff* für die anderen Prozesse und liefert wesentliche Informationen
  - Welche Auswirkungen haben laufende und geplante IT-Projekte auf die Anwendungslandschaft?
  - Wenn ich ein neues Produkt einführe, welche IT-Unterstützung kann ich wiederverwenden
  - Welche IT-Projektanträge in meinem Portfolio tragen zur Umsetzung der Soll-Landschaft bei?
  - ...
- ...



# Definition Enterprise Architecture Management (EAM)

## Nach sebis [se05]

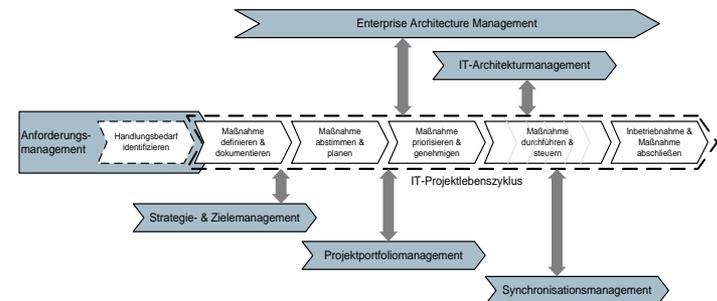
- EA management is
  - a continuous and iterative process
  - controlling and improving the existing and planned IT support for an organization.
- The process
  - not only considers the information technology (IT) of the enterprise,
  - but also business processes, business goals, strategies etc. in order to enable a holistic and integrated view on the enterprise.
- The goal is
  - a common view regarding the status quo of business and IT
  - as well as the identification of opportunities and problems arising from these fields, used as a basis for a continually aligned steering of IT and business.

## Deutsche Übersetzung nach sebis:

- EA Management ist
  - ein kontinuierlicher und iterativer Prozess
  - des Kontrollierens und Verbesserns der existierenden und geplanten IT-Unterstützung für eine Organisation.
- Der Prozess
  - berücksichtigt nicht nur die Informationstechnologie (IT) des Unternehmens
  - sondern es werden auch Geschäftsprozesse, Geschäftsziele, Strategien, usw. berücksichtigt, um eine ganzheitliche und integrierte Sicht auf das Unternehmen zu ermöglichen.
- Das Ziel ist
  - eine gemeinsame Sicht des Status quo des Geschäfts und der IT zu schaffen,
  - aber auch die Identifikation von Möglichkeiten und Problemen, die sich aus diesen Bereichen ergeben, und die eine Grundlage für ein kontinuierliches und gesteuertes aneinander Ausrichten von Geschäft und IT bilden.

# Software-Entwicklung im ganz Großen?

- Der Software-Entwicklungsprozeß ist in den AWL-Managementprozeß eingebettet und entspricht einem einzelnen IT Projekt
  - Möglichst vollständige Abstraktion von der Prozeßimplementierung
  - Nur die Veränderungen der Anwendungslandschaft sind relevant.
- Aspekte von Software-Architekturen sind für die Modellierung von Anwendungslandschaften relevant.
  - Abstraktion von IT-„Details“
  - Betonung der Vernetzung mit Geschäftsbelangen und Nachbarsystemen



## III.1 Grundlagen des Managements einer Anwendungslandschaft

### III.1.1 Motivation

III.1.1.1 Beispiele für Anwendungslandschaften

III.1.2.2 Was ist eine Anwendungslandschaft?

