

Die semantische Auswertung von Produktanforderungen mit Hilfe von GermaNet

Abstract

Die Entwicklung eines technischen Produktes wird zunehmend aufwändiger und anspruchsvoller. Dies hat vorwiegend zwei Gründe. Die Kunden verlangen nach innovativen und hochwertigen Produkten und können durch den globalen Wettbewerb aus einer Vielzahl von konkurrierenden Produkten auswählen. Der zweite Grund ist die gestiegene Komplexität der Produkte selbst, insbesondere im Automobilbereich. Ohne den Einsatz moderner und effektiver Entwicklungsmethoden lässt sich die Entwicklung eines neuen Fahrzeugs kaum mehr durchführen.

In diesem Artikel wird ein Konzept vorgestellt, mit dem Produktanforderungen systematisch erfasst, verwaltet und geprüft werden können. Der Schwerpunkt liegt auf der Erfassung von qualitativen Anforderungen, die vom Benutzer in textlicher Form beschrieben werden. Betrachtet man die verschiedenen Anforderungen an ein Produkt, so können Abhängigkeiten zwischen diesen erkannt werden. Ziel einer stringenten Anforderungsverarbeitung ist die Darstellung aller Abhängigkeiten in einem sog. *semantischen Anforderungsnetz*. Um ein solch komplexes Netz aufzubauen ist es notwendig, alle Produktanforderungen vereinzelt und in eindeutiger Form vorliegen zu haben. Mit dem beschriebenen Ansatz sollen Anforderungen hinsichtlich ihrer Semantik analysiert und bewertet werden, um sie nachfolgend in das Anforderungsmodell integrieren zu können. Die semantische Auswertung soll mit Hilfe des *GermaNet* <http://www.sfs.uni-tuebingen.de/lsl/> (2003) erfolgen.

1 Einleitung

Eine der größten Herausforderungen der Produktentwicklung besteht darin, die Wünsche des Kunden zu treffen und somit das Produkt erfolgreich auf dem Markt zu etablieren, um hohe Gewinne zu erzielen. Im Produktentwicklungsprozess stehen oft die technischen Lösungen im Vordergrund und nicht die Anforderungen des Kunden, bzw. des Marktes. Der Verbraucher möchte ein innovatives, preisgünstiges, aber qualitativ hochwertiges Produkt, wobei das Wort *Qualität* nicht allgemeingültig definiert werden kann, da es für jeden Einzelnen eine andere Bedeutung haben kann. Hier spielen die geografische Herkunft, Gewohnheiten, Erfahrungen und persönliche Einstellungen eine entscheidende Rolle, d.h. der pragmatische Kontext der Person muss beachtet werden.

Mit Hilfe verschiedener Marktforschungs- und Qualitätsmethoden können die individuellen Wünsche des Kunden erfasst werden und bilden die Grundlage für die Produktentwicklung. Die Aufgabe der Entwicklungsabteilungen besteht darin, diese *Kunden- oder Initial-Anforderungen* in technische *Detail-Anforderungen* zu übersetzen und auf deren Basis eine bestmögliche, wirtschaftliche Lösung zu finden, die im Produkt umgesetzt wird. Der gesamte Prozess ist in *Abbildung 1* dargestellt.

Die *Detail-Anforderungen* werden im Entwicklungsprozess ständig verfeinert und durch Tests mit der aktuellen Lösung abgeglichen. Dieser Iterationsprozess durchläuft mehrere Konkretisierungsstufen und Zuständigkeitsbereiche, bis letztendlich die Serienproduktion beginnen kann.

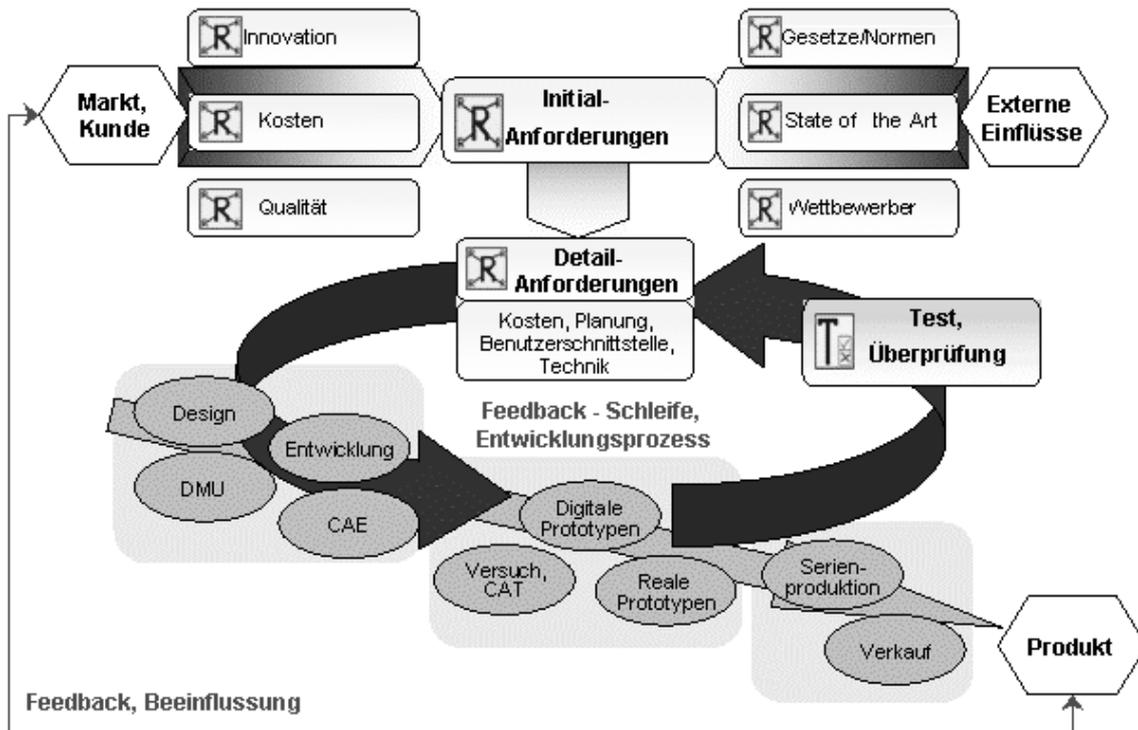


Abbildung 1: Anforderungen im Produktentstehungsprozess.

