

# Planungsprobleme in Containerterminals

**Jürgen Sauer, Uwe Krisch**

Universität Oldenburg, Department für Informatik

D-26111 Oldenburg, Germany

[juergen.sauer@uni-oldenburg.de](mailto:juergen.sauer@uni-oldenburg.de)

Im Zusammenhang mit der Optimierung des Containerumschlags in Containerterminals treten einige Planungsprobleme auf, die sich auf die Effizienz im Containertransport auswirken. Zu den Planungsproblemen gehören die Liegeplatzplanung sowie die Containerbrückeneinsatzplanung. Bei der Liegeplatzplanung wird jedem Containerschiff genau ein Platz am Anlegebereich des Terminals zu einem bestimmten Zeitpunkt und für eine geplante Dauer zugewiesen. Die Dauer wird lediglich geschätzt, da die Zeit zum be- und entladen nicht immer exakt bestimmt werden kann. Jeder Terminal hat eine begrenzte Anzahl an Containerbrücken, die zum be- und entladen der Containerschiffe dienen und deren Einsatz durch die Containerbrückeneinsatzplanung erfolgt.

An der Carl von Ossietzky Universität wurde in innerhalb von zwei Jahren von 2007 bis 2009 die Simulationssoftware Virtual Port für den Containerterminal „JadeWeserPort“ in Wilhelmshaven entwickelt. Das Besondere an dieser Simulationssoftware ist, dass der Terminal dreidimensional dargestellt wird und somit der gesamte Ablauf im Hafen aus beliebigen Kameraperspektiven betrachtet werden kann. Das datenbankbasierte Softwaresystem besteht aus drei Subsystemen, welche die 3D-Darstellung (Xith3D), die Hafensimulation (eM-Plant) und die Planungskomponente (vTOS), die in Java entwickelt wurde, darstellen. Weiterhin gehört zu Virtual Port eine Testumgebung, mit der Hafenszenarien erstellt, in der Datenbank gespeichert und mit vTOS gestartet werden kann. Die Planungskomponente vTOS enthält die Yard-Organisation, die Liegeplatzplanung und die Containerbrückeneