

Management von Entwicklungsinformationen und Produktdaten als eine Grundlage zur Erhöhung der Qualität von Fahrzeugkonzepten.

Frithjof Dau¹, Andreas Konzag²

¹ SAP Research CEC, 01187 Dresden, Germany
frithjof.dau@sap.com

² BMW AG, 80788 München, Germany
Lehrstuhl Industrielle Informationstechnik der BTU Cottbus
andreas.konzag@bmw.de

Abstract. Die effiziente Verfügbarkeit relevanter Daten und Informationen stellt für die Entwicklung von Fahrzeugkonzepten einen Erfolgsfaktor dar. Methoden und Werkzeuge des Datenmanagements können derzeit nicht zureichend die Anforderungen dieser Phase erfüllen. Die vorliegende Arbeit beschreibt Grundlagen und Methoden für ein Informationssystem, das dem Anwender Entwicklungsinformationen und Produktdaten in der Phase der Konzeptentwicklung zugänglich macht. Es werden semantische Technologien herangezogen, um in unstrukturiertem und implizitem Wissen Strukturen und Beziehungen zu erkennen, diese explizit zu modellieren und somit für den Benutzer navigierbar und zugreifbar zu machen.

Keywords: Produktentwicklung, Semantische Technologien, Ontologien, Informationsextraktion, Informationsföderation, Informationssysteme.

1 Einleitung

Vor allem im Premium-Segment der Automobilmärkte ist die Qualität des Produktes ein zentrales Element. Gerade in der Konzeptphase des Entwicklungsprozesses, in dem die kundenrelevanten Merkmale eines Produktes festgelegt werden, ist die Fehlerverhütung besonders wirksam, da Kosten für Änderungen am Produkt mit der Zeit exponentiell steigen [1]. Ursachen für Fehler können fehlende oder falsche Informationen sein [ebenda]. Eine qualitativ hochwertige Arbeit im Produktentwicklungsprozess, unterstützt durch die Verfügbarkeit relevanter Entwicklungsinformationen und Produktdaten, ist daher von elementarer Bedeutung für die Qualität eines Fahrzeugkonzeptes und serienreifen Fahrzeuges.

An einem Fallbeispiel aus dem BMBF-Projekt Aletheia wird zum einen gezeigt, wie unstrukturierte Daten rollen- und kontextsensitiv bereitgestellt und mit strukturierten Daten verschiedener Quellen verknüpft werden können. Zum anderen

wird darauf eingegangen, wie das Arbeiten mit vernetzten Entwicklungsthemen unterstützt werden kann.

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Aletheia - Semantische Föderation umfassender Produktinformationen“ werden Grundlagen und Methoden für Informationssysteme, die dem Anwender produktbezogene Informationen aus den unterschiedlichsten Domänen, Organisationen und Communities zugänglich machen, untersucht. Hierbei wird nicht nur die explizit in den verwendeten Quellen enthaltene Information zurückgegeben, sondern es werden semantische Technologien eingesetzt, um auch Strukturen in und Beziehungen zwischen Informationen zu modellieren, um darüber hinaus implizites Wissen abzuleiten und schließlich diese Informationen für den Benutzer navigierbar und zugreifbar zu machen.

Aletheia ist eine vom BMBF geförderte ITK 2010 Leitinnovation. Am Aletheia-Forschungsprojekt sind zwölf akademische oder industrielle Partner beteiligt. Die Industriepartner kommen aus diversen Geschäftsbereichen- aus unterschiedlichen Branchen, mit einem Fokus auf unterschiedliche Zeitpunkte im Produkt-Lebenszyklus, für unterschiedliche Gruppen von Benutzern. Die Forschungsergebnisse werden in Aletheia in fünf industriellen Anwendungsszenarien umgesetzt und evaluiert. Die in diesem Artikel beschriebene Fallstudie ist eines dieser Szenarien. Es fokussiert auf die Phase der Konzeptentwicklung des Produktentwicklungsprozesses im Automobilbau. Im Folgenden werden die in Aletheia erarbeiteten Lösungen unter Berücksichtigung dieses Anwendungs-Szenarios beschrieben.

