

Ansätze zur Lösung der Integrationsproblematik bei Prozessportalen

Rainer Alt*, Thomas Puschmann**

*Institut für Wirtschaftsinformatik
Universität Leipzig
Marschnerstrasse 31
04109 Leipzig, Germany
alt@wifa.uni-leipzig.de

**The Information Management Group (IMG)
Fürstenlandstrasse 101
9014 St. Gallen, Switzerland
Thomas.Puschmann@img.com

Abstract: Viele Unternehmen nutzen Portale immer noch primär zur Verwaltung von Linklisten oder zur Darstellung von HTML-Seiten für eine anonyme Gruppe von Benutzern. Dieser Beitrag geht von der Hypothese aus, dass sich Nutzenpotenziale mit personalisierten Leistungen entlang individueller Benutzerprozesse steigern lassen. Neben einer vertieften Prozessanalyse basieren solche Prozessportale auf der inner- und überbetrieblichen Integration heterogener interner und externer Applikationen. Integrationsarchitekturen ergänzen bestehende Applikationsarchitekturen um eine zusätzliche Schicht und schaffen die Basis für die rollenbasierte und prozessorientierte Einbindung von Portalendiensten. Da die existierenden Ansätze zu Integrationsarchitekturen in der Literatur und Praxis den Anforderungen überbetrieblicher Prozessportale weder bezüglich ihrer Architekturreichweite noch bezüglich der abgedeckten Modellebenen genügen, entwickelt der vorliegende Beitrag ein erweitertes Architekturmodell. Die Bausteine zur Umsetzung dieser Architektur werden anhand eines Automobilunternehmens beispielhaft beschrieben.

1 Relevanz und Begriff von Prozessportalen

In den vergangenen Jahren sind Portale als eigene Klasse von Anwendungssystemen entstanden, die Funktionalitäten zur flexiblen Bündelung von Content, der Verwaltung von Zugriffsrechten und der Anpassung individueller Navigationsstrukturen umfassen [Da01; Di01]. Für den Benutzer schaffen sie dadurch einen zentralen Zugang zu verschiedenen Interessenschwerpunkten [HH99], die sich weniger auf direkt wertschöpfende Unternehmensprozesse wie etwa die Auftragsabwicklung als vielmehr auf indirekte Prozesse im Bereich Personalwesen oder Marketing konzentrieren [Ca05]. Portalsysteme verwalten diese Inhalte als Linklisten oder präsentieren statische HTML-Seiten und sind häufig nicht mit den operativen Transaktionssystemen verbunden. Eine nahe liegende

Erklärung ist die Entwurfskomplexität, welche beispielsweise zur Realisierung von Single Sign-On und Personalisierung mit der Anzahl unterstützter Prozesse und einzubinder Applikationen zunimmt. Gerade überbetriebliche Prozesse wie die kooperative Auftragsabwicklung [GLÖ05] erstrecken sich über mehrere heterogene Applikationen und Benutzer.

Abhängig von ihren Inhaltsschwerpunkten haben sich verschiedene Portaltypen herausgebildet. Neben den bekannten Such- oder Themenportalen wie Google oder Yahoo! sind aus geschäftlicher Sicht vor allem Prozessportale zu nennen. Der Prozessorientierung folgend, zielen Prozessportale auf die Koordination von Geschäftsprozessen. Zunächst bündeln Prozessportale mit Leistungen die In- und Outputs von Geschäftsprozessen [Ös95], welche aus verschiedenen Unternehmen bzw. Organisationseinheiten stammen. Sie tun dies für individuelle Benutzerprozesse und schaffen dadurch einen applikationsübergreifenden Zugriff auf die enthaltenen Aufgaben [Ös02]. Abhängig von den ‚zugrunde liegenden‘ Prozessen können sich Prozessportale auf Kunden-, Leistungserstellungs-, Unterstützungs- oder Managementprozesse konzentrieren [Rü02, 64ff]. In der Literatur wird die umfassende Unterstützung von Kunden- bzw. Anwenderprozessen übereinstimmend als nutzenstiftend betrachtet [PR93; RS00]. Ebenso ist eine durchgängige Transparenz über verteilte Aktivitäten Voraussetzung einer effektiven Prozessführung.

Portalsysteme von IBM oder TIBCO erlauben nicht nur die Informationsvisualisierung (Mensch-Maschine-Integration), sondern auch die Integration mit den zugehörigen operativen Backend-Systemen (Maschine-Maschine-Integration). Zur Lösung der Integrationskomplexität bzw. -problematik haben sich verschiedene informationstechnologische Ansätze für offene und flexible Integrationsarchitekturen etabliert. In der Literatur werden Portlets, Web-Services und Enterprise Application Integration (EAI) häufig als isolierte Ansätze diskutiert, um Integrationsarchitekturen für unterschiedliche Anforderungen zu entwerfen. Dieser Beitrag kombiniert diese Integrationstechnologien anhand ihres Zusammenwirkens für Prozessportale. Nach einem Einführungsteil, beschreibt der zweite Teil die Anforderungen an eine Integrationsarchitektur für Prozessportale und analysiert die Schwerpunkte bestehender Ansätze. Der dritte Teil beschreibt die drei genannten Technologien und legt damit die Grundlage der beispielhaften Umsetzung bei einem Automobilunternehmen im vierten Teil. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

2 Integrationsanforderungen bei Prozessportalen

2.1 Notwendigkeit von Integrationsarchitekturen

Dem Prozesscharakter folgend, stammen die Leistungen bzw. Dienste von Prozessportalen vielfach aus verschiedenen, meist heterogenen Applikationen, so dass i.d.R. bedeutende Integrationsanforderungen bestehen. Das Beispiel eines Drag-and-Relate-Szenarios in Abb. 1 mag dies illustrieren. Drag-and-Relate ist eine Standardfunktionalität von Portalsoftware wie etwa IBM Websphere oder SAP Enterprise Portal.

