

Methoden der Digitalen Fabrikplanung – ein praxisorientierter Ansatz für KMU

Methods of the Digital Factory – an Application-oriented Approach for SME

Bös, Mathias, SDZ GmbH, Dortmund (Germany)

Abstract: The design of logistics and production systems is nowadays regularly not assisted by digital instruments in small and medium-sized enterprises (SME). Due to this lack of support, such systems frequently do not fulfil the requests of the dynamic markets. The consequence is, that the companies do not reach the guaranteed service level (SLA) and work inefficient with too low productivity and too high inventory (stock level and WIP). With this paper we introduce a concept for digital planning for SME that is oriented at their functional and economical needs. The innovative aspect of the VRSim concept is its general approach for coupling of different existing planning systems to a digital planning toolset according to the VDI guideline 4499 for Digital Factory.

1 Anforderungen von KMU an Digitale Fabrikplanungs- methoden

Kleine und mittlere Unternehmen stehen im globalen Wettbewerb im Einflussbereich interner und externer Faktoren, welche die Unternehmen im Wesentlichen dazu zwingen, die Geschäftsprozesse, die Produktion und logistische Systeme und Kreisläufe kontinuierlich zu verbessern. Dazu müssen auch diese Unternehmen ihre Planungen effizienter und qualitativer durchführen, wozu der Einsatz moderner Planungsmethoden unabdingbar geworden ist. Durch deren Einsatz können KMU zukünftig die Herausforderungen bewältigen, zu denen folgende Aspekte zählen:

- Kontinuierliche Steigerung der Produktivität in den Prozessen
- Optimierung von Durchlaufzeiten und „time-to-market“
- Minimierung der Kosten in Produktions- und Logistikprozessen
- Absicherung (Testen) der geplanten Unternehmensprozesse (z. B. Produktions-, Logistik-, Auftragsabwicklungsprozesse) vor der Umsetzung

- Realisierung einer flexiblen Prozessgestaltung (z. B. Materialfluss) unter wirtschaftlichen Aspekten und mit vertretbarem Ressourcenaufwand
- Reduzierung der Planungskosten (z. B. Fertigungs-, Lager-, Materialfluss-, Prozessplanung)
- Kürzung der Produktionsplanungszeiten – bei gleichzeitiger Steigerung der Planungsqualität
- Reduzierung von Änderungskosten in den Prozessen und von Anlaufkosten
- Reduzierung der Kosten für Koordination und Kommunikation in den Prozessen

Das Industrial Engineering hat in den letzten Jahren eine zunehmende Digitalisierung erfahren. Dies hat zu enormen Qualitäts- und Effizienzsteigerungen von Fabrik- und Logistikplanungen geführt. Die zunehmende Digitalisierung ermöglicht zudem den Einsatz moderner Planungsmethoden zur animierten Darstellung und dynamischen Analyse im Rahmen des Produktionsentstehungsprozesses.

Die vorhandenen Methoden des Industrial Engineering – insbesondere der Digitalen Fabrikplanung – sind jedoch in erster Linie auf die Bedürfnisse von Konzernen und Grossunternehmen ausgerichtet. KMU finden durch diese Systeme nicht die notwendige Unterstützung ihrer Planungsprozesse – ganz abgesehen von den Kosten, die mit der Einführung von digitalen Planungswerkzeugen heutzutage verbunden sind (Eckert 2006).

Dabei sind KMU durchaus bereit, digitale Planungswerkzeuge für ihr Industrial Engineering einzusetzen (Bierschenk et al. 2005), es gibt aber unterschiedliche Anforderungen in diesem Anwenderkreis.

Die Anlagenlieferanten unter den KMU suchen in erster Linie eine Unterstützung beim Vertrieb ihrer Anlagen. Sie wollen mit virtuellen Darstellungen (Stichwort „3D-Animation“) die Kunden von der Funktionalität und Leistungsfähigkeit ihrer Konzepte und Anlagen überzeugen und setzen dabei auf die Macht der bewegten Bilder. Gleichzeitig soll mittels der Methode der Simulation die interne Absicherung der Anlagen erfolgen. Die methodische Unterstützung muss sich dabei dem Grad der Entwicklung anpassen. Während zu Beginn der Kundenbeziehung eher Konzepte vermittelt werden sollen, kommt im Laufe des Engineeringprozesses den funktionalen Aspekten eine immer größere Bedeutung zu (Reinhart 2001). Dabei haben KMU enorme Anforderungen an die Geschwindigkeit, mit der diese Modelle erstellt werden sollen. Auch redundante Tätigkeiten für Visualisierung und Simulation werden nicht akzeptiert.