2 Entwicklung von Fahrzeugkonzepten

Der Produktentwicklungsprozess lässt sich grundlegend in die Phasen Konzept- und Serienentwicklung unterteilen. Grundlegend ist die Fahrzeugentwicklung von einer hohen Komplexität, einer starken Vernetzung der Entwicklungsthemen und vielen Beteiligten, die in einer Matrixorganisation arbeiten, gekennzeichnet. In der Konzeptphase werden den Kundenwünschen entsprechend die technischen Lösungen erarbeitet, die in der folgenden Phase zur Serienreife gebracht werden. Sie ist durch dynamische Prozesse und wenige Formalismen geprägt. Darüber hinaus stellt eine große Menge an unstrukturierten Daten für die Konzeptphase den wesentlichen Teil der Daten und Informationen dar.

Der Use Case im Forschungsprojekt Aletheia ist die Grundlage dafür, die relevanten Anforderungen an die Technologie- und Methodenentwicklung herauszuarbeiten. Hierfür wurden die zentralen Elemente des in Fig. 1 dargestellten Geschäftsprozesses „Fahrzeugkonzeptentwicklung“ mit seinen Daten, Akteuren und Interaktionsmustern untersucht.

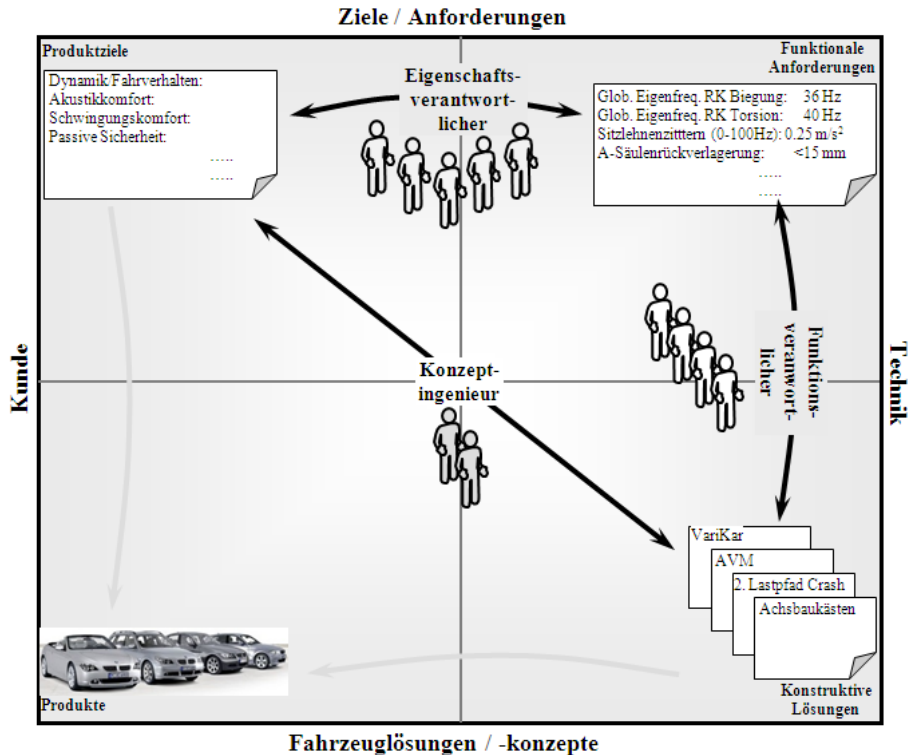


Fig. 1: Entwicklung von Fahrzeugkonzepten

Dieser Prozess beschreibt auf Fahrzeugprojekt-Ebene die Ableitung funktionaler Anforderungen von kundenrelevanten Produktzielen durch den Eigenschaftsverantwortlichen und die Bereitstellung entsprechender konstruktiver Lösungen durch den Funktionsverantwortlichen. In der Verantwortung des Konzeptingenieurs liegt die Stimmigkeit und Plausibilität über alle konzeptrelevanten Entwicklungsthemen im Fahrzeugprojekt.

3 Herausforderungen der Datenbereitstellung

Wie Fig. 2 veranschaulicht, ist ein überwiegender Teil der für die Konzeptphase im Automobilbau relevanten Daten unstrukturiert. Strukturierte Daten, die das Fahrzeug beschreiben, entstehen erst im Laufe des Entwicklungsprozesses. Konventionelle Methoden und Werkzeuge des Datenmanagements, wie sie produktiv in der Serienentwicklung von Automobilen eingesetzt werden, sind aufgrund der Charakteristika der Fahrzeug-Konzeptentwicklung nur bedingt nutzbringend einsetzbar.

