

Cyber-Physical Systems and Services

Prof. Dr. Helmut Krcmar

Dekan Fakultät Informatik
Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik
TU München

krcmar@in.tum.de
www.winfobase.de

Agenda

- Einführung
- CPS
- PSS
- CPSS
- Herausforderungen

TUM. Die unternehmerische Universität Fakultät für Informatik



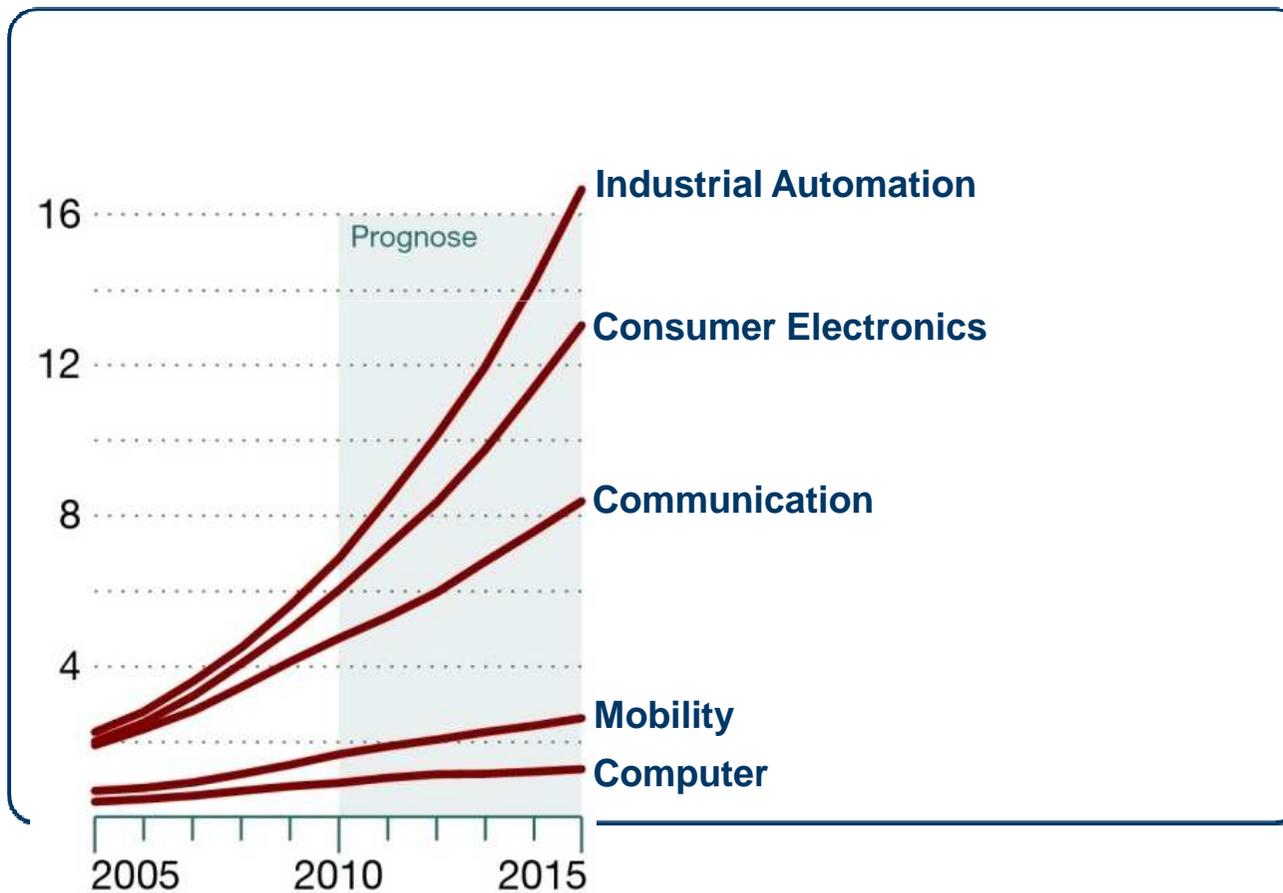
Einführung

- Begrifflichkeiten liefern (System)Grenzen
 - Agrargesellschaft oder Industriegesellschaft oder Dienstleistungsgesellschaft oder Wissensgesellschaft
- Begrifflichkeiten betonen Kerneigenschaften
 - Datenschutz oder informationelle Selbstbestimmung
- Veränderte Sicht auf die Welt – veränderte Begrifflichkeiten

Agenda

- Einführung
- CPS
- PSS
- CPSS
- Herausforderungen

Number of networked devices worldwide (in billions)



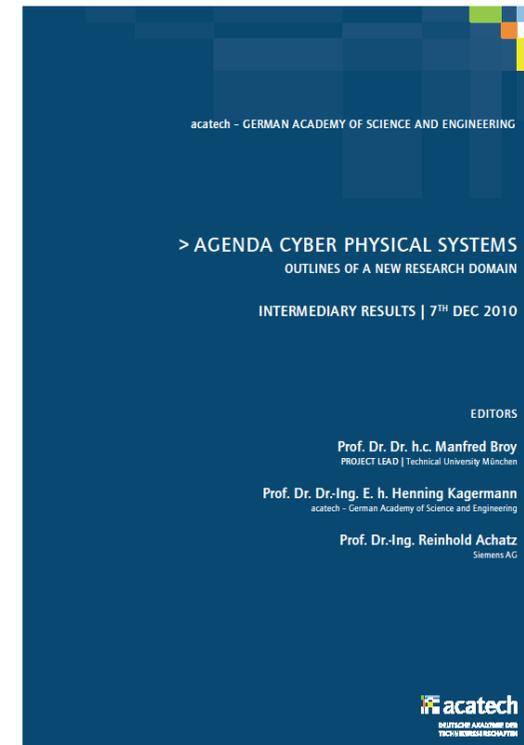
Acatech I
Project Agenda Cyber-
Physical Systems 2011

Source: Manager Magazin, 01/2011

Cyber-Physical Systems (CPS)

- Synergie und zunehmende Integration zweier Innovationsfelder
 - Globale Netze (World Wide Web, Internet)
 - Eingebettete Systeme

- „Cyber-Physical Systems:
Die nächste industrielle Revolution“
(Broy, 2011)

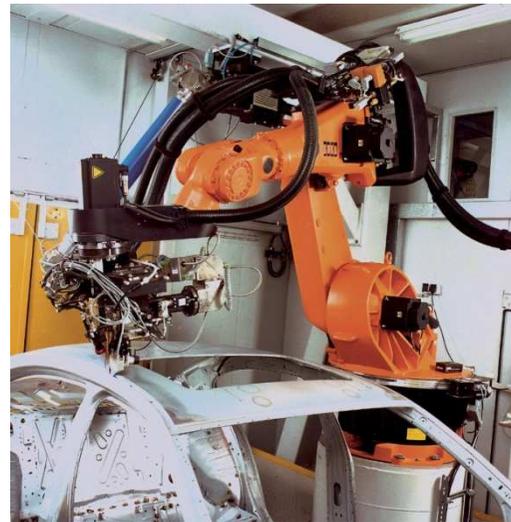


Eingebettetes System

- System aus Elektronik & Software
- das in ein mechanisches System (Gerät) eingebettet ist
- über Sensoren und Aktoren mit der Mechanik interagiert und
- typischerweise über dezidierte Nutzerschnittstellen verfügt

Beispiele:

- moderne Kraftfahrzeuge
- Robotik
- Medizintechnik
- ...



