

Konfigurationsmanagement für Modelle - Herausforderung einer kontinuierlichen Modellnutzung

Dipl.-Wirtsch.-Inf. Andreas Dietzsch

Schweizerische Mobiliar Versicherungsgesellschaft

Bundesgasse 35

3001 Bern

Andreas.Dietzsch@MOBI.CH

Dipl.-Wirtsch.-Inf. Christian Kluge

sd&m AG

Thomas-Dehler-Str. 27

81737 München

Christian.Kluge@sdm.de

Abstract: Modelle sind ein Mittel zur Explikation von Wissen. Letzteres ist jedoch nur dann von Wert, wenn es kooperativ genutzt wird. Aufgrund seiner Veränderungen im Zeitverlauf ist es notwendig, Modelle, die kooperativ genutztes Wissen repräsentieren, kontinuierlich zu nutzen und anzupassen.

Der folgende Beitrag beschreibt unter dem Begriff „Modellevolution“ Modifikationsformen, die sich aus einer solchen, langfristigen Modellnutzung ergeben. Darauf basierend wird ein Rahmenwerk vorgestellt, das die aus dieser Evolution resultierende Aktivitäten der Verfolgung und des Managements der Veränderungen an Modellen unterstützt und systematisiert.

1 Einleitung

Der Modellbegriff gehört zu einem der zentralen Konzepte der Wirtschaftsinformatik, auch wenn eine allgemeingültige Definition bislang nicht existiert. In der Praxis etabliert sich Modellierung dabei zunehmend als flexibel einsetzbares Mittel zur Problemlösung.

Aus den Kosten, die mit umfangreichen Modellierungsprojekten verknüpft sind, ergibt sich die Notwendigkeit einer wirtschaftlichen, d. h. langfristigen Nutzung einmal erstellter Modelle. Hieraus leiten sich wiederum erhöhte Anforderungen an die Ordnungsmäßigkeit von Modellen ab.

Der folgende Beitrag fasst unter dem Begriff „Modellevolution“ Arten von Veränderungen zusammen, die sich aus einer solchen Modellnutzung ergeben. Basierend auf den Prinzipien des Software-Konfigurationsmanagements wird ein Rahmenwerk vorgestellt, das die aus der Modellevolution resultierenden Aktivitäten der Verfolgung und des Managements vom Änderungen an Modellen systematisiert und unterstützt.

2 Modellevolution

Der Zeitraum von der Konstruktion eines initialen Modells, bis zum (vollständigen) Verwerfen der aktuellen Variante bzw. Version wird im weiteren als **Lebenszyklus eines Modells** bezeichnet. Der Begriff **Modellevolution** benennt die Gesamtheit aller Änderungen an einem Modell, die während des Lebenszyklus erfolgen. Dazu zählen ebenfalls Modifikationen an der verwendeten Modellierungssprache.

Nachfolgend werden die Arten von Veränderungen bei der Nutzung von Modellen betrachtet. Hierzu wird zunächst untersucht, in welcher Form Modelle nach ihrer Erstellung Anwendung finden. Dabei ist zwischen Modellen zu unterscheiden, die ihrem Charakter nach Endprodukte sind und solchen Modellen, die ein Zwischenprodukt innerhalb eines Prozesses verkörpern (vgl. [LMH95], S. 76).

Anschließend werden die Auswirkungen einer langfristigen Modellnutzung auf die Modellevolution analysiert.

2.1 Formen der Modellnutzung

2.1.1 Modelle als Endprodukte

Werden Modelle als Endprodukte genutzt, so erfolgt keine Veränderung des Modells nach Abschluss der initialen Konstruktion durch nachgelagerte Prozesse. Charakteristisch ist diese Verwendungsform z. B. für das modellbasierte Problemlösen (vgl. [Ess93], S. 177), bei dem Entscheidungs- und Planungsmodelle Anwendung finden (vgl. [LMH95], S. 39). Sieht man von den Veränderungen ab, denen der Kontext unterworfen ist, in dem das Modell besteht, so ist bei dieser Form der Modellnutzung kein Änderungsmanagement erforderlich.

Diese Form der Modellnutzung ist jedoch als (akademische) Idealvorstellung zu werten, die davon ausgeht, dass ein Modell in einem Modellierungsschritt vollständig und korrekt konstruiert werden kann. Dies ist insbesondere bei der Konstruktion umfangreicher Unternehmensmodelle anzuzweifeln.