Bei produzierenden KMU liegt der Fokus des Industrial Engineering dagegen auf der Ergänzung und Weiterentwicklung der existierenden Produktions- und Logistikstrukturen. Diese Unternehmen vollziehen momentan den Umbruch von eher handwerklich geprägten Strukturen zu industriellen Strukturen. Für die Digitale Fabrikplanung werden dazu Anwendungen benötigt, die diesen Strukturwandel unterstützen. Auch in diesen Fällen wird eine virtuelle Darstellung erwartet, aber auch die Entwicklung, Optimierung und Absicherung der zukünftigen Prozesse. Für diese Anwendungen gelten ebenfalls hohe Anforderungen an die Umsetzung der Ideen

innerhalb der Planungsinstrumente, die mit hohen funktionalen Anforderungen verbunden sind.

Allerdings haben sich digitale Planungsinstrumente in KMU bis heute nicht durchsetzen können. So haben Simulationssysteme in Großunternehmen inzwischen ein Verbreitungsgrad von rund 80 %, bei Unternehmen mit weniger als 50 Mitarbeitern liegt der Verbreitungsgrad dagegen unter fünf Prozent (Bierschenk et al. 2005). Die Gründe dafür sind vielfältig. Neben den Kosten für Software und Einführung werden u.a. auch Barrieren wie fehlendes Know-how oder mangelnde Benutzerfreundlichkeit angeführt. So lassen sich die wesentlichen Hemmnisse des erfolgreichen Einsatzes von Methoden der Digitalen Fabrikplanung für kleine und mittelständische Unternehmen wie folgt beschreiben:

- Die Konzeption und Einführung von Methoden und Techniken der Digitalen Fabrikplanung muss heute vor dem Hintergrund langjähriger Erfahrung und zahlreicher, durchgeführter Einführungsprojekte erfolgen (Westkämper und Runde 2006). Diese Erfahrung ist in KMU zumeist nicht vorhanden.
- Das Know-how zur Bedienung von Systemen der Digitalen Fabrikplanung, zur Erstellung von Modellen, zur Definition von Szenarien sowie zur informationstechnischen Integration in die eigene Systemlandschaft ist in KMU kaum vorhanden (Fahlbusch 2000).
- Die Kosten zur Anschaffung von Systemen der Digitalen Fabrikplanung (Software) sind in den meisten Fällen schlicht sehr hoch (Kunst 2007).
- Nur die permanente Benutzung dieser Systeme versetzt die Anwendungsentwickler in die Lage, die Planungswerkzeuge effizient zu beherrschen. Aufgrund des Risikos der Mitarbeiterfluktuation sollten mindestens 2 Mitarbeiter die Planungswerkzeuge effizient beherrschen können. Den Kosten für 2 volle Mitarbeiterstellen stehen in KMU jedoch nicht so viele Benefits aus Planungsprojekten gegenüber: die Skalenerträge liegen für KMU damit in einem ungünstigen Bereich.
- Insofern Planungsleistungen externer Dienstleister in Anspruch genommen werden, existieren teilweise Sicherheitsbedenken, da in diesem Fall vertrauliche Unternehmensinformationen nach außen gegeben werden.

Zielsetzung des im Folgenden vorgestellten Konzeptes ist die Steigerung der Performance und der Wettbewerbsfähigkeit von KMU bei der Planung ihrer Logistik- und Produktionssysteme durch den gezielten, kostengünstigen Einsatz von digitalen Methoden und Instrumenten in den Planungsprozessen und beim Aufbau von Handlungsfähigkeiten von Mitarbeitern. Der innovative Charakter des Konzeptes liegt dabei in der erstmaligen Verfügbarkeit einer auf KMU ausgerichteten, einfach zu handhabenden, integrierten Lösung für Digitale Fabrikplanung. Das Konzept schöpft die existierenden technologischen Möglichkeiten voll aus und wird zudem den Anforderungen der KMU gerecht.

2 Das VRSim-Konzept für KMU

Die SDZ GmbH hat daher zusammen mit der Firma tarakos GmbH das VRSim Systemkonzept entwickelt, das den Anforderungen der KMU an Digitale Planungsmethoden entspricht. Diese Entwicklung orientiert sich an den Vorgaben der VDI-Richtlinie 4499 zur Digitalen Fabrik (VDI 2006).