Herzschrittmacher

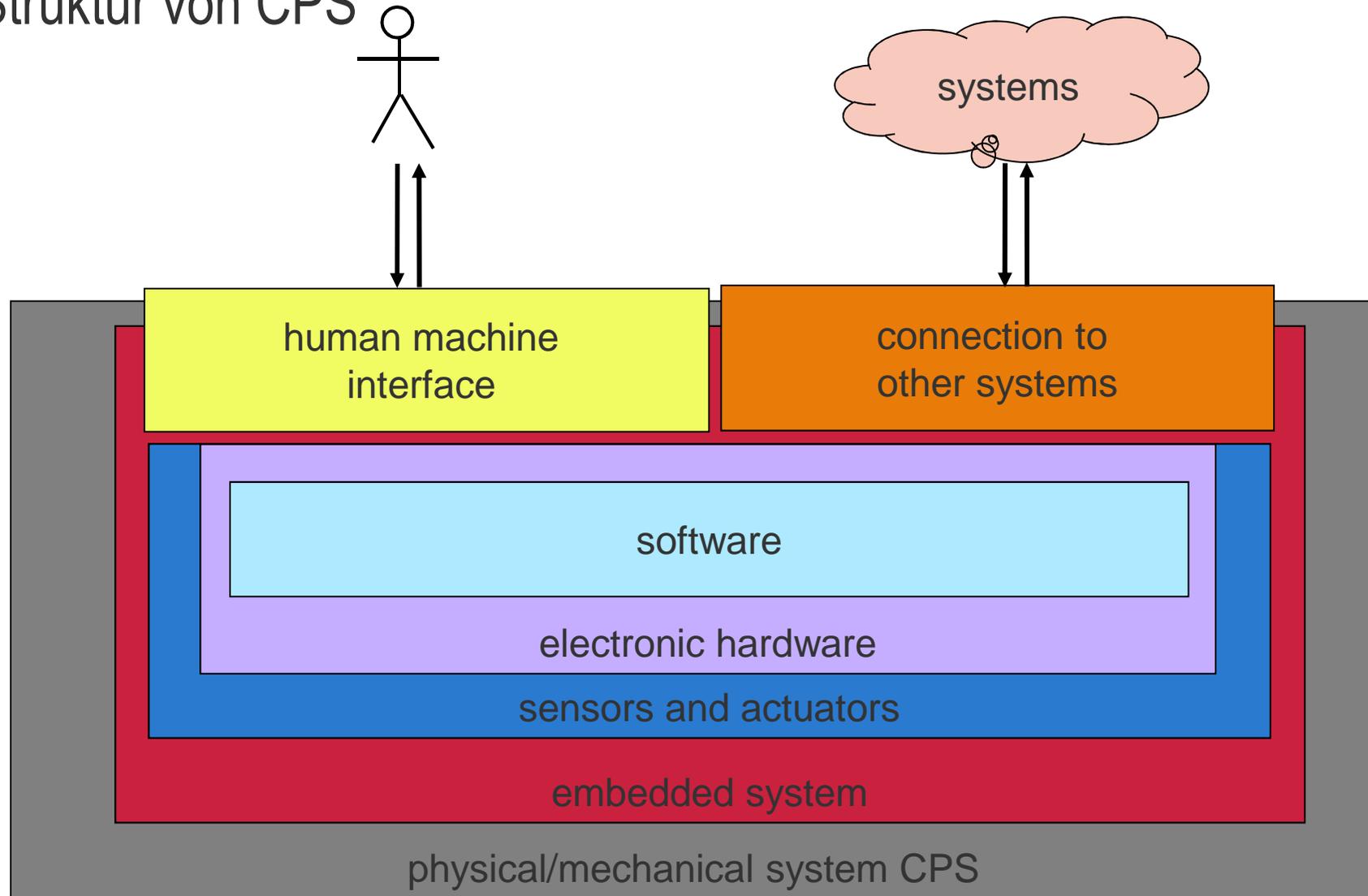
(Broy, 2011)

Systeme mit eingebetteter Software

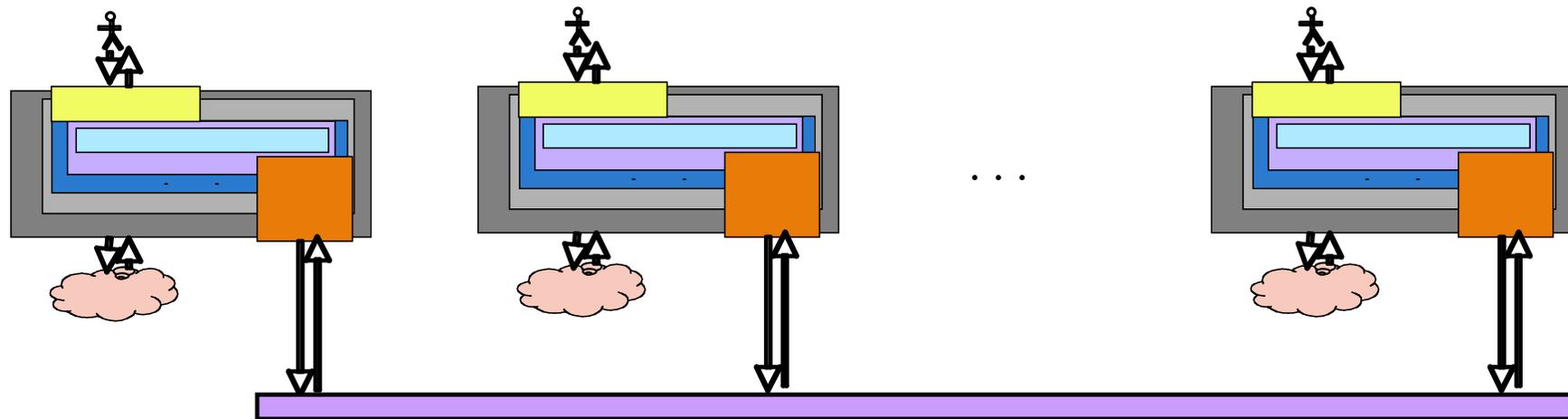
- Lokale, isolierte, auf eine Funktion ausgerichtete **Kontroll- und Regelungsaufgaben**
 - ein Steuergerät, keine oder nur einfache Nutzungsschnittstelle
- **Multifunktionale Systeme**, unvernetzt
 - mehrere Steuergeräte, oft komplexe Nutzungsschnittstelle, funktionale Abhängigkeiten
- **Lose vernetzte Systeme**
 - mehrere Steuergeräte, komplexe Nutzungsschnittstelle, lose Vernetzung nach außen, Vernetzung nur eingeschränkt funktionskritisch
- **Netzwerke von funktional eng gekoppelten Systemen**
 - mehrere Netzwerke von Steuergeräte mit komplexen Nutzungsschnittstelle, enge Vernetzung untereinander und nach außen, Vernetzung stark funktionskritisch
- **Systeme von Systemen**
- **Global vernetzte Systeme von Systemen**
 - Internet der Dinge

(Broy, 2011)

