

February 2007

# MDA-basierte Kopplung heterogener Informationssysteme im EVU-Sektor

Mathias Uslar

*OFFIS - Institut für Informatik*, [uslar@offis.de](mailto:uslar@offis.de)

Niels Streekmann

*OFFIS - Institut für Informatik*, [streekmann@offis.de](mailto:streekmann@offis.de)

Sven Abels

*FlexaDot - Consulting, Research & Development*, [sabels@acm.org](mailto:sabels@acm.org)

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2007>

---

## Recommended Citation

Uslar, Mathias; Streekmann, Niels; and Abels, Sven, "MDA-basierte Kopplung heterogener Informationssysteme im EVU-Sektor" (2007). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2007*. 110.

<http://aisel.aisnet.org/wi2007/110>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2007 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact [elibrary@aisnet.org](mailto:elibrary@aisnet.org).

In: Oberweis, Andreas, u.a. (Hg.) 2007. *eOrganisation: Service-, Prozess-, Market-Engineering*; 8. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 2007. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe

ISBN: 978-3-86644-094-4 (Band 1)

ISBN: 978-3-86644-095-1 (Band 2)

ISBN: 978-3-86644-093-7 (set)

© Universitätsverlag Karlsruhe 2007

# MDA-basierte Kopplung heterogener Informationssysteme im EVU-Sektor

Mathias Uslar, Niels Streekmann

Abteilung Betriebliches Informationsmanagement  
OFFIS – Institut für Informatik  
D-26131 Oldenburg  
{uslar,streekmann}@offis.de

Sven Abels

FlexaDot – Consulting, Research & Development  
D-26131 Oldenburg  
sabels@acm.org

**Abstract:** IT-Systeme von Unternehmen der Energieversorgungsbranche sehen sich in den letzten Jahren einem verstärkten Druck zu ständigen Änderungen bedingt durch gesetzliche und markttechnische Anforderungen gegenüber. Diese Änderungen führen insbesondere zu verschiedenen heterogenen Informationssystemen, die oftmals losgelöst voneinander agieren (sog. Automation Islands). Dieser Artikel beschreibt einen Ansatz zur Kopplung dieser Systeme. Er geht dabei auf den MDA-Ansatz der OMG ein und beschreibt eine Möglichkeit, Systeme miteinander zu verbinden, indem eine Kopplung auf Prozessebene durchgeführt wird.

## 1 Änderung der Anforderungen an die IT-Systeme durch gesetzliche Vorgaben und andere Restriktionen

Der Wandel an den Energiemärkten verändert die Rahmenbedingungen, denen die IT-Landschaft innerhalb eines Versorgungsunternehmens unterworfen ist. Dabei lassen sich vor allem drei Faktoren identifizieren (vgl. auch [US05b]), die einen Einfluss auf das Zusammenspiel der einzelnen komplexen IT-Systeme besitzen.

Betrachtet man die historische Entwicklung von Systemen wie SCADA, GIS, CSS oder DMS, so waren diese zu Beginn innerhalb eines einzigen monolithischen Systems realisiert. Durch Spezialisierung und Komponentenbildung kam es dazu, dass Versorger über die Jahre nur noch einzelne Komponenten verschiedener Hersteller einsetzten und Kommunikationsverbindungen zwischen diesen Komponenten etablieren mussten. Wegen der extrem hohen Einsatz- und Lebensdauer dieser Systeme kommen über die Zeit der Nutzung immer wieder neue Adapter für Verbindungen zwischen den Systemen der verschiedenen Hersteller hinzu. Das führt zu einem Punkt-zu-Punkt Dilemma [Lu05].

Weiterhin hat die in jüngster Zeit zunehmende Verbreitung der dezentralen und regenerativen Energieerzeuger wie Windenergieanlagen, Brennstoffzellen oder Biogasanlagen dazu geführt, dass völlig neue Daten in komplett neuen Kommunikationsprozessen ausgetauscht werden müssen. Dies führt zu einem weiteren zahlenmäßigen Anstieg an Datenformaten und Verbindungen zwischen Systemen, die durch den Versorger mit seiner IT-Infrastruktur bedient werden müssen.

Letzter wichtiger Einflussfaktor ist das so genannte Legal Unbundling, welches zu einer Liberalisierung des Energiemarktes beitragen soll. Das Legal Unbundling bezeichnet die rechtliche Abtrennung zwischen Netz und Vertrieb und soll damit der Diskriminierung von Drittanbietern auf dem liberalisierten Strommarkt entgegenwirken. Es ist nach dem neuen Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) für Unternehmen mit mehr als 100.000 Kunden zwingend erforderlich [Bu05]. Das Legal Unbundling ist eng verknüpft mit dem Informativischen Unbundling, welches die Trennung zwischen verschiedenen Teilen der Datenhaltung beschreibt. Ziel des Informativischen Unbundling bei einem Versorger im Strombereich ist beispielsweise die zukünftige Aufspaltung der Daten und Informationssysteme, welche aktuell noch gleichermaßen von den Bereichen Erzeugung und Netz genutzt werden. Das Informativische Unbundling soll für eine diskriminierungsfreie Bereitstellung von Daten für alle Marktteilnehmer sorgen.

Das Unbundling führt dazu, dass auch die Formate und Schnittstellen aller neuen Teilnehmer bedient werden müssen. So wurde beispielsweise von der Bundesnetzagentur am 11.07.2006 in einem aktualisierten Beschluss festgelegt, welche Formate zur Anbahnung und zur Abwicklung der Netznutzung bei der Belieferung von Letztverbrauchern mit Elektrizität zu nutzen sind, wenn zwei Marktpartner Kunden- bzw. Vertragsinformationen austauschen. Es wurden dabei Unterformate des EDIFACT-Standards festgelegt, wobei die folgenden Geschäftsprozesse

betroffen sind: Lieferantenwechsel, Lieferbeginn, Lieferende, Ersatzversorgung, Zählerstands- und Zählwerteübermittlung, Stammdatenänderung, Geschäftsdatenanfrage sowie Nutzungsabrechnung. Details hierzu finden sich in [Bu06].

