Ein sprachbasierter Metamodellbegriff und seine Verallgemeinerung durch das Konzept des Metaisierungsprinzips

Susanne Strahringer
TU Darmstadt, FB Rechts- und Wirtschaftswissenschaften, FG Wirtschaftsinformatik II
e-mail: susanne@bwl.tu-darmstadt.de

1 Einleitung

Die Informatik beschäftigt sich in vielen Bereichen mit Modellbildung. Werden Modelle und Modellbildung selbst zum Gegenstand der Modellierung, so spricht man von Metamodellen. Sie sind insbesondere in den methodologischen Bereichen der (Wirtschafts-)Informatik verbreitet. Der Begriff des Metamodells entbehrt jedoch einer präzisen Definition. Trotz seiner Bedeutung ist er selbst selten Gegenstand einer ausführlichen Betrachtung. Eine Untersuchung von in der Literatur anzutreffender Metamodellbegriffe zeigt, daß unter Metamodellen ein breites und heterogenes Spektrum an Modellen zu verstehen ist.[1] Viele Arbeiten basieren zudem auf einem eher intuitiven Begriffsverständnis. Es fehlt daher ein Erklärungsversuch, der den Begriff nicht zu weit faßt, aber trotzdem so allgemein ist, daß verschiedene Fälle abgedeckt sind.

Zielsetzung der folgenden Ausführungen ist es, einen solchen Erklärungsansatz zu entwickeln. Dabei wird der Versuch unternommen, den Begriff aus der Sprachstufentheorie der Logik bzw. Sprachphilosophie herzuleiten. Hierzu wird zunächst auf den Begriff der Sprache und den aus der Sprachstufentheorie stammenden Begriff der Metasprache eingegangen. Die auf Grundlage von Metasprachen bildbare Hierarchie von Sprachebenen wird dann auf die Modellierung übertragen. Auf diese Weise läßt sich der Begriff des sprachbasierten Metamodells einführen, der in einem weiteren Schritt durch Einführung eines sog. Metaisierungsprinzips verallgemeinert wird. Hinzu kommt die sog. prozeßbasierte Metamodellierung.

2 Sprache und Metasprache

Begriffsbildung und Sprache spielen eine wesentliche Rolle bei der Gewinnung wissenschaftlicher Aussagen. Nur auf ihrer Grundlage können diese formuliert und mitgeteilt werden. Begriffe werden benutzt, um Gegenstände mit ihren Eigenschaften und Relationen abzubilden, Sätze, um Sachverhalte auszudrücken. Um Begriffe und Sachverhalte mitteilen zu können, bedient man sich einer Sprache als einem "System von Zeichen und Regeln zur Verwendung dieser Zeichen" (Zeichensystem).[2]

Es werden verschiedene *Arten von Sprachen* unterschieden. Eine sehr grundlegende Unterscheidung ist die in natürliche, also historisch entstandene, und künstliche Sprachen. Sprache kann in verschiedenen Situationen mit unterschiedlichen Zielsetzungen eingesetzt werden, d.h. mit Gesprochenem können verschiedene Wirkungen verbunden sein. Man nennt dies auch *Funktionen oder Leistungen der Sprache.* Nach Bühler kann zwischen den Funktionen Darstellung von Sachverhalten, Appell zur Verhaltenssteuerung und Ausdruck von Gefühlen unterschieden werden. In konkreten, insbesondere natürlich-sprachlichen Sätzen treten mehrere dieser Funktionen gleichzeitig auf und sind oftmals nicht klar voneinander zu trennen. Im folgenden liegt der Schwerpunkt auf künstlichen Sprachen, die vornehmlich die Darstellungsfunktion erfüllen, ggf. auch verhaltenssteuernd wirken. In der Darstellungsfunktion ist auch die Leistung der Sprache für die Wissenschaft zu sehen.[3]

Auf der Darstellungsfunktion von Sprache aufbauend, werden Aussagen über einen zu untersuchenden Gegenstandsbereich in Sprache formuliert. Wird Sprache selbst zum Gegenstand der Untersuchung, so wird über Sprache in Sprache gesprochen. Bereits dieser Satz verdeutlicht die Verwirrung, die entstehen kann, wenn Aussagen nicht nur über außersprachliche Gebilde, sondern auch über sprachliche Gebilde selbst gemacht werden. Es ist daher zweckmäßig und in der Logik üblich, verschiedene Sprachebenen, auch semantische Stufen genannt, zu unterscheiden. Diejenige Sprache, die Gegenstand der Untersuchung ist, wird als Objektsprache bezeichnet, diejenige, in der die Untersuchung erfolgt, als Metasprache. Eine Sprache kann in diesem Sinne immer nur in bezug auf eine andere, nämlich die Objektsprache, Metasprache sein.[4]