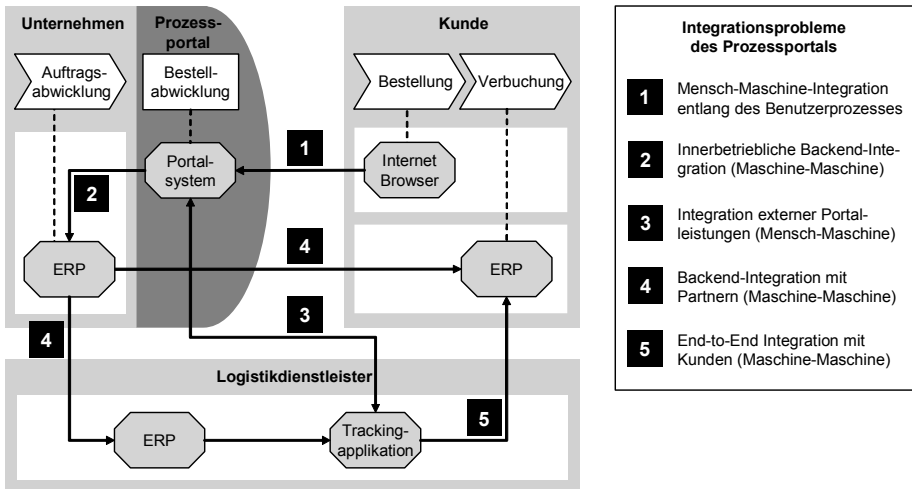


Abb. 1: Drag-and-Relate - Szenario

Bei Drag-and-Relate löst das ‚Ziehen‘ eines Geschäftsobjekts (z.B. Angebot, Auftrag, offene Bestellung) auf eine Funktion (z.B. Anzeige aller Kunden mit offenen Aufträgen) weitere Aktionen aus. Wird beispielsweise eine Produktkonfiguration auf einen Warenkorb ‚gezogen‘ (Schritt 1 in Bild 1), so kann das interne ERP-System eine Auftragsanlage, Rechnungsstellung oder einen Transportauftrag (Schritt 2) ausführen. Die Rechnung und der Transportauftrag gelangen medienbruchfrei in die ERP-Systeme der Partner (Schritt 4). Ebenso kann das ‚Ziehen‘ einer offenen Bestellung auf das Icon des Logistikdienstleisters zur Darstellung des Sendungsstatus im Portal (Schritt 3) und zur Aktualisierung von Terminierungen im ERP-System des Kunden führen (Schritt 5). In diesem Szenario ist das Portal nicht nur für die Frontend-Integration (Präsentationsintegration oder Mensch-Maschine-Integration) verantwortlich, sondern integriert außerdem die internen und externen Backend-Systeme (Maschine-Maschine-Integration).

2.2 Anforderungen an Integrationsarchitekturen

Architekturen zur Strukturierung und Dokumentation von betrieblichen Anwendungssystemen gelten als ein Kerngebiet der Wirtschaftsinformatik [S190; Si04]. Besondere Bedeutung hat die Client/Server-Architektur (C/S) erlangt, welche die drei logischen Ebenen Präsentation, Applikationsfunktionalität und Daten unterscheidet [P193]. Gegenüber Themen- oder Suchportalen integrieren Prozessportale Applikationen nicht nur auf der Präsentationsebene, sondern auch auf Funktions- und Datenebene, da Prozessintegration eine Kommunikationsbeziehung auf allen drei Ebenen erfordert [OHE97]. Beim genannten Drag-and-Relate - Szenario erfüllt eine Integrationsarchitektur für Prozessportale drei Aufgaben [He93]:

Bei der *inner- und überbetrieblichen Mensch-Maschine-Integration* führt zunächst die Präsentationsintegration zu einer Bündelung verschiedener Applikationen als Portaldienste über eine einheitliche Benutzeroberfläche.

Bei der *innerbetrieblichen Maschine-Maschine-Integration* können Mitarbeiter eines Unternehmens ihre Aufgaben umfassend über das Portal abwickeln. Sie basiert auf dem Konzept der innerbetrieblichen Applikationsintegration.

Bei der *überbetrieblichen Maschine-Maschine-Integration* besteht Vollautomation mit einem oder mehreren Unternehmen (1:n bzw. n:m). Sie ist i.d.R. mit einer größeren Reichweite und höherer Standardisierung verbunden.

2.3 Vergleich bestehender Integrationsarchitekturen

Für Integrationsarchitekturen sind aus dem inner- und überbetrieblichen Umfeld zahlreiche Ansätze bekannt. Tab. 1 zeigt eine Auswahl und Grobbewertung aus den Bereichen ERP-, E-Business-, EAI- und Portal-Integration. Ziel ist die Lösung der Integrationsproblematik, indem Prozessportale eine integrative Sicht über die C/S-Architekturebenen Präsentation, Applikationsfunktionalität und Daten im inner- und überbetrieblichen Kontext bereitstellen [FK01].

Architekturbereiche	Architektur-				
	Reich- weite		Ebenen		
	Innerbetrieblich	Überbetrieblich	Präsentation	Funktionen	Date n
ERP-Integrationsarchitekturen					
Architektur integrierte Informationssysteme (ARIS) (Scheer 1998)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Distributed Architecture (Ferstl/Sinz 1996)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Enterprise Information Architecture (Goodyear 2000)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Integrierte Informationsverarbeitung (Mertens 1997)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kopplungsarchitektur (Schissler et al. 2002)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
St. Galler Informationsmanagement (Österle et al. 1992)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E-Business-Integrationsarchitekturen					
E-Business Architecture (Kalakota/Robinson 2001)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E-Business Systems and Architecture (Harmon et al. 2001)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Electronic Business Architecture (Menasce/Almeida 2000)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E-Enterprise (Hoque 2000)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inter-enterprise Architecture (Fingar et al. 2000)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EAI-Integrationsarchitekturen					
B2B Integration (Linthicum 2001, 29))	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EAI Architecture (Ruh et al. 2000)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Enterprise Integration (Sandoe et al. 2001)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Horizontal Integration (Hasselbring 2000)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rahmenmodell zur Integration (Holten 2003)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Application Integration Taxonomy (Themistocleous/Irani 2001)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Integration Infrastructure (Weston et al. 1998)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Portal-Integrationsarchitekturen					
Butler Group Enterprise Portals (Bristow et al. 2001)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Corporate Portals (Davydov 2001)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ovum Enterprise Portals (Ovum 2000)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Uberportal (Phifer 2001a)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Legende:</i> <input type="checkbox"/> erfüllt <input type="checkbox"/> nicht erfüllt					

Tab. 1: Vergleich bestehender Integrationsarchitektur-Ansätze

Dabei besitzen ERP-, EAI- und Portal-Integrationsansätze einen innerbetrieblichen Fokus, während E-Business-Ansätze stärker überbetrieblich ausgerichtet sind. Beim Architekturmodell fokussieren ERP-, EAI- und E-Business-Architekturen auf die Geschäftsfunktionalität, z.B. Module für Einkauf und Verkauf. Portalarchitekturen haben dagegen die Präsentationsintegration zum Ziel und vernachlässigen die beiden übrigen Ebenen. Zusammenfassend fehlen den betrachteten Ansätzen eine umfassende (1) inner- und überbetriebliche Reichweite und (2) eine umfassende Abdeckung der Architekturebenen, wie sie für die kombinierte Mensch-Maschine- und Maschine-Maschine-Integration

notwendig sind. Vor diesem Hintergrund analysiert der folgende Abschnitt drei Integrationstechnologien, die in einem Architekturmodell zusammenführbar sind.

