Konfigurierung materialflußtechnischer Systeme mit Hilfe von Raum-Zeit-Beschreibungen

Klaus Richter, Olaf Wolter, Uwe Scholz*

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg - Universitätspatz 2 - D-39106 Magdeburg
Institut für Förder- und Baumaschinentechnik, Stahlbau, Logistik (IFSL)
Email: {richter; wolter}@mb.uni-magdeburg.de
*Institut für Technische Informationssysteme (ITI)
Email: uscholz@iti.cs.uni-magdeburg.de

Kurzfassung

Eine Analyse bisheriger Konfigurierungskonzepte zeigt, daß diese nur unzureichend das innovative Vorgehen von Planern unterstützen, wenn es um Entwicklung universeller Modelle und den Nachweis der Funktionalität und Leistungsfähigkeit von Lösungsvarianten geht.
Im vorliegenden Beitrag wird ein Konzept vorgestellt, mit dessen Hilfe problemadäquate Modellwelten unterschiedlicher Detaillierung und Anwendung durch eine erweiterte modellbasierte Konfigurierungsmethodik entwickelt werden können. Basis bildet dabei eine für die unterschiedlichen Verfahrensklassen gemeinsam nutzbare integrierte Beschreibungsform von Modellen auf Basis von **p**rädikatierten **U**nit-**R**elationship-Modellen (pUR-Modelle). Am Beispiel der Konfigurierung eines materialflußtechnischen Teilsystems werden die Möglichkeiten der erweiterten modellbasierten Konfigurierung veranschaulicht.

1. Modellbasiertes Konfigurieren materialflußtechnischer Systeme

1.1. Einführung

Im Maschinenbau, Bereich Fördertechnik/Logistik, wird unter der Konfigurierung materialflußtechnischer Systeme die Synthese und Analyse von Förderkomponenten unter aufbau- und ablauforganisatorischen Aspekten im Hinblick auf ein vollständiges und optimiertes Gesamtsystem verstanden. Das Konfigurieren materialflußtechnischer Systeme wird, angelehnt an /Tank 1991/, dem modellbasierten Konfigurieren zugeordnet, jedoch um den Bereich der Planung kompletter Anlagen erweitert. Modellbasiertes Konfigurieren wird als Stufen- und Schleifenprozeß, Varianten- und Versionenentwicklungsprozeß und als Fortschreiten vom Ganzen zum Detail verstanden. Dabei wechseln sich bei der Entwicklung von Lösungen analysierende Arbeitsschritte mit schöpferischen, synthetisierenden und bewertenden Arbeitsschritten ab, die in den unterschiedlichen Planungsmethoden und methodenübergreifend zur Anwendung kommen (vgl. z. B. auch /Lange 1993/).

1.2. Konfigurierungsprozeß

Der Konfigurierungsprozeß materialflußtechnischer Systeme ist durch einen laufenden Wechsel zwischen Sichten und Abstraktionsebenen und einen schrittweisen Informationszuwachs gekennzeichnet. Die Stufen des Konfigurierungsprozesses gliedern sich in aufeinander aufbauende Modellwelten mit funktionalem Charakter (Entwicklung des Funktionsmodells) und instrumentalem Charakter (Entwicklung des Funktionsträgermodells und des Systemgestaltmodells) /Richter 1987/. Im Problemlösungsprozeß verändern sich die Erkenntnisprobleme und die Sichten auf den Gegenstand. Erst wird nach zweckentsprechenden und einpaßbaren Lösungsbausteinen gesucht. Danach müssen sie so abgestimmt werden, daß die geforderte Gesamtfunktion erfüllt wird. Die dabei verwendeten Konfigurierungstechniken sind vielgestaltig und abhängig von der Art des Erkenntnisproblems, vom erreichten Detaillierungsgrad der Lösung und von der Art der verfügbaren Informationen. Die Techniken umfassen im wesentlichen Methoden zur Selektion, Komposition, Dimensionierung und Evaluierung. Zum

Methodenvorrat zählen in diesem Zusammenhang auch simple determinierte, kompliziertere stochastische Berechnungsmodelle in Form analytischer Formeln und auch Modelle der Prozeßsimulation und Animation.

2. Modellbasierte Raum-Zeit-Konfigurierung mit pUR-Modellen

Eine modellbasierte Raum-Zeit-Beschreibung beinhaltet alle für einen Anwendungsfall relevanten Modellinformationen über den interessierenden Diskursbereich (Miniwelt). Die Repräsentation wird durch ein Hierarchiemodell auf Basis *„prädikatierter Unit-Relationship-Modelle“* (pUR-Modelle) realisiert /Dobrowolny 1994/, die ganz allgemein auf den Objekt-, Anforderungs- und Bewertungsebenen eine Erfassung sowohl von Objektcharakteristika als auch zugehöriger Zielvorgaben und Randbedingungen gestatten. Die Beschreibung der Objekte erlaubt nicht nur eine hierarchische Strukturierung (kompositioneller und taxonomischer Art vgl. z. B. /Cunis 1991/), sondern auch eine räumliche und zeitliche Strukturierung (vgl. dazu z. B. /Kopisch 1995, Köhne 1993/), wodurch statische und dynamische Modelle beschrieben werden können. Auf diese Weise lassen sich inhärente Zusammenhänge zwischen Systemelement (Objekt), System, Prozeß und Last (Flußobjekt) unifizieren und für die Schaffung gemeinsam verwertbarer Strukturen nach einheitlichem Konzept nutzen. Durch wahlfreie planungsrelevante Zwecksichten lassen sich aufgabenspezifische Modelle herauslösen und im Planungsprozeß nutzen (vgl. hierzu Abschnitt 3). Die Modelle in pUR implizieren Anlagenmodelle und die dazugehörigen, beschreibenden Datensätze, Organisations- und Steuerungsdaten, Planungswissen (Regel-werk, Problemstruktur, Vorgehenswissen, Planungsstrategien) und -methoden.

Ein solches Beschreibungsparadigma bietet im Hinblick auf die Verarbeitung zugehöriger Daten eine geeignete Beschreibungsform, indem es eine direkte Abbildung allgemeiner Abstraktionskonzepte (Klassifikation, Aggregation, Spezialisierung/Generalisierung und Assoziation) ermöglicht. Durch Hinzunahme temporaler Relationen lassen sich darüber hinaus auch grundlegende dynamische Abhängigkeiten beschreiben. Über eine Prädikatierung werden Modelle um zusätzliche Beziehungen und Daten erweitert, wodurch einzuhaltende Randbedingungen darstellbar werden. Auf diese Weise sind zulässige Änderungen auch innerhalb des Modells eingrenzbar und kontrollierbar. Solche Festlegungen sind sowohl für unterschiedliche Objekte zu einem Zeitpunkt (statisch) als auch unterschiedliche Zustände eines Objektes zu verschiedenen Zeitpunkten (dynamisch) möglich. Auch Mischformen sind erlaubt. Desweiteren sind pUR-Modelle durch Zuordnung von Objektattributen und Attributbewertungen auf einfache Weise ausbaufähig und erlauben damit eine wesentliche Verfeinerung der Modellbeschreibungen.

Das Beschreibungsparadigma eignet sich nicht nur zur hierarchischen Strukturierung der Domänenobjekte und der Beschreibung einer Modellweltenausprägung, sondern ermöglicht es auch, Interdependenzen und Relationen zwischen unterschiedlichen Modellwelten herzustellen. Die verknüpften Modelle sind aus Partialmodellen aufgebaut und werden durch den jeweiligen Anwendungsbereich spezifiziert. Das erlaubt die schrittweise, detaillierte Beschreibung der einzelnen Modelldaten aus den Modellwelten und die Datenverwaltung, um den gesamten Konfigurierungsprozeß zu berücksichtigen. Es wird möglich Modelle in den verschiedenen Stufen des Konfigurierungsprozesses durchgängig zu nutzen.

3. Beispiel zur modellbasierten Raum-Zeit-Konfigurierung

Als einfaches Beispiel soll das Konfigurierungsproblem einer Materialflußverteilung dienen, das in der nachfolgende Abbildung (Bild 1) gezeigt wird.