Das Prinzip des Bildens einer Metasprache zu einer Objektsprache ist rekursiv anwendbar, denn auch die Metasprache einer Objektsprache kann wiederum zum Gegenstand der Untersuchung werden. Bei der für diese Untersuchung verwendeten Sprache handelt es sich dann um die Metasprache einer Metasprache oder um die Metametasprache bezüglich der ursprünglichen Objektsprache. Dieses Prinzip ist fortsetzbar, so daß eine ganze Hierarchie von Sprachebenen gebildet werden kann. Um dies terminologisch handhaben zu können, spricht man allgemein von Metasprachen i-ter Stufe, in Kurzform auch mit "M^iS" bezeichnet. Dieser Konvention folgend steht "S" bzw. "M^oS" für die Objektsprache, "MS" bzw. "M^1S" für die Metasprache und entsprechend "MMS" bzw. "M^2S" für die Metametasprache.

Das Differenzieren zwischen Meta- und Objektsprache dient der Bildung von Bezugsebenen und keinesfalls der Klassifikation von Sprachen. Die Eigenschaft einer Sprache, Meta- oder Objektsprache zu sein, ist in diesem Sinne keine absolute Eigenschaft dieser Sprache, sondern lediglich eine relative bzgl. einer anderen Sprache. Das Attribut

---

1 Siehe zu einer solchen Untersuchung z.B. Strahringer (1996, S. 11-16).

2 Carnap (1960, S. 1), vgl. Bochenski (1965, S. 9, 11), Wild (1966, S. 45, 49-50), Oudenaarden (1953, S. 228).

3 Vgl. Bühler (1934, S. 26ff), zitiert nach Kroeber-Riel (1969, S. 12), Essler (1972, S. 306), Haberbeck (1986, S. 552).

4 Zu den folgenden Ausführungen zur Sprachtstufentheorie vgl. Bochenski (1965, S. 59f), Essler (1972, S. 302ff), Kleinknecht, Wüst (1976, S. 40ff), Lorenz (1980a, S. 875), Lorenz (1980b, S. 1054), Opp (1976, S. 313), Popper (1993, S. 327), Runggaldier (1990, S. 63), Schreiber (1960, S. 15), Stachowiak (1973, S. 217), Stegmüller (1974, S. 30-32).

"Meta-" bzw. "Objekt-" beschreibt die Rolle einer Sprache im Rahmen einer Untersuchung. Folglich kann ein- und dieselbe Sprache im Rahmen einer solchen Untersuchung sowohl die Rolle der Objekt- wie auch die Rolle der Metasprache einnehmen.

Handelt es sich bei der Objekt- und Metasprache um dieselbe Sprache, so ist es notwendig, Konventionen zur Kennzeichnung der benutzten Sprachebene zu verwenden. Man unterscheidet daher zwischen *Gebrauch* und *Erwähnung* von Wörtern. In der geschriebenen Alltagssprache gibt es Konventionen, die eine Unterscheidung von Gebrauch und Erwähnung (Anführung) zulassen. Üblich ist die Verwendung von Anführungszeichen im Falle der Erwähnung. Die Unterscheidung "Gebrauch vs. Erwähnung" verwendend, läßt sich die Metasprache als diejenige Sprache bezeichnen, die man gebraucht, um Aussagen über eine Objektsprache zu machen.

3 Modell und Metamodell

Auf der Darstellungsfunktion von Sprachen aufbauend, kann eine sprachliche Beschreibung eines Gegenstandsbereiches als eine Abbildung dieses Bereiches auf ein Zeichensystem verstanden werden. Sind Abbildung und Gegenstandsbereich strukturgleich oder strukturähnlich, so spricht man von einer isomorphen bzw. homomorphen Abbildung, die auch als Modell bezeichnet wird.[5]

Sprache ist somit ein mögliches Instrument zur Darstellung von Modellen, wobei die Art der Sprache die Art des Modelles beeinflußt. Nicht jegliche sprachliche Darstellung eines Gegenstandsbereiches hat jedoch Modellcharakter, und nicht jedes Modell ist sprachlich formuliert. Von sog. ikonischen, d.h. nicht-linuistischen Modellen wird im folgenden allerdings abgesehen.

Die Literatur kennt eine Vielzahl von Modellbegriffen, Abgrenzungs- und Klassifikationsmöglichkeiten, die sich je nach Disziplin, aber auch innerhalb ein und desselben Gebietes sehr stark unterscheiden. Da eine dieser Vielfalt auch nur annähernd gerecht werdende Diskussion hier nicht geführt werden kann, wird lediglich ein Aspekt aufgegriffen, der eine Eingrenzung auf die im folgenden relevante Modellart ermöglicht.