3 Integrationstechnologien für Prozessportale

Zur Integration bei Prozessportalen existieren drei häufig alternativ diskutierte und separat eingesetzte Integrationstechnologien. Diese liegen neueren Entwicklungen in den vier Architekturbereichen aus Tab. 1 zugrunde und lassen sich nach ihren Schwerpunkten den drei Architekturebenen zuordnen (s. Abb. 2).

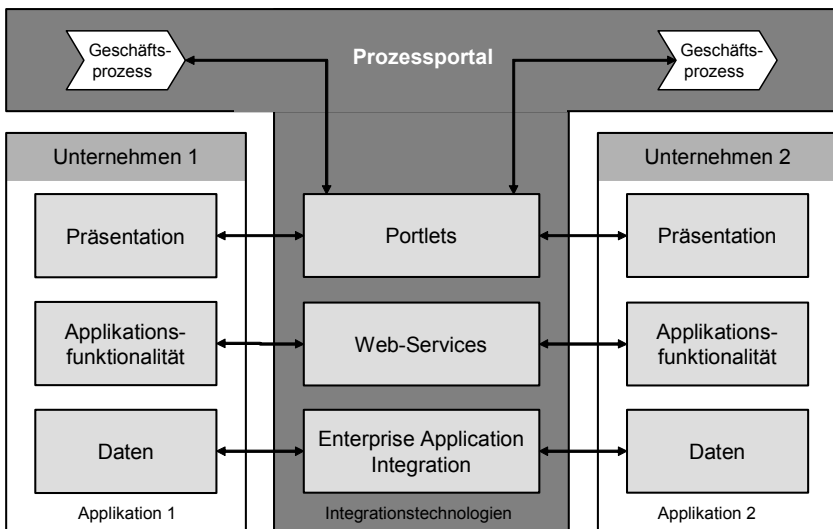


Abb. 2: Integrationsebenen und -technologien für Prozessportale

Aus dem Bereich der Portal-Integrationsarchitekturen decken Portlets die Präsentationsschicht ab und verbinden Benutzerprozesse mit den betrieblichen Kern-, Unterstützungs- und Managementprozessen. Bei den ERP- und E-Business-Integrationsarchitekturen kommen verstärkt serviceorientierte Ansätze auf Basis von Web-Services zur Maschine-Maschine-Integration zum Einsatz. Sie bieten standardisierte Schnittstellen für das Aufrufen interner oder externer Funktionen aus verschiedenen Systemen. Schließlich liefern EAI-Systeme Funktionen für das Mapping und den Transport heterogener Daten zwischen Systemen [TI01]. Die drei Integrationstechnologien sind nachfolgend näher beschrieben.

3.1 Präsentationsintegration: Portlets

Portlets sind Applikationen, die in Web-Browsern ablauffähig sind, unter Verwendung beliebiger Programmiersprachen erstellt werden und Daten auf Basis von Standards austauschen [IB02, 6]. Sie bilden wiederverwendbare Softwarekomponenten zur Date-

naggregation sowie zur Funktionsausführung verschiedener Applikationen in einer standardisierten browserbasierten Präsentationsform [Hi05]. Beispiele reichen von einfachen Funktionen wie der Abfrage und dem Senden von E-Mails hin zu komplexeren Funktionen wie der Anzeige einer Stückliste oder der Ermittlung aller Transaktionen und Umsätze eines Kunden in einem Jahr [WDB02, 34]. Verwandte Technologien wie z.B. das Screen Scraping zur Integration zeichenorientierter Altsysteme in fensterbasierte Anwendungen, beschränken sich auf die statische Präsentationsintegration in Form von Terminalemulationen. Portlets erlauben darüber hinaus eine dynamische Interaktion mit den zugrunde liegenden Datenquellen, sei es zwischen einzelnen Portlets oder zwischen einem Portlet und verschiedenen Datenquellen. Für die Integration eines oder mehrerer Portlets in eine Portalseite bestehen grundsätzlich vier Möglichkeiten [SZ02]:

- Eine *Integration über Links* führt zu einer schwachen, aber auch flexiblen Integration, da Änderungen zu einer angebundnen Applikation nicht im Portal berücksichtigt werden müssen.
- Bei der *browserseitigen Integration* gestatten Frames das Platzieren des Inhalts aus einer separaten HTML-Seite auf einem beliebigen Bereich in einer Portalseite. Die browserseitige Integration zu einer Gesamtseite bietet sich an, wenn Applikationen nur über proprietäre Mittel webfähig sind (z.B. Internet Application Components, die mittels HTML Business von SAP realisiert sind).
- Bei der *serverseitigen Integration* wird eine HTML-Seite schon vom Web-Server aus mehreren einzelnen Bereichen zusammengesetzt und anschließend als Ganzes zum Browser geschickt. Diese Technologie eignet sich, wenn die integrierten Applikationen native Web-Anwendungen sind und bietet alle Vorteile des Portals mit einheitlichem Layout etc.
- Eine *Integration der Geschäftslogik* bindet Funktionalität und Daten auf der Basis von Web-Services ein, die als gekapselte Bausteine in das Portal integriert werden. Sie führt zur stärksten Applikationsintegration in einem Portal, setzt aber eine prozessorientierte Architektur z.B. mit Web-Services voraus.

Der Aufbau eines Prozessportals erfordert die Verteilung und Integration von Portlets in Kunden-, Lieferanten- und Mitarbeiterportale, die über Geschäftseinheiten bzw. Unternehmen verteilt sind. Da aber die Portlets der Portalsoftware-Anbieter nicht interoperabel sind, ist eine übergreifende Nutzung einzelner Portlets in mehreren Portalen nur möglich, wenn diese vom gleichen Hersteller stammen [Hi05]. So benutzen einige Anbieter beispielsweise HTML, während andere CGI und JavaScript zur Portlet-Einbindung verwenden. Eine Lösung für dieses Interoperabilitätsproblem ist die Standardisierung der Portlet – API.

Interoperabilitätsprobleme bei verschiedenen APIs sind von den ERP-Systemen hinreichend bekannt [No00b, 76]. Eine Lösung für Portale bilden Standards (s. Abb. 3), wie etwa die Java Specification Request (JSR). Unter der Leitung von Sun und IBM arbeiten etwa 20 Unternehmen an einer standardisierten Portlet – API [JC05]. JSR 168 soll einen einheitlichen Zugriff für Integration, Personalisierung, Präsentation und Sicherheit für in Java implementierte Portalapplikationen ermöglichen (Java Portlet API). Es wurde im August 2003 in Version 1.0 verabschiedet und wird mittlerweile von vielen Herstellern

(z.B. IBM, SAP) unterstützt.¹ Weitere Funktionen liefert ab Ende 2006 JSR 268, u.a. zur Inter-Portlet - Kommunikation und mit der Unterstützung von WSRP 2.0.

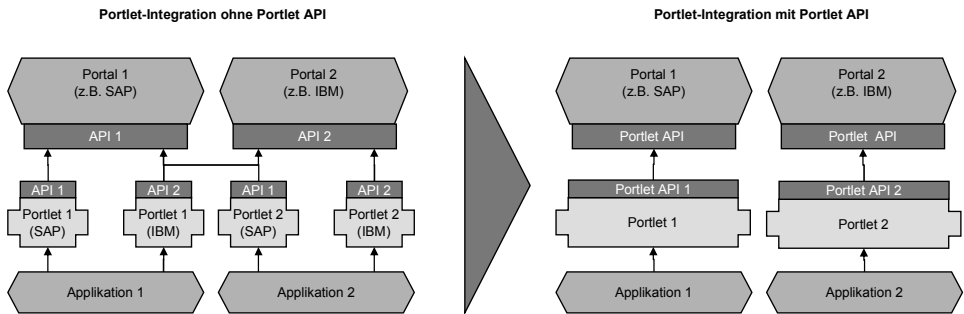


Abb. 3: Portlet-Integration mit und ohne standardisierte Portlet – API

3.2 Funktionsintegration: Web-Services

Ein zweites Gestaltungselement einer Integrationsarchitektur für Prozessportale sind Web-Services. Aus technischer Sicht zielen diese auf die Kommunikation lose gekoppelter Softwarekomponenten [St02] und basieren auf der Technologie entfernter Funktionsaufrufe (Remote Function Calls). Die Web-Service-Standards UDDI (Universal Description, Discovery, and Integration), WSDL (Web Services Description Language) und SOAP (Simple Object Access Protocol) schaffen den Rahmen einer unternehmens- und anwendungsübergreifenden Maschine-Maschine-Kommunikation durch RFCs. Da sie aber Funktionen zur Präsentationsintegration vernachlässigen [Di05; SH05], kann die Portalintegration auf Präsentationsebene über Portlets erfolgen. Gegenüber internen und lokal implementierten Portlets (s. Tab. 2) bilden Web-Services aufgrund ihrer höheren Standardisierung überbetrieblich einsetzbare Funktionsbausteine ohne konkrete Präsentationsfunktion [Hi05]. Grundsätzlich bestehen zur Portletintegration zwei Optionen [Di05]:

- Die *Integration auf dem lokalem Portalserver* bindet Portlets in ein lokales Portalsystem ein. Beispielsweise wird beim innerbetrieblichen Zugriff auf Kundendaten in einem CRM-System über ein lokales Portlet jedes Portlet benutzer- und endgerätespezifisch dargestellt.
- Bei *Integration als Web-Service* ist ein Portlet als Web-Service eines anderen Portals in einem Web-Service-Verzeichnis publiziert. Damit können auch externe Portalbenutzer auf das Portlet bzw. den zugrunde liegende Web-Service zugreifen. Weil gegenüber der ersten Variante keine lokale Portletinstallation notwendig ist, erfordert dieser Portlet-Typ zusätzliche übergreifende Dienste für Sicherheit, Personalisierung etc.

¹ Die Spezifikation ist unter <http://www.jcp.org/jsr/detail/168.jsp> abrufbar.

Integrationsbaustein	Charakteristika
Portlet	<ul style="list-style-type: none"> • Jedes Portlet wird für jedes Portal neu implementiert. • Portlets werden abhängig vom zugreifenden Benutzer und Endgerät dargestellt. • Portlets können Daten zur Personalisierung etc. in einer Datenbank speichern. • Portlets können Benutzeraktionen in Form einer URL weiterverarbeiten.
Web-Service	<ul style="list-style-type: none"> • Portlet eines Web-Service wird nur einmal implementiert und per RFC aufgerufen. • Benutzer- und Endgerätedaten müssen mitgeliefert werden. • Web-Services müssen persistent sein oder die Persistenz an den Client delegieren. • Aktionen des Web-Service müssen remote ausgeführt werden können. • Web-Services sind in die Sicherheitsarchitektur zu integrieren.

Tab. 22: Charakteristika inner- und überbetrieblicher Portlets

Der funktionale Schwerpunkt von Web-Services zeigt sich auch in den relevanten Web-Service-Standards, die kaum Präsentations- und Interaktionsfunktionen umfassen [Di05; SH05]. So unterscheiden sich Web-Services z.B. in der Implementierung ihrer Interaktionsfunktionen. Während etwa ein Web-Service zur Aktienkursabfrage Funktionsaufrufe wie `getAvailableStockSymbols` und `getCurrentStockPrices` benutzt, verwendet ein Web-Service zur Wettervorhersage Funktionen wie `getAvailableCities` und `getWeatherInformation`. Um also einen Web-Service in ein Portal zu integrieren, ist zum einen die genaue Servicebeschreibung auf Basis von WSDL erforderlich, zum anderen sind Funktionen zur Präsentation und Interaktion des Web-Services im Portal notwendig. Grundsätzlich bestehen zur Integration überbetrieblicher Web-Services in Portale zwei Web-Service-Typen [Sc02a]:

- *Datenorientierte Web-Services* liefern XML-Dokumente als Output. Hier ist das Portal für die richtige Verarbeitung und Aufbereitung der Daten verantwortlich. Diese Integrationsform erfordert die Programmierung individueller Schnittstellen zur Abbildung Web-Service-spezifischer Operationen und Präsentationsspezifika im Portal. Zur Implementierung dienen um Web-Service-Funktionen und –Präsentationselemente erweiterte Portlets.
- *Präsentationsorientierte Web-Services* beinhalten dagegen Präsentations- und Interaktionslogik. Hier liefert der Web-Service bereits standardisierte Präsentationsfragmente für eine einheitliche Darstellung im Portal mit. Die Portalintegration basiert auf einem Portlet-Proxy, der die Operationen des Web-Services lokal verarbeitet und an den Web-Service transferiert. Eine Implementierung dieses Web-Service-Typs bietet z.B. WSRP.