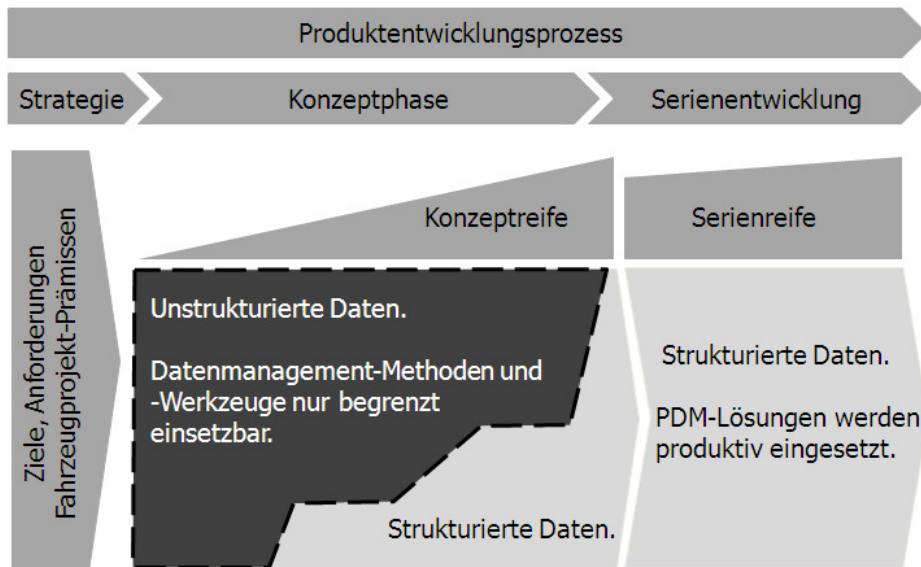


Fig. 2: Handlungsbedarf zum Management unstrukturierter Daten in der Konzeptphase der Automobilentwicklung

Die für das Anwendungsszenario in Aletheia zu bewältigenden Herausforderungen lassen sich grob in zwei Klassen einteilen:

Föderation verschiedener Informationsquellen: Die in der frühen Produktentwicklung benötigten Daten und Informationen sind in verschiedenen Informationssilos abgelegt. Dabei sind nicht nur strukturierte Daten zu betrachten: Gerade in der Konzeptentwicklung fallen vor allem unstrukturierte Daten an, beispielsweise in Office Dokumenten. Weiterhin sind diese Daten nicht ihres Inhaltes/Kontextes entsprechend zugänglich, und der Zusammenhang mit strukturierten Daten ist gar nicht oder nur unzureichend erfasst.

Anwenderzugriff auf die föderierten Informationen: Aus Anwendersicht ist der physikalische Speicherort von Daten und Informationen eher zweitrangig: Wichtiger sind die Informationen an sich. Zwischen den einzelnen Entwicklungsthemen, und folglich auch zwischen den entsprechenden Fakten und Dokumenten, bestehen diverse und nicht per se allen Beteiligten bekannte Abhängigkeiten. Es geht also nicht nur um das Finden einzelner Dokumente oder Fakten, vielmehr sind gerade auch die Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Informationsfragmenten, die aus unstrukturierten sowie aus strukturierten Quellen kommen können, für den Anwender nutzbar und sichtbar zu machen. Konventionelle Systeme fokussieren sich allerdings entweder nur auf die Suche nach strukturierten Daten (hier sind beispielhaft Enterprise Search Systeme zu nennen) oder auf die Suche nach unstrukturierten Daten (zum Beispiel durch eine Desktop Suche).

Folglich müssen zur Lösung dieser Probleme als erstes auf eher technischer Ebene Mechanismen bereitgestellt werden, die einen einheitlichen Zugriff auf Daten und Dokumente aus verschiedenen physikalischen Quellen ermöglichen. Als zweites müssen aus Anwendersicht Methoden und passende Oberflächen entwickelt werden, die eine integrierte Sicht auf die föderierten Informationen und die dazwischen bestehenden Abhängigkeiten erlauben.

4 Technischer Lösungsansatz

Die grundlegende Struktur von Aletheia ist in Fig. 3 dargestellt. Die zentrale Schicht in Aletheia ist ein semantisches Repository, in dem teilweise Fakten aus semistrukturierten Quellen sowie Informationen zu Dokumenten persistiert werden. Weiterhin erlaubt es den dynamischen (d.h. zum Zeitpunkt, in dem der Anwender Informationen abfragt) Zugriff auf strukturierte Quellen [2].

Wesentlich dabei ist die Modellierung der Anwendungsdomäne durch eine Ontologie [7], [8]. Die für das Anwendungsszenario modellierte Ontologie umfasst zurzeit 72 Konzepte sowie 33 verschiedene Arten von Relationen (aka Beziehungen) zwischen den Konzepten.

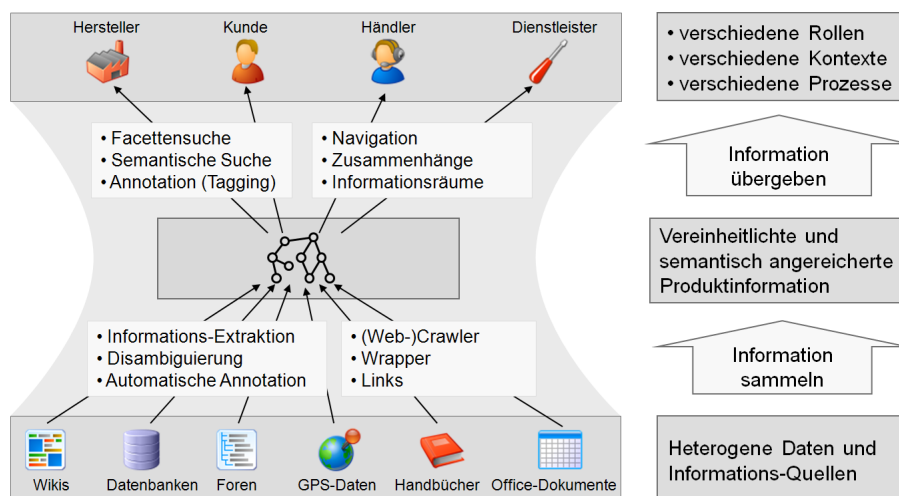


Fig. 3: Aletheia-Struktur

Das in Fig. 3 durch ein Netz dargestellte Repository in Aletheia teilt sich auf in ein sogenanntes *semantisches Repository* und ein *uncertain Repository* [3][3]. Das semantische Repository dient dabei der Persistierung von Daten und Fakten aus strukturierten und semistrukturierten Quellen (beispielsweise Datenbanken und XML-Dateien). Das Uncertain Repository dient der Föderation von Dokumenten sowie deren (automatisch erzeugte) Annotation von Dokumenten mit Klassen der Ontologie.

Diese Annotationen sind aufgrund der eingesetzten Methoden mit Unsicherheit behaftet, woraus sich der Namen des Repositories erklärt. Auf beide Repositories kann über einheitliche Web Services zugegriffen werden. Da sich insbesondere das Aletheia Frontend über diese Services auf die Informationen aus den Repositories zugreift, ist die Aufteilung in zwei Repository-Arten für den Anwender vollkommen transparent.

Semantisches Repository: Als semantisches Repository wird der OntoBroker F-Logic in der Version 5.3 eingesetzt, der in den allgemeinen OntoBroker-Server integriert ist. Das wichtigste Feature von OntoBroker F-Logic ist das *Reasoning* und das *Query-Answering* über F-Logic-Wissensbasen. Ein wichtiges Feature von OntoBroker ist die Möglichkeit, externe Datenquellen anzubinden und zur Query-Beantwortung zur Laufzeit zu berücksichtigen. Insbesondere die Fähigkeit, relationale Datenbanken anzubinden ist für Aletheia relevant, darüber hinaus können u.a. auch ERP-Systeme oder Webservices angebunden werden.

Uncertain Repository: Für dieses Repository wird Sesame eingesetzt. Sesame ist ein Open Source Framework zum Speichern, Schlussfolgern und Anfragen von RDF-Daten. Sesame verwendet RDF Schema. Die wesentliche Motivation für den Einsatz von Sesame ist der Einsatz einer Crawler Engine, die das aus dem Nepomuk-Projekt stammende Aperture Framework verwendet und die auf Sesame aufsetzt. Diese Crawler Engine gestattet einen generischen Zugriff auf verschiedenste Arten von Zugriffsprotokollen sowie unterschiedlichste Arten von Dateiformaten. Dokumentenorientierte Datenquellen, welche semistrukturierte und unstrukturierte Daten enthalten, werden über die Crawler-Engine-Komponente eingelesen, in eine einheitliche, normalisierte RDF-Repräsentation überführt und in einem Triple Store persistiert. Sie sorgt weiterhin für einen regelmäßigen Abgleich der Rohdaten mit dem persistierten Zustand [6].