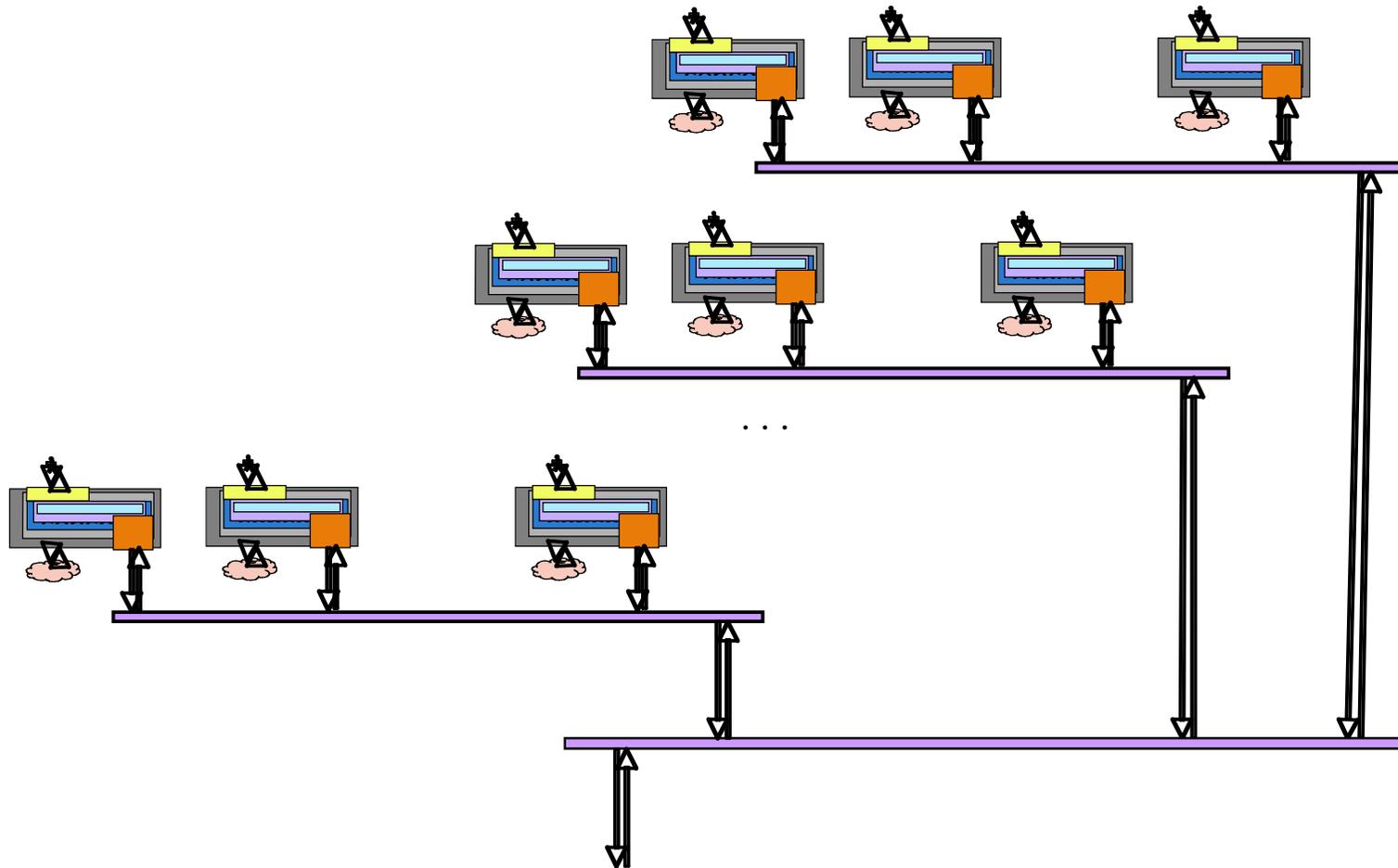
Struktur von CPS



System of systems



System of systems of systems



Cyber-Physical Systems (CPS)

Cyber-Physical Systems bestehen aus einer Reihe

- **eingebetteter Systeme** (in Geräten, Gebäuden, Verkehrsmitteln, in Verkehrswegen, Produktionsanlagen, Logistikprozessen, etc.) die über
- **Sensoren** und **Aktoren** unmittelbar auf physikalische Vorgänge einwirken und dabei mit
- **digitale Netze** verbunden sind (drahtlos, drahtgebunden, lokal, global) und über eine Reihe
- **multimodaler Mensch-Maschine-Schnittstellen** (dediziert in Geräten, unspezifisch etwa über Browser, etc.) verfügen und mit
- weltweit verfügbaren **Daten und Diensten** (**Internet**, **World Wide Web**) verknüpft werden können und dadurch weitgehend
- **kontextabhängig, adaptiv, autonom** und **automatisiert**
- **multifunktionale vernetzte verteilte Dienste** erbringt.

Agenda

- Einführung
- CPS – Cyber-Physical Systems
- **PSS**
- CPSS
- Herausforderungen

Begriffsklärung

- Produkt-Service System = PSS
- PSS = hybrides Produkt
- PSS = komplexe Lösung

- Gründe der Begriffsvielfalt
 - Projektkontext (Engineering vs. Wertschöpfung vs. Komplexität)
 - Internationalisierung
 - Wissenschaftsdomäne (Engineering vs. Marketing)

Definitionen

„Ein hybrides Produkt ist eine Leistung, die aus mehreren Teilen besteht, welche nicht mehr ohne Weiteres einzeln erkennbar sind, deren unterschiedliche Eigenschaften aber das hybride Produkt prägen.“

(Leimeister/Glauner 2008, 248)

„Hybride Produkte sind Kombinationen aus Sach- und Dienstleistungen, die am Markt als integrierte Leistungsbündel angeboten werden. Ziel der Kombination von Produkten und Dienstleistungen ist es, kundenspezifische Problemlösungen anbieten zu können.“

(Böhmman/Krcmar 2007, 241)

Produkt-Service Systeme aus Kundenperspektive

- Marketing Integration
 - „Marketing integration is temporal in nature, because it spans the sequence of steps that customers go through in searching, evaluating, buying, installing, using, servicing and maintaining a system of product.“
- Operational Integration
 - „The value of operational integration depends on two factors – the effort that customers would need to expend in order to integrate the products and solutions themselves and the value that they place on their time.“
- Customization
 - „In fact, the value of a solution derives from the fact that it is customized to the contexts of specific customer segments, and sometimes even for individual customers.“

(Sawhney 2004)

Drei Kategorien von hybrider Wertschöpfung (1/3)

- **Produkt-orientiertes hybrides Leistungsbündel** – Dienstleistungen als Ergänzung zum Verkauf von reinen Sachleistungen:
 - **Produktbegleitende Dienstleistungen:** Angebot an Dienstleistungen, die die Nutzung der Sachleistung unterstützen
 - **Beratung:** Empfehlungen über eine möglichst effiziente Nutzung des verkauften Produktes

