

2011

Informationssystemarchitekturen zur Unterstützung technischer Kundendienstleistungen

Michael Fellmann

University of Osnabrück Institute of Information Management and Corporate Governance, Chair in Information Management and Information Systems, michael.fellmann@uni-osnabrueck.de

Sebastian Hucke

Universität Osnabrück, Sebastian.hucke@uniosnabrueck.de

Rüdiger Breitschwerdt

Universität Osnabrück, Ruediger.breitschwerdt@uniosnabrueck.de

Oliver Thomas

University of Osnabrück Institute of Information Management and Corporate Governance, Chair in Information Management and Information Systems, oliver.thomas@uni-osnabrueck.de

Nadine Blinn

Universität Hamburg, Nadine.Blinn@wiso.uni-hamburg.de

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/wi2011>

Recommended Citation

Fellmann, Michael; Hucke, Sebastian; Breitschwerdt, Rüdiger; Thomas, Oliver; Blinn, Nadine; and Schlicker, Michael, "Informationssystemarchitekturen zur Unterstützung technischer Kundendienstleistungen" (2011). *Wirtschaftsinformatik Proceedings 2011*. 94.

<http://aisel.aisnet.org/wi2011/94>

This material is brought to you by the Wirtschaftsinformatik at AIS Electronic Library (AISEL). It has been accepted for inclusion in Wirtschaftsinformatik Proceedings 2011 by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISEL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

Authors

Michael Fellmann, Sebastian Hucke, Rüdiger Breitschwerdt, Oliver Thomas, Nadine Blinn, and Michael Schlicker

Informationssystemarchitekturen zur Unterstützung technischer Kundendienstleistungen

Michael Fellmann,¹ Sebastian Hucke,¹ Rüdiger Breitschwerdt,¹
Oliver Thomas,¹ Nadine Blinn,² Michael Schlicker³

¹Universität Osnabrück,
Institut für Informationsmanagement
und Unternehmensführung,
Katharinenstraße 3,
49069 Osnabrück
{Vorname.Nachname}@uni-
osnabrueck.de

²Universität Hamburg,
Fakultät WISO –
Wirtschaftsinformatik,
Max-Brauer-Allee 60,
22765 Hamburg
Nadine.Blinn@wiso.uni-
hamburg.de

³INTERACTIVE
Software Solutions
GmbH Saarterrassen,
Hochstraße 63,
66115 Saarbrücken
Michael.Schlicker@interactive-
software.de

ZUSAMMENFASSUNG

Vor dem Hintergrund immer komplexer werdender Maschinen und Anlagen ist die passgenaue Bereitstellung von Informationen für den Technischen Kundendienst (TKD) zunehmend eine Voraussetzung für effiziente Dienstleistungsprozesse. Der Beitrag beschreibt die Konzeption einer Architektur zur Unterstützung des TKD in Form einer Integrationsplattform. Diese deckt einerseits den Informationsbedarf des TKD durch die Bereitstellung integrierter Daten aus den spezialisierten Teilsystemen ab. Andererseits ermöglicht sie eine in der Praxis oft vernachlässigte Rückkopplung des TKD mit den anderen Unternehmensbereichen. Neben der Identifikation zu integrierender Systemklassen werden Optionen und Technologien zur Umsetzung der Integrationsplattform aufgezeigt. Der Beitrag schafft einen Rahmen für zukünftige Diskussionen zur informationstechnischen Unterstützung technischer Kundendienstleistungen.

Schlüsselwörter

Technischer Kundendienst, Architektur, Integrationsplattform

1. EINLEITUNG

1.1 Aktuelle Entwicklungen im TKD

Hersteller von Sachgütern können in zunehmend gesättigten Märkten kaum noch Wettbewerbsvorteile über den Preis der Sachgüter erlangen [26]. Als Differenzierungsmerkmal gegenüber Wettbewerbern wird den produktbegleitenden Dienstleistungen ein hohes Wertschöpfungspotenzial zugeschrieben [44]. Vor dem Hintergrund eines steigenden Wettbewerbsdrucks belegen aktuelle Studien deren zunehmende Bedeutung für produzierende Un-

ternehmen und Dienstleister gleichermaßen. Bereits im Jahre 2002 lag der Umsatz produktbegleitender Dienstleistungen in Deutschland bei 151,6 Mrd. Euro [32]. Als produktbegleitende Dienstleistungen in Industrieunternehmen bzw. im verarbeitenden Gewerbe werden hierbei Tätigkeiten und Leistungen verstanden, die im Zusammenhang mit Maschinen, Geräten, Systemen und Anlagen erbracht werden und dem Anwender erst deren spezifische Nutzung ermöglichen [32]. Die größten Anbieter produktbegleitender Dienstleistungen sind die Unternehmen der Elektroindustrie (32 %) und des Maschinenbaus (28 %). Mit einem Umsatzanteil von ca. 54 % nehmen hierbei die Wartung, Reparatur, Montage und Inbetriebnahme eine bedeutende Stellung ein [32]. Diese Dienstleistungen werden unter dem Begriff Instandhaltung subsumiert und zählen zu den Kernleistungen des Technischen Kundendienstes (TKD). Auch Leistungen der Planung, Beratung und Projektierung (19 %) werden dabei häufig von Kunden nachgefragt.

Vor dem Hintergrund aktueller Forschungsansätze der Hybriden Wertschöpfung wird die Bündelung von Sachgütern und produktbegleitenden Dienstleistungen zu komplexen hybriden Leistungsbündeln integriert betrachtet. Der Kunde muss nicht mehr zwischen den einzelnen Komponenten des materiellen und immateriellen Bestandteils unterscheiden, sondern fokussiert auf die Lösung seiner Problemstellungen [30; 43] – so gewinnen Rundum-Service-Angebote [41] an Bedeutung. Dies ist insofern von zunehmendem Belang, als dass die Leistungserbringung des TKD sowohl unternehmensinterne als auch -externe Wirkungen zeigen kann. Innerhalb einer Organisation vermag er Informationen und Erfahrungsberichte an Forschung und Entwicklung zu liefern und somit auch Kundenanforderungen weiterzuleiten. Diese Informationen können in die Verbesserung und Neuentwicklung von Sachprodukten, produktbegleitenden Dienstleistungen oder hybriden Leistungsbündeln einfließen. Informationen aus Reparaturberichten helfen Arbeitsvorbereitung und Produktion, Produkt- und Fertigungsfehler zu erkennen und zu beheben. Kostenintensive Mängel entstehen häufig in der planerischen Ebene und der Fertigung [36]. Durch die zielgerichtete Nutzung von Feedbackinformationen kann solchen Fehlern nachhaltig entgegengewirkt werden. Unternehmensextern kann der TKD bspw. den Vertrieb vor und während Vertragsverhandlungen bei der Produktberatung und

-präsentation unterstützen [21]. In der After-Sales-Phase erbringt der Servicetechniker vor Ort beim Kunden „im Alleingang“ sach- und fachgerechte Leistungen auf einem komplexen technischen Niveau [55]. Er ist verantwortlich für die korrekte Verrichtung der Arbeit, das Identifizieren benötigter Ersatzteile bzw. deren Beschaffung und die sichere Funktion der komplexen Produkte und Anlagen [11]. Vor diesem Hintergrund können sich während des Lebenszyklus einer Wertschöpfung ein Produktivitätspotenzial, etwa durch hybride Leistungsbündel [9], die der TKD erbringt, und damit geschäftskritische Wettbewerbsvorteile ergeben.

Um Dienstleistungen produktiver zu realisieren, wird die Informationsverarbeitung schon seit längerer Zeit als Instrument betrachtet [37]. Gerade auch im TKD hat die Bedeutung der Unterstützung durch Informationssysteme zugenommen und ist dort mittlerweile nicht mehr wegzudenken. Sie manifestiert sich vor allem in einem Trend hin zur Ausstattung der Servicemitarbeiter mit mobil einsetzbaren Anwendungen [39]. So zur Verfügung gestellte hybride Leistungsbündel würden einen Service wie den TKD zusätzlich kundengerechter und effizienter gestalten [50; 10]. Um deren Potenzial als „Innovationsmotor“ [50] optimal auszuschöpfen, besteht hierbei jedoch noch Forschungsbedarf bezüglich eines integrierten Zusammenspiels der zu Grunde liegenden Informationssysteme [48].

