

Konzeption einer Architektur für flexible Suche und Informationsvernetzung in der Fahrzeugentwicklung

Markus Zoier, Manfred Rosenberger, Nadja Marko, Selver Softic, Christian Kaiser, Bernd Fachbach, Heimo Gursch, Mario Zechner, Roman Kern & Alexander Stocker

Fahrzeugentwicklung ist eine wissensintensive Tätigkeit, die optimale Zusammenarbeit über Disziplin-, Abteilungs- und Unternehmensgrenzen erfordert. Gerade deswegen ist der möglichst effektive Zugang zu Information und Wissen ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Der Einsatz flexibler und intelligenter Technologie für die Suche und Vernetzung von Information für Entwickler kann ein möglicher Ansatz sein, wie sich der Zugang zu Informationen verbessern lässt. Im folgenden Beitrag werden Ergebnisse aus einem gemeinsam mit drei Automobilherstellern und einem großen Zulieferer gestarteten Forschungsprojekt vorgestellt, welches ein Informationscockpit für Fahrzeugentwickler zum Ziel hat. In rund 50 Gesprächen mit Fahrzeugentwicklern wurde der Status Quo der Informationsbeschaffung in erste Anforderungen für ein Informationscockpit bei den Projektpartnern erhoben. Auf Basis vorab definierter Projektziele sowie der erhobenen, erweiterten, abgestimmten und verfeinerten Anforderungen der Fahrzeugentwickler wurde eine erste Architektur erstellt, welche gemeinsam mit den Ergebnissen der Gespräche in diesem Beitrag präsentiert wird. Aufgrund stringenter Bedingungen hinsichtlich Geheimhaltung in der Fahrzeugentwicklung bei den Projektpartnern, kann nur ein Ausschnitt in diesem Beitrag im Detail vorgestellt werden.

1 Motivation

1.1 Informationsbeschaffung in der Fahrzeugentwicklung

Fahrzeugentwicklung zeichnet sich heute durch mehr Varianten und Derivate aus, als jemals zuvor, denn jede Nische zwischen Fahrzeugklassen wird sofort gefüllt. In der Folge drängen Hybrid- und Elektroantriebsvarianten sowie gänzlich neue Elektrofahrzeuge in das bestehende Produktportfolio (Bernasch und Fachbach, 2011). Zusätzlich sorgen wachsende Anforderungen an Fahrzeuge dafür, dass aufgrund explodierender Variantenvielfalt und steigender Produktkomplexität auch der Informationsbedarf in der Fahrzeugentwicklung stetig zunimmt.

Für das Informationsmanagement stellt diese Entwicklung eine große Herausforderung dar, denn Gesamt-fahrzeugentwicklung und -optimierung macht eine intensive Zusammenarbeit über Disziplinen, Abteilungs- und Unternehmensgrenzen mehr denn je notwendig. Die rasche Verfügbarkeit relevanter Daten und Informationen ist heute einer der wesentlichsten Erfolgsfaktoren in der Fahrzeugentwicklung. Doch bisherige Methoden und Werkzeuge des Informations- und Datenmanagements sind derzeit nur bedingt erfolgreich (Dau und Konzag, 2010). Vor allem die virtuelle Entwicklung führt zu einer Vielzahl von Problemen und Herausforderungen im Datenmanagement (Geist und Vornholt, 2005). Um Ingenieure in ihrer jeweiligen Entwicklungsdisziplin bestmöglich zu unterstützen, sind dort historisch gewachsene abteilungsspezifische Insellösungen und Datencontainer entstanden. Viele Projekte mit dem Ziel der Konsolidierung und Zentralisierung, etwa in Datenbanken für

Product Lifecycle Management (PLM), scheiterten in der Vergangenheit an der mangelnden Akzeptanz der Nutzer.

Die Vermutung liegt nahe, dass es neuer flexiblerer Lösungen bedarf, um die Deckung des Informationsbedarfs der Entwickler zu befriedigen. Denn ein wesentlicher Enabler für effektive Zusammenarbeit zwischen Entwicklern liegt in der Schaffung eines optimalen Informationszugriffs auf Engineering-Daten, die in unzähligen Datenbanken oder in der Form „spezieller“ Dokumente vorliegen. Dazu gehören Anforderungen, Stücklisten, Zeichnungen, Simulationsmodelle, Simulationsergebnisse, Testergebnisse, Meeting-Protokolle, Projektstatusdaten, Lessons Learned, uvm. Der Fahrzeugentwickler von heute muss sich intensiv mit der Identifikation von Wegen für die Informationsbeschaffung auseinandersetzen, was ihm je nach Erfahrung und Reputation im eigenen Unternehmen mehr oder weniger gut gelingen kann und wird.

1.2 Von der Internet-Suche zur Informationsvernetzung von Unternehmensinhalten

Im Internet ermöglichen heute einfach zu bedienende Suchmaschinen wie Google einen einfachen und umfassenden Zugang zu Informationen (Ellwein, 2002). Es liegt auf der Hand, dass Suchparadigmen und ansätze aus dem Web früher oder später in die Unternehmenslandschaft diffundieren. Vergleichbare Entwicklungen haben auch in anderen Bereichen bereits stattgefunden, etwa durch die Übernahme von Web 2.0-Anwendungen und -Technologien im Wissensmanagement (Stocker und Tochtermann, 2011).

In der wissenschaftlichen Community hat sich für Suchansätze im Kontext von Unternehmen der Begriff „Enterprise Search“ etabliert. Am Markt finden sich heute zahlreiche Anbieter solcher Lösungen, wie beispielsweise Autonomy, Sinequa oder Intrafind. Doch bisher ist das von den Anwendern ersehnte „Google im Unternehmen“ noch immer mehr Vision als Wirklichkeit (Lewandowski 2009). Denn die Suche in Unternehmensdaten stellt eine ebenso große Herausforderung für das Information Retrieval dar wie zuvor die Suche im Web (Hawking, 2004). Es gilt nun Suchansätze aus dem Web in die Unternehmenslandschaft zu holen und dabei die in den Unternehmen vorherrschenden Rahmenbedingungen hinsichtlich der Natur der Inhalte, des Verhaltens von Mitarbeitern und den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen mit einzubeziehen (Mukherjee und Mao, 2004).

Vor diesem Hintergrund wurde Ende 2012 ein auf zweieinhalb Jahre angesetztes Forschungsprojekt gestartet. Gemeinsam mit drei Automobilherstellern und einem großen Zulieferer wird ein Konzept erarbeitet, das Engineering-Informationsquellen nutzt, den Zugriff auf diese ermöglicht und ohne tiefe physische Integration eine Suche und semantische Vernetzung von Informationen erlaubt. Als Projektergebnis wird eine prototypische Umsetzung eines Informationscockpits für den Zugriff auf dezentrale Informationen in der Fahrzeugentwicklung angestrebt. Dabei gilt es Ansätze zu finden, wie strukturierte und unstrukturierte Inhalte erschlossen und möglichst flexibel miteinander vernetzt werden können, um den Informationsbedarf von Fahrzeugentwicklern am Arbeitsplatz zu befriedigen. Diese Vernetzung muss sowohl systemgestützt, als auch interaktiv durch den Nutzer passieren können. Der entwickelte Ansatz muss die Suche nach Informationen möglichst nutzerorientiert, ansprechend und nachvollziehbar gestalten, damit er von Fahrzeugentwicklern akzeptiert wird.