WSRP (Web Services for Remote Portals) zielt auf die standardisierte Einbindung von Web-Services in Portale über Portlets. Die im Oktober 2001 ins Leben gerufene Initiative (<http://www.oasis-open.org/committees/wsrp/>) besteht u.a. aus Bea, Citrix, Divine, Epicentric, Fujitsu, IBM, Netegrity, Novell, Oracle, Peoplesoft, Plumtree, SAP, SeeBeyond, Sun und Sybase. Die Spezifikation wurde gemeinsam mit dem WSIA-Gremium (Web-Services for Interactive Applications) erarbeitet, das darauf abzielt, dass Portlets

nicht wie bisher für jedes Portal lokal implementiert werden müssen. Trotz Überschneidungen ist WSRP als Erweiterung von WSIA zu verstehen, da es ausschließlich Portale adressiert und spezifische Portlet-Standards entwickelt [CLT05]. Definiert werden Dienste mit Präsentations- und Interaktionslogik, die relativ einfach über einen standardisierten Portlet Proxy-Code in weitere Portale integrierbar sind [Sc02a, 4]. WSRP erlaubt also die Nutzung verteilter Web-Services ohne redundante Portletimplementierung und bezieht dabei auch transaktionsorientierte Dienste mit ein. Über die Integration von Web-Services in das eigene Portal hinaus, erlaubt dies die Publikation von Web-Services als Portlets.

3.3 Datenintegration: Enterprise Application Integration

Während Portlets einen primär lesenden Zugriff auf die Daten heterogener Applikationen gewähren, schaffen EAI-Systeme wie z.B. IBM Websphere Business Integration Suite oder SAP NetWeaver einen koordinierten schreibenden Zugriff auf verteilte Systeme [Le01 Li01, 29]. EAI-Systeme umfassen die Gesamtheit der Technologien (Adapter, Transformationstools, Prozessmanagementdienste) als auch die Funktionalität zur Definition, Überwachung und Ausführung von Informationen zwischen heterogenen Applikationen [Li01, 29]. Mit diesem Funktionalitätsspektrum gehen sie zwar über die reine Integration auf Datenebene hinaus, jedoch ergänzen sie mit Mapping und Transformationsregeln in geeigneter Weise die beiden bereits beschriebenen Integrationstechnologien.

Aus technischer Sicht interagieren EAI-Systeme und Portlets unterschiedlich mit der Datenquelle. Portlets basieren auf Metadaten, die heterogene Anwendungsobjekte, etwa verschiedene Kundennummern, durch übergreifende Datenmodelle harmonisieren. Dagegen realisieren EAI-Systeme eine Transformation von Datenformaten einer Quellapplikation in das Format einer Zielapplikation (Mapping) und verschaffen sich einen schreibenden Zugriff auf die Datenquellen. EAI-Systeme ergänzen damit Portlets, da sie die Funktionalität eines Portals um die Transaktionsdurchführung erweitern. Aufbauend auf dem klassischen Middleware-Konzept realisieren sie eine einheitliche Syntax [Be96, 86.] und bieten zusätzlich Funktionen zur Objekt- und Prozessintegration [Li00, 5].

Ein überbetriebliches Integrationszenario unterscheidet sich von einem innerbetrieblichen dadurch, dass neben heterogenen Applikationen auch Abweichungen beim Prozessverständnis, also der Semantik der Daten, bestehen. Überbetriebliche Verzeichnisse enthalten die Applikationen der beteiligten Partner, Beschreibungen der notwendigen Adapter, Transformationsregeln, Dokumentendefinitionen, Sicherheitsinformationen und digitale Zertifikate etc. [Pi01, 51f.]. Da diese Daten im Zuge der innerbetrieblichen Integration gewonnen werden müssen, bedeutet die innerbetriebliche Integration auf der Basis von EAI auch eine Voraussetzung für die Umsetzung überbetrieblicher Kooperationsprozesse [Li01, 16; Pi01, 49].

4 Prozessportale bei einem Automobilhersteller

Die Automobile Group (Name geändert) gehört mit knapp über einer Million produzierter Fahrzeuge im Jahr 2002 zu den größten Automobilherstellern weltweit. In einem Vorstandsbeschluss verabschiedete das Unternehmen im Jahr 2000 die Umsetzung der E-Business-Strategie in der IT-Architektur mit 28 Einzelinitiativen. Schwerpunktthemen waren die kontinuierliche Prozessoptimierung im Produktentstehungsprozess sowie die Beschleunigung des kundenorientierten Vertriebs- und Produktionsprozesses. Das Unternehmen möchte künftig alle Services, die es intern oder extern zur Verfügung stellt, den Benutzern über vier Portale bereitstellen: ein Mitarbeiterportal (B2E), ein Lieferantenportal (B2B), ein Endkundenportal (B2C) und ein Händlerportal (B2D).

Eine einheitliche Integrationsarchitektur soll zunächst möglichst standardisierte inner- und überbetriebliche Prozesse sicherstellen. Das Unternehmen definierte dazu sog. Integrationsmuster für eine standardisierte Integration. Während die Informatik solche Integrationsmuster als ‚Patterns‘ bereits seit längerer Zeit einsetzt [Ga94], sind diese in der Wirtschaftsinformatik erst in jüngeren Publikationen zu finden [Ma02; SK02]. Integrationsmuster verbinden auf konzeptioneller Ebene verschiedene Integrationstechnologien zu einheitlichen Mustern. Das Integrationsmuster lässt sich als Ausprägung einer Integrationsarchitektur verstehen, welche für einen bestimmten Anwendungsfall Integrationstechnologien verbindet. Bei der Automobile Group umfasste dies drei Schritte.

1. Schritt: Analyse der zu integrierenden Applikationen

Den Ausgangspunkt bildete die Unterscheidung zwischen prozessorientierten bzw. vertikalen Geschäftsanwendungen wie ERP- oder CRM-Systemen und horizontalen Applikationen wie z.B. Groupware-Anwendungen. Während erstere strukturierte Daten liefern, sind Groupware-Systeme im Bereich unstrukturierter Daten angesiedelt. Eine weitere wichtige Unterscheidung der in das Portal zu integrierenden Applikationen orientiert sich an der Webfähigkeit der Applikation und unterscheidet nicht webfähige, web-enabled und native Webapplikationen [No00a, 210ff] (s. Tab.). So hat die Automobile Group sämtliche Anwendungen in die Portale über HTTP eingebunden. Außerdem sollte die zu integrierende Applikation XML-Daten liefern, da hier eine Konsistenzprüfung möglich ist und die Applikation bei Layoutänderungen unberührt bleibt. Die Ausgabe des HTML-Outputs erfolgte schließlich über ein XSLT-Template, so dass die Präsentationsfunktionalität im Portal verblieb.