Unterscheidet man Modelle nach der *Funktion*, die sie erfüllen sollen, bzw. der Zielsetzung, die mit ihnen verfolgt wird, so kann eine Differenzierung in Beschreibungs-, Erklärungs- und Entscheidungsmodelle erfolgen.[6] *Beschreibungsmodelle* dienen der systematischen Beschreibung des betrachteten Gegenstandsbereiches und bestehen aus ausschließlich deskriptiven Satzsystemen. Über die Beschreibungsfunktion hinausgehend werden Modelle häufig mit der Zielsetzung der Erklärung oder Prognose realer Sachverhalte eingesetzt. Man spricht dann entsprechend von *Erklärungs-* bzw. *Prognose-modellen*. *Entscheidungsmodelle* sollen unmittelbar das menschliche Handeln beeinflussen. Über das Erklärungs- oder Prognoseziel hinausgehend verfolgen sie also ein Gestaltungsziel.

Im Kontext des vorliegenden Beitrags sind ausschließlich Modelle von Bedeutung, die die Beschreibungsfunktion erfüllen[7] und die sprachlich (d.h. grafisch oder verbal) formuliert sind. Es handelt sich also um *linguistische Beschreibungsmodelle in grafischer oder verbaler Form*.

Versucht man, die Sprachstufentheorie auf die Modellbildung zu übertragen, so läßt sich in erster Näherung ein Metamodell beschreiben als ein Modell eines Modells. Diese Begriffsbildung, obwohl unmittelbar einleuchtend, ist aufgrund des wenig präzisen Modellbegriffs so weit gefaßt, daß eine operationale Handhabung schwierig ist. Ein zu breites und zu heterogenes Spektrum von Modellen wäre als Metamodell zu bezeichnen. Dies ist vornehmlich darauf zurückzuführen, daß in keiner Hinsicht festgelegt wird, welcher Aspekt des zugrundeliegenden Modells im Metamodell abgebildet wird. Deshalb soll im folgenden zunächst ein engerer Metamodellbegriff geprägt werden, welcher der Verwendung dieses Begriffes in den meisten Bereichen der Informatik entspricht. Dieser wird im nächsten Abschnitt (Kapitel 0) verallgemeinert, ohne dabei die Eigenschaft der Operationalität zu verlieren.

Ziel der Modellbildung im Rahmen der Softwareentwicklung ist es, einen Gegenstandsbereich in einem Beschreibungsmodell abzubilden. Zur Erstellung dieses Modells wird eine Sprache verwendet, die der Sprachstufentheorie folgend als Objektsprache zu bezeichnen ist. Entsprechend ließe sich das Modell der untersten Ebene auch als Objektmodell bezeichnen. Im folgenden soll jedoch vereinfachend und wegen der zweideutigen Verwendung des Begriffs Objektmodell[8] von Modell gesprochen werden. Wird die Objektsprache, in der das Modell der untersten Stufe formuliert ist, abgebildet in einem Beschreibungsmodell, so handelt es sich um ein Metamodell. Dieses Metamodell ist insofern ein Modell des Modells der untersten Stufe, als daß es ein Modell der dort zur Modellierung eingesetzten Objektsprache ist. Entsprechend ist das Metamodell in einer Sprache formuliert. Da dies die Sprache ist, mittels derer die Objektsprache hier in Form eines Modells beschrieben wird, handelt es sich um eine Metasprache bzgl. der Objektsprache. Wird diese Metasprache wiederum in einem Modell abgebildet, so handelt es sich dabei um ein Metameta-modell. Ein Metamodell der i-ten Stufe kann somit als ein sprachliches Beschreibungsmodell der Sprache des Modells der (i-1)-ten Stufe definiert werden.

---

5 Vgl. Wild (1966, S. 51).

6 Vgl. Berthel (1970, Sp. 1126-1127), Steinmann, Matthes (1972, S. 122-124), Grochla (1969, S. 385-389), Lehner (1995a, S. 37-39), Kosiol (1961, S. 321).

7 Man kann auch argumentieren, daß sie zusätzlich zur Beschreibungsfunktion ggf. ein Gestaltungsziel verfolgen oder verhaltenssteuernd wirken sollen.