Die Produkthanforderungen werden in der Regel mit *MS Office-Anwendungen* (*Word, Excel, PowerPoint*) erfasst und verwaltet. Der Vorteil besteht darin, Dokumente einfach und standardisiert austauschen zu können und mit bekannten Tools zu bearbeiten. Um jedoch Daten strukturiert zu erfassen und in den gesamten Entwicklungsprozess zu integrieren, sind diese Anwendungen nicht geeignet. Da die Anforderungen nicht als einzelne Objekte verfügbar sind (vereinzelt), können datentechnisch keine Abhängigkeiten zwischen diesen definiert werden.

Auf dem Markt sind Anwendungen erhältlich, die speziell zur Handhabung von Anforderungen entwickelt wurden (z.B. *Doors, Slate*) und auch Schnittstellen zu den bekannten Tools (*MS Office, Matlab*, usw.) bieten. Die Bedienung gestaltet sich jedoch deutlich aufwändiger als die der bekannten Office-Anwendungen, weshalb der Anwender geschult werden sollte.

Die Analyse realer Entwicklungsprozesse hat gezeigt, dass *MS Office* ein Standardwerkzeug darstellt, in dem die Anforderungen textlich erfasst werden. Diese Anforderungen werden von unterschiedlichen Personen erstellt und bearbeitet, welche nicht immer den gleichen Fachwortschatz verwenden. Hieraus können zwei Forderungen abgeleitet werden.

- Anforderungen werden als Fließtext erstellt und müssen dann vereinzelt werden, um in ein semantisches Anforderungsnetz überführt zu werden.
- Die verwendeten Worte müssen für alle Projektbeteiligten (Stakeholder) eindeutig und verständlich sein.

Im Rahmen eines internen DaimlerChrysler-Projektes wurde ein Tool (*ReMaS* – „Requirements Management System“) entwickelt, mit dem komplexe Zusammenhänge dargestellt und

Semantische Auswertung von Produktanforderungen

ausgewertet werden können. Im folgenden Kapitel wird dieses System kurz vorgestellt.

Für den Benutzer besteht jedoch auch hier der Nachteil, ein neues System einsetzen zu müssen. Anhand von *ReMaS* soll gezeigt werden, dass es prinzipiell möglich ist, textliche, qualitative Produktanforderungen automatisiert zu analysieren und den Benutzer bei deren Definition zu unterstützen, um zu einer eindeutigen, vereinzelter Anforderung zu gelangen, die für alle Prozessbeteiligten verständlich ist. Zur semantischen Analyse soll *GermaNet* verwendet werden. *GermaNet* ist ein lexikalisches Wortnetz, basierend auf dem *Princeton WordNet*.

<http://www.cogsci.princeton.edu/~wn/> (2003)

2 Anforderungsmodellierung

2.1 Das Software-Tool ReMaS

Merkmale einer Anforderung

Eine Anforderung beschreibt generell eine gewünschte Eigenschaft oder ein Merkmal des zu entwickelnden Produktes, d.h. sie kann auch als *Soll-Eigenschaft* bezeichnet werden, wogegen das Produkt die *Ist-Eigenschaft* repräsentiert.

Die Anforderung kann vom Typ *qualitativ* oder *quantitativ* sein. Der Typ *qualitativ* charakterisiert eine Eigenschaft in sprachlicher Form und kann nicht unmittelbar am Produkt überprüft werden. Eine *quantitative* Anforderung beschreibt eine Produkteigenschaft durch eine eindeutige Beschreibung (Zahl oder Wort) und kann unmittelbar auf ihre Erfüllung getestet werden. Zusätzlich besitzt jede Anforderung verschiedene Attribute, die im Gesamtprozess von Bedeutung sind (z.B. Gewichtung, Status, Erstelldatum, verantwortliche Personen, usw.).

Sichten und Darstellung

Zur übersichtlichen Darstellung werden die Anforderungen dem Benutzer in verschiedenen Sichten visualisiert. Zur Zeit werden dem Anwender drei verschiedene Sichten zur Verfügung

gestellt, über die er auf die Anforderungen zugreifen kann.

1. Produktstruktur, Bauteilhierarchie (*Part*): Jedem Bauteil und jeder Baugruppe können Anforderungen zugeordnet werden.
2. Anforderungsstruktur (*Requirement*): Hierarchische Darstellung der Produktanforderungen ausgehend von den *Initial-Anforderungen* bis zu den *Detail-Anforderungen* reichend.
3. Anforderungsklassifizierung (*Classification*): Jede Anforderung ist einer bestimmten Klassifizierung zugeordnet, um den genauen Kontext festzulegen. Die Klassifizierungshierarchie ist fest vorgegeben und gliedert sich in die fünf Hauptbereiche *Kosten / Planung, Markt, Vorschrift, Benutzerschnittstelle* und *Technik*. Diese Bereiche untergliedern sich in weitere Teilbereiche.

Links und Tests

Eine Anforderung kann zusätzlich mit einem Objekt der Klasse *Link* und *Test* verknüpft werden.

Ein *Link* kann externe Referenzen (Dateien, Anwendungen, URL, usw.) enthalten, die nicht in *ReMaS* erfasst werden. Dies dient hauptsächlich zur Verknüpfung mit Zusatz- und Hintergrundinformationen und nicht zur Anforderungsspezifikation in externen Dokumenten.

Diese Funktionalität ist aus praktischen Gründen notwendig, da hierdurch existierende Systeme und Datenformate angebunden werden können.