Die in den letzten Jahren erlassenen gesetzlichen Rahmenbedingungen schreiben eine Trennung bestimmter Systeme ebenso vor wie die Formate, mit denen eine Kommunikation gegenüber Dritten zu erfolgen hat. Beides führt zu entsprechenden Restriktionen, die bei einer Kopplung von Systemen zu beachten sind. Eine detaillierte rechtliche Betrachtung liegt jedoch außerhalb des Themenbereiches dieses Beitrages. Der geneigte Leser sei deshalb auf die erwähnten Dokumente und auf die gesetzlichen Vorgaben verwiesen.

## **2 Gängige Standards und Formate im EVU-Bereich**

Betrachtet man den Nutzen von Standards, sind folgende Zahlen als erste Hinweise auf die Auswirkungen von Standards zu sehen. [DIN00] untersucht die Auswirkungen von Standards in Relation zum Gesamtumsatz der Branche: Ungefähr 1 Prozent kann durchschnittlich branchenübergreifend an Kosteneinsparungen realisiert werden; weltweit führt dies zu potenziellen Einsparungen in Höhe von 20 Millionen Euro allein im EMS/SCADA Markt und 24 Milliarden Euro in der gesamten Branche der Energiewirtschaft [Mae03]. Damit wäre die Auswirkung von Standardisierung höher als der Nutzen von Patenten oder Lizenzen.

Um den Nutzen von Standards in der Energiebranche genauer zu verdeutlichen, ist es nötig, verschiedene Seiten der entsprechenden IT-Infrastruktur zu beleuchten. Zunächst ist die technische Ebene zu nennen, die aus Steuerung, Kommunikation und dem Betrieb von Generatoren, Transformatoren, Leitungen in der Feldebene sowie dem Betrieb des Leitsystems besteht. Diese Ebene setzt selbstverständlich auf industrielle Kommunikations- und Datenmodellstandards wie dem Common Information Model CIM (IEC 61970) [Ie03] oder dem Feldebenekommunikationsstandard IEC 61850 [BW02] auf, da es sonst kaum möglich wäre, Geräte verschiedener Hersteller miteinander zu verbinden oder parallel zu einander einzusetzen, ohne eine sehr große Anzahl an Protokollen und Schnittstellen aufeinander abzustimmen.

Durch die Insolvenz eines Herstellers oder Diskontinuität in der Herstellung einzelner Produkte könnte ohne Standardisierung der Betrieb einer nötigen Infrastruktur ernsthaft gefährdet

werden. Im Bereich der technischen Anlagen ist die Standardisierung und Interoperabilität von Geräten bis auf der Ebene von Interchangeability für EVU daher bereits seit geraumer Zeit implementiert [Sc04].

Neben der (netz-)technischen Ebene existiert weiterhin eine kaufmännische IT. Die kaufmännische Seite wurde ähnlich wie auch die technische IT durch die Liberalisierung und Deregulierung der Branche stark verändert. Zur Koordination von Energiebeschaffung, -verteilung und -abrechnung ist mittlerweile ein erhöhter Informationsaustausch zwischen den Marktteilnehmern nötig. Lieferant, ÜNB, BKV, Händler etc. müssen sich über standardisierte Nachrichten austauschen können. In Deutschland wird seit langer Zeit auf den Standard EDIFACT gesetzt. Für einige Nachrichten hat der VDEW Vorarbeiten geleistet und Datenformate definiert, die auch im Internet auf der Verbandsseite frei erhältlich sind. Anders als beispielsweise in den Niederlanden existiert neben den Formaten keine weitere Unterstützung durch festgelegte Prozesse oder Referenzmodelle. Datenformate wie MSCONS, ESS (KISS) oder UTILMD sind definiert, ihre Verwendung jedoch erst spät von der Regulierungsbehörde vorgeschrieben worden. Es wird geschätzt, dass die Anzahl der Formate zum Austausch von Zeitreihen und Zählerdaten in Deutschland im dreistelligen Bereich liegt [Wei05]. Lieferanten, die Energie in eine große Anzahl von Netzen liefern, müssen daher nicht selten viel Aufwand betreiben, um alle entsprechenden Formate für ihre Kunden verarbeiten zu können. Zwar setzen mittlerweile fast 35 Prozent aller Nutzer auf MSCONS [Wei05], jedoch reicht auch ein solcher de-facto Standard noch nicht aus, es sind Standards für ein Gesamt-EVU von Nöten [Sc04].

Die IT in der Energiebranche ist historisch durch ihre heterogenen Systeme mit einer Vielzahl an Schnittstellen und Verknüpfungen geprägt. Systeme sind historisch gewachsen, wurden nach und nach miteinander verbunden und müssen Daten austauschen. Dadurch wurde meist eine hohe Anzahl an Punkt-zu-Punkt Verbindungen aufgebaut. Diese Verbindungen bestehen nicht nur zwischen den technischen, sondern auch zu den kaufmännischen Systemen, so dass eine Datenintegration zwischen diesen Systemen nötig ist. Je höher der Grad der Abhängigkeit zwischen den Systemen, d.h. die Intensität der Kopplung, desto teurer sind Anpassungen bei Änderungen an proprietären Schnittstellen bzw. die Integration neuer Systeme [Lu05]. Je mehr Adaptoren und Verbindungen, seien sie inner-betrieblich oder zu externen Systemen, gewartet werden müssen, desto höher die Kosten.

Abhilfe kann hier auf einer ersten Ebene die Einführung einer so genannten Common Language wie der IEC 61970 CIM auf einem Enterprise Message Bus schaffen. Dadurch muss jedes System nur noch einen Adapter zu dem Format auf dem Bus schaffen, sowohl für den Import als auch für den Export von Daten (vgl. auch Abschnitt 5). Die absolute Anzahl von Verbindungen und die Kosten für Erstellung und Pflege können so gesenkt werden. Eine Einschränkung besteht darin, dass natürlich beim Austausch ein Datenformat gewählt werden muss, was alle Elemente der Teilnachrichten vereint, d.h. es wird u. U. ein Format gewählt, welches für einen Teil der Nachrichten und Daten Overhead verursacht. Trotzdem sind die Kosten durch diese Art von Standardisierung zu senken und eine Erweiterung der aktuellen IT um neue Systeme sowie eine Verknüpfung mit den Daten der Altsysteme wird erleichtert.

### **3 Informationssysteme im EVU-Bereich**

In EVU-Unternehmen sind in der Regel viele verschiedene Informationssysteme im Einsatz. Im Folgenden werden drei dieser Systeme beschrieben. Diese Systeme dienen in den nachstehenden Abschnitten zur Bildung eines Szenarios, anhand dessen der Ansatz der MDA-basierten Integration im EVU-Umfeld beschrieben wird. Es handelt sich bei den Systemen um reale und im Einsatz befindliche exemplarische Systeme, die jedoch umbenannt wurden sowie leicht vereinfacht beschrieben werden.

#### **3.1 EMS (Energiemanagement für dezentrale Erzeuger)**

Das erste betrachtete System ist ein System zum Management dezentraler Energieerzeugung, welches verschiedene Komponenten wie beispielsweise wetterabhängige Lastprognose, Windleistungsvorhersage, Netzzustandsvorhersage (State Estimation), Flickerüberwachung, Knotenlastprognose oder Dispositionsmanagementsfunktionen umfasst. Diese Einzelkomponenten bieten ihre Dienste über Schnittstellen an, die als WebServices umgesetzt wurden. Neben den reinen Services werden noch Legacy-Daten über eine Einkopplung in eine zentrale EAI-Plattform zur Verfügung gestellt und können durch die Komponenten genutzt werden, was eine dezentrale Datenhaltung mit mehreren zu synchronisierenden Systemen unnötig werden lässt. In einer weiteren Ausbaustufe des Systems wird eine Kopplung an SCADA-Funktionen angestrebt.

Die Daten zwischen den Komponenten werden nachrichtenbasiert mittels SOAP ausgetauscht. Dabei wird eine Microsoft BizTalk Plattform eingesetzt. Auf ihr können Prozesse eines EVU orchestriert werden, die im späteren Verlauf nachrichten-getriggert über die Plattform gesteuert ablaufen. Das EMS-System befindet sich bereits zu Teilen im Produktivbetrieb. Erste Prozesse befinden sich im Einsatz und tragen zu einem besseren Umgang mit den neuen fachlichen Anforderungen des dezentralen Energiemanagements bei.

### **3.2 CSS (Customer Support und Billing-System)**

Das CSS-System ist ein integriertes Customer-Care und Billing-System mit dessen Entwicklung 1994 begonnen wurde und welches sich seit 1997 im produktiven Einsatz befindet. Das System ist bei verschiedenen Energieversorgungsunternehmen im Einsatz und verwaltet derzeit eine Größenordnung zwischen 4000 und 1.7 Mio. Zählern. Das System ist dabei anhand der Funktionalität in die Aspekte *Stammdaten, Verkauf, Vertrieb & Marketing, Kundenverkehr, Inkasso, Outputmanagement* und *Informationssysteme* unterteilt. CSS wurde eigens für den liberalisierten Markt entwickelt und komplett in das SAP R/3 System integriert. Eine der Hauptanforderungen an das System war es, die Vertriebs-, Marketing- und Abrechnungsfunktionalitäten zu vereinen und es den Bedürfnissen des liberalisierten Strommarktes anzupassen.

CSS stellt einerseits eine Customer-Care-Lösung dar, die eine schnelle und umfangreiche Kundenbetreuung ermöglicht und dabei Kontakte, Vorgänge und Dokumente verwaltet, sowie technische Daten zu Kunden, Verträgen und Versorgungsobjekten vorhält.

Auf der anderen Seite stellt CSS eine Billing-Software dar, die das Abrechnen von Verbrauchsarten inklusive sämtlicher Nebenkosten ermöglicht. Aufgaben des Systems sind beispielsweise die Erstellung von Meldungen für den Bilanzkreiskoordinator, die Mehr- und Mindermengenermittlung und die Bilanzierung und Visualisierung der Durchleitung bzw. Netznutzung.

### **3.3 SAS (Störungsannahmesystem)**

Bei dem SAS-System handelt es sich um ein derzeit in der Einführungsphase befindliches Informationssystem zur Störungsannahme und –auskunft. Ziele des Systems sind:

- Die Erfassung von Störungsmeldungen im EVU-Bereich wie z.B. die Erfassung von Ausfällen.

- Die dauerhafte Dokumentation von Störungen und insbesondere von Störungsursachen.
- Die softwaregestützte Benachrichtigung von Außendienstmitarbeitern zur Behebung der Störung.
- Die Auskunft im Krisenfall.
- Die Erstellung von Unternehmensstatistiken zur Auswertung der Ausfallsituation im Unternehmen.

Die Software wurde als komplette Neuentwicklung erstellt und ist nicht ausschließlich auf die Erfassung von Störungen in Stromnetzen ausgerichtet, sondern wird auch für Störungen im Gas- und Wasserbereich eingesetzt. Bei der Entwicklung des Systems wurde ein modellgetriebener Ansatz verfolgt bei dem die Modellierung auf UML-Basis und die automatische Generierung von Quellcode einen zentralen Punkt in der Entwicklung des Systems einnahmen. Neben der Schnittstelle zur Annahme von Störungen mittels einer grafischen, webbasierten Oberfläche bestehen Webservice-Schnittstellen zur Erweiterung und Abfrage des Systems.

Die folgende Grafik verdeutlicht das Vorgehen Fall einer eingehenden Störungsmeldung.

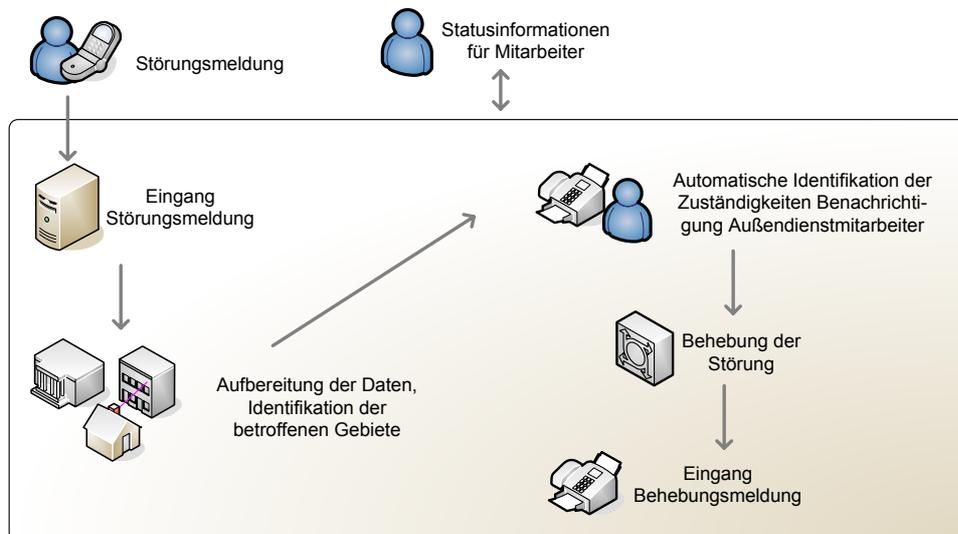


Abbildung 1: Ablauf einer Störungsmeldung im SAS

#### 4 MDA-basierte Kopplung

Für die Etablierung einer ganzheitlichen und in sich homogenen IT-Landschaft spielt die Interoperabilität von Informationssystemen eine wichtige Rolle. Als Interoperabilität wird dabei die nahtlose Zusammenarbeit von Systemen in Bezug auf ihre Daten und Prozesse verstanden