1.2 Probleme der Informationsversorgung im TKD

Eine Übersicht der Informations- und Kommunikationsflüsse zur Unterstützung des TKD wird in Abbildung 1 dargestellt. Die Grafik zeigt die wesentlichen Partner der erweiterten Wertschöpfungskette nach Töpfer [52], die direkt oder indirekt an der produktbegleitenden Dienstleistungserbringung des TKD beteiligt sind. Dieser ist in den Wertschöpfungsteilprozess „Service/Kundendienst“ eingeordnet, wobei in der Gesamtbetrachtung zwischen Innendienst (Disposition oder Teleservices) und Außendienst (Einsatz beim Kunden) differenziert werden muss. Direkte Wertschöpfungspartner sind F&E, Arbeitsvorbereitung & Produktion, Lagerhaltung und der Vertrieb. Indirekt wirken die Quali-

tätsicherung und das Rechnungswesen/Controlling über alle Teilbereiche. Mittlerweile existiert eine Vielzahl hochspezifischer Anwendungssysteme, die den Servicetechniker im Feldeinsatz bei verschiedenen Teilaufgaben seiner Instandhaltungstätigkeiten unterstützen [39]. Informationstechnologien werden im TKD zwar eingesetzt, arbeiten jedoch weitestgehend isoliert voneinander und kapseln die jeweils zugehörigen Daten separat. Somit kann nicht das gesamte qualitative und quantitative Spektrum potenziell verfügbarer Informationen genutzt werden, welches durch ein integriertes System erschlossen würde.

Da gleichzeitig die Instandhaltungsobjekte technisch immer komplexer und variantenreicher werden, nimmt aus Sicht des Informationsmanagements die „Flut“ an Input [24] für den Dienstleistungserbringer zu (etwa in Form des Umfangs von Handbüchern). Die zusätzlich fehlende Integration der betrieblichen Systemlandschaften führt vor diesem Hintergrund zu einer Vielzahl von Problemen, die sich folgendermaßen zusammenfassen lassen [48]:

1. Die Systeme selbst stehen zur mobilen Nutzung durch den TKD vor Ort beim Kunden nicht oder nur eingeschränkt zur Verfügung.
2. Die nutzbaren Teilsysteme existieren vielfach als Insellösungen, was den TKD-Techniker zu zeitaufwendigen und fehleranfälligen Wechseln zwischen den Anwendungssystemen zwingt.
3. Die Medien- und Anwendungsbrüche führen zu redundanter und fehleranfälliger Dateneingabe.
4. Die Aktualisierung der technischen Serviceinformationen ist sehr aufwendig. Bis alle aktuellen Informationen verteilt sind, muss der TKD vor Ort Entscheidungen auf Grundlage einer veralteten Datenbasis treffen.

Diese Rahmenbedingungen reduzieren die Produktivität der Dienstleistungserbringung bzw. egalisieren an anderer Stelle im Unternehmen bereits erbrachte Wertschöpfung. Um nun diesen Informationsbedarf durch ein entsprechendes Angebot decken zu können, bedarf es zunächst einer geeigneten Integrationsplattform zur Vernetzung der bestehenden Systeme (siehe Abbildung 1).

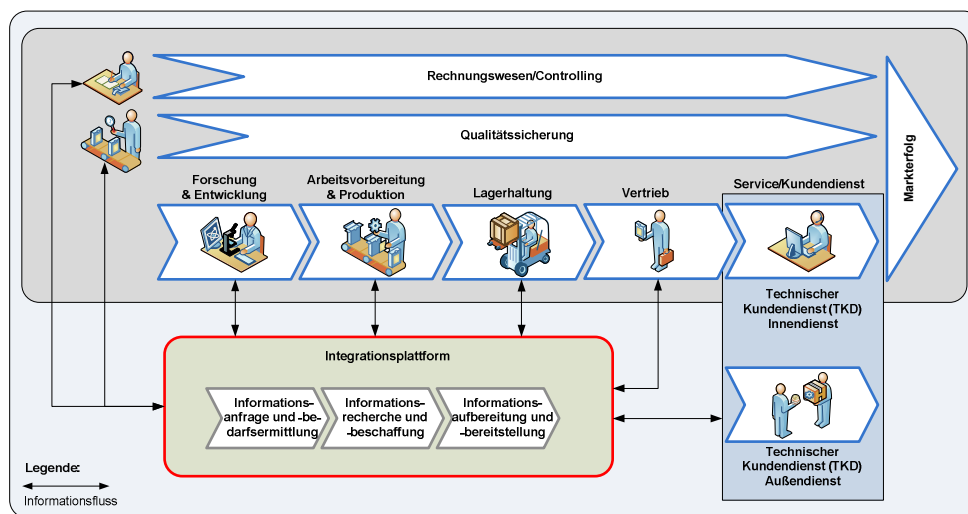


Abbildung 1: Einbindung einer potenziellen Integrationsplattform in die Informationsflüsse des TKD.

Mit der Integrationsplattform werden Informationsanfragen bearbeitet und der entsprechende Informationsbedarf ermittelt. Anschließend wird nach der gesuchten Information recherchiert und, wenn vorhanden, diese auch beschafft. Danach werden die Informationen aufbereitet und zur Nutzung in den jeweiligen Endgeräten bereitgestellt.

Zur Umsetzung der Integrationsplattform wird im vorliegenden Beitrag eine geeignete Architektur entwickelt, die den Informationsaustausch der Wertschöpfungspartner unterstützt [56] und sich dabei an den Anforderungen des TKD in der Praxis orientiert (vgl. Abschnitt 2.3). Diese Systemarchitektur soll die Voraussetzungen dafür schaffen, das Problem der mangelnden Informationssystemintegration und die damit verbundenen negativen Auswirkungen aufzulösen.

2. INFORMATIONSDINTEGRATION IM TKD

2.1 Informationssysteme

Eine informationstechnische Unterstützung von Kundendienstprozessen wird heute von vielfältigen, heterogenen Systemen geleistet und nimmt eine bedeutsame Stellung in der Praxis ein. Art und Umfang der einzelnen Komponenten und Teilsysteme variieren dabei jedoch erheblich. So beinhalten manche Systeme komplexe Expertensystem- oder Wissensmanagementkomponenten, andere dagegen integrierte Dokumentationen. Die in der betrieblichen Praxis am häufigsten anzutreffenden Informationssystemklassen sind Wissensmanagementsysteme, Instandhaltungsplanungs- und -steuerungssysteme, Condition-Monitoring-Systeme/Überwachungssysteme, Diagnosesysteme sowie Parametrisierungssysteme [48].

Wissensmanagementsysteme (WMS) werden eingesetzt, um Daten über Anlagen zu speichern und situationsgerecht abrufen zu können. Sie dienen daneben auch der Optimierung des TKD und werden zur Produktentwicklung herangezogen. Die enorme Bedeutung für den TKD ergibt sich zum einen aus der stark anwachsenden Komplexität technischer Anlagen und zum anderen aus einer verstärkten Anforderung durch den Anlagenbetreiber an den TKD [58]. Problematisch ist hierbei, dass die WMS aufgrund der semantischen und strukturellen Heterogenität der zu integrierenden Daten – wie Servicehandbücher, Reparaturleitfäden, Datenblätter, Ersatzteillisten, Erfahrungsberichte – häufig ebenfalls wieder Insellösungen darstellen und nicht alle benötigten Daten integrieren. Auch kann häufig nicht mobil auf diese Systeme zugegriffen werden, womit einerseits Reparaturprozesse erschwert werden, andererseits auch eine Auswertung von Daten, die durch den mobilen Einsatz entstehen und die zur Verbesserung der Produktion oder der Produkte verwendbar wären.

Condition-Monitoring-Systeme/Überwachungssysteme (CMS) werden zur Überwachung von Anlagen eingesetzt. Damit ist es möglich, den Anlagenzustand zu erfassen, zu bewerten sowie daraus eine Schadensfrüherkennung bzw. -prognose erstellen zu können [58]. Sie spielen meist in Verbindung mit Teleservicelösungen eine besondere Rolle bei Maschinen und Anlagen, die nicht unter ständiger Beobachtung durch technisches Personal stehen.

Diagnosesysteme bauen auf den Daten auf, die Condition-Monitoring-Systeme liefern. Sie intendieren, Fehlerursachen selbstständig festzustellen oder einen Systembenutzer bei der Suche danach zu unterstützen. Darüber hinaus stehen sie dem Nutzer auch als Beratungssystem zur Seite [16; 51]. Aufgrund der Komplexität technischer Anlagen und Produkte, gerade auch in der Kfz-Branche, werden Diagnosesysteme häufig eingesetzt und sind oftmals sogar vorgeschrieben [58]. Problematisch ist allerdings, dass viele dieser von den Diagnosesystemen gesammelten Daten nicht zur Verbesserung der Fertigung oder der Produkte genutzt werden können, da sie den entsprechenden Empfängern in Produktion und Produktentwicklung nicht zugänglich sind.