5 Anwenderzugriff auf die föderierten Informationen

5.1 Technologien zur Bereitstellung von Informationen

Schon Marcia Bates hat in ihrer grundlegenden Arbeit [4] anhand von Literaturrecherchen sechs verschiedene Informationszugriffarten herausgearbeitet, anhand derer Anwender sich die relevante Literatur zu einem bestimmten Thema erschließen. Beispielsweise sind für einen bereits als relevant erkannte Arbeit auch die Arbeiten, die die gegebene Arbeit zitieren oder, sich den Informationsraum in die andere Richtung erschließend, von der gegebenen Arbeit zitiert werden. Bedeutend ist hier die Navigation durch den Informationsraum, weniger das gezielte Finden einzelner Dokumente. Auch bei dem Gebrauch einer Suchmaschine kann in eingeschränktem Maße durch sukzessives Ändern der Suchstichworte der Informationsraum erschlossen werden. In der Tat belegen empirische Untersuchungen, dass eine reine Suche nach Dokumenten für den Anwender nicht

ausreichend ist [10]. Aus diesen Gründen müssen für den Anwender folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Aletheia muss in einer Umgebung das Finden sowohl von Dokumenten als sowie Fakten aus strukturierten Quellen ermöglichen.
- Es sind insbesondere auch die Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Fakten und/oder Dokumenten nutzbar zu machen.
- Es muss sowohl die gezielte Suche nach Fakten und/oder Dokumenten als auch die explorative Erschließung des Informationsraums unterstützt werden.

Daher bietet Aletheia verschiedene Arten des Informationszugriffs. Es werden folgende Ansätze umgesetzt:

- Eine **Volltextsuche** erlaubt das Auffinden von Dokumenten anhand von Stichworten, die in den Dokumenten vorkommen.
- Eine intelligente, **semantische Suche** findet Dokumente und Fakten anhand der Konzepte und deren Verknüpfungen in der Ontologie.
- Mittels einer **facettenorientierte Suche** kann sich der Anwender einen Überblick über alle Fakten/Dokumente zu einem wählbaren Begriff anzeigen lassen, diesen Überblick weiter verfeinern (drill-down), sowie zu verwandten Themen navigieren.
- Eine Darstellung von Suchergebnissen in einem **semantischen Netz** erlaubt das visuelle Navigieren durch den Informationsraum.

5.2 Informationsbereitstellung im Use Case

Nachdem in Kapitel 5.1 die eingesetzten Ansätze des Informationszugriffs erwähnt wurden, werden sie hier detailliert in Zusammenhang mit dem Anwenderzugriff auf die Informationen im Aletheia-Use Case eingegangen.

Volltextsuche: Die Volltextsuche ist eine rein syntaktische Suche, die Dokumente findet, in denen die eingegebenen Suchterme vorkommen. Dieses ist die einfachste Art des Informationszugriffs in Aletheia.

Semantische Suche: Bei der semantischen Suche werden sowohl Fakten als auch Dokumente gefunden, und die eingegebenen Suchterme werden semantisch interpretiert (siehe Fig. 4).

Die im semantischen Repository persistierten Entitäten (Instanzen oder Konzepte) sind mit Stichworten annotiert, durch die sie gefunden werden können. Zunächst werden bei der Eingabe von Suchtermen mittels Auto-complete Entitäten angezeigt, die auf den bisher eingegebenen Suchstring zutreffen. Das ermöglicht insbesondere bei Termen, die auf mehrere Entitäten verweisen, die intendierte Entität auszuwählen. Somit werden bereits bei der Eingabe mehrdeutige Suchterme disambiguiert.