Um eine Anforderung zu prüfen (Soll-Ist-Abgleich), muss dieser ein *Test* zugeordnet werden. Die Tests und Prüfungen sind in der Klasse *Test* hierarchisch gegliedert und beschreiben die Evaluierung und deren Ablauf. Ein *Test* kann eine Berechnung, eine Simulation, ein Fahrversuch oder auch die Bewertung durch eine Kontrollgruppe sein. Somit ist die Vergleichbarkeit mit

anderen Projekten und die objektive Ermittlung des aktuellen Entwicklungsstandes möglich.

Arbeitsweise von ReMaS

Die Funktionalität von *ReMaS* soll anhand eines Beispiels aus der Automobilindustrie erläutert werden.

Der Start eines Projektes beginnt durch die Auswahl einer geeigneten Vorlage (*Template*) für das gewünschte Produkt. Der Benutzer wählt das *Template PKW-Limousine*, und *ReMaS* legt automatisch die Produktstruktur für eine Limousine an. Den einzelnen Baugruppen oder Bauteilen sind Anforderungen an diese zugeordnet, die für jedes Projekt der Kategorie *PKW-Limousine* zu beachten sind. Generelle Abhängigkeiten zwischen den Anforderungen werden ebenso automatisch erzeugt.

Die Aufgabe der Anwender besteht im nächsten Schritt darin, die Anforderungen eindeutig zu definieren, neue projektspezifische Anforderungen hinzuzufügen und zusätzliche Abhängigkeiten zu definieren.

So stellt z.B. die *Tür* eine Baugruppe der *Limousine* dar und besitzt die Anforderungen *Masse* und *Sicherheit*. Die *Tür* wiederum besteht u.a. aus einem *Fenster* und der *Innenverkleidung*. Das *Fenster* besitzt die Anforderung *Glasdicke* und die *Innenverkleidung* die Anforderung *Design*. Der für die *Tür* verantwortliche Bearbeiter definiert nun die Anforderungen *Masse < 50 kg*, *Glasdicke = 3 mm* und *Design soll elegant, hochwertig und luftig* sein. Zusätzlich fügt er der *Innenverkleidung* die neue Anforderung *Leichte Reinigung (nass + trocken)* hinzu.

Aus dem *Template* wird die Abhängigkeit zwischen den Anforderungen *Masse* und *Glasdicke* automatisch übernommen, da die *Glasdicke* die *Masse* der ganzen *Tür* beeinflusst. Zusätzlich erzeugt der Bearbeiter eine Abhängigkeit zwischen *Design* und *Reinigung*, da nicht alle möglichen Materialien für die *Innenverkleidung* die Anforderung *Leichte Reinigung* erfüllen. Zusätzlich werden aus dem *Template* Relationen zu bestimmten Tests und Links übernommen. Der Anforderung *Sicherheit* ist der Test *Crash-test nach Euro-NCAP* zugeordnet. Zum besseren

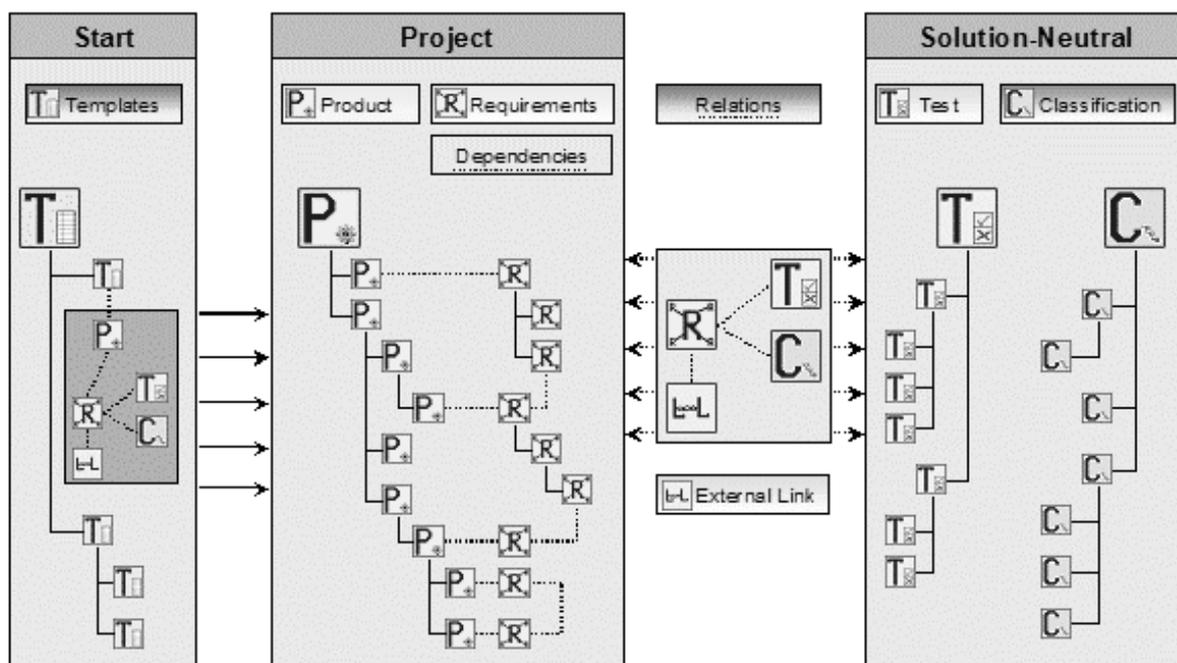


Abbildung 2: Anforderungsmodellierung in ReMaS [Jörg, Klaar, Lossack (2003)]

Semantische Auswertung von Produktanforderungen

Verständnis besitzt die Anforderung *Sicherheit* den Link *Euro-NCAP*, über den auf die komplette Crashvorschrift zugegriffen werden kann.

