

Entwicklung von Ontologien unter Berücksichtigung der Anforderungen aus der Domäne Gefahrgutlogistik

Zusammenfassung der Diplomarbeit

Autor: Dipl.-Wirt.-Inf. Sebastian Roland

Betreuer: Dipl.-Inf. Veit Jahns

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. F.-D. Dorloff

Menschen besitzen die Fähigkeit die Semantik von Informationen gemäß ihrer Erfahrungen kontextbezogen zu interpretieren und daraus weitere Informationen abzuleiten. Maschinen fehlt diese Fähigkeit. Hier setzen Ontologien an. Ontologien beschreiben formal das Wissen über eine bestimmte Domäne und ermöglichen damit auch Maschinen die Interpretation von Daten. Denn durch die Nutzung von Ontologien wird es möglich, dass Maschinen aus gegebenem, explizit beschriebenem Wissen mittels sogenannter Inferenzregeln implizit enthaltenes Wissen erschließen können. Im Rahmen dieser Arbeit sollen die Einsatzmöglichkeiten von Ontologien im Umfeld der Gefahrgutlogistik untersucht werden.

Die Gefahrgutlogistik befasst sich mit der Planung, Steuerung und Durchführung von Ortsveränderungen von gefährlichen Gütern in Logistiksystemen. Hierbei wird der eigentliche Materialfluss durch einen Informationsfluss unterstützt. Diese Informationen haben unter anderem zur Aufgabe, Folgeakteure in der Transportkette rechtzeitig in der Planung der eigenen Tätigkeiten zu unterstützen, den Materialfluss zu dokumentieren und Handlungsvorschriften für den Umgang mit den jeweiligen Gütern zu definieren. Letzteres ist im Umfeld der Gefahrgutlogistik von besonderer Bedeutung. Hier müssen die relevanten Informationen über Gefahrgüter den Akteuren rechtzeitig zur Verfügung stehen, um Unfällen und unsachgemäßer Handhabung vorzubeugen und ggfs. adäquate

Gegenmaßnahmen rechtzeitig einleiten zu können. Der Transport gefährlicher Güter ist in Industrieländern unerlässlich. Im Jahre 2005 wurden in Deutschland verkehrsträgerübergreifend 340 Mio. t Gefahrgüter transportiert, was ca. 9 % der Gesamttransportmenge 2005 entspricht. Den größten Anteil am Modal Split hat der Verkehrsträger Straße mit 160 Mio. t, gefolgt von der Seeschifffahrt mit 74 Mio. t. Per Schiene wurden 56 Mio. t und über Binnenwasserstraßen 50 Mio. t befördert. Anhand der Zahlen ist zu erkennen, dass Gefahrguttransporte einen nicht unerheblichen Teil am Gesamttransportaufkommen in Deutschland ausmachen. Neben der Kostenminimierung der Beförderung rückt bei der Gefahrgutlogistik aufgrund der besonderen Eigenschaften der zu befördernden Güter das Sicherheitsziel in den Vordergrund. Im Rahmen des Gefahrgutrechts definiert das GGBefG gefährliche Güter als „... Stoffe und Gegenstände, von denen auf Grund ihrer Natur, ihrer Eigenschaften oder ihres Zustandes im Zusammenhang mit der Beförderung Gefahren für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere für die Allgemeinheit, für wichtige Gemeingüter, für Leben und Gesundheit von Menschen sowie für Tiere und Sachen ausgehen können.“

Um die Risiken von Gefahrguttransporten zu senken und den Schutz von Menschen, Tieren und Sachen sicherzustellen, ist die Gefahrgutlogistik eingespannt in ein rechtliches Rahmenwerk nationaler und internationaler Empfehlungen, Gesetze und Vorschriften.

In Kombination mit RFID und dem Internet stehen Technologien zur Verfügung, um die Durchführung von Transportprozessen zu unterstützen. So kann die Koordination zwischen Material- und Informationsfluss so gesteuert werden, dass die Informationen zur rechten Zeit am rechten Ort verfügbar sind. Darüber hinaus bietet RFID eine elektronische Speicherung von Informationen über das zu transportierende Gut am Gut selbst. Somit können auch diese Informationen automatisch ausgelesen und verarbeitet, mit verteilten Datenbeständen abgeglichen und über das Internet abrufbar gemacht werden.

Damit die Daten für alle Akteure der Transportkette ausles- und verarbeitbar werden, muss eine geeignete Form der Datenspeicherung am Gut selbst gewählt werden. Hier können von den Unternehmen Ontologien eingesetzt werden. Zunächst müssen sich die beteiligten Unternehmen auf ein gemeinsames Verständnis der Begriffe und

Beziehungen der entsprechenden Domäne einigen und dieses Wissen in Ontologien abbilden.

Das Wort „Ontologie“ stammt aus dem Griechischen. Es setzt sich zusammen aus *ontos* (das Sein) und *logos* (das Wort) und wurde im 19. Jahrhundert erstmals vom deutschen Philosophen Rudolf Gockel eingeführt. Die Ontologie als philosophische Disziplin bildet einen Zweig der Metaphysik, der die Natur des Seins untersucht. Sie versucht existierende Dinge anhand gemeinsamer Merkmale in Kategorien einzuordnen. Ein solches Kategoriensystem wird als „eine Ontologie“ bezeichnet. Ein frühes Beispiel einer Ontologie ist der „Baum des Porphyry“, der im 3. Jh. v. Chr. vom griechischen Philosophen Porphyry, basierend auf Erkenntnissen von Aristoteles entwickelt wurde. Diese Ontologie bildet ein System zur Kategorisierung aller existierenden Dinge auf dieser Welt.