2.1.2 Modelle als Zwischenprodukte

Erfolgt eine Veränderung der Modelle durch nachgelagerte Prozesse, so sind diese Modelle als Zwischenprodukte zu betrachten. Ein Beispiel hierfür ist die Implementierung eines Softwaresystems auf Basis eines entsprechenden Modells. Der Charakter eines Modells als Zwischenprodukt wird dabei insbesondere bei iterativen Entwicklungsprozessen deutlich. Hier stellt die initiale Modellversion die Grundlage der Implementierung dar. Nachfolgende Modellzustände dokumentieren die Entwicklung abgeleiteter Derivate.

Hieraus lassen sich zwei wesentliche Arten der Veränderung an Modellen ableiten:

1. Der **Modellumfang** wird verändert, d. h. die Anzahl der Elemente des Modells verringert sich oder steigt an.
2. Der **Modellinhalt** wird verändert, d. h. es wird die Bedeutung von Elementen des Modells verändert.

Aus diesem Einfluß nachgelagerter Prozesse auf die Modellbildung ergeben sich zwei Konsequenzen für ein Management der Modellevolution. Zum ersten ist es erforderlich, eine Verwaltung der von einem Modell abgeleiteten Derivate einzuführen, um Veränderungen erkennen und diese in das Modell übernehmen zu können. Zum zweiten sind

neben dieser Verwaltung für die Realisierung der Übernahme Analyseverfahren vorzusehen, die Änderungen abgeleiteter Elemente gegenüber den ihnen zugrundeliegenden Modellelementversionen ermitteln.

2.2 Langfristige Modellnutzung

Insbesondere Projekte, bei denen eine Unternehmensmodellierung erfolgt, sind durch eine lange Dauer und einen hohen Aufwand gekennzeichnet (vgl. [DE00], S. 5f). Die damit verbundenen hohen Kosten erfordern eine möglichst langfristige und vielfältige Nutzung der einmal erstellten Modelle.

Aus einer solchen Nutzung ergeben sich jedoch Konsequenzen für den Modellwert. STACHOWIAK charakterisiert mit seinem pragmatischen Merkmal Modelle stets als Modelle „... für bestimmte ... Subjekte, innerhalb bestimmter Zeitintervalle ...“ ([Sta73], S. 132f). Dies bedeutet, dass ein Modell, das unverändert genutzt wird, seine Funktion durch Wechsel des Subjekts oder durch Veränderungen des Umfelds nicht mehr erfüllen kann. Eine weitere Konsequenz der langfristigen Modellnutzung ist es, dass die Veränderung der zugrundeliegenden Modellierungssprache ebenfalls als Form der Modelländerung zu berücksichtigen ist.

Es sind also Anforderungen zu formulieren, mit deren Hilfe sichergestellt werden kann, dass die Korrektheit und Qualität *langfristig* genutzter Modelle bewertet und verbessert werden kann. Einen Ausgangspunkt hierfür bilden die von Becker et al. aufgestellten Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung *Richtigkeit*, *Relevanz*, *Wirtschaftlichkeit*, *Vergleichbarkeit*, *Klarheit* und *Systematischer Aufbau* (vgl. [BRS95], S. 438ff). Im folgenden wird beschrieben, wie diese an die Spezifik einer langfristigen Modellnutzung anzupassen sind.

- **Langfristige Richtigkeit:** Das Modell muss über den gesamten Zeitverlauf hinweg vollständig und konsistent gegenüber dem ihm zugrunde liegenden, jeweils aktuellen Metamodell sein (syntaktische Korrektheit). Ein Modell ist langfristig semantisch korrekt, wenn es die Veränderungen in der Struktur und dem Verhalten des abgebildeten Objektsystems repräsentiert.
- **Langfristige Relevanz:** Der Nutzeffekt der Modellverwendung darf im Zeitverlauf nicht sinken, d. h. das Hinzufügen, Entfernen oder Verändern von Modellelementen darf die Wirksamkeit des Modells nicht einschränken.
- **Langfristige Wirtschaftlichkeit:** Es soll ein angemessenes Verhältnis zwischen der Modellierungsintensität und den mit der Modellerstellung verbundenen Kosten bestehen. Die Investition in die Modellierung muss geschützt sein.

