

Simulation in Planung, Realisierung und Betrieb am Beispiel des Container-Terminals Altenwerder

Dr.-Ing. Holger Schütt, Dr. Sönke Hartmann
LOGAS Gesellschaft für logistische Anwendungssysteme mbH
Simulation und Optimierung
Steckelhörn 5, 20457 Hamburg
Tel.: 040 / 37 47 81-0, Fax: 040 / 37 47 81-26
e-mail: hs@logas.de, hartmann@loags.de

*(Erschienen in: D.P.F. Möller (Hrsg.), Simulationstechnik, 14. Symposium.
SCS Europe BVBA, Ghent, 2000. S. 425-430)*

Zusammenfassung

In Hamburg befindet sich zur Zeit ein neues Container-Terminal in der Planung. Die Fertigstellung des Container-Terminals Altenwerder ist für 2003 geplant. Während des gesamten Prozesses, von der Planung des Terminals und der dort vorgesehenen Abläufe über die Entwicklungsunterstützung der Steuerungsstrategien bis hin zur betriebsbegleitenden Unterstützung im Rahmen dispositiver Operationen im Tagesgeschäft, wird ein Simulationsprojekt durchgeführt. Dieser Beitrag stellt das Simulationsmodell vor und gibt einen Überblick über die einzelnen Phasen und Zielsetzungen des Simulationsprojekts.

1 Einleitung

Die Hamburger Hafen- und Lagerhaus AG (HHLA) plant zur Zeit in Hamburg-Altenwerder ein neues Container-Terminal, dessen erster Bauabschnitt im Herbst 2001 in Betrieb gehen soll (vgl. hierzu [1, 2, 3, 4]). In der Endausbaustufe, deren Inbetriebnahme für 2003 geplant ist, werden 14 Zwei-Katz-Containerbrücken auf einer Kailänge von 1.400 m zum Einsatz kommen. Der Kai bietet vier Liegeplätze für Großcontainerschiffe. Das Lager besteht aus 22 Containerblöcken und besitzt eine Lagerkapazität von 30.000 TEU (Maß für Standardcontainer). An jedem Lagerblock stehen zwei schienengebundene Lagerkräne (rail-mounted gantry cranes, RMG) zur Verfügung. Der Transport zwischen den Containerbrücken und dem Lager wird von ca. 60 automatischen Transportfahrzeugen (automated guided vehicles, AGVs) übernommen. Auf der Landseite ist das Lager an den Schienen- und Straßenverkehr angebunden. Der geplante Umschlag liegt bei 1,9 Mio TEU im Jahr. Die Gesamtinvestition für das Container-Terminal Altenwerder beträgt etwa 670 Mio. DM.

Die Zuordnung von Geräten (Containerbrücke, AGV, RMG) zu Aufträgen wird von der sogenannten Terminallogistik und -steuerung (TLS) übernommen. Hierbei ist die zeitliche Koordination der Übergaben zwischen den einzelnen Geräten von besonderer Bedeutung. Aufgrund des

hohen Automatisierungsgrades der einzelnen logistischen Abläufe kommt der TLS eine herausragende Bedeutung für die Produktivität des Gesamtterminals zu.

Die verschiedenen Stufen der Planung und Realisierung werden durch aufeinander aufbauende Phasen eines Simulationsprojekts begleitet. Die Zielsetzungen des Simulationsprojekts reichen von einer Plausibilitätsuntersuchung zur Absicherung der Gesamtinvestition über die Analyse und Auswahl von Steuerungsstrategien bis zur Unterstützung bei der Realisierung der TLS.

2 Das Simulationsmodell

Die Modellierung des Container-Terminals Altenwerder erfolgt mit Hilfe der Simulationssoftware Simple++. Bild 1 zeigt die Gesamtansicht des Simulationsmodells. Die einzelnen Komponenten des Modells lassen sich im wesentlichen in die zwei Kategorien Materialfluss sowie Ter-

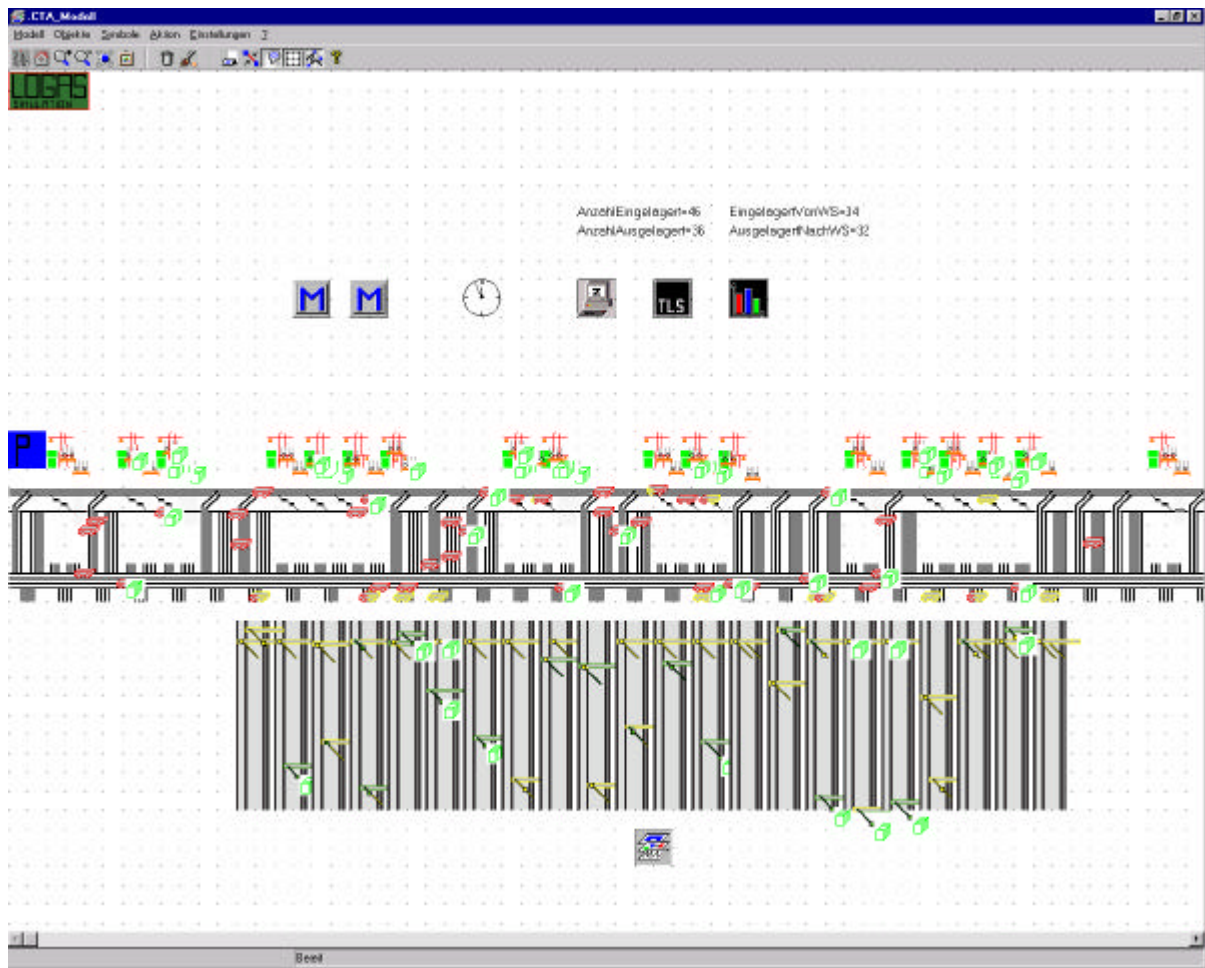


Bild 1: Simulationsmodell des Container-Terminals Altenwerder

miniallogistik und -steuerung einteilen. Daneben existiert eine Simulationsumgebung, die u.a. die Einstellung von Parametern und die Erfassung statistischer Daten ermöglicht. Die Struktur des Simulationsmodells ist in Bild 2 dargestellt.

Der Materialfluss bildet die den Umschlag durchführenden Geräte ab. Er besteht aus den Komponenten der Wasserseite (Containerbrücken), des Horizontaltransports (AGVs und Wegenetz), den Lagerkränen (zwei RMGs pro Block) und der landseitigen Anbindung an das Schienen- und Straßennetz. Diese Materialflusskomponenten enthalten die zugehörigen Gerätesteueringen. Bei der Containerbrücke ist dies die Kollisionsvermeidung der beiden Katzen beim Zugriff auf die sogenannte Laschplattform, die einen Puffer für die Containerübergabe zwischen den beiden Katzen darstellt. In der AGV-Komponente ist neben der Kollisionsvermeidung auch die Verkehrsführung (Routing) enthalten. Die RMG-Komponente verfügt über einen Mechanismus zum Kollisionsschutz für die beiden einzelnen Lagerkräne eines Containerblocks. Bild 1 zeigt den Aufbau der Materialflusskomponenten des Simulationsmodells. Am unteren Bildrand sind die 22 Lagerblöcke mit ihren jeweils 2 RMGs dargestellt. Direkt darüber schließt sich das AGV-Wegenetz an. Oberhalb des Wegenetzes sind die Containerbrücken angeordnet.

Die Terminal-Logistik und -Steuerung (TLS) enthält die Strategien, die einen reibungslosen Betrieb gewährleisten. Hauptaufgabe der TLS ist die zeitliche Koordination der Umschlagsgeräte. Um z.B. einen Container auszulagern und auf ein Schiff zu laden, muss zunächst ein leeres AGV am entsprechenden Lagerblock bereitgestellt werden. Währenddessen muss ein RMG den Container auf das AGV laden. Das AGV muss dann rechtzeitig an der Containerbrücke ankommen,

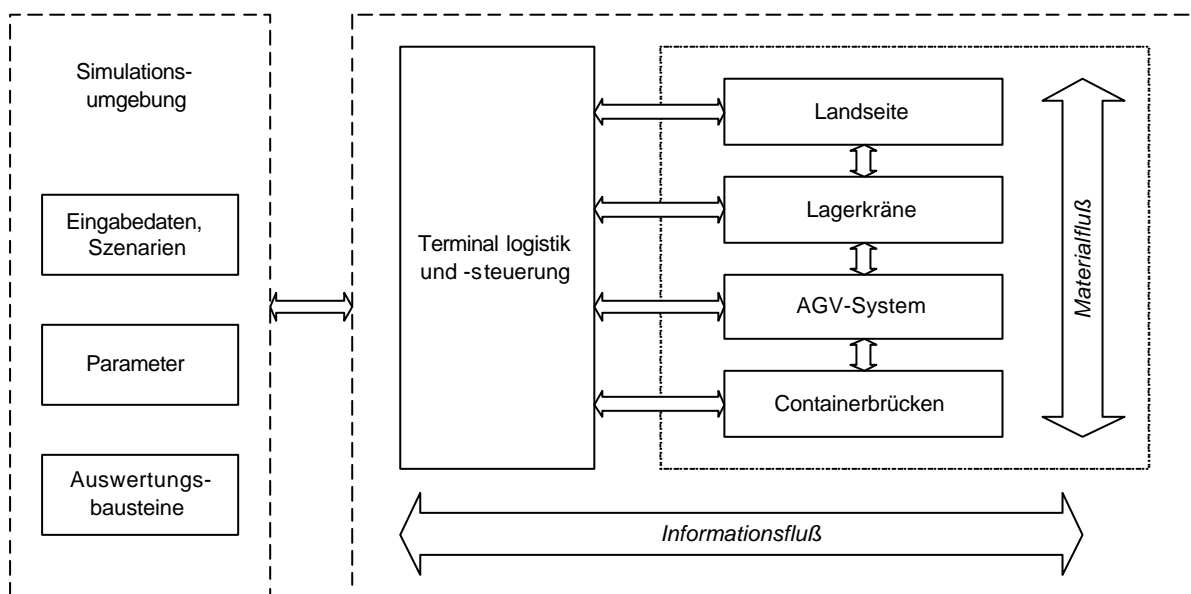


Bild 2: Struktur des Simulationsmodells

um eine weitgehend verzögerungsfreie Beladung des Schiffes in der vorgegebenen Reihenfolge der Container zu ermöglichen. Die TLS kalkuliert für einen solchen Ablauf die für die einzelnen Gerätebewegungen benötigten Zeiten und sorgt darüber hinaus für eine optimierte Zuordnung von Aufträgen zu einzelnen Geräten. Die hierbei entstehenden Auftragssequenzen für die einzelnen Geräte müssen die Zeitvorgaben der Aufträge einhalten und ferner für eine optimale Ausnutzung der Kapazitäten durch kurze Leerfahrten und kurze Wartezeiten sorgen, um die geforderte Produktivität zu gewährleisten. Die TLS ist ein separater Baustein im Simulationsmodell (vgl. Bild 1).

Über diese beiden zentralen Komponenten Materialfluss und TLS hinaus beinhaltet das Simulationsmodell Auswertungsmodule sowie Parametereingaben. Die Auswertungsbausteine dienen der Erstellung von Statistiken. So kann die Terminalproduktivität (gemessen in der durchschnittlichen Anzahl pro Stunde umgeschlagener Container) und deren Entwicklung über die Zeit erfasst werden. Außerdem lassen sich Statistiken zu den einzelnen Komponenten erstellen. Diese Statistiken erfassen insbesondere die Kapazitäten der einzelnen Geräte, etwa die Zeiten, die ein AGV im Durchschnitt leer und beladen fährt, auf Übergabecontainer wartet oder ohne Auftrag ist. Auf der Basis solcher Auswertungen lassen sich Schwachstellen aufzeigen und Potentiale für Produktivitätssteigerungen analysieren (z.B. Verringerung von Wartezeiten durch verbesserte Koordination von Containerübergaben zwischen zwei Gerätegruppen).

Die Parametereingaben des Modells erlauben alternative Einstellungen von Parametern. Dies ermöglicht etwa die Analyse des Einflusses verschiedener technischer Gerätedaten (z.B. Geschwindigkeiten) sowie verschiedener Szenarien (z.B. Variationen in der Anzahl landseitig ein- bzw. auszulagernder Container). Auch die Steuerungsparameter für die TLS können hier eingestellt und variiert werden.

3 Phasen des Simulationsprojektes

Die erste Phase des Simulationsprojektes bestand in der Durchführung einer Plausibilitätsüberprüfung. Das Ziel dieser Studie war ein auf einem Grobmodell basierender erster Nachweis der Plausibilität der Terminalkonfiguration und der geplanten Abläufe. Hierfür wurde ein Modell entwickelt, in dem sowohl die Materialfluss- als auch die TLS-Komponenten abstrahiert abgebildet wurden. Mit Hilfe dieses Modells wurden dann erste Aussagen zu Umschlagsproduktivitäten und Geräteanzahlen getroffen. Die Produktivitäten wurden sowohl innerhalb des Gesamtmodells als auch isoliert für einzelne Gerätekomponenten (eine Containerbrücke sowie die beiden RMGs eines Lagerblockes) untersucht.

In der sich daran anschließenden Phase wird das im Rahmen der Plausibilitätsstudie erstellte Modell weiter detailliert. Ziel hierbei ist die Unterstützung bei der Detailkonzeption der Steuerungsstrategien der TLS. Zum einen wird die in der ersten Phase noch abstrahiert abgebildete TLS des Simulationsmodells stärker an die im Konzept vorgesehenen Strukturen angepasst. Zum anderen

werden für die einzelnen Steuerungskomponenten der TLS (z.B. Auftragszuordnung zu den AGV) alternative Optimierungsstrategien abgebildet und untersucht. Die Simulation dient in dieser Phase somit der Analyse der Auswirkungen einzelner Strategien und Parametereinstellungen schon während der Konzeptionsphase.

Neben der Unterstützung bei der Konzeptionierung ist der Einsatz der Simulation auch zur Unterstützung bei der Realisierung der TLS geplant. Mit fortschreitender Realisierung der einzelnen Strategien ist eine Kopplung des Simulationsmodells mit den realisierten Teilen der TLS vorgesehen. Diese in Bild 3 dargestellte Kopplung erlaubt eine laufende Überprüfung und damit Entwicklungsunterstützung der einzusetzenden Steuerungen ohne Reibungsverluste durch die Umsetzung zwischen Simulationsumgebung und TLS-Entwicklungsumgebung. Durch diese Kopplung sind auch Laufzeituntersuchungen und Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit der Steuerungen durchführbar.

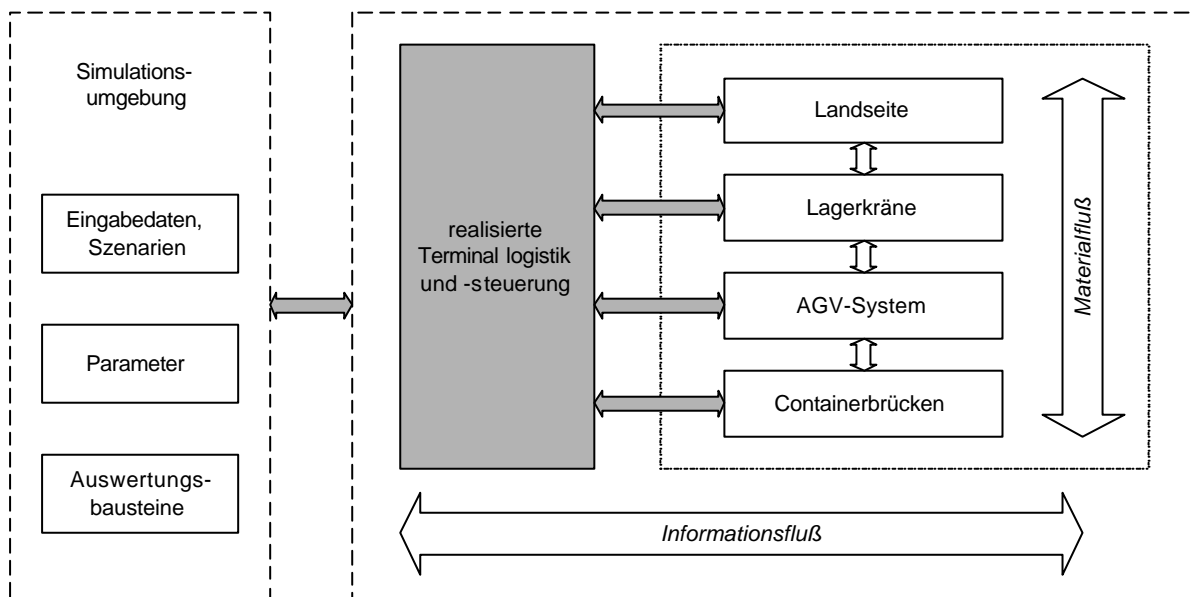


Bild 3: Anbindung der realisierten TLS an das Simulationsmodell

Auch die Auskopplung einzelner Materialflusskomponenten aus dem Gesamtsimulationsmodell ist denkbar. So könnten z.B. nach Lieferung des Steuerungssystems der AGV und der ersten Geräte auf einem menschenleeren Terminal durch das Simulationsmodell virtuelle Container von virtuellen Containerbrücken auf die AGV gelöscht werden. Diese werden durch die AGV-Steuerung zu den virtuellen Lagerblöcken geleitet, um dort von virtuellen Kränen entladen zu werden. Auf diese Weise sind vor Inbetriebnahme des Gesamtterminals einzelne Komponenten des Systems auf Funktionsfähigkeit und Produktivität testbar (vgl. hierzu Bild 4).

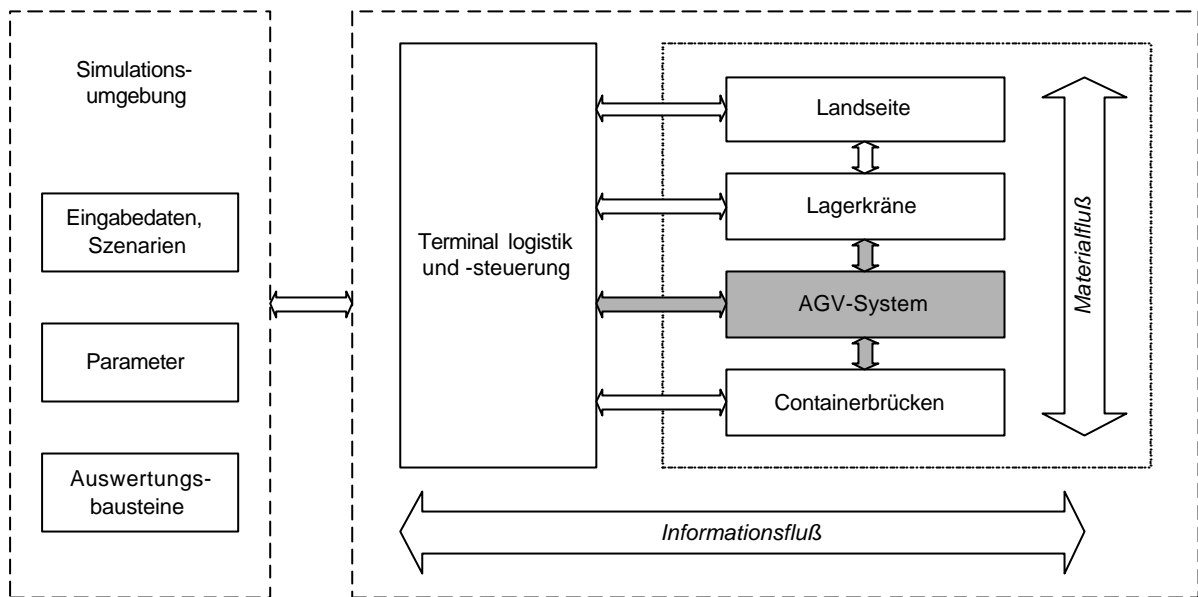


Bild 4: Anbindung des realen AGV-Systems

Nach Inbetriebnahme des Terminals ist der betriebsbegleitende und -optimierende Einsatz der Simulation geplant. Durch Kopplung des Simulationsmodells mit dem operativen System können z. B. Auswirkungen von Alternativstrategien getestet werden oder durch Simulationsläufe dispositive Entscheidungen unterstützt werden.

4 Schlussbemerkung

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der hier beschriebene übergreifende Einsatz der Simulation in der planungs-, realisierungs- und betriebsbegleitenden Unterstützung sowohl durch die Wiederverwendung der einzelnen Komponenten als auch durch die Kopplung von operativem System und Simulationsmodell zukunftsweisend ist.

Literaturverzeichnis

- [1] C. Baker: Altenwerder – the details. *Port development international* 07/08 (1999), S. 24-25.
- [2] o.V.: Hamburg-Altenwerder: Weltpremiere für ein Logistikzentrum der Zukunft. *Transport Markt* 07 (1999).
- [3] o.V.: HHLA's automated future. *WorldCargo news* 08 (1999).
- [4] o.V.: HHLA's world premiere. *Container Management* 08 (1999), S. 41-43.