Das allgemeingültige VRSim-Konzept koppelt die beiden Systeme ‚taraVRbuilder‘ und ‚DOSIMIS-3‘ miteinander. Dies ermöglicht die schnelle und elegante Erstellung virtueller Abbildungen von Systemen und die direkte Übernahme dieser Modelle für die Materialflusssimulation. Dabei können Redundanzen weitgehend vermieden werden.

Das VRSim-Konzept ist jedoch nicht auf die beiden vorab aufgeführten Systeme beschränkt. Die Idee des VRSim-Konzeptes besteht darin, auf einer vollständigen Projektbeschreibung aufzusetzen. In dieser Projektbeschreibung wird eine Anlage mit allen Komponenten beschrieben. Hier besteht sogar die Möglichkeit, zukünftig auf umfangreiche Beschreibungen der Komponenten in elektronischen Produktkatalogen zurückzugreifen. In diesem Fall kann die Projektbeschreibung komprimiert erfolgen. Durch ergänzende Applikationen können dann die für die jeweilige Planung benötigten Daten aus Projektbeschreibung und Produktkatalog extrahiert und zusammengefasst werden. Hiermit befassen sich zurzeit zahlreiche Forschungsvorhaben.

Durch die Nutzung allgemeingültiger Austauschformate können beliebige Systeme miteinander gekoppelt werden, nicht nur die beiden aktuell eingesetzten Systeme. Im VRSim-Konzept können diese auch einfach durch vergleichbare Systeme ersetzt werden. Diese Systeme müssen nur dazu ertüchtigt werden, die Projektbeschreibung zu verstehen, die auch leicht an die speziellen Anforderungen jedes anderen Systems angepasst werden kann. Das VRSim-Konzept kann daher in jedem KMU als Grundlage für die Kopplung diverser Planungstool umgesetzt werden.

Dieses innovative Konzept entspricht somit den Anforderungen von KMU, da es – neben vergleichsweise geringen Investitionen – geringe Zugangsbarrieren zur Umsetzung und Nutzung der Digitalen Fabrik bietet. Der Einstieg ist vergleichsweise einfach, die Benutzerführung kann intuitiv gestaltet werden und die Trennung von VR-Darstellung und Simulation spiegelt sich so auch in der Unternehmensorganisation mit Vertrieb und Engineering wieder. Die VR-Darstellung kann schneller umgesetzt werden als jede händische Art der Darstellung und die Simulation schneller durchgeführt werden als komplizierte analytische Betrachtungen – vom Qualitätsgewinn einmal ganz abgesehen.

2.1 Die VR-Darstellung

Der Planungsprozess beginnt in der Regel in ersten Abstimmungsgesprächen mit dem Kunden. Um diesem eine Vorstellung der eigenen Konzeption seines zukünftigen Produktions- oder Logistiksystems geben zu können, wird auf Basis von Virtual-Reality-Technologie ein 3D-Modell dieses Systems erstellt. Dazu müssen Anwender auf 3D-Objekte einer umfangreichen Bibliothek zurückgreifen können. Die 3D-Objekte stellen dabei nicht nur die physische Struktur des zukünftigen Systems dar sondern sollten auch in ihren Eigenschaften spezifiziert werden können.

Dies kann dadurch erreicht werden, dass in allen Methoden der Digitalen Fabrikplanung die gleichen Parameter verwendet werden. So kann später eine einfache Kopplung unterschiedlicher Systeme realisiert werden. Die 3D-Abbildung des geplanten Systems wird in der VR-Darstellung auch dynamisch animiert. Bei den Betrachtern erreicht man so nicht nur eine räumlich exakte Vorstellung des geplanten Systems, sondern ermöglicht auch die Erfassung zukünftiger Bewegungsabläufe innerhalb des Produktions- bzw. Logistiksystems. Die animierte 3D-Darstellung ermöglicht auch erste Prüfungen der späteren Realisierung, so z. B. durch Konturenkontrollen.

Für die 3D-Darstellung ist daher sowohl eine Abbildung der Struktur der Produktions- bzw. Logistiksysteme als auch der Objekte (Transport-, Transporthilfs- und Ladehilfsmittel) des zukünftigen Systems notwendig. Diese erfordern zahlreiche individuelle 3D-Objekte als Grundlage der VR-Darstellung. Hier müssen geeignete Importmöglichkeiten vorgesehen werden, um die weitere Integration der heterogenen Systemlandschaft des Industrial Engineering in KMU sicher zu stellen.

