

Ringvorlesung: Modellbasierte Softwareentwicklung

**Modellbasierte Entwicklung  
betrieblicher Informationssysteme:  
Von der Workflow-Anwendung zur  
Produktmaschine**

Andreas Oberweis

Institut für Angewandte Informatik  
und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB)

Universität Karlsruhe (TH)

Juli 2004



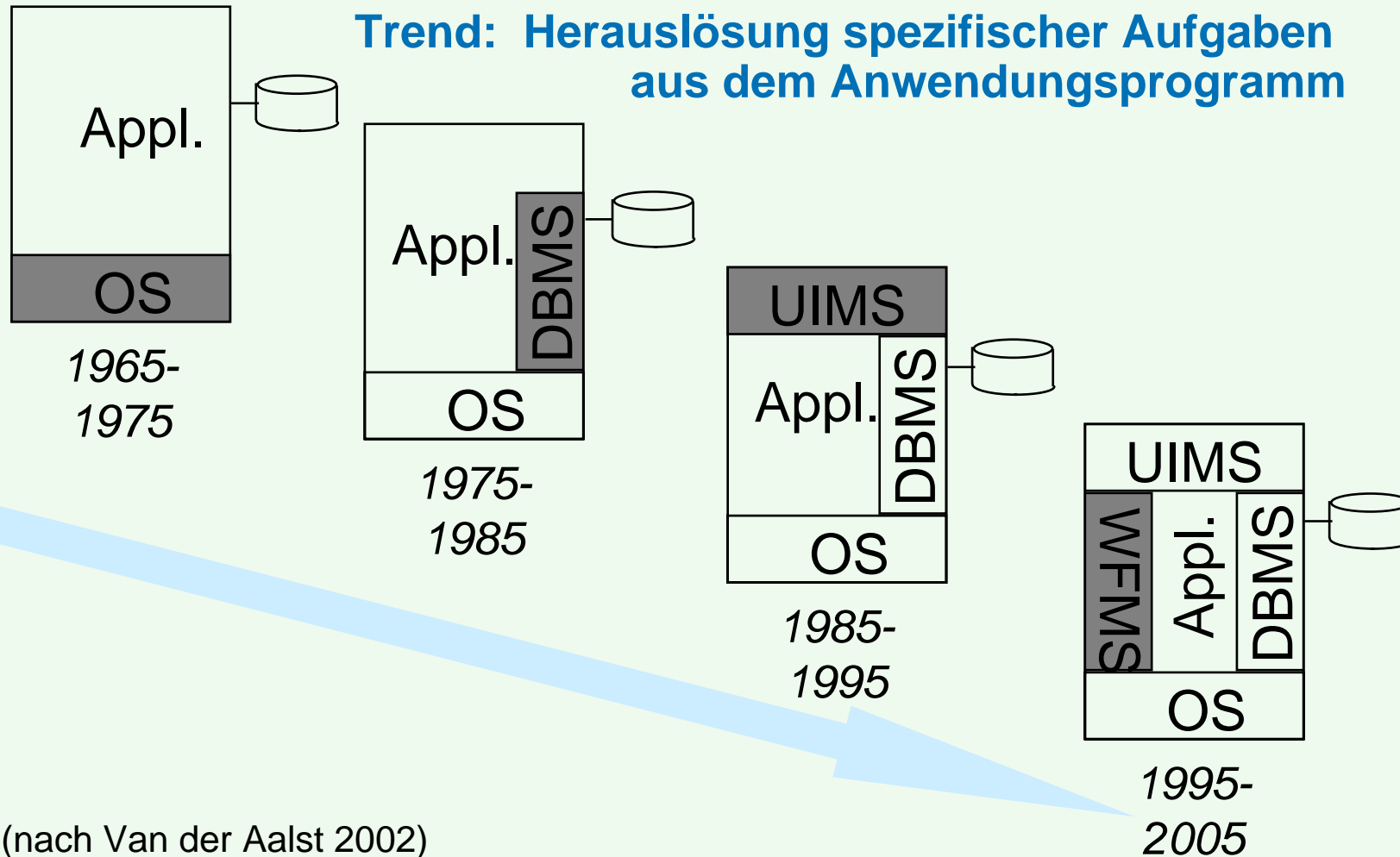
Institut AIFB

# Gliederung des Vortrags

- Motivation
- Digitale Produkte
- Produktmodellierung
- Produktmaschine
- Laufende Projekte
- Ausblick

# Historie der Informationssystementwicklung

**Trend: Herauslösung spezifischer Aufgaben aus dem Anwendungsprogramm**



(nach Van der Aalst 2002)

# Was kommt nach Workflow-Management?

## Probleme der Prozessorientierung:

- Prozessgestaltung üblicherweise "nach innen" gerichtet (Kosten, Durchlaufzeit werden betrachtet)
- Kunde spielt keine (direkte) Rolle, hat keinen (direkten) Einfluss auf Gestaltung des Produktes
- Prozessmodelle i.allg. nicht flexibel genug, um individuelle Kundenwünsche zu erfüllen
- Produkt steht nicht im Mittelpunkt

# Produktentwicklung im Dienstleistungsunternehmen

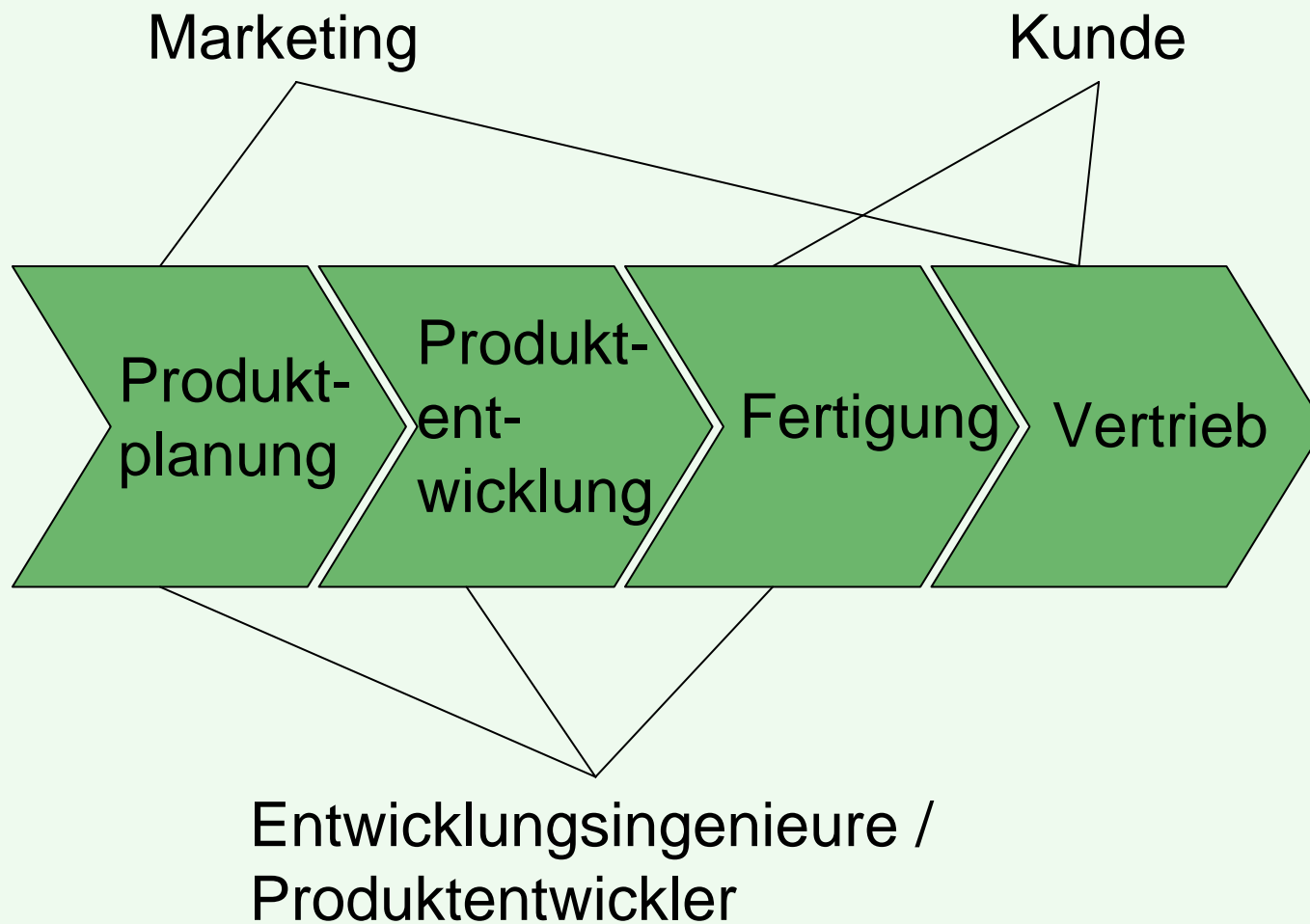
z.B. Versicherungsbranche, Banken, Telekommunikationsbereich, Versorgungswirtschaft, Informatikindustrie