8 Dieser terminologische Konflikt tritt im Zusammenhang mit der objektorientierten Modellierung auf.

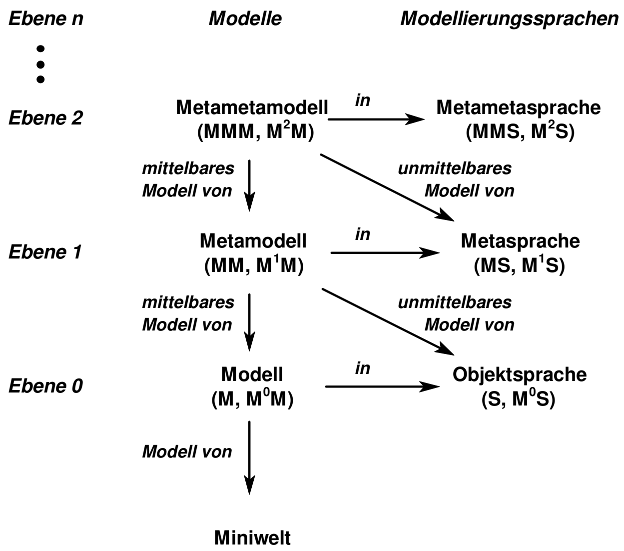

Abb. 1: Sprachbasierter Metamodellbegriff

In diesem Sinn ist ein Metamodell also ein Modell eines Modells, *wobei es sich bei dem übergeordneten Modell um ein sprachliches Beschreibungsmodell handelt, das die Sprache, in der das untergeordnete Modell formuliert ist, abbildet*. Abb. 1 veranschaulicht den dargestellten Zusammenhang der identifizierten Modellierungsebenen bei Ableitung des Metamodellbegriffs aus der Stufentheorie der Sprachen.

Metamodelle auf Grundlage des sprachbasierten Metamodellbegriffs unterscheiden sich im wesentlichen dadurch, welche Eigenschaften der zu modellierenden Sprache sie abbilden und in welcher Sprache sie selbst formuliert sind. Die zur Modellformulierung verwendete Sprache wird als Modellierungssprache bezeichnet. Auch hier kann ein- und dieselbe Sprache unterschiedliche Rollen wahrnehmen, beispielsweise als Objektsprache, Metasprache oder Metametasprache fungieren, je nachdem auf welcher Ebene das zugehörige Modell angesiedelt ist.[9]

Der hier vorgestellte sprachbasierte Metamodellbegriff läßt sich durch die Einführung eines sog. Metaisierungsprinzips verallgemeinern.

4 Begriff des Metaisierungsprinzips

Im vorangegangenen Kapitel wurde ein Metamodellbegriff geprägt, auf den die meisten Verwendungen dieses Begriffs in der Informatik zurückgeführt werden können. Neben dieser Form ist jedoch noch mindestens eine andere Variante zu finden, die von praktischer Relevanz ist und dem Themengebiet der Softwareprozeßmodellierung entstammt. Dort steht oftmals der Prozeß der Modellbildung im Vordergrund und nicht wie zuvor die Modellierungssprache.[10] Auf der Metamodellebene wird dann entsprechend der Prozeß der Modellbildung modellhaft abgebildet. Auf der darüberliegenden Ebene wird, das Prinzip der Metaisierung fortsetzend, der Prozeß der Prozeßbildung modelliert.[11] Abb. 2 zeigt eine Abb. 1 entsprechende Darstellung dieses Metamodellbegriffs. Der wesentliche Unterschied in den beiden Ansätzen ist in der Verwendung verschiedener Metaisierungsprinzipien zu sehen. Das Metaisierungsprinzip beschreibt *denjenigen Aspekt eines Modells, der in der übergeordneten Modellierungsstufe abgebildet wird.*

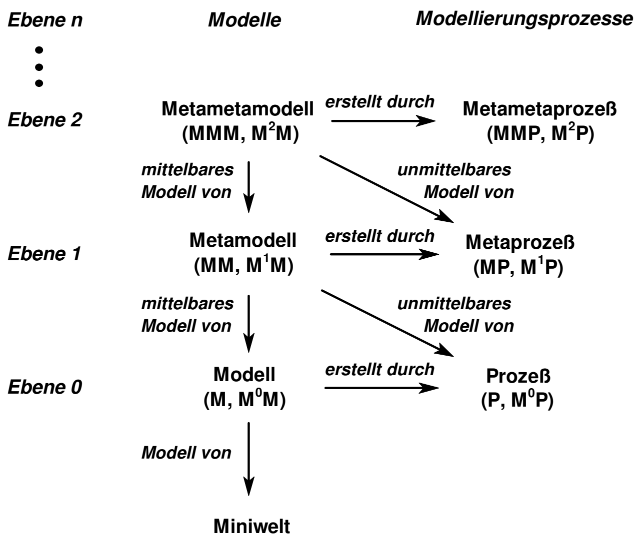

Abb. 2: Prozeßbasierter Metamodellbegriff

Grundsätzlich ist es möglich, beide der betrachteten Metaisierungsprinzipien in einer Modellhierarchie zu kombinieren.[12] Die Offenlegung des Metaisierungsprinzips ist dann allerdings sehr hilfreich und vermeidet konzeptionelle Widersprüche bei der Ebenenbildung. Letztlich kann nur in bezug auf ein gegebenes Metaisierungsprinzip entschieden werden, ob es sich