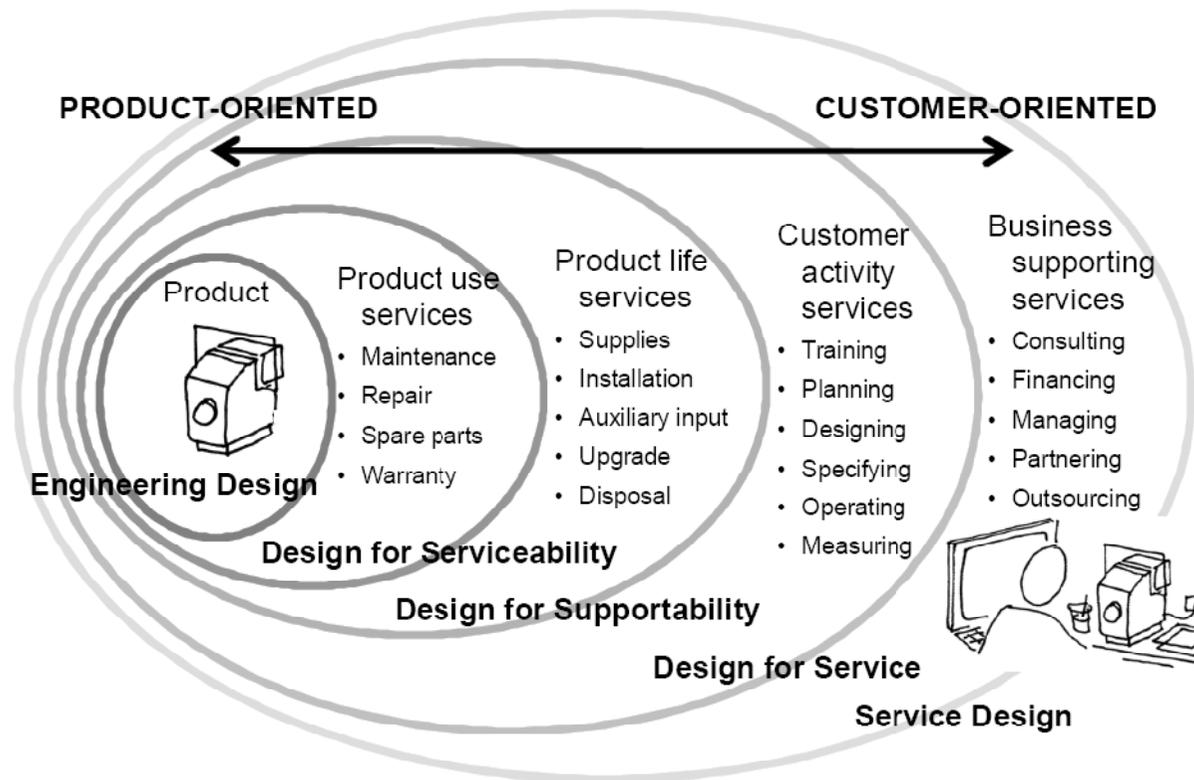
Drei Kategorien von hybrider Wertschöpfung (2/3)

- **Anwendungsorientiertes hybrides Leistungsbandel** – Nutzung von Sachleistung ohne sie zu kaufen:
 - **Produktleasing:** Bereitstellung von Sachleistung sowie von damit verbundenen Dienstleistungen; unbegrenzte Nutzung des Produktes durch den Kunden
 - **Produktvermietung oder –sharing:** Bereitstellung von Sachleistung sowie von damit verbundenen Dienstleistungen; begrenzte Nutzung des Produktes durch den Kunden
 - **Produkt-Vereinigung:** Bereitstellung von Sachleistung sowie von damit verbundenen Dienstleistungen; gleichzeitige Nutzung des Produktes zusammen mit anderen Kunden.

Drei Kategorien von hybrider Wertschöpfung (3/3)

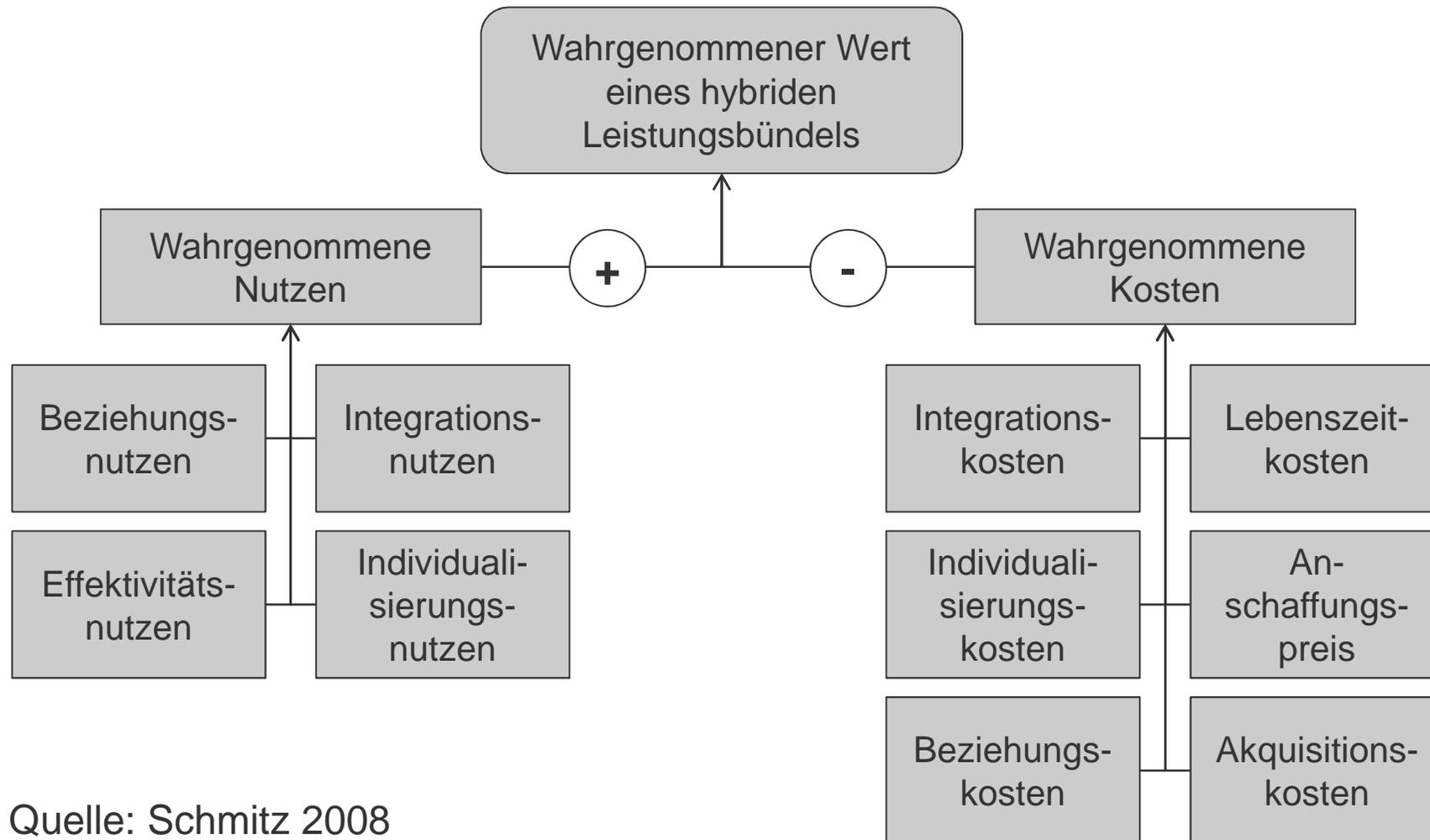
- **Ergebnisorientiertes hybrides Leistungsbündel** –
Ergebnis der Leistungserbringung steht im Vordergrund:
 - **Outsourcing:** Ausgliederung von Unternehmensaktivitäten an Dritte
 - **Pay per service unit:** nicht das Produkt selbst, sondern die Leistung, die das Produkt einbringt, wird gekauft.
 - **Funktionalitätsergebnisse:** Bereitstellung einer Lösung für Kundenprobleme