### III.1.2 Management von Anwendungslandschaften

III.1.2.1 Anwendungslandschaft und Unternehmensarchitektur

III.1.2.2 Prozesse zum Management von Anwendungslandschaften

III.1.2.3 Vergleich mit anderen Ansätzen

### III.1.3 Softwarekartographie

III.1.3.1 Softwarekartentypen

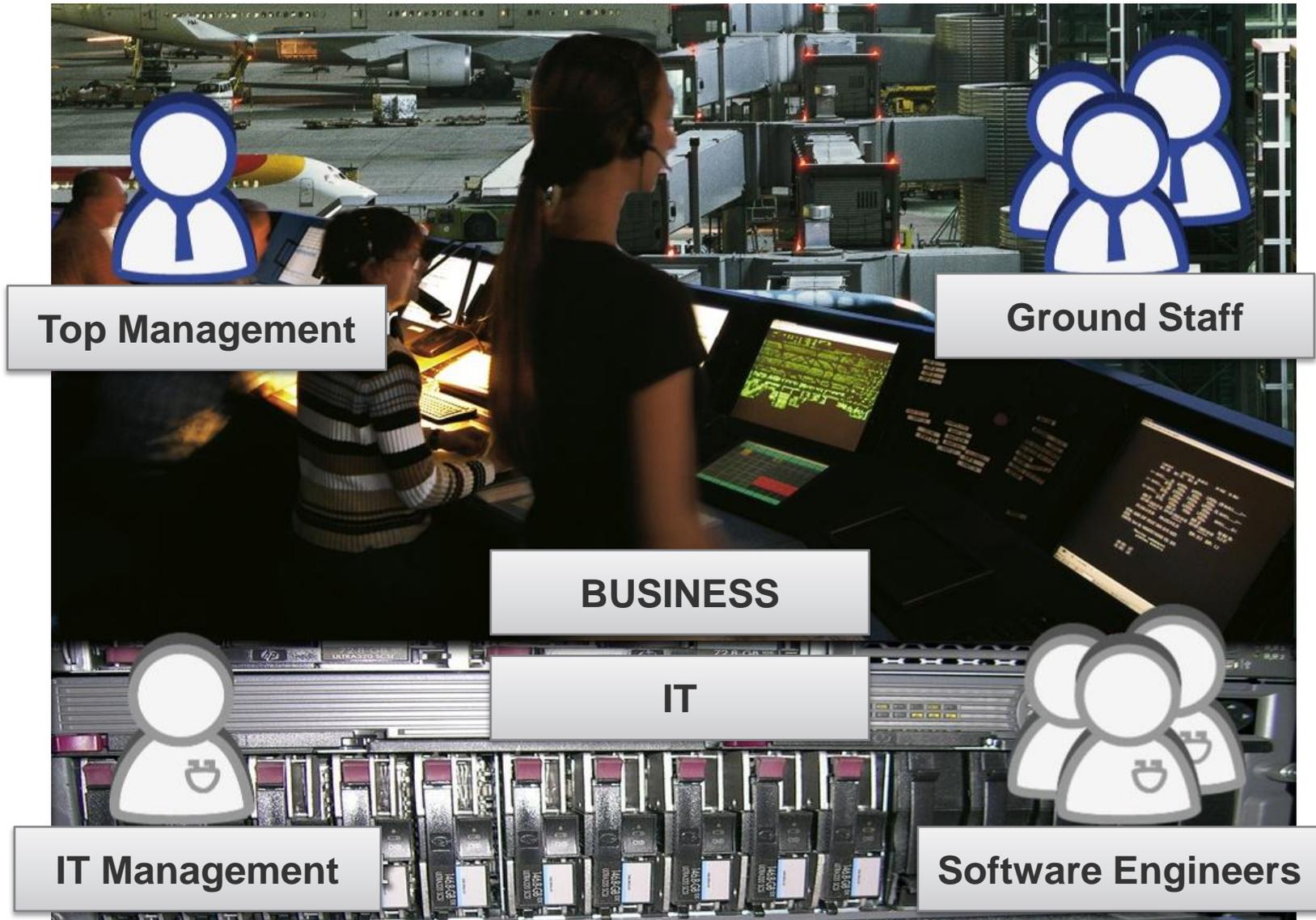
III.1.3.2 Schichtenprinzip

III.1.3.3 Aufbau von Softwarekarten

# Maps are established means for communication

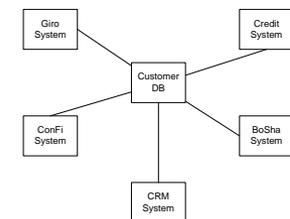
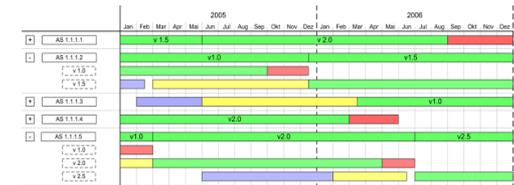
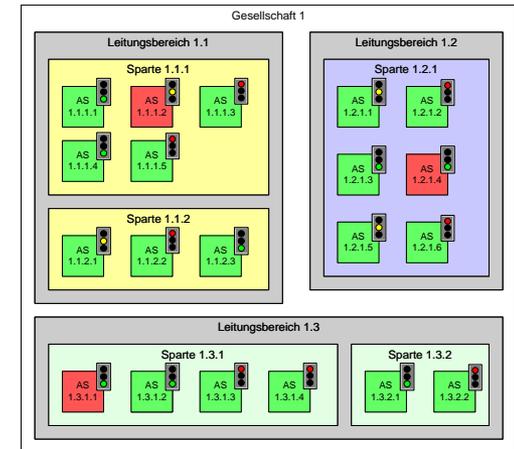
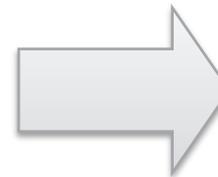
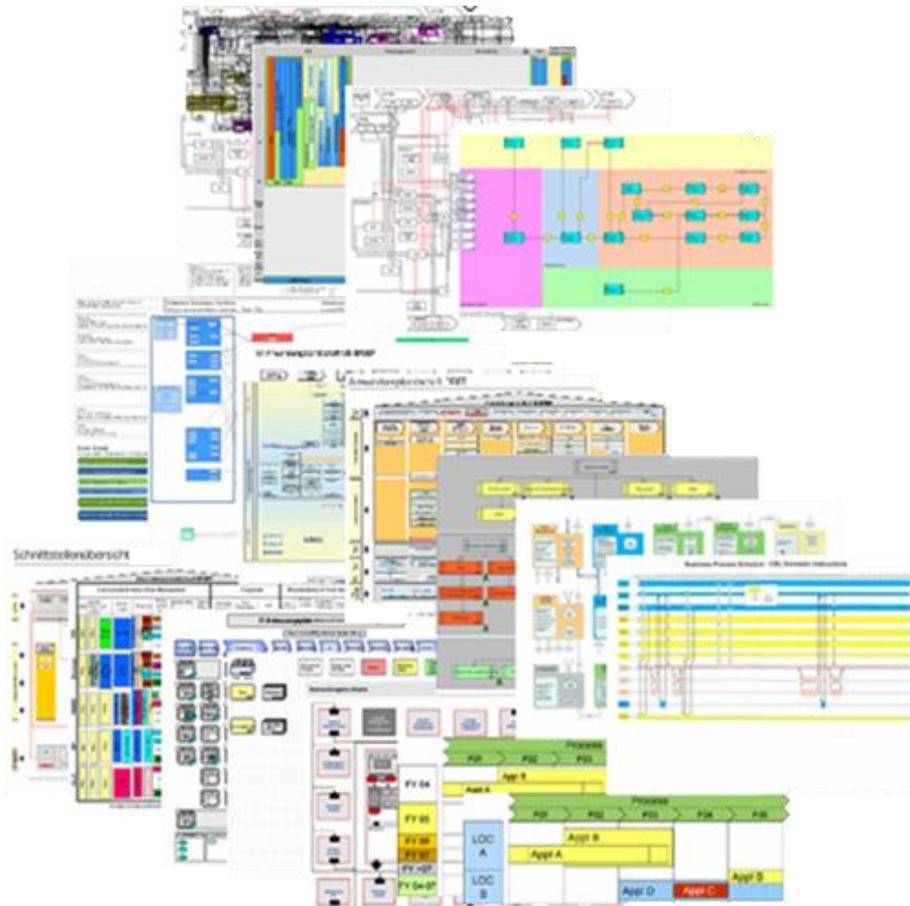


# Communication between people with divers backgrounds and possibly conflicting goals



# Consolidation of software maps found in practice

- Interviews with various stakeholders
- Manually crafted maps



Die Softwarekartographie stellt Modelle und Methoden zur **Beschreibung und Bewertung von Anwendungslandschaften** bereit.

- **Modelle** der Softwarekartographie

- Softwarekarten sind graphische Modelle von Anwendungslandschaften
- Sie verwenden eine Terminologie, die für unterschiedliche Interessenten verständlich ist.
- Sie bieten Sichten, die an den Blickwinkeln konkreter Interessenten und ihrer Problemstellungen orientiert sind.
- Die Modelle haben eine definierte Semantik und unterstützen so eine automatische Generierung, Pflege und Weiterverarbeitung.