Parametrisierungssysteme (PS) dienen der Parametrisierung, d. h. Einstellung, von Maschinen. Allein durch die Parametrisierung können unter Umständen bereits Fehler und Störungen beseitigt werden, sofern diese nicht hardwareseitig bedingt sind. PS unterstützen jedoch nicht nur den TKD-Mitarbeiter, sondern können auch dem Maschinen- oder Anlagenbetreiber zur Einstellung der Maschinen dienen. Ein Problem hierbei ist, dass das Wissen um die für einen Einsatzzweck optimalen Parameter oft nur in den Köpfen der Servicetechniker vorhanden ist und bisher kaum Eingang in die verwendeten Wissensmanagementsysteme findet, da PS und WMS nicht miteinander verbunden sind.

Anhand eines Klassifikationsschemas für integrierte Informationssysteme des TKD untersuchten Thomas et al. [48] insgesamt 19 Anwendungssysteme. Berücksichtigt wurden dabei die oben genannten Systemklassen. Bei der Untersuchung zeigte sich, dass keines der angebotenen Systeme alle Systemklassen abdeckt. Zudem sind sie – bis auf wenige Ausnahmen – allein auf die Unterstützung einer einzigen Unternehmensfunktion ausgerichtet: des Kundendienstes. Eine Ablaufunterstützung des TKD erfolgt bei der Mehrheit der Systeme nicht. Ebenso mangelt es an Expertensystemen, die den Mitarbeiter in seiner Entscheidungsfindung unterstützen können.

Insgesamt wird aus der Untersuchung deutlich, dass es verschiedene Lösungen gibt, die jeweils Teilprobleme lösen. Die Einbindung weiterer Wertschöpfungspartner wurde bisher genauso vernachlässigt wie auch eine ablauforientierte, durch Expertensysteme ergänzte Assistenzfunktion. Der hier verfolgte Ansatz soll diese Lücken füllen und eine umfangreichere Unterstützung des TKD ermöglichen.

2.2 Charakterisierung der Integrationsaufgabe

Die Integrationsaufgabe kann hinsichtlich der Merkmale *Systemintegration*, *Integrationsreichweite*, *Integrationsrichtung* und *Automatisierungsgrad* (vgl. Abbildung 2) charakterisiert werden.

Systemintegration	Daten	Funktionen	Prozesse
Integrationsreichweite	intern	B2B	B2C
Integrationsrichtung	horizontal		vertikal
Automatisierungsgrad	automatisch		teilautomatisch

Abbildung 2: Integrationsdimensionen, in Anlehnung an [31].

Da in vielen Unternehmen bereits spezialisierte Systeme für den TKD im Einsatz sind (vgl. vorhergehender Abschnitt), die jeweils Teilprobleme lösen und sich zur Unterstützung des TKD bewährt haben, liegt das Hauptproblem weniger in einer Integration der mit diesen Systemen realisierten Funktionen oder Prozesse. Es liegt vielmehr in der Integration der von diesen Systemen verwendeten oder erzeugten Daten (vgl. Abschnitt 1.2), die somit der maßgebliche Gegenstand der *Systemintegration* sind. Die zu integrierenden Informationssysteme im Bereich des TKD sind schwerpunktmäßig innerbetrieblich zu verorten. Eine Einbeziehung des Kunden erfolgt an dieser Stelle nicht, da der Fokus hier ausschließlich auf der Unterstützung des unternehmenseigenen TKD liegt. Die *Integrationsreichweite* ist damit als intern zu charakterisieren. Weiter ist im TKD eine horizontal verlaufende *Integrationsrichtung* entlang der betrieblichen Wertschöpfungskette notwendig, da Datenbestände unterschiedlicher Unternehmenseinheiten wie Konstruktion, Vertrieb und Wartung integriert werden müssen. Hinsichtlich des *Automatisierungsgrads* ist eine halbautomatische Integration anzustreben. Zwar kann aufgrund der semantischen Heterogenität der Informationsquellen nicht davon ausgegangen werden, dass eine Integration vollautomatisch durchgeführt werden kann. Es existieren jedoch semantische Technologien wie die Inhaltsextraktion oder Matching-Ansätze (vgl. Abschnitt 4.1), die eine weitgehende Automatisierung erlauben.

2.3 Anforderungen an eine Systemarchitektur

Zur integrierten Bereitstellung von Service-Informationen bedarf es einer geeigneten Datenbasis, auf der die Funktionen eines zu entwickelnden Systems aufbauen können. Wie in den vorangegangenen Abschnitten dargelegt wurde, sind die vorhandenen Daten insbesondere durch ihre Heterogenität und dezentrale Verortung gekennzeichnet. Sie sind daher zusammenzuführen und so aufzubereiten, dass sie zur Unterstützung des TKD genutzt werden können.

Neben der rein technischen Nutzbarkeit der Daten ist zudem der zeitliche Nutzungsaspekt von Bedeutung. Der TKD-Mitarbeiter soll auf die für ihn relevanten Daten dort zugreifen, wo er sie am dringendsten benötigt: Beim Kunden vor Ort. Daher ist ein mobiler Zugriff auf das System notwendig und durch entsprechende Ausstattung der Mitarbeiter zu ermöglichen [55; 50; 49].

In umgekehrter Richtung sollen während des TKD-Einsatzes erhobene Daten auch in anderen Abteilungen des Unternehmens genutzt werden können. Die Ableitung und direkte Bereitstellung dispositiver Daten kann somit der Produktion ermöglichen, schneller – z. B. auf herstellungsbedingte Mängel – zu reagieren. Ebenso kann die Produktentwicklung über den TKD Informationen beziehen, die in zukünftige Neuerungen einfließen können. Hier sind bspw. Statistiken zur Fehleranfälligkeit einzelner Bauteile denkbar, um Verbesserungs- und Kostensenkungspotenziale aufzudecken.

Mit einem im o.g. Sinne integrierten System, das sich über die gesamte Wertschöpfungskette erstreckt, soll des Weiteren auch die Messung und Bewertung der Produktivität des TKD ermöglicht werden. Bis dato existiert für Dienstleistungen weder ein einheitliches Produktivitätsverständnis noch eine Berechnungsvorschrift, um deren Produktivität zu messen oder zu vergleichen [38; 7].

Die hier identifizierten Anforderungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- (R1) Zusammenführung und Aufbereitung heterogener Daten- und (Produkt-)Informationsbestände
- (R2) Mobiler Zugriff auf Serviceinformation
- (R3) Ableitung von dispositiven Daten zur Verbesserung der Produktion
- (R4) Erzeugung von Information für die Produktentwicklung
- (R5) Messung und Bewertung der Produktivität

3. ARCHITEKTURMODELL EINER INTEGRATIONSPLATTFORM

Aus den gestellten Anforderungen können die zentralen Elemente der Architektur abgeleitet werden. Eine Ableitung erfolgt dabei systematisch ausgehend von den Anforderungen (R1-R5). In einem ersten Schritt werden hierbei zunächst die erforderlichen Subsysteme der Architektur bestimmt (Abschnitt 3.1). Anschließend wird der Zusammenhang und die Interaktion zwischen diesen Elementen analysiert, die die Struktur der Architektur determinieren (Abschnitt 3.2).

3.1 Elemente der Architektur

Ein zentrales Element der zu schaffenden Architektur ist eine einheitliche, konsistente *Daten- und Wissensbasis* (R1) als Grundlage für alle weiteren Funktionen des neuen Systems. Dabei sollen die bereits existierenden Daten der *bestehenden Anwendungssysteme* nicht bloß übernommen werden, sondern durch eine geeignete Aufbereitung in einem erweiterten Umfang nutzbar gemacht werden (vgl. Abschnitt 4.2). Somit reicht es nicht aus, lediglich im konkreten Bedarfsfall auf die bestehenden Anwendungssysteme zuzugreifen – vielmehr ist eine separate Datenbasis notwendig.

Der Aufbereitungsvorgang ist direkt mit dem Import verzahnt, so dass von Beginn an eine konsistente Datenhaltung gewährleistet wird. Die in der Künstlichen Intelligenz (KI) entwickelten und eingesetzten Methoden und Technologien, bspw. Beschreibungslogiken, Ontologien, Regelsysteme und Ansätze zur Informationsextraktion (vgl. Abschnitt 4.1), werden in einem Teilsystem *semantische Datenintegration und -aufbereitung* gebündelt und dazu genutzt, Wissen systematisch zu erschließen.

Das *Assistenzsystem* stellt den Mitarbeitern im TKD die eigentlichen Dienste des Systems entweder auf einem stationären Rechner oder ortsunabhängig auf einem *Mobile Client* bereit (R2). Die Möglichkeiten zur Suche und Darstellung von Informationen müssen hierbei an den Bedürfnissen der Servicetechniker und der Nutzungssituation ausgerichtet werden. Sie können Ansätze zur visuellen Exploration und Suche umfassen (vgl. Abschnitt 4.2.1), aber auch zur gezielten Selektion von Lösungswissen, was durch die Einbettung von Expertensystem-Funktionalitäten erreicht werden kann (vgl. Abschnitt 4.2.2).