Ausprägungen von Produkt-Service Systemen



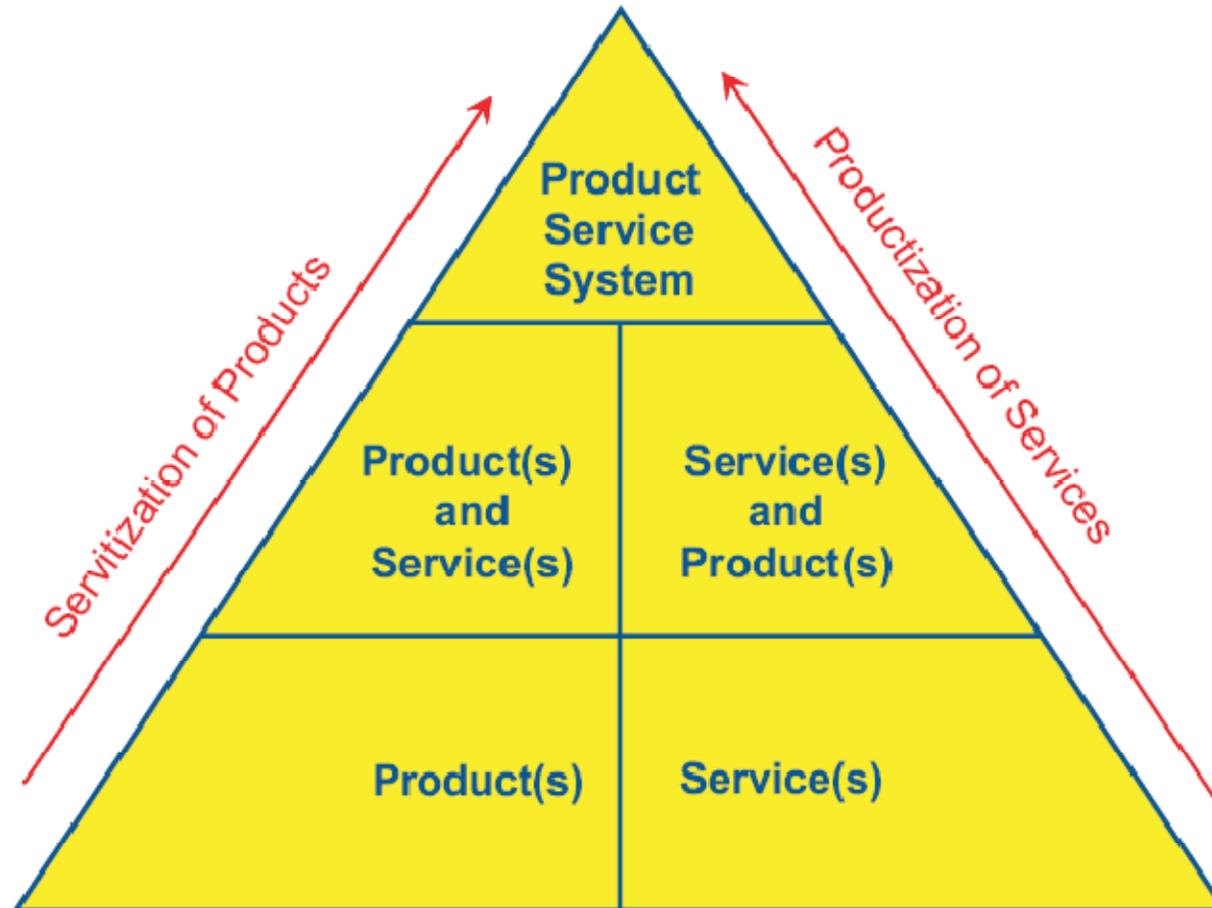
(Tan et al. 2006)

Wahrgenommener Wert von Produkt-Service Systemen



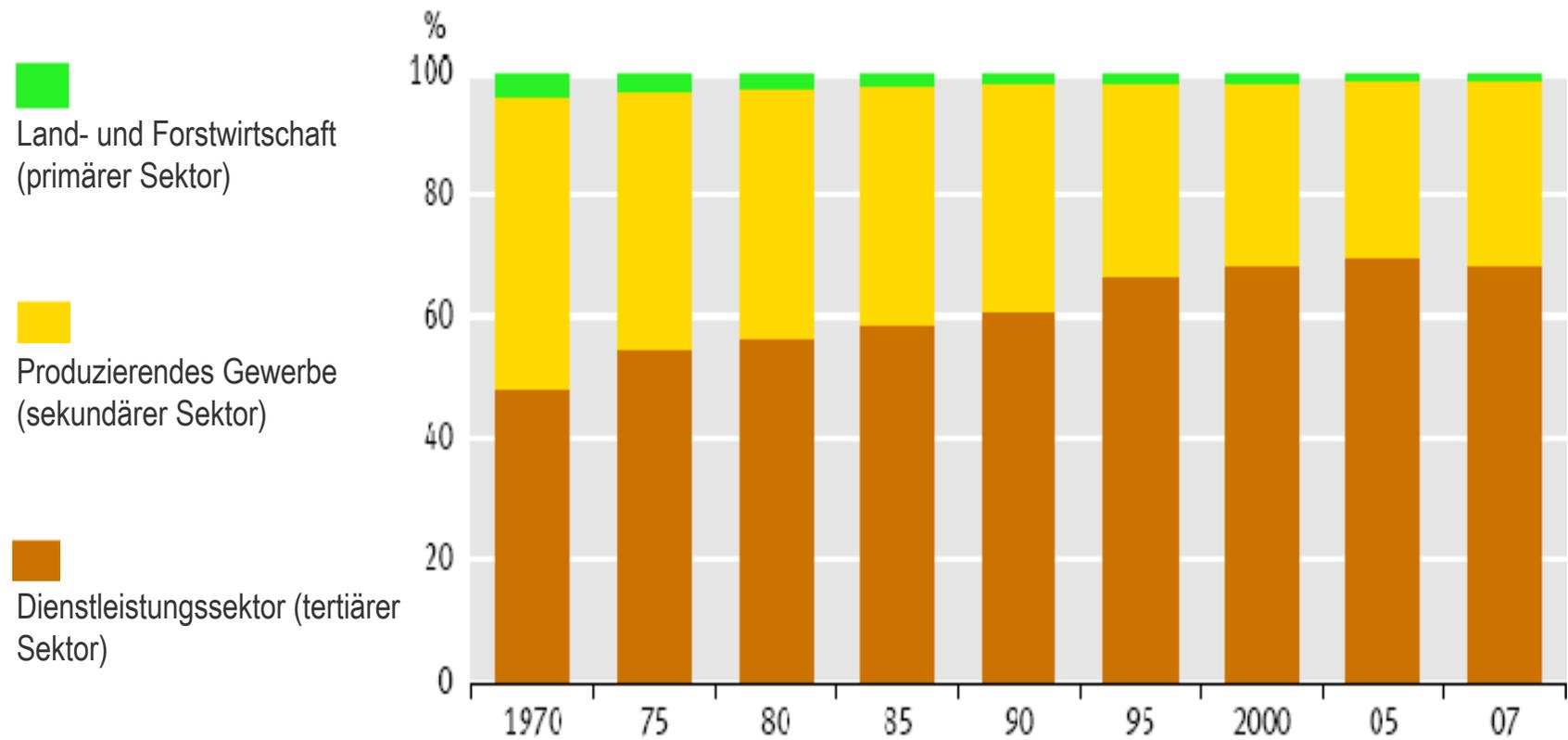
Quelle: Schmitz 2008

Evolution of the Product-Service System concept



Quelle: Baines et al. 2007

Stabile Wertschöpfungsanteile von Produktion und Dienstleistungen seit dem Jahre 2000



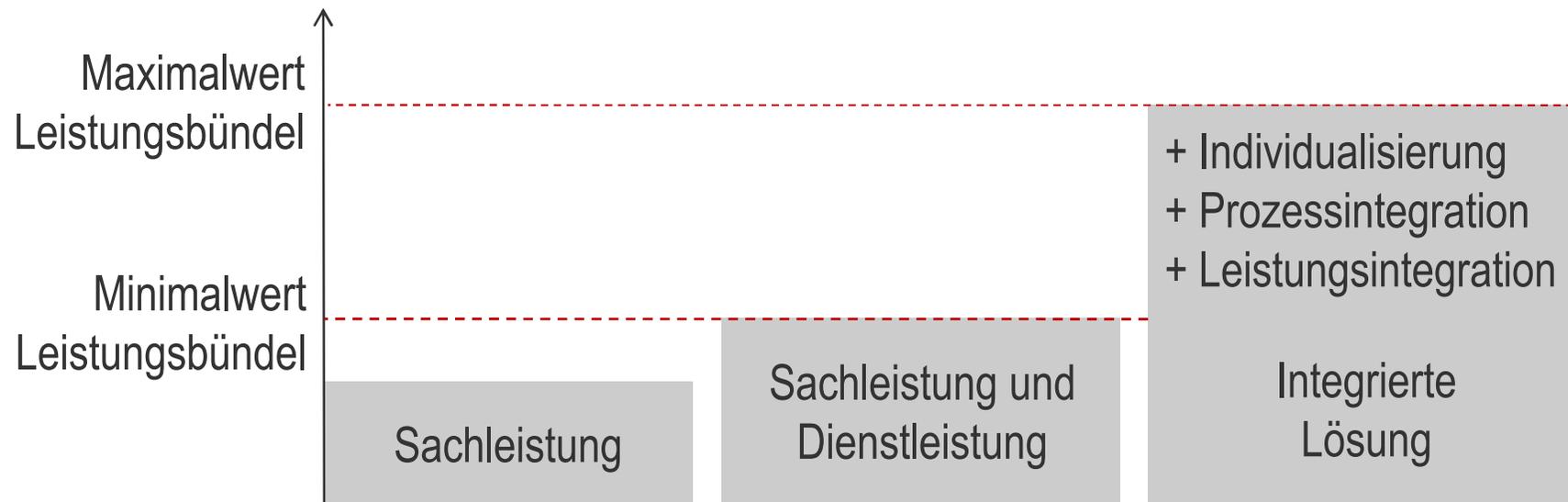
Quelle: Statistisches Bundesamt 2009

Bruttowertschöpfung produktbegleitender/-erweiternder Dienstleistungsbereiche wächst am schnellsten

Dienstleistungsbereich (Wirtschaftsabschnitt)	1970		2007	
	%	Mrd. Euro	%	Mrd. Euro
Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern (G)	23,6	37,18	14,6	219,26
Gastgewerbe (H)	2,9	4,53	2,5	37,04
Verkehr und Nachrichtenübermittlung (I)	12,8	20,16	8,2	123,28
Finanzierung, Vermietung und sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen (J und K)	28,8	45,28	42,6	639,37
Öffentliche und private Dienstleistungen (L bis P)	31,9	50,21	32,0	480,29
Insgesamt	100,0	157,46	100,0	1 499,24

