

# Konzepte der Metamodellierung – Zum Begriff *Metamodell*

Mario Jeckle

DaimlerChrysler Forschungszentrum Ulm  
mario.jeckle@daimlerchrysler.com mario@jeckle.de  
www.jeckle.de

In jüngerer Zeit finden metamodellbasierte Ansätze, und damit das Konzept *Metamodellierung*, als Lösungskomponente aktueller Problemstellungen (wie die Integration heterogener Systemwelten) zunehmende Beachtung in der industriellen Praxis. [3] Nicht zuletzt im Zuge des Einsatzes der *Unified Modeling Language* (UML) [1] werden viele „Modellierungssprachenanwender“ erstmals mit dem Begriff *Metamodell* konfrontiert.

Der dahinterstehende Themenkomplex verschließt sich jedoch, durch die Begrifflichkeit – welche durchaus die Tendenz zur Begriffsverwirrung in sich trägt – dem „normalen“ Modellierer vielfach.

Metamodellarchitekturen können jedoch einen wichtigen Beitrag zum Verständnis der verwandten (Modellierungs-)Sprache bilden. Durch die Verwendung der dem Modellierer bekannten Grundprimitive eröffnet sich ein Rationalisierungspotential hinsichtlich Erlernbarkeit (die Grundprimitive der Syntaxbeschreibung sind identischer den zur Modellierung des Diskursbereichs eingesetzten) und Validierung (die (semi-)formale Beschreibung der Modellierungssprache kann zur Prüfung der entstehenden Modelle herangezogen werden).

Nach der, teilweise vehementen, Negation der praktischen Relevanz der Metamodellierung in der Vergangenheit ist zwischenzeitlich mitunter das genaue Gegenteil, ein Umschlagen in nahezu eine Metamodellierungseuphorie zu beobachten. Die Inflation der (Meta-)Metamodelle ([7], [8]) zeigt jedoch, dass „Meta-Meta“ noch lange nicht „better-better“ ist (so S. Iyengar am Rande der Meta-Data-Conference '99). Im Folgenden soll ein einführender Überblick der Konzepte der Metamodellierung gegeben werden.

Trotz des einheitlich verwandten Begriffs *Metamodell*, um ein Modell, das ein Modell beschreibt zu bezeichnen, variieren die zugrundeliegenden Interpretationen autorenabhängig sehr stark. (Siehe hierzu auch: [7] S. 10ff). Konkret ist zwar immer eine modellhafte Beschreibung eines Modells gemeint, jedoch im Allgemeinen keine Aussage darüber getroffen welcher Aspekt des Modells beschrieben wird. Zumeist existiert ohnehin nur ein einziges Metamodell, welches ohne Explizierung des angewandten *Metaisierungsprinzips* [5], das zur Gewinnung des Metamodells aus den konkreten Modellen führte, eingeführt wird (so auch das UML-Metamodell [1],

das MOF-Meta-Metamodell [2] sowie das CDIF-Meta-Metamodell [4]).

Das Metaisierungsprinzip bezeichnet die gewählte Abstraktionsebene über der tatsächlichen Modellebene, beispielsweise eine dynamische Prozesssicht, durch die der Modellierungsprozeß beschrieben wird. Vordergründig augenfällig, und daher auch vorherrschend umgesetzt ([1], [2], [4]), ist zunächst eine rein auf die statische Strukturemantik (im Wesentlichen die Syntax der Modellierungssprache) focusierende Interpretation des Metamodellbegriffs. Hinzu tritt, dass in der Praxis durch die UML und verwandte OO-Modellierungssprachen neuerer Generation derzeit vier-schichtige Metamodellarchitekturen vorherrschen, welche die erwähnte statische Strukturemantik in das Zentrum der Betrachtung rücken.

Aus der Theorie heraus sind jedoch einerseits beliebige Metaisierungsprinzipien, und andererseits beliebige Metaebenen denkbar.