- **Methoden** der Softwarekartographie

- Generierung von Softwarekarten zur Dokumentation von Anwendungslandschaften.
- Visualisierung von Kennzahlen auf Softwarekarten zur Bewertung von Anwendungslandschaften.
- Interaktive Pflege von Modellen durch Softwarekarten (in Arbeit)

# Metrics provide decision support for managing the application landscape

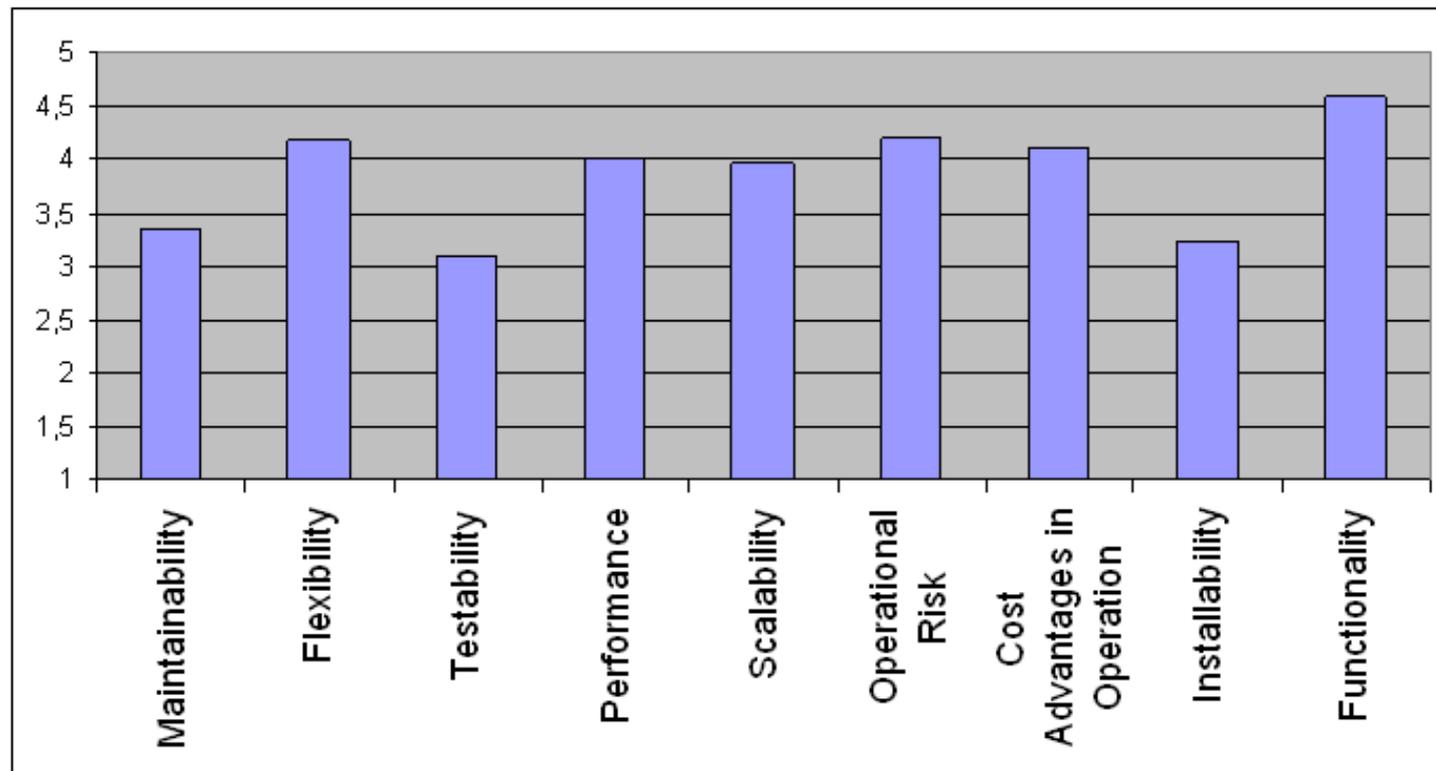
- Application landscapes are overwhelmingly complex
- Application landscapes constitute an important asset
  - Evaluation is important
- Evaluation can be based on two basic strategies
  - Based on expert opinions: reviews, scenario based evaluation, ...
  - Based on formal evaluation: metrics, simulation, ...
- Strategies are complementary and can be combined

..., what are the important evaluation criteria?

# Important evaluation criteria according to practitioners' interest

Result of an extensive survey conducted in 2007  
(importance rating from 1-low to 5-high):

- Functionality, flexibility, and operational risk appear as most important
- In particular for enterprises with IT driven assets e.g. TelCo



[La08]

# The business wants to get to know its risks

- Business-relevant metrics for risk management have to quantify risks on business level concepts, e.g. business processes,....

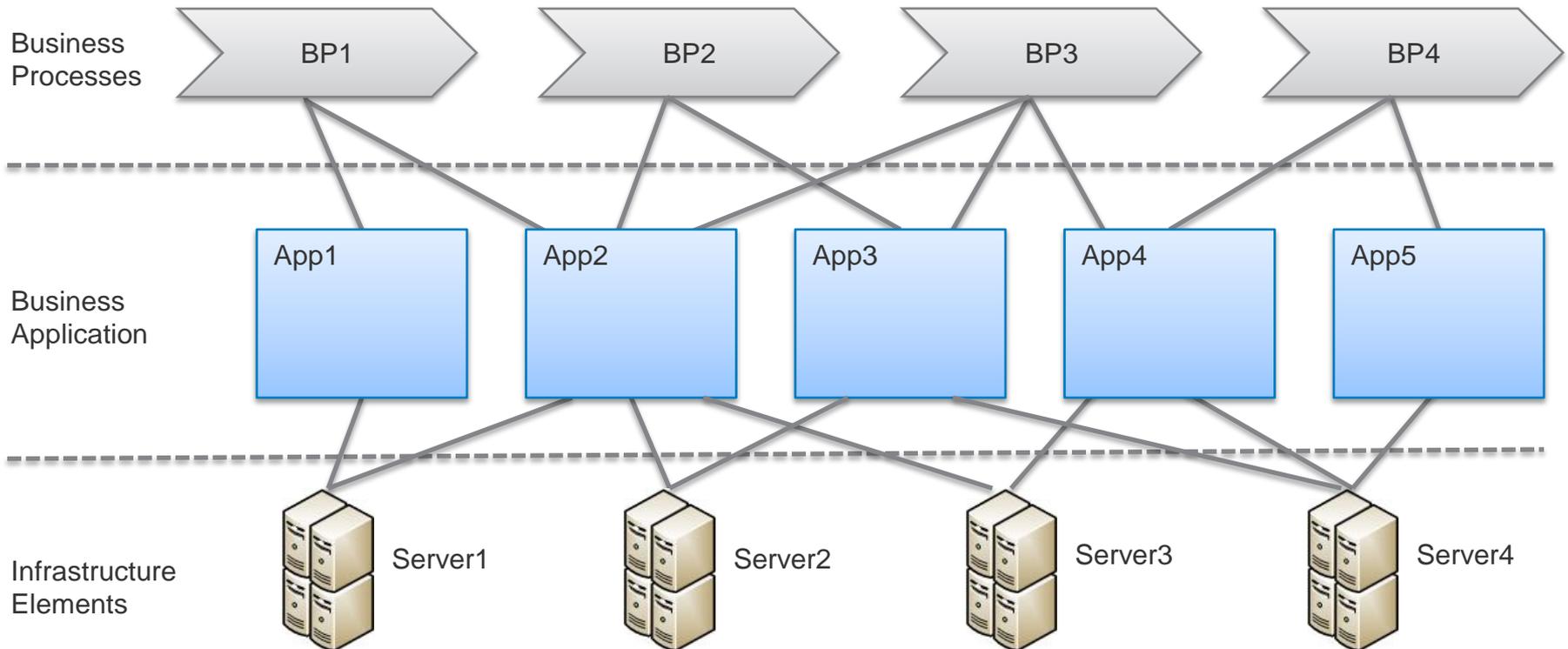


- These risk mostly do not originate from the business level, but are caused by “lower level” concepts, e.g. business applications, servers,...



- The interdependencies between the elements on the different EA “levels” have to be considered in risk management, e.g. business application *runs on* server, business process is *supported by* business application,...