- Marketing ermittelt Kundenbedürfnisse
- Produktentwickler generieren Produktideen, entwerfen Produkte
- Systementwickler bauen Softwaresysteme zur Verwaltung der Produkte

kritisch:

- Kommunikation/Abstimmung zwischen den Beteiligten
- Time to Market
- Personalisierung / Individualisierung der Produkte

# Produkt-Life-Cycle



## Besonderheiten digitaler Produkte

- z.B.
- Video-/Audio-Abonnement
    - Leistungen über ein bestimmtes Zeitintervall hinweg abrufbar
  - Versicherungsvertrag, Bausparvertrag, Kredit
    - Verschiedene Phasen einer Leistung
  - Elektronische Tageszeitung
    - Personalisierte Leistung wird periodisch zugeschickt
  - ApplicationServiceProviding-Vertrag
    - Leistung wird über ein bestimmtes Zeitintervall in einer bestimmten Qualität bereitgestellt
  - Fachinformation
    - Leistung wird in unterschiedlichen Formaten bereitgestellt
  - Handy-Tarif, Stromtarif
    - Vielzahl von Varianten

# Digitale Produkte

- Multimediale Daten
- Informationen
- Verträge
- Tarif
- Lizenz



# Produktmaschine

- Softwaresystem zur schemabasierten Erzeugung digitaler Produkte
- Schema beschreibt Struktur und Verhalten
- Produktmaschine interpretiert Produktschema
- Kunde kann Produktschema in vorgegebenen Grenzen individualisieren

## Produktmaschine: State of the Art

- Was sagen Praktiker zum Thema Produktmaschine?  
"Das haben wir alles schon gehabt ... und sind gescheitert ..."
- Was sagen Betriebswirte?  
"Das haben wir doch schon für die Fertigungsindustrie, ist also nichts neues"  
(Produktkonfigurator, Variantenvielfalt)
- Was sagt Google?  
...

# Produktmaschine: State of the Art

- Entwicklungsumgebung für Versicherungsprodukte



## INSURANCE SYSTEM SOFTWARE

Die Login Insurance System Software ist ein spartenübergreifendes Bestandsführungssystem für Versicherungen

Das ISS Anwendungssystem zeichnet sich aus durch:

### Schnelligkeit

- innovative Produkte sind schnell auf dem Markt
- Tarife und Produkte sind flexibel kombinierbar
- Vertriebsideen werden zügig umgesetzt

### Kostensenkung

- minimierte Bearbeitungszeiten für Anlage und Änderung
- Änderungsdienst für Bestandsbearbeitung
- Integration von Angebots- und Vertragsverwaltung

### Investitionsschutz

- Integration in bestehende Systemlandschaften
- Modernisierung bestehender Systemen
- Weiterverwendung vorhandener Datenbanken

### Komponenten

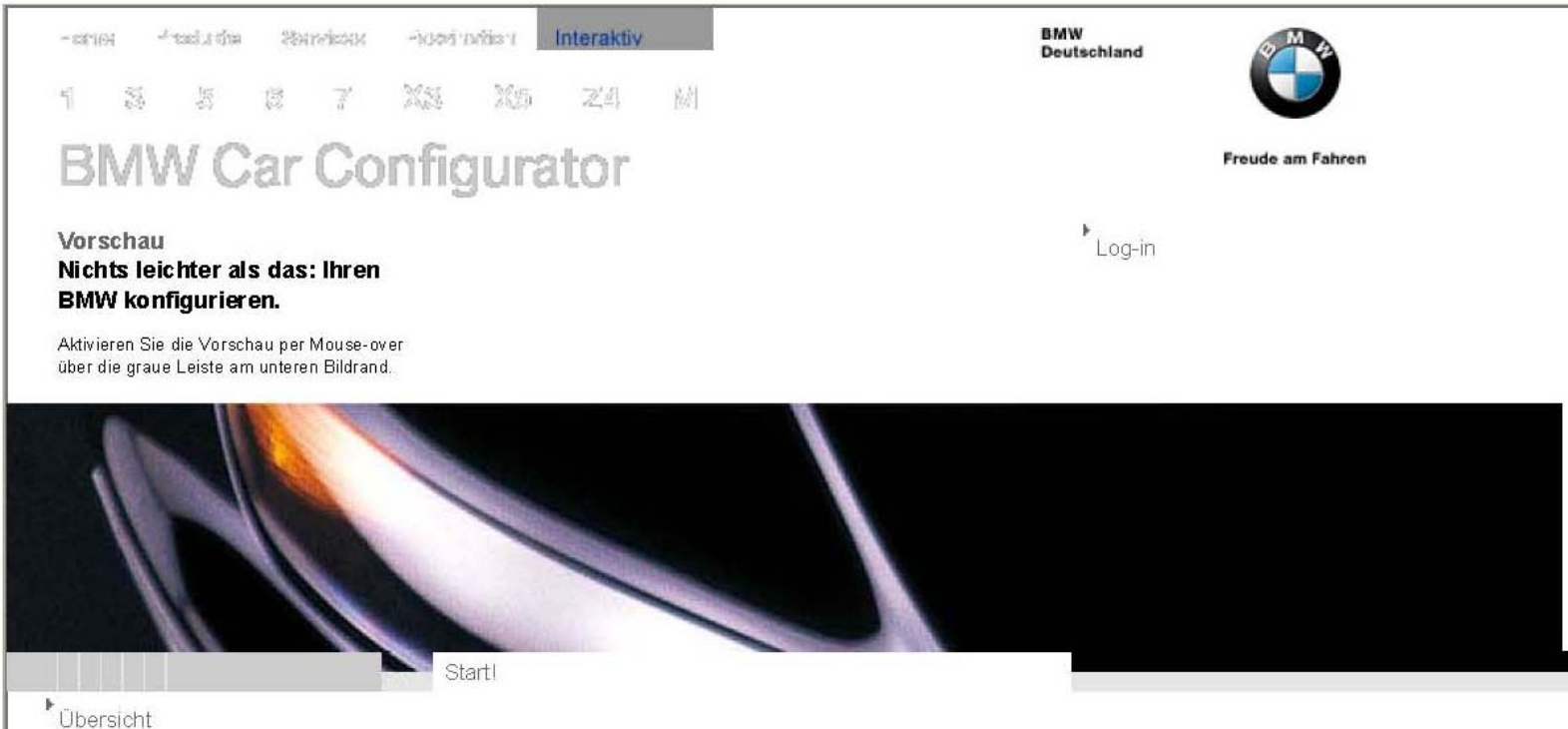
Das Login Anwendungspaket ist eine integrierte und umfassende All-Sparten-Lösung für die Personen- und Schadenversicherung.

Die Kernkomponenten Produktmaschine, Bestandsverwaltung und Leistungsmanagement werden durch Module zur Kundenbetreuung, zum Informationsmanagement und Dokumentenmanagement zu einem Komplettsystem ergänzt. Die unterschiedlichen Anforderungen der Sparten werden durch standardisierte, flexibel anpassbare Business-Logiken abgebildet.

