

# Mobilisierung und Adaption von e-Services am Beispiel von Wartungs- und Instandhaltungsprozessen

Frank Berger, Siegfried Bublit, Heinz-Josef Eikerling

Distributed Interactive Systems  
Siemens SBS C-LAB  
Fürstenallee 11  
D-33 102 Paderborn  
<vorname>.<nachname>@c-lab.de

**Abstract:** Wir erläutern in diesem Papier die wichtigsten technischen Aspekte bei der Mobilisierung elektronischer Dienste (e-Services) exemplarisch anhand einer Anwendung aus dem Bereich Wartung und Instandhaltung. Dazu zählen die Analyse der Mobilitätsanforderungen, die Unterstützung von Adaptivität und die service-orientierte Umsetzung der Realisierung, um so die Modularität und die Erweiterbarkeit des Systems zu sichern. Schließlich werden einige Ergebnisse der Anwendung des Systems im Bereich der Wartung von Flugzeugen gegeben.

## 1 Einleitung

Die Mobilisierung elektronischer Dienste (sog. e-Services [KBS05]) wird schon seit geraumer Zeit als aussichtsreicher Zukunftsmarkt betrachtet. Gemeinhin werden hier *Business to Consumer* (B2C), *Business to Employee* (B2E) und *Business to Business* (B2B) Dienste bezüglich der interagierenden Parteien unterschieden. Zu diesen grundsätzlichen Kategorien lassen sich jeweils konkrete Realisierungen zitieren, welche die durch die Mobilisierung erreichten Mehrwerte belegen. Exemplarisch seien an dieser Stelle erwähnt:

- *B2C*: einfache mobile Datendienste wie SMS / MMS, mobile Nachrichten- und Informationsdienste, mobile Suche, mobile personalisierte Reiseauskunft für unterschiedliche Verkehrsmittel (Bahn oder Flugzeug), Reiseauskunft für spezielle Ereignisse (z.B. anlässlich der Fußball-WM 2006), Routenplanung / -beratung, mobile Bezahlvorgänge / mobiles Ticketing, mobile Gewinnspiele etc.
- *B2B*: mobile Überwachung von Prozessen, mobile Verfolgung, mobiles Personalmanagement (z.B. im Hinblick auf die Einsatzplanung), mobile Leistungserfassung (z.B. der Arbeitszeiten bei einem Vorort-Einsatz) etc.
- *B2E*: mobiles Büro, mobiler Vertrieb, mobile Überwachung von Prozessen, mobile Leistungserfassung (z.B. der Arbeitszeiten bei einem Vorort-Einsatz) etc.

Für die separate Betrachtung dieser Bereiche sind die Ziele der mobilen Bereitstellung der Dienste maßgeblich: für den Bereich B2C sind diese in der Offerierung eines Mehrwertes durch die Unterstützung von Mobilität zu sehen, der die *Erschließung neuer Kundengruppen* oder die *festere Bindung* von existierenden Nutzergruppen erlaubt. In den Bereichen B2B und B2E ist die Aussicht, die *Informationsqualität* und -*verfügbarkeit verbessern* und *Prozesse beschleunigen* zu können, von hoher Wichtigkeit.

Derartige Überlegungen sind Bestandteil einer eingehenden *Kosten-Nutzen-Analyse*, die wir in dieser Betrachtung ausklammern. Vielmehr motivieren und beschreiben wir im Folgenden die wesentlichen *technischen* Aspekte und die sich daraus ergebenden Verbesserungs-Potentiale bei der Konzeption und Umsetzung von B2E e-Services auf Basis einer *Service-Plattform*. Der Fokus liegt dabei auf Prozessen aus der Domäne Wartung und Instandhaltung. Der Vorzug einer solchen Plattform ist in der effizienteren Erstellung von Klassen von Anwendungen aus derselben Domäne (Wartung und Instandhaltung für verschiedene Arten von Wartungsobjekten) und ggf. sogar der Service-Kategorien zu sehen. Dies ist nahe liegend, denn ganz offensichtlich lassen sich einzelne e-Services in der obigen Aufstellung mehr als einer Kategorie zuordnen.

## 2 Aspekte der Mobilisierung

Die Anforderungen an eine Service-Plattform sind in Bezug zu den o.g. Beispielen vielfältig und umfangreich. Wir identifizieren nachfolgend drei Aspekte, die zumindest für e-Services im Bereich B2E wesentlich sind.

### 2.1 Unterstützung von Mobilität

Gemeinhin unterscheidet man die folgenden Arten von Mobilität [Pa00]: *Endgerätemobilität* (die Vernetzung eines Gerätes bleibt auch bei Ortswechsel erhalten), *Benutzermobilität* (die Vernetzung des Nutzers bleibt auch z.B. bei Gerätewechsel erhalten) und *Dienstmobilität* (die Vernetzung eines Benutzers mit einem Dienst ist unabhängig von dessen Aufenthaltsort gegeben). Eine Service-Plattform sollte alle 3 Arten von Mobilität unterstützen.

Zur Ermöglichung der o.g. Arten von Mobilität ist die Anbindung an eine Kommunikationsinfrastruktur und die Verwaltung der von den Services verwendeten Ressourcen von essentieller Bedeutung. Prinzipiell kann man hier 2 Kommunikationsmuster unterscheiden: *nomadische* Mobilität berücksichtigt die temporäre Unverfügbarkeit von Kommunikationsressourcen, während bei der *übergangslosen* Mobilität<sup>1</sup> von einem kontinuierlichen Dienst-Zugriff über die Kommunikationsinfrastruktur ausgegangen wird. Mechanismen der Offline-Nutzung in nomadischen Anwendungsszenarien stellen dabei signifikante und komplexe Anforderungen an die Service-Plattform.

---

<sup>1</sup> Im Englischen als *seamless mobility* bezeichnet.

## 2.2 Unterstützung von Adaptivität

Adaptivität der Dienste ist eine direkte Folge der Mobilität. So müssen sich Dienste und auf diese zugreifende Anwendungen zur Unterstützung von Endgeräte-Mobilität an den Benutzer weitgehend automatisiert anpassen lassen, da die Interaktion mit den mobilen Endgeräten recht eingeschränkt ist. Gleiches gilt für Anwendungen und Dienste bei einem Ortswechsel. Entscheidend ist hier die Verwaltung und Berücksichtigung von Kontextdaten [SAW94], dazu zählen neben der Lokation auch die Eigenschaften von kontext-sensiblen Objekten (Benutzer, Geräte, Anlagen) oder die aktuelle Zeit bzw. das aktuelle Wetter. Adaptionsmechanismen erlauben hier die Anpassung der in Form von Diensten gekapselten Funktionen an unterschiedliche Anwendungskontexte.

Eine Service-Plattform sollte demzufolge die *Konfigurierbarkeit* von Geräten und Diensten, sowie die *Personalisierung* in einer möglichst automatisierten und standardisierten Form unterstützen, um so z.B. die Benutzerinteraktionen auf ein Minimum zu reduzieren.

## 2.3 Unterstützung der Service-Integration

Die Unterstützung von Modularität ist eine wichtige Eigenschaft einer Software-Plattform. Betrachtet man einen e-Service als eine *Kapselung von Daten und darauf arbeitenden Funktionen / Algorithmen durch eine Menge von Schnittstellen*, so ist für eine weitgehende Modularisierung die Integration von Services wünschenswert. Hier sind die folgenden zwei Aspekte zu betrachten:

*Logische Integration:* Für die Mobilisierung von Diensten gilt dies insbesondere im Hinblick auf die Berücksichtigung von Aspekten der Dezentralisierung, d.h. die Plattform fungiert nicht als monolithischer Applikationsserver, sondern berücksichtigt die Verteilung der Dienste über verschiedene Knoten hinweg. Damit wird auch die Grundlage zur Aggregation von Diensten geschaffen. Im Hinblick auf die in der Einleitung genannten Beispiele lassen sich zum Beispiel Routenplanung / -beratung mit Diensten zur Parkinformation / Stauinformation oder eine personalisierte Reiseauskunft mit einer Sitzplatzbuchung kombinieren.