Die Integrationsplattform muss darüber hinaus *Basisdienste zur Kollaboration* bereitstellen, um eine Vernetzung der Servicetechniker und einen gegenseitigen Erfahrungsaustausch zu ermöglichen. Hierzu sind Dienste zur Diskussion, Kommentierung, Verschlagwortung und Bewertung von Inhalten erforderlich.

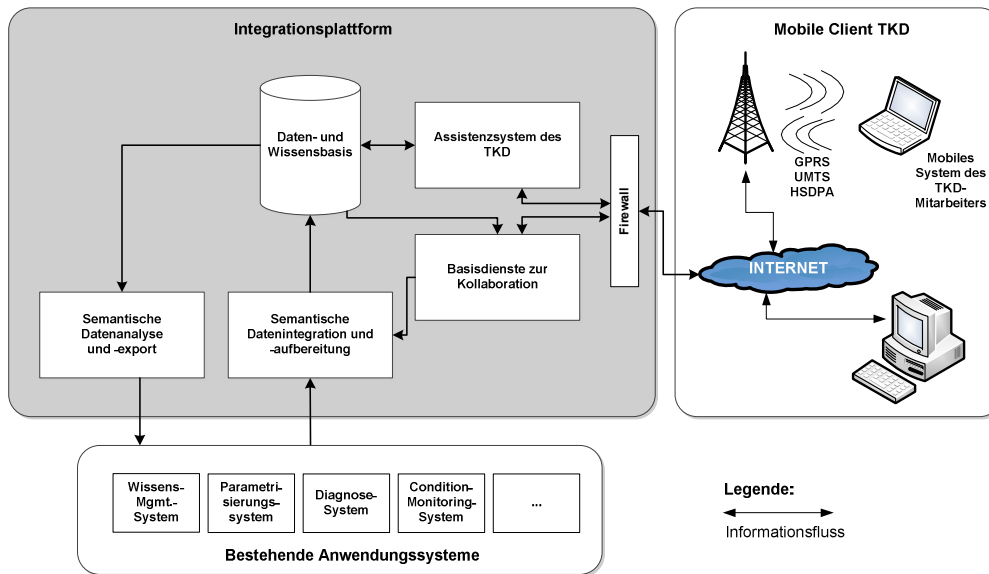


Abbildung 3: Architektur einer Integrationsplattform zur Unterstützung des TKD.

Die durch die Kollaboration generierten Daten fließen ebenfalls in die zentrale Daten- und Wissensbasis ein. Durch die semantische Datenintegration und -aufbereitung können aus diesen Daten in aggregierter Form neue Aussagen über Informationsobjekte in der Daten- und Wissensbasis gewonnen werden (z.B. „Reparaturanleitung x wird in 80 % der Fälle zur erfolgreichen Behebung von Fehler y verwendet“), die wiederum die Assistenzfunktionen verbessern.

Zusätzlich zur direkten Unterstützung des TKD soll die Integrationsplattform auch im Rahmen der von dort ausgehenden Feedback-Prozesse zum Einsatz kommen. Hierzu ist ein Teilsystem notwendig, das eine *semantische Datenanalyse* und den *Export* von Berichten zur Deckung der Anforderungen (R3-R5) erlaubt.

3.2 Aufbau der Architektur

Als grundlegendes Paradigma wurde eine Client-Server-Architektur gewählt, wie sie bereits zur prozessorientierten IT-Unterstützung im TKD-Umfeld [40] verwendet wird. Eine Service-orientierte Architektur (SOA) ist an dieser Stelle weniger gut geeignet, da die einzelnen Subsysteme strikt aufeinander angewiesen sind und keiner losen Kopplung bedürfen. Eine weitere Lösungsalternative stellt eine verteilte Architektur – ein Server-Cluster oder -Grid – dar. Sie wäre u. a. zur Realisierung eines von mehreren Organisationen kooperativ genutzten Systems oder aber zur Lastverteilung denkbar. Im Folgenden soll dieser Weg jedoch nicht besprochen werden, da die Architektur primär einer innerbetrieblichen Integration dient (vgl. auch Abschnitt 2.2).

Hauptelemente der zu konzipierenden Architektur sind somit der Integrationsserver und das mobile System (PDA, Laptop o.ä.) des TKD. Ersterer bezieht Daten aus bestehenden Anwendungssystemen und vom Kundendienst selbst, bereitet diese unter Verwendung semantischer Technologien auf und stellt das so gewonnene Wissen wiederum zur Verfügung. Anschließend kann der Nutzer die gesuchten Informationen recherchieren und ggf. über mobile Endgeräte abrufen.

Der Integrationsserver setzt sich aus insgesamt fünf Komponenten zusammen:

- Basisdienste zur Kollaboration,
- Assistenzsystem des TKD,
- Daten- und Wissensbasis,
- Semantische Datenintegration und -aufbereitung,
- Semantische Datenanalyse und -export.

Die mit dem mobilen System direkt interagierenden Teilsysteme sind dabei die Basisdienste zur Kollaboration sowie das Assistenzsystem des TKD. Der Mitarbeiter greift auf sie zu, um einerseits die von ihm benötigten Informationen zu erhalten und andererseits, um die im System gepflegten Daten (z.B. Fehlerbeschreibungen) zu ergänzen oder zu bearbeiten. Das Assistenzsystem kann während der Nutzung die dabei ermittelten neuen Sachverhalte der Daten- und Wissensbasis hinzufügen.

Die durch die Basisdienste zur Kollaboration von den Mitarbeitern geschaffenen Daten gelangen hingegen über den Umweg des Import- und Aufbereitungssystems (semantische Datenintegration und -aufbereitung) in die Daten- und Wissensbasis. So können unstrukturierte Texte, wie sie bspw. in Diskussionssystemen vorliegen, über die semantischen Methoden für das Assistenzsystem nutzbar gemacht werden. Das Importsystem verarbeitet gleichermaßen alle strukturierten und unstrukturierten Daten, die ursprünglich in den bestehenden Anwendungssystemen verortet sind.

Auf der gesamten integrierten Daten- und Wissensbasis setzt außerdem das Teilsystem semantische Datenanalyse und -export auf, mit dem Berichte für andere Stellen des Unternehmens oder aber Daten zur Verwendung in anderen Anwendungssystemen generiert werden können. Eine grafische Darstellung dieser Architektur bietet Abbildung 3. Es soll den über einen TKD verfügenden Unternehmen ein allgemeines, strukturiertes Konzept zur Verfügung stellen, mit dem sie die eingangs genannten Probleme angehen können.

4. OPTIONEN UND TECHNOLOGIEN ZUR PLATTFORMGESTALTUNG

4.1 Semantische Datenintegration

Im Gegensatz zu anderen, verwandten Architekturen kommt in der vorgestellten Architektur den semantischen Methoden eine zentrale Rolle zu. Mit ihnen wird eine Basis für die Erschließung von Dokumentinhalten und zur Integration heterogener Datenbestände geschaffen. Dies zielt darauf ab, die von den diversen Anwendungssystemen bereitgestellten Daten mit weiteren Dokumenten wie bspw. Datenblätter oder Reparaturanleitungen in einer systemübergreifenden, integrierten Gesamtsicht einheitlich nutzbar und auswertbar zu machen.

Hinsichtlich dieser Integrationsaufgabe kann in technischer Hinsicht dahingehend unterschieden werden, ob die zu integrierenden Informations- bzw. Datenbestände unstrukturiert, semi-strukturiert oder strukturiert vorliegen. Unstrukturierte Daten sind hierbei solche, die keine reguläre Struktur aufweisen wie etwa Texte ohne weitere Unterteilungen oder Meta-Information. Strukturierte Daten liegen vor, wenn die Datenelemente eine reguläre Struktur aufweisen. Dies ist bspw. bei Datenbankinhalten der Fall, aber auch bei hierarchisch strukturierten Dokumenten. Im Folgenden werden die Potenziale zur Erschließung unstrukturierter Daten und strukturierter Daten für den TKD beschrieben – für semi-strukturierte Daten ergibt sich entsprechend eine Mischform.