Nach dieser Darstellung von Ausgangssituation und Motivation werden im nächsten Abschnitt die Grundlagen des Phänomens Suche in Unternehmensdaten erläutert. Es folgt eine Beschreibung der im Forschungsprojekt gewählten Methodik in Abschnitt drei. Abschnitt 4 präsentiert die Ergebnisse der rund 50 geführten Gespräche mit Personen aus der

Fahrzeugentwicklung in den Rollen Entwickler, Entscheider und IT und liefert Einblicke in die Architekturerstellung. In Abschnitt 5 werden die Ergebnisse dieses Beitrags diskutiert, während Abschnitt 6 mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick auf weitere Forschungsarbeiten schließt.

2. Suche und Informationsvernetzung

2.1 Suche in Unternehmensdaten

Enterprise Search bzw. Suche in Unternehmensdaten ist ein Teilgebiet von Information Retrieval (Hawking, 2004) und bezeichnet die computergestützte inhaltsorientierte Suche mit Hilfe einer unternehmensinternen Suchmaschine, welche Inhalte mit Hilfe von speziellen Computerprogrammen, sog. Crawlern, indexiert. Die Suche wird nicht live auf den ursprünglichen Datenquellen durchgeführt, sondern auf dem zuvor erstellten Suchindex. Gefundene Dokumente werden im Kontext der Suchanfrage üblicherweise als Textauszug ergänzt um Metadaten angezeigt. Durch diese Vorschau soll sich schnell die Relevanz der Ergebnisse durch den Suchenden beurteilen lassen. Durch eine fortlaufende Indexierung der einzelnen Datenquellen wird die Aktualität der Resultate gewährleistet. Die Nutzung von Filtern, auch Facetten genannt, ermöglicht eine rasche Navigation durch die Trefferliste.

In der Literatur wird die Frage aufgeworfen, ob die akademische Information Research (IR) Community überhaupt genug über die in den Unternehmen vorliegenden Daten sowie den Such- und Informationsbedürfnissen ihrer Nutzer und deren Paradigma der Relevanzbewertung weiß (Hawking 2006). Obgleich sich Nutzer die Einfachheit der Google-Suche auch hinter der Firewall wünschen, zeichnen sich Internet-Suche und Intranet-Suche durch zahlreiche konzeptionelle Unterschiede aus:

- Bei der Internet Suche besteht der Suchraum vorwiegend aus verlinkten Web-Seiten und vergleichsweise einfach zu erschließenden Dokumenten in Standardformaten. Im Unternehmen sind Informationsressourcen heterogener, angefangen von unstrukturierten Dokumenten in speziellen Formaten bis hin zu strukturierten Inhalten in großen Datenbanken.
- Internet-Suchmaschinen wie Google bewerten die Relevanz von Webseiten anhand der auf sie zeigenden Hyperlinks [Page et al 1999]. Doch Daten und Dokumente sind in Unternehmen in der Regel überhaupt nicht verlinkt und daher bedarf es vollkommen anderer Ansätze zur Relevanzbewertung.
- Im Internet finden sich Informationen auf Web-Seiten, welche auch gefunden werden „wollen“ und daher speziell für Suchmaschinen optimiert wurden. In Intranets ist dies in den meisten Fällen nicht so, da Anwender in der Regel wenig Initiative ergreifen, um ihre Inhalte für Intranet-Suchmaschinen, etwa durch systematische Metadatenpflege, zu optimieren.
- Bei der Internet-Suche wird im öffentlichen Teil des Intranets gesucht, Zugriffsrechte sind daher irrelevant. Dokumente in Unternehmen werden oft durch komplexe Rollen- und Rechtsstrukturen verwaltet, die Sicherstellung von Zugriffsbeschränkungen ist essentiell.
- Internet-Suchanfragen sind verglichen mit Intranet-Suchanfragen viel allgemeinerer Natur. Der Nutzer ist bei einer Internet-Suche in vielen Fällen mit einer Antwort zufrieden, wobei aber viele mögliche Lösungen existieren. Bei der Internet-Suche existiert oftmals nur das eine richtige Dokument, das rasch gefunden werden will.

2.2 Ansätze zur Informationsvernetzung

Gewissermaßen basiert Enterprise Search auch auf Informationsvernetzung. Denn bei Enterprise Search wird diese Informationsvernetzung über gemeinsame Eigenschaften von Dokumenten wie etwa gemeinsame Autoren durch Filterkategorien (Facetten) im Suchindex abgebildet. In der Wissenschaft wird Informationsvernetzung heute stark mit Forschung im Bereich von Semantic Web assoziiert, wobei vor allem die Forschung rund um ‚Linked Data‘ eine wichtige Rolle spielt.

Im Semantic Web (Berners Lee, 1998; Berners Lee, 2001) stellt ein Uniform Resource Identifier (URI) eine Zeichenfolge dar, welche eine Ressource wie beispielsweise eine Person, eine Webseite oder einen Ort eindeutig identifiziert. Dabei ist es auch möglich, mehrere URIs für ein und dieselbe Ressource zu vergeben. Alle Informationen im Semantic Web werden maschinell verarbeitbar in der Form von Triples, also Statements bestehend aus Subjekt, Prädikat und Objekt abgebildet. Dabei beschreibt das Subjekt eine Ressource, das Prädikat die Eigenschaft dieser Ressource und das Objekt den Wert dieser Eigenschaft. Das Resource Description Framework (RDF) ist ein einheitliches Modell zur formalen Beschreibung von Informationen über Objekte. Alle Ressourcen werden einheitlich über URIs identifiziert. Das Resource Description Framework Schema (RDFS) und die Web Ontology Language (OWL) stellen formale Sprachen dar, um die Bedeutung der verwendeten Vokabeln einheitlich zu spezifizieren.

Bei Linked Data handelt es sich um eine durch das World Wide Web Consortium (W3C) koordinierte technische Entwicklung. Linked Data ist ein durch Tim Berners-Lee veröffentlichtes Set an Prinzipien zur Publikation und Verlinkung strukturierter Daten im Web (Berners Lee, 2006). Linked Data nutzt bestehende W3C-Standards wie Uniform Resource Identifier (URI) zur Identifikation von Ressourcen im Web, Resource Description Framework (RDF) zur Kodierung und Verlinkung von Daten und SPARQL Protocol and RDF Query Language (SPARQL) als graphbasierte Abfragesprache für RDF. Durch Linked Data werden die Daten am Web langfristig durch Maschinen interpretierbar gemacht und miteinander vernetzt. Das ermöglicht die Entwicklung von Softwaretools (oft als Semantic Web Agenten bezeichnet), die komplexe Informationsaufgaben für Menschen erledigen können.

Informationsvernetzung wird auch über Föderation von Datenbanken angestrebt und in dieser Domäne dann auch mit dem Begriff Informationsintegration versehen. Das Ziel der Informationsintegration besteht in der Schaffung einer zentralen, integrierenden Komponente mit einer einheitlichen Schnittstelle für Anwender und Anwendungen, um den Zugriff auf bestehende Informationssysteme zu erleichtern. (Vgl. Leser und Naumann, 2007). Die dabei entstehenden integrierten Informationssysteme stellen eine einheitliche Sicht auf die Datenquellen (und die darin enthaltenen Daten) zur Verfügung.

