



# Simulation von Containerbahnhöfen

Intermodale Umschlagterminals des kombinierten Verkehrs sind Anlagen im Binnenland, in denen Ladeeinheiten umgeladen werden. Gerade durch die Einführung des *Hub-and-Spoke Konzeptes* wächst neben dem Umschlag von Gütern vom Lkw zum Zug und umgekehrt, auf den Terminals auch der Anteil des Gatewayverkehrs, der den Umschlag von Gütern zwischen Zügen verschiedener Relationen beschreibt.

Im Gegensatz zu Rangierbahnhöfen, auf denen die Waggons zu neuen Zügen zusammengestellt werden, überspannen auf Umschlagterminals meist große Portalkrane die Gleise und schlagen die Güter zwischen den Zügen um.



Gleise, Züge und Krane auf einem Containerterminal.  
Das Foto entstand aus dem Fenster eines Portalkrans.

Neben den Kranen und den Gleisen sind auch die Lagerflächen für Ladeeinheiten, die erst später verladen werden ein wichtiger Bestandteil des Terminals. Oftmals gibt es auf größeren Terminals noch weitere Verladesysteme zur Entlastung der Portalkrane.

## Simulation und Optimierung

Warum ist nun eine computergestützte Simulation dieser Terminals von Interesse? In der Planungsphase von komplexen Projekten wie einem Containerterminal hat sich die Computersimulation zu einem wichtigen Werkzeug entwickelt. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, den Bedarf an Kranen, Gleisen, Lagerflächen und eventuellen weiteren Transportsystemen im Vorhinein mit hinreichender Genauigkeit abzuschätzen. Gleiches gilt für den Ausbau von bestehenden Terminals, wenn diese für ein größeres Containeraufkommen erweitert werden sollen.

Auch an Terminals, die sich bereits im Betrieb befinden, tauchen Fragestellungen auf, die sich mit Hilfe einer Computersimulation beantworten lassen. Ein Terminalbetreiber interessiert sich beispielsweise dafür, ob die bestehende Infrastruktur noch weitere Züge abfertigen könnte oder ob die Prozesse auf dem Terminal bereits nach verschiedenen Kriterien optimal ablaufen. Hier kommt neben der Computersimulation der Aspekt der *Optimierung* ins Spiel.

Der Einsatz einer computergestützten Optimierung ist nicht auf die Planungsphase beschränkt. Eine simulationsbasierte Optimierung kann auch auf dem Terminal eingesetzt werden. Besonders hilfreich ist eine Rechnerunterstützung immer dann, wenn auf dem Terminal spontan Entscheidungen getroffen werden müssen. Dies tritt beispielsweise auf, wenn ein Zug verspätet auf dem Terminal eintrifft oder einer der Portalkrane ausfällt.

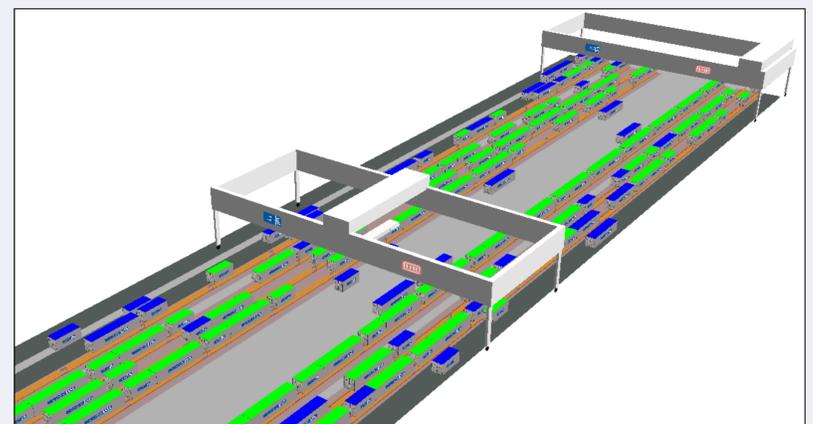
## Umsetzung im Computermodell

Die einzelnen Bestandteile des Terminals müssen zunächst in ein Computermodell überführt werden. Unter einem Modell versteht man im Allgemeinen eine Reduzierung der Wirklichkeit auf die für eine Problemstellung wesentlichen Aspekte. Ein Computermodell hat die Aufgabe, dieses Modell in einer dem Computer verständlichen Weise zu beschreiben.

Hierfür bietet sich die objekt-orientierte Modellierung an, bei der jedes Element des Modells als eigenständiges Element, einer sogenannten Klasse, aufgefasst wird.

Neben den „sichtbaren“ Teilen des Terminals wie den Kranen, Zügen, Containern etc. müssen im Computermodell jedoch auch abstrakte, also unsichtbare, Teile des Terminalbetriebs berücksichtigt werden. Hierzu zählen unter anderem eine Vielzahl von Operationen, die beispielsweise Transportoperationen wie den Transport eines Containers vom Zug in ein Lager beschreiben.

## Der virtuelle Disponent

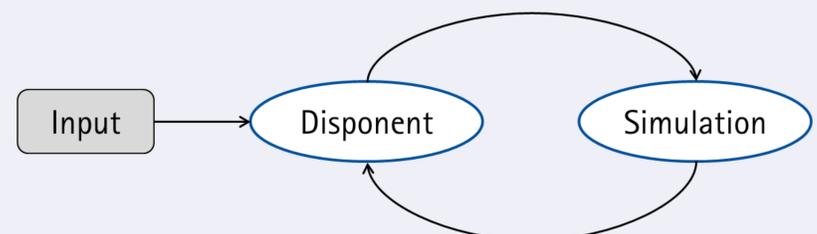


3D-Ansicht eines Containerterminals in der Computersimulation

Auf dem Terminal werden die Be- und Entladevorgänge vom Disponenten koordiniert. Der Disponent trifft Entscheidungen, bei denen er sich maßgeblich auf sein Wissen und seine Erfahrung verlässt.

Um in der Computersimulation einen möglichst hohen Realitätsgrad zu gewährleisten, soll das Verhalten des menschlichen Disponenten nachempfunden werden. Zu diesem Zweck werden verschiedene stochastische Ansätze mit einer Wissensbasis kombiniert.

Der virtuelle Disponent kommt immer dann zum Einsatz, wenn sich im Laufe der Simulation die äußeren Randbedingungen, beispielsweise durch Zugverspätungen, ändern. In diesem Fall greift der Disponent in den Simulationsablauf ein.



Zusammenspiel zwischen Disponent und Simulation

Institut für Bauinformatik

PD Dr.-Ing. Volker Berkhahn, M.Sc. Tim Berthold,  
M.Sc. Matthias Bode, Dipl.-Ing. Chris Schiermeyer