Dies stellt die Entwicklung jedoch vor weitere Herausforderungen. Um die Performance dieser Systeme nicht zu gefährden müssen komplexe Objektstrukturen auf die Anforderungen der 3D-Animation reduziert werden. Dies kann mit Hilfe von Zusatzfunktionen erfolgen, um die komplexen 3D-Konstruktionsdaten auf die rein darzustellende Außenfläche der Objekte zu komprimieren.

Die VR-Darstellung kann nicht nur in Planungsgesprächen eingesetzt werden. Ein Zusatznutzen ergibt sich für Unternehmen bei möglichen Einsätzen zu Vertriebs- und Marketingzwecken, u. a. zur Außendarstellung und Imagesteigerung des Unternehmens gegenüber Kunden und Lieferanten. Die Wiedergabe sollte dazu plattformunabhängig eingesetzt werden können und mit einfachsten Bedienungskenntnissen vorgeführt werden können. Dies erfordert Funktionen, um die Animation für diese Gelegenheiten als Videosequenz oder Film aufzeichnen zu können.

In der VR-Umgebung stehen bereits einfache Auswertungsmethoden für erste dynamische Analysen zur Verfügung, beispielsweise zur Darstellung und Ausweisung des erreichten Durchsatzes. So können Leistungsberechnungen einzelner Systemkomponenten überprüft werden und erste Materialflussstrategien entwickelt werden.

Der Fokus der 3D-Darstellung liegt aber auf der Vermittlung des Entwurfsgedankens ganz zu Beginn eines Planungsvorhabens. Die VR-Darstellung ermöglicht vielen Beteiligten (auch den technisch nicht so versierten) eine konkrete Vorstellung über das zukünftige System bzw. für eine Systemerweiterung zu entwickeln, Alternativen zu verstehen und damit Notwendigkeiten ihrer Investitionsentscheidungen besser nachvollziehen zu können.

2.2 Die Simulation

Im VRSim-Konzept ist vorgesehen, die Modelle für die Detaillierung der Planung automatisch in Simulationsmodelle konvertieren zu können. Dies ermöglicht es dem Industrial Engineering, die technische Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems zu prüfen und zu optimieren. Der Einsatz leistungsstarker Simulationssoftware ermöglicht die Durchführung von Materialflusssimulationen der zuvor animierten Modelle. Hier ist es vorteilhaft, auf Simulationssysteme zurückzugreifen, die über umfangreiche Bausteinbibliotheken verfügen. So können direkte Transformationen aus

der VR-Darstellung in die Simulation erreicht werden. Optimalerweise verfügen diese Bausteinbibliotheken über Objekte, die neben technischen Parametern auch über Steuerungsfunktionen verfügen. Dabei handelt es sich um Materialflussstrategien für das Verteilen und Zusammenführen von Materialströmen (Bergbauer 2002). So können automatisch vollständige Modelle generiert werden, die ohne weitere Nacharbeit simulationsbereit sind. Redundanzen für die Modellerstellung werden vermieden und Datenübertragungsfehler ausgeschlossen. In der Simulation können dann die Strategien zur Steuerung der Prozesse weiter ausgearbeitet, detailliert und überprüft werden.

Für die Kopplung ist im VRSim-Konzept eine Orientierung am Prinzip der serviceorientierten Architektur (SOA) vorgesehen, die eine Kopplung unterschiedlicher Applikationen (Dienste) ermöglicht. Das VRSim-Konzept führt somit zur Entwicklung von Assistenzsystemen der Digitalen Fabrik.

Funktional wird die Kopplung im VRSim-Konzept über eine XML-Schnittstelle gelöst. Dieses Umsetzungskonzept hat den Vorteil, dass verschiedene Systeme nicht starr miteinander gekoppelt sind. So können auch alternative Systeme sowohl für die VR-Darstellung als auch für die Simulation eingesetzt werden. Die Unternehmen können bereits existierende Systeme oder Technologieplattformen weiter nutzen und um die spezifischen Funktionen ergänzen.