2.3 Nutzungshäufigkeit und Nutzerzufriedenheit von Enterprise Search

Eine Literaturrecherche hat aufgezeigt, dass es nur wenig empirische Arbeiten zu Nutzung und Nutzerzufriedenheit mit Suche in Unternehmensdaten gibt. In einer 2009 durchgeführten Untersuchung bei 140 Unternehmen wurde identifiziert, dass die Mehrzahl der Unternehmen Suchmaschinen heute zwar „verwendet“, diese aber nicht die gesamten Informationen in Unternehmen erschließen. Ein zentraler Informationszugang fehlt zumeist und interne Suchmaschinen werden wesentlich weniger genutzt, als externe (Bahrs, 2009). In der Dissertation von Bertram (2011) wurden Ergebnisse zum Status Quo der unternehmensweiten Suche in österreichischen Großunternehmen aus Sicht von Wissensmanagement

vorgestellt. Dabei wurde herausgefunden, dass 70 Prozent der befragten Unternehmen noch keine Enterprise Search Lösung einsetzen.

Ein Blick in Arbeiten aus der Praxis zeigt folgendes Bild: Findwise (2012) führt mit dem „Enterprise Search and Findability Report“ regelmäßig eine praxisnahe Umfrage durch, um herauszufinden, wie Organisationen über die Einführung von Enterprise Search denken. Die Ergebnisse zeigen, dass es für die Mehrheit der befragten Unternehmen heute schwer ist, die relevanten Informationen zu finden. Gründe dafür liegen etwa in der schlechten Suchfunktionalität, der Inkonsistenz der Verschlagwortung von Inhalten, dem gänzlichen Fehlen adäquater Schlagworte, der schlechten Navigation oder der Unkenntnis, wo überhaupt nach Informationen gesucht werden soll. Fast die Hälfte der Anwender war überwiegend oder sehr unzufrieden mit ihrer Suchanwendung. Auch eine Studie von MindMetre (2012) kommt zu diesem Ergebnis, denn mehr als die Hälfte der dort befragten Anwender konnte die gesuchte Information mit der vorhandenen Lösung nicht finden.

Der Wissenschaft ist noch immer wenig über die speziellen Suchbedürfnisse bekannt, welche Nutzer in Unternehmen und vor allem Ingenieure in der Fahrzeugentwicklung hegen. Freund und Toms (2006) haben in einer Studie das Suchverhalten von Softwareentwicklern untersucht und dabei beispielsweise eine durchschnittliche Query-Länge von 4,38 Keywords identifiziert, wobei auffallend eine umfassende Nutzung spezieller Keywords vorgenommen wurde. Doch über die Nutzerzufriedenheit mit Enterprise Search finden sich lediglich Ergebnisse in den von Praktikern durchgeführten Umfragen.

2.4 Funktionsumfang und Anwendung in der Fahrzeugentwicklung

Ulbrich et al (2009) und Softic et al (2013) haben sich mit dem Vergleichen von Suchmaschinen-Technologien beschäftigt. In beiden Fällen ging es darum, anhand von Feature-Vergleichen den State of the Art von Suchmaschinen zu beschreiben, um die Auswahl von Anbietern zu erleichtern. Ulbrich et al (2009) untersuchen zusätzlich den Zugang der befragten Suchmaschinenanbieter zum Thema Wissenserschließung. Bahrs (2008) beschreibt eine Architektur für eine lernende Suchmaschine mit profil- und kontextorientiertem Ranking, welche sich besser an Umgebungen mit heterogenen Informationsquellen anpassen soll als bisherige. Ein zentrales Element stellt dabei cases based reasoning (CBR) dar, welche das Lösen von Problemen mit Hilfe von Erfahrungen aus ähnlichen Situationen ermöglichen soll.

Die Literaturrecherche konnte aufzeigen, dass es zwar vereinzelt Arbeiten zum Funktionsumfang am Markt erhältlicher Suchmaschinen gibt, jedoch wenig über Suchansätze in der Fahrzeugentwicklung bekannt ist. Wissenschaftliche Arbeiten von Blommquist et al (2007) und Maier et al (2003) diskutieren den Einsatz von Ontologien in der Automobilindustrie. Gehle (2000) beschreibt in seinem Beitrag zum IT-unterstützten Wissenstransfer einen mit „Marktplatz des Wissens“ bezeichneten Ansatz von BMW aus dem Jahr 1997 sowie dessen Architektur. Dieser Marktplatz soll Dreh- und Angelpunkt für den Informations- und Wissensaustausch sein und den Mitarbeitern einen zentralen Einstiegspunkt zu verschiedenen Informationsressourcen bieten. In diesem Zusammenhang wird auch eine Such- und Retrievalanwendung mit semantischen Netzen beschrieben. Dau und Konzag (2010) erläutern anhand eines Use Case bei BMW Grundlagen und Methoden für ein Informationssystem, das einem Fahrzeugentwickler Entwicklungsinformationen und Produktdaten aus der Konzeptentwicklung zugänglich macht. Dabei werden Volltextsuche, semantische Suche, facetiierte Suche und Visualisierung über Semantische Netze eingesetzt.

3 Methodik

Das Projektziel besteht, wie eingangs angeführt, in der Entwicklung eines Prototyps für flexible Suche und Informationsvernetzung in der Fahrzeugentwicklung. Dazu wurden gemeinsam mit den Projektpartnern zur Projektdefinition übergeordnet Projektziele definiert, Anforderungen erhoben und ein Konzept- und Architekturentwicklungsprozess gestartet. In diesem Beitrag wird lediglich die Methodik für die Konzeption der Architektur vorgestellt, welche in nachfolgender Abbildung dargestellt und dann im Detail beschrieben wird.

Im Forschungsprojekt wurde auf eine saubere Methodik der Architekturerstellung Wert gelegt und dazu ein toolgestützter Ansatz ausgewählt, der Transparenz und Nachvollziehbarkeit gestattet. Für die Modellierung wurde das Tool ARCWAY (arcway.com) ausgewählt, da es visuell ansprechende Darstellungen komplexer Zusammenhänge erlaubt und von einem durchgängigen Anforderungsmanagement über die Modellierung bis zur Projektkommunikation mit unterschiedlichen Stakeholdern unterstützt.

In einem ersten Schritt wurden von zwei Forschern Gespräche mit rund 50 auf die Projektpartner verteilte Personen in den Rollen Entwickler, Entscheider und IT-Mitarbeiter geführt:

- Den von den Projektpartnern ausgewählten Personen wurde durch den gesprächsführenden Forscher die Projektintention anhand eines gedruckten Projektsteckbriefs vorgestellt.
- In weiterer Folge wurden mit Hilfe eines Leitfadens Fragen zu Aufgaben und Verantwortung, Ablauf der Informationsbeschaffung und relevante Informationsquellen, besondere Herausforderungen in der Informationsbeschaffung und Vision/Idealszenario gestellt.
- Gesprächsprotokolle wurden vom gesprächsführenden Forscher gegengelesen, freigegeben und an die Gesprächspartner mit der Bitte um Durchsicht, Überarbeitung und Freigabe weitergeleitet, um die Gültigkeit des Inhalts sicherzustellen.