Die Integration bezieht sich aber nicht nur auf die Kombination verschiedener e-Services, sondern auch auf die Interaktion mit den von der Service-Plattform bereitgestellten Basisdiensten, etwa zum Management (*Discovery, Aggregation, Choreography*) des e-Service.

*Technische Integration:* Service-orientierte Architekturen (SOA), so wie sie etwa von der W3C [WCL05] für Web-Services spezifiziert werden, sind ein gängiges Vehikel, die technische Integration der über Dienste gekapselten und bereitgestellten Funktionen und deren konvergente Nutzung durch einen Middleware-Ansatz auch über Plattform- und Technologie-Grenzen hinweg zu ermöglichen. Java und .NET<sup>2</sup> stellen hier technische

---

<sup>2</sup> Speziell Java enthält unterschiedlich Konzepte (J2EE / EJB, OSGi,...) zur Erstellung von service-orientierten SW-Architekturen. In .net konzentrieren sich diese Konzepte auf .net Framework.

Basisfunktionen zur Erstellung und Verwaltung speziell von Web-Services bereit. Durch Nutzung der W3C-Standards können derartige Services prinzipiell miteinander kombiniert werden. Die Notwendigkeit der technischen Integration beider Welten ergibt sich z.B. aus der Tatsache, dass .NET momentan eher bei geschäftskritischen Anwendungen im Mittelstand eingesetzt wird, während Java eher bei großen Anwendungen im Finanzsektor und im Portalbereich dominiert [Ha05].

Service-Orientierung ermöglicht hier die Verfolgung eines *Best-of-Breed*-Konzeptes und von der konkreten technischen Umsetzung gerade im Hinblick auf sich ändernde technische Parameter (etwa Performanz, siehe [Ga06]) der beiden dominierenden Plattformen zu abstrahieren. Die Web Service-Architektur von W3C (WS-A) weist eine erhebliche Komplexität auf, so dass vielfach in proprietären Adaptionen Bezug nehmend auf die darunter liegenden Konzepte die Plattform auf das Notwendige reduziert wird. Als entscheidende Charakteristiken für diese Konzepte seien zustandloses Kommunikations-Protokolle, wohldefinierte und -definierbare Operationen, universelle Syntax, Verlinkung von Information durch Hypermedia-Konzepte genannt, siehe [Fi00].

### 3 Mobile e-Services in Wartung und Instandhaltung

Wie können die zuvor dargestellten generischen Anforderungen in einer konkreten Anwendung umgesetzt werden? Exemplarisch betrachten wir hier die Mobilisierung von Wartungs- und Instandhaltungsprozessen bezogen auf einen spezifischen Bereich (Wartung von Flugzeugen), da hier das Potenzial besonders gut erkennbar wird. Im Gegensatz etwa zur Wartung von Automobilen sind die Prozessübergänge in Fällen von Hochtechnologien aufgrund der Sicherheitsanforderungen wesentlich stärker formalisiert, was entsprechende Interaktionen mit anderen Prozessteilnehmern (z. B. zentraler Helpdesks oder gar Clearing-Stellen) hinsichtlich der Freigabe erforderlich macht. Die Grundprinzipien lassen sich aber leicht auf andere komplexe Anlagen und Maschinen übertragen.

#### 3.1 Analyse

*Mobilität:* Der Nutzen der Mobilisierung ergibt sich hier aus der Zeitersparnis bei der Durchführung von Prozessen, die je nach konkretem Anwendungsfall [BE05] zwischen 50% und 70% liegen kann. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Produktivität steigt, wenn dem Wartungsingenieur eine integrierte Dienst-Umgebung, zum Beispiel Informations- und Analysedienste, an Ort und Stelle zur Verfügung stehen.