Applikationstyp	Nicht webfähige Applikationen	Web-enabled-Applikationen	Native Webapplikation
Anforderung			
Charakteristika	Nicht mittels Webtechnologie zugreifbar, z.B. Mainframe Applikationen	Proprietärer HTML-Code, z.B. Internet Application Components von SAP	XML-basiert, z.B. Java Beans
Integrationsgrad	Nur mittels Modifikation der Applikation möglich	Gering, über iFrame	Hoch, mittels Passthrough XML oder Parsed XML
Änderungsausmaß	Hoch	Gering	Gering
Aufwand	Hoch	Gering	Gering
Performanz	Praktisch unverändert	Gut	Sehr gut
Wartbarkeit	Schlecht	Weniger gut	Sehr gut
Risiko	Gering	Mittel	Gering

Tab. 3: Charakteristika der zu integrierenden Applikationstypen

2. Schritt: Ermittlung der Integrationsmuster

Der bei der Automobile Group eingesetzte TIBCO PortalBuilder stellt insgesamt 13 unterschiedliche Portlettypen sowie drei verschiedene EAI-Typen (TIBCO Rendezvous RT, TIBCO ActiveEnterprise und TIBCO Rendezvous) zur Integration horizontaler und vertikaler Applikationen bereit [Ti02]. Zunächst wurden ausgehend vom Kundenprozess alle in das Portal zu integrierenden Applikationen identifiziert und für jede Applikation festgelegt, mit welchem Integrationstyp sie in das Portal eingebunden werden soll (s. Tab.4). Als Basis für diesen Bewertungsvorgang diente das bestehende Mitarbeiterportal. Waren Integrationsmuster dort noch nicht verfügbar, wurden die Anforderungen in Mitarbeitergesprächen erhoben. Aus technischer Sicht waren sechs Integrationsmechanismen verfügbar:

- Bei *Parsed HTML/XML (Portlettyp 1 & 2)* werden Inhalte aus HTML- oder XML-Dokumenten extrahiert. Für das Auslesen von HTML-Seiten werden Tags gesetzt, die den Beginn und das Ende eines jeden Headline-Blocks definieren. Innerhalb dieses Blocks markieren spezielle Tags den Beginn und das Ende einer jeden Headline. Bei strukturierten XML-Quellen werden mittels Parsed XML Headlines von diesen Content-Quellen extrahiert. Als Sprache zur Lokalisierung von Headline-Blöcken und -Feldern dient XPath.
- Bei *Passthrough HTML/XML (Portlettyp 3 & 4)* stellt das Portal Content aus Quellen in einer Portalseite dar, ohne dabei Content in Headlines auszulesen. Die Portalseite zeigt den Inhalt entweder so an, wie er originär in der Quelle abgelegt ist oder transformiert diesen z.B. mittels eines XSLT-Templates in ein vordefiniertes Layout. Beide Varianten unterscheiden sich dadurch, dass das Portal die

HTML-Seite ohne ein Layout Template integriert, da mit HTML bereits Präsentationselemente im Code enthalten sind.

- Bei *Parsed SOAP (Portlettyp 5)* erhält das Portal eine SOAP-Nachricht von der integrierten Applikation. Das Portal extrahiert die eingeschlossene XML-Datei, modifiziert die Inhalte z.B. auf Basis vorher spezifizierter Regeln mittels XSLT, transformiert die modifizierte XML-Datei in HTML und präsentiert die modifizierten Daten als HTML im Portal.
- Bei *Passthrough SOAP (Portlettyp 6)* erhält das Portal eine SOAP-Nachricht von der integrierten Applikation, extrahiert die dabei übertragene XML-Datei, transformiert die Daten direkt von XML in HTML mittels eines XSLT-Templates und zeigt den resultierenden Inhalt in HTML in der Portalseite an.

		Integrationsstyp			
		Link-Integration (Präsentation)	Client-seitige Integration (Präsentation)	Server-seitige Integration (Daten)	Geschäftslogik Integration (Funktion)
Portlettypen					
Integrations-mechanismen	1. Parsed HTML	○	○	●	○
	2. Passthrough HTML	●	●	○	○
	3. Parsed XML	○	○	●	○
	4. Passthrough XML	○	○	●	○
	5. Parsed SOAP	○	○	○	●
	6. Passthrough SOAP	○	○	○	●

Tab. 4: Integrationsmuster bei der Automobile Group

3. Schritt: Umsetzung der Integrationsarchitektur

Aus den abgeleiteten Integrationsmustern spezifizierte die Automobile Group die Integrationsarchitektur detailliert mit den involvierten Bausteinen. Betroffen waren sowohl die Portlets zur Standardsoftware-Integration mittels Standardszenarios als auch die individuelle Spezifikation und Programmierung von Schnittstellen zu Altanwendungen.

Die Einbindung von Standardapplikationen in das Portal erfolgte getrennt nach vertikalen Geschäftsanwendungen und funktionsübergreifenden horizontalen Anwendungen (z.B. Lotus Notes). Abhängig von den beschriebenen Integrationstypen umfasste z.B. dies bei vertikalen Standardanwendungen das Anlegen neuer Portlets mit Typ „Parsed XML“ oder „Passthrough XML“, das Customizing der Portlets, die Zuordnung der Quellapplikation zum Portlet, die Definition von Headlines bei Parsed XML und das

Einstellen der präsentationsbezogenen Elemente. Ebenso erfolgte die Einbindung horizontaler Standardanwendungen über Portlets und iFrames.

Zur Datenintegration setzte die Automobile Group einen zentralen Integrationsbus ein, der alle internen und externen Applikationen automatisiert (Maschine-Maschine-Integration). Das Portal übernimmt die Mensch-Maschine-Schnittstelle.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Zur Unterstützung von Geschäftsprozessen benötigen Unternehmen funktionsübergreifend und überbetrieblich integrierte Portale. Einfache, als „HTML Behälter“ eingesetzte Portale greifen hier zu kurz, da sie weder Applikationsfunktionalität noch Daten rollenbasiert und prozessorientiert für einen Kunden- oder Mitarbeiterprozess bündeln. Prozessportale benötigen aber offene und flexible Integrationsarchitekturen, um Dienste heterogener, intra- und interorganisatorisch verteilter Applikationen in einem Portal zu aggregieren. Gegenwärtig bestehen verschiedene, häufig isoliert eingesetzte Integrationstechnologien, die sich jedoch gegenseitig nicht ausschließen. Keine dieser Technologien ist neu, vielmehr besteht eine Herausforderung in der Kombination mehrerer Integrationstechnologien sowie der zugehörigen Standards in einer einheitlichen, zwischen den beteiligten Partnern abgestimmten Integrationsarchitektur.