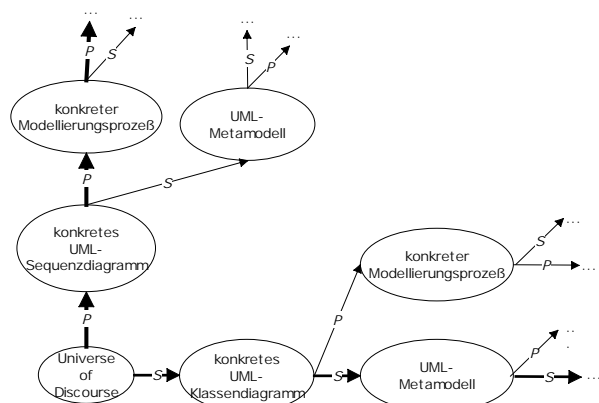


Abbildung 1: Bezugsrahmen zur Einordnung von Metamodellen

Die Graphik der Abbildung 1 veranschaulicht beispielhaft zwei verschiedene Metaisierungsprinzipien und die denkbaren (Meta-)Modelle.

Als Metaisierungsprinzipien wurden die fortlaufende Abstraktion der statischen Strukturemantik (*S*) und die prozessuale Sicht (*P*) zugrunde gelegt.

Zunächst wird die Beschreibung des betrachteten Diskursbereichs durch ein UML-Klassendiagramm angenommen. Zusätzlich lassen sich die dynamischen Anteile der betrachteten Miniwelt durch eine geeignete Diagrammsprache, im Beispiel ein UML-Sequenzdiagramm, beschreiben.

Im ersten Schritt entstehen somit zwei Modelle derselben „Realität“, welche unterschiedliche Problem-  
aspekte aufgreifen.

Zur Modellierung dieser Modelle werden wiederum Sprachen eingesetzt. Im vorliegenden Falle wird die statische Struktursemantik des UML-Klassendiagramms durch einen Teil des UML-Metamodells abgedeckt. Das konkrete Klassendiagramm ist somit eine Ausprägung der im UML-Metamodell formulierten syntaktischen Regeln. Es entsteht ein Modell des Modells, mithin ein Metamodell.

Indes ist es auch denkbar für das Klassendiagramm ein Metamodell unter prozessualen Gesichtspunkten zu definieren. Dieses Modell würde den Modellierungsprozeß des konkreten Klassendiagramms herausarbeiten. Auch es wäre – im buchstäblichen Sinne –, als Modell eines Modells, ein Metamodell.

Dieselbe Problematik der Mehrdeutigkeit des Begriffs *Metamodell* tritt auch bei der Betrachtung der Modelle des Sequenzdiagramms hervor. Auch die statische Struktursemantik jedes syntaktisch korrekten UML-Sequenzdiagramms genügt dem UML-Metamodell. Darüber hinaus existiert auch zum Sequenzdiagramm ein formaler Prozeß unter dessen Ausführung das Diagramm, als Modell, entsteht.

In Fortführung der Metaisierung entstünden, den Gesetzmäßigkeiten eines  $n$ -ären Baumes (für  $n$  Metaisierungsprinzipien) folgend, exponentiell wachsende Anzahlen von Metamodellen.

Kann jedoch, wie im Beispiel dargestellt, eine Modellierungsprozeßbeschreibung ein Metamodell einer Diagrammsprache sein, welche ausschließlich statische Konstrukte enthält?

Im Wortsinne sicherlich. Allerdings suggeriert der Metamodell-Begriff, in der üblichen Verwendung ([2], [4]), die Stringenz des verwandten Metaisierungsprinzips. Er unterstellt somit jedem Meta-Metamodell  $n$ -ter Stufe, welches ein Metamodell der darunterliegenden  $n-1$ -ten Stufe gemäß einem explizierten Prinzip modelliert, dass auch das dieses eine modellhafte Abbildung des darunterliegenden Modells  $n-2$ -ter Stufe darstellt. Für die Beziehung zwischen Modell  $n-2$ -ter Stufe und  $n-1$ -ter wird ebenso die Anwendung desselben Metaisierungsprinzips unterstellt.