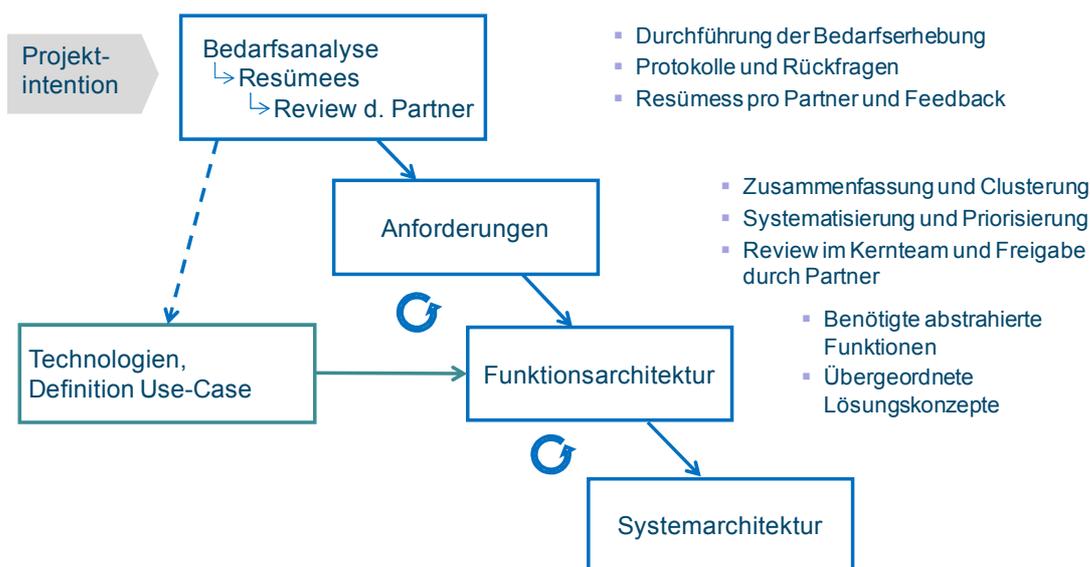


Abbildung 1: Vorgehensweise bei der Erstellung von Funktions- und Systemarchitektur.

In einem zweiten Schritt wurden die Ergebnisse aus den Gesprächen ausgewertet und in Stakeholder-Anforderungen überführt. Dazu wurde folgende Vorgehensweise gewählt.

- Die freigegebenen Gesprächsprotokolle wurden für jeden der vier Projektpartner auf der Basis von Gemeinsamkeiten und Unterschieden ausgewertet.
- Die wesentlichen Ergebnisse wurden je Projektpartner in einem Powerpoint-Foliensatz und einem Poster festgehalten.
- In einem Projektmeeting wurden die Ergebnisse mit den Projektpartnern diskutiert, um weitere Anforderungen an das zu entwickelte Informationscockpit zu generieren.
- Projektziele und Anforderungen wurden mit ARCWAY erfasst, wobei die rund 10 im Projektantrag definierten Projektziele die Spitze der Anforderungsmodellierung darstellen (Top-Level-Ziele).
- Die Anforderungen der Projektpartner wurden aus den Resümees der Interviews und der Diskussion am Projektmeeting je Projektpartner erfasst, mit diesem abgestimmt und freigegeben (Stakeholder-Anforderungen).
- Durch das wissenschaftliche Projektteam wurden die Anforderungen mit dem State of the Art zu Suche in Unternehmen ergänzt (erweiterte Anforderungen).
- In einem letzten Schritt wurden die Anforderungen zusammengefasst und nach Anwendungsfall oder Grob-Architektur kategorisiert und mit den Projektpartnern abgestimmt (konsolidierte Anforderungen).

Erst in einem dritten Schritt wurde die eigentliche Architekturentwicklung getrennt nach fachlicher und technischer Architektur gestartet. Dazu wurde folgende Vorgehensweise gewählt:

- Ein grobes Lösungskonzept wurde bereits im Rahmen der Projektanbahnung erarbeitet, da ohne dieses das Forschungsprojekt gar nicht zustande gekommen wäre.
- Die Prinzip-Architekturen von Enterprise Search Anbietern wurden auf Basis der zur Verfügung gestellten technischen White-Paper sowie einzelner Gespräche mit Vertretern in ARCWAY modelliert (Technologiebausteine).
- Gemeinsam mit den Projektpartnern wurden Use-Cases definiert, die eine Entwicklung und ein Testen des Funktionsmodells zulassen, welches möglichst unabhängig von der Implementierung sein soll (Funktionsarchitektur).
- Aufgrund des Wissens über die Funktionsarchitektur und der Technologiebausteine kann als Gesamt-Lösungsansatz die IT-technische Darstellung entstehen (Systemarchitektur).

4 Vorstellung der Ergebnisse

4.1 Bedarfsanalyse

Aus der Literatur ließen sich kaum Erkenntnisse gewinnen, wie heute Fahrzeugentwickler ihren Informationsbedarf decken und welche Anforderungen sie an eine Suche haben. Das deckt sich auch mit der Aussage von Hawking (2006), dass die Information Retrieval Community womöglich noch zu wenig über die in den Unternehmen vorliegenden Daten sowie über Such-, Informations- und Relevanzbewertungsmechanismen ihrer Nutzer weiß. Die im Projekt durchgeführten Gespräche mit Methodenentwicklern (12), Entwicklern (12), Entscheidern (9) und fachbereichsnahen IT-Mitarbeitern (13) lieferten tiefe Einblicke über kulturelle Aspekte bei der Informationsbeschaffung in der Fahrzeugentwicklung, vorhandene Informationsquellen und -typen, besondere Herausforderungen bei der Informationsbeschaffung und Visionen und Anforderungen an ein Informationscockpit.

Zusammengefasst kann aus der Perspektive Organisation und Kultur gesagt werden, dass heute bei den Projektpartnern das Need-to-Know-Prinzip bei der Informationsversorgung vorherrschend ist: Aktuell erhalten Ingenieure formal und IT-basiert nur Zugriff auf diejenigen Informationen, die zwingend benötigt werden. Alles was darüber hinaus für eine optimale Zusammenarbeit gebraucht wird, passiert über informelle Kommunikation und Netzwerke.

Dieser Zielkonflikt zwischen Unternehmens-IT-Strategie (pro: Datensicherheit und Einführung von Schutzklassen) und der Bedarf der Entwicklung nach einen besseren Zugang zu Informationen (pro: offenerer Zugang zu Information) ist erkannt und bewusst. Allerdings ist noch keine Lösung in Sicht. Auch das Verständnis der Notwendigkeit der Weiterverwendung von Engineering-Daten (z.B.: Simulationsmodelle, Input-Files) durch andere Fachbereiche speziell für Systemsimulation ist erst im Aufbau begriffen.

Als Datenquellen wurden in den Gesprächen fast ausschließlich Laufwerke genannt. Für Computer-aided Engineering (CAE) werden bei den Gesprächspartnern noch keine umfassenden Simulationsdatenmanagement-Systeme eingesetzt. In Einzelfällen sind lokale Datenbanken für CAE-Daten vorhanden. Zunehmend werden Wikis als Quelle für Informationen, Strukturen und Übersichten genutzt. Die Schaffung von Übersicht über Daten und die Steuerung wird oftmals mit Hilfe von Excel-Tabellen durchgeführt, welche beispielsweise in der Root von Ordnern liegen und die Inhalte beschreiben.