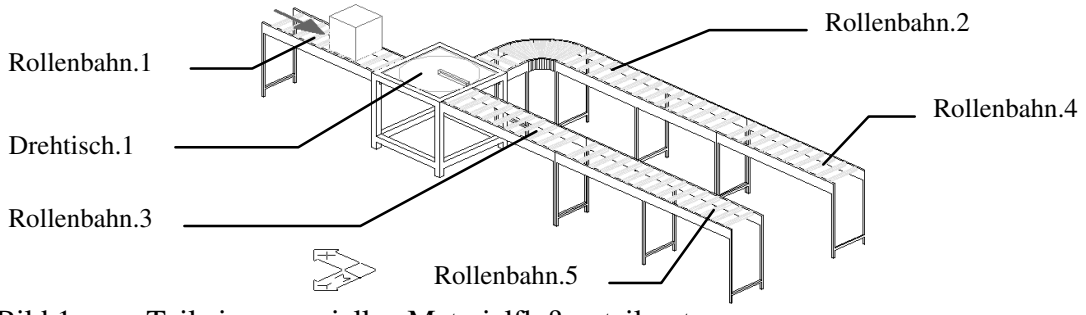

Bild 1 Teil eines speziellen Materialflußverteilsystems

Bei der Beschreibung dieses Beispiels mittels pUR wird von der Beschreibbarkeit kompositioneller und taxonomischer Hierarchien der Objekte ausgegangen, dabei werden nur die Zusammenhänge zwischen Objekten und Last betrachtet. Bild 2 zeigt das zum Teilsystem gehörige pUR-Modell.

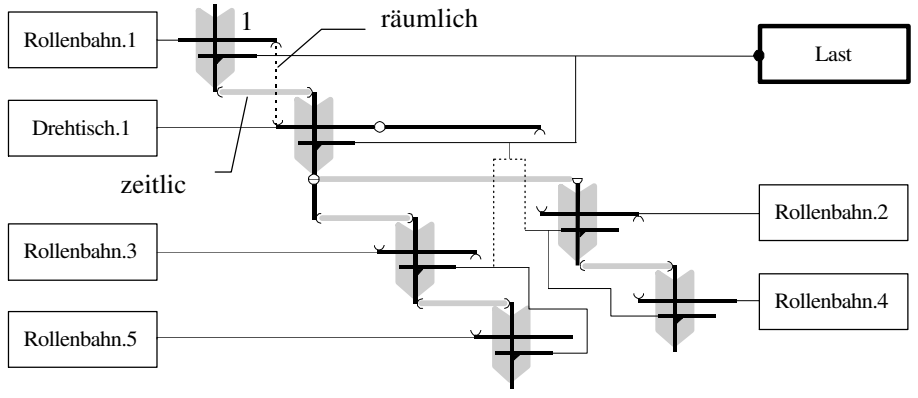

Bild 2 pUR-Modell für dieses spezielle Materialflußsystem

Das pUR-Modell beschreibt zeitliche und räumliche Relationen zwischen Units bzw. Mengenunits. Diese Relationen werden durch dicke Linien gekennzeichnet, wobei vertikale Striche zeitliche Aspekte und horizontale Striche räumliche Zusammenhänge beschreiben. Dünne Linien stellen den Zusammenhang zwischen Units bzw. Mengenunits und zeitlichen bzw. räumlichen Relationen dar. Im Beispielmodell sind räumliche und zeitliche Relationen zwischen der Mengenunit *Last* und den Units *Rollenbahn.x (x=1..5)* und *Drehtisch.1* definiert. Die Relation 1 drückt aus, daß sich eine bestimmte Last zu einer bestimmten Zeit in einer räumlichen Beziehung zur *Rollenbahn.1* befindet (die Last bewegt sich eine bestimmte Zeit auf der *Rollenbahn.1*). Der räumliche Zusammenhang wird durch die benachbarten horizontalen Linien charakterisiert. Die Einschränkung der Zeitdauer dieser Beziehung ist durch die vertikale Linie, welche die horizontalen Linien kreuzt, definiert. Die geöffneten Halbkreise sowohl an der vertikalen als auch an der horizontalen Linie kennzeichnen notwendige Synchronisationen. Da der *Drehtisch.1* räumlich der *Rollenbahn.1* folgt, bewegt sich die Last zeitlich zuerst auf *Rollenbahn.1* und dann auf *Drehtisch.1*. Alternativen werden durch geschlossene Halbkreise (auf gleicher Höhe) sichtbar gemacht, von denen jeweils einer zur Bildung eines Kontaktkreises herangezogen werden darf. Durch zweckentsprechende Sichten auf die Modellinformationen lassen sich anforderungsgerechte Modelle abheben. So können aus dem obigen Beispiel statische und dynamische Informationen abgeleitet werden.