Quelle: Statistisches Bundesamt 2009

PSS liefern mehr als nur eine Kombination von Sach- und Dienstleistung

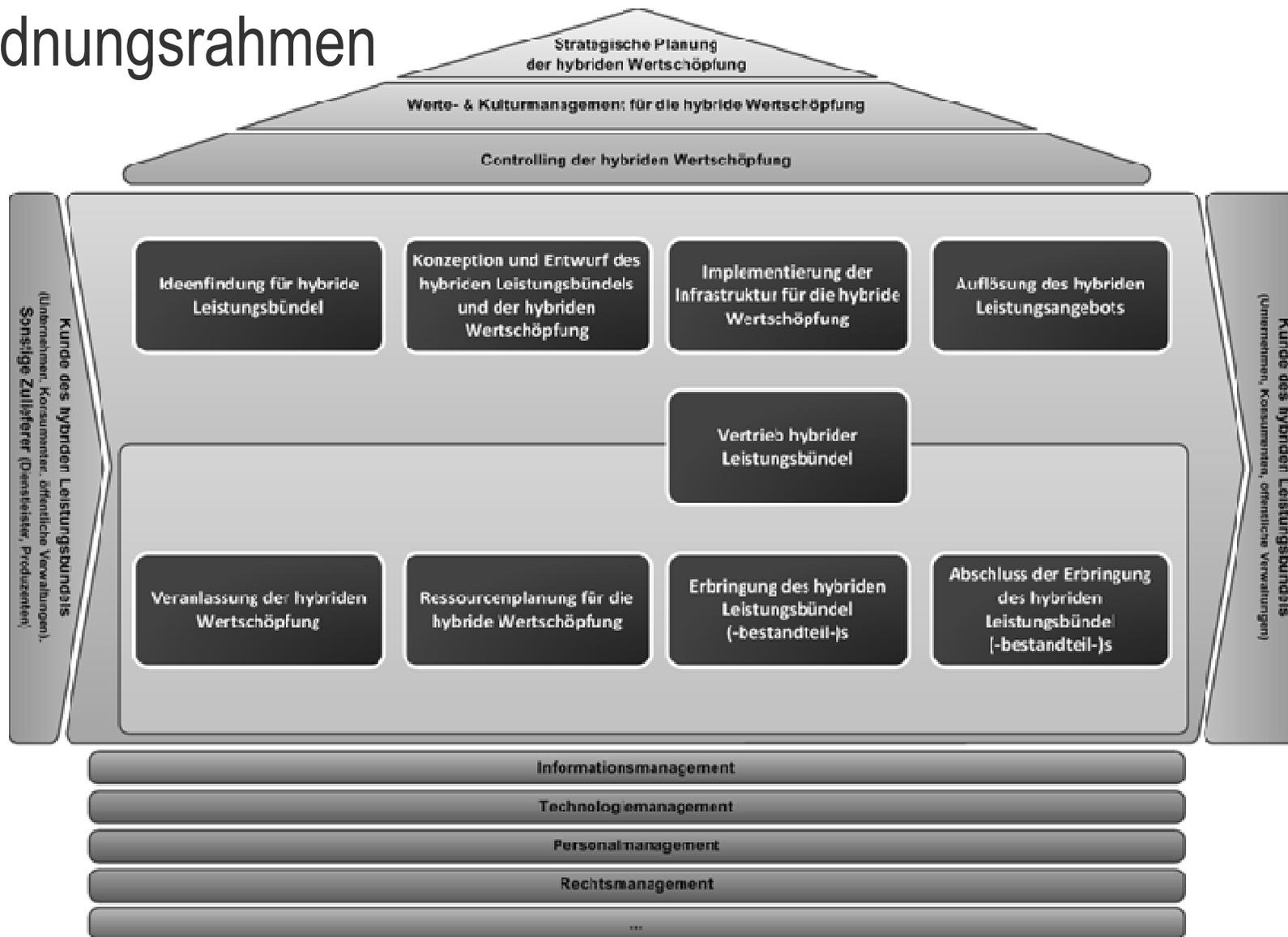


Quelle: Sturm/Bading/Schubert 2007

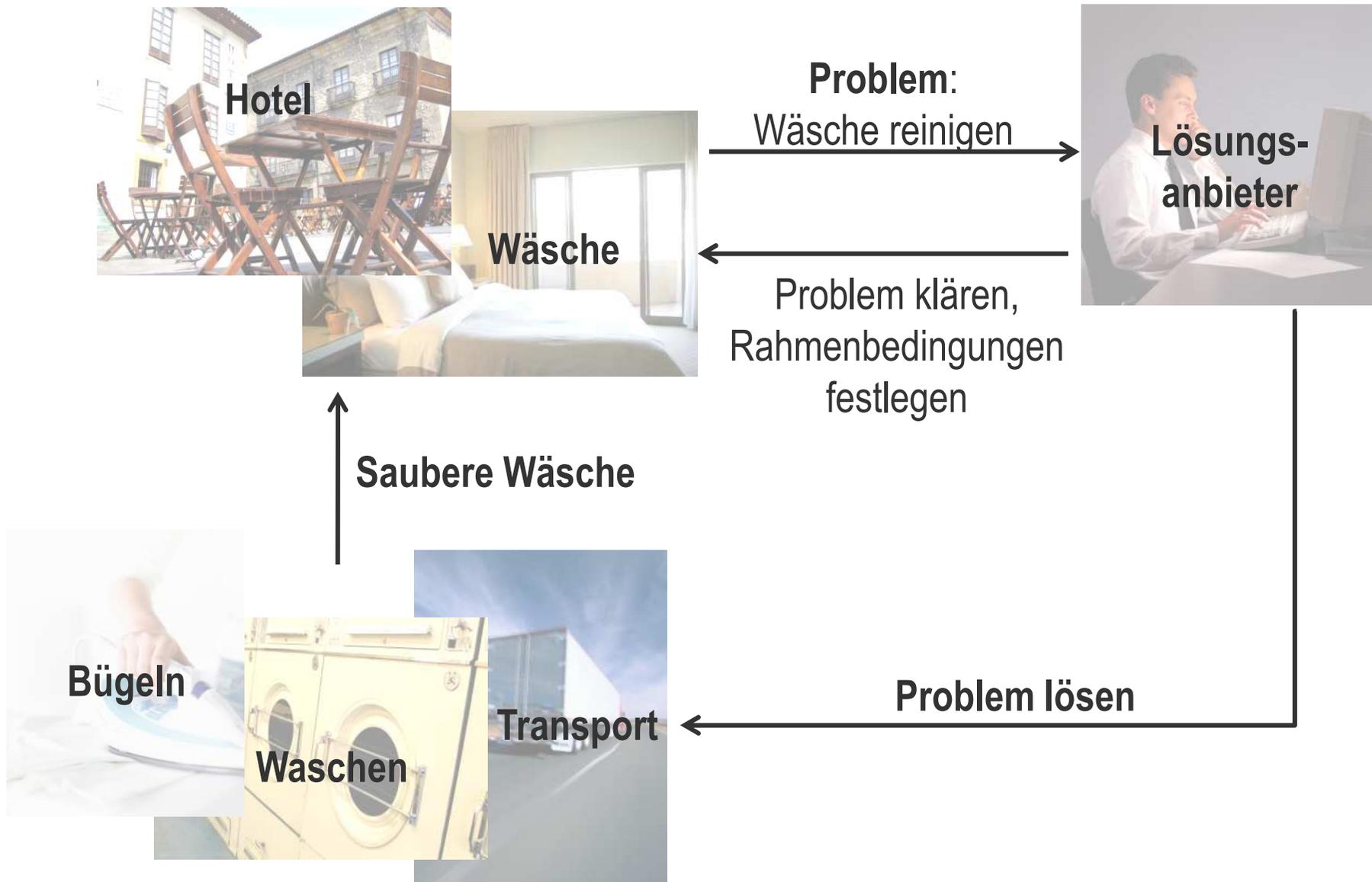
PSS zur Gewinnung neuer Kunden

- durch Individualisierung hybrider Leistungsbündel
 - individuelle Kundenbedürfnisse werden besser abgedeckt
 - sinkende Kapitalbindung beim Kunden
- durch Integration in die Kundenprozesse
 - Anpassung der Lösung an die Rahmenbedingungen des Kunden
 - Risikoübernahme durch den Anbieter
- durch Leistungsintegration
 - Rundum-Sorglos-Paket für den Kunden
 - Alles aus einer Hand