- Langfristige Klarheit: Die Strukturiertheit, Übersichtlichkeit, Anschaulichkeit und Lesbarkeit eines Modells muss auch nach einer Vielzahl realisierter Änderungen erhalten bleiben.
- Langfristige Vergleichbarkeit: Modelle müssen syntaktisch und semantisch mit Vorgängerversionen verglichen werden können. Die syntaktische Vergleichbarkeit bezeichnet dabei die Möglichkeit, Veränderungen an der verwendeten Methode feststellen zu können.
- Die Forderung nach einem systematischen Aufbau, d.h. einem strukturierenden Rahmen für individuelle Beschreibungssichten bedarf keiner Anpassung an die Anforderungen einer langfristigen Modellnutzung.

Der folgende Abschnitt stellt nun dar, wie diese Grundsätze auf die Anforderungen an ein Management der Modellevolution zu übertragen sind.

3 Management der Modellevolution

Die bisherigen Ausführungen verdeutlichen, dass bei einer kontinuierlichen Nutzung von Modellen eine adäquate Änderungsverwaltung und -verfolgung erforderlich ist. Damit wird sichergestellt, dass Gründe für getroffene Entscheidungen dokumentiert und somit nachvollziehbar werden. Dies schließt die Dokumentation von Änderungen an den Modellierungszielen und deren Auswirkungen auf das Modell ebenso ein, wie die Verfolgung verschiedener Modellvarianten.

Diese Anforderungen entsprechen den Zielen eines **Konfigurationsmanagements (KM)**, die darin bestehen, „... die gegenwärtige Konfiguration eines Produkts sowie den Stand der Erfüllung seiner physischen und funktionellen Forderungen zu dokumentieren und volle Transparenz herzustellen. Ein weiteres Ziel ist, daß jeder am Projekt Mitwirkende zu jeder Zeit des Produktionslebenslaufs die richtige und zutreffende Dokumentation verwendet.“ ([DIN96], S. 7). Besonders die Softwareentwicklung wurde in der Vergangenheit entscheidend durch die Integration von Verfahren zur Aufzeichnung und Kontrolle von Veränderungen im Rahmen eines Konfigurationsmanagements geprägt ([Est00], S. 1).¹

Als Ausgangspunkt der Überlegungen zu einem Modell-Konfigurationsmanagement wird deshalb zunächst ein Überblick über Elemente eines Konfigurationsmanagement-Systems

¹So sind z.B. für die Qualitätszertifizierung nach DIN 9000-3 u.a. Vorkehrungen für ein geeignetes Konfigurationsmanagement-System erforderlich ([DIN98], S. 12f). Auch Prozeßreifemodelle für die Softwareentwicklung, wie z. B. das *Capability Maturity Model (CMM)* des SEI (vgl. [PCCW93], S. 17f), betrachten ein KMS als grundlegende Voraussetzung für einen reifen Entwicklungsprozeß.

(KMS) bei der Softwareentwicklung gegeben. Darauf aufbauend werden ergänzende Anforderungen an ein Modell-Konfigurationsmanagement formuliert.

3.1 Allgemeine Anforderungen

Das Mindestmaß abzudeckender Funktionen eines KMS gibt DIN 10007 vor ([DIN96]). Hierzu zählen die Bereiche *Konfigurationsidentifikation*, *Konfigurationsbuchführung*, *Konfigurationsüberwachung* und *Konfigurationsaudit*.

Die Hauptaufgaben der **Konfigurationsidentifikation (KI)** liegen sowohl in der Bestimmung zu verwaltender Elemente (Konfigurationseinheiten, Dokumente), als auch in der Erstellung verbindlicher Produktversionen (vgl. [DIN96], S. 7). Hierzu zählt auch die Erstellung von **Bezugskonfigurationen (BK)**, die die „...formell zu einem vorgegebenen Zeitpunkt festgelegte Konfiguration eines Produkts, die als Grundlage für weitere Tätigkeiten dient.“ ([DIN96], S. 5) definiert. Dem gegenüber stellt die **Konfigurationsbuchführung (KB)** den erforderlichen Umfang und die notwendige Aktualität der Dokumentation sicher.

Aufbauend auf den Festlegungen von KI und KB kommen Maßnahmen zur Überwachung der Änderungen an den einzelnen Konfigurationseinheiten, also zur Erstellung von Versionen derselben, zum Einsatz. Sie werden unter dem Begriff der **Konfigurationüberwachung (KÜ)** subsumiert. Unter Zuhilfenahme des in der KB festgelegten Dokumentationsumfangs wird im Rahmen des **Konfigurationsaudits (KA)** die Wirksamkeit der Maßnahmen von KI und KÜ geprüft und sichergestellt.