([http://www.login-systems.com/insurance\\_system\\_software.htm](http://www.login-systems.com/insurance_system_software.htm))

# Produktmaschine: State of the Art

- Produktkonfigurator



The screenshot shows the BMW Car Configurator website. At the top, there is a navigation bar with links for 'Start', 'Leistungen', 'Service', 'Konfigurator', and 'Interaktiv'. The 'Interaktiv' link is highlighted. Below the navigation bar, there are several car models listed: 1, 3, 5, 7, X1, X3, X5, X7, and M. The main heading is 'BMW Car Configurator'. To the right, there is the BMW logo and the text 'BMW Deutschland' and 'Freude am Fahren'. Below the heading, there is a 'Vorschau' section with the text 'Nichts leichter als das: Ihren BMW konfigurieren.' and a subtext 'Aktivieren Sie die Vorschau per Mouse-over über die graue Leiste am unteren Bildrand.' There is a 'Log-in' button. At the bottom, there is a large image of a car wheel with a 'Start!' button and a 'Übersicht' button.

# Produktmaschine: State of the Art

The screenshot shows the BMW Car Configurator interface. At the top, there are navigation tabs: "Interaktiv" (selected), "BMW Deutschland", and the BMW logo with the slogan "Freude am Fahren". Below the navigation, there are icons for car series: 1, 3, 5, 6, 7, X3, X5, Z4, and M. The main heading is "BMW Car Configurator".

The main content area is titled "Ihr BMW. Zu welcher Serie gehört Ihr Favorit?" and displays a grid of selection options:

- 1**:  1er
- 3**:  Touring,  Limousine,  Cabrio,  Compact,  Coupé
- 5**:  Limousine,  Touring
- 6**:  Coupé,  Cabrio
- 7**:  Limousine
- X3**:  Sports Activity Vehicle
- X5**:  Sports Activity Vehicle
- M**:  M3 Coupé,  M3 Cabrio
- Z4**:  Z4

On the right side, there is a "Konfiguration laden" button and a partial image of a blue BMW car's rear end.

At the bottom, there is a "Lade.." button, a "Zurück" button, and a "Widersicht" button. A large blue "OK" button is also present. Below the "OK" button, there is a text prompt: "Entscheiden Sie sich bitte zuerst für die Serie und die Bauform. Oder Sie laden eine gespeicherte Konfiguration aus einer Ihrer letzten Sitzungen."

# Produktmaschine: State of the Art

Ihr BMW.  
 Definieren Sie Dynamik: das  
 passende Modell.

Bei diesen Angaben handelt es sich  
 um unverbindliche Preisempfehlungen  
 ab Werk ohne Überführungskosten  
 inkl. 16% MwSt.

Modell	Leistung, Hubraum		
<input type="radio"/> X5 3.0d	160 kW, 3,00 l	Euro	44.250,00
<input type="radio"/> X5 3.0i	170 kW, 3,00 l	Euro	44.250,00
<input type="radio"/> X5 4.4i	235 kW, 4,40 l	Euro	62.700,00

Lade...

Zurück

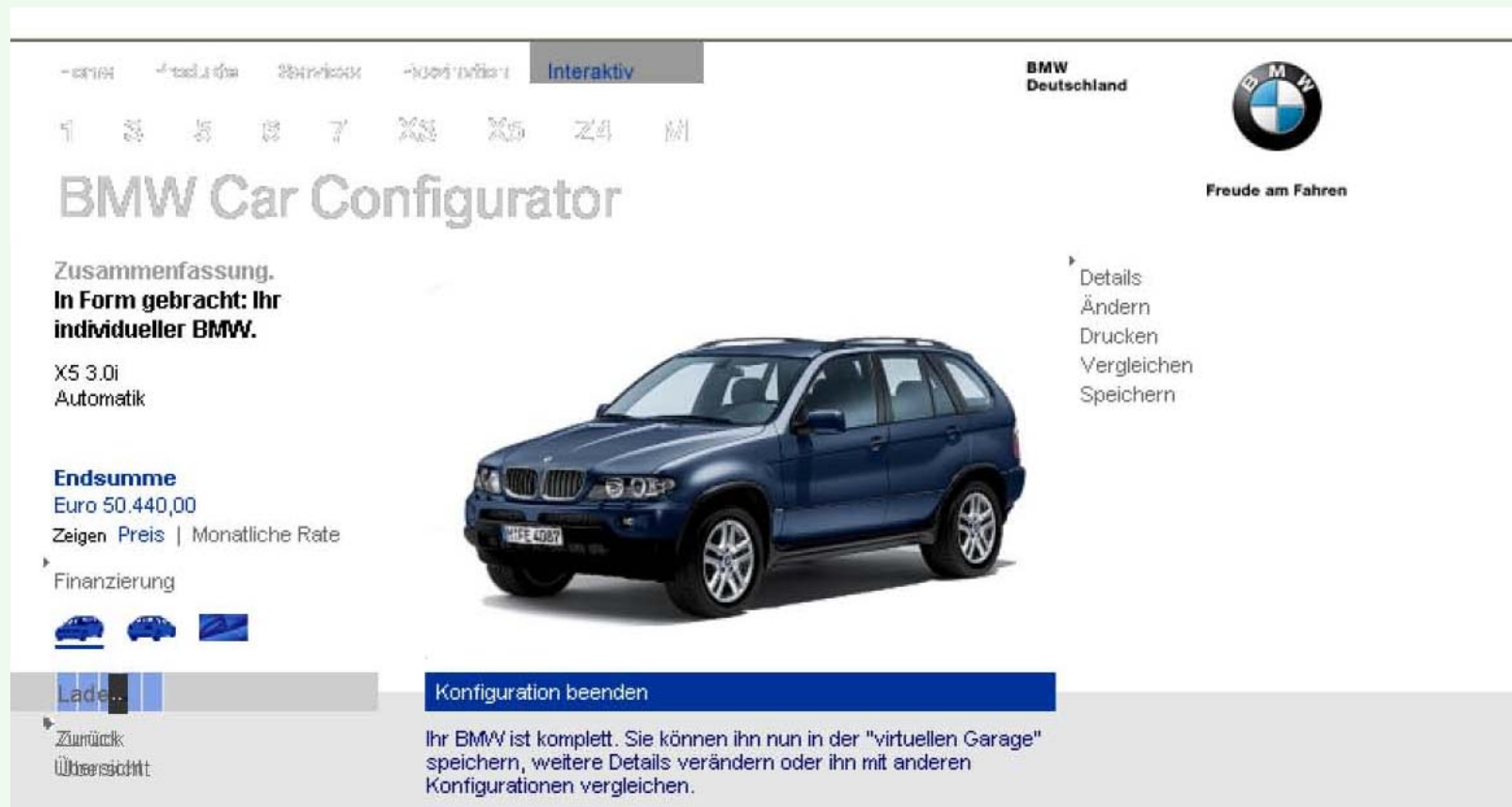
Übersicht

OK

BMW Motoren stehen für automobiler Leidenschaft. Bitte wählen  
 Sie Ihren Favoriten aus der aktuellen Modellreihe aus.

***USW. USW. ...***

# Produktmaschine: State of the Art



The screenshot shows the BMW Car Configurator interface. At the top, there is a navigation bar with tabs for 'Interaktiv', 'BMW Deutschland', and the BMW logo with the slogan 'Freude am Fahren'. Below the navigation, there are model selection buttons for '1', '3', '5', '7', 'X1', 'X5', 'Z4', and 'M'. The main heading is 'BMW Car Configurator'. On the left, there is a summary section titled 'Zusammenfassung. In Form gebracht: Ihr individueller BMW.' with details for 'X5 3.0i Automatik'. Below this, the 'Endsumme' is listed as 'Euro 50.440,00' with links for 'Zeigen Preis' and 'Monatliche Rate'. A 'Finanzierung' section is also visible. In the center, a blue BMW X5 SUV is shown from a three-quarter front view. To the right of the car, there is a list of actions: 'Details', 'Ändern', 'Drucken', 'Vergleichen', and 'Speichern'. At the bottom, there is a 'Konfiguration beenden' button and a text box stating: 'Ihr BMW ist komplett. Sie können ihn nun in der "virtuellen Garage" speichern, weitere Details verändern oder ihn mit anderen Konfigurationen vergleichen.' There are also 'Lade...' and 'Zurück: Übersicht' buttons at the bottom left.