Eine solche Integrationsarchitektur ergänzt bestehende Ansätze in Literatur und Praxis um eine überbetriebliche Sicht entlang der bekannten Ebenen Präsentation, Applikationsfunktionalität und Daten. Zunehmend berücksichtigen auch die Anbieter diese Integrationstechnologien, indem sie ihre Werkzeuge mit entsprechender Funktionalität anreichern. Naturgemäß erschwert dies die klare Abgrenzung der Integrationstechnologien und der zugehörigen Standards. EAI-Systemanbieter, wie z.B. TIBCO oder IBM, bieten in ihren EAI-Werkzeugen nicht nur Funktionen zum Datenmapping an, sondern ergänzen ihre Produkte um Funktionen für das Geschäftsprozessmanagement (Business Process Management, BPM) und die Web-Service-Definition und -Ausführung. Ebenso liefern Portalsoftwareanbieter Werkzeuge zur Datenintegration, wie z.B. die Konnektoren von SAPs Unification Server für das Drag-and-Relate. Bedeutung besitzen auch die Standards für Portlets auf Basis von JSR 168, die alle namhaften Portalsystemanbieter erfüllen. WSRP setzt sich dagegen erst bei den Softwareherstellern durch. So haben IBM und SAP erst in ihren jüngsten Releases von Websphere bzw. NetWeaver angekündigt, diesen in ihre Portalsysteme einzubinden. Technische Standards sind notwendige, nicht aber eine hinreichende Voraussetzung zur Realisierung von Prozessportalen in Unternehmen. So lassen WSRP oder JSR 168 die Ebenen der Semantik und Pragmatik unberücksichtigt.

Zusammenfassend zeigten sich drei Kernpunkte für die Umsetzung der Integrationsarchitektur. Dies ist zunächst die zentrale Koordination und Kommunikation der Architektur z.B. durch eine IT-Abteilung, zweitens ein hoher Wiederverwendungsgrad zur Erzielung von Skaleneffekten und drittens eine Integrationsarchitektur, die mehrere Integrationstechnologien berücksichtigt. Als künftiger Forschungsbereich lässt sich die Validierung der Integrationsarchitektur in weiteren Praxisprojekten ableiten, z.B. zur Verifikati-

on von Potenzialen und zur Verfeinerung von Metriken. Daneben geht es um die funktionale Weiterentwicklung der Integrationsarchitektur selbst. Hier sind vor allem prozessorientierte Ansätze wie z.B. die Cross Applications (xApps) von SAP zu nennen [FK02, 228]. Dabei handelt es sich um einen Satz von Portlets, die speziell auf die überbetriebliche Zusammenarbeit für ein spezifisches Kundenproblem ausgerichtet sind und auf der Verfügbarkeit bzw. Realisierung von Prozessportalen aufbauen.

6 Literaturverzeichnis

- [Be96] Bernstein, P.: Middleware: A Model for Distributed System Services, in: Communications of the ACM, 39 (1996) 2; S. 86-98.
- [Br01] Bristow, P. et. al.: Enterprise Portals: Business Application and Technologies, Butler Group, East Yorkshire, 2001.
- [Ca05] Capgemini: Studie IT-Trends 2005: Paradigmenwechsel in Sicht, Capgemini, Berlin et al., 2005.
- [CLT05] Cropp, A.; Leue, C.; Thompson, R.: WSIA – WSRP Core Specification Working Draft 0.7, http://www.oasis-open.org/committees/wsrp/documents/wsia_wsrp_jointinterfacedraft.pdf, Abruf am 15.7.2005.
- [Da01] Davydov, M.M.: Corporate Portals and e-Business Integration, McGraw-Hill, New York, 2001.
- [Di01] Dias, C.: Corporate Portals: A Literature Review of a New Concept in Information Management, in: International Journal of Information Management, 21 (2001) 4; S. 269-287.
- [Di05] Diaz, A. L. et. al.: Web Services for Remote Portals (WSRP), <http://www-106.ibm.com/developerworks/library/ws-wsrp/>, Abruf am 15.7.2005.
- [FK02] Färber, G.; Kirchner, J.: mySAP Technologie: Einführung in die neue Technologie-Plattform der SAP, Galileo, Bonn, 2002.
- [FK01] Ferguson, D. F.; Kerth, R.: WebSphere an E-Business Server, in: IBM Systems Journal, 40 (2001) 1; S. 25-45.
- [FS96] Ferstl, O. K.; Sinz, E. J.: Multi-Layered Development of Business Process Models and Distributed Business Application Systems – An Object Oriented Approach. In (König, W., et. al.) (Hrsg.), Distributed Information Systems in Business, Springer, Berlin et al., 1996; S. 159-179.
- [FKS00] Fingar, P.; Kumar, H.; Sharma, T.: Enterprise E-Commerce: The Software Component Breakthrough for Business-to-Business Commerce, Meghan-Kiffer Press, Tampa, 2000.
- [Ga94] Gamma, E. et. al.: Design Patterns - Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison Wesley, Reading (MA), 1994.
- [GLÖ05] Gizanis, D.; Legner, C.; Österle, H.: Architektur für die kooperative Auftragsabwicklung. In (Ferstl, O.K. et. al.) (Hrsg.), Wirtschaftsinformatik 2005: eEconomy,eGovernment, eSociety, Physica, Heidelberg, 2005; S. 43-62.

