

Informationsvernetzungstechnologien im Bereich Automotive Engineering

Michael Spitzer, Markus Zoier, Bernd Fachbach

Information & Process Management, Virtual Vehicle Research Center

Zusammenfassung

In der Fahrzeugentwicklung werden diverse Tools, Daten und Informationen verwendet und generiert. Auch in der Produktion (Smart Factory) werden immer größere Datenmengen verarbeitet. Um die anfallenden Daten und Informationen effizient zur Verfügung zu stellen, hat sich das Forschungsprojekt FIND zum Ziel gesetzt, einen flexiblen und effizienten Zugriff auf diese heterogenen Daten und Informationen zu ermöglichen. Es zeigte sich, dass im Automotive-Umfeld bereits verschiedene Suchtechnologien eingesetzt werden, die Qualität und Zufriedenheit mit diesen Technologien jedoch begrenzt ist. Nach intensiver Vorbereitung und Erfassung der Use Cases wurden unter Berücksichtigung zur Verfügung gestellter Beispieldaten der Projektpartner verschiedene Architekturen und Technologien evaluiert. Vielversprechende Technologien wurden in Folge in einem Prototyp implementiert. Hierbei wurde großen Wert auf Flexibilität und Austauschbarkeit der ausgewählten Technologien gelegt und auf eine saubere Trennung der einzelnen Komponenten geachtet. Das Frontend wurde unter besonderer Berücksichtigung der Schnittstelle Mensch – Computer angepasst und ermöglicht eine domänenspezifische Sicht auf die verfügbaren Daten. Der Prototyp befindet sich derzeit in der Review Phase bei den jeweiligen Projektpartnern.

1 Motivation

Das langfristige Ziel vieler Automobil-Zulieferer und -Hersteller ist es, aufgrund geringerer Kosten, die Zahl der Hardware-Prototypen zu verringern. Deshalb werden in Zukunft ein höheres Volumen an Simulationsdaten und Dokumenttypen generiert (Bernasch & Fachbach 2011). Jedoch nicht nur im Engineering werden immer mehr Daten generiert, auch in der Produktion (Smart Factory) werden immer größere Mengen an heterogenen Informationen und Daten (Mess- und Sensordaten) verarbeitet.

Die Navigation in diesen heterogenen Daten- und Informationsquellen stellt Informationssysteme vor große Herausforderungen. Der Bereich Computer-Aided Engineering (CAE) deckt hierbei nicht nur den klassischen Bereich der Berechnung und Simulation ab, sondern umfasst alle Methoden der virtuellen Entwicklung. Die hierbei generierten Daten und Informa-

tionen liegen derzeit noch auf umfangreichen, nur auf höheren Ebenen strukturierten Netzlaufwerken (Zoier & Fachbach 2013).

Einen ersten Lösungsansatz bieten Enterprise Search Technologien. Softic et al. beschäftigten sich mit dem Vergleich verschiedener Suchmaschinentechnologien und untersuchten aktuelle Enterprise Search Studien (Softic et al. 2013). Die Ergebnisse dieser Studie wurden bei der Wahl der Enterprise Search Technologie miteinbezogen. Mittlerweile existieren zahlreiche Anbieter von Enterprise Search Technologien. In ca. 30% der Unternehmen werden diese Technologien eingesetzt. Die verwendeten Technologien werden jedoch mit verhaltener Zufriedenheit bewertet. In Suchsystemen, in welchen mehrere Daten- und Dokumentquellen mittels einer einzigen Query abgefragt werden können, finden die Nutzer leichter relevante Informationen (Findwise 2014).

Zusätzlich zu indexbasierten Enterprise Search Technologien wurden die Verwendung von Ontologien (Blomqvist & Öhgren 2008, Gehle 2000) und Architekturen für lernende Suchmaschinen (Bahrs et al. 2008) in Betracht gezogen.

Das Ziel des Forschungsprojektes FIND ist es, mit Hilfe verschiedener, geeigneter Technologien ein Informationscockpit zur Optimierung des Zugriffs auf Engineering-Informationsquellen zu entwickeln und zur Verbesserung von Technologien zum Auffinden kausaler Zusammenhänge von Daten und Informationen - im Kontext Automotive CAE - beizutragen. Das Projekt wurde gemeinsam mit drei Automobilherstellern und einem Zulieferer durchgeführt.

2 Anforderungen

Die Anforderungen des Informationscockpits (FIND) wurden im Vorfeld bereits ermittelt. Im ersten Schritt wurden Gespräche mit rund 50 Personen (Entscheider, Entwickler und IT Mitarbeiter) von den jeweiligen Projektpartnern geführt. Die Inhalte der Gespräche wurden protokolliert und an die Projektpartner zur Durchsicht und Korrektur retourniert. In der zweiten Phase wurden die Gesprächsprotokolle analysiert und in Stakeholder Anforderungen formuliert. Zusätzlich wurden weitere Anforderungen (State of the Art zur Navigation, Exploration und Aggregation von Informationen in Unternehmen) durch das Forschungsteam definiert. Abschließend wurden die Anforderungen kategorisiert und mit den Partnern abgestimmt. In der dritten Phase startete die fachliche und technische Architekturentwicklung. Die Prinzip-Architekturen von Technologie-Anbietern wurden modelliert. Zusätzlich wurden gemeinsam mit den Projektpartnern Use Cases definiert (Zoier et al. 2014).

Die Stakeholder-Anforderungen sowie die ergänzenden Anforderungen wurden in 40 konsolidierte Anforderungen zusammengefasst und in folgende Gruppen unterteilt: Frontend, Business Logic, Technische Informationsquellen und -typen, nicht funktionale Anforderungen, IT Anforderungen, sowie Handlungsfelder und Randbedingungen (Zoier et al. 2014).

3 Informationsvernetzung in der Domäne CAE

In der Fahrzeugentwicklung werden verschiedene Tools, Dokumentformate und Datenbanken verwendet. Bei den beteiligten Projektpartnern werden Informationen aus strukturierten Quellen (Datenbanken, CMS-ähnliche Systeme wie z.B. Simulationsdatenmanagement, Materialdatenbanken), unstrukturierte bzw. semi-strukturierte Dateien und Ordner (Metainformation in Datei- und Ordernamen kodiert) und Informationen aus unstrukturierten bzw. semistrukturierten Web-Informationssystemen (z.B. domänenspezifisches Wiki) verarbeitet. Aufgrund der Heterogenität dieser Daten wurden verschiedene Informationsmanagement-technologien evaluiert und ausgewählt.

4 Technologisches Spektrum

Um alle anfallenden Daten in der Produktentwicklung in einem Tool zur Navigation, Exploration und Aggregation von Informationen zu erfassen, werden die folgenden Technologien eingesetzt: Bedarfs- und analysebasierte Vernetzung, ein Wissensmodell des Unternehmens und einzelner Geschäftsbereiche und unterstützend eine Enterprise Search Technologie. Um Informationen aus diesen Systemen abzufragen, formuliert der User Anfragen, die dann mit diesen Technologien verarbeitet werden. Das Frontend verarbeitet die Eingabe und sendet die Informationen an den Transformationslayer. Der Transformationslayer verbindet die jeweiligen Technologien untereinander und mit dem Frontend. Die Kommunikation zwischen den einzelnen Komponenten wird mittels Hypertext Transfer Protocol (HTTP) und Representational State Transfer (REST) Schnittstellen durchgeführt. Dieser generische Ansatz erhöht die Wartbarkeit und Austauschbarkeit der verwendeten Technologien (Xu et al. 2008). Abbildung 1 zeigt die Architektur des FIND Prototypen.

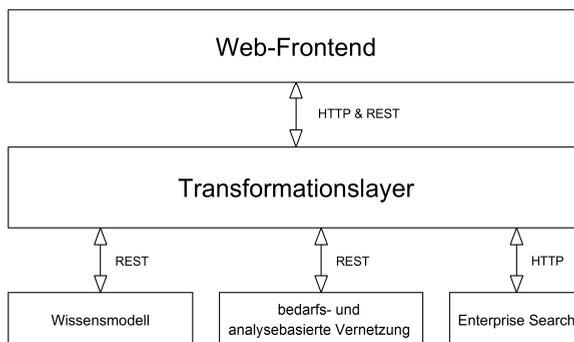


Abbildung 1: Systemarchitektur

4.1 Eingesetzte Technologien

Um optimale Resultate zu erreichen, werden verschiedene Technologien verknüpft. Die Bedarfs- und analysebasierte Vernetzungstechnologie generiert ein Beziehungsnetz. Des Weiteren wird aus generischem- und Fachbereichswissen ein Wissensmodell erstellt. Unterstützend arbeitet eine Enterprise Search Technologie. Abbildung 2 zeigt die prinzipiell möglichen Interaktionen dieser Technologien.