---

9 Man beachte zudem, daß es in der Informatik üblich ist, Modellierungssprachen selbst als Modell zu bezeichnen, z.B. das Relationen*modell*, das Entity-Relationship-*Modell*. Im englischsprachigen Raum führt dies insofern nicht zu wesentlichen terminologischen Schwierigkeiten, als daß die mittels solcher Modellierungssprachen erstellten Modelle nicht als "model", sondern oftmals als "schema" bezeichnet werden. Im Deutschen wie auch bei einigen wenigen englischsprachigen Autoren hat sich diese Begriffsbildung nicht durchgesetzt. Man bezeichnet als Modell sowohl das mittels einer Modellierungssprache erstellte Abbild eines Modelloriginals wie auch die Modellierungssprache selbst. Siehe auch Lehner (1995b, S. 121).

10 Man beachte, daß es sich hier um verschiedene Arten von Prozessen handeln kann, z.B. solche, die den gesamten Softwareentwicklungsprozeß beschreiben, wie auch solche, die das Vorgehen im Rahmen der Anwendung einer Methode definieren. In diesem Sinn unterscheiden beispielsweise Pohl, Jarke (1992, S. 8) und Jarke (1992, S. 164) Prozeßdefinitionen nach der Granularität in "in the small (methods)", "in the large (versions & configurations)" und "in the many (teamwork protocols)". Vornehmlich erstere sind im vorliegenden Kontext relevant, eine Erweiterung auf die anderen Formen ist grundsätzlich möglich.

11 In der Literatur lassen sich nur wenige Ansätze finden, die eine prozeßbasierte Metaisierung bis zur Ebene 2 vornehmen. Als Beispiele sind die Arbeiten von Madhavji, Schäfer (1991) und Verhoef, Hofstede, Wijers (1991) zu nennen. Ansätze, bei denen ein Vorgehensmodell als Metamodell bezeichnet wird, also eine prozeßbasierte Metaisierung bis zur Ebene 1 vorliegt, sind dagegen häufiger anzutreffen, z.B. bei Wileden (1986) und Pohl, Jarke (1992).

12 Nur in wenigen Arbeiten ist ein ausgewogenes Verhältnis zwischen beiden Aspekten (Sprache/Prozeß) anzutreffen. Verhoef, Hofstede, Wijers (1991) beispielsweise betonen ausdrücklich die Sprach/Prozeß-Dualität bei Betrachtung einer Methode - in ihren Worten als "the way of modelling" vs. "the way of working" bezeichnet. Sie wenden Metamodellierung auch konsequenterweise auf beide Aspekte an.

um ein Modell der Ebene 0 oder höherer Ebenen, also um ein Metamodell, handelt. Dies soll an einem Beispiel erläutert werden.

Gegenstand der Betrachtung sei eine Modellierungsmethode. Diese kann in zweierlei Hinsicht beschrieben werden, nämlich in bezug auf die verwendete Modellierungssprache und in bezug auf den Modellierungsprozeß, also sprach- und prozeßbasiert. Die Modellierung dieser beiden Aspekte wird als Metamodellierung bezeichnet, wobei jeweils verschiedene Sprachen als Modellierungssprachen verwendet werden, z.B. eine datenorientierte Sprache aus dem ERM-Bereich für den sprachlichen Aspekt und eine Petri-Netz-Variante für die Prozeßbeschreibung. Eine weitere Ebene darüber (Ebene 2) können die verwendeten Sprachen, also die ERM- und PN-Varianten, modellorientiert, z.B. unter Verwendung einer weiteren ERM-Variante, beschrieben werden. Abb. 3 veranschaulicht den dargestellten Zusammenhang.

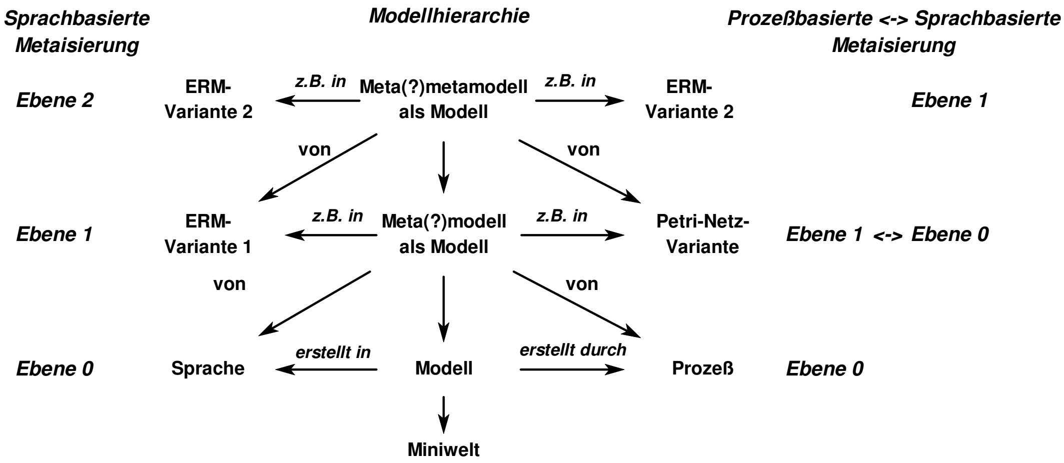

Abb. 3: Widersprüchlicher Metamodellbegriff durch gleichzeitige Verwendung verschiedener Metaisierungsprinzipien