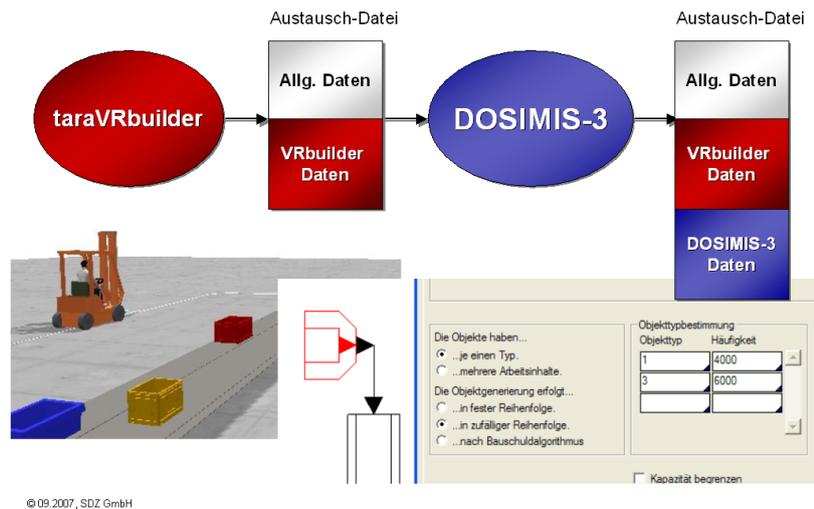


Abbildung 1: Datenaustauschkonzept von VRSim am Beispiel von taraVRbuilder und DOSIMIS-3

Das Simulationsmodell kann um weitere Betriebsstrategien erweitert werden, wozu zahlreiche Standardstrategien geprüft werden können. Diese müssen zudem individuell weiterentwickelt werden können, wozu geeignete Methoden verfügbar sein müssen. Eine einfache Erweiterungsmöglichkeit bieten dazu Entscheidungstabellen, die eine grafisch orientierte Implementierung von Strategien bzw. Strategieerweiterungen ermöglichen. Dadurch können Programmierungen vermieden werden, die sich in der Regel fehleranfällig und projektverzögernd auswirken. Denn gerade in

KMU wird die Simulation häufig nur sporadisch verwendet, so dass die Zugangsbarrieren für die Anwender möglichst gering gehalten werden sollten.

Für die Durchführung der Simulationsläufe müssen weitere Daten importiert werden können, so auch aus den existierenden IT-Systemen der Betreiber. Dabei kann es sich um Auftragsdaten aus PPS- oder APS-Systemen handeln, um Arbeitspläne, Rüstmatrizen, aktuelle Lagerspiegel, etc. Für die Simulation werden des weiteren Optimierungsmethoden benötigt, die eine Automatisierung der Parametrierung, Durchführung, Auswertung und Analyse der Simulationsläufe ermöglichen. Der Einsatz dieser Methoden sollte ebenfalls anwendungsorientiert umgesetzt werden, dass selbst mathematisch nicht versierten Anwendern deren Nutzung ermöglicht wird.

Für die Analyse der Simulationsläufe werden zahlreiche Auswertungsmethoden benötigt (vgl. VDI-Richtlinie 3633 Blatt 11, VDI 2008), um sowohl die gesamte Leistungsfähigkeit des Systems ermitteln zu können kann als auch Aussagen zu einzelnen Systemkomponenten machen zu können. Optimalerweise können auch diese automatisch ermittelt werden und direkt in Auswertungs- und Präsentationsvorlagen übernommen werden.

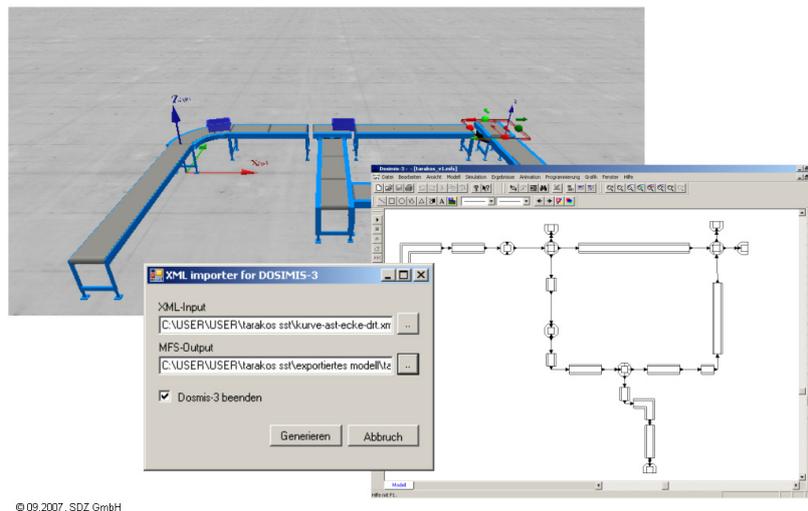


Abbildung 2: VR-Darstellung und Simulation eines Materialflusssystems

3 Aspekte der weiteren Entwicklung

Aufgrund seiner Allgemeingültigkeit kann das VRSim-Konzept auch auf andere vergleichbare oder ergänzende Applikationen angewandt werden. Es entspricht den wirtschaftlichen Möglichkeiten der KMU, die nicht über die finanziellen Möglichkeiten der Großunternehmen und Konzerne verfügen. Erste positive Rückmeldungen der Industrie untermauern diesen Aspekt. Für KMU stellt das Konzept daher eine tatsächliche Alternative zur heute noch weit verbreiteten Planung ohne Systemunter-