Neben den Erfordernissen der KM-Standards sind bei der Konzeption jedoch auch Erfahrungen aus dem Einsatz von KMS z. B. in der Softwareentwicklung zu berücksichtigen. Im Ergebnis verschiedener Studien des SEI kristallisieren sich insb. *Prozeßunterstützung*, *Teamwork* und *Buildunterstützung* als entscheidende Faktoren für eine hohe Nutzerakzeptanz heraus (vgl. auch [Dar91], S. 3ff; [Dar92], S. 2; [BDFW91], S. 5ff).

Dabei soll hier exemplarisch die Prozeßunterstützung detaillierter betrachtet werden. Aufgrund des zugrundegelegten konstruktivistisch geprägten Modellbegriffs erhält insb. die Konstruktionsleistung des einzelnen Modellierers eine besondere Bedeutung. Sie ist individuell durch die Determinanten *Wertesystem*, *Psyche* und die *Gesamtheit der Kenntnisse* des jeweiligen Entwicklers geprägt (vgl. [MM80], S. 473). Insbesondere bei mehreren Modellierern muss daneben noch von unterschiedlichen Modellbildungsprozessen ausgegangen werden. Für die Konzeption eines geeigneten KMS ergibt sich daraus die Schwierigkeit, vorab nicht bestimmbar Vorgehensweisen möglichst ohne Einschränkungen für

den einzelnen Entwickler unterstützen zu müssen. Gleichzeitig ist aus Gründen der Qualitätssicherung und der Nachvollziehbarkeit durchgeführter Arbeiten das Erreichen definierter Meilensteine der Modellierung so zu dokumentieren, dass eine Überprüfung durch das KMS sichergestellt ist.

3.2 Modellspezifische Anforderungen

Neben den stets relevanten allgemeinen Anforderungen an ein KMS müssen zusätzlich auch die Eigenheiten von Modellen in der Anforderungsanalyse berücksichtigt werden. Hierbei sind, neben der Erfassung des Modellinhalts bzw. seiner Veränderungen (strukturbezogene Sicht), insbesondere auch prozessurale und organisatorische Sichtweisen zu berücksichtigen.

3.2.1 Strukturelle Anforderungen

Zur Repräsentation und Verwaltung der strukturellen Komponenten eines Modells bzw. seines Inhalts im KMS sind insbesondere drei Aspekte zu betrachten: *Modellelemente* zur Darstellung der erfaßten Entitäten des Originals, der *Problembezug* und die *Namenskonvention*.

Gemäß den Ausführungen von WAND (vgl. [Wan89], S. 540f) werden Entitäten des Originals aufgrund bestimmter Eigenschaften wahrgenommen. Diese müssen jedoch für die Modellbildung nicht vollständig erfasst werden (Konzept der Präterition, vgl. [Sta73], S. 155). Die Darstellung der wahrgenommenen Eigenschaften erfolgt durch Zuordnung entsprechender Attribute zu den Modellelementen. Auf diese Weise bilden Modellelemente „... Merkmale und Eigenschaften von Individuen, Relationen zwischen Individuen, Eigenschaften von Eigenschaften, Eigenschaften von Relationen usw. ...“ ([Sta73], S. 134) ab. Die Entscheidung, ob beliebige Elemente Attributfunktion erfüllen oder als Individuen fungieren, ist vom jeweiligen Kontext der Modellierung abhängig. Für die Verwaltung von Modellen im KMS bleibt somit festzuhalten, daß geeignete Strukturen zur Ablage von Modellelementen (inkl. ihrer Attribute) und deren Beziehungen zu berücksichtigen sind. Die *langfristige Korrektheit* von Modellen wird so gewährleistet.

Ein zentraler Bestandteil des hier verwendeten Modellbegriffs wird durch den Problembezug gebildet, der die Realisierung des pragmatischen Modellmerkmals sicherstellt (vgl. auch Abschnitt 2.2). Er dient der Erfassung von Anforderungen an das zu erstellende Modell, und stellt daher einen wichtigen Vertragsbestandteil zwischen dem Auftraggeber und den Modellentwicklern dar. Probleme entstehen jedoch während seiner Erarbeitung, da

der Anwender zu Beginn des Projekts nicht „... genau weiß, was er will ...“ bzw. keine Vorstellungen über die potentiellen Möglichkeiten hat (vgl. [DR97], S. 5).

Die Zusammenstellung des Problembezugs wird des weiteren zumeist durch das Fehlen einer Kommunikationsbasis, also eines gemeinsamen Begriffsverständnisses erschwert. Um die Relevanz des Modells langfristig zu sichern, ist deshalb zusätzlich eine Namenskonvention im Projekt zu führen, die den verwendeten Basiswörtern die jeweils zutreffende Definition bzw. Semantik zuordnet. Allerdings greift die alleinige Verwaltung von Begriffsdefinitionen zu kurz.

Im Rahmen der allgemeinen Anforderungen an KMS wurde bereits die Notwendigkeit zur Unterstützung von Teamarbeit hervorgehoben. Übertragen auf den hier vorliegenden Fall der Modellverwaltung bedeutet dies, dass einzelne Entwickler an Teilmodellen arbeiten, die abschließend integriert werden. Hierbei muss aber nicht nur eine Auswahl, sondern eine echte Verschmelzung der Arbeitsergebnisse möglich sein, um die Klarheit des Modells über den gesamten Lebenszyklus hinweg gewährleisten zu können. In diesem Rahmen treten Namens-, Typ- und Strukturkonflikte auf (vgl. [Har93], S. 176ff; [Ros96], S. 187ff). Voraussetzung zur Lösung ersterer ist die Vermeidung von *Homonymie* und *Synonymie* Sprachdefekten (vgl. [Ros96], S. 187). Während sich letztere durch Verwaltung entsprechender Synonymlisten zu den einzelnen Basiswörtern vermeiden lassen, kann das Homonymieproblem nur durch geeignete Regeln zur Erstellung und Anwendung der Namenskonvention behoben werden.

Wie in Abschnitt 2.1.2 dargelegt, sind Modellmodifikationen im Lebenszyklus zu behandeln, die durch *Change Requests* von außen in den Entwicklungsprozeß eingebracht werden. Sie bedürfen somit einer geeigneten Dokumentation und Verwaltung im KMS. Um zusätzlich auch die Entwicklung einzelner Komponenten nachvollziehen zu können, sind außerdem Dokumentationen einzelner Versionen, sowohl des Modells als auch seiner Bestandteile, in Form von Versionsdokumenten zu führen. Die *langfristige Vergleichbarkeit* wird damit sichergestellt.

3.2.2 Prozessuale Anforderungen

Aus prozessualer Sicht erfordert die Modellentwicklung, neben der Bereitstellung geeigneter Verwaltungs- und Modellieroperationen, insbesondere eine Unterstützung der Zusammenarbeit zwischen Anwender und Entwickler, bzw. zwischen den Entwicklern untereinander. Dieses Gebiet wird unter den Begriff der *kollektiven Modellbildung* zusammengefaßt (vgl. [Her91], S. 326ff und [Sch98], S. 61).

Die Kooperation von Anwender und Entwickler erfordert eine Ausrichtung der individuellen Konstruktionsleistungen der Modellierer auf die Ziele des Anwenders. Das hierzu notwendige *mutual understanding* zwischen den Beteiligten (vgl. [Her91], S. 328f) entsteht jedoch nur bei Kenntnis der jeweiligen psychologischen Typologien. Dieser Prozeß kann deshalb nicht durch das Modell-KMS unterstützt werden.

Die Kooperation der Modellersteller untereinander erfordert primär die möglichst umfassende Unterstützung der verschiedenen Vorgehensweisen, die sich durch die individuellen Ausprägungen von Kenntnissen, Psyche und Wertesystem begründen. Dies bedingt private Arbeitsbereiche, die als **Workspaces** bezeichnet werden. Sie schützen den jeweiligen Entwickler vor Manipulationen anderer, beschränken gleichzeitig aber auch seine Möglichkeiten, Änderungen auf den geschützten Bereichen weiterer Modellierer vorzunehmen. Für die Erstellung des Gesamtmodells aus den einzelnen Arbeitsergebnissen sind zusätzlich Verfahren zur kontrollierten Integration der Teilmodelle verschiedener Workspaces vorzusehen.