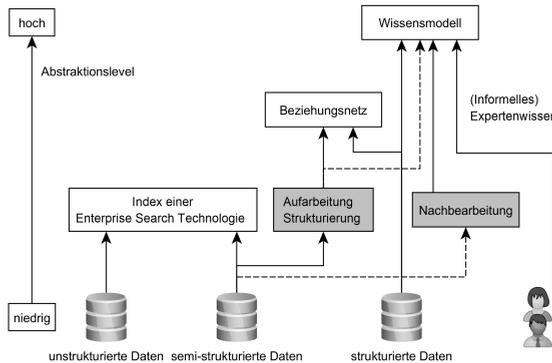


Abbildung 2: Interaktion der beteiligten Technologien

4.1.1 Wissensmodell

Mit Hilfe dieser Technologie wird u.a. informelles Expertenwissen manuell modelliert und in das System integriert. Ein abstraktes Modell eines Unternehmens- oder Produktentwicklungsausschnitts wird erstellt und automatisiert gefüllt und bei Bedarf manuell nachbearbeitet. Suchanfragen werden auf dem aus strukturierten Informationen erstellten Wissensmodell durchgeführt. Hierbei werden zwei Nutzerebenen unterschieden: Der Anwender nutzt das Wissensmodell zur Abfrage vernetzter Informationen, der Vernetzungsadmin erstellt das zugrundeliegende Wissensmodell.

4.1.2 Bedarfs- und analysebasierte Vernetzung

Die vorliegenden Daten werden mit Hilfe dieser Technologie analysiert, aufbereitet, in Beziehung gesetzt und daraus ein Wissensnetz aufgebaut. Suchanfragen können auf diesem Netz durchgeführt werden. Des Weiteren können die Daten mit Hilfe modellierter Informationen gefiltert werden. Das Ziel dieser Technologie ist es, eine definierte Sicht auf Daten in Zusammenhang mit einem definierten Thema in einem definierten Datenraum zu ermöglichen. Die Daten werden gezielt und auf den Anwendungsfall abgestimmt, strukturiert und in einem Beziehungsnetz abgebildet. Um eine gezielte Abfrage von kausalen Zusammenhängen zu ermöglichen, werden konkrete Abfragebausteine definiert, die am Netz gezielte Informationen im Kontext darstellen. Der Schwerpunkt dieser Technologie liegt im raschen und bedarfsorientierten Erschließen von Zusammenhängen im definierten Datenraum und in der Vernetzung von Informationen.

4.1.3 Enterprise Search

Die Enterprise Search Technologie dient überwiegend zur Dokumentensuche in unstrukturierten Datenquellen. Ein Ergebnis entspricht einer Datei, welche zur Zeit der Indizierung existiert hat und daher auch abrufbar ist. Zusätzlich liefert diese Technologie Vorschau- und Metadaten und ermöglicht den direkten Download der gefundenen Ressource. Die eingesetzte Technologie ermöglicht die Extraktion von Meta-Daten aus dem textuellen Inhalt der indizierten Dokumente. Des Weiteren bietet das eingesetzte System eine facetten-basierte Navigation und ein Tagging Service, die mit Hilfe von Thesauri, Wörterbüchern, Wikis, Black/Whitelists und regulärer Ausdrücke optimiert werden kann.

4.2 Transformationslayer

Im Transformationslayer werden die Abfragen verknüpft und an das Frontend weitergeleitet. Des Weiteren bietet diese Technologiekomponente eine Schnittstelle für die beteiligten Abfragetechnologien, transformiert die Anfragen, Ergebnislisten und Filter. Des Weiteren hält diese Komponente das Meta-Modell der abgefragten Informationen, Kategorisierungen und Filter. Zusätzlich implementiert der Transformationslayer die Entscheidungslogik, Relevanzbewertung und die Berechtigungssteuerung. Abbildung 3 zeigt die Zusammenhänge des Transformationslayers mit den beteiligten Abfragetechnologien.

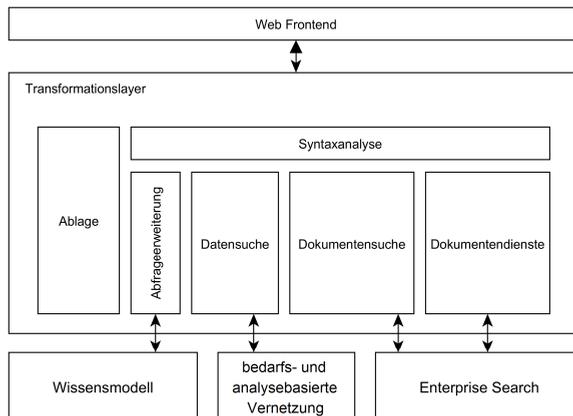


Abbildung 3: Transformation Layer

4.3 Frontend

Das Frontend wurde mit AngularJS¹ umgesetzt. Das Kernziel hierbei war es, eine flexible Struktur zu erstellen, um auf mögliche neue Anforderungen rasch und einfach reagieren zu