# Individualisierung traditioneller Güter

- Variantenvielfalt
- Mass-Customization
- Unterschied zu digitalen Gütern:
  - Physische Güter durch materialbezogene Restriktionen nicht beliebig flexibel
  - Nach Herstellung nur noch begrenzt änderbar



# Digitale Produkte

hier gemeint im Sinne von:  
nicht-materielle Güter im Dienstleistungssektor

Beschrieben durch:

- Struktur / statische Eigenschaften
- Verhalten / Lebenszyklus
  - Deklarativ
  - Prozedural

# Sprachen zur Produktmodellierung

- CAD-Sprachen für technische Produkte
  - Ziel: Visualisierung für Ingenieure
- Tabellarische Notationen, Stücklisten
  - Ziel: Optimierung des Produktionsprozesses
- Traditionelle Datenmodelle
  - Ziel: Speicherung in Datenbanken
- XML-Derivate
  - Ziel: Standardisierung und Austausch von Produktdaten

*Lücke: Produktkonfiguration durch Kunden!*

# Beispiel: Stückliste Fahrrad

([http://www.datasystems.at/presse/Bilder/jetorbit/\\_stueckliste.jpg](http://www.datasystems.at/presse/Bilder/jetorbit/_stueckliste.jpg))

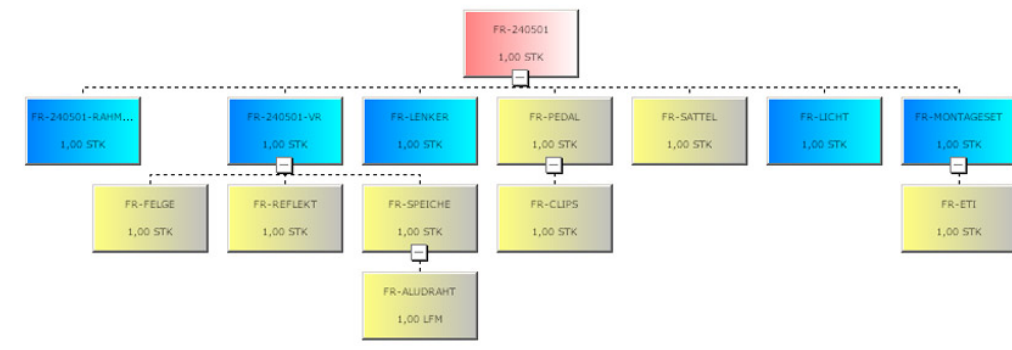
**Stückliste**

Daten Blättern Seiten Tools Hilfe

Zoom: 75% Zoom Miniaturansicht: 20% Stücklisten: FR-240501 - 30.08.2000

**Allgemein** Suchergebnis

grafische Auflösung



```

graph TD
    FR240501[FR-240501  
1,00 STK] --- FR240501RAHMEN[FR-240501-RAHMEN  
1,00 STK]
    FR240501 --- FR240501VR[FR-240501-VR  
1,00 STK]
    FR240501 --- FRLENKER[FR-LENKER  
1,00 STK]
    FR240501 --- FRPEDAL[FR-PEDAL  
1,00 STK]
    FR240501 --- FRSATTEL[FR-SATTEL  
1,00 STK]
    FR240501 --- FRLICHT[FR-LICHT  
1,00 STK]
    FR240501 --- FRMONTAGESET[FR-MONTAGESET  
1,00 STK]
    FR240501RAHMEN --- FRFELGE[FR-FELGE  
1,00 STK]
    FR240501RAHMEN --- FRREFLEKT[FR-REFLEKT  
1,00 STK]
    FR240501RAHMEN --- FRSPICHE[FR-SPEICHE  
1,00 STK]
    FR240501RAHMEN --- FRALUDRAHT[FR-ALUDRAHT  
1,00 LFM]
    FRMONTAGESET --- FRCLIPS[FR-CLIPS  
1,00 STK]
    FRMONTAGESET --- FRETI[FR-ETI  
1,00 STK]
  
```

**Positionen**

LfdNr	Ebene	PosNr	Artikelnummer	Bezeichnung 1	Bedarf	Einheit	Werk	Lagerort	AusschussA
1	1	10	FR-240501-RAHMEN	Rahmen für 240501 26"	1,00	STK	G01		kein Ausschuss
2	1	20	FR-240501-VR	Vorderrad für 240501	1,00	STK	G01		kein Ausschuss
3	2	10	FR-FELGE	Felge vorne / hinten	1,00	STK	G01		kein Ausschuss
4	2	20	FR-REFLEKT	Reflektoren in gelb	1,00	STK	G01		kein Ausschuss
5	2	30	FR-SPEICHE	Speichen vorne / hinten	1,00	STK	G01		kein Ausschuss
6	3	10	FR-ALUDRAHT	Aludraht für Speichen	1,00	LFM	G01		kein Ausschuss
7	1	30	FR-LENKER	Lenker montiert	1,00	STK	G01		kein Ausschuss
8	1	40	FR-PEDAL	Pedal lite	1,00	STK	G01		kein Ausschuss
9	2	10	FR-CLIPS	Pedalclips (1 Paar)	1,00	STK	G01		kein Ausschuss
10	4	50	FR-240501-HR	Hinterrad für 240501	1,00	STK	G01		kein Ausschuss
11	2	10	FR-FELGE	Felge vorne / hinten	1,00	STK	G01		kein Ausschuss
12	2	20	FR-REFLEKT	Reflektoren in gelb	1,00	STK	G01		kein Ausschuss
13	2	30	FR-SPEICHE	Speichen vorne / hinten	1,00	STK	G01		kein Ausschuss
14	3	10	FR-ALUDRAHT	Aludraht für Speichen	1,00	LFM	G01		kein Ausschuss