2.2 Anforderungstypen

Wie im vorhergehenden Kapitel erwähnt, gibt es generell zwei verschiedene Typen von Anforderungen.

Quantitative Anforderungen können immer durch einen exakten Wert oder Wertebereich beschrieben und direkt überprüft werden.

Qualitative Anforderungen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie nicht explizit auf eine Lösungseigenschaft zeigen und somit auch nicht direkt messbar sind. Eine eindeutige Beschreibung der gewünschten Lösungseigenschaft ist entweder nicht möglich (z.B. *ästhetische Formgebung*) oder zu aufwändig (z.B. *korrosionsbeständig*).

Aus der Analyse verschiedener Produktspezifikationen konnten sechs signifikante Typen von Anforderungen identifiziert werden:

Eindeutig quantitativ

Kann durch die binäre Aussage *wahr* oder *falsch* eindeutig geprüft werden.

1. **Exakt (Zahl):** durch einen Wert oder Wertebereich beschrieben. Bsp.: *Gewicht, Maße, Beschleunigung, Einbauraum*
2. **Exakt (Wort):** durch einen sprachlichen Ausdruck beschrieben und eindeutig definiert. Bsp.: *Farbe, Antriebsart, Bauart, Einsatzort, Material*

Mischung quantitativ / qualitativ

Kann durch die Kenntnis der Fachdomäne und der referenzierten Objekte objektiv geprüft werden.

3. **Referenzierend:** durch referenzierte Objekte und Terminologien definiert. Bsp.: *wärmedämmendes Glas rundum, Gesetze, Normen*

4. **Relativ:** durch Vergleich mit allgemeinem oder speziellem Wissen definiert. Bsp.: *schmalere Säulenquerschnitte als Vorgänger, weniger Instrumente*

Eindeutig qualitativ

Kann durch einen bestimmten Personenkreis subjektiv geprüft werden.

5. **Subjektiv:** Interpretation personen- und kontextabhängig. Bsp.: *optimales Innenraumklima, elegante Formgebung*
6. **Nicht konkretisiert:** Konkretisierung zu aufwändig oder aktuell nicht möglich. Bsp.: *korrosionsbeständig, verschleißfrei*

Um die Handhabung speziell von qualitativen Anforderungen zu unterstützen, müssen diese immer im jeweiligen Anwenderkontext gesehen und bewertet werden. Die Absicht des Urhebers ist nicht immer ersichtlich, d.h. die Intension des sprachlichen Ausdrucks ist nicht für alle Personen eindeutig.

2.3 Semantische Abhängigkeiten von Anforderungen

Betrachtet man ein komplexes Produkt und identifiziert die Abhängigkeiten der Anforderungen untereinander ergibt sich ein weitreichendes *semantisches Anforderungsnetz*. Für den Produktentwickler ist ein solches Netz von großem Interesse, da er die Einflüsse, und vor allem solche zu fachfremden Domänen, sehr gut erkennen und damit den Einfluss einer Änderung einer einzelnen Anforderung abschätzen kann. Erfahrenen Ingenieuren sind die groben Abhängigkeiten in der Regel bewusst, so dass sie intuitiv die richtigen Entscheidungen treffen. Mit der wachsenden Komplexität der Produkte steigt auch die Größe des semantischen Anforderungsnetzes und im Gegensatz dazu sinkt die relative Kenntnis der einzelnen Person. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine Vielzahl von Abhängigkeiten

unerkannt und nicht dokumentiert ist, so dass die Tragweite einer Änderung der Anforderungen bzw. der angestrebten Lösung nicht vollständig abgeschätzt werden kann.

Werden die möglichen Relationen in einem *semantischen Anforderungsnetz* betrachtet, so können diese in verschiedene Arten eingeteilt werden. In der Arbeit von Gebauer [GEBAUER 2001] werden sechs verschiedene Arten von Abhängigkeiten vorgestellt:

1. *Zerlegt sich in*
Zerlegung und Detaillierung einer Anforderung bis zur Elementaranforderung.
2. *Setzt sich zusammen aus*
Anforderungen einer Ebene bilden gemeinsam die höhere Ebene.
3. *Erzeugt aus*
Aus einer Anforderung ergeben sich andere Anforderungen.
4. *Unterstützend*
Positive Abhängigkeit zweier Anforderungen (Gesamtoptimum).
5. *Konkurrierend*
Negative Abhängigkeit zweier Anforderungen (nachteilig zum Gesamtoptimum).
6. *Gegensätzlich*
Anforderungen schließen sich gegenseitig aus.

Für *quantitative Anforderungen* können in *ReMaS* zusätzlich physikalische Zusammenhänge in Form von mathematischen Gleichungen (sog. *Constraints*) definiert werden. Durch die Integration eines leistungsfähigen Moduls (*Constraint-Solver*), das die definierten Gleichungen analysiert, können Inkonsistenzen erkannt und gelöst werden. Ein inkonsistenter Zustand liegt vor, wenn es für die aktuellen Anforderungen (Parameter) nicht mindestens eine Lösung für das Gleichungssystem (*Constraint-Netz*) gibt. Dem Benutzer wird eine Strategie angeboten, mit der er Konflikte erkennen und lösen kann.

Hierzu bestimmt er den Lösungsraum, die zu optimierenden Parameter und den Wertebereich. Das System liefert ihm den möglichen Lösungsbereich für das Problem zurück.

Für qualitative Anforderungen ist der *Constraint-Solver* aktuell nicht geeignet, da er eindeutige Eingaben benötigt.

3 Semantische Anforderungs-Analyse

3.1 Ziel und Motivation

In der täglichen Praxis werden *qualitative Produktanforderungen* in textlicher Form in Dokumenten erfasst und bearbeitet. Dies kann als allgemeiner Standard gesehen werden und muss akzeptiert werden. Diese Dokumente werden in einem großen Personenkreis verteilt, so dass sich aufgrund von unterschiedlichem Fachwissen mitunter Verständnisprobleme ergeben.