4.1.1 Erschließung unstrukturierter Daten

Liegen unstrukturierte Daten vor, so ist eine Extraktion erforderlich, mit der versucht wird, Strukturen und Inhalte zu erschließen. Da es sich bei unstrukturierten Daten im TKD meist um Handbücher, Reparaturanleitungen, aber auch informell abgefasste Reparaturberichte handelt, kann die Extraktion mit Text-Extraktionswerkzeugen durchgeführt werden. So könnten aus einem technischen Dokument zur Reparatur eines Systems alle Verfahren der Reparatur, Instandsetzung oder Wartung nach den darin vorkommenden Bauteilen oder Tätigkeiten katalogisiert werden, um diese Information später dem TKD-Mitarbeiter vor Ort im Rahmen von Anfragen oder zum Browsing in Hyperlinkstrukturen zur Verfügung zu stellen.

Während kommerzielle Angebote wie die Extraktionskomponente *SemanticHacker API* (<http://textwise.com>) sich meist darauf beschränken, einige wenige Informationseinheiten aus Texten zu extrahieren (bspw. charakteristische Schlagwörter bzw. Deskriptoren oder benannte Entitäten), existieren im wissenschaftlichen Umfeld einige fortgeschrittene Werkzeuge und Prototypen, die in der Lage sind, komplexere Strukturen wie Begriffs-Taxonomien, semantische Netze oder sogar Ontologien aus Texten zu extrahieren [28; 45; 1; 19; 25]. Die Identifikation allgemein wichtiger Wörter und der zwischen ihnen bestehenden Beziehungen in Form von semantischen Netzen wird von [1] beschrieben.

Für den TKD eröffnen sich durch diese Strukturen im Verbund mit neuartigen Nutzerschnittstellenkonzepten zur Exploration oder Suche (vgl. Abschnitt 4.2) erweiterte Möglichkeiten des Informationszugangs. Allerdings ist hierbei zu beachten, dass Wissensstrukturen wie semantische Netze oder Ontologien auch von den TKD-Mitarbeitern verstanden werden müssen, um sinnvoll angewendet werden zu können. Daher ist die Anwendbarkeit einer natürlichsprachlichen Umschreibung der extrahierten, formalen Wissensstruktur zu überprüfen, die bereits als Teilaspekt im Projekt *OntoLearn* erforscht wurde [33; 54] und gegenwärtig

auch im Umfeld der Sprache *Attempto Controlled English* (ACE) erprobt wird. Weitere Arbeiten, die zur Repräsentation von TKD-Wissensstrukturen relevant sind, befassen sich mit der Abbildung von Unsicherheit und Widersprüchen in den extrahierten Strukturen (etwa: „dieses Dokument beschreibt die Reparatur von Maschine x, vielleicht aber auch y“) [19] und der Anwendung von Metadaten im Information Retrieval [25].

4.1.2 Integration heterogener Datenstrukturen

Die Integration heterogener Datenstrukturen kann grundlegend durch Ansätze des Schema-Matching angegangen werden [42]. Diese unterstützen den TKD-Anwender dabei, korrespondierende Elemente zweier oder mehrerer Schemata aufeinander abzubilden. Der Begriff „Schema“ umfasst hierbei in einem sehr allgemeinen Sinne Datenbankschemata, XML-Schemata, aber auch Ontologien und andere Strukturen wie bspw. Taxonomien oder kontrollierte Vokabulare. Die in der Praxis aktuell anzutreffenden Werkzeuge wie bspw. der *BizTalk Mapper* von Microsoft, *MapForce* von Altova oder *Stylus Studio* des gleichnamigen Unternehmens, unterstützen den Nutzer bisher überwiegend bei der Durchführung eines manuellen Mappings.

Vor dem Hintergrund eines begrenzten Zeitbudgets und zur Verbesserung der Akzeptanz eines neuen, auf der vorgestellten Architektur basierenden Informationssystems ist im Kontext des TKD jedoch zu untersuchen, wie ein Mapping weitgehend automatisiert erfolgen kann (vgl. auch Abschnitt 2.2) – ggf. ausgehend von einer initialen Menge manuell integrierter Dokumente oder unter Zuhilfenahme von maschinenverarbeitbar spezifiziertem Allgemein- und Hintergrundwissen [27]. In diesem Kontext muss daher geprüft werden, ob Verfahren zur Verschmelzung heterogener Ontologien [20] potenziell im Bereich des TKD eingesetzt werden können, um so die aus unstrukturierten Daten gewonnenen heterogenen Strukturen automatisch zu verschmelzen. Ein Werkzeug zum Ontologie-basierten Schema-Matching ist bspw. *Chimaera* [29]. Das Werkzeug unterstützt sowohl die Verschmelzung mehrerer Ontologien im Sinne der Entwicklung einer globalen Ontologie, als auch die daran anschließende Diagnose der so erzeugten globalen Schemata. Mit *PROMT* [34] steht ein Werkzeug zur Verfügung, das eine interaktive Verschmelzung und Abbildung von Ontologien erlaubt.

Eine Übersicht zu aktuellen Schema-Matching-Werkzeugen wird in der Literatur gegeben [13]. Relevant für den TKD sind neben den zuvor skizzierten Ansätzen der Verbesserung des Matchings, die auf Ontologien und maschinenverarbeitbarer Semantik beruhen, besonders Werkzeuge, die eine breite Palette an Schemata abdecken, da somit der Lern- und Einarbeitungsaufwand in mehrere Werkzeuge vermieden werden kann. Ein solches Werkzeug ist *COMA++* [5], das sowohl für XML-Schemata, Ontologien als auch zur Datenbankintegration geeignet ist. Das Werkzeug unterstützt nicht nur die Abbildung der Schemata, sondern kann auch zum Vergleich mehrerer Matching-Algorithmen verwendet werden, was für den Bereich des TKD aufgrund der vielfältigen Datenstrukturen von Vorteil ist. Mit *XBenchmarkMatch* steht weiter ein Benchmarksystem zur Verfügung, das die Qualität und Geschwindigkeit von Mappings bewertet [14] und somit zu deren Evaluation im Kontext des TKD verwendet werden kann.

Die durch semantische Technologien erschlossenen und integrierten Daten können die Suche und Analyse in den vorhandenen Informationsbeständen verbessern und zum Aufbau neuartiger Assistenzsysteme genutzt werden.

4.2 Anwendungspotenzial der integrierten Datenbasis zur Unterstützung des TKD

4.2.1 Exploration und Suche

Bei der Gestaltung des Zugriffs auf die semantisch integrierten Informationsbestände sollten dem TKD mehrere Instrumente angeboten werden, um so einem unterschiedlichen Kenntnisstand der Mitarbeiter und unterschiedlich komplexen Informationsbedürfnissen gerecht zu werden. Eine Ad-hoc-Suche nach Information kann grundlegend über einfache Stichwortsuchen erfolgen, die allerdings das Potenzial eines strukturell vereinheitlichten Datenbestandes nur unzureichend nutzen. Durch Mechanismen zur Anfrageausweitung (Query Expansion) auf der Basis der automatisch oder manuell erzeugten Wissensstrukturen (vgl. Abschnitt 4.1) kann sie jedoch verbessert werden, sodass ein Techniker ein Dokument auch dann findet, wenn er eine unvollständige oder ungenaue Bezeichnung verwendet – ein Produkt wird damit sowohl mit der üblichen Verkaufsbezeichnung (z.B. „Mercedes CLK“) als auch mit einer internen Herstellerbezeichnung (z.B. „W209“ oder „W208“) gefunden. Weitere Verbesserungen von Stichwortsuchen beschreibt [15].

Liegen Daten jedoch in einer einheitlichen Struktur vor, so können zum Auffinden von Informationsobjekten wie Reparaturanleitungen oder technischen Dokumenten über Stichwortsuchen hinausgehend auch Visualisierungen zur Navigation in den Datenstrukturen angeboten werden. Dies ist vor dem Hintergrund relevant, dass Navigationsansätzen zum Auffinden unbekannter Informationsobjekte durch empirische Studien teils bessere Ergebnisse bescheinigt wurden als textbasierten Suchmöglichkeiten [8]. Ist einem Servicetechniker bspw. die genaue Bezeichnung eines Ersatzteils nicht bekannt, so ist ein Navigationsansatz besser geeignet als eine textbasierte Suche. Hinsichtlich der Auswahl einer zur Navigation geeigneten Visualisierung sind prinzipiell die im Bereich des sog. „Web 2.0“ und des Semantic Web entwickelten Ansätze zur Visualisierung von Bedeutung – Letztere vor allem, da diese auf die Darstellung komplexer Wissensstrukturen abzielen [2; 4; 47]. Allerdings ist hierbei zu beachten, dass im Bereich des TKD insbesondere auf mobilen Endgeräten graphartige Darstellungen schlecht lesbar sind, zudem sind diese auch teils nicht intuitiv verständlich [23]. Daher ist im Kontext des TKD eine im Vergleich zu graphartigen Darstellungen praktikablere Methode die Verwendung von Facetten [22; 35; 46]. Eine *Facette* kann als Merkmal verstanden werden, dessen Werte (Merkmalsausprägungen) ein gesuchtes Objekt oder eine Objektmenge charakterisieren. Grundprinzip einer auf Facetten aufbauenden Navigation ist, dass verschiedene Facetten schrittweise zu komplexen Suchfiltern kombiniert werden können [46].