Insofern ist die *Benutzermobilität* im Wartungsareal zu unterstützen. Da Wartungsdaten über ein mobiles Endgerät oder via stationärem Terminal zugegriffen werden können, ist die *Endgerätemobilität* in dem ggw. Szenario nur eingeschränkt und *Dienstmobilität* gar nicht zu berücksichtigen. Anforderungen entstehen hier aus der diskontinuierlichen Kommunikationsumgebung. Die hierbei spontan auftretenden temporären Unterbrechungen der drahtlosen Kommunikation erfordern die Berücksichtigung nomadischer Zugriffsmuster; d.h. Wartungsdaten müssen lokal vorgehalten werden, um die Fortsetzung der Arbeit im Falle einer Unterbrechung der Kommunikation zu gewährleisten.

*Adaptivität:* Im Rahmen der realisierten Projekte im Wartungsumfeld von Flugzeugen hat eine eingehende Analyse gezeigt, dass für die Steuerung der Abläufe unterschiedliche Eingabe-Modalitäten (Text, Sprache, Gestik) und deren Kombination zur Produktivitätssteigerung zu berücksichtigen sind. Erst damit wird die geforderte Effizienz erzielt. Dies ist auch dadurch bedingt, dass neben dem mobilen Endgerät zeitgleich weiteres Werkzeug bedient werden muss. Gleiches gilt für die Ausgabe-Modalitäten; hier ist für bestimmte Anwendungsfälle die Kombination von Sprach- und Bildausgabe erforderlich. So können z.B. Spracheingabe mit Gestik und Ausgabe auf visuellen Ausgabegeräten gekoppelt werden.

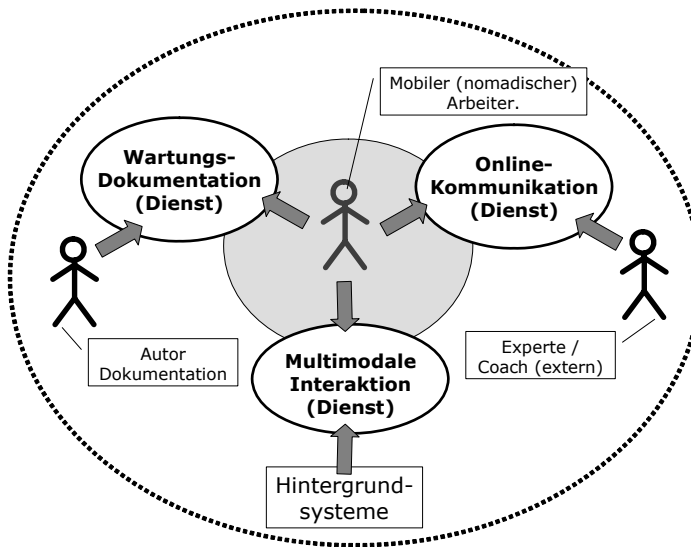


Abbildung 1: e-Services zur Unterstützung nomadischen Wartungspersonals.

Aus Sicht des Nutzers ist nun die Konfiguration der Modalitäten von Bedeutung. Adaptivität in diesem Zusammenhang meint, dass ein Wechsel der Modalität (Umstellung von Text- auf Spracheingabe) in Abhängigkeit einer Änderung des Kontextes (es wird ein Abschnitt der Wartungsprozedur ausgeführt, während der handfreies Arbeiten erforderlich ist) des Benutzers weitgehend automatisch ausgeführt wird. Ebenso kann die Wartungsprozedur in Abhängigkeit von einem Ortswechsel vorkonfiguriert werden.