Mit dem hier beschriebenen Ansatz soll es möglich sein, vorhandene textlich beschriebene Anforderungen zu analysieren und in *ReMaS* zu übernehmen. Bei der Analyse sollen primär drei Bereiche abgedeckt werden.

1. Homonyme und Synonyme sollen erkannt werden, um die Eindeutigkeit zu gewährleisten.
2. Durch bestimmte Begriffe soll die Anforderung einer Domäne und Klassifizierung zugeordnet werden.
3. Unschärfe Begriffe wie Modalverben sollen konkretisiert und auf die quantitative Ebene gehoben werden (z.B. *sollen, können, müssen*).

Prinzipiell können Schnittstellen zu allen existierenden Anwendungen geschaffen werden, wobei hier das Zusammenspiel *ReMaS* – *GermaNet* untersucht werden soll.

3.2 Relationen im *GermaNet*

Das *GermaNet* ist ein Wortnetz, in dem semantische Relationen zwischen einzelnen Wörtern erfasst sind (KUNZE 2003). Diese Relationen sol-

Semantische Auswertung von Produktanforderungen

len dazu verwendet werden, textlich beschriebene Anforderungen zu analysieren und auf ihre Konsistenz und Eindeutigkeit zu überprüfen. Im Folgenden werden die in *GermaNet* erfassten Relationen beschrieben und anhand einiger technischer Beispiele erläutert.

Für die Anforderungsverarbeitung können die Relationen drei Zielbereichen zugeordnet werden. Die Begriffe müssen eindeutig sein, sie müssen in einer Hierarchie gegliedert sein, und der Kontext muss interpretiert werden.

Eindeutigkeit der Definitionen

Für einen Begriff kann es mehrere Benennungen geben, oder eine Benennung hat verschiedene kontextabhängige Bedeutungen (DIN 2330; DIN 2342). Es muss sichergestellt werden, dass die Stakeholder sich auf den gleichen Begriff beziehen und die Intention des Urhebers erkennen. Zur Sicherstellung der Eindeutigkeit muss das System prüfen, ob ein Begriff für den Anwender verständlich ist. Hierzu können die folgenden Relationen verwendet werden:

- **Synonymie:** Bedeutungsgleichheit zweier oder mehrerer sprachlicher Zeichen. Bsp.: *LKW, Truck*
- **Homonymie, Polysemie:** Formgleichheit zweier oder mehrerer sprachlicher Zeichen. Bsp.: *Gang* (Homonym), *Sitz* (Polysem)

Hierarchisierung, Einordnung

Über die Hierarchisierungsrelationen kann eine Einordnung des verwendeten Begriffes erfolgen und somit das Umfeld der sprachlichen Bedeutung eingeschränkt werden.

- **Hyperonymie** (\uparrow), **Hyponymie** (\downarrow), **Kohyponomy:** Vererbungsbeziehung der Über- / Unterordnung ("gehört zu"). Bsp.: *Fahrzeug* ist der Überbegriff zu *LKW, PKW, Motorrad*, ...

- **Meronymie** (\Downarrow), **Holonymie** (\Uparrow): Beziehung der Über- / Unterordnung im Sinne einer Aggregation ("besteht aus"). Bsp.: *PKW* besteht aus *Motor, Karosserie, Türen*, ...

Interpretation, Bedeutung

Um inhaltliche Abhängigkeiten und Widersprüche zu erkennen, soll die Anforderung vom System interpretiert werden können. Unsinnige, widersprüchliche Wortkombinationen und gegenseitige Abhängigkeiten sollen erkannt werden, um die Konsistenz der Anforderung sicherzustellen.

- **Antonymie:** Gegensätze lexikalischer Einheiten. Komplementäre, graduierbare und relationale Opposition. Bsp.: *dynamisch–statisch* (komplementär), *groß–klein* (graduierbar), *größer–kleiner* (relational)
- **Kausation:** inhaltlicher Zusammenhang zwischen lexikalischen Resultativen. Bsp.: *öffnen–offen, lackieren–lackiert*
- **Implikation, Entailment:** logische Folgerung zwischen zwei Begriffen. Bsp.: *gelingen–versuchen, fahren–starten*
- **Ähnlichkeit: assoziative** Verknüpfung im bestimmten Kontext. Bsp.: *Bremse–Pedalkennlinie, Motor–Fahrerdyamiktest*
- **Pertonymie:** semantische Derivationsbeziehung, Wortursprung. Bsp.: *rostfrei–Rost*

Benutzerinteraktion und Ablauf

Um eine textlich beschriebene Anforderung zu analysieren, gibt es generell zwei Möglichkeiten. Das System kann den Benutzer direkt bei der Eingabe unterstützen und interaktiv mit einbinden (Nachfragen, Vorschläge unterbreiten) oder die Eingaben nachträglich prüfen (parsen). Bei beiden Methoden sollen Inkonsistenzen aufgedeckt und die Eindeutigkeit der Anforderung erhöht werden. Dies kann, wenn möglich, automatisch geschehen, wobei es immer eine menschliche Kontrollinstanz geben sollte.

Da eine interaktive Analyse des eingegebenen Textes nur sehr aufwändig zu realisieren ist, soll in der prototypischen Implementierung nur die Analyse eines vorhandenen Textes realisiert werden.

In *Abbildung 3* ist die mögliche Arbeitsweise des Systems am Beispiel zweier Anwender dargestellt. Prinzipiell kann der Anwender die Anforderung in beliebiger sprachlicher Form beschreiben oder semantisch und pragmatisch korrekt definieren. Der Begriff *korrekt* meint in diesem Kontext: *eindeutig, klassifiziert und bewertbar*. *Eindeutig* meint die klare Zuordnung einer Benennung zum beabsichtigten Begriff. Durch die *Klassifizierung* wird der Kontext und somit die Terminologie der Anforderung festgelegt. *Bewertbar* bedeutet eine Transformation eines qualitativen Begriffes auf eine quantitative Ebene

durch exakte Definitionen. Ist die Anforderung *korrekt*, so muss keine Analyse erfolgen. Im Folgenden wird der Ablauf beschrieben, wenn eine Anforderung in beliebiger sprachlicher Form erstellt wird.