The screenshot shows the Aletheia Integrated Prototype interface. At the top, the logo 'ALETHEIA.' is displayed. Below it, the text 'Integrated Prototype' and 'Logged in as StandardUser. Logout' are visible. A search bar contains the text 'Enter comma separated search terms...' and a 'Find' button. The search results are displayed under the heading 'Frontcrash [PassiveSicherheit,Fahrzeugeigenschaft,Fahrzeugdatum]'. On the left, there is an 'Actions' menu with options: Refresh, Add information, Show all related documents, Show in graph, and Export facts. The 'Facts' section shows a table with columns 'Mini' and 'HrThomas', and rows: 'wirdBetrachtetIn 1erCabrio', '1erCoupé', and '1erLimosine'. The 'Related Documents' section shows a list of documents with 'Folie 1' as the first entry. The document content includes: '...Crashanlage C3 Einsatzmöglichkeiten (Beispiele) Frontcrash Heckcrash Seitencrash US NCAP Überdeckung 100% Barriere stark Bewegung Fahrzeug (66,3 km/h) Euro6 ...' and 'Source: //gmuc0104/Proj_Org/EG-7-Org/EG-73/07_Themen/01_VF-Funktional/01_Funktionsdatenmanagement/90_Arbeitsdaten/Arbeitsdaten_Konzag/Testdaten/PaSi/Frontcrash'. Below this, there are links for 'Seitencrash', 'Frontcrash', and 'Heckcrash'. The second document entry is '11_08_Duecker_MetaModel_Optimierung_Frontcrash_BMW_WOST_5_0b' with the content: '...WOST 5.0 Frontaufprall BMW Group 21.11.2008 Seite 1 Metamodelle als alternatives Werkzeug für die Auslegung des Rückhaltesystems im Frontcrash...' and 'Source: //gmuc0104/Proj_Org/EG-7-Org/EG-73/07_Themen/01_VF-Funktional/01_Funktionsdatenmanagement/90_Arbeitsdaten/Arbeitsdaten_Konzag/Testdaten/PaSi/Frontcrash'. Below this, there are links for 'LenksäuleinclLenkrad', 'Frontcrash', and 'TechnischeLösung'.

Fig. 4: Semantische Suche

Die eingegebenen Suchterme müssen nicht zusammen auf *eine* Entität verweisen, stattdessen wird die Sucheingabe als strukturierte semantische Query interpretiert, die die Beziehungen zwischen den Instanzen der zu durchsuchenden strukturierten Datenquellen berücksichtigt. Mit anderen Worten: Die einzelnen Suchstrings können (aber müssen nicht) auf *verschiedene* Instanzen in der Ontologie verweisen, die über Beziehungen in der Ontologie miteinander verknüpft sind. Dem Benutzer kann sich die Suchergebnisse durch eine graphische Darstellung der gefundenen Zusammenhänge erklären lassen.

Bezogen auf den in Kapitel 2 dargestellten Use Case könnte eine Suchanfrage „Frontcrash“ lauten, um Informationen zu diesem Thema zu erhalten. Als Ergebnis erhält der Anwender die relevanten Informationen zu dem Thema. Zunächst erhält er die Information, dass es sich beim „Frontcrash“ um ein Thema aus dem Bereich der Fahrzeugeigenschaft „Passive Sicherheit“ handelt. Darüber hinaus werden strukturierte Daten zu den Verantwortlichen für dieses Thema als auch die betroffenen Fahrzeugprojekte bereitgestellt. Diese Strukturierten Daten werden mit den bisher nicht gemäß ihrem Inhalt zugreifbaren unstrukturierten Daten verknüpft. Weiterhin bekommt der Nutzer angezeigt, mit welchen Themen sich die Dokumente über die eingegebene Suchanfrage hinaus befassen.

Eine andere Suchanfrage könnte „Frontcrash, Person“ lauten. In diesem Fall wird nicht nur der Fakt „Frontcrash“ gefunden, sondern auch die Personen, die als Eigenschaftsverantwortliche für die Umsetzung der Sicherheitskriterien bei einem Frontcrash zuständig sind. Es werden also Personen gefunden, die in der Ontologie über eine semantische Relation mit dem Fakt „Frontcrash“ verbunden sind.

Facettenorientierte Suche: Im Gegensatz zu den bereits beschriebenen Suchmöglichkeiten bietet die facettenorientierte Suche [10] einen eher explorativen Zugriff, der durch das Navigieren durch den Informationsraum geprägt ist.

Als Facetten werden die Klassen der Ontologie sowie deren Attribute und Attributwerte als Facetten herangezogen. Die Werte einer Facette können sowohl als Liste als auch als Cloud dargestellt werden (siehe Fig. 5).