(vgl. [IE90]). In diesem Abschnitt wird ein Ansatz der Kopplung zwischen Systemen im EVU-Bereich vorgestellt, der die Interoperabilität zwischen den skizzierten Systemen gewährleisten soll. Dieser Ansatz basiert dabei auf dem MDA-Ansatz [OMG03] der Object Management Group (OMG).

#### 4.1 Szenario

Die im letzten Abschnitt beschriebenen Systeme sind derzeit als heterogene Informationssysteme in zeitlich und personell unterschiedlichen Projekten entstanden. Sie sind daher bislang weder verknüpft, noch in derselben Programmiersprache erstellt oder nach ähnlichen Programmierparadigmen entwickelt worden. Während EMS aus verschiedenen Systemen besteht, die mittels einer SOA verbunden sind und mittels eines BizTalk-Servers koordiniert werden, ist das CSS-System komplett in die SAP-Systemlandschaft integriert und daher in ABAP bzw. ABAP Objects als SAP-Modul entwickelt worden. Das dritte System (SAS) hingegen wurde als modellgetriebene Entwicklung erstellt und in C# umgesetzt.

Trotz der unterschiedlichen Funktionalitäten und Anwendungsgebiete der Systeme hat sich gezeigt, dass eine Verbindung in einigen Anwendungsfällen zielführend und zeitsparend wäre. Der folgende Anwendungsfall beschreibt ein derartiges Szenario und wird durch Abbildung 2 visualisiert.

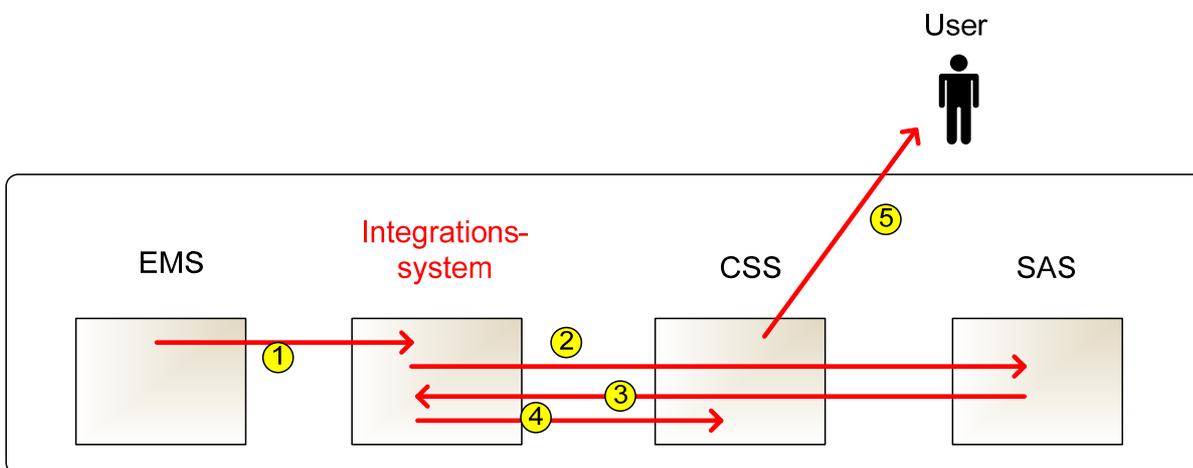


Abbildung 2: Prozessablauf des Beispielszenarios

Die Abbildung zeigt die beteiligten Systeme und deren Kommunikation (Pfeilrichtung) in einer bestimmten Reihenfolge (Nummerierung). Innerhalb des Szenarios wird angenommen, dass im EMS-Prozess eine bestimmte Information zum unerwarteten Ausfall eines Stromerzeugers erkannt wird. Diese Information wird an ein weiter unten beschriebenes Integrationssystem

propagiert, welches das Störungs-Annahme-System (SAS) über den Ausfall informiert. Hier wird der Ort, auf den der Ausfall Einfluss hat (z.B. Straßennamen, Ortsteile, etc.), identifiziert und eine entsprechende Störungsmeldung ausgelöst. Hat eine Identifizierung stattgefunden, so wird im Schritt drei eine Rückmeldung an das Integrationssystem geliefert. Dieses leitet die Information anschließend an das CSS-System weiter. Hier werden diejenigen Zählpunkte und Kunden identifiziert, die direkt von der Störung betroffen sind. Eine entsprechende Meldung ist so durch den Sachbearbeiter direkt erkennbar.

Durch diese Integration kann ein Sachbearbeiter einen Ausfall ohne merkliche Verzögerung erkennen. Andernfalls wäre es ihm durch die getrennte Datenhaltung der Systeme nicht möglich, entsprechende Informationen zu erhalten. Er könnte lediglich die entsprechenden Informationssysteme (EMS und SAS) manuell abfragen. Die oben beschriebene lose Kopplung der Systeme erlaubt eine nahtlose Integration aller Informationen und beschleunigt dadurch den Informationsfluss deutlich.

## **4.2 Durchführung der Kopplung der Systeme**

Die beschriebene Kopplung der heterogenen Systeme kann nach verschiedenen Verfahren und in verschiedenen Ebenen der Systeme erfolgen. Denkbar sind dabei folgende Ebenen [CHK05]:

### **Persistenzebene**

Eine Kopplung der Systeme auf Persistenzebene kann durch die Nutzung einer gemeinsamen Datenbank realisiert werden, auf die alle beteiligten Systeme zugreifen. Dabei müssen alle Systeme so verändert werden, dass Sie ein gemeinsames (relationales) Datenbanksystem verwenden. Der Nachteil der Kopplung auf dieser Ebene besteht zum einen in dem hohen Aufwand zur Vermeidung von Konflikten (Gleichzeitiges Ändern eines Datensatzes etc.) und zum anderen in der Notwendigkeit zur Modifizierung aller Systeme und ggf. der zugrunde liegenden Datenmodelle.