Die statischen Eigenschaften bilden z. B. räumliche Strukturbeschreibungen in Form von Anordnungsbeziehungen der einzelnen Förderelemente ab. Die dynamischen Eigenschaften werden durch den Prozeßablauf charakterisiert (vgl. Bild 2). Hierdurch wird z. B. die Bewegungsrichtung und Bewegungsbahn einer Last bestimmt. Eine Verfeinerung des Modells ist jederzeit möglich, um weitere dynamische Aspekte wie Durchlaufzeiten zu erfassen.

4. Ausblick

Der wissenschaftliche Wert und praktische Nutzen des vorgestellten Konzeptes liegt darin, daß mit der integrierten Beschreibungsform eine Nutzung problemadäquater Modellweltenbeschreibungen geschaffen werden kann, die eine Voraussetzung für eine durchgängige Rechnerunterstützung und eine Minimierung der während der Konfigurierung anfallenden Aufwendungen zur Entwicklung der Modellwelten bildet. Der gegenwärtige Stand der Arbeiten basiert auf CAD-orientierten Konfigurierungstätigkeiten von Materialflußanlagen /Ziems 1996/ und Arbeiten zur prädikatierten Unit-Relationship-Beschreibung /Dobrowolny 1994/. Die Weiterentwicklung des Konzeptes der modellbasierten Raum-Zeit-Konfigurierung für ein Referenzmodell Materialflußanlage, die Repräsentation der Domäne und ein Konzept zur Umsetzung in ein Konfigurierungssystem bilden Schwerpunkte weiterer Arbeiten.

5. Literatur

/Cunis 1991/ Cunis, R.: Modellierung technischer Systeme in der Begriffshierarchie. In: Cunis, R.; Günter, A.; Strecker, H. (Hrsg.): Das PLAKON-Buch. Berlin [u. a.]:Springer, 1991, S. 58-76.

/Dobrowolny 1994/ Dobrowolny, V., Tietz, Ch.: On Semantic Modeling of Real World Structures. In: Wieringa, R. and Feenstra, R. (Hrsg.): Working papers of the International Workshop on Information Systems-Correctness and Reusability IS-CORE '94, Amsterdam, Sept. 1994, S. 321-331.

/Köhne 1993/ Köhne, A.: Integration von Aktionsplanung und Konfigurierung. Sankt Augustin: Infix, 1993.

/Kopisch 1995/ Kopisch, M.: Repräsentation und Auswertung von räumlichen Wissen. In: Günter, A. (Hrsg.), Wissensbasiertes Konfigurieren: Ergebnisse aus dem Projekt PROKON. Sankt Augustin: Infix, 1995, S. 129-140.

/Lange 1993/ Lange, V.: Entwerfen von Fertigungsanlagen mit Modell- und Erfahrungsunterstützung. Fortschritt-Ber. VDI Reihe 2 Nr. 302. Düsseldorf: VDI-Verl., 1993.

/Richter 1987/ Richter, K.: Zur Methodik und Algorithmierung der Projektierung von Gurtbandförderanlagen in Angebotsphase. Magdeburg, Technische Hochschule, Dissertation, 1987.

/Tank 1991/ Tank, W.: Modell-basiertes vs. assoziatives Konstruieren. In: PuK-91, Beiträge zum 5. Workshop „Planen und Konfigurieren“, hrsg. von A. Günter, R. Cunis, Hamburg, LKI-M-1/91, 22-23.4.1991, S. 214-215.

/Ziems 1996/ Ziems, D.; Richter, K.; Wolter, O.: CAD-Modelle mit Planungs-Know-how zur Konfigurierung von Materialflußsystemen. erscheint als Beitrag zur Fachtagung CAD'96, „Verteilte und intelligente CAD-Systeme“, Kaiserslautern 7./8. März 1996.