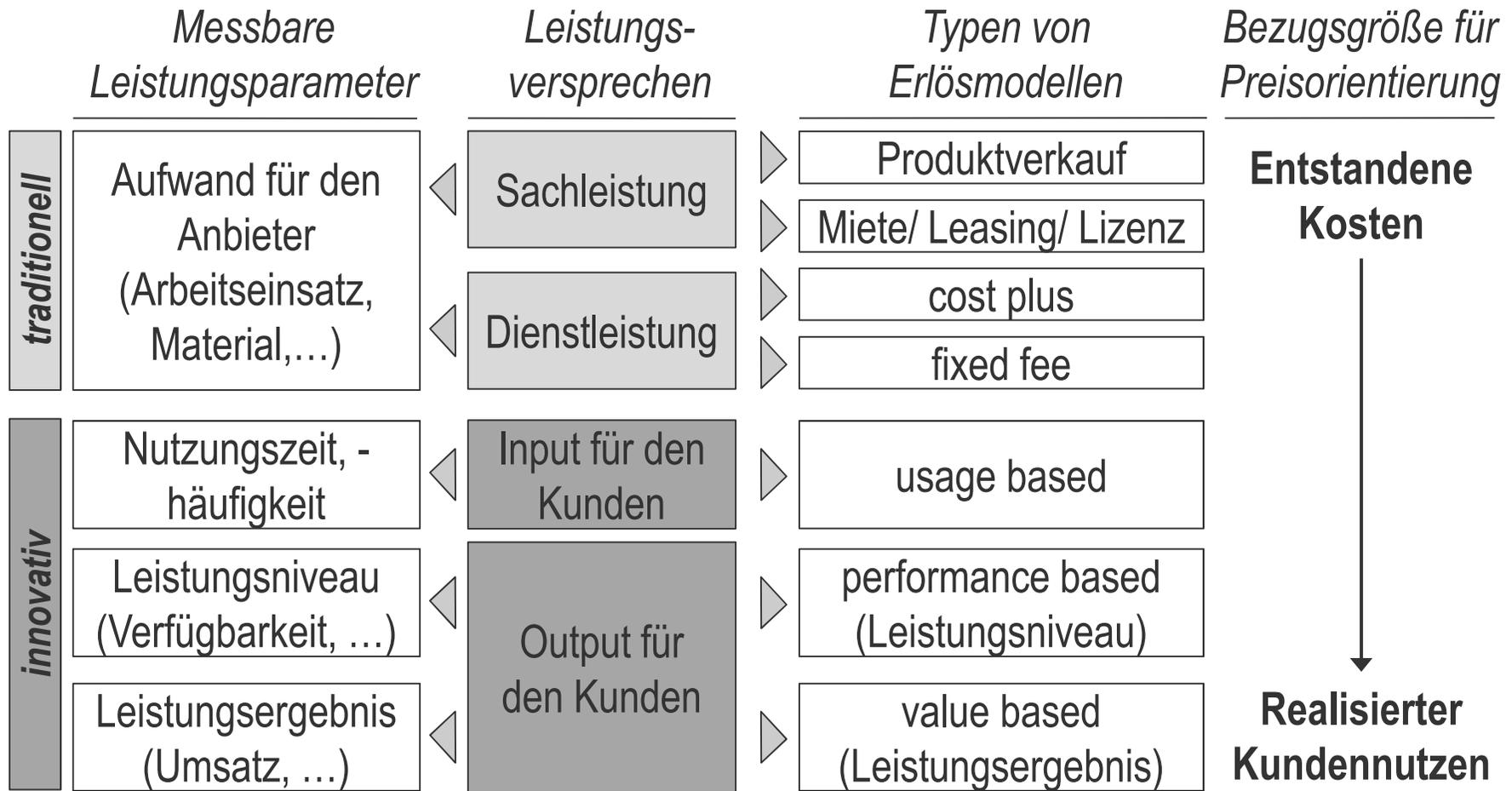
Ordnungsrahmen



Beispiel: Wäschereinigung im Hotelgeschäft



PSS ermöglicht neue und innovative Erlösmodelle



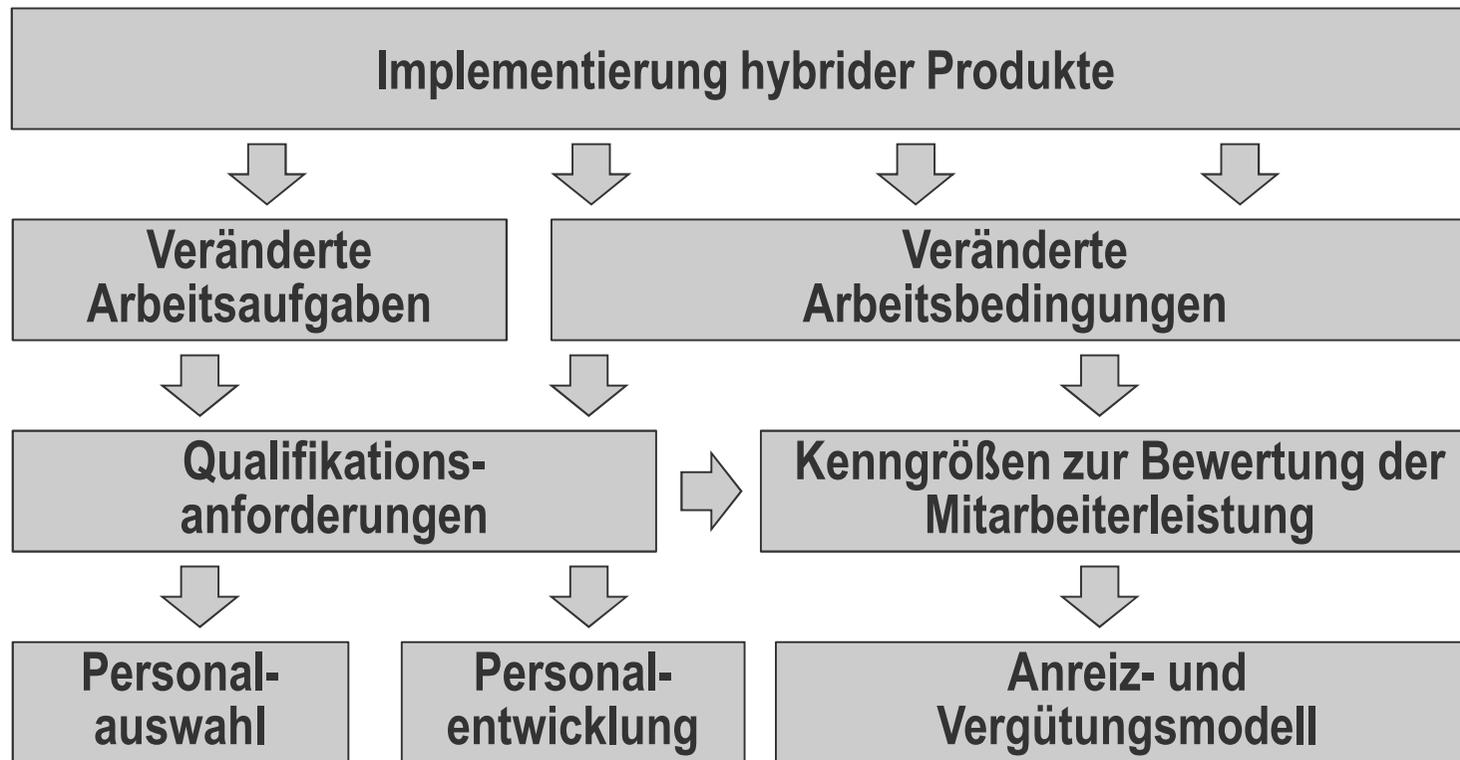
Quelle: Burianek 2007

Anforderungsschwerpunkte an die Modellierung von Produkt-Service Systeme

	Anbietersicht	Kundensicht
Abbildung der Leistungs-bündelstruktur	Modellierung von wählbaren Konfigurationen	Modellierung von Leistungsbündelinstanzen
Abbildung der ökonomischen Konsequenzen	Ein- und Auszahlungen	Total Cost of Ownership

Source: Becker et al. 2008

Lösungsanbieter benötigen Anpassung ihrer organisationalen Rahmenbedingungen



Quelle: BMBF Themenheft 2007 zum Förderprogramm „Innovationen mit Dienstleistungen“ -
Förderschwerpunkt „Integration von Produktion und Dienstleistungen“

Folgen von PSS

- PSS können Vorteile für alle Beteiligte schaffen
 - Anbieter: Kundenbindung, neue Erlösmodelle, Differenzierung...
 - Kunde: Komplexitätsreduzierung, Kapitalbindung, Planungssicherheit...
- Besondere Herausforderungen für die Unternehmenskultur
 - Denken in Lebenszyklen der Produkte und des Kunden
 - Im Zentrum steht die Lösung eines Kundenproblems und der Kundennutzen
- Anpassung organisationaler Strukturen
 - Auflösen von Zielkonflikten zwischen Abteilungen
 - Neue Anreiz- und Vergütungsmodelle

Agenda

- Einführung
- CPS – Cyber-Physical Systems
- PSS - Product Service Systems
- **CPSS**
- Herausforderungen

Cyber Physical Service Systems

- $CPS + PSS \rightarrow CPSS$
- Wenn das Produkt im PSS ein CPS wird ...
- ... bleibt die Bedeutung der Kundenperspektive
- ... und die Notwendigkeit der Existenz eines Lösungsanbieterökosystems
- ... auf der Basis offener Plattformen für Netze, CPS, ...

Agenda

- Einführung
- CPS – Cyber-Physical Systems
- PSS - Product Service Systems
- CPSS - Cyber-Physical Service Systems
- **Herausforderungen**

Herausforderungen von CPSS

- Transdisziplinarität
- Domänenintegration
- Beherrschbarkeit
- Kompetenzentwicklung
- Schaffung der Grundlagen im Ökosystem von Wissenschaft, Lösungsbereitstellung und Nutzern
- Engineering von Cyber-Physical Service Systems
- Sicherstellung des Beitrag zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen