

*Integrationsaspekte der Simulation:
Technik, Organisation und Personal*
Gert Zülch & Patricia Stock (Hrsg.)
Karlsruhe, KIT Scientific Publishing 2010

Emulation von Logistik-Steuerungen in SAP-Umgebungen

Emulation of Logistic Controls in SAP-Environments

Jörg Kemper
SimPlan Integrations GmbH, Witten (Germany)
joerg.kemper@simplan.de

Sven Spieckermann
SimPlan AG, Maintal (Germany)
sven.spieckermann@simplan.de

Abstract: Emulation (Soft Commissioning) by means of simulation is getting increasingly important in the ramp-up of control software in logistic systems. At the same time, the SAP software modules LES/TRM and EWM are gaining importance as control software for logistic systems. Consequently, the emulation of SAP control software is a relevant field of simulation application. This paper summarizes the status quo in emulation of logistic controls in general and SAP logistics controls in particular.

1 Einleitung

Die virtuelle Inbetriebnahme von Softwarekomponenten mit Hilfe der Simulation hat sich in der Lagerlogistik in den letzten fünfzehn Jahren zunehmend etabliert und ist in zahlreichen Projekten erfolgreich eingesetzt worden. Beispiele für diese auch als Emulation (oder im englischen Sprachraum als "Soft Commissioning") bezeichnete Vorgehensweise finden sich etwa in GUTENSCHWAGER u.a. (2000), MCGREGOR (2002) und NOCHE (1997).

Emulation kann als eine typische Anwendung der Simulation während der Inbetriebnahme eines Produktions- oder Logistiksystems angesehen werden. Die Richtlinie VDI 3633 führt aus, dass es Simulationsanwendungen über alle Phasen des Lebenszyklus von Produktions- und Logistiksystemen hinweg, von der Planung über die Inbetriebnahme bis zum operativen Betrieb gibt. Emulation wird vereinzelt auch während des laufenden Betriebs eingesetzt (vgl. z. B. MAYER, BURGESS 2006), die Mehrzahl der Anwendungen liegt aber im Test der Funktionen von Rechner-systemen während der Inbetriebnahmephase. Einen ausführlichen Überblick und eine Einordnung unterschiedlicher Ansätze, Begriffe und Vorgehensweisen geben

AUINGER u.a. (1999), FOLLERT und TRAUTMANN (2006) sowie HIBINO und FUKUDA (2008).

Mit Emulation werden in der Lagerlogistik unter anderem die Funktionen von Lagerverwaltungssystemen (LVS) und Materialflussrechnern (MFR) getestet und in Betrieb genommen. Der sehr heterogene Markt für LVS und MFR ist bis heute durch eine Vielzahl unterschiedlicher Anbieter gekennzeichnet (vgl. WOLF 2008). In diesem Umfeld hat SAP in den zurückliegenden zehn Jahren zunehmend mehr Funktionalitäten angeboten. Ausgehend vom Modul "Warehouse Management" im SAP/R3, das bereits seit Ende der neunziger Jahre verfügbar ist, werden seit dem Jahr 2002 mit den Modulen SAP LES/TRM (Logistics Execution System / Transaction and Resources Management) Funktionalitäten für die weitere Steuerungsebenen angeboten. Dieses Angebot ist mit dem Modul SAP EWM (Extended Warehouse Management) konsequent weiterentwickelt worden.

Der folgende Artikel führt zunächst in die Emulationsanwendung im Bereich der Lagerlogistik ein. Das dritte Kapitel gibt einen kurzen Überblick über die Entwicklung der Logistiksteuerung mit SAP-Modulen. Der Emulationseinsatz bei Verwendung von SAP-Logistiksteuerungen ist dann Gegenstand des vierten Kapitels. In diesem Zusammenhang wird zunächst auf Erfahrungen aus der praktischen Anwendung eingegangen. Aus diesen Erfahrungen wird dann die Notwendigkeit für die Entwicklung standardisierter Schnittstellen abgeleitet. Das fünfte Kapitel schließt mit einer kurzen Zusammenfassung und einem Ausblick auf absehbare weitere Entwicklungen.

2 Emulationsanwendung in der Lagerlogistik

Die Anwendungen von Emulation im Bereich der Lagerlogistik lassen sich grob danach einteilen, welche Steuerungsebenen des betrachteten realen Systems emuliert werden und auf welchen Ebenen reale Steuerungssoftware zum Einsatz kommen soll. Der linke mit "Reale Anlage" überschriebene Teil von Abbildung 1 stellt in vereinfachter Form die typische Ebenenstruktur von Steuerungen in Logistiksystemen dar.

Das LVS tauscht Aufträge mit dem überlagerten Host-System aus und übernimmt unter anderem die Unterstützung der Wareneingangs- und Warenausgangsprozesse, die Verwaltung von Lagerplätzen und Lagerbeständen, die Steuerung der Kommissionierung und ggf. weitere Funktionen. Der MFR führt für das Lagerverwaltungssystem einzelne Transportaufträge durch, überwacht Fördertechnikstrecken und gibt die entsprechenden Daten an die Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) weiter, die ihrerseits die Kommunikation mit den Antrieben und Gebern der einzelnen Fördertechnikkomponenten übernehmen (vgl. zur Einordnung und Abgrenzung der Begriffe TEN HOMPEL, SCHMIDT 2008, S. 8 ff., sowie zu einer genaueren Darstellung der Ebenen FOLLERT, TRAUTMANN 2006).

Welche der beschriebenen Ebenen nun mit Hilfe geeigneter (Simulations-)Modelle emuliert werden und für welche Ebenen mit den realen Systemen gearbeitet wird, ist vom jeweiligen Anwendungsfall abhängig. Zwei denkbare Fälle (Test des realen LVS und des MFR gegen die Emulation von SPS und Fördertechnik sowie Test des realen LVS gegen Emulation aller übrigen Subsysteme) sind in der Mitte und rechts

in Abbildung 1 dargestellt und mit "Virtuelle Anlage zum MFR-Test" sowie "Virtuelle Anlage zum LVR-Test" überschrieben. Ebenfalls denkbar sind Emulationsumgebungen für die SPS-Ebene, die aber an etwas andere technische Rahmenbedingungen geknüpft sind, keinen speziellen Bezug zu SAP-Steuerungssoftware haben und daher im Rahmen dieses Artikels nicht betrachtet werden.

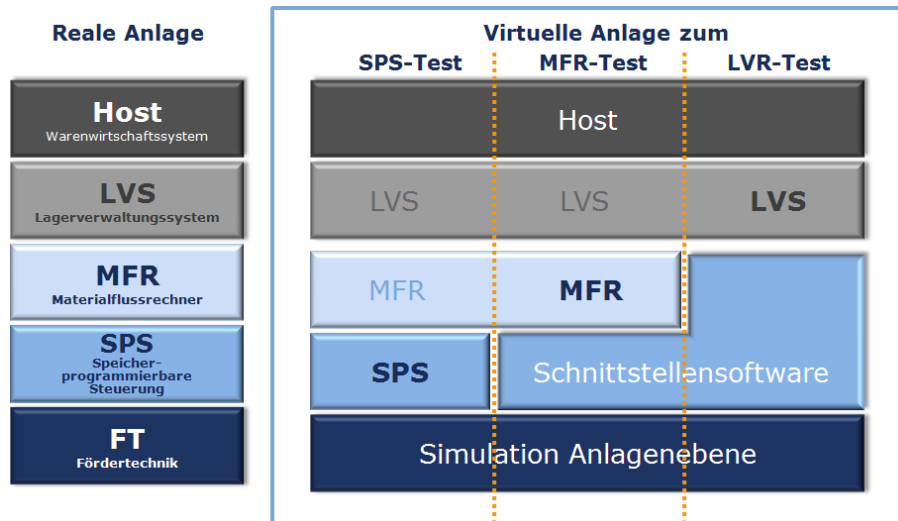


Abbildung 1: Steuerungsebenen in Logistiksystemen und Emulation.

Der Emulationseinsatz zur Inbetriebnahme von MFR und LVS ermöglicht sehr intensive Tests der Steuerungssoftware noch vor der Fertigstellung des realen Logistiksystems. Das führt zu einer Verringerung der Test- und Inbetriebnahmezeit der Software innerhalb der realen Anlage, damit in vielen Fällen zu einer früheren Betriebsbereitschaft der Anlage und letztlich zu verringerten Kosten sowohl für den Anlagenbetreiber als auch für den Anlagelieferanten (vgl. GUTENSCHWAGER u.a. 2000). Diese in zahlreichen Projekten nachgewiesenen Vorteile haben dazu geführt, dass der Emulationseinsatz in den zurückliegenden Jahren deutlich zugenommen hat.

Technisch sind an den Einsatz eines Simulationsmodells in einer Emulationsumgebung eine Reihe von Voraussetzungen beispielsweise in Bezug auf die Architektur des Simulationsmodells, die Eigenschaften der verwendeten Simulationssoftware oder die Synchronisation von Simulationszeit und realer Zeit, geknüpft. Diese beispielsweise in GUTENSCHWAGER u.a. (2000) oder FOLLERT und TRAUTMANN (2006) beschriebenen Voraussetzungen sollen an dieser Stelle nicht im Einzelnen diskutiert werden. Ihre Einhaltung und Berücksichtigung ist für ein erfolgreiches Emulationsprojekt im SAP-Umfeld selbstverständlich genauso unabdingbar wie für jedes andere Emulationsprojekt auch.

3 SAP-Softwaremodule in der Logistiksteuerung

Das Walldorfer Softwarehaus SAP bietet, wie in der Einleitung bereits skizziert, seit mehreren Jahren innerhalb von SAP/R3 Softwaremodule für LVS- und MFR-Funktionalitäten an. Begonnen hat dieser Prozess bereits in den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts mit Bestandsverwaltung und einfachen Ein- und Auslagerungsfunktionen im Modul MM (Materials Management).

Diese Funktionalität wurde schrittweise um Logistikfunktionen für komplexere Läger erweitert und zu einem LVS ausgebaut, das seit 1998 unter der Bezeichnung LES (Logistics Execution System) am Markt angeboten wird. LES plant und verwaltet Transporte als Quelle-Ziel-Beziehungen in der für LVS charakteristischen Art und Weise. Die für den Transport erforderlichen einzelnen Schritte werden nicht betrachtet.

Das Modul TRM (Transaction and Resources Management), das SAP seit 2003 im Standard von SAP/R3 ausliefert, übernimmt Funktionen der Materialflusssteuerung und ermöglicht die direkte Anbindung von SAP an speicherprogrammierbare Steuerungen. TRM kann Transporte in einzelne Vorgänge zerlegen und entsprechend verwalten, hat sich aber für den Einsatz in automatisierten Lägern nicht durchgesetzt, insbesondere weil es keine Standardschnittstelle für die Kommunikation mit der SPS hat (vgl. z. B. KREUTZMEIER 2008).

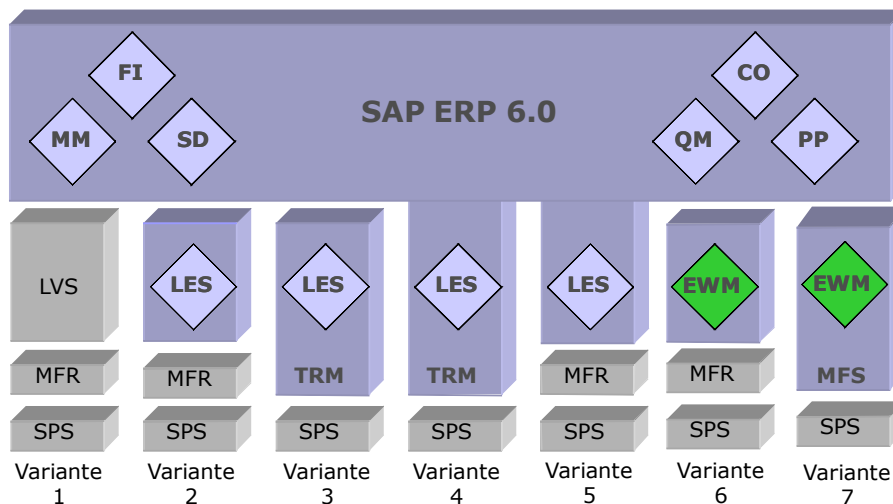


Abbildung 2: Steuerungsebenen in Logistiksystemen bei Einsatz von SAP (Quelle: Fa. Prisma)

Diese Lücke hat SAP mit dem seit 2007 verfügbaren Modul EWM (Extended Warehouse Management) nochmals verkleinert. Zum einen bietet EWM einen gegenüber TRM deutlich erweiterten Materialflusssteuerungsumfang. So können etwa Fördersegmente, Fördersegmentgruppen oder Ressourcen wie beispielsweise Regalbediengeräte angelegt und verwaltet werden. Ferner lassen sich Regeln für die Wegesteuerung (Routing) durch das Layout eines Logistiksystems definieren. Die direkte Kommunikation mit der unterlagerten SPS hat SAP mit EWM ebenfalls weiter-

entwickelt, auch wenn immer noch eine Anpassungsschicht zwischen den von SAP verwendeten RFCs (Remote Function Calls; Standard-Protokoll für den Datenaustausch mit SAP-Modulen) und der SPS-Ebene erforderlich ist (vgl. DÖMMING 2010).

In Anlehnung an die in Kapitel 2 eingeführte Ebenenstruktur zeigt Abbildung 2 sieben Varianten der Aufteilung von Steuerungsfunktionen vom LVS über den MFR zur SPS. Sechs dieser Varianten ergeben sich alleine durch die unterschiedlichen Möglichkeiten, heute verfügbare SAP-Module in die Logistiksteuerung einzubinden. So kann etwa LES mit einem MFR von einem anderen Softwareanbieter gekoppelt werden oder zusammen mit TRM zum Einsatz kommen. LES kann in eine SAP/R3-Installation integriert werden oder als dezentrale Applikation an SAP/R3 oder auch an ein anderes ERP-System angebunden werden. Auf diese Art und Weise kommt es zu den Varianten in Abbildung 2, wobei die Darstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt: weitere Konfigurationen und technische Details finden sich z. B. in IWL (2009).

Insgesamt ist aufgrund der Standardisierungsbestrebungen in der Informationstechnologie, der starken Verbreitung von SAP als ERP-System und der von SAP in den letzten Jahren kontinuierlich verkleinerten funktionalen Lücke zwischen den haus-eigenen Logistiklösungen und den Paketen von anderen Softwareanbietern davon auszugehen, dass sich der Marktanteil von SAP/EWM erhöhen wird.

4 Emulation bei Einsatz von SAP-Modulen

Das vorhergehende Kapitel hat gezeigt, dass Softwaremodule von SAP zunehmend mehr Steuerungsfunktionen innerhalb von Logistiksystemen abdecken können. Auf diesem Weg spielt SAP eine immer größere Rolle im Markt für Lagerverwaltungssysteme und Materialflussrechner. Gleichzeitig gewinnt Emulation als spezielle Simulationsanwendung im Bereich der Lagerlogistik stetig an Bedeutung. Aus dieser Konstellation haben sich in den letzten Jahren fast zwangsläufig Projekte ergeben, bei denen es um die Emulation zur virtuellen Inbetriebnahme von SAP-Modulen wie LES, TRM oder EWM geht.

Ein Anwendungsfall, der beispielgebend in der Konsequenz des Emulationseinsatzes ist und bei dem eine Logistiksteuerung mit SAP LES eingesetzt wird, findet sich bei dem auf Logistik spezialisierten Unternehmen transpharm in Ulm, einem Tochterunternehmen des Pharmagroßhändlers ratiopharm (vgl. RÖDER 2007). Realisiert ist dort Variante 2 aus Abbildung 2: die Lagerverwaltung mit LES wird durch einen Materialflussrechner der Firma Siemens ergänzt. Die Projektverantwortlichen haben sich für einen umfassenden Test des Materialflussrechners durch Emulation entschieden. Getestet worden sind die Steuerungen der Regalbedien-geräte sowie der Tablar- und der Palettenfördertechnik. Bereits damit ließen sich erhebliche Einsparungen realisieren (vgl. SEEBAUER 2004). Bemerkenswert an diesem Projekt ist nicht nur, dass die Beteiligten die Größenordnung der Einsparungen in der Inbetriebnahmephase mit 50 % im Vergleich zu "konventioneller" Arbeitsweise beziffern, sondern dass sich der Anlagenbetreiber entschieden hat, das Emulationsmodell und die entsprechende Testumgebung dauerhaft auf dem aktuellen Stand zu halten. So kann jeder neue Softwarestand von LES oder des Material-

flussrechners vor der Einspielung in der realen Anlage virtuell getestet werden und Emulation wird zum betriebsbegleitenden Werkzeug.

Im zweiten hier vorgestellten Anwendungsfall hat sich die Firma Wollschläger, ein mittelständischer Lieferant von Metallwerkzeugen, zu einer Erneuerung der Steuerungssoftware eines vorhandenen Versandlagers entschlossen. Die seit mehreren Jahren eingesetzte und nicht mehr allen Anforderungen genügende "alte" Softwarelösung ist durch SAP-EWM abgelöst worden, wobei auch die Materialflusssteuerung aus SAP heraus erfolgt. Realisiert worden ist in diesem Beispiel also Variante 7 aus Abbildung 2. Die Emulation hat dabei in erster Linie dem Softwarehaus, das die EWM-Installation betreut, dazu gedient, das Modul einzurichten und virtuell in Betrieb zu nehmen. Ob der Anlagenbetreiber die Emulationsumgebung künftig auch einsetzen wird, ist derzeit noch nicht entschieden. Auch hier hat sich der modellgestützte Softwaretest bereits in der Inbetriebnahmephase amortisiert.

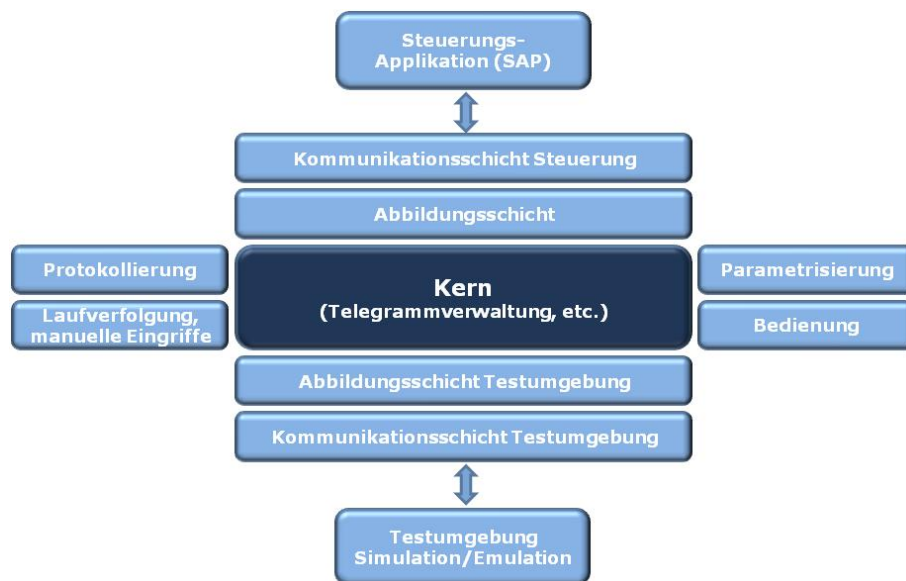


Abbildung 3: Struktur einer Schnittstellensoftware zwischen SAP-Steuerungen und Emulationsmodellen

So erfolgreich diese und weitere Anwendungsfälle für sich genommen auch sind, die zur Implementierung der Emulationsumgebung jeweils erforderliche Vorgehensweise unterscheidet sich nicht wesentlich von der Vorgehensweise in Emulationsprojekten, in denen die Logistiksteuerung nicht durch SAP-Module erfolgt: zur Realisierung des Datenaustauschs zwischen realer Steuerung und Emulationsmodell werden die erforderlichen Telegramme Schritt für Schritt im Modell oder in einer Schnittstellensoftware zwischen Steuerung und Modell (vgl. Abb. 2) umgesetzt. Diese Umsetzung ist in der Regel zeitintensiv und fehleranfällig. Sie steht auch in einem gewissen Kontrast zu der mit dem SAP-Einsatz grundsätzlich angestrebten Standardisierung. Eine einheitliche Schnittstelle zur Verknüpfung von SAP-Logistiksteuerungen mit unterlagerten Testumgebungen ist eine denkbare Antwort auf diese Problematik.

Abbildung 3 vermittelt einen Überblick über die mögliche Architektur einer Software an der Schnittstelle zwischen SAP und Emulationsmodellen. Die Kommunikationsschichten haben jeweils die Aufgabe, die entsprechenden Kommunikationsprotokolle wie RPC (vgl. Kap. 3) oder TCP/IP zur Verfügung zu stellen. Die Abbildungsschichten haben beispielsweise die Aufgabe, empfangene Telegramme zu zerlegen und abzuschickende Telegramme zu erstellen. Die Verwaltung, Spezifikation und Pflege der Telegrammtypen ist eine der Kernaufgaben der Software, wozu entsprechende Benutzerschnittstellen und Parametrisierungsmöglichkeiten erforderlich sind. Zur Laufzeit sind dann ferner Protokollfunktionen und Optionen für manuelle Interaktionen (die in der Realität etwa durch Kommissionierer durchgeführt werden) notwendig. Selbstverständlich sind auch bei einem Einsatz einer standardisierten Schnittstellensoftware projektspezifische Telegramme erforderlich. Das Ziel muss es aber sein, diese Telegramme durch einfache Anpassungen vornehmen zu können, ohne neue Kommunikationsstrukturen implementieren zu müssen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Artikel vermittelt einen Überblick über den Status des Emulations-einsatzes in Logistiksystemen sowie über die Steuerung von Logistiksystemen mit SAP. Anhand von zwei Beispielen wurde verdeutlicht, dass eine standardisierte Logistiksteuerung nicht bedeutet, dass auch Testumgebungen in standardisierter Form zur Verfügung stehen. Eine geeignete Schnittstellensoftware, deren Struktur vorgestellt wurde, kann diesbezüglich zu Verbesserungen führen. Dies wird voraussichtlich nicht für alle der dargestellten Varianten von SAP-Steuerungen möglich sein, aber für eine ganze Reihe davon.

Literatur

- AUINGER, Franz; VORDERWINKLER, Markus; BUCHTELA, Georg: Interface driven domain-independent modeling architecture for "soft commissioning" and "reality in the loop". In: Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference. Hrsg.: FARRINGTON, P. A.; NEMBHARD, H. B.; STURROCK, D. T.; EVANS, G. W. Piscataway : IEEE, 1999, S. 798-805.
- DÖMMING, Daniel: Automatiksteuerung direkt aus SAP. In: FM Das Logistik-Magazin, Stuttgart, (2010)3, S. 52-53.
- FOLLERT, Guido; TRAUTMANN, Andreas: Emulation intralogistischer Systeme. In: Simulation in Produktion und Logistik 2006. Tagungsband 12. Fachtagung der ASIM-Fachgruppe Simulation in Produktion und Logistik. Hrsg.: WENZEL, S. Erlangen: SCS Publishing House, 2006, S. 521-530.
- GUTENSWAGER, Kai; FAUTH, Karl-August; SPIECKERMANN, Sven; VOSS, Stefan: Qualitätssicherung lagerlogistischer Steuerungssoftware durch Simulation. In: Informatik Spektrum, Berlin, 23(2000)1, S. 26-37.

- HIBINO, Hironori; FUKUDA, Yoshiro: Emulation in Manufacturing Engineering Processes. In: Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference. Hrsg.: MASON, S. J.; HILL, R. R.; MÖNCH, L.; ROSE, O.; JEFFERSON, J. W.; FOWLER, J. W. San Diego: SCS International, 2008, S. 1785-1793.
- IWL: Lagerverwaltung unter SAP 1999-2009. White Paper, Ulm: IWL AG, [http://www.iwl.de/web/iwl.nsf/files/pm/\\$file/IWL_SAP_WhitePaper.pdf](http://www.iwl.de/web/iwl.nsf/files/pm/$file/IWL_SAP_WhitePaper.pdf), Stand: 30.07.2010.
- KREUTZMEIER, Micheal: Marktorientierter Ansatz für Logistik-Software-Entwürfe. In: MM-Logistik Softwareführer 2007/2008. Würzburg: Vogel-Industrie-Medien, 2008, S. 12-15.
- MAYER, Gottfried, BURGESS, Ulrich: Virtuelle Inbetriebnahme von Produktionssystemen in der Automobilindustrie mittels Emulation. In: Simulation in Produktion und Logistik 2006. Tagungsband zur 12. ASIM-Fachtagung. Hrsg.: WENZEL, S. Erlangen: SCS Publishing House, 2006, S. 541-550.
- McGREGOR, Ian: The Relationship between Simulation and Emulation. In: Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference. Hrsg.: YÜCESAN, E.; CHEN, C.-H.; SNOWDON, J. L.; CHARNES, J. M. Piscataway: IEEE, 2002, S. 1683-1688.
- NOCHE, Bernd: Kopplung von Simulationsmodellen mit Leitrechnern. In: Fortschritte in der Simulationstechnik. Tagungsband 11. ASIM-Symposium. Hrsg.: KUHN, A.; WENZEL, S. Braunschweig: Vieweg, 1997, S. 170-178.
- RÖDER, Gerhard: Simulation – Emulation – Innovation. Die Lebenszyklen des ratiopharm-Logistikzentrums. In: Intralogistik bewegt – mehr Effizienz, mehr Produktivität. Tagungsband 16. Deutscher Materialfluss-Kongress. Düsseldorf: VDI-Verlag, S. 143-148. (VDI-Bericht 1978)
- SEEBAUER, Anja: Expansion. Der Arzneimittelhersteller Merckle/Ratiopharm startet in eine neue Logistikära. In: Logistik heute, München, (2004)7-8, S. 14-17.
- TEN HOMPEL, Michael; SCHMIDT, Thorsten: Warehouse Management – Organisation und Steuerung von Lager- und Kommissioniersystemen. Berlin: Springer, 3. Auflage 2008.
- VDI 3633, Blatt 1, Simulation von Logistik-, Materialfluss- und Produktionssystemen. Berlin: Beuth 2007.
- WOLF, Oliver: Entwicklungen und Trends des WMS-Marktes. In: Ident Jahrbuch 2008, Rödermark: Ident, S. 92-95.