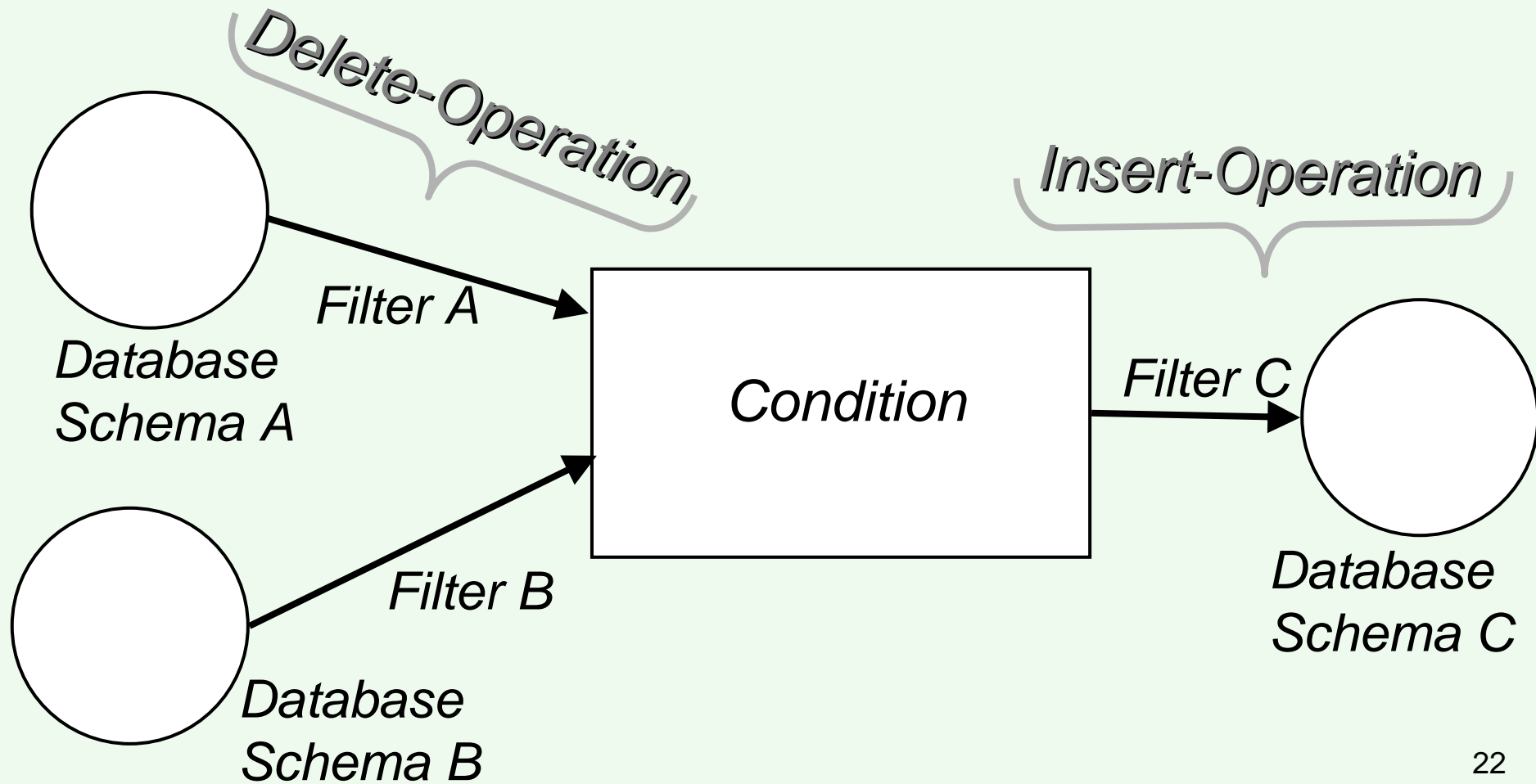
## Modelle Digitaler Produkte

- Medium zur Kommunikation zwischen Entwickler und Kunde
- Schnittstelle zwischen Produktmaschine und Workflow-Managementsystem bzw. sonstigem Anwendungssystem
- Personalisierung eines Referenzmodelles vs. Komposition eines Produktmodelles aus Modellbausteinen

# High-Level Petri Netze zur Produktmodellierung

- Präzise Beschreibung statischer und dynamischer Eigenschaften
- Nähe zu Datenbanken
- Datenmodell flexibel integrierbar

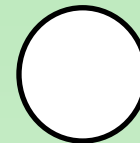
# Integration von High-Level Petri-Netzen und Datenbanken



# High Level Petri Netze und Datenbanken

Prädikate/Transitionen-Netze integrieren das relationale Datenmodell und Petri-Netze:

- **Stelle (Prädikat)**

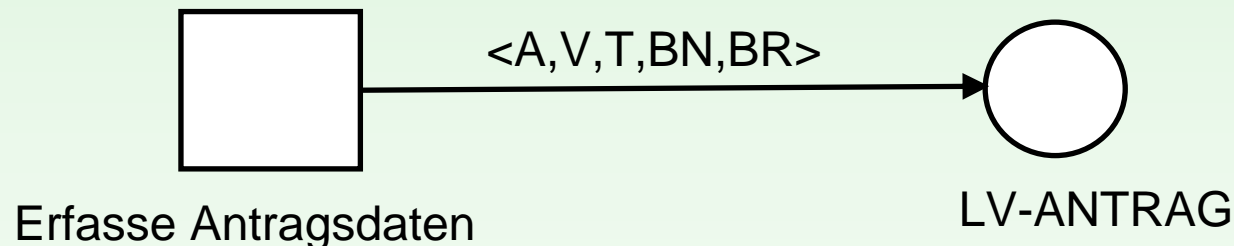


LV-ANTRAG(ANTRAGSTELLER,V-SUMME,TARIF,BEGINN,BERATER)

- **Markierung einer Stelle**

ANTRAG-STELLER	V-SUMME	TARIF	BEGINN	BERATER
Hansen	10000	LK25	01.06.04	Mayer
Schmitz	250000	LR10	01.05.04	Mayer
Mann	100000	LK20	01.03.04	Schulte
Graf	30000	LR15	01.02.04	Hesse

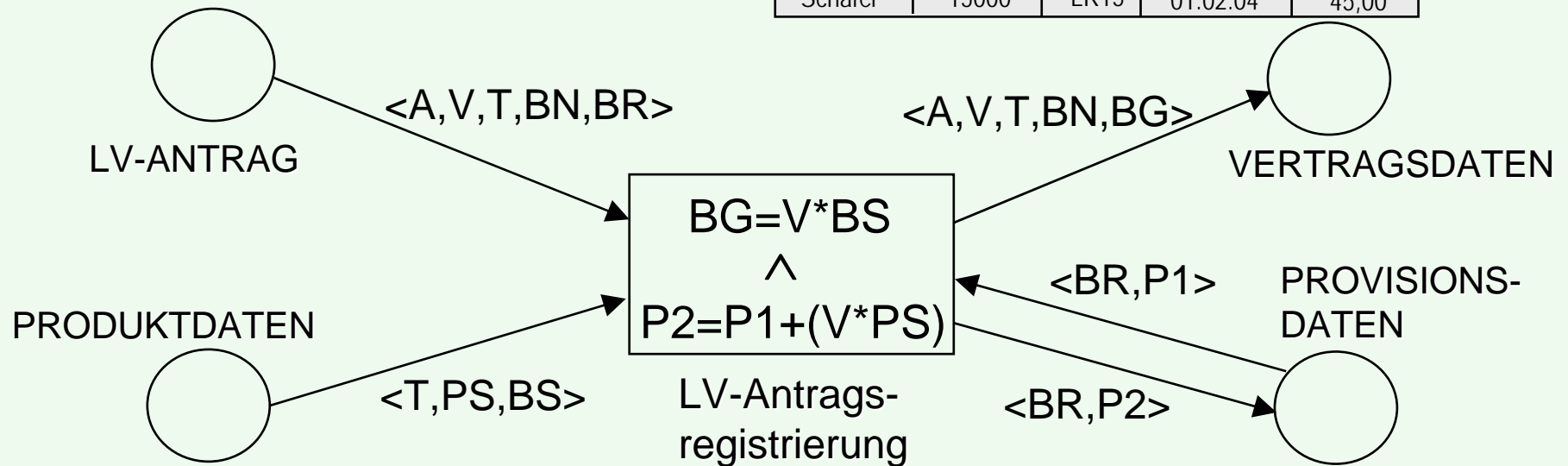
- **Transition**



# Beispiel: Registrierung eines Lebensversicherungsantrages

ANTRAG-STELLER	V-SUMME	TARIF	BEGINN	BERATER
Hansen	10000	LK25	01.06.04	Mayer
Schmitz	250000	LR10	01.08.04	Mayer
Mann	100000	LK20	01.07.04	Schulte
Graf	30000	LR15	01.06.04	Hesse

V-NEHMER	V-SUMME	TARIF	BEGINN	BEITRAG
Krieger	100000	LK20	01.06.04	2500,00
Schröder	250000	LR10	01.05.04	700,00
Werner	10000	LK20	01.03.04	250,00
Mey	30000	LR15	01.02.04	90,00
Herzog	100000	LK20	01.03.04	2500,00
Schäfer	15000	LR15	01.02.04	45,00



TARIF	PROVISIONS-SATZ	BEITRAGS-SATZ
LK20	0,01	0,025
LK25	0,009	0,020
LK30	0,008	0,018
LR05	0,0012	0,0024
LR10	0,0014	0,0028
LR15	0,0015	0,0030