¹ <https://angularjs.org/>

können. Um eine möglichst lose Kopplung zwischen Business-Logik (Transformationslayer) und Präsentations-Logik (Web Frontend) zu gewährleisten, baut die Architektur auf rigide Verwendung von Services (REST) auf (Xu et al. 2008). Für die effiziente Abfrage von Informationen ist das Frontend als Schnittstelle zwischen Mensch und Computer von großer Bedeutung. Die große Herausforderung hierbei ist es, die für den jeweiligen domänenspezifischen User relevanten Informationen zu zeigen. So benötigt ein User aus der Produktion, wo im Rahmen einer Smart Factory immer mehr Sensor- und Messdaten generiert- und abgefragt werden, eine andere Sicht auf die Daten, als User aus der Entwicklung. Abbildung 4 zeigt den Aufbau des Frontends. Den Usern werden zwei Ansichten (dokumentbasiert und datenbasiert) auf die gefundenen Informationen präsentiert. Bereits getätigte Suchanfragen können in einer Ablage mit den ausgewählten Parametern gespeichert werden und später erneut getätigt werden.

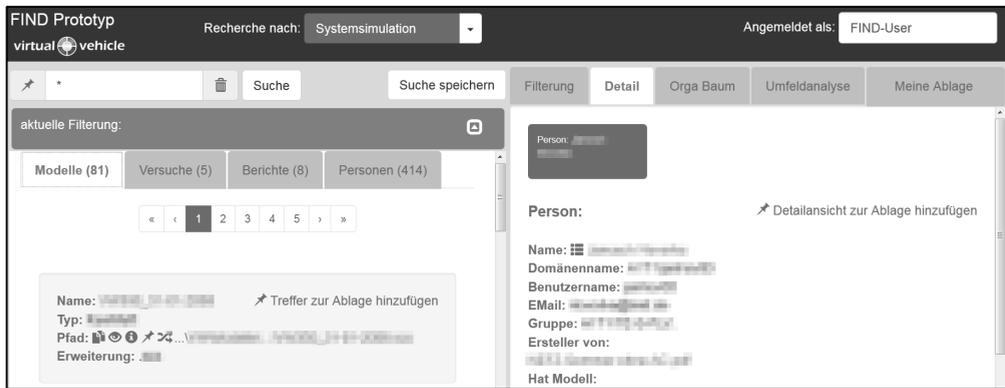


Abbildung 4: Screenshot des Frontends

5 Technologien im weiteren Umfeld und Abgrenzung

Bevor die verschiedenen Abfragetechnologien eingesetzt werden konnten, wurde eine genaue Analyse durchgeführt. Hierbei wurde auch die Struktur der zur Verfügung gestellten Beispieldaten miteinbezogen.

Bei Verwendung von bedarfs- und analysebasierten Vernetzungstechnologien zeigte sich, dass einzelne Themen-Cluster erkennbar waren. Die Zusammenhänge innerhalb dieser Cluster waren zuverlässig, jedoch war es schwierig, Verbindungen zwischen den Clustern herzustellen. Dies kann jedoch teilweise auf die geringe Anzahl der Beispieldaten zurückgeführt werden. Um das volle Potential dieses Beziehungsnetzes nutzen zu können, werden zusätzliche strukturierte Daten benötigt.

Bei Verwendung eines Wissensmodells zeigte sich die Mächtigkeit dieser Technologie. Domänenspezifisches Wissen kann sehr genau abgebildet werden, es ist jedoch ein hoher Initialaufwand und fortgeschrittenes Wissen erforderlich. Dieses Wissen wird u.a. zur Anfra-

geerweiterung (query expansion) verwendet. Zur automatisierten Füllung des Wissensnetzes sind zudem strukturierte Datenquellen mit den entsprechenden Zusammenhängen erforderlich, die im Projekt nur sehr eingeschränkt zur Verfügung standen.