In Abb. 4 ist eine stark vereinfachte Modellhierarchie für ein Datenflußdiagramm dargestellt. Es handelt sich um ein konkretes Beispiel der in Abb. 3 schematisch abgebildeten Struktur. Im Gegensatz zu Abb. 3 wurde im konkreten Beispiel für die Prozeßmodellierung eine einfachere Modellierungssprache als ein Petri-Netz-Ansatz gewählt, die sich allerdings nicht mit einem feststehenden Begriff bezeichnen läßt. Abgebildet ist auf Ebene 0 ein Datenflußmodell eines außersprachlichen Gegenstandsbereichs. Es handelt sich um ein stark vereinfachtes Modell des Flugkartenverkaufs einer Fluggesellschaft.[13]

Auf der darüberliegenden Ebene ist links ein Modell der Sprachmittel der Datenflußmodellierung in Form eines ER-Modells abgebildet und rechts ein Modell, das den Prozeß der Erstellung eines Datenflußmodells zeigt. Auf der höchsten Ebene schließlich sind die für die Formulierung der Modelle der darunterliegenden Ebene verwendeten Sprachen als ERD dargestellt.

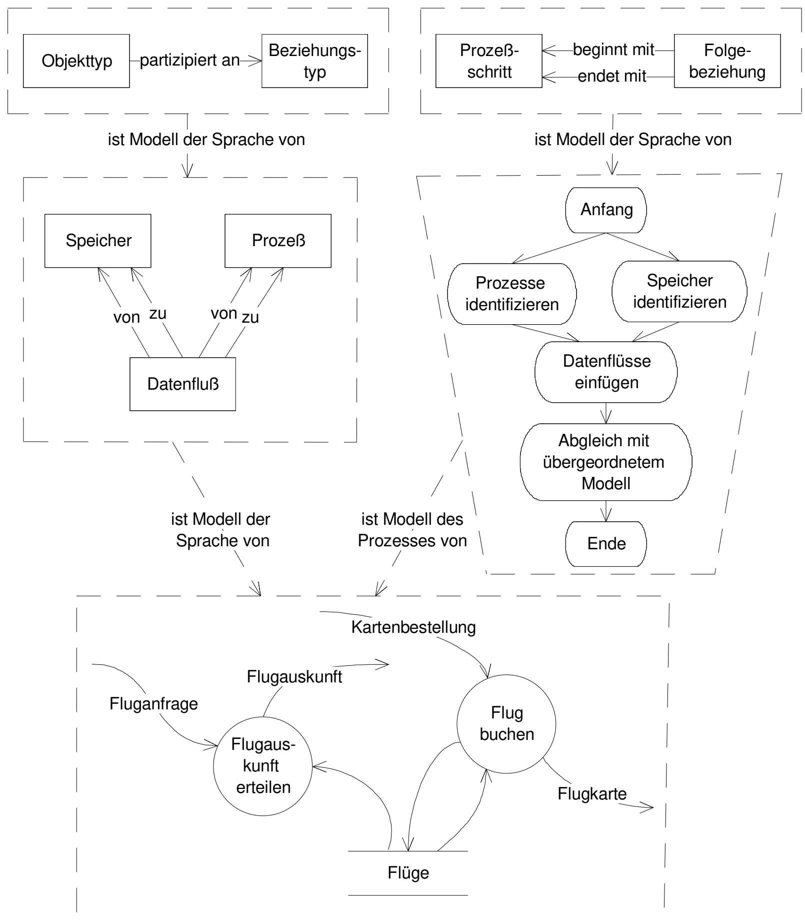

Abb. 4: Modellhierarchie mit Datenflußdiagramm auf Ebene 0

Das Bilden von Modellhierarchien in der Form, wie es in den beiden Abbildungen aufgezeigt wurden, kann durchaus zweckmäßig sein. Bei der Identifizierung von Modellierungsebenen können jedoch Probleme auftreten. Es stellt sich die Frage, ob die beiden oberen Ebenen wirklich als Meta- und Metametaebene einzustufen sind. Bezüglich der linken Hälfte von Abb. 3 und 4 läßt sich diese Frage leicht beantworten, da es sich um eine herkömmliche sprachbasierte Metamodellierung handelt. Die rechte Seite bereitet jedoch in folgender Hinsicht Probleme. Dort findet ein Wechsel des Metaisierungsprinzips statt. Von Ebene 0 zu 1 erfolgt die Metamodellbildung prozeßbasiert und von Ebene 1 zu 2 sprachbasiert. Betrachtet man die mittlere Modellebene, also ein Prozeßmodell zu einer Modellierungsmethode, so ist dieses lediglich bei prozeßbasierter Metaisierung ein Metamodell. Legt man Sprachbasierung zugrunde,