The screenshot displays the 'Vehicle Concept Development' interface for a 'BMW Use Case'. The user is logged in as 'StandardUser'. The search bar contains 'Testmittel' and shows 7 results. The results are listed as follows:

Result ID	Facet	Value	Category
1	StarreWand/defBarriere	Testmittel	StarreWand/defBarriere Wirkkettenelement
2	Barrierewagen	Testmittel	Barrierewagen Wirkkettenelement
3	Becken	Testmittel	Becken Wirkkettenelement
4	Beine	Testmittel	Beine Wirkkettenelement
5	Kopf	Testmittel	Kopf Wirkkettenelement
6	Nacken	Testmittel	Nacken Wirkkettenelement
7	Thorax	Testmittel	Thorax Wirkkettenelement

The interface also shows a 'Type' facet with a list of values: Barrierewagen, Becken, Beine, Kopf, Nacken, StarreWand/defBarriere, Testmittel, Thorax, and Wirkkettenelement. Each value has a count of 1. The 'name' facet is also visible, showing the same list of values with counts.

Fig. 5: Facettenorientierte Suche

Die Ergebnisliste bei einer facettenorientierten Suche sind immer Instanzen gleichen Types (d.h., zum selben Konzept gehörend). Instanzen sind in der Ontologie über Relationen miteinander verbunden. Im Gegensatz zu Attributen werden Relationen (zwischen Instanzen der Ontologie) für die Funktionalität „Navigate to Type“ benutzt. Mit dieser Funktionalität ist es möglich, durch den Informationsraum anhand semantischer Relationen zu navigieren. Ein Anwender könnte sich beispielsweise über die Facetten sich erst alle Eigenschaftsverantwortlichen anzeigen lassen und dann über die Relation „istProjektverantwortlich“ sich die Projekte dieser Personen anzeigen lassen.

Semantisches Netz: Ebenso wie die facettenorientierte Suche dient auch die Darstellung als semantisches Netz dem explorativen Erschließen des Informationsraums. Noch stärker als beim facettenorientierten Ansatz werden nun nicht nur die Entitäten, sondern auch die semantischen Beziehungen zwischen diesen ausgenutzt. Im Gegensatz zur facettenorientierten Suche können nun Entitäten verschiedenen Types gleichzeitig dargestellt werden. Weiterhin werden die semantischen Beziehungen zwischen diesen Entitäten nun explizit visualisiert. Die Beziehungen dienen in diesem Ansatz nicht zum Wechsel der dargestellten Informationen (von einem Typ zu einem anderen), sondern zur Erweiterung der Menge angezeigter Entitäten (siehe Fig. 6).