Informationstypen betreffen entsprechend dem Projektfokus schwerpunktmäßig Simulationsmodelle und Daten für die Bedatung dieser Modelle (z.B.: Input Decks). Als weitere relevante Dokumente wurden Produktdaten (z.B. Konfiguration und Ausstattung), Produktparameter (z.B. Getriebeabstufung), Simulations- und Messdaten, CAD-Daten und Projektdaten (Anforderungen, Status, Entscheidungen, Änderungen, Planung) genannt.

In der Informationsbeschaffung stehen heute persönliche Kommunikation und Nutzung des eigenen Netzwerks im Vordergrund. Wenn Prozessdefinitionen für die Informationsversorgung vorhanden sind, sind diese in erster Linie meilensteinorientiert. Abstimmungen und Synchronisationen finden zu Meilensteinen statt, zwischen den Meilensteinen gibt es wenig formale Prozesse, was die Informationsversorgung dort wesentlich erschwert. Generell finden sich im CAE-Bereich (Simulation) weniger Definitionen, als im CAD Bereich (Konstruktion). Das Ausmaß an definierten Prozessen variiert je nach Projektpartner.

Die Weiterverwendung von Berechnungsdaten ist eine neue Entwicklung und teilweise noch nicht etabliert. Auch die Verantwortung für die Dokumentation und Beschaffung von Daten für die Berechnung ist meist nicht hinreichend geklärt, was das Pull-Prinzip notwendig macht. Es ist nicht geklärt ob der Nutzer oder der Ersteller von Engineering-Daten für deren Verwendung verantwortlich ist. Diese mangelnde Klärung sorgt dafür, dass Daten oft nur widerwillig oder gar nicht zur Verfügung gestellt werden.

Kernfragestellungen betreffen aus Sicht der Fahrzeugentwickler die Recherche nach Informationen mit Fokus auf die frühe Phase, d.h. das Verschaffen eines ersten Überblicks und die Herstellung von Kontakten zu für bestimmte Entwicklungsthemen relevanten Personen, das Abonnement von Änderungen an Inhalten und letztendlich den eigentlichen Zugriff auf Daten über das Informationscockpit, was Vertrauen in die Relevanz und Gültigkeit der gefundenen Inhalte betrifft. Der Kontext einer gefundenen Information soll systemtechnisch erfragt werden können, um die Gültigkeit und Relevanz zu bewerten (z.B. von welcher Person wurde zu welchem Zeitpunkt ein gefundenes Simulationsmodell in welchem Fahrzeugentwicklungsprojekt verwendet).

4.2 Architekturentwicklung

Im Projektantrag wurden die folgenden acht Ziele (High-Level Anforderungen) definiert: Komplexität und Dynamik handhaben, interdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglichen, effizienten Informationszugriff ermöglichen, flexible Einbindung von Informationsquellen ermöglichen, Vernetzung von Informationen ermöglichen, Kontext von Information erschließen, kontextgetriebenes Rollen- und Rechtekonzept erarbeiten, hohe User-Akzeptanz sicherstellen.

Für jeden Partner wurden separat Stakeholder-Anforderungen erhoben und in die folgenden Kategorien eingeteilt: Informationstyp, Informationsdarstellung, Personalisierung und Interaktion, Gesamtarchitektur, Technische Informationsquellen, Zugriffsrechte, Nicht-funktional und Randbedingungen. In Summe wurden rund 150 solcher Stakeholder-Anforderungen erhoben. Die Ergebnisse aus der Bedarfserhebung und den dort geführten Gesprächen liefern die Basis dazu. Rund 70 ergänzende Anforderungen wurden vom Projektteam mit dem Ziel definiert, die Lücken zwischen den Anforderungen der Stakeholder und den Zielen abzudecken. Diese umfassen die Bereiche Frontend und Benutzerinteraktion (Sucheingabe und Filterung, Informationsdarstellung, Personalisierung, Allgemein), Relevanzbewertung und Kontext, Gesamtarchitektur und Funktionen, Quellsysteme und Dokumente (Unstrukturierte Datenquellen, Strukturierte Quellsysteme, Dateitypen, Informationstypen) sowie Handlungsfelder und Randbedingungen.

Die Stakeholder-Anforderungen sowie die ergänzenden Anforderungen wurden zu rund 40 konsolidierten Anforderungen zusammengefasst. Konsolidierte Anforderungen wurden in folgende Kategorien geclustert: Frontend (Personalisierung, Interaktion Benutzer, Informationsdarstellung Benutzer, Interaktion Vernetzungsadministrator, Informationsdarstellung Vernetzungsadministrator), Business Logic, Technische Informationsquellen und -typen, nicht funktionale Anforderungen, IT-Anforderungen, sowie Handlungsfelder und Randbedingungen.

Das Konzept für flexible Suche und Informationsvernetzung in der Fahrzeugentwicklung wird sowohl als „fachliche Architektur“ mit Fokus auf das WAS, als auch als „technische Architektur“ mit Fokus auf das WIE modelliert. Sie ist einerseits durch Aufbaubilder (Pläne, statische Aspekte) und andererseits Ablaufbilder (Funktionsabläufe, dynamische Aspekte) dargestellt und wurde mit Hilfe der Fundamental Modeling Concepts (Knöpfel et al 2005) modelliert. Im Allgemeinen wird die Kompositionsstruktur als Blockdiagramm mit aktiven (Agenten als Rechtecke), passiven Komponenten (Informationsspeicher als runde Form) und Kommunikationskanälen (Linien und Kreise) genutzt. Im folgenden Beitrag kann nur ein Auszug der Architektur, die vier Detaillierungsstufen umfasst und in rund 20 Plänen abgebildet wird, wiedergegeben werden.