### **Funktionslogik**

Bei einer Kopplung auf Funktionsebene werden die logischen Funktionen der Systeme miteinander verbunden. Die Systeme arbeiten dabei mit getrennten Datenbanksystemen und eigener Funktionslogik, die vom jeweils anderen System im Falle einer Änderung aufgerufen wird. In diesem Fall ist eine starke Änderung der bestehenden Funktionslogik notwendig, was unter Umständen zu hohen Kosten führen kann.

## Prozessebene

Bei der Änderung auf Prozessebene werden innerhalb aller beteiligten Systeme die zur Kopplung notwendigen Geschäftsprozesse identifiziert und als Services zur Verfügung gestellt. Dabei ist es nicht zwingend erforderlich, die bestehenden Prozesse oder die Funktionslogik zu verändern. Stattdessen kann in den Systemen die Servicefunktionalität hinzugefügt werden, wobei bestehende Prozesse und Module gekapselt und somit vollständig wieder verwendet werden.

## Präsentationsebene

Eine Kopplung auf Präsentationsebene führt keine logische Kopplung durch sondern belässt alle Systeme als eigenständige Softwaresysteme. Die Systeme werden dann mittels einer gemeinsamen Oberfläche angesprochen und so der Eindruck einer Kopplung erweckt.

Aufgrund der hohen Flexibilität und der Bestrebung die bestehenden Altsysteme nur in geringem Umfang zu verändern, wurde im skizzierten Anwendungsfall die Kopplung auf Prozessebene gewählt. Dabei erwies es sich als Vorteil, dass das EMS-System und auch das SAS-System bereits über SOAP-basierte WebServices verfügten, so dass die Prozesse hier größtenteils schon zur Verfügung standen. Die folgende Abbildung zeigt die verschiedenen Ebenen und die Kopplung auf Prozessebene mittels WebServices.

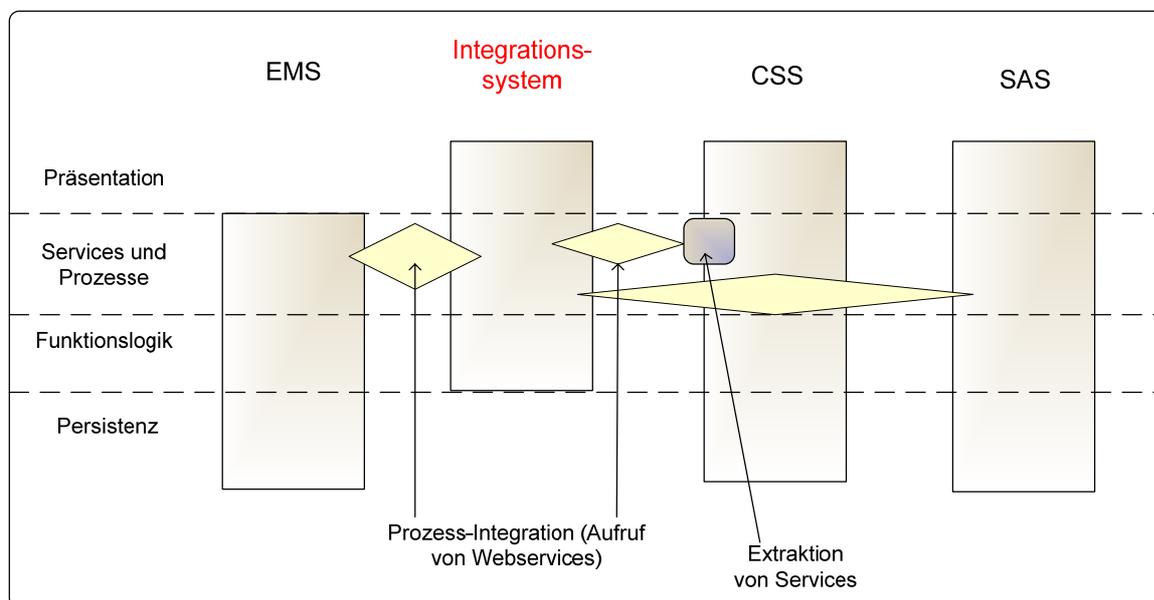


Abbildung 3: Kopplung aller Systeme auf Prozessebene

Die Vorgehensweise zur Kopplung auf Prozessebene lässt sich durch die folgenden Schritte beschreiben:

1. Analyse der betroffenen Altsysteme auf die Bereiche, die zur Kopplung benötigt werden.
2. Identifikation und logische Extraktion von WebServices innerhalb der Altsysteme.
3. Technische Umsetzung der WebServices durch die Schaffung einer Serviceschicht und durch Kapselung der vorhandenen Geschäftslogik.
4. Generierung eines Integrationssystems zur Kopplung und Orchestrierung.

Das in der Abbildung als Integrationssystem beschriebene System wird im folgenden Abschnitt beschrieben.

### 4.3 Umsetzung des Integrationssystems

Als Alternative zur Nutzung von WebServices und dem im folgenden Abschnitt beschriebenen Integrationssystem käme – insbesondere im betrieblichen Kontext – eine Middleware-Komponente wie beispielsweise SAP XI im SAP Netweaver-Umfeld in Frage<sup>1</sup>. Die Nutzung von derartigen Produkten hat den Vorteil, dass keine eigenständige Komponente zur Integration entwickelt werden muss und dass das entsprechende System (wie z.B. SAP XI) i.d.R. bereits vielfach im Praxiseinsatz erprobt und daher entsprechend ausgereift ist. Im skizzierten Anwendungsfall wurde sich dennoch aus mehreren Gründen für ein eigenes auf WebServices basierendes Integrationssystem entschieden. Zum einen bietet eine solche Entwicklung die größtmögliche Flexibilität im Erstellungsprozess. Zum anderen kann durch die Nutzung des MDA-Ansatzes der OMG ein großer Teil des Systems ausgehend von der fachlichen Beschreibung automatisiert erstellt werden. Dies ermöglicht die Beteiligung von Domänenexperten im direkten Entwicklungsprozess. Domänenwissen ist insbesondere im EVU-Bereich ein wichtiger Faktor, dessen Nutzung durch dieses Vorgehen begünstigt wird.