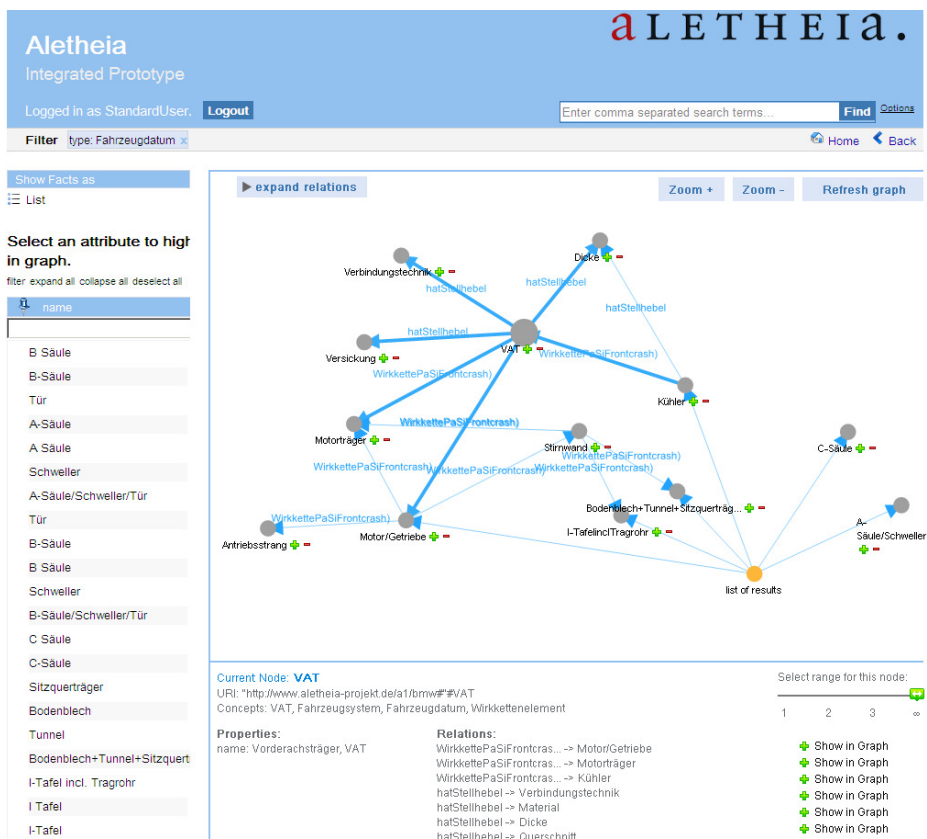


Fig. 6: Grafische Navigation in vernetzten Entwicklungsthemen

Durch die oben dargestellten Arten des Informationszugriffs ergibt sich für den Anwender in der Konzeptphase folgender Nutzen: Zum einen hat er Zugriff auf die für seine Arbeit relevanten Informationen, wodurch beispielsweise die von ihm zu treffenden Entscheidungen auf einer stärkeren Informationsbasis beruhen. Zum

anderen werden ihm mit Hilfe semantischer Netze Abhängigkeiten zwischen Entwicklungsthemen dargestellt, die per se nicht allen Beteiligten bekannt sind.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die effiziente Verfügbarkeit relevanter Daten stellt für die Konzeptphase einen Erfolgsfaktor dar. Methoden und Werkzeuge des Datenmanagements können derzeit nicht zureichend die Anforderungen dieser Phase erfüllen.

Die vorliegende Arbeit beschreibt Grundlagen und Methoden für ein Informationssystem, das dem Anwender produktbezogene Informationen in der Fahrzeugkonzeptentwicklung zugänglich macht. Es werden semantische Technologien genutzt, um in unstrukturiertem und implizitem Wissen Strukturen und Beziehungen zu erkennen und zugreifbar zu machen.

Weiterführende Arbeiten sollten den rollen- und kontextspezifischen Datenbedarf verschiedener Entwickler ermitteln. Darüber hinaus ist das User-Tagging sowie semantische Annotieren von Dokumenten zu untersuchen.

Die hier beschriebenen Arbeiten wurden teilweise mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01IA08001A/B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Literatur

- [1] Masing, W.; Schmitt, R.: Handbuch Qualitätsmanagement. Hrsg: Pfeifer, T.; Schmitt, R.. 5. Auflage. Carl Hanser Verlag, München, 2007.
- [2] Schuster D., Wauer M., Meinecke J., Schill A.: Semantic Computing und Informationsextraktion als Schlüsseltechnologien für das Produktinformationssystem der Zukunft, Text- und Data Mining für die Qualitätsanalyse in der Automobilindustrie, Leipzig, Germany, 2010.
- [3] Becker, A.; Walther, M.; Reichert, S. und Hladik, J.: D.G4.2 Repository-Spezifikation. Öffentliches Deliverable, ontoprise GmbH, TU Dresden, SAP AG, 2009.
- [4] Bates, M. J.: The Design of Browsing and Berrypicking Techniques for the Online Search Interface. Online Review, Vol. 13, No. 5. pp. 407 - 424, 1989.
- [5] Dau, F.; Hladik, J.; Becker, A.; Brookmans, S.; Korf, R.; Erdmann, M. und Niemann, M.: D.G4.1 Modellierungsmethodik und globales semantisches Modell. Öffentliches Deliverable, SAP AG, 2009.

12 Frithjof Dau, Andreas Konzag

- [6] Dau, F.; Rieger, R.: D.G3.5/D.G4.7 Bericht zum Prototypen. Öffentliches Deliverable, SAP AG, 2010.
- [7] Fensel, D.: *Ontologies: A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce*. Springer Verlag, Berlin, 2004.
- [8] Staab, S.; Studer, R.: *Handbook on Ontologies (2nd edition)*. Springer Verlag, Berlin, 2009
- [9] Teevan, J.; Alvarado, C.; Ackerman, M. S. und Karger, D. R.: The perfect search engine is not enough: a study of orienteering behavior in directed search. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 415 - 422, 2004.
- [10] Yee, K.-P.; Swearingen, K; Li, K. und Hearst, M.: Faceted metadata for image search and browsing. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*.Pages: 401 - 408, 2003.