[13] Das Datenflußdiagramm zum Flugkartenverkauf ist an ein Beispiel aus Raasch (1993, S. 91) angelehnt.

so handelt es sich bei diesem um ein Modell und nicht um ein Metamodell. Wäre es ein Metamodell, müßte sich nach dem gewählten Metaisierungsprinzip ein zugehöriges Modell finden lassen. Das Modell auf der mittleren Ebene ist also in Relation zur darunterliegenden Ebene ein Metamodell, im Verhältnis zur übergeordneten Ebene aber ein Modell. Die Ebenennumerierung auf der rechten Seite von Abb. 3 verdeutlicht die korrekte Ebenenbildung. Das aus prozeßbasierter Sicht als Metamodell bezeichenbare Modell ist aus sprachbasierter Sicht ein Modell, folglich ist auch die darüberliegende Ebene keine M^2-Ebene, sondern lediglich die Metamodellebene der sprachbasierten Betrachtungsweise. Die Überlegung macht deutlich, daß die Entscheidung darüber, ob es sich bei einem Modell um ein Metamodell handelt, davon abhängt, von welchem Metaisierungsprinzip man ausgeht.

Modellierungsebenen lassen sich unter Zugrundelegung eines Metaisierungsprinzips rekursiv definieren. Eine solche rekursive Definition könnte für eine sprachbasierte Hierarchie wie folgt lauten

$$M^iM := \text{Modell\_der\_Modellierungssprache}\ (M^{i-1}M) \qquad \text{für} \quad i = 1,\ldots, n$$

und entsprechend im prozeßbasierten Fall

$$M^iM := \text{Modell\_des\_Modellierungsprozesses}\ (M^{i-1}M) \qquad \text{für} \quad i = 1,\ldots, n.$$

Die Möglichkeit der rekursiven Definition der Modellierungsebenen ist nur bei Vorliegen eines durchgängigen Metaisierungsprinzips möglich. Wird innerhalb einer Modellhierarchie das Metaisierungsprinzip variiert, so ist die rekursive Ebenenbildung auf jede der durchgängig auf demselben Prinzip beruhenden Teilhierarchien separat anzuwenden. Entsprechend wurde in Abb. 3 (rechte Seite) verfahren.

5 Fazit

Im Beitrag wurde versucht, einen auf der Sprachstufentheorie basierenden Metamodellbegriff zu prägen, der sich über die Einführung eines Metaisierungsprinzips verallgemeinern läßt. Die Offenlegung eines solchen Metaisierungsprinzips und eine diesem Prinzip folgende Ebenenbildung sind insofern von Bedeutung, als daß nur auf diese Weise das Verhältnis zwischen Modell und Metamodell innerhalb von Modellhierarchien zum Ausdruck gebracht werden kann. Die Rolle, die ein Modell innerhalb einer Modellhierarchie einnimmt, ist immer nur in bezug auf ein Metaisierungsprinzip definiert. Es beschreibt somit zum einen die Absicht der Metamodellbildung und verhindert zum anderen, daß es bei Kombination verschiedener solcher Metamodellarten zu semantischen Unklarheiten kommt.

Literaturverzeichnis

Berthel (1970) Berthel, J., Modell, allgemein, in: Kosiol, E., Hrsg., Handwörterbuch des Rechnungswesens, Stuttgart 1970, Sp. 1122-1129.

Bochenski (1965) Bochenski, I.M., Die zeitgenössischen Denkmethoden, 3. Auflg., Bern und München 1965.

Bühler (1934) Bühler, K., Sprachtheorie, Die Darstellungsfunktion der Sprache, Jena 1934.

Carnap (1960) Carnap, R., Symbolische Logik, 2. Auflg., Wien 1960.

Essler (1972) Essler, W.K., Die Sprache der Logik, in: Speck, J., Hrsg., Philosophie der Gegenwart I, Göttingen 1972, S. 300-339.

Grochla (1969) Grochla, E., Modelle als Instrument der Unternehmensführung, in: ZfbF 21 (1969), S. 382-397.

Haberbeck (1986) Haberbeck, R., Sprache, menschliche, in: Schneider, H.-J., Hrsg., Lexikon der Informatik und Datenverarbeitung, 2. Auflg., München und Wien 1986, S. 552.