Abbildung 4 zeigt eine Übersicht des MDA-Ansatzes, der einen modellgetriebenen Entwicklungsprozess definiert. Dabei werden verschiedene Modelle beschrieben, die mittels Modelltransformation automatisch ineinander überführt werden können und jeweils andere Aspekte eines Systems beschreiben. Das *Computation Independent Model* (CIM) ist eine fachliche Beschreibung des Systems, die zusammen mit Domänenexperten erstellt wird. Dieses Modell wird in ein *Platform Independent Model* (PIM) überführt, das technische Aspekte des Systems unabhängig von der zur Umsetzung verwendeten Technologie beschreibt. Die

---

<sup>1</sup> <http://www.sap.com/platform/netweaver>

technologie-abhängige Beschreibung liefert schließlich das *Platform Specific Model (PSM)*, das aus dem PIM unter Hinzufügung von Plattforminformationen abgeleitet werden kann. Aus dem PSM kann dann der Quellcode des Systems generiert werden.

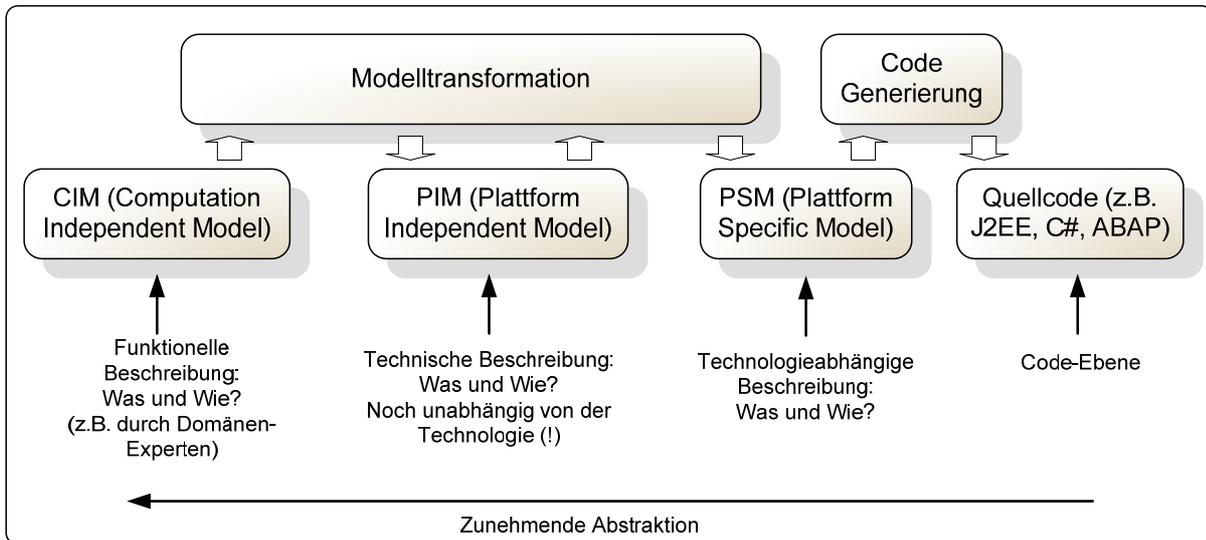


Abbildung 4: Übersicht des MDA-Ansatzes

Um das Integrationssystem mit Hilfe des MDA-Ansatzes umsetzen zu können, muss dieser um Vorgehensweisen und Methoden zur Integration erweitert werden. Ein allgemeiner Ansatz zur Integration von Altsystemen ist die BALES-Methode [HHP00]. Diese beschreibt die Kopplung eines top-down erstellten Referenzmodells des Zielsystems und eines bottom-up erstellten Modells des Altsystems. Die BALES-Methode kann auf den MDA-Ansatz übertragen werden. Dabei wird das zu erstellende System fachlich in Form von Geschäftsprozessen beschrieben, die technisch in Form von WebServices umgesetzt werden (top-down). Aus dem Altsystem werden ebenfalls WebServices extrahiert (bottom-up). Diese werden auf die Services aus dem fachlichen Modell abgebildet.

Für die konkrete Umsetzung des MDA-Ansatzes bedeutet dies, dass im MDA-CIM der integrierende Geschäftsprozess aus Abbildung 1 modelliert wird. Im PIM werden die zu integrierenden WebServices, d.h. die beteiligten bereits bestehenden Services aus dem EMS und dem SAS-System, sowie die aus CSS extrahierten Services, die für den Geschäftsprozess nötig sind, technisch beschrieben. Das PSM stellt die plattformabhängige Beschreibung des Integrationssystems dar, aus dem letztendlich der Quellcode mit Hilfe entsprechender Generatoren erstellt wird. Eine Generierung von Quellcode für die anderen Systeme und damit eine Änderung an diesen Systemen ist nicht nötig, da die Webservice-Infrastruktur im Fall von EMS und SAS bereits besteht und im Fall vom CSS in einem Vorschritt der Integration

bereitgestellt wird. Wichtig für die Umsetzung der Integration ist, dass auf allen Ebenen Informationen über die zu integrierenden Systeme in die entsprechenden Modelle einfließen. Für die Integration auf Geschäftsprozessebene für das oben genannte Integrationssystem ergeben sich damit verallgemeinert folgende Schritte, die für die Erstellung des Systems mittels eines MDA-basierten Integrationsansatzes durchgeführt werden müssen:

- Fachliche Modellierung des integrativen Geschäftsprozesses im MDA-CIM.
- Technische Modellierung der entsprechenden WebServices aller beteiligten Systeme und ihrer Kopplung im PIM.
- Plattformabhängige Modellierung des Integrationssystems im PSM. Um das PIM in ein PSM transformieren zu können ist ein zusätzliches Plattformmodell notwendig, das die Plattform beschreibt, auf der das System implementiert werden soll.
- Generierung des Quellcodes für das Integrationssystem aus dem PSM.