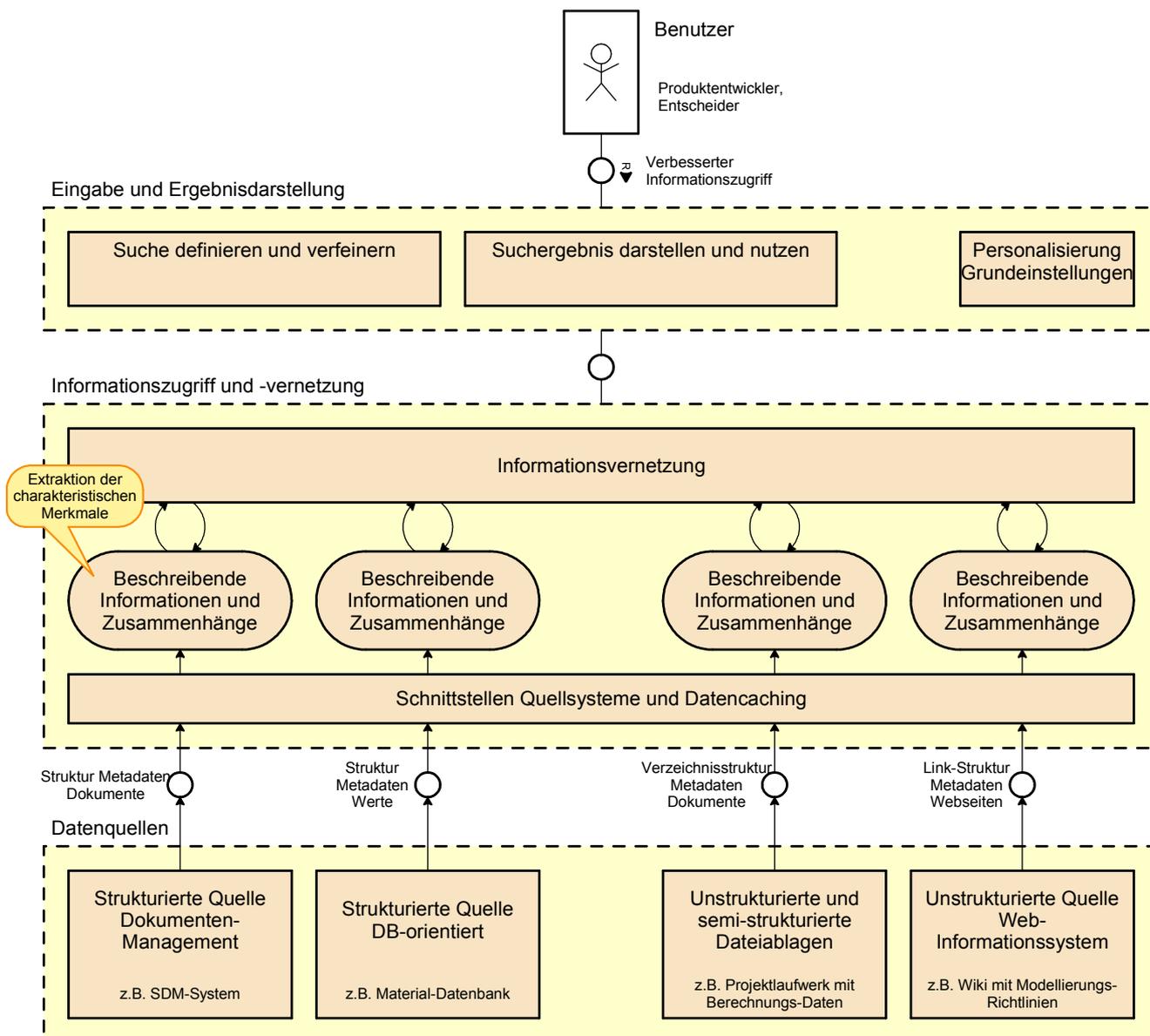


Abbildung 2: Grobkonzept der Architektur für flexible Suche und Informationsvernetzung (1. Detaillierungsstufe).

Die fachliche Architektur folgt einer klassischen „Drei Schichten Architektur“ betrieblicher Informationssysteme mit Benutzungsschnittstelle, Anwendungskern und Datenhaltung (Keller, 2002) und beschreibt die Funktionen Eingabe und Ergebnisdarstellung, Informationszugriff und vernetzung sowie Datenquellen. Aus den an das Informationscockpit durch den Administrator angebotenen Datenquellen mit strukturierten und unstrukturierten Daten werden Inhalte, beschreibende Informationen und Ergebnisse extrahiert und miteinander vernetzt. Der Benutzer kann über ein Frontend Suchanfragen formulieren und Ergebnisse kontextbezogen analysieren, filtern und Zusammenhänge eruieren.

Insgesamt werden vier unterschiedliche Datenquellen für Engineering-Daten unterschieden: Strukturierte Quellen mit Dokumenten im Dateisystem und dazugehörigen Metadaten in einer Datenbank (z.B.: Simulationsdatenmanagement-System), strukturierte Quellen als Datenbank mit Werten (z.B.: Materialdatenbank), unstrukturierte bzw. semi-strukturierte Dateiablagen mit Dokumenten (z.B.: Projektablaufwerk die mehr oder weniger einem festgelegten Schema folgt) und unstrukturierte bzw. semistrukturierte Web-Informationssysteme

(z.B.: Berechner-Wiki). Analysiert werden die Struktur der Inhaltsorganisation (z.B.: nach Projekten und Disziplinen geordneter Baum von Berechnungstasks), die Metadaten der Inhalte (z.B.: Bearbeiter, Fachbereich, Änderungsdatum, Freigabestatus, ...), die Inhalte selbst (z.B.: Berechnungsmodelle, Input-Decks, Analyseergebnisse) und Werte (z.B.: Testergebnisse, Kennfelder).

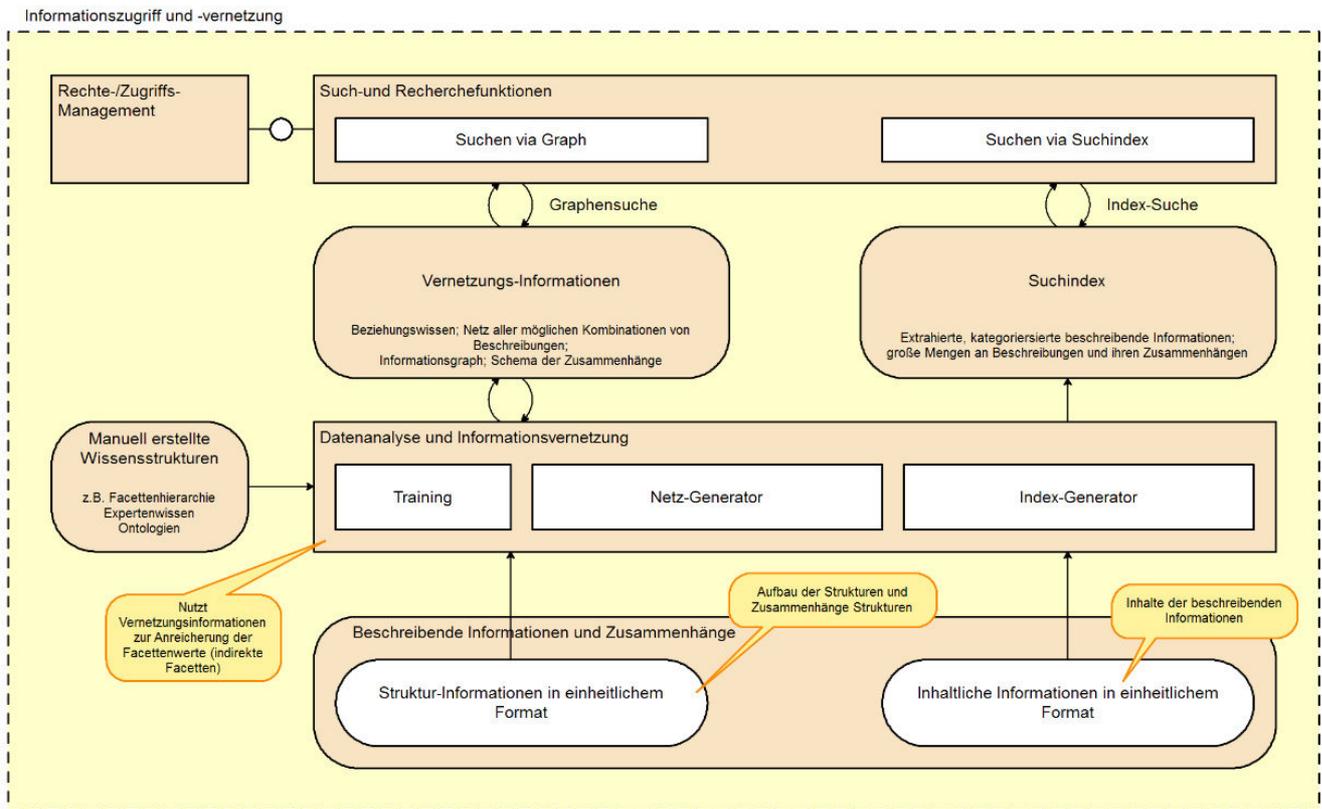


Abbildung 3: Layers „Informationszugriff und -vernetzung“ (2. Detaillierungsstufe).