BERATER	PROVISION
Schulte	1028,00
Mayer	1648,00
Hesse	2569,00



# High-Level Petri-Netze und XML

- XML als Austauschformat für Petri-Netze, z.B. um Austausch zwischen verschiedenen Petri-Netz-Werkzeugen zu ermöglichen
  - Petri Net Markup Language *PNML*  
<http://www.informatik.hu-berlin.de/top/pnml/>
  - andere Ansätze  
<http://www.daimi.au.dk/PetriNets/standardisation/>
- hier: XML als Modellierungssprache für Dokumente / Objekte in den Stellen (Prädikaten) von High-Level Petri-Netzen:
  - integrierte Beschreibung von Prozessen und XML-Dokumenten

 **XML-Netze**

## XML-Netze

- Stellen repräsentieren "Container" für XML-Dokumente
  - jeder Stelle wird eine XML-DTD oder ein XML-Schema zugewiesen
  - textuelle oder graphische Darstellung von XML-DTD / -Schema
- Kantenbeschriftung repräsentiert Filter für XML-Dokumente
- Transitionen repräsentieren Operationen auf XML-Dokumenten

## Operationstypen

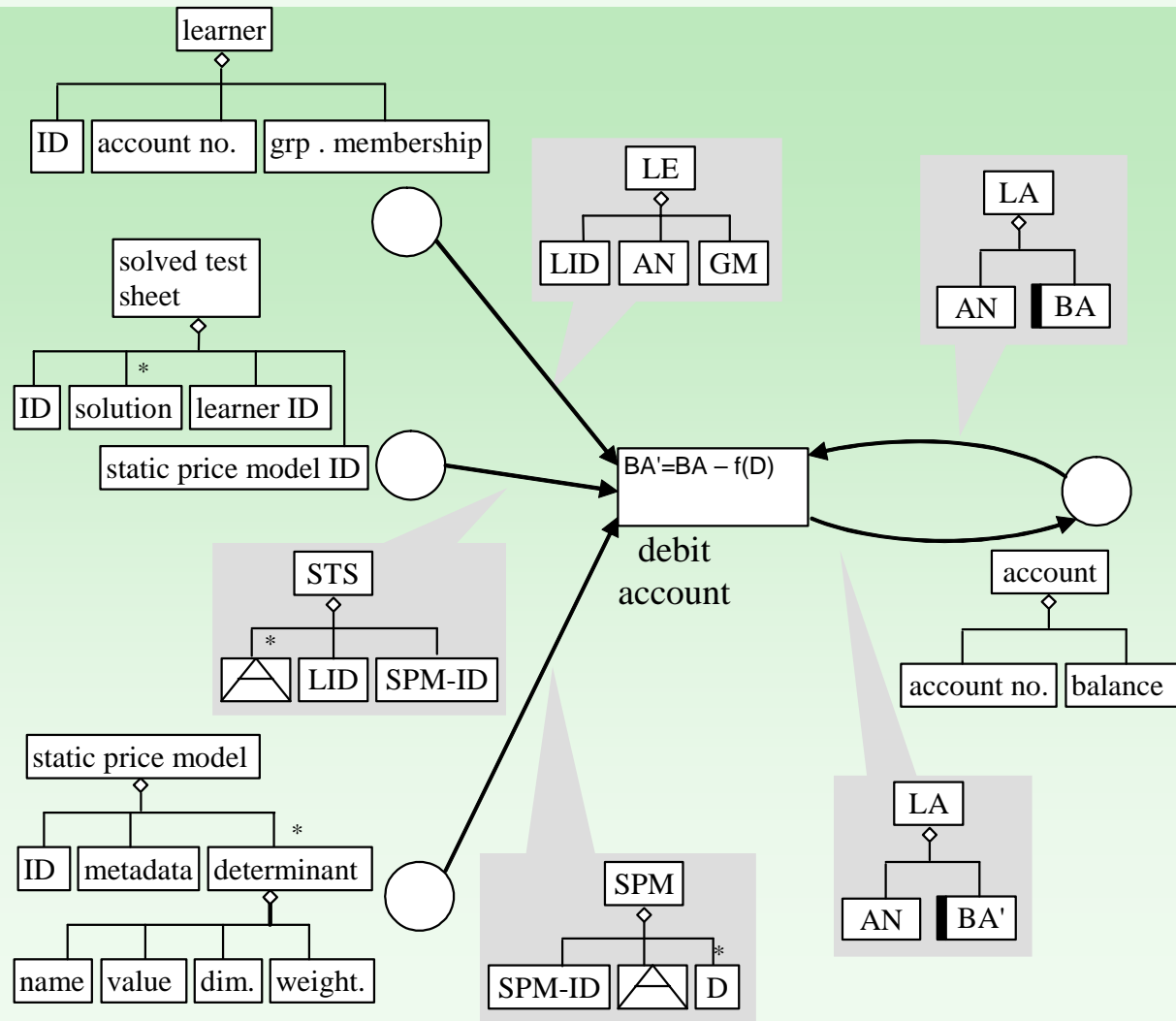
- Einfügen eines *vollständigen Dokumentes*
- Einfügen von Teil-Dokumenten
  
- Löschen eines *vollständigen Dokumentes*
- Löschen von Teil-Dokumenten



Zugriff auf Teilstrukturen ist erforderlich:

- Beschriftung der Kanten mit einer Query-by-Example ähnlichen Notation

# Preismodell eines E-Learning Providers



## Schaltregel für XML-Netze

- Eine Transition  $t$  ist **aktiviert** für eine gegebene Markierung  $M$  und eine Instanziierung  $I$  der Variablen in seiner Umgebung, wenn
  - die entsprechenden Input-Dokumente von  $t$  in  $M$  existieren,
  - die entsprechenden Output-Dokumente von  $t$  noch nicht in  $M$  existieren und
  - die Transitionsinschrift von  $t$  *wahr* ist für  $I$ .
- Eine aktivierte Transition kann **schalten**.
- Wenn eine Transition schaltet, werden
  - (Teil-)Dokumente aus den Eingangsstellen entfernt und
  - (Teil-)Dokumente in die Ausgangsstellen eingefügtentsprechend den jeweiligen instanziierten Kantenbeschriftungen.

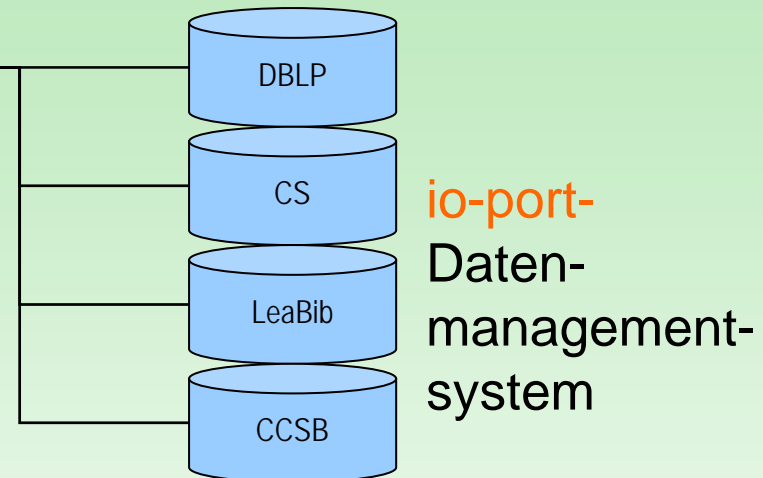
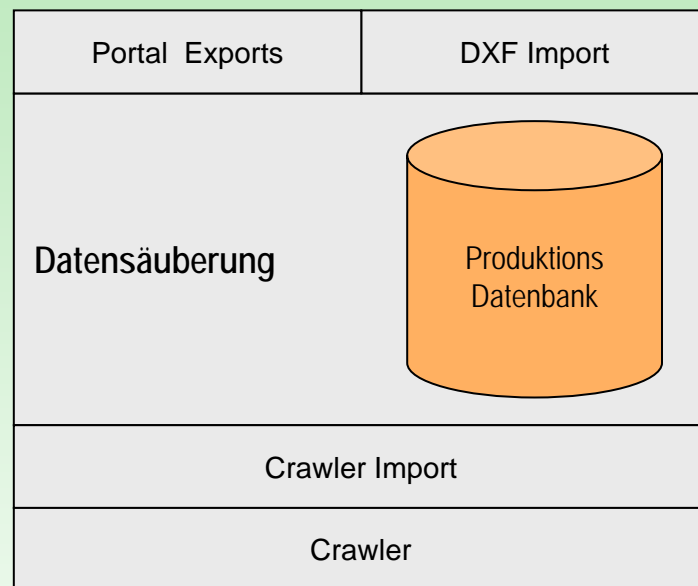
# Austauschbarkeit des Daten-/Dokumentenmodells

- Relationenmodell
- NF<sup>2</sup>-Relationenmodell
- SGML
- XML
- ...