Anwender 1 hat die Möglichkeit einen Text zu erstellen, der entweder eine Anforderung oder mehrere Anforderungen enthält. Ist die Anforderung vereinzelt, so kann eine direkte semantische Analyse erfolgen. Ist sie nicht vereinzelt, so muss der Text in vereinzelt Anforderungen aufgespalten werden. Anhand eines Beispiels soll der Ablauf erläutert werden.

Der Anwender erstellt den Text:

Die Tür soll aus Stahl sein, max. 50 kg wiegen, muss die Crashvorschriften erfüllen und schön aussehen.

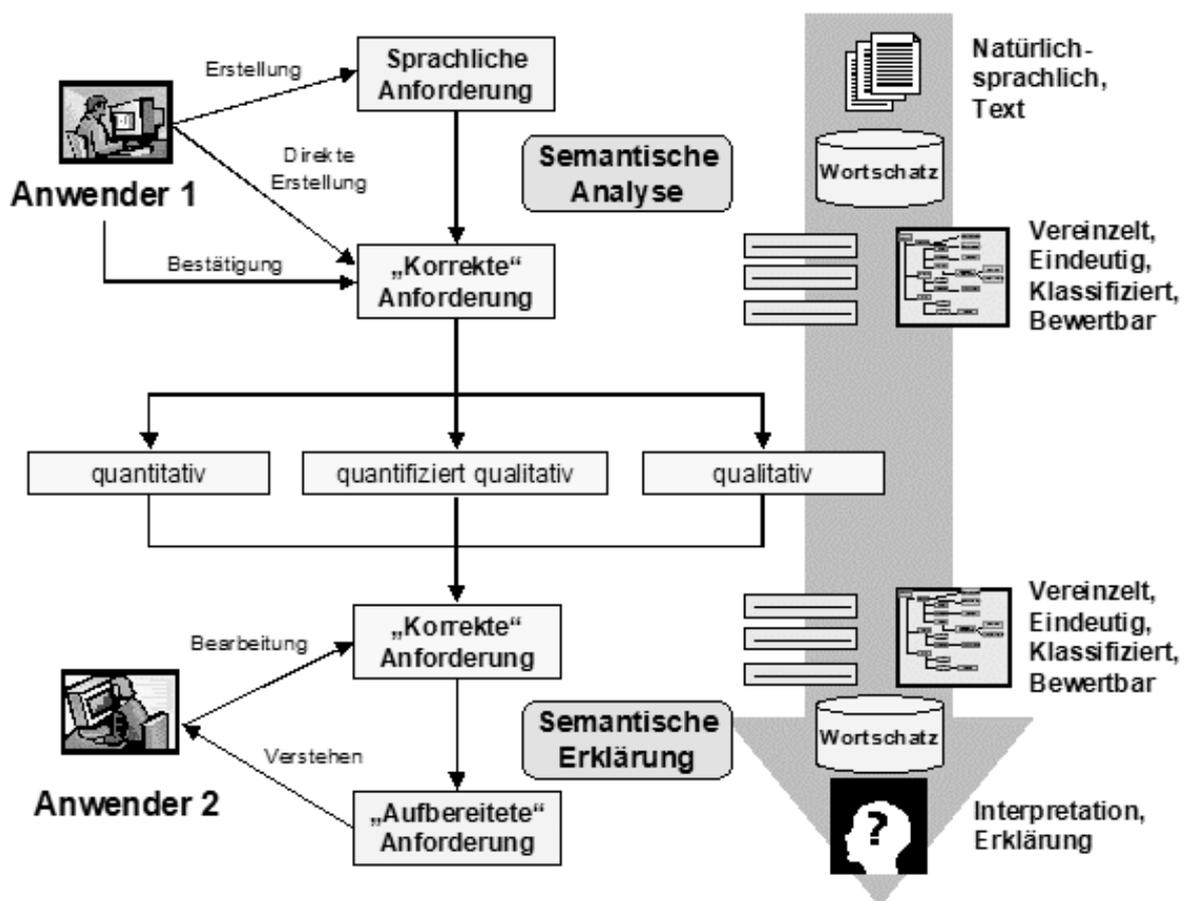


Abbildung 3: Semantische Analyse - Anwenderszenario

Semantische Auswertung von Produktanforderungen

Dieser Text enthält vier einzelne Anforderungen:

- *Die Tür soll aus Stahl sein.*
- *Die Tür soll max. 50 kg wiegen.*
- *Die Tür muss die Crashvorschriften erfüllen.*
- *Die Tür soll schön aussehen.*

Korrekt definiert würden die Anforderungen im System wie folgt hinterlegt, bzw. abgeändert.

- *Die Tür (Bauteil=08_Tür_V) soll (Gewichtung=3) aus Stahl sein (Klassifizierung=5221_Werkstoff), (Test=2112_Materialprüfung).*
- *Die Tür (08_Tür_V) soll (3) max. 50 kg wiegen (5254_Gewicht), (2112_Wiegen).*
- *Die Tür (08_Tür_V) muss (5) die Crashvorschriften erfüllen (3121_Gesetz), (2122_Crash-test).*
- *Die Tür (08_Tür_V) soll (4) schön aussehen (4122_Design), (2112_Bewertung_Kontrollgruppe).*

Für eine automatische Aufspaltung des Textes in einzelne, sinnvolle Anforderungen muss die Satzstruktur analysiert und interpretiert werden, was einen hohen Aufwand voraussetzt. Im Beispielszenario soll davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen schon vereinzelt vorliegen.