# Example: What is the business impact of a hardware failure?



## Legend:



BP

Business Process



App1

Business Application



Server



Swim lane



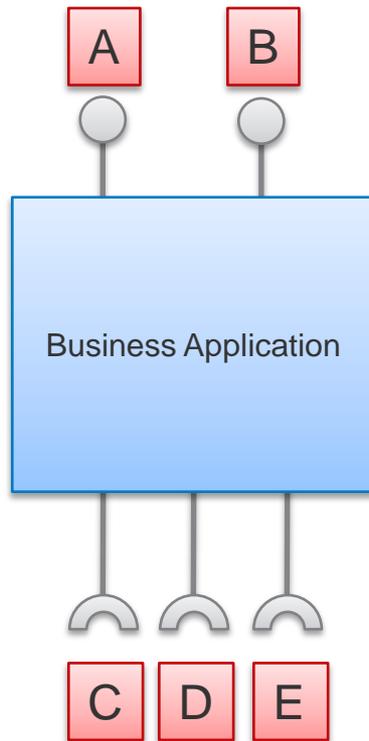
— support relationship

# Making dependencies explicit – from black-box to gray-box models

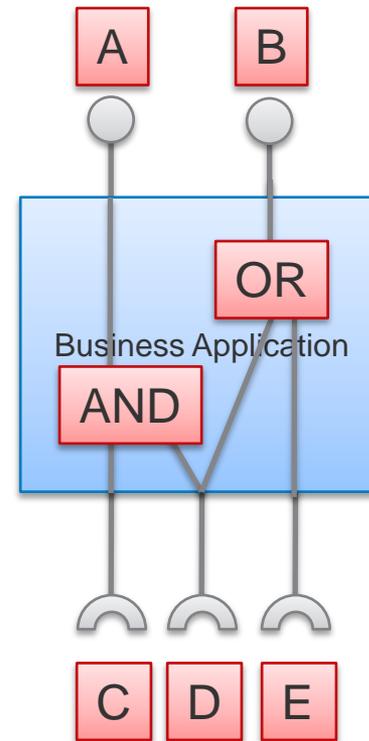
- Knowing that a business process is dependent on a business application is a good starting point but not fully sufficient (*black-box model*)
  - Best would be to exactly know what kind of dependency exists. In small-scale environments e.g. within a single business application control flows can help to describe the dependencies (*white-box model*)
  - White-box modeling on application landscape level is not possible, due to the complexity and heterogeneity.
- An intermediate level of abstraction has to be found, in order
- to support enterprise-wide operational risk management, and
  - to enable the maintenance of the information needed.

Gray-box models describe process workflows and business applications in a *phenomenological* way.

**Black-box model**

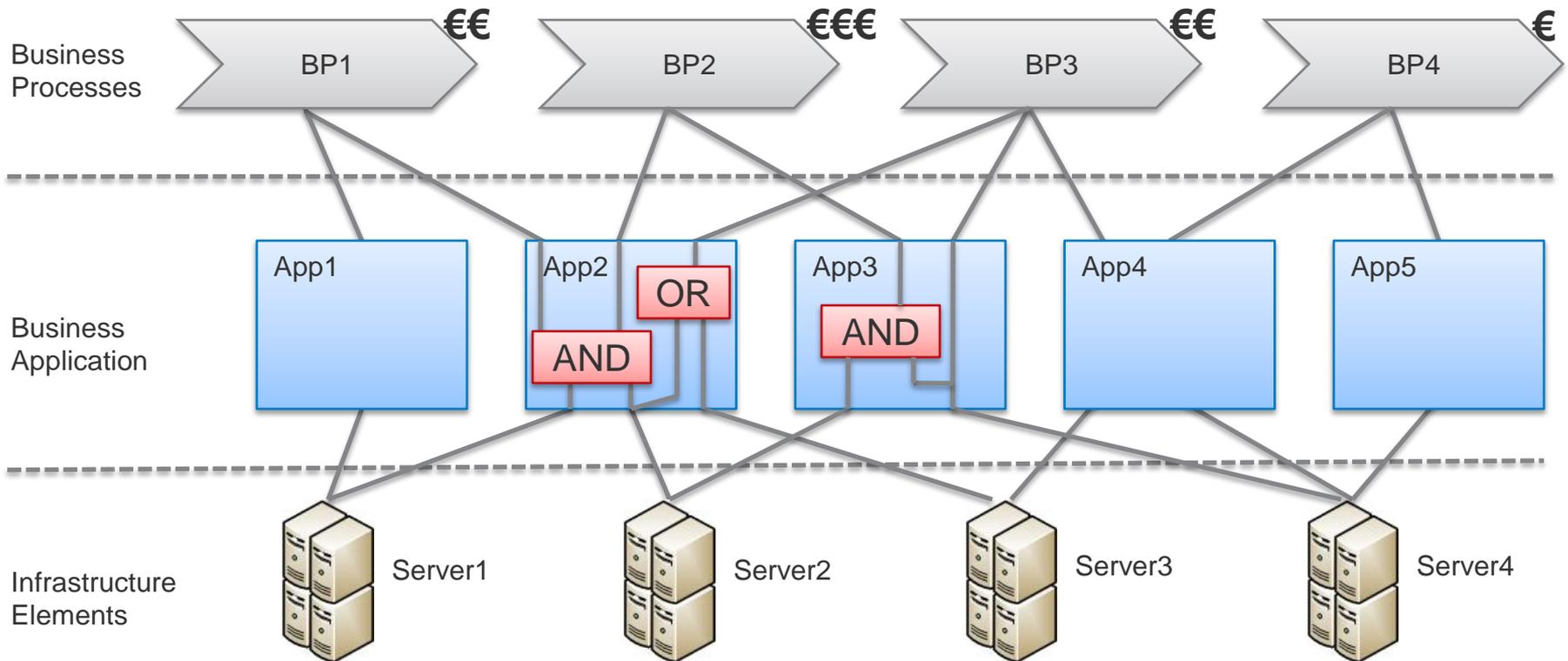


**Gray-box model**



When is the business service (interface) A operational?