## Aktuelle Projekte

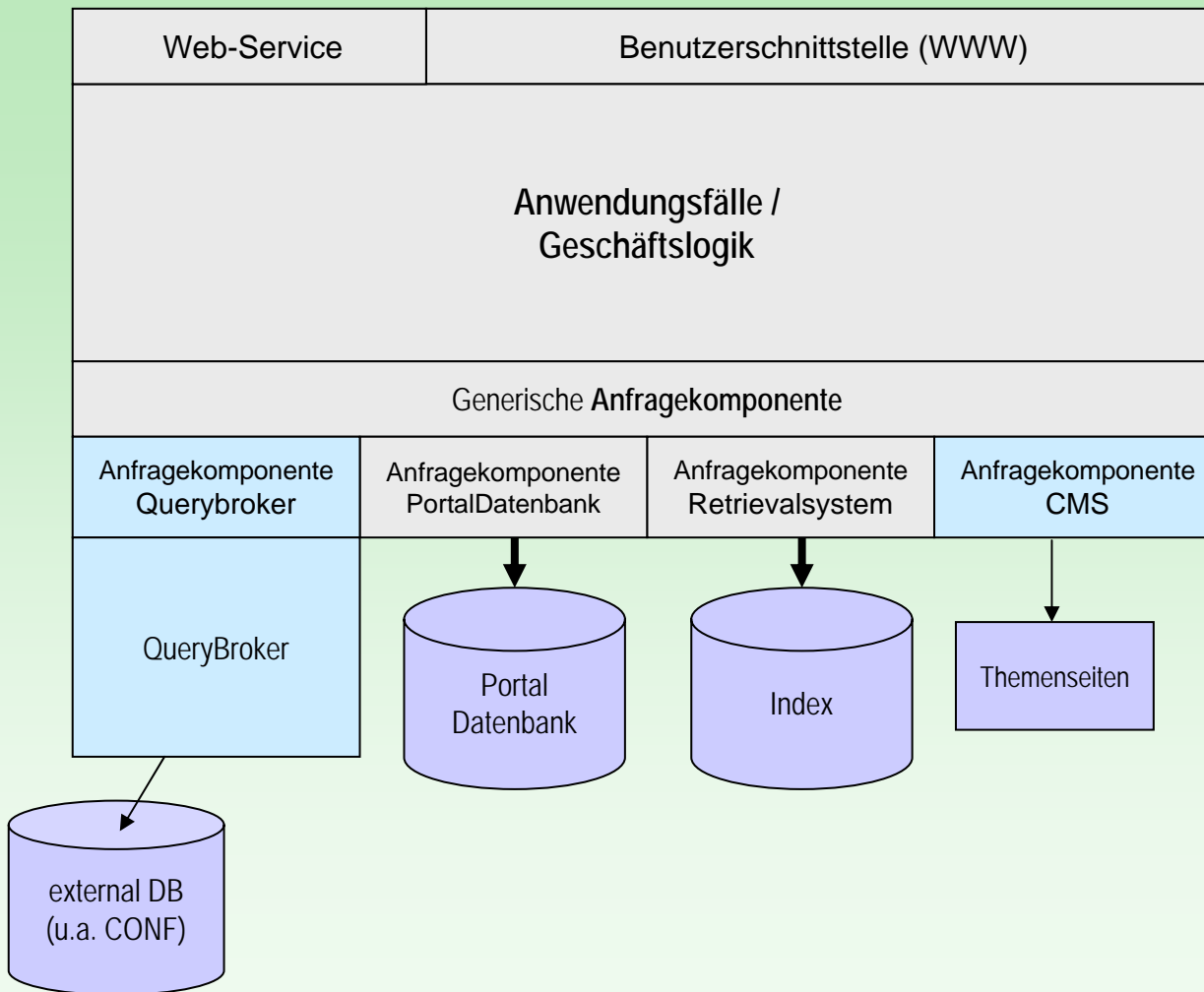
- Entwicklung eines Fachinformationssystems Informatik (GI gemeinsam mit FIZ Karlsruhe, TU München, Uni Trier, Uni Karlsruhe; finanziert durch BMBF)
- Teilprojekt "Flexible Abrechnungssysteme für Elektronische Märkte" an der Universität Frankfurt/Main (im Rahmen des vom BMBF finanzierten Internetökonomie-Projektes)
- Generierung eines Studierendenverwaltungssystems zu einer gegebenen Prüfungsordnung

# Projekt: Fachinformationssystem Informatik



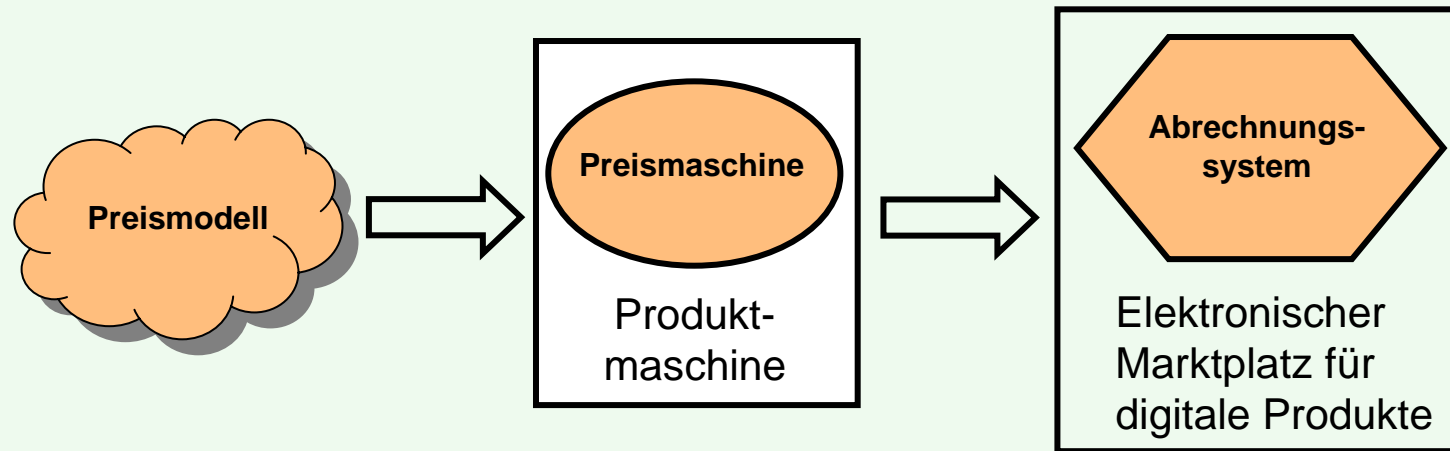


# Projekt: Fachinformations- system Informatik



io-port-  
Portalsystem

# Projekt: Flexible Abrechnungssysteme für elektronische Märkte



- Ziel: Beschleunigung des Prozesses für die Entwicklung eines Abrechnungssystems ausgehend von einem neuen Preismodell.
- Es wird eine formale Beschreibungssprache für Preismodelle entwickelt und dazu eine Preismaschine konzipiert, die entsprechend beschriebene Preismodelle umsetzt in ein passendes Abrechnungssystem.
- Künftige Abrechnungssysteme als Bestandteile elektronischer Marktplätze sollen so schnell und mit verhältnismäßig wenig Aufwand an neue Preismodelle angepasst werden können.