- [Go00] Goodyear, M.: Enterprise System Architectures, CRC Press, Boca Raton etc., 2000.
- [HRG01] Harmon, P.; Rosen, M.; Guttman, M.: Developing E-Business Systems and Architectures: A Manager's Guide, Morgan Kaufmann, San Francisco u. a., 2001.
- [Ha00] Hasselbring, W.: Information System Integration, in: Communications of the ACM, 43 (2000) 6; S. 33-38.
- [He93] Heinrich, L. J.: Wirtschaftsinformatik: Einführung und Grundlegung, Oldenbourg, München, 1993.
- [HH99] Hess, T.; Herwig, V.: Portale im Internet, in: Wirtschaftsinformatik, 41 (1999) 6; S. 551-553.
- [Hi05] Hildreth, S.: Plug-and-Play Portal Standards on the Horizon, <http://www.ebizq.net/topics/portals/features/1760.html>, Abruf am 15.7.2005.
- [Ho03] Holten, R.: Integration von Informationssystemen, in: Wirtschaftsinformatik, 45 (2003) 1; S. 41-52.
- [Ho00] Hoque, F.: e-Enterprise: Business Models, Architecture, and Components, Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- [IB02] IBM: Guide to Websphere Portal, IBM, IBM, Research Triangle Park (NC), 2002.
- [JC05] JCP, JSR 168: Portlet Specification, <http://www.jcp.org/jsr/detail/168.jsp>, Abruf am 15.07.2005.
- [KR01] Kalakota, R.; Robinson, M.: e-Business 2.0: Roadmap for Success, Addison Wesley Longman, Boston, 2001.
- [Le01] Letson, R.: A Closer Look at Portals and EAI, http://www.transformmag.com/db_area/archs/2001/07/tfm0107fl.shtml, Abruf am 15.7.2005.
- [Li00] Linthicum, D. S.: Enterprise Application Integration, Addison Wesley Longman, Reading (MA) et al., 2000.
- [Li01] Linthicum, D. S.: B2B Application Integration: e-Business-Enable Your Enterprise, Addison Wesley Longman, Boston et al., 2001.
- [Ma02] Mantel, S. et. al.: Entwicklungsmethodik für überbetriebliche Kopplungsarchitekturen von Anwendungssystemen, FORWIN-Bericht Nr. FWN-2002-009, http://www.forwin.de/download/berichte/Internet_FWN_2002-009.pdf, Erlangen/Nürnberg, 2002.
- [MA00] Menasce, D. A.; Almeida, V. A. F.: Scaling for E-Business: Technologies, Models, Performance, and Capacity Planning, Prentice Hall, Upper Saddle River (NY), 2000.
- [Me97] Mertens, P.: Integrierte Informationsverarbeitung, Band 1: Administrations- und Dispositionssysteme in der Industrie, 9.Auflage, Gabler, Wiesbaden, 1997.
- [No00a] Noack, J. et. al.: Architekturen für Network Computing, in: Wirtschaftsinformatik, 42 (2000) 1; S. 5-14.
- [No00b] Norris, G. et. al.: E-Business and ERP: Transforming the Enterprise, Wiley & Sons, New York et al., 2000.
- [OHE97] Orfali, R.; Harkey, D.; Edwards, J.: The Essential Client/Server Survival Guide, Wiley & Sons, Chichester, 1997.

- [Ös95] Österle, H.: Business Engineering: Prozess- und Systementwicklung, Band 1: Entwurfstechniken, Springer, Berlin et al., 1995.
- [Ös02] Österle, H.: Geschäftsmodell des Informationszeitalters. In (Österle, H., Fleisch, E., Alt, R.) (Hrsg.), Business Networking in der Praxis: Beispiele und Strategien zur Vernetzung mit Kunden und Lieferanten, Springer, Berlin etc., 2002; S. 17-38.
- [ÖBH92] Österle, H.; Brenner, W.; Hilbers, K.: Unternehmensführung und Informationssystem: Der Ansatz des St. Galler Informationssystem-Managements, Teubner, Stuttgart, 1992.
- [Ov00] Ovum, Enterprise Portals: New Strategies for Information Delivery, Ovum Ltd, Ovum Ltd, London, 2000.
- [PR93] Peppers, D.; Rogers, M.: The One to One Future: Building Relationship One Customer at a Time, Currency/Doubleday, New York u. a., 1993.
- [Ph01] Phifer, G.: Portals in 2002: A Year of Major Change, Gartner Group, Gartner Group, Stamford (CT), 2001.
- [Pi01] Pinkston, J.: The Ins and Outs of Integration: How EAI differs from B2B Integration, <http://www.eaijournal.com/PDF/Ins&OutsPinkston.pdf>, Abruf am 15.07.2005.
- [PI93] Plattner, H.: Client/Server-Architekturen. In (Scheer, A.-W.) (Hrsg.), Handbuch Informationsmanagement: Aufgaben - Konzepte - Praxislösungen, Gabler, Wiesbaden, 1993; S. 923 - 937.
- [RS00] Reichheld, F.F., Scheffer, P.: E-Loyalty. in: Harvard Business Review, 78 (2000) 4; S. 105-113.
- [Rü02] Rüegg-Stürm, J.: Das neue St. Galler Management-Modell: Grundkategorien einer integrierten Managementlehre - Der HSG-Ansatz, Haupt, Bern et al., 2002.
- [RMB00] Ruh, W.; Maginnis, F.; Brown, W.: Enterprise Application Integration: A Wiley Tech Brief, Wiley & Sons, New York (NY), 2000.
- [SCB01] Sandoe, K.; Corbitt, G.; Boykin, R.: Enterprise Integration, Wiley & Sons, Chichester, 2001.
- [Sc02a] Schaeck, T.: Web Services for Remote Portals (WSRP), http://www.oasis-open.org/committees/wsrp/documents/wsrp_wp_09_22_2002.pdf, 15.7.2005.
- [SH05] Schaeck, T.; Hepper, S.: Portal Standards, <http://websphere.sys-con.com/read/43168.htm>, Abruf am 15.07.2005.
- [Sc98] Scheer, A.-W.: ARIS: Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem, Springer, Berlin etc., 1998.
- [Sc02b] Schissler, M. et. al.: Kopplungsarchitekturen zur überbetrieblichen Integration von Anwendungssystemen und ihre Realisierung mit SAP R/3, in: Wirtschaftsinformatik, 44 (2002) 5; S. 459-468.
- [SZ02] Schneider, G.; Zwerger, F.: Sichere Unternehmensportale mit SAP, Galileo, Bonn, 2002.
- [SK02] Schulze, C.; Köller, W.: Vorgehensweise bei EAI-Projekten - Theorie und Praxis, in: HMD, 39 (2002) 225; S. 114-123.

- [Si04] Sinz, E.: Unternehmensarchitekturen in der Praxis - Architekturdesign am Reißbrett vs. situationsbedingte Realisierung von Informationssystemen, in: Wirtschaftsinformatik, 46 (2004) 4; S. 315-316.
- [St02] Stiernerling, O.: Web-Services als Basis für evolvierbare Softwaresysteme, in: Wirtschaftsinformatik, 44 (2002) 5; S. 435-445.
- [St90] Strunz, H.: Zur Begründung einer Lehre von der Architektur informationstechnikgestützter Informations- und Kommunikationssysteme, in: Wirtschaftsinformatik, 32 (1990) 5; S. 439-445.
- [TI01] Themistocleous, M.; Irani, Z.: Benchmarking the Benefits and Barriers of Application Integration, in: Benchmarking: An International Journal, 8 (2001) 4; S. 317-331.
- [Ti02] Tibco: Tibco ActivePortal, Tibco Software, Palo Alto (CA), 2002.
- [WDB02] Welsch, M.; Dammers, R.; Bauer, W.: IBM Websphere Portal als Basis für Unternehmensportale, in: HMD, 39 (2002) 225; S. 31-41.
- [WCC98] Weston, R.; Coutts, I.; Clements, P.: Integration Architecture for Agile Manufacturing. In (Bernus, P.; Mertins, K.; Schmidt, G.) (Hrsg.), Handbook on Architectures of Information Systems, Springer, Berlin et al., 1998; S. 733-764.