Sobald die beschreibenden Informationen aus den unterschiedlichen Quellen extrahiert und in ein einheitliches Format gebracht wurden, werden sie durch Datenanalyse und Informationsvernetzung miteinander in Bezug gebracht und kategorisiert. Die Strukturinformationen der Quellsysteme werden, so gut es geht, dazu verwendet, um die Analysequalität zu verbessern. Die Analyse erfolgt durch Hinzuziehen von manuell- sowie systemtechnisch erstellten Wissensstrukturen (z.B. Organisationsstruktur, Fahrzeugprojektstruktur, Baugruppenstruktur, Stücklisten). Dabei werden moderne Ansätze wie Linked Data einbezogen.

Das Informationscockpit unterscheidet zwischen Strukturinformationen (bzw. Vernetzungs-Informationen) und Inhaltsinformationen. Vernetzungs-Informationen bestehen aus dem Mapping verschiedener Wissensstrukturen (z.B. Fahrzeugprojektstruktur, Bauteilstruktur, ...) auf eine zentrale Systemstruktur. Zugeordnete und verknüpfte Informationen werden im Suchindex gespeichert, der aus unstrukturierten Inhalten generiert wird. Aus Sicht der Such- und Recherchefunktionen steht ein Metadaten-Netz mit direkt und indirekt verknüpften Informationen zur Verfügung. Sowohl eine Suche über einen Suchindex (d.h. über die Inhalte der Dokumente und Datenbanken), als auch über einen Graph (d.h. über das Beziehungswissen zwischen den Inhalten) wird unterstützt.

Neben der Möglichkeiten einer klassischen Enterprise Search wie Schlagwortsuche, Boolesche Suche und Facettierte Suche (Mukherjee und Mao, 2004) soll das Informationscockpit weitere Funktionen beinhalten. Dazu gehören wie die Suche nach relevanten Dokumenten auch die Suche nach zu den Suchergebnissen relevanten Datenbanken und die Ausführung vordefinierter Datenbankabfragen. Damit können etwa vordefinierten Datenbankabfragen auch als Suchergebnisse angezeigt und durch den suchenden Benutzer ausgeführt werden. Eine Kombination aus Suchmaschine und strukturierter Abfrage auf einer einfach zu nutzenden Oberfläche wird ein zentrales Ergebnis darstellen.

5. Diskussion der Ergebnisse

5.1 Begleitende Rahmenbedingungen

Die vorgestellte Architektur für flexible Suche und Vernetzung in der Fahrzeugentwicklung erlaubt die Entwicklung eines funktionalen Prototyps. Eine bei den Partnern betriebene Suchlösung, die auf diesem Prototyp aufbaut, kann nur dann nutzenstiftend sein, wenn bestimmte Rahmenbedingungen bei den Projektpartnern erfüllt werden. Für die Ausschöpfung des Potenzials des zu entwickelten Ansatzes für flexible Suche und Informationsvernetzung wurden anhand der Gespräche eine Reihe von Risiken identifiziert: Allgemein ist bei allen Projektpartnern sehr wenig Beschreibung zu Simulationsmodellen vorhanden, d.h. Eingangsinformation (z.B.: CAD-Stand), Versionsbeschreibung, Verwendungszweck und Intention, Gültigkeitsbereich und Schnittstellenbeschreibung sind kaum dokumentiert. In vielen Fällen liegt zu wenig Information für die Bewertung von Kontext und Zusammenhängen vor, welche durch das entwickelte System angezeigt werden kann. Generell sind Metadaten wenig oder nicht vorhanden und eine aktive Metadatenpflege wird kaum durchgeführt.

Das heute vorherrschende Need-to-Know-Prinzip widerspricht tendenziell dem Ansatz des Forschungsprojekts, welches einen offeneren Zugang zu Information vorsieht. Wer keinen Zugriff auf eine Information haben darf, der darf sie auch in einer Suchmaschine nicht finden. Im Regelfall werden Suchende mit geringen Zugriffsrechten nur sehr wenige Inhalte erschließen können und das Informationscockpit dann kaum als nützlich empfinden. Das Forschungsprojekt beinhaltet neben den technologischen Aspekten auch die Erarbeitung von begleitenden Handlungsempfehlungen. Darin sollen die organisatorischen, prozesstechnischen und kulturellen Auswirkungen untersucht, optimale Rahmenbedingungen oder Voraussetzungen definiert und Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Es bedarf eines Konzepts für die Verantwortlichkeit für Dokumentation und Beschaffung von Informationen, welches vor allen eine Win-Win-Situation zwischen Ersteller und Nutzer von Modellen ermöglichen soll. Auch der Einfluss der Unternehmenskultur auf die Potentialausschöpfung wird als enorm erkannt.

5.2 Suche und Vernetzung von Inhalten in Unternehmen

Obwohl mittlerweile zahlreiche Anbieter von Enterprise Search auf dem Markt sind, existiert noch kaum wissenschaftliche Literatur über Nutzung und Zufriedenheit. Die einzelnen über Literaturrecherche identifizierten wissenschaftlichen Studien (Bahrs, 2009; Bertram, 2011) zeigen an, dass die Nutzung und Verbreitung von Enterprise Search wohl doch geringer ist, als zu erwarten wäre, und der zentrale Zugang zu Information noch offen ist. Die beiden referenzierten Studien aus der Praxis (Findwise, 2012; MindMetre, 2011) zeigen eine sehr verhaltene Zufriedenheit der Anwender mit existierenden Lösungen.

Für die Forschung bedeutet das, die Charakteristik von Informationssuche und -vernetzung in Unternehmen, den konkreten Informationsbedarf der Anwender und deren Relevanzbewertungsmechanismen weiter zu untersuchen, um die Entwicklung maßgeschneiderter Lösungen zu erlauben. Die wissenschaftliche Literatur bietet derzeit lediglich allgemeine Erkenntnisse. Aus diesem Grunde wurden für die Architekturentwicklung im Projekt auch rund 50 Gespräche geführt. Ein Informationscockpit für Suche und flexible Informationsvernetzung in der Fahrzeugentwicklung muss viel stärker auf die Besonderheiten der Domäne eingehen, da generische Enterprise Search Lösungen nicht den gewünschten Erfolg bringen, wie auch die Analysegespräche aus der Praxis vermuten lassen. Hier liegen relevante Informationen nicht nur in Form von Dokumenten vor, sondern in unterschiedlichen Ausprägungen. Aus der optimalen Verknüpfung von strukturierten mit unstrukturierten Inhalten kann ein großes Potential für den Fahrzeugentwickler erschlossen werden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die rasche Verfügbarkeit relevanter Daten und Informationen ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor in der Fahrzeugentwicklung. Viele Projekte mit dem Ziel der Konsolidierung und Zentralisierung der Informationsversorgung über monolithische Systeme (z.B.: PLM) sind in der Vergangenheit in großen Unternehmen an der mangelnden Akzeptanz der Nutzer gescheitert. Heute sind flexible Lösungen zur Suche und Informationsvernetzung mehr denn je gefragt, um die historisch gewachsenen dezentralen Lösungen zu erschließen.