Jarke (1992) Jarke, M., Metamodellierung: Werkzeuge für das Engineering von Unternehmensprozessen, in: Hansmann, K.-W., Scheer, A.-W., Hrsg., Praxis und Theorie der Unternehmung: Produktion - Information - Planung, Wiesbaden 1992, S. 157-175.

Kleinknecht, Wüst (1976) Kleinknecht, R., Wüst, E., Lehrbuch der elementaren Logik, Band 1: Aussagenlogik, München 1976.

Kosiol (1961) Kosiol, E., Modellanalyse als Grundlage unternehmerischer Entscheidungen, in: ZfbF 13 (1961), S. 318-334.

Kosiol (1964) Kosiol, E., Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensforschung, in: ZfB 34 (1964) 12, S. 743-762.

Kroeber-Riel (1969) Kroeber-Riel, W., Wissenschaftstheoretische Sprachkritik in der Betriebswirtschaftslehre, Berlin 1969.

Lehner (1995a) Lehner, F., Grundfragen und Positionierung der Wirtschaftsinformatik, in: Lehner, F., Hildebrand, K., Maier, R., Wirtschaftsinformatik: theoretische Grundlagen, Wien 1995, S. 1-72.

Lehner (1995b) Lehner, F., Modell und Modellierung, in: Lehner, F., Hildebrand, K., Maier, R., Wirtschaftsinformatik: theoretische Grundlagen, Wien 1995, S. 73-164.

Lorenz (1980a) Lorenz, K., Metasprache, in: Mittelstraß, J., Hrsg., Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, 2 Bde., Mannheim usw. 1980, S. 875.

Lorenz (1980b) Lorenz, K., Objektsprache, in: Mittelstraß, J., Hrsg., Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, 2 Bde., Mannheim usw. 1980, S. 1054-1055.

Madhavji, Schäfer (1991) Madhavji, N.H., Schäfer, W., Prism - Methodology and Process-Oriented Environment, in: IEEE ToSE 17 (1991) 12, S. 1270-1283.

Opp (1976) Opp, K.-D., Methodologie der Sozialwissenschaften, Hamburg 1976.

Oudenaarden (1953) Oudenaarden, P.C., Zeichen und Struktur in der Naturwissenschaft, in: Studium Generale 6 (1953) 4, S. 228-235.

Pohl, Jarke (1992) Pohl, K., Jarke, M., Quality Information Systems: Repository Support for Evolving Process Models, Aachener Informatik-Berichte Nr. 92-37, Aachen 1992.

Popper (1993) Popper, K., Objektive Erkenntnis, Hamburg 1993.

Raasch (1993) Raasch, J., Systementwicklung mit Strukturierten Methoden, 3. Auflg., München und Wien 1993.

Ruffner (1972) Ruffner, A., Wissenschaftstheoretische Überlegungen zur Betriebswirtschaftlichen Organisationslehre, in: Dlugos, G. u.a., Hrsg., Wissenschaftstheorie und Betriebswirtschaftslehre, Düsseldorf 1972, S. 185-207.

Runggaldier (1990) Runggaldier, E., Analytische Sprachphilosophie, Stuttgart usw. 1990.

Schreiber (1960) Schreiber, R., Erkenntniswert betriebswirtschaftlicher Theorien: Einführung in die Methodik der Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1960.

Stachowiak (1973) Stachowiak, H., Allgemeine Modelltheorie, Wien und New York 1974.

Stegmüller (1974) Stegmüller, W., Wissenschaftliche Erklärung und Begründung, Berlin usw. 1974.

Steinmann, Matthes (1972) Steinmann, H., Matthes, W., Wissenschaftstheoretische Überlegungen zum System Gutenbergs, in: Dlugos, G. u.a., Hrsg., Wissenschaftstheorie und Betriebswirtschaftslehre, Düsseldorf 1972, S. 119-151.

Strahringer (1996) Strahringer, S., Metamodellierung als Instrument des Methodenvergleichs: Eine Evaluierung am Beispiel objektorientierter Analysemethoden, Aachen 1996.

Verhoef, Hofstede, Wijers (1991) Verhoef, T.F., Hofstede, A.H.M. ter, Wijers, G.M., Structuring modelling knowledge for CASE shells, in: Andersen, R. u.a., Hrsg., CAiSE ´91, LNCS 498, Berlin und Heidelberg 1991, S. 502-524.

Wild (1966) Wild, J., Grundlagen und Probleme der betriebswirtschaftlichen Organisationslehre, Berlin 1966.

Wileden (1986) Wileden, J.C., This is *IT*: A Meta-Model of the Software Process, in: ACM SIGSOFT Software Engineering Notes 11 (1986) 4, S. 9-11.