Allgemein also die Konstanz des Metaisierungsprinzips über jeweils zwei Metaisierungsebenen hinweg, für alle existierenden Ebenen einer Metamodellarchitektur.

Diese Mimik wird im Beispiel der Abbildung 1 durch all jene Metamodelle verletzt, die durch Wechsel des Metaisierungsprinzips aus dem *Universe of Discourse* hervorgehen.

Aus dieser Erwägung heraus stellt das UML-Metamodell als Metamodell der statischen Struktursemantik des UML-Klassendiagramms ein legitimes Metamodell als Ergebnis *stringenter Metamodellier-*

*ung* dar. Im Gegensatz hierzu ist dasselbe UML-Metamodell jedoch kein Metamodell stringenter Prägung des UML-Sequenzdiagramms. Diese Interpretation deckt sich auch mit der ausdrücklichen Anlage der UML als Modellierungssprache, die keinen Modellierungsprozeß (mehr) beinhaltet.

In der Abbildung sind die sich aus den beiden betrachteten Metaisierungsprinzipien ergebenden Abstraktionslinien stringenter Metamodellierung hervorgehoben.

Alle auf diesen orthogonalen Achsen liegenden Modelle sind als Modelle stringenter Metamodellierung anzusehen; quasi als „echte“ Metamodelle des jeweiligen direkten Vorgängers.

Wird hingegen von der Achse „abgezweigt“, wodurch die Abweichung vom zuvor angewendeten Metaisierungsprinzip dokumentiert wird, so entstehen (Meta-) Metamodelle, die zwar gegenüber dem zugrundeliegenden Modell die Rolle eines Metamodells einnehmen, jedoch nicht mehr als „echtes“ – unter der üblichen Annahme eines unveränderten Metaisierungsprinzips – (Meta-)Metamodell des *Universe of Discourse* angesehen werden können.

#### Literatur und Web-Referenzen:

- [1] Object Management Group (eds.): *OMG Unified Modeling Language Specification*, Version 1.3, Object Management Group, Framingham (USA), 1999.  
OMG document: ad/99-06-09.  
<ftp.omg.org/pub/docs/ad/99-06-09.pdf>  
verfügbar über: [www.jeckle.de](http://www.jeckle.de)
- [2] Object Management Group (eds.): *Meta Object Facility Specification*, Version 1.3, Object Management Group, Framingham (USA), 1999.  
OMG document: ad/99-07-03.  
<ftp.omg.org/pub/docs/ad/99-07-03.pdf>  
[www.dstc.edu.au/Meta-Object-Facility](http://www.dstc.edu.au/Meta-Object-Facility)
- [3] Object Management Group (eds.): *XML Metadata Interchange*, Version 1.1, Framingham (USA), 1999.  
OMG document: ad/99-10-02  
<ftp.omg.org/pub/docs/ad/99-10-02.pdf>  
verfügbar über [www.jeckle.de](http://www.jeckle.de)
- [4] Electronic Industries Association (eds.): *CDIF – CASE Data Interchange Format*, interim standard, EIA/IS-106, 1994. [www.eigroup.org](http://www.eigroup.org)
- [5] Strahringer, S.: *Ein sprachbasierter Metamodellbegriff und seine Verallgemeinerung durch das Konzept des Metaisierungsprinzips*, in: Pohl, K.; Schürr, A.; Vossen, G. (Hrsg.) *Proceedings des GI-Workshops Modellierung '98*, 1998.  
[SunSITE.Informatik.RWTH-Aachen.DE/Publications/CEUR-WS/Vol-9/](http://SunSITE.Informatik.RWTH-Aachen.DE/Publications/CEUR-WS/Vol-9/)
- [6] Strahringer, S.: *Metamodellierung als Instrument des Methodenvergleichs: Eine Evaluierung am Beispiel objektorientierter Analysemethoden*, Aachen, 1996.
- [7] [www.metamodel.com](http://www.metamodel.com)
- [8] Meta Data Coalition. [www.mdinfo.com](http://www.mdinfo.com)