

## Endogene Metamodellierung der Semantik von neueren UML 2 Sprachmitteln

Lars Hamann  
AG Datenbanksysteme  
Universität Bremen  
lhamann@tzi.de

Martin Gogolla  
AG Datenbanksysteme  
Universität Bremen  
gogolla@tzi.de

Seit dem Aufkommen der Unified Modeling Language (UML) wurden unterschiedliche Ansätze vorgestellt diese formal zu spezifizieren. Eine wohldefinierte formale Semantik der UML führt unter anderem zu einer höheren Interoperabilität zwischen verschiedenen Modellierungswerkzeugen, da Interpretationsspielräume verringert werden. Zum einen führt dies zu einer verbesserten Austauschbarkeit von Werkzeugen, was die Flexibilität eines modellgetriebenen Entwicklungsprozesses erhöht, zum anderen können Werkzeugketten aufgebaut werden, die verschiedene spezialisierte Werkzeuge, z. B. für Modell-zu-Modell- und Modell-zu-Text-Transformationen, verwenden. Die Semantik von zentralen Konzepten der UML, wie Klassen, Assoziationen und Generalisierung, wurden z. B. mit mengentheoretischen oder graph-basierten Methoden definiert. Diesen Ansätzen ist gemein, dass sie den Sprachraum der UML verlassen und somit zusätzliche (formale) Beschreibungsmittel benötigen.

Die in hier vorgestellte Arbeit [HG13] stellt einen endogenen, werkzeuggestützten Ansatz vor, der die Laufzeitsemantik der UML ausschließlich mit den Mitteln der im UML-Kontext bekannten Sprachmitteln beschreibt. Der Ansatz basiert dabei auf den Grundlagen der endogenen Metamodellierung von Semantik aus [Kle09]. Dabei werden zwei Metamodelle für eine Modellierungssprache definiert: das der abstrakten Syntax (*Abstract Syntax Model* - ASM) und das der Semantik (*Semantic Domain Model* - SDM). Das ASM definiert die gültigen Strukturen eines Modells der Sprache, während das SDM die Bedeutung dieser Strukturen festlegt. Bei einer endogenen Metamodellierung wird dabei die zu beschreibende Sprache selbst für die Beschreibung verwendet.

Die Spezifikation der UML verwendet bereits einen endogenen Ansatz bestehend aus Klassendiagrammen und zusätzlichen Einschränkungen in OCL (Object Constraint Language), um die abstrakte Syntax der Sprache (das ASM), zu definieren, klammert aber explizit die Definition der Laufzeitsemantik (das SDM) aus. Aus unserer Sicht bedarf es aber zumindest für zentrale Modellierungselemente einer wohl definierten Semantik. So wird z. B. für die Definition der abstrakten Syntax der UML die subsets-Beziehungen zwischen Assoziationsenden häufig verwendet. Die Bedeutung dieser Beziehung ist allerdings nur informell beschrieben. Intuitiv lässt sich die Bedeutung dieser Beziehung am Beispiel aus Abb. 1 erläutern. Die Markierung des Assoziationsendes `front` als eine Teilmenge des Assoziationsendes `part` besagt, dass die Vorderräder eines Autos zu der Gesamtmenge der Fahrzeugteile gehört. Die Auszeichnung `union` am Assoziationsende `part` wird

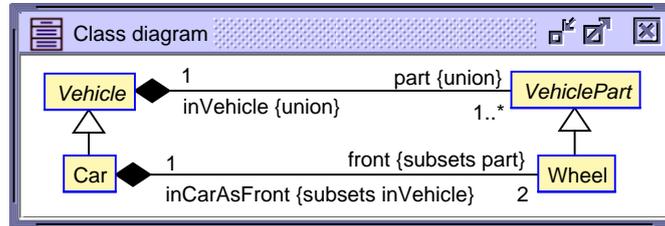


Abbildung 1: Beispiel einer einfachen subsets-Beziehung

häufig in Verbindung mit diesen Teilmengenbeziehungen verwendet, um zu festzulegen, dass die verbundenen Objekte sich ausschließlich aus den definierten Teilmengen ergeben. Für komplexere Klassendiagramme, wie sie z. B. im UML-Metamodell vorkommen, die diese Beziehung über mehrere Vererbungsstufen verwenden, lassen sich die aus der Modellierung resultierenden Konsequenzen für das Laufzeitverhalten allerdings schwer ableiten. Ist zusätzlich zum ASM ein Modell der Semantik vorhanden, können diese Konsequenzen werkzeuggestützt untersucht werden, wie es in diesem Beitrag mit einem Modellierungswerkzeug [USE] gezeigt wird.

Bei der Entwicklung des in [HG13] vorgestellten Auszugs eines SDM für die UML hat sich zusätzlich die Visualisierung von abgeleiteten Eigenschaften als hilfreich erwiesen, um das Laufzeitverhalten von Modellen besser verstehen zu können. Beispielsweise können die abgeleiteten Verbindungen aus einem als `union` markierten Assoziationsende (siehe Abb. 1) direkt dem Benutzer angezeigt werden.

Komplexere abgeleitete Eigenschaften können in UML-Modellen mit Hilfe von OCL-Ausdrücken definiert werden. Dadurch können komplizierte Strukturen dem Anwender vereinfacht dargestellt werden und zusätzlich durch die Vergabe eines Namens für die Eigenschaft mit einer Bedeutung versehen werden. Der hier beschriebene Konferenzbeitrag beschäftigt sich ausführlich mit den für eine automatische Auswertung zu berücksichtigenden Anforderungen, bis hin zur Auswertung von abgeleiteten Assoziationen mit mehr als zwei Assoziationsenden.

## Literatur

- [HG13] Lars Hamann und Martin Gogolla. Endogenous Metamodeling Semantics for Structural UML 2 Concepts. In Ana Moreira, Bernhard Schätz, Jeff Gray, Antonio Vallecillo und Peter J. Clarke, Hrsg., *Proceedings of 16th International Conference Model-Driven Engineering Languages and Systems (MODELS'2013)*, Miami, FL, USA, September 29 - October 4, 2013., Seiten 488–504. Springer, Berlin, LNCS 8107, 2013.
- [Kle09] Anneke Kleppe. Object Constraint Language: Metamodeling Semantics. In Kevin Lano, Hrsg., *UML 2 Semantics and Applications*, Seiten 163–178. John Wiley & Sons, Inc., 2009.
- [USE] A UML-based Specification Environment. <http://sourceforge.net/projects/useocl/>.