Es zeigte sich, dass die Enterprise Search eine große Anzahl von Quellenanbindung sowie auswertbare Dokument- und Dateitypen unterstützt. Es ist wenig Initialaufwand erforderlich, eine erste Implementierung benötigt wenig domänenspezifisches Wissen über die Beispieldaten. Bei einem Einsatz in einer CAE Umgebung ergeben sich folgende Herausforderungen: Die Dokumente enthalten wenig Text, sehr viele Fachbegriffe und besondere Kennungen (z.B. Teilenummern). Die Indizierungsqualität kann durch Training von generischem Wissen oder durch Training mit domänen- und unternehmensspezifischen Dokumenten verbessert werden. Dies verbessert sowohl die Qualität der Suchresultate wie auch das Tagging. Die Grenzen dieser Technologie zeigten sich vor allem bei sehr spezifischen CAE Dokumenten, in welchen sehr viel implizites Wissen kodiert ist, so erkennen domänenspezifische Ingenieure sofort, welche Messdaten, Sensordaten, Informationen und Materialeigenschaften für den jeweiligen Anwendungsfall wichtig sind. Weitere Herausforderungen ergeben sich bei unscharfen Zusammenhängen. Um qualifizierte Informationen, die sich im unscharfen Umfeld zum abgefragten kausalen Zusammenhang befinden, zu erhalten, müssen zusätzliche Technologien (Wissensmodell und bedarfs- und analysebasierte Vernetzung) eingesetzt werden. Deshalb wird die Enterprise Search Technologie nur unterstützend eingesetzt.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Durch neue Vernetzungs- und Abfragetechnologien kann das Auffinden von Informationen im Automotive Engineering Bereich sowie in der Produktion (Smart Factory) verbessert werden. Vor allem durch das Modellieren von implizitem Expertenwissen können Informationen effizient abgefragt und aufbereitet werden. Aufgrund der Heterogenität der Informationen und Daten ist es notwendig, speziell angepasste Technologien zur Abfrage von vernetzten Informationen und Daten zu implementieren. Die großen Herausforderungen sind hierbei das Verständnis der jeweiligen domänen- und unternehmensspezifischen Informationen, die aus intensiven Gesprächen mit den Mitarbeitern der beteiligten Projektpartner und aus den Use Case Definitionen gewonnen werden konnte. Mit Hilfe dieses Wissens und mit den zur Verfügung gestellten Beispieldaten konnten effiziente Technologien identifiziert und implementiert werden. Der Prototyp ist derzeit in Evaluierung bei den jeweiligen Projektpartnern.

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.

Literaturverzeichnis

- Bahrs, J., Meuthrath, B. & Peters, K. (2008). Selbstlernende Suchmaschine als zentraler Informationszugang bei heterogener Informationslandschaft. In Hegering, H., Lehmann, A., Ohlbach, H. J. & Scheideler, C. (Hrsg.): *Beherrschbare Systeme Dank Informatik*. Berlin: Springer. S. 365-371.
- Bernasch, J. & Fachbach, B. (2011). Integration als Schlüssel für die virtuelle Fahrzeugentwicklung. *ATZextra 16*, S. 18-23.
- Blomqvist, E. & Öhgren, A. (2008). Constructing an enterprise ontology for an automotive supplier. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2008, 21(3), S. 386-397.
- Findwise (2014). Enterprise Search and Findability Survey 2014.
URL: <http://www2.findwise.com/findabilitysurvey2014>.
Abgerufen am: 08. Juni 2015.
- Gehle, M. (2000). IT-unterstützter Wissenstransfer in der internationalen Forschung & Entwicklung: Ein Praxisbericht über den „Marktplatz des Wissens“ der BMW AG. *Wirtschaftsinformatik*, 2000, 42, S. 119-123.
- 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: *WEBIST 2013 - Proceedings of the 9th International Conference on Web Information Systems*. Setúbal: SciTePress. S 626-629.
- Xu, X., Zhu, L., Liu, Y. & Staples, M. (2008). Resource-Oriented Architecture for Business Processes. In: *Software Engineering Conference, 2008. APSEC '08. 15th Asia-Pacific*. Los Alamitos: IEEE Computer Society. S. 395-402.
- Zoier, M. & Fachbach, B. (2013). Effiziente Informationsbeschaffung in der virtuellen Fahrzeugentwicklung. Präsentiert am Grazer Symposium Virtuelles Fahrzeug (15.-16. Mai 2013).
- Zoier, M., Rosenberger, M., Marko, N., Softic, S., Kaiser, C., Fachbach, B., Gursch, H., Zechner, M., Kern, R. & Stocker, A. (2014). Konzeption einer Architektur für flexible Suche und Informationsvernetzung in der Fahrzeugentwicklung. In Ockenfeld, M. (Hrsg.): *Tagungsband der 3. DGI-Konferenz: Informationsqualität und Wissensgenerierung*. Nürnberg: Digital Print Group. S. 49-62.

Kontakt

Michael Spitzer

Area A, Kompetenzzentrum - Das virtuelle Fahrzeug Forschungsgesellschaft mbH

Inffeldgasse 21/A, 8010 Graz, Austria

michael.spitzer@v2c2.at