# A gray-box model for analyzing the business impact of a hardware failure



## Legend:

- € Low business impact
- €€ Medium business impact
- €€€ High business impact





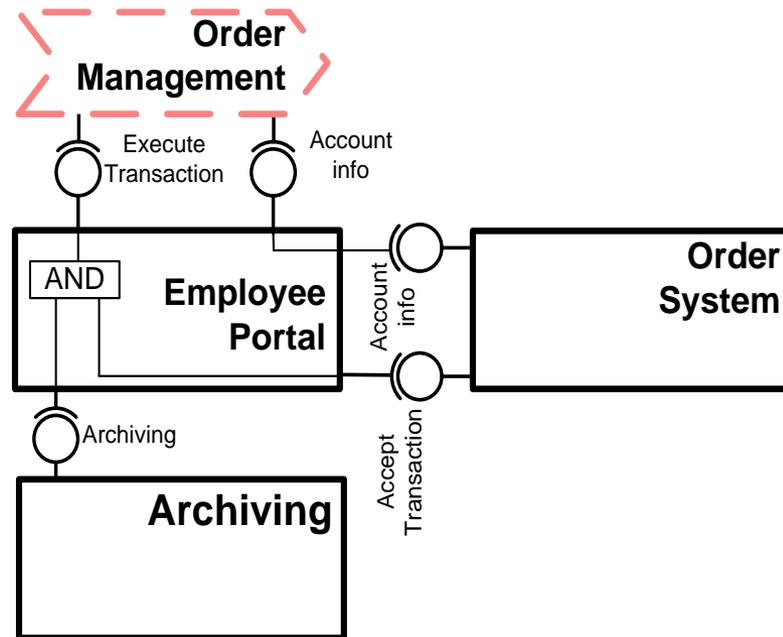
# Calculating the ServiceAvailability-Metric

„Failure Probability“

- Assumptions

- A is the availability of each Application  $A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}$
- Business Applications fail independently

- Example (A=0,9)

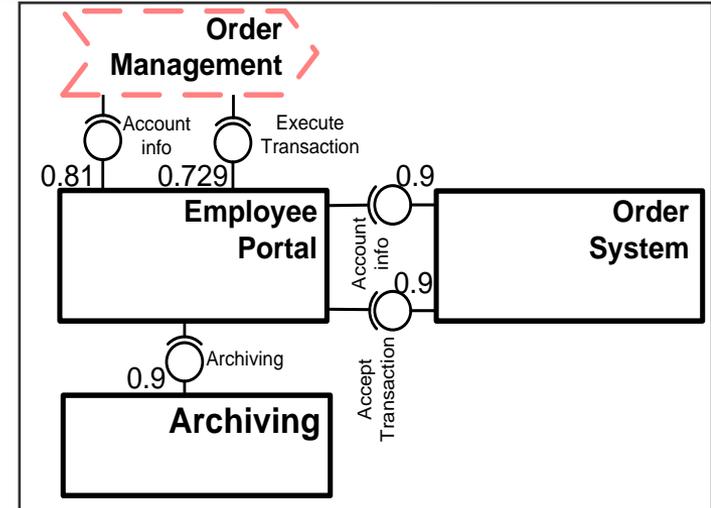


- ExecuteTransaction works iff EmployeePortal, OrderSystem and Archiving work  
 $\rightarrow A^3 \rightarrow 0,729$
- AccountInfo works iff EmployeePortal and OrderSystem work  
 $\rightarrow A^2 \rightarrow 0.81$