3.2.3 Organisatorische Anforderungen

Im Bereich der organisatorischen Anforderungen werden die Rahmenbedingungen bereits durch die bereits angeführte Rollen der Kunden und der Entwickler abgesteckt. Der hier betrachtete Modellkontext erfordert lediglich geringfügige Anpassungen, die hier bis auf einen Aspekt nicht weiter betrachtet werden sollen.

Mit der Verwendung des Rollenmodells im Bereich von Modellen geht eine Spezialisierung der Kundenrolle einher, die maßgeblichen Einfluß auf die Entwicklungsgeschwindigkeit hat. So kann sie beispielsweise einen unternehmensinternen oder aber auch -externen Charakter besitzen. Letzterer könnte mit erhöhten Anforderungen an erforderliche Test- und Qualitätssicherungsmaßnahmen einhergehen, die potentiell zu einer Verlangsamung des Entwicklungsprozesses führen. Dementsprechend sind im zu spezifizierenden KMS geeignete Optionen zur Anpassung der erforderlichen Qualitätssicherungs- und Test-Maßnahmen an die Gegebenheiten des aktuellen Projekts bzw. des einsetzenden Unternehmens vorzusehen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag verdeutlicht die Notwendigkeit der Verwaltung von Veränderungen an Modellen bei deren langfristiger Nutzung. Dabei ist die alleinige Verwaltung von

Modifikationen jedoch nicht ausreichend. Vielmehr muß ebenfalls die Kontrolle der Integration dieser Veränderungen in den aktuellen Entwicklungsstand des Modells erfolgen. Damit sind für die Beherrschung des Modelllebenszyklus Prozesse erforderlich, denen die Prinzipien des Software-Konfigurationsmanagement zugrundegelegt werden können.

Aufbauend auf den Anforderungen potentieller Konstrukteure und Nutzer von Modellen, existierender Standards und den Spezifika von Modellen wurde ein Anforderungsprofil für ein Modell-Konfigurationsmanagement entwickelt. Die darauf basierende Spezifikation berücksichtigt nicht nur die häufig konfligierenden Interessen der KMS-Nutzer sondern ermöglicht auch einen Einsatz des KMS über den gesamten Modelllebenszyklus.

Die diesem Beitrag zugrundeliegende Forschungsarbeit beschreibt über das formulierte Rahmenwerk hinaus die Spezifikation eines Modell-KMS, das den erarbeiteten Anforderungen genügt und unabhängig von der Meta-Ebene, auf der das Modell formuliert wurde, genutzt werden kann. Insbesondere werden dabei die organisatorischen Aspekte eines solchen Systems, wie z. B. die zu berücksichtigenden Rollen, ausführlich beschrieben.

Die dargestellte Konzeption bildet jedoch im derzeitigen Entwicklungsstadium nur einen Teil einer umfassenden KM-Konzeption (vgl. [BDFW91]) für Modelle ab. Zur Entwicklung der noch fehlenden Strategien ist die Integration des Konzepts in ein flexibel auf verschiedenen Meta-Ebenen einsetzbares Modellierungswerkzeug erforderlich. Durch die damit realisierbare Anwendung des Modell-KMS können Erfahrungen zur Entwicklung geeigneter Nutzungsstrategien gewonnen werden. Ein entsprechender Ansatz wird derzeit am Lehrstuhl für Systementwicklung der Technischen Universität Dresden mit der Realisierung des GME 2001 entwickelt.

Literaturverzeichnis

- [BDFW91] BROWN, A.; DART, Susan; FEILER, Peter; WALLNAU, K.: The State of Automated Configuration Management / Software Engineering Institute (Carnegie Mellon University). Pittsburgh, September 1991 (ATR 92). – Arbeitsbericht. ftp://ftp.sei.cm.edu/pub/case-env/config_mgt/papers/atr_cm_state.pdf, Download: 16.07.2000
- [BRS95] BECKER, Jörg; ROSEMAN, Michael; SCHÜTTE, Reinhard: Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung. In: *Wirtschaftsinformatik* 37 (1995), Nr. 5, S. 435–445