Abbildung 4 verdeutlicht die Verwendung einer facettenbasierten Navigation auf mobilen Endgeräten anhand des von Microsoft Research entwickelten Prototypen *FaThumb* [8]. Dieser erlaubt es, Informationsobjekte anhand hierarchisch strukturierter Facetten wie Kategorie, Distanz, Ort etc. auszuwählen, wobei immer nur eine begrenzte Zahl von Facetten gleichzeitig angezeigt wird. Dieses Konzept ist prinzipiell übertragbar auf das Auffinden von Ersatzteilen, technischen Dokumenten etc. nach Maschinentyp, Hersteller, Art der Reparatur etc. Eine Standard-Bibliothek zur Implementierung solcher Oberflächen, allerdings eher für Endgeräte mit größeren Bildschirmflächen (und damit den TKD-Innendienst), wird auch vom MIT unter dem Namen *Exhibit* zur Verfügung gestellt (www.simile-widgets.org/exhibit/).

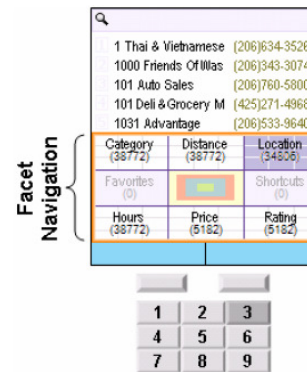


Abbildung 4: Facetten-basierte Navigation für mobile Endgeräte. Durch Drücken der Taste 3 wird „Location“ als Filter gesetzt [8].

Für komplexere Anfragen an strukturierte Daten, die auch eine Voraussetzung zur semantischen Datenanalyse und zum Export von Reports aus der Wissensbasis sind, können dem TKD ein Suchformular oder eine Anfragesprache zur Verfügung gestellt werden. Hinsichtlich der Suchformulare ist zu erforschen, inwieweit sich Ansätze im Umfeld von Semantic Wikis auf TKD-Anwendungen übertragen lassen, da diese Systeme ebenfalls eine Nutzung strukturierter Daten fokussieren, die zur Abfrage von Relationen zwischen Informationsobjekten genutzt werden kann [18]. So bietet das Semantische Wiki *Makna* ein umfangreiches Suchformular an [12]. Die Nutzung von Anfragesprachen für strukturierte Daten wie etwa die vom W3C standardisierte Sprache SPARQL kann ebenfalls erwogen werden. Allerdings ist davon auszugehen, dass dies mit einem gewissen Einarbeitungsaufwand verbunden ist. Zur Vermeidung dieser Barriere ist es im Hinblick auf den TKD angebracht, die Konstruktion strukturierter Anfragen durch einen Anfrageassistenten (Query Builder) zu unterstützen. Ein solches System ist mit *Konduit VQB* vorhanden [3], das eine grafische Oberfläche zur Anfrageerstellung bietet.

Weitere Ansätze zur Überwindung der zwischen dem Informationsbedürfnis des TKD und den zur effektiven Nutzung wissensbasierter Systeme erforderlichen strukturierten Anfragen bestehen in der Verwendung grafischer Anfragesprachen wie *OntoVQL* [17] oder in der Verwendung der natürlichen Sprache, wozu im Umfeld von ACE (Attempto Controlled English) bereits positive empirische Befunde vorliegen, die hinsichtlich des TKD zu bewerten sind [8; 53]. Darüber hinaus können strukturierte Anfragen implizit auch durch neuartige Ansätze zu Stichwort-Anfragesprachen (Keyword-based Query Languages) [57] erreicht werden. Diese bestehen aus Parameter-Wertpaaren, meist durch Doppelpunkt getrennt und werden bereits in den Dateiverwaltungsprogrammen moderner Betriebssysteme eingesetzt. Ein noch weitergehender Ansatz ist die automatische Generierung strukturierter Anfragen aus Stichwörtern. Gibt der Nutzer Stichwörter ein, so schlägt das System eine Reihe automatisch generierter, dazu passender strukturierter Anfragen vor. Dies wird bspw. in der *Information Workbench* (<http://iwb.fluidops.com>) umgesetzt.

Um die Kollaboration der Servicetechniker zu verbessern, sollte eine Ergänzung entsprechender Such- und Explorationswerkzeuge um eine kollaborative Verschlagwortung oder eine Empfehlungsfunktion erfolgen; hierzu können einige erfolgreiche „Social Bookmark“-Services im Web als Vorbild dienen.

4.2.2 Realisierung von Assistenzfunktionen

Eine über die Beantwortung von Suchanfragen hinausgehende Nutzung der zentralen Daten- und Wissensbasis durch den TKD kann durch Assistenzsysteme erreicht werden, die sich an Ansätze aus der KI im Bereich der Expertensysteme (XPS) anlehnen. Die Idee der Expertensysteme wird seit den 60er Jahren verfolgt. Es wurden bereits einige Systeme bspw. im Bereich der Qualitätskontrolle (IXMO, DAX), der Prozessdiagnose (LEDIS, EFFEKT), der Reparaturdiagnostik (MODIS, MODEX, VADIS, TADIS) oder in der Medizin (MED1, MSX, INTERMIT/QMR, MYCIN, DIACONS und weitere) entwickelt und eingesetzt. Ein Einsatz dieser Technologien erfordert allerdings die ständige Pflege einer Wissensbasis. Die bereits beschriebene Architektur und die Verfahren zur semantischen Datenintegration (vgl. Abschnitt 4.1) können hier herangezogen werden, um eine permanente Aktualisierung der Wissensbasis zu erreichen. Darüber hinaus beschreiben neuartige Ansätze der Einbettung von Expertensystem-Funktionalitäten in Wikis wie etwa KnowWE den Weg, eine gleichzeitige Erstellung und Nutzung des Fakten- und Regelwissens durch ein kollaboratives Werkzeug als Assistenzsystem zu ermöglichen. So kann dem Servicetechniker zu einem Artikel, der ein Problem beschreibt, gleich eine Auswahl möglicherweise passender Lösungen angezeigt werden, deren Selektion durch in die Wikiseite integrierte Fragen erfolgt – womit die Grenzen zwischen kollaborativer Wissensverwaltung und Expertensystem aufgelöst werden können (vgl. Abbildung 5).

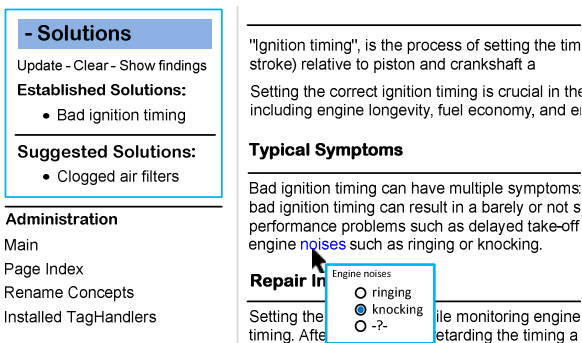


Abbildung 5: Ansatz zur Verschmelzung von XPS und Wiki [6].

5. EIN ANWENDUNGSSZENARIO

Im Folgenden soll nun an einem einfachen Beispiel gezeigt werden, wie ein auf Basis der obigen Architektur gestaltetes Informationssystem ein Unternehmen mit TKD unterstützen kann. Als Anwendungsfall dient hierbei die Reparatur eines defekten Gabelstaplers.

Damit der TKD-Mitarbeiter vor Ort Anfragen an das System absetzen kann, muss dieses die relevanten Daten vorhalten. Hierzu sind zunächst die entsprechenden Betriebsanleitungen und Handbücher aller Bauteile des Geräts (Motor, Hydrauliksystem etc.) über die Import-Schnittstelle aufzunehmen und mittels semantischer Technologien derart aufzubereiten (*Semantische Datenintegration und -aufbereitung*), dass sie über das Assistenzsystem für den TKD zur Unterstützung des Technikers während des Reparaturvorgangs verwendet werden können. Durch die semantische Verknüpfung der Begrifflichkeiten können z.B. Querverbin-

dungen zu weiteren, bereits in der Datenbasis vorhandenen Informationen hergestellt werden (z.B. zu Reparaturberichten von Motoren anderen Typs, die ggf. übertragbare Lösungen bieten).