In den 90er Jahren wurden Ontologien dann auch zum Forschungsthema in der Informatik, speziell im Bereich der „Künstlichen Intelligenz“. Hier wird unter einer Ontologie als eine „formal, explicit specification of a shared conceptualization“ (Gruber 1993) verstanden. Insbesondere ist eine Ontologie in der Informatik durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Formalität: Eine Ontologie ist maschinenlesbar und wohldefiniert.
- Explizität: Das Wissen wird in der Ontologie eindeutig definiert, so dass es für Maschineninterpretierbar wird. Begriffe, die nicht explizit in der Ontologie beschrieben werden, sind kein Bestandteil der Ontologie.
- Gemeinsame Nutzung: Eine Ontologie umfaßt das Wissen über eine Domäne. Die Art der Darstellung wird im Regelfalle nicht von einer Person entworfen, sondern repräsentiert die Vorstellung einer Gruppe von Personen, die sich auf eine Darstellung geeinigt haben.
- Konzeptualisierung: Eine Konzeptualisierung umfasst zum einen die Objekte, die in einer Domäne existieren oder von denen angenommen wird, dass sie existieren und zum anderen deren wechselseitige Relationen. Sie bildet eine vereinfachte Sicht auf die Welt, bezogen auf eine bestimmte Fragestellung. Eine Ontologie ist demnach spezielle Ausprägung einer Konzeptualisierung.

- Domänenabhängigkeit: Eine Ontologie bildet Wissen spezifisch für die zugrunde gelegte Domäne ab. Für andere Domänen kann das abgebildete Wissen der Ontologie ungültig sein.

Bis heute wurden immer weitere Anwendungsgebiete für Ontologien identifiziert, unter anderem in der Informationsintegration, Informationsbeschaffung, Electronic Commerce, kooperativen Informationssystemen und dem Wissensmanagement. Diese Entwicklung ist vor allem in der wachsenden Vernetzung von Anwendungssystemen durch das Internet begründet.

Der Vorteil der in der Verwendung von Ontologien und der dazugehörigen Technologien liegt vor allem das er eine genaue, allgemeingültigere Beschreibungen der Güter ermöglicht, als es nur mit EDI oder XML möglich wäre. Darüber hinaus können Regeln formal beschrieben werden, so dass z. B. Informationssysteme automatisch Handlungsvorschriften zum Umgang mit Gefahrgütern ableiten können.

Vor diesem Hintergrund war es Ziel der Diplomarbeit, die möglichen Einsatzszenarien von Ontologien in der Gefahrgutlogistik zu analysieren und eine konkreten Ontologie zur der Gefahrgutlogistik zu entwickeln. Die Gefahrgutontologie sollte mit Technologien des Semantic Web entwickelt werden. Hier werden im Rahmen der Arbeit die vom W3C vorgeschlagenen und teilweise bereits standardisierten Technologien RDF(S), OWL, SPARQL sowie SWRL eingesetzt.

Die Arbeit ist wie folgt aufgebaut. Nach einer kurzen Einführung in Kapitel 1 werden in den Kapiteln 2 und 3 zunächst die wissenschaftlichen Grundlagen für die spätere Analyse der Einsatzmöglichkeiten beschrieben.

Kapitel 2 befasst sich mit den Grundlagen von Ontologien sowie deren Einordnung ins Semantic Web. Weiterhin werden generelle Einsatzmöglichkeiten von Ontologien erläutert sowie eine Übersicht über technologische Standards zur Beschreibung von Ontologien gegeben. Im letzten Schritt wird SPARQL als mögliche Abfragesprache und SWRL als Regelsprache für Ontologien dargestellt.

Kapitel 3 erläutert die Grundlagen der Gefahrgutlogistik und ordnet diese in das Logistikumfeld ein. Im Anschluss werden die besonderen Sicherheitsanforderungen an die Gefahrgutbeförderung und der daraus resultierende Informationsbedarf der Gefahrgutlogistik analysiert.

In Kapitel 4 werden, ausgehend vom Informationsbedarf, die Einsatzmöglichkeiten von Ontologien in der Gefahrgutlogistik untersucht und bewertet. Zunächst wird aus den generellen Einsatzmöglichkeiten von Ontologien ein Kriteriensatz extrahiert und auf die Domäne der Gefahrgutlogistik angewandt. Im nächsten Schritt werden aus den Ergebnissen konkrete Einsatzmöglichkeiten abgeleitet und abschließend bewertet.

In Kapitel 5 wird ein Prototyp einer Ontologie für die Gefahrgutlogistik entwickelt, anhand dessen der Einsatz und die Vorteile von semantischen Technologien für die Gefahrgutlogistik demonstriert werden.

Bei der Ontologieentwicklung kommt die Methodologie METHONTOLOGY zum Einsatz, mit Hilfe derer die fachlichen Konzepte sowie deren Beziehung zueinander, die sich in den Regelungen, Gesetzen und Verordnungen zur Handhabung und Kennzeichnung gefährlicher Güter finden, herausgearbeitet und strukturiert erfasst. Anschließend werde diese mit Hilfe ausgewählter Werkzeuge diese in eine OWL-Beschreibung überführt. Ferner kommen bei der Erstellung der Ontologie Reasoner zum Einsatz, um die Ontologie auf ihre logische Konsistenz und die Satisfizierbarkeit von Klassen zu überprüfen.

Im letzten Kapitel werden die Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst und ein kurzer Ausblick über zukünftige Entwicklungen gegeben.