## **5 Mappinggestützte Integration von ausgetauschten Datenobjekten**

Bei der Verwendung des vorgestellten MDA-Ansatzes kommt es zur Notwendigkeit des Austausches der fachlichen Datenobjekte. Es sind deshalb Mappings zwischen den Elementen der ausgetauschten Datenobjekte vorzunehmen. Dabei werden innerhalb des Integrationssystems die einzelnen Nachrichtenformate ineinander oder in eine so genannte Common Language (beispielsweise das Common Information Model CIM) überführt. Dieses Format dient als Austausch- oder Zwischenformat zwischen allen beteiligten Formaten.

Zur Integration werden daher vor einer Kopplung fachliche Mappings durch einen Domänenexperten erstellt, die dann umgesetzt werden. Bei einer Verwendung des Common Information Model CIM lässt sich auch für die Erstellung der XML-Nachrichtenschemata ein MDA-basierter Ansatz nutzen, bei dem aus einer in XMI serialisierten Darstellung des gesamten CIM einzelne Objekte samt Attributen ausgewählt werden können und durch eine Umwandlung in OWL, RDFS oder XSD für die nachrichtenbasierte Integration nötige Schemata erzeugt werden können [KS03].

Im Gegensatz zu der früher üblichen und aufwändigen Erstellung von Adaptern für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zwischen Systemen muss bei der Verwendung einer Common Language nur jeder Standard auf das Zwischenformat abgebildet werden statt wie sonst üblich im schlimmsten Falle paarweise zwischen den Standards aller Systeme. Dies setzt voraus, dass sich

alle fachlichen Objekte in das Zwischenformat (z.B. CIM) abbilden lassen bzw. das Zwischenformat für nötige proprietäre Erweiterungen entsprechende Mechanismen zur Verfügung stellt. Daher ist eine nachrichtenbasierte Integration nicht für jeden Anwendungsfall sinnvoll durchführbar.

Eine Integration von Standards, die direkt miteinander verknüpft werden sollen, ohne die Verwendung einer gemeinsamen Zwischensprache kann beispielsweise über die semantische Ebene erfolgen. Bei einer ontologiebasierten Integration werden gemeinsame Konzepte ermittelt, die dann in einem späteren Schritt mittels einer Upper-Ontologie [KHR05] aufeinander abgebildet werden. Hierfür stehen verschiedene Methodiken des Ontology-Matchings und Ontology-Mappings bereit. Eine detaillierte Beschreibung eines entsprechenden Mappings und eine Marktübersicht über gängige Methoden finden sich in [AHH05]. Durch die Abbildung der einzelnen Ontologien müssen nicht die einzelnen Datenmodelle angepasst werden, was wegen existierender Implementierungen durch Hersteller oftmals nicht möglich ist. Die semantische Verknüpfung über gleiche Konzepte ist in der Energiebranche jedoch noch eine offene Herausforderung, erste Ansätze existieren für die Integration des CIM IEC 61970 sowie der Feldebenekommunikation IEC 61850 [Sc02], [KPF03].

## **6 Techniken MDA-basierter Integration**

Aufgrund des frühen Stadiums der Erforschung MDA-basierter Integrationsmethoden und bisher kaum vorhandenen praktischen Erfahrungen in diesem Bereich können an dieser Stelle noch keine aussagekräftigen Evaluationsergebnisse präsentiert werden, sieht man von Schätzungen und ersten Kopplungen ab, die jedoch keine wissenschaftliche Bewertung des Gesamtverfahrens ermöglichen. Es werden stattdessen an dieser Stelle Metriken festgelegt, die für die Evaluation MDA-basierter Integration als relevant angesehen und zur späteren Evaluation herangezogen werden. Basis dieser Kriterien sind allgemein diskutierte Vor- und Nachteile der MDA sowie Punkte, die sich aus der Integration ergeben. Die folgenden Kriterien wurden dabei identifiziert:

*Entwicklungskosten:* Einer der erwarteten Vorteile des Einsatzes des MDA-Ansatzes ist die Verkürzung der Entwicklungszeit und damit auch die Senkung der Entwicklungskosten. Das soll vor allem durch Verringerung der manuellen Implementierung durch den Einsatz von Generator-technologie geschehen. Eine Voraussetzung für diese Annahme ist aber, dass der

Komplexitätsgrad der verwendeten Modelle deutlich geringer ist als die Komplexität von Programmcode. Eine weitere Voraussetzung ist, dass ein hohes Maß an Wiederverwendung, vor allem in Bezug auf die Generatoren und die Werkzeuge zur Modelltransformation, möglich ist. Auch die Verwendung von Standards, wie z.B. das Common Information Model, unterstützt dieses Ziel.

*Codequalität:* Es wird davon ausgegangen, dass durch den Einsatz des MDA-Ansatzes die Qualität des erzeugten Quellcodes steigt. Dazu tragen zu einem großen Teil die Wiederverwendung von Generatoren und Templates bei. Durch häufige Wiederverwendung sinkt die Wahrscheinlichkeit von Fehlern im Gegensatz zu manuell erzeugtem Quellcode. Durch die Beachtung von Programmierkonventionen kann auch die Lesbarkeit des Codes auf einem gleichmäßig hohen Niveau gehalten werden.

*Wartbarkeit:* Dadurch dass Änderungen am System nur an den entsprechenden Modellen und nicht direkt am Quellcode vorgenommen werden müssen, steigt auch die Wartbarkeit von MDA-basierten Systemen im Gegensatz zu konventionell erstellten Systemen. Dieser Punkt ist besonders wichtig für Integrationssysteme, da alle integrierten Systeme jederzeit Änderungen erfahren können, an die das Integrationssystem möglichst schnell und flexibel angepasst werden muss.

*Performanz und Skalierbarkeit:* Weitere nicht-funktionale Anforderungen, die an ein Informationssystem gestellt werden sind Performanz und Skalierbarkeit, da sie die Arbeit mit dem erstellten System erheblich beeinflussen können. Auch hier werden dem MDA-Ansatz aufgrund der strukturierten Herangehensweise und der Möglichkeit, diese Faktoren bereits im Stadium der Modellierung berücksichtigen zu können, Vorteile zugesprochen. Im Falle der beschriebenen Integration ist das von hoher Relevanz, da das nicht-funktionale Verhalten heterogener Systeme berücksichtigt werden muss.

Die Untersuchung dieser Kriterien in einem praxisnahen Szenario ist Inhalt zukünftiger Forschung. Eine Möglichkeit dafür bietet das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt MINT [MINT06]. In diesem Projekt werden Vorgehensweisen zur modellbasierten Integration entwickelt. Ein Teil des Projektes ist zudem die Durchführung einer Fallstudie, in der die Vorgehensweisen im konkreten Anwendungskontext evaluiert werden. Ein mögliches Szenario ist dabei das in Abschnitt 5 erläuterte Beispiel.