- [Dar91] DART, Susan: Concepts in Configuration Management Systems. In: *SCM 1991: Proceedings of the 3rd International Workshop on Software Configuration Management*. Trondheim, Norway: ACM Press, 1991, S. 1–18
- [Dar92] DART, Susan: The Past, Present and Future of Configuration Management / Software Engineering Institute (Carnegie Mellon University). Pittsburgh, Juli 1992 (CMU/SEI-92-TR-8). – Forschungsbericht. ftp://ftp.sei.cmu.edu/pub/case-env/config_mgt/tech_rep/cm_past_pres_future_TR08_92.pdf, Download: 13.08.2000
- [DE00] DIETZSCH, A.; ESSWEIN, W. E.; FACHGRUPPE WIRTSCHAFTSINFORMATIK (Hrsg.): *Modellierung komplexer Verwaltungsprozesse - Arbeitsbericht zum Projekt Finanz 2000*. Dresden: Technische Universität Dresden, Fakultät Wirtschaftswissenschaften, 2000 (Dresdner Beiträge zur Wirtschaftsinformatik 32/00)
- [DIN96] Deutsches Institut für Normung e.V.: *DIN EN ISO 10007 - Qualitätsmanagement: Leitfaden für Konfigurationsmanagement (ISO10007:1995)*. 1996
- [DIN98] Deutsches Institut für Normung e.V.: *DIN EN ISO 9000-3: Normen zum Qualitätsmanagement und zur Qualitätssicherung/QM-Darlegung - Teil 3: Leitfaden für die Anwendung von ISO 9001:1994 auf Entwicklung, Lieferung, Installation und Wartung von Computer-Software (ISO 9000-3:1997)*. 1998
- [DR97] DAHME, Christian; RAEITHEL, Arne: Ein tätigkeits-theoretischer Ansatz zur Entwicklung von brauchbarer Software. In: *Informatik-Spektrum* 20 (1997), Nr. 1, S. 5–12
- [Ess93] ESSWEIN, Werner: Modellierung der Verteilbarkeit betrieblicher Daten. In: DOBERKAT, Ernst-Erich (Hrsg.); LOCAREK-JUNGE, Hermann (Hrsg.): *Gestaltung verteilter Informationssysteme* Bd. 251. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1993, S. 170–181
- [Est00] ESTUBLIER, Jacky. *Software Configuration Management: A Roadmap*. <http://www.cs.acl.ac.uk/staff/A.Finkelstein/fose/finalestublier.pdf>, Download: 16.07.2000. 2000
- [Har93] HARS, Alexander: *Referenzdatenmodelle: Grundlagen effizienter Datenmodellierung*. Wiesbaden: Gabler, 1993 (Schriften zur EDV-orientierten Betriebswirtschaft)

- [Her91] HERRMANN, Hans-Joachim: *Modellgestützte Planung im Unternehmen: Entwicklung eines Rahmenkonzeptes*. Wiesbaden: Gabler, 1991 (Neue betriebswirtschaftliche Forschung 89)
- [LMH95] LEHNER, Franz; MEIER, Ronald; HILDEBRAND, Knut: *Wirtschaftsinformatik: theoretische Grundlagen*. Wien: Hanser, 1995
- [MM80] MÜLLER-MERBACH, Heiner: *Modelldenken und der Entwurf von Unternehmensplanungsmodellen für die Unternehmensführung*. In: HAHN, Dietger (Hrsg.): *Führungsprobleme industrieller Unternehmungen: Festschrift für Friedrich Thomée zum 60. Geburtstag*. Berlin: de Gruyter, 1980, S. 471–489
- [PCCW93] PAULK, Mark C.; CURTIS, Bill; CHRISSIS, Mary B.; WEBER, Charles V. *Capability Maturity Model, Version 1.1*. <http://www.sei.cmu.edu/cmm/cmm.articles.html>, Download: 17.10.2000. 1993
- [Ros96] ROSEMAN, Michael: *Komplexitätsmanagement in Prozeßmodellen*. Wiesbaden: Gabler, 1996 (Schriften zur EDV-orientierten Betriebswirtschaft)
- [Sch98] SCHÜTTE, Reinhard: *Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung: Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle*. Wiesbaden: Gabler, 1998 (Neue betriebswirtschaftliche Forschung 233)
- [Sta73] STACHOWIAK, Herbert: *Allgemeine Modelltheorie*. Wien: Springer-Verlag, 1973
- [Wan89] WAND, Yair: *A Proposal for a Formal Model of Objects*. In: KIM, Won (Hrsg.); LOCHOVSKY, Frederick H. (Hrsg.): *Object-Oriented Concepts, Databases and Applications*. New York: ACM Press, 1989, Kapitel 21, S. 537–559