Über das Assistenzsystem kann der Mitarbeiter nun eine Abfrage zu den aufgetretenen Fehlfunktionen absetzen. Ist bspw. das Hydrauliksystem defekt, wertet das System die Daten- und Wissensbasis aus und liefert einen Lösungsvorschlag zurück. Passt dieser nicht exakt zum vorliegenden Problem, ergeben sich für den TKD-Mitarbeiter zwei Möglichkeiten. Zum einen kann er die Lösungssuche auf semantisch ähnliche Themenfelder ausweiten. Ein so gefundenes Resultat kann das Assistenzsystem wiederum zur selbstständigen Verbesserung des Retrievals nutzen. Zum anderen kann der Techniker über die *Basisdienste zur Kollaboration* eine von ihm gefundene Lösungsstrategie zur Datenbasis hinzufügen oder sich an Diskussionen über bisher unvollständig gelöste Probleme beteiligen. Die hier gewonnenen, unstrukturierten Daten sind wiederum vor der Aufnahme in die Datenbasis mit semantischen Methoden geeignet aufzubereiten.

Abschließend können weitere Stellen im Unternehmen die gewonnenen Daten in Form von Auswertungen und Reports nutzen, die mit strukturierten Anfragen erzeugt werden. So können durch *semantische Datenanalysen* bspw. Rückschlüsse auf kontextabhängige Fehlerhäufigkeiten gewonnen werden. Ist der Defekt etwa bei allen auf einer bestimmten Maschine gefertigten Bauteilen aufgetreten, so kann die Produktionsabteilung eine entsprechende Überprüfung veranlassen.

6. FAZIT

Die vorgestellte Architektur wurde im Hinblick auf die im Abschnitt 2.3 beschriebenen Anforderungen entworfen. Ein wesentliches Merkmal der Architektur ist es, die Integration der verschiedenen, im TKD eingesetzten Systeme zu ermöglichen (R1). Dabei wird sowohl die Informationsversorgung der Kundendiensttechniker vor Ort (R2) als auch die Erfassung und Nutzung der von diesen erzeugten Daten berücksichtigt. Somit können die Informationsbedürfnisse sowohl des TKD als auch der anderen Unternehmensabteilungen befriedigt werden (R3-R4), was gleichzeitig die Voraussetzung für eine Beurteilung der Produktivität der Dienstleistungsprozesse des TKD bildet (R5).

Die durch die Architektur der Integrationsplattform vorgesehene, eigenständige Datenbasis zur Speicherung der integrierten Informationsbestände führt prinzipbedingt zu einer Speicherung redundanter Daten. Allerdings wird dieser Nachteil dadurch aufgewogen, dass zum einen die Primärsysteme entlastet werden – ähnliche Überlegungen führen auch im Bereich des Data Warehousings zu separaten Datenspeichern. Zum anderen kann hierdurch eine zielgerichtete Strukturierung und Organisation der Daten im Hinblick auf deren spätere Nutzung bspw. durch mobile Assistenzsysteme erreicht werden.

Der Entwicklung der hier vorgestellten Architektur ist ein intensiver Gedankenaustausch mit einem großen Unternehmen der technischen Gebrauchsgüterbranche vorausgegangen. Eine praktische Umsetzung der Architektur und Implementierung der Integrationsplattform wird gegenwärtig im Kontext des vom BMBF geförderten Projekts EMOTEC erforscht.

Danksagung. Diese Arbeit wird vom BMBF im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprogramms „Innovationen mit Dienstleistungen“ gefördert (Projekt EMOTEC, Förderkennzeichen 01FL10023, Laufzeit von 11/2010–11/2013).

7. LITERATUR

- [1] Ahmad, K., und Gillam, L. 2005. Automatic ontology extraction from unstructured texts. In *OTM 2005 Workshops: CoopIS, DOA, and ODBASE*. Springer, Berlin, 1330–1346.
- [2] Albertoni, R., Bertone, A., und De Martino, M. 2005. Information Search: the Challenge of Integrating Information Visualization and Semantic Web. In *Proc. of DEXA'05*, IEEE, 529–533.
- [3] Ambrus, O., Möller, K., und Handschuh, S. 2010. Konduit VQB: a Visual Query Builder for SPARQL on the Social Semantic Desktop. In *Proc. of VISSW 2010, Hong Kong, China*, Handschuh et al., Hrsg. paper 4.
- [4] Aouiche, K., Lemire, D., und Godin, R. 2009. Web 2.0 OLAP: From Data Cubes to Tag Clouds. In *Web Information Systems and Technologies, WEBIST 2008, Funchal, Madeira, Portugal*, J. Cordeiro, S. Hammoudi, J. Filipe Hrsg. Springer, Berlin, 51–64.
- [5] Aumueller, D., Do, H. H., Massmann, S., und Rahm, E. 2005. Schema and ontology matching with COMA++. In *Proc. of the 2005 ACM SIGMOD internat. conference on Management of data*. ACM, New York, 906–908.
- [6] Baumeister, J., Reutelshoefer, J. und Puppe, F. 2010. KnowWE: A Semantic Wiki for Knowledge Engineering. In: *Applied Intelligence 2010*. Springer, the Netherlands.
- [7] Baumgärtner, M., und Bienzeisler, B. 2006. *Dienstleistungsproduktivität – Konzeptionelle Grundlagen am Beispiel interaktiver Dienstleistungen*. Fraunhofer IRB, Stuttgart.
- [8] Karlson, A. K., Robertson, G. G., Robbins, D. C., Czerwinski, M., und Smith, G. 2006. FaThumb: A facetbased interface for mobile search. In *Proc. of the CHI Conf. on Human Factors in Computing Systems*. ACM Press, 711–720.
- [9] Blinn, N., Nüttgens, M., Schlicker, M., Thomas, O., und Walter, P. 2008. Lebenszyklusmodelle hybrider Wertschöpfung : Modellimplikationen und Fallstudie. In *MKWI 2008*, M. Bichler et al., Hrsg. GITO, Berlin, 711–722.
- [10] Böhmman, T. 2009. Informationsmanagement für hybride Wertschöpfung: Chancen und Herausforderungen für eine integrierte Informationslogistik. In *Arbeits- und Dienstleistungsforschung als Innovationstreiber. Bilanzen, Herausforderungen, Zukünfte*, D. Spath, Hrsg. Fraunhofer, 18–20.
- [11] Breunig, L. 2001. *Technischer Kundendienst : Kunden gewinnen und halten mit aktiven Servicestrategien*. WEKA, Fachverl. für Techn. Führungskräfte, Augsburg.
- [12] Dello, C., Simperl, E. P. B., und Tolksdorf, R. 2006. Creating and using semantic content with Makna. In *Proc. of ESWC 2006*. Springer, Berlin, 43–57.
- [13] Do, H. H., Melnik, S., und Rahm, E. 2002. Comparison of schema matching evaluations. In *Proc. of NODE 2002, Erfurt, Germany*. Springer, Berlin, 221–237.
- [14] Duchateau, F., Bellahsene, Z., und Hunt, E. 2007. XBench-Match: a benchmark for XML schema matching tools. In *Proc. of the 33rd internat. Conf. on Very Large Data Bases, Vienna, Austria*. VLDB Endowment, o. O., 1318–1321.
- [15] Duke, A., Glover, T., und Davies, J. 2007. Squirrel: An Advanced Semantic Search and Browse Facility. In *Proc. of ESWC 2007, Innsbruck, Austria*, E. Fraconi et al., Hrsg. Springer, Berlin, 341–355.
- [16] Engel, J. 1996. Entwicklung eines wissensbasierten Informationssystems zur Unterstützung der Störungsdiagnose. In *Fortschritt-Berichte (VDI Reihe) 20* (1996).
- [17] Fadhil, A., und Haarslev, V. 2007. OntoVQL: A Graphical Query Language for OWL Ontologies. In *Proc. of DL-2007, Brixen-Bressanone, Italy*, 267–274.
- [18] Fellmann, M., Thomas, O. 2009. Management von Modellbeziehungen mit semantischen Wikis. In *WI 2009, Wien, Band 1*, H. R. Hansen et al., Hrsg. OCG, Wien, 673–682.
- [19] Haase, P., und Völker, J. 2005. Ontology learning and reasoning – dealing with uncertainty and inconsistency. In *Proc. of URSW, Galway, Ireland*. Springer, Berlin, 45–55.
- [20] Hameed, A., Preece, A., und Sleeman, D. 2004. Ontology Reconciliation. In *AKT – Advanced Knowledge Technologies, Selected Papers 2004*, N. Shadbolt und K. O’Hara, Hrsg. AKT, Aberdeen, Scotland, 169–190.
- [21] Harms, V. 1999. *Kundendienstmanagement. Dienstleistung, Kundendienst, Servicestrukturen und Serviceprodukte; Aufgabenbereiche und Organisation des Kundendienstes*. Verl. Neue Wirtschafts-Briefe, Herne.
- [22] Hildebrand, M., van Ossenbruggen, J., and Hardman, L. 2006. Ifacet: A browser for heterogeneous semantic web repositories. In *Proc. of ISWC 2006, Athens, Georgia, USA*, I. Cruz et al., Hrsg. Springer, Berlin, 272–285.
- [23] Karger, D., und Schraefel, M. 2006. The Pathetic Fallacy of RDF. In *Proc. of the SWUI06*, Position Paper.
- [24] Krcmar, H. 2005. *Informationsmanagement*. 4., überarb. und erw. Aufl. Springer, Berlin.
- [25] Lim, S. Y., Song, M. H., und Lee, S. J. 2004. The Construction of Domain Ontology and Its Application to Document Retrieval. In *Advances in Information Systems: Proc. ADVIS 2004, Izmir, Turkey*. Springer, Berlin, 117–127.
- [26] Lindemann, U., und Baumberger, G. 2006. Individualisierte Produkte. In *Individualisierte Produkte. Komplexität beherrschen in Entwicklung und Produktion*, U. Lindemann, R. Reichwald, und M. Zäh, Hrsg. Springer, Berlin, 7–16.
- [27] Madhavan, J., Bernstein, P. A., und Rahm E. 2001. Generic Schema Matching with Cupid. In *Proc. of the 27th VLDB Conference, Roma, Italy*. Morgan Kaufmann, Orlando, FL, USA, 49–58.
- [28] Maedche, A. 2002. *Ontology learning for the semantic web*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- [29] McGuinness, D. L., Fikes, R., Rice, J., und Wilder, S. 2000. The Chimaera ontology environment. In *Proc. of AAAI 2000, Austin, Texas*. AAAI Press, Menlo Park, CA, USA, 198–200.
- [30] Meier, H., Uhlmann, E., und Kortmann, D. 2005. Hybride Leistungsbündel : Nutzenorientiertes Produktverständnis durch interferierende Sach- und Dienstleistungen. In *wt – Werkstattstechnik online 95 (7/8)*, 528–532.