Anwender 1 erstellt eine sprachliche Anforderung (*Die Tür soll max. 50 kg wiegen*) und lässt diese vom System analysieren. Das System prüft den Text auf Homonyme und Synonyme, sucht Schlüsselwörter, die eine Klassifizierung ermöglichen und erkennt unscharfe Begriffe. Der Anwender bekommt als Ergebnis eine Liste der Homonyme und Synonyme angezeigt, eine Klassifizierungskategorie wird vorgeschlagen und unscharfe Begriffe müssen spezifiziert werden.

Im Beispiel erkennt das System den Begriff *Tür*, wobei es als Untergruppen *Vorder- Hinter- und Heck-Türen* gibt. *Anwender 1* wählt die *Vordertür 08_Tür_V*. Der Begriff *soll* wird als un-

scharf erkannt und der Anwender bekommt die *Gewichtung=3* vorgeschlagen, welche er bestätigen muss. Über den Zahlenwert *50* mit der Einheit *kg* schlägt das System eine Zuordnung der Anforderung zur Klassifizierung *5254_Gewicht* vor. Für jede Klassifizierung gibt es in *ReMaS* eine Auswahl an Tests, mit denen eine Anforderung dieser Art geprüft werden kann. *Anwender 1* entscheidet sich für den Test *2112_Wiegen*. Somit ist die Anforderung *korrekt* definiert.

Da jeder Anwender einen unterschiedlichen Wissensstand besitzt, sollten einem Anwender einer fachfremden Domäne die semantisch eindeutigen Anforderungen erläutert werden können. Hierzu kann *Anwender 2* einzelne Wörter markieren und bekommt Hintergrundinformationen zu diesen. Dies kann z.B. eine Liste von Synonymen sein, die Anzeige der Begriffshierarchie oder mögliche Klassifizierungen für diesen Begriff.

Zum Aufbau eines semantischen Anforderungsnetzes ist es unabdingbar, möglichst viele eindeutige Anforderungen in vereinzelter Form vorliegen zu haben.

3.4 Implementierung und Verknüpfung mit GermaNet

Der Datenaustausch mit *GermaNet* soll über XML-Dateien erfolgen. Die genaue Realisierung muss noch untersucht werden. Eine Online-Kopplung ist für den Prototypen nicht notwendig, da die Funktionsfähigkeit des Ansatzes an einigen exemplarischen Beispielen gezeigt werden soll.

Die vorhandenen Datenbankeinträge müssen um fachspezifische Bibliotheken, bzw. lexikografische Files erweitert werden. Hierzu werden typische Begriffe und Benennungen aus der Domäne *Automobilbranche* zusammengetragen und erfasst.

Die folgenden Relationen aus *GermaNet* sollen verwendet werden, um die Anforderung in einen *korrekten* Zustand zu überführen.

Synonymie, Homonymie, Polysemie

Die in der Anforderung enthaltenen Worte werden überprüft, ob es mehrere Begriffe oder Benennungen zu diesem Wort gibt. Der Anwender bekommt die möglichen Begriffe oder Benennungen angezeigt und wählt einen verbindlich aus. Über diesen Mechanismus sollen zum einen die Begriffe eindeutig gemacht, zum anderen unscharfe Begriffe durch standardisierte ersetzt werden. In *ReMaS* werden nur die eindeutigen und standardisierten Begriffe übernommen und Begriffe, die den Erfüllungsgrad einer Anforderung beschreiben (z.B. *soll, kann, muss*), werden in eine Gewichtung umgesetzt.

Wünschenswert wäre die Möglichkeit, eine Benennung bzw. einen Begriff als Standard zu definieren und dem Anwender vorzuschlagen.

Meronymie, Holonymie

Über diese Relationen soll die Produktstruktur aufgebaut werden, damit das System die Begriffe erkennt, die ein Bauteil repräsentieren. Taucht der Begriff in einer Anforderung auf, so kann diese in *ReMaS* dem genannten Bauteil zugeordnet werden.

Die Bauteilbezeichnungen sollten als zusätzlicher Wortschatz definiert werden, da sie abhängig von der Branche und Firma sind. Zusätzlich müssen *Synonyme* der Bauteile abgeprüft werden, da nicht jeder Anwender die exakt gleiche Benennung verwendet.

Hyperonymie, Hyponomie, Ähnlichkeit

Über die *Hyperonymie* und *Hyponomie* soll die Hierarchie der Anforderungsklassifizierung aufgebaut werden. Die *Ähnlichkeits-Relation* verknüpft die Begriffe der Klassifizierung mit den möglichen zugehörigen Worten (z.B. besitzen