Im vorliegenden Beitrag wurde ausgehend von der Einführung in den State-of-the-Art zur Suche im Unternehmenskontext ein diesbezügliches Forschungsprojekt mit drei Automobilherstellern und einem großen Zulieferer vorgestellt. In rund 50 Gesprächen mit Fahrzeugentwicklern hat sich gezeigt, dass Informationsbeschaffung heute hauptsächlich über Gespräche und Networking stattfindet und in keinem der Fälle bereits ein umfassender IT-gestützter zentraler Zugang zu Information vorliegt. Diese Ergebnisse lieferten den Grundstein für ein umfangreiches Projekt zur Entwicklung eines Informationscockpits.

Für das Forschungsprojekt war eine Methodik notwendig, die alle Schritte von der Definition des Projekts, der Erhebung der Anforderungen bis hin zur Entwicklung der Architektur nachvollziehbar und transparent abbildet. Aus diesem Grund wurde ein strukturierter, toolgestützter Ansatz gewählt und ausführlich im Beitrag vorgestellt. Gemeinsam mit den Partnern wurden Anforderungen abgeleitet, verfeinert, diskutiert und in eine funktionale Architektur für flexible Suche und Informationsvernetzung in der Fahrzeugentwicklung überführt. Grundlage für diese Architektur stellte eine intensive Beschäftigung mit dem Themen Enterprise Search und Informationsvernetzung, dem State of the Art dazu sowie den Kapazitäten der diesbezüglichen Anbieter dar. Des Weiteren wurden die Bedürfnisse der zukünftigen Anwender integriert. Die vorgestellte Architektur soll keine Suchlösung für allgemeine Anwendungsfelder darstellen, sondern speziell den optimalen Informationszugriff in der Fahrzeugentwicklung erleichtern und mit den dortigen Nutzungscharakteristiken, dem Informationsbedarf und der vorhandenen Systemlandschaft umgehen können.

In weiterer Folge ist die prototypische Umsetzung geplant. Dazu liegt bereits ein Frontend-Demonstrator vor, der als zweites Instrument neben der Modellierung zur Kommunikation von Funktionsweise und Nützlichkeit bei den Partnern dient. Derzeit wird ein Systemlabor mit von den Partnern erhaltenen Testdaten aufgesetzt, um mehr über deren Eigenheiten zu erforschen.

Danksagung

Die Autoren danken dem „COMET K2 Forschungsförderungs-Programm“ des Österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), des Österreichischen Bundesministeriums für Wirtschaft, Familie und Jugend (BMWFJ), der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG), des Landes Steiermark sowie der Steirischen Wirtschaftsförderung (SFG) für die finanzielle Unterstützung. Ebenfalls danken wir den unterstützenden Firmen und Projektpartnern sowie der Technischen Universität Graz.

Literatur

- Bahrs, J. (2009): Enterprise Search – Suchmaschinen für Inhalte im Unternehmen. In: *Handbuch Internet-Suchmaschinen*, Heidelberg: AKA Verlag.
- Bahrs, J.; Meuthrath, B.t; Peters, K. (2008): Selbstlernende Suchmaschine als zentraler Informationszugang bei heterogener Informationslandschaft. In: *Beherrschbare Systeme dank Informatik*, Proceedings 133, Band 1. Springer (Berlin), S. 365-371.
- Berners Lee, T. (1998): *Semantic Web Roadmap*. www.w3.org/DesignIssues/Semantic.html.
- Berners Lee, T.; Hendler, J., Lassila, O. (2001): The Semantic Web. In: *Scientific American*, May 2001, p. 29-37.
- Berners Lee, T. (2006): Linked Data, <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>
- Bernasch, J., Fachbach, B. (2011): Integration als Schlüssel für die virtuelle Fahrzeugentwicklung, *ATZextra*, April 2011, Volume 16, Issue 5, pp 18-23.
- Betram, J. (2011): *Informationen verzweifelt gesucht – Enterprise Search in österreichischen Großunternehmen*. Dissertation, 2011.
- Blomqvist, E.; Öhgren, A. (2008): Constructing an enterprise ontology for an automotive supplier. In: *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Volume 21, Issue 3, April 2008, Pages 386–397.
- Dau, F.; Konzag, A. (2010): Management von Entwicklungsinformationen und Produktdaten als eine Grundlage zur Erhöhung der Qualität von Fahrzeugkonzepten. Text- und Data Mining für die Qualitätsanalyse in der Automobilindustrie. Gerhard Heyer, *Leipziger Beiträge zur Informatik* (Sonderheft), 2010.
- Ellwein, C. (2002): *Suche im Internet für Industrie und Wissenschaft*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Findwise (2012): *Enterprise Search and Findability Survey 2012*, <http://findwise.com/solutions/enterprise-search-and-findability-report>
- Gehle, M. (2000): IT-unterstützter Wissenstransfer in der internationalen Forschung & Entwicklung: Ein Praxisbericht über den „Marktplatz des Wissens“ der BMW AG, *Wirtschaftsinformatik*, Oktober 2000, Volume 42, pp S119-S123.
- Geist, I.; Vornholt, S. (2005): Management of User-defined Meta Information for Virtual Product Development. In: *Proceedings of 9th International Conference on Database and Expert Systems Application*, 2005.
- Hawking, D. (2004): Challenges in Enterprise Search. In: *Proceedings of the 15th Australasian database conference - Volume 27*, Pages 15-24.

- Hawking, D. (2006): Enterprise Search — The New Frontier? *Advances in Information Retrieval. Lecture Notes in Computer Science* Volume 3936, 2006, p 12.
- Keller, W. (2002): *Enterprise Application Integration*. Heidelberg: dpunkt Verlag, 2002, ISBN 3-89864-186-4
- Knöpfel, A.; Gröne, B.; Tabeling, P. (2005): *Fundamental Modeling Concepts. Effective Communication of IT Systems*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Leser, U.; Naumann, F. (2007): *Informationsintegration, Architekturen und Methoden zur Integration verteilter und heterogener Datenquellen*. Heidelberg: dpunkt Verlag, 2007.
- MindMetre (2011): *Mind the Enterprise Search Gap: A Mind Metre Research Report* sponsored by Smart Logic, 2011 <http://www.smartlogic.com/home/knowledge-zone/white-papers/1600-mindmetre-research-report-sponsored-by-smartlogic>
- Mukherjee, R.; Mao, J. (2004): Enterprise Search: Tough Stuff. In: *Queue - Search Engines*, Volume 2 Issue 2, April 2004 Pages 36.
- Page, L.; Brin, S.; Motwani, R.; Winograd, T. (1999): *The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web*. Technical Report. Stanford InfoLab.
- Softic, S.; Rosenberger, M.; Zoier, M.; Mondelos, K.; Pillinger, E. (2013): A Preliminary Short Survey of State of the Art Enterprise Search Engines for Future Work Place. In: *Proceedings of WEBIST 2013 – 9th International Conference on Web Information Systems and Technologies*, Aachen, 2013.
- Stocker, A.; Tochtermann, K. (2011): *Wissenstransfer mit Wikis und Weblogs*. Fallstudien zum erfolgreichen Einsatz von Web 2.0 in Unternehmen. 2. Auflage. Gabler Verlag, 2011.
- Ulbrich, A.; Kraker, P.; Luidolt, C. (2009): Ergebnisse einer Untersuchung von Anbietern von Suchmaschinen-Technologien. In: *Proceedings of Wissensmanagement*. 2009, 118-127.