stützung dar, kann es doch mit begrenzten Skills der Anwender in kurzer Zeit umgesetzt werden.

Das VRSim-Konzept berücksichtigt auch parallele Entwicklungen der aktuellen Forschung, so z. B. für die Entwicklung von elektronischen Produktkatalogen. Die Integration dieser Entwicklungen in das VRSim-Konzept erleichtert den Austausch der Daten zwischen unterschiedlichen Planungssystemen innerhalb der Digitalen Fabrik, da sie allgemeingültiger gehalten werden können. Die Integration eines speziellen Planungssystems in das Konzept der Digitalen Fabrik innerhalb eines Unternehmens kann durch entsprechende Informationen innerhalb der elektronischen Kataloge erreicht werden. Außerdem ermöglicht das allgemeingültigere Austauschformat den Systementwicklern der Hersteller die einfache Integration ihrer Systeme – und dadurch die Substitution einzelner Systeme in jedem Unternehmen.

Eine weitere Entwicklungsperspektive ergibt sich für die Frage der Rückkopplung. Neben der Übernahme der Modelle aus der VR-Darstellung in die Simulation ist auch der umgekehrte Weg von der Simulation zur VR-Darstellung denkbar. Hier existieren derzeit jedoch noch Grenzen, die durch den bis heute nicht standardisierten Planungsprozess vorgegeben sind. So werden die Planungen durch die Simulation geändert und ergänzt, die bei einer Rückübertragung in die VR-Darstellung übernommen werden müssten. Dazu muss allerdings eindeutig geklärt werden, wie der Abgleich von zwei unterschiedlichen Modellen (3D- & Simulation) mit unterschiedlichen Versionen und parallelen Entwicklungen (auch das 3D-Modell kann zwischenzeitlich weiterentwickelt worden sein) erfolgen soll. Vor diesem Problem stehen im Übrigen alle Hersteller von Instrumenten der Digitalen Fabrikplanung.

Literatur

- Bierschenk, S.; Kuhlmann, T.; Ritter, A. (2005) Stand der Digitalen Fabrik bei kleinen und mittelständischen Unternehmen. Fraunhofer IRB, Stuttgart
- Bergbauer, J. (2002) Entwicklung eines Systems zur interaktiven Simulation von Produktionssystemen in einer virtuellen Umgebung. Innovationen der Fabrikplanung und -organisation; Band 8. Dissertation Technische Universität Clausthal. Shaker, Aachen
- Eckert, C. (2006) Weiterentwicklung und Nutzung von VR-gestützten Fabrikplanungswerkzeugen für KMU. Shaker, 2006
- Fahlbusch, M. (2000) Einsatz von Simulation und Virtual Reality als Lehrunterstützung in der Fabrikplanung. In: Schulze, T.; Lorenz, P.; Hinz, V. (Hrsg.): Tagungsband Simulation und Visualisierung 2000, Magdeburg. SCS, Erlangen, Gent, S. 361-369
- Kunst, S. (2007) Wirtschaftlichkeit der Virtual Reality Technologie. Vdm Verlag Dr. Müller, Saarbrücken
- Reinhart, G. (Hrsg.) (2001): Virtuelle Produktion – Ablaufsimulation als planungsbegleitendes Werkzeug. Herbert Utz, München
- VDI (2003) Richtlinie 3633, Blatt 11: Simulation und Visualisierung. VDI-Handbuch Materialfluss und Fördertechnik 8. Beuth, Berlin

VDI (2006) Richtlinie 4499, Blatt 1: Die Digitale Fabrik, Grundlagen. VDI-Handbuch Materialfluss und Fördertechnik 8. Beuth, Berlin

Westkämper, E. ; Runde, C. (2006) Anwendungen von Virtual Reality in der Digitalen Fabrik – eine Übersicht. wt Werkstattstechnik online 96 (2006) 3, S. 99-103