*Service-Integration:* Die eigentliche Wartungsanwendung muss i.W. drei Dienste integrieren (siehe Abbildung 1). Zunächst wird die Wartungsdokumentation über einen entsprechenden Dienst bereitgestellt. Die Kommunikation mit dem Hintergrundsystem wird über einen multi-modalen Interaktionsdienst koordiniert. Schließlich lassen sich dedizierte Kommunikationsdienste zur Kommunikation mit Sacharbeitern und Experten integrieren, die den kontinuierlichen Kommunikations- und Informationsbedarf bei der Durchführung der Wartungsprozeduren unterstützen.

Die funktionalen Erfordernisse hinsichtlich nomadischer Mobilitätsunterstützung des Benutzers, der Endgerätemobilität und der Adaptivität der Anwendung werden durch die Bereitstellung von Diensten zum Offline-Caching von Wartungsdaten, sowie zum Management von Sitzungen (Session-Manager) und Annotationen (Annotation-Manager) unterstützt.

### 3.2 Resultate

Die komplette Realisierung des Gesamtsystems wird in [Bu06] beschrieben. Der Realisierung liegt eine Service-Orientierung auf Basis der Java-Konzepte zugrunde, ohne jedoch die einzelnen Dienste vollständig WSA-kompatibel zu implementieren. Dies hat weitgehend technische Gründe: so wurde in der prototypischen Umsetzung ein PDA als leichtgewichtiger Client, sowie ein PC (Notebook) als Server eingesetzt. An den Service-Schnittstellen wird http zur Steuerung des Kontroll-Flusses und zum Austausch von Dokumenten, sowie teilweise native Protokolle für den Datenaustausch (z.B. rtp für die Aufbereitung von Videodaten auf dem Server zur Gestikererkennung) eingesetzt.

Die Evaluierung des Gesamtsystems ist komplex und wurde für einzelne Teile im Wartungszentrum beim Flugzeug-Hersteller (Airbus) über einen Dienstleister in Toulouse vorgenommen. Dieser übernimmt auch Reparaturen und Überholungen, die in Bordeaux vorgenommen werden. Ein Online-Maintenance-Zentrum befindet sich in Paris am Flughafen Charles-de-Gaulles. Durch die hier vorgestellte Lösung können die allgemeinen Arbeitsbedingungen (großes Wartungsareal, die erforderlichen technischen und organisatorischen Daten sind nicht direkt am Arbeitsplatz abrufbar, 20% bis 50% Prozent der Arbeitszeit innerhalb der Wartungsprozeduren wird für die Suche nach Information verwandt, es gibt keine Möglichkeit auf Expertise außerhalb des Wartungsareals direkt zuzugreifen) signifikant verbessert werden. Die Extrapolation der bisherigen Teilergebnisse lässt auf eine Reduktion der durchschnittlichen Durchlaufzeiten zwischen 30% und 65% hinsichtlich des gesamten Prozesses schließen.

## 4 Zusammenfassung und Bewertung

Bei der Mobilisierung von Diensten tritt gegenwärtig eine gewisse Widersprüchlichkeit zu Tage: zum einen ist die Verbreitung mobiler Endgeräte und damit die Grundlage der mobilen Nutzung elektronischer Informations- und sonstiger Dienste signifikant gestiegen, auf der anderen Seite konnten geschäftliche Erwartungen bislang nicht oder zumindest nicht vollständig erfüllt werden<sup>3</sup>. Dies hängt in kritischer Weise mit der Erfüllung der Kosten-Nutzen-Relation zusammen, die für nicht wenige Geschäftsmodelle (z.B. durch zu hohe Kommunikationskosten) vor allem im Bereich B2C nicht gegeben ist. In den Bereichen B2B und B2E sehen wir dies für die mobile Wartung und Instandhaltung komplexer Produkte speziell bei einer service-orientierten Umsetzung, welche die Erweiterbarkeit und Anpassbarkeit im Hinblick auf andere

---

<sup>3</sup> Dies wird auch als ‚Advanced mobile services paradox‘ bezeichnet [BCD05].