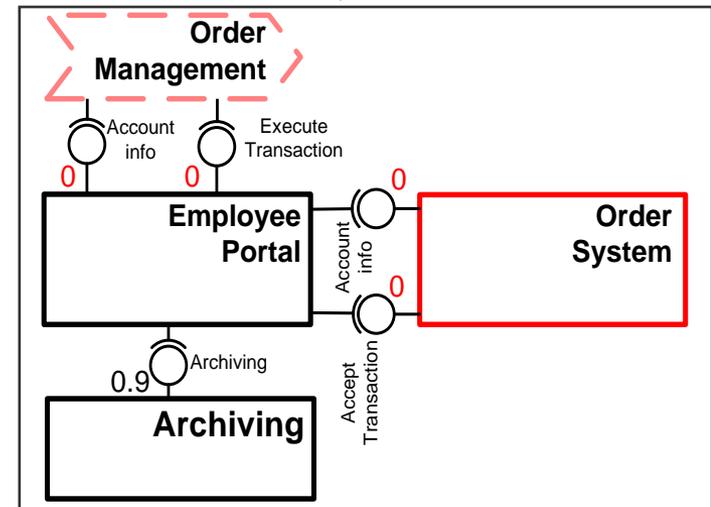
# Calculating the Impact of an Application failing on the Availabilities of Interfaces

## Failure Extent“ („Schadenspotential“)

- For each Interface  $i$ ,  $p(i.working)$  can be calculated under different assumptions
  - $p(i.working)$   
(applications fail independently, and all exhibit availability  $A$ )
  - $p(i.working | b.working=false)$
- failureExtent( $b$ ): impact of an application  $b$  failing on the (averaged) availabilities of all interfaces
- Average deterioration of metrics values in example:
 
$$\frac{1}{5}(0.81 + 0.729 + 0.9 + 0.9 + 0.0) \approx 0.6678$$



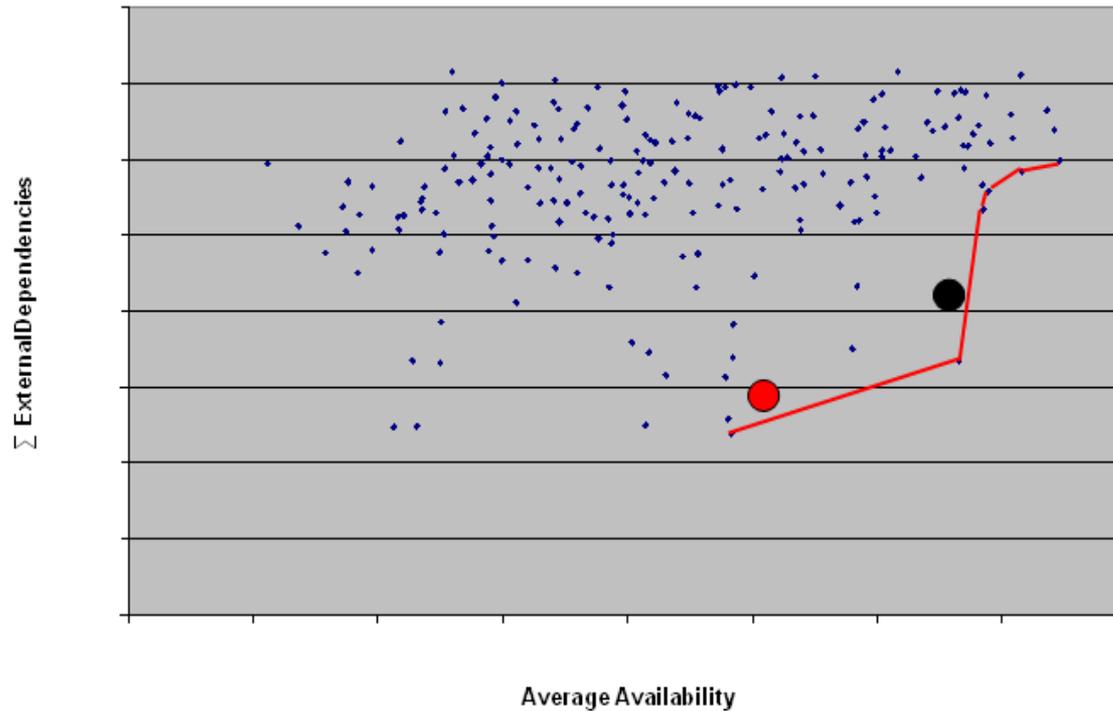
Application 3 fails





# Efficient Frontier in a Set of automatically generated Proposals

The principle employed to create proposals in leading to Proposals I and II has been applied automatically to create a cloud of different proposals:



- Sample of generated proposals
- Note: Other aspects (data quality, modifiability, etc.) are not considered here
- Proposals (●,●) can be shown in the cloud, especially their position in respect to the efficient set is interesting