- [31] Mertens, P., Bodendorf, F., König, W., Picot, A., und Schumann, M. 2005. *Grundzüge der Wirtschaftsinformatik*. 9., überarb. Aufl. Springer, Berlin.
- [32] Mödinger, P., und Redling, B. 2004. Produktbegleitende Dienstleistungen im Industrie- und Dienstleistungssektor im Jahr 2002. In *Wirtschaft und Statistik*. Statistisches Bundesamt, Hrsg. Wiesbaden, 1408–1413.
- [33] Navigli, R., Velardi, P., Cucchiarelli, A., und Neri, F. 2004. Quantitative and qualitative evaluation of the OntoLearn ontology learning system. In *Proc. of COLING '04*, paper 1043.
- [34] Noy, N. F., und Musen, M. A. 2003. The PROMPT suite: interactive tools for ontology merging and mapping. In *Int. Journal of Human-Computer Studies* 59 (6), 983–1024.
- [35] Oren, E., Delbru, R., und Decker, S. 2006. Extending faceted navigation for RDF data. In *Proc. of ISWC 2006, Athens, Georgia, USA*, I. Cruz et al., Hrsg. Springer, Berlin, 559–572.
- [36] Pfeifer, T. 2001. *Qualitätsmanagement – Strategien, Methoden, Techniken*. Carl-Hanser, München.
- [37] Platz, H. P. 1980: Produktivitätspotential. In *IBM-Nachrichten* 30, 25–31.
- [38] Reichwald, R., und Möslein, K. 1995. *Wertschöpfung und Produktivität von Dienstleistungen? Innovationsstrategien für die Standortsicherung* (Rep. No. 6). TU München.
- [39] Rügge, I. 2007. *Mobile Solutions. Einsatzpotenziale, Nutzungsprobleme und Lösungsansätze*. Dissertation, Universität Bremen. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden.
- [40] Schlicker, M., und Leinenbach, S. 2010. Das INTERACTIVE-Serviceportal. In *Hybride Wertschöpfung. Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst*, O. Thomas, P. Loos, und M. Nüttgens, Hrsg. Springer, Heidelberg, 236–258.
- [41] Schramm, J., und Meier, H. Hrsg. 2008. *Dienstleistungsorientierte Geschäftsmodelle im Maschinen- und Anlagenbau: Vom Basisangebot bis zum Betreibermodell*. Springer, Berlin.
- [42] Shvaiko, P., und Euzenat, J. 2005. A survey of schema-based matching approaches. In *Journal on Data Semantics IV*, 146–171.
- [43] Spath, D., und Demuß, L. 2002. Entwicklung hybrider Produkte – Gestaltung materieller und immaterieller Leistungsbündel. In *Service Engineering : Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*, H.-J. Bullinger und A.-W. Scheer, Hrsg. Springer, Berlin, 467–506.
- [44] Stille, F. 2003. Produktbegleitende Dienstleistungen gewinnen weiter an Bedeutung. In *Wochenbericht des DIW Berlin* (21), 336–342.
- [45] Sugiura, N., Shigeta, Y., Fukuta, N., Izumi, N., und Yamaguchi, T. 2004. Towards On-the-Fly Ontology Construction – Focusing on Ontology Quality Improvement. In *Proc. of ESWS 2004, Heraklion, Greece*. Springer, Berlin, 1–15.
- [46] Suominen, O., Viljanen, K., und Hyvönen, E. 2007. User-Centric Faceted Search for Semantic Portals. In *Proc. of ESWC 2007, Innsbruck, Austria*. Springer, Berlin, 356–370.
- [47] Telea, A., Frasincar, F., and Houben, G. J. 2003. Visualisation of RDF (S)-based information. In *Proc. of the 7th International Conf. on Information Visualization*, 294–299.
- [48] Thomas, O., Krumeich, J., und Fellmann, M. 2010. Integrierte Informationssysteme zur Unterstützung technischer Kundendienstleistungen. In *Hybride Wertschöpfung. Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst*, O. Thomas, P. Loos, und M. Nüttgens, Hrsg. Springer, Heidelberg, 179–235.
- [49] Thomas, O., Walter, P., Loos, P., Schlicker, M., und Leinenbach, S. 2006. Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst. In *Informatik 2006 : Informatik für Menschen, Band 1 : Beiträge der 36. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)*. Köllen, Bonn, 202–207.
- [50] Thomas, O., Walter, P., Loos, P., Schlicker, M., und Nüttgens, M. 2010. PIPE – Hybride Wertschöpfung im Maschinen- und Anlagenbau. In *Hybride Wertschöpfung. Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst*, O. Thomas, P. Loos, und M. Nüttgens, Hrsg. Springer, Heidelberg, 3–23.
- [51] Thron, M., Bangemann, T., und Suchold, N. 2008. WISA – ein modulares wissensbasiertes System für die Maschinen- und Anlagendiagnose. <http://www.process.vogel.de/whitepapers/downloads/8904/> [Zugriff am 02.02.2009].
- [52] Töpfer, A. 2007. *Betriebswirtschaftslehre: anwendungs- und prozessorientierte Grundlagen*. 2. Aufl. Springer, Berlin.
- [53] van der Sluis, I., Hielkema, F., Mellish, C., Doherty, G. (2010): Ontology Based Queries – Investigating a Natural Language Interface. In *Proc. of VISSW 2010, Hong Kong, China*, Handschuh et al. Hrsg. paper 2.
- [54] Velardi, P., Navigli, R., Cucchiarelli, A., Neri, F., Buitelaar, und Cimiano, P. 2005. Evaluation of OntoLearn, a methodology for automatic learning of domain ontologies. In *Ontology Learning from Text: Methods, evaluation and applications*, P. Buitelaar et al., Hrsg. IOS Press, Amsterdam, 92–106.
- [55] Walter, P. 2009. Modellierung technischer Kundendienstprozesse des Maschinen- und Anlagenbaus als Bestandteil hybrider Produkte. In *Dienstleistungsmodellierung : Methoden, Werkzeuge und Branchenlösungen*, O. Thomas und M. Nüttgens, Hrsg. Physica, Heidelberg, 129–146.
- [56] Walter, P., Blinn, N., Schlicker, M., und Thomas, O. 2010. IT-gestützte Wertschöpfungspartnerschaften zur Integration von Produktion und Dienstleistung im Maschinen- und Anlagenbau. In *Hybride Wertschöpfung. Mobile Anwendungssysteme für effiziente Dienstleistungsprozesse im technischen Kundendienst*, O. Thomas et al., Hrsg. Springer, Heidelberg, 299–312.
- [57] Weiand, K., Bry, F., und Furche, T. 2008. *Reasoning & Querying – State of the Art*. LMU Research Report, München.
- [58] Weinrauch, M. 2005. *Wissensmanagement im technischen Service*. Gabler, Wiesbaden.