## 7 Ausblick

Dieser Beitrag hat einen Überblick über die aktuelle IT-Situation von Energieversorgungsunternehmen in Deutschland gegeben und die Notwendigkeit zur Kopplung von Informationssystemen in diesem Bereich anhand eines Beispiels verdeutlicht. Es wurde ein Ansatz zur losen Kopplung von Informationssystemen durch eine MDA-basierte Integration mittels eines Integrationssystems gegeben. Der Ansatz basiert dabei auf einer Kopplung aller Systeme auf Prozessebene. Dies ermöglicht es, die Systeme zu großen Teilen lediglich um eine Service-Schicht zu erweitern (sollte diese nicht bereits existieren), anstatt die Funktionslogik der Systeme verändern zu müssen.

Der beschriebene Ansatz ist Gegenstand des Forschungsprojektes MINT, das im Rahmen der „Software Engineering 2006“-Initiative des BMBF durchgeführt wird. Die in dem Projekt gemachten Praxiserfahrungen werden von den Projektpartnern projektbegleitend zur Verfügung gestellt. Interessante und offene Fragen betreffen dabei insbesondere die praktische Umsetzung der Webservice-Extraktion (siehe Kapitel 4) aus Systemen des produktiven Betriebes sowie die Abbildung der verschiedenen Systemnachrichten innerhalb des Integrationssystems (vgl. Kapitel 5).

## Literaturverzeichnis

- [AHH05] Abels, S.; Haak, L.; Hahn, A.: Identification of Common Methods Used for Ontology Integration Tasks. In: Proceedings of the first International ACM Workshop on Interoperability of Heterogeneous Information Systems (IHIS05), CIKM conference proceedings. ACM, Sheridan Publishing, 2005.
- [Bu05] Bundesministerium der Justiz: Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung, neues Energiewirtschaftsgesetz (EnWG), [http://bundesrecht.juris.de/enwg\\_2005](http://bundesrecht.juris.de/enwg_2005), 2005.
- [Bu06] Bundesnetzagentur, Beschlusskammer 6, AZ BK6-06-009, Festlegung einheitlicher Geschäftsprozesse und Datenformate zur Abwicklung und Belieferung von Kunden mit Elektrizität, 2006

- [BW02] Brand; Wimmer: Der Standard IEC 61850 Offene Kommunikation in Schaltanlagen im deregulierten Strommarkt. Bulletin SEV/VSE 1/02, 2002; 9-13.
- [CHK05] Conrad, S.; Hasselbring, W.; Koschel, A.: Enterprise Application Integration. Grundlagen - Konzepte - Entwurfsmuster – Praxisbeispiele, Spektrum Akademischer Verlag , 2005
- [DIN00] Deutsches Institut für Normung e.V.: Gesamtwirtschaftlicher Nutzen der Normung: Zusammenfassung der Ergebnisse, wissenschaftlicher Endbericht mit praktischen Beispielen, Berlin, Wien, Zürich, Beuth Verlag, 2000
- [HHP00] van den Heuvel, Willem-Jan; Hasselbring, Wilhelm; Papazoglou, Mike: Top-Down Enterprise Application Integration with Reference Models. In: Australian Journal of Information Systems 8 (2000) 1, S. 126-136.
- [IE90] IEEE, IEEE Standard Computer Dictionary: A compilation of IEEE standard computer glossaries, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1990.
- [In03] International Electrotechnical Commission: INTERNATIONAL STANDARD IEC 61970-301: Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 301: Common Information Model (CIM) Base. International Electrotechnical Commission, 2003.
- [KHR05] Kalfoglou, Y.; Hu, B.; Reynolds, D. & Shadbolt, N.: Semantic Integration Technologies Survey; 2005, <http://eprints.ecs.soton.ac.uk/10842/>
- [KPF03] Kostic, Tanja; Preiss, Otto; Frei, Christian: Towards the Formal Integration of Two Upcoming Standards. IEC 61970 and IEC 61850. In (El-Hawary; Little (Hrsg.)): Proceedings for the 2003 LESCOPE Conference, Montreal, 7-9 May, IEEE Publishing, 2003.
- [KS03] Kalfoglou, Y. and Schorlemmer, M.: Ontology mapping: the state of the art. The Knowledge Engineering Review 18(1) pp. 1-31.

- [Lu05] Luhmann, Till: Ein service-orientierter Ansatz zur nachhaltigen Anwendungsintegration in Unternehmen. GI Jahrestagung (2) 2005: 402-406
- [Mae03] März, Wolfgang: Importance of Standardisation – The Business Case, Vortrag auf dem DKE 952 Treffen Dortmund 2003, 2003
- [MINT06] Projektseite des MINT-Projekts. <http://www.mint-projekt.de>. (Abruf: 20.07.06)
- [OMG03] OMG, MDA Guide 1.0.1. <http://www.omg.org/docs/omg/03-06-01.pdf>. (Abruf: 20.07.06), 2003
- [Sc04] Schwarz, Karlheinz: IEC 61850, IEC 61400-25, and IEC 61970: Information models and information exchange for electric power systems. Proceedings of the Distributech 2004, Orlando, Florida, 2004.
- [Us05]. Uslar, M.; Schmedes, T.; Luhmann, T.; Appelrath, H.-J.: Eine serviceorientierte Architektur für das dezentrale Energiemanagement. In: Armin B. Cremers, Rainer Manthey, Peter Martini, Volker Steinhage (Hrsg.): INFORMATIK 2005: Informatik LIVE!, Band 2, Beiträge der 35 Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) 19. bis 22. September 2005 in Bonn, Gesellschaft für Informatik, Bonn, Köllen Verlag, Bonn, S.622-626, 2005
- [Us05b]. Uslar, M.; Schmedes, T.; Luhmann, T.: Rahmenbedingungen und Lösungen für Enterprise Application Integration bei EVU. In: Softwaretechnik-Trends, 25(2), Gesellschaft für Informatik, Bonn, S.74-75, 2005
- [Wei05] Weisshaar, Rainer: Datenaustausch in einem liberalisierten Energiemarkt, emw, Heft 2/05, 2005