Anwendungen ermöglicht, für gegeben und es gibt einige Ansätze, Service-Prozesse durch geeignete SW-Plattformen zu unterstützen (siehe zum Beispiel [DSB06]).

Wir haben in diesem Zusammenhang die unserer Meinung nach drei wichtigsten Aspekte zur Umsetzung mobiler e-Services in Form einer Plattform herausgearbeitet, so dass die resultierenden Konzepte auch allgemeiner als in dem geschilderten Bezug anwendbar sind. Zum einen kann die Lösung im Bereich B2E / B2B auch für Wartungsprozesse und bei der Fabrikation von komplexen Gütern in anderen Industrien (Automobil-, Schiffs-, Anlagenbau etc.) eingesetzt werden. Zum anderen betrachten wir momentan Adaptionen der Plattform für mobile Prozesse bei der medizinischen Versorgung und im Bereich Notfall-Management. Hierfür sind dann aber noch zusätzliche Anforderungen zu unterstützen. So haben wir bislang Sicherheitsaspekte (Authentisierung, Autorisierung, Integrität, Vertraulichkeit, Verbindlichkeit, Anonymität) nicht oder nur eingeschränkt betrachtet. In dem hier beschriebenen konkreten Anwendungsfall steht lediglich die Gewährleistung von Vertraulichkeit, was relativ leicht durch eine Verschlüsselung der Kommunikationskanäle erreicht werden kann, im Vordergrund. Für die Betrachtung der o.g. Anwendungsgebiete ist aber eine weitergehende Unterstützung von Wichtigkeit, da Sicherheitsbedenken ein wesentliches Hemmnis für die Akzeptanz mobiler Lösungen darstellen [IDC05].

## Literaturverzeichnis

- [BE05] Bublitz, S.; Eikerling, H.-J.: Optimierung von Wartungs- und Instandhaltungsprozessen durch Wearable Computing, C-LAB Report, Vol. 4 (2005) No. 2, ISSN 1619-7879.
- [BCD05] Blechar, J.; Constantiou, I.; Damsgaard, J.; Seeking answers to the advanced mobile services paradox, Proc. IFIP International working conference on mobile information systems, Leeds, UK, Dec. 2005.
- [Bu06] Burmeister, R. et al.: SNOW - A multimodal approach for mobile maintenance applications, 4th International Workshop on Distributed and Mobile Collaboration (DMC 2006), Manchester, June 2006.
- [DSB06] Decker, M.; Schiefer, G.; Bulander, R.: A SME-friendly framework for the provision of mobile services, Proc. 5<sup>th</sup> International Conference on Mobile Business (ICMB 2006), Copenhagen, Denmark, June 2006.
- [Fi00] Fielding, R.: Representational State Transfer: An Architectural Style for Distributed Hypermedia Interaction, PhD Thesis, University of California, Irvine, 2000.
- [Ga06] Garcia, D. et al.: Benchmarking of Web Services Platforms – An Evaluation with the TPC-App Benchmark, WebIST, Setubal / Portugal, April 2006.
- [Ha05] Hattwig, J.: Java vs. .NET: Virtuelle Maschinen im realen Markt, IT Strategie, 9. Jahrgang, November 2005.
- [KBS05] Krafzig, D.; Banke, K.; Slama, D.: Enterprise SOA. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River 2005.
- [IDC05] Kaltenbrunner, R.: Austria Enterprise Mobility Solutions 2005, Survey, IDC Austria 2005.
- [Pa00] Pandya, R.: Mobile and Personal Communication Systems, IEEE Press, 2000.
- [SAW94] Schilit, S.; Adams, N.; Want, R.: Context-aware computing applications, Proc. IEEE workshop on mobile computing systems and applications, Santa Cruz, USA, 1994.
- [WCL05] Weerawarana, S.; Curbera, F.; Leymann, F.: Web Services Platform Architecture. Prentice Hall PTR, Upper Saddle River/NJ 2005.