# Preismodell

## Statische Komponente (XML Schema)

Dokumente: z.B. Tarife, Verträge ...

Daten: z.B. Gesprächsdauern, Geodaten ...

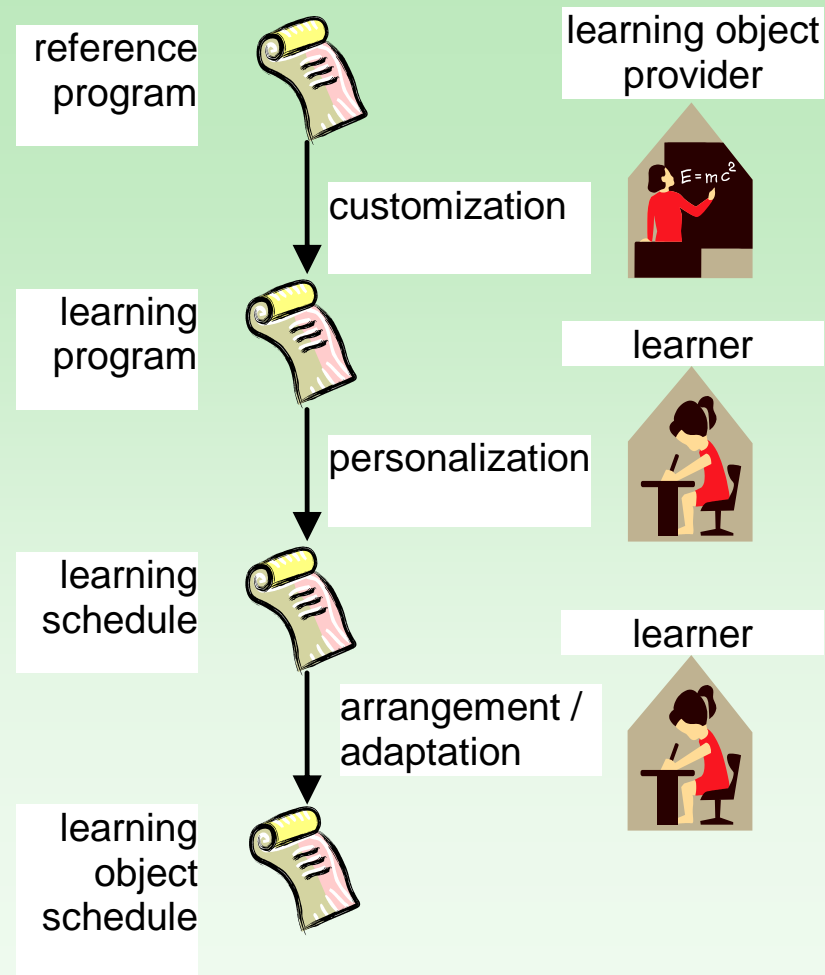
## Dynamische Komponente (höheres Petri-Netz)

- Abläufe zur flexiblen Ermittlung der Preise
- mit der Zeit veränderliche Parameter  
(z.B. Aktualitätsgrade)
- umgebungsabhängige Parameter  
(z.B. Netzauslastung)

## Projekt: Studierendenverwaltungssystem

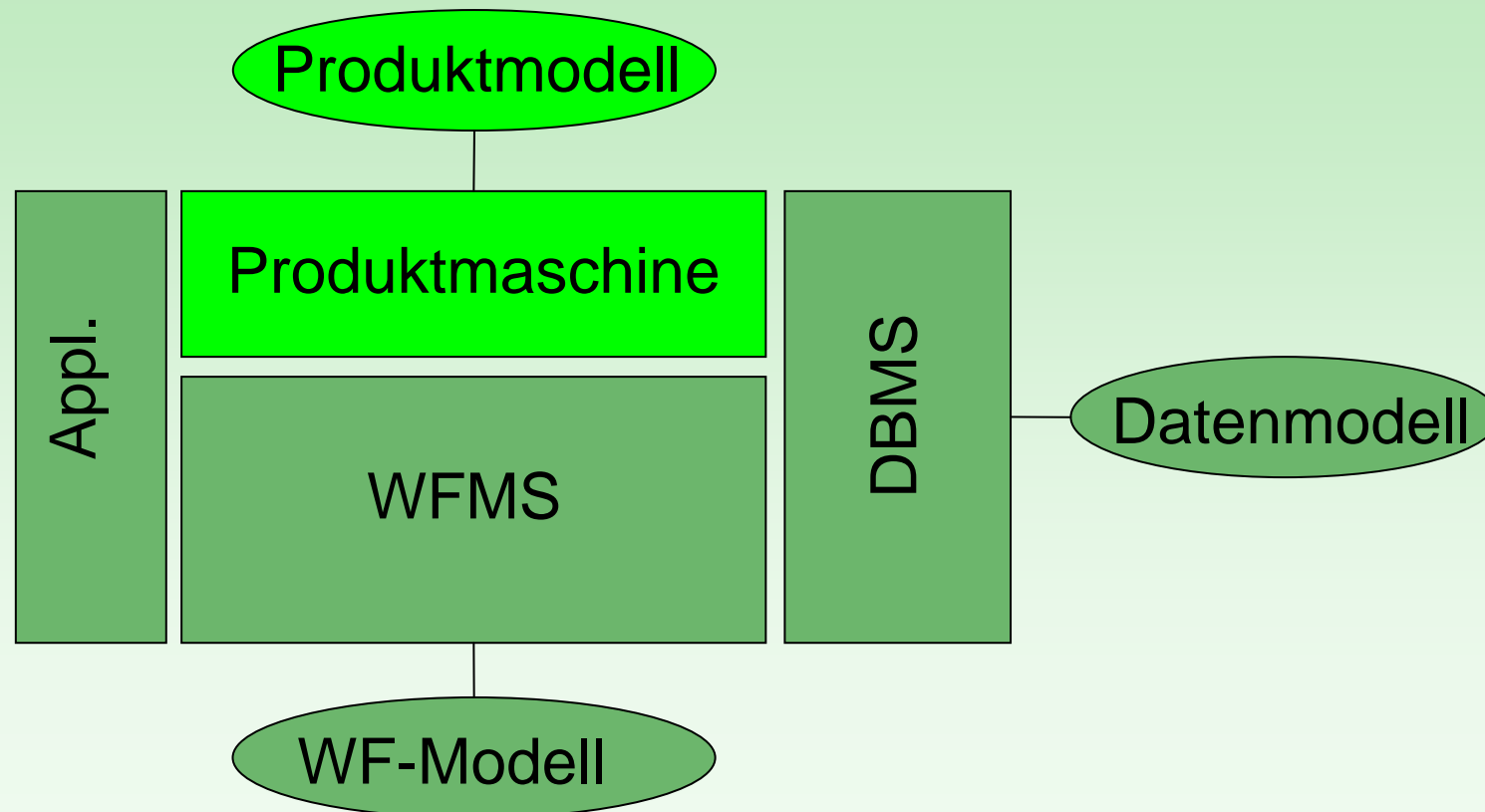
- Abläufe in der Prüfungsordnung werden modelliert als XML-Netze
- Dokumente werden in XML beschrieben
- Produktmaschine generiert daraus ein Studierendenverwaltungssystem
  - Auskunft über Studienstatus
  - Prüfungsverwaltung
  - Erstellung individualisierter Studienpläne
  - Simulation unterschiedlicher Studienverläufe je nach gewählter Option

# Individualisierung von Lernprogrammen kommerzieller E-Learning-Provider



# Zusammenfassung

- Modellbasierte Informationssystementwicklung für elektronische Märkte



## Ausblick

- Generierung von Prozessmodellen aus Produktmodellen
- Abgleich von Produktmodellen
- Implementationsarbeiten:  
Werkzeugumgebung für die Produktmaschine
  - Editoren
  - Repository
  - Interpreter/Simulator für Produktmodelle