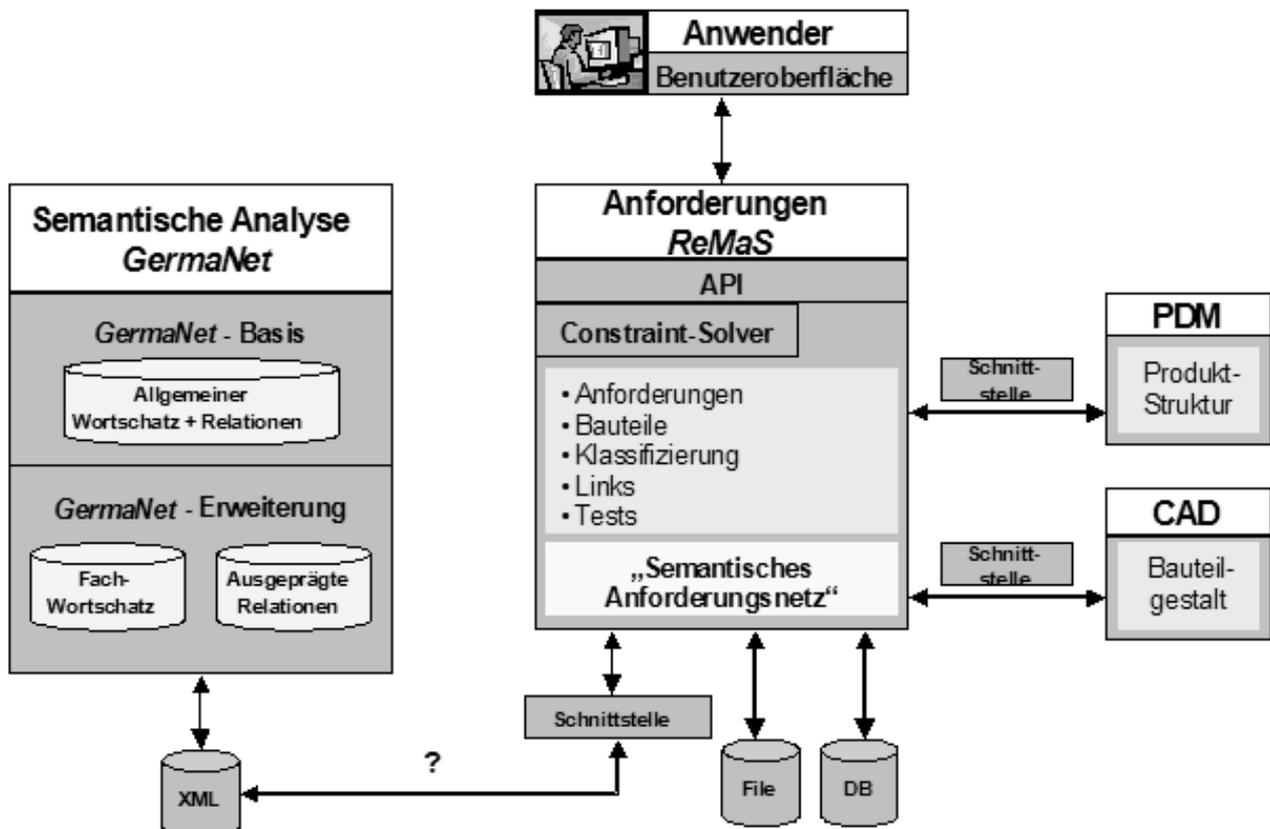


Abbildung 4: Implementierungskonzept

Semantische Auswertung von Produktanforderungen

die Worte *kg* und *Masse* eine Relation zu 5254_Gewicht oder *Design* zu 4122_Design).

Die Anforderungsklassifizierung sollte als zusätzlicher Wortschatz definiert werden, da sie durch eine Nummerierung ergänzt ist und erweitert werden kann. Die *Ähnlichkeits-Relationen* zwischen den Wörtern und der Klassifizierung zu erstellen wird eine umfangreiche Aufgabe sein, da im Prinzip der gesamte relevante Wortschatz eingeordnet werden muss.

4 Zusammenfassung

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass die sprachliche und semantische Analyse von technischen Produktanforderungen ein weites Forschungsfeld darstellt. Auf dem Markt gibt es keine professionellen Tools oder Systeme, die eine Untersuchung und Bewertung von textlich beschriebenen Anforderungen unterstützen.

Auf dem Gebiet der Linguistik beschäftigen sich weltweit verschiedene Forschungseinrichtungen mit der menschlichen Sprache und Schrift (MÜLLER 2002). Es gibt einige Ansätze und Lösungen, die Sprache zu erfassen und automatisiert auszuwerten. Die Verknüpfung mit dem Gebiet der Anforderungsmodellierung soll durch *GermaNet* realisiert werden.

Die Analyse mehrerer Produktspezifikationen hat gezeigt, dass diese zum Großteil textlich und wenig strukturiert erstellt sind, so dass ein System, das diese Beschreibungen analysieren kann, von großem Nutzen ist. Der Benutzer soll im Sprachgebrauch nicht eingeschränkt, sondern unterstützt werden. Mögliche Fehlinterpretationen und semantische Abhängigkeiten sollen aufgezeigt werden.

Erst durch die Vereinzelnung und Verfeinerung der textlichen Anforderungen kann der Übergang zum *semantischen Anforderungsnetz* geschaffen werden. Es muss eine möglichst vollständige und eindeutige Anforderungsmenge vorliegen, um den ganzen Nutzen auszuschöpfen.

In dieser Arbeit werden erste Ansätze präsentiert und entwickelt, die eine Verbindung zwischen den Domänen der Anforderungsmodellierung und der Linguistik schaffen, so dass sich ein weiteres interessantes und umfangreiches Forschungsgebiet eröffnet.

Literatur

- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (1993). DIN 2330. Begriffe und Benennungen. Berlin: Beuth-Verlag.
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (1992). DIN 2342. Begriffe der Terminologielehre. Berlin: Beuth-Verlag.
- GEBAUER, M. (2001). Kooperative Produktentwicklung auf Basis verteilter Anforderungen. Dissertation, Universität Karlsruhe, Institut für Rechneranwendung in Planung und Konstruktion. Aachen: Shaker-Verlag.
- GERMANET-PROJEKT (2003). GermaNet Homepage. Universität Tübingen, Seminar für Sprachwissenschaft. <http://www.sfs.uni-tuebingen.de/lsl/> [Zugriff April 2004].
- JÖRG, M.; KLAAR, O.; LOSSACK, R.-S. (2003). "Requirement Driven Engineering in Collaborative Environments." In: Proceedings eChallenges 2003, Bologna, Oktober 2003.
- KUNZE, C. (2001). „Lexikalisch-semantische Wortnetze.“ In: Carstensen, K.-U. et al. (Hrsg.) (2001). Computerlinguistik und Sprachtechnologie: Eine Einführung. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 386-393.
- MÜLLER, H. M. (2002). Arbeitsbuch Linguistik, Paderborn: Schöningh Verlag.
- WORDNET-PROJEKT (2003). Wordnet Homepage. Princeton University, Cognitive Science Laboratory. <http://www.cogsci.princeton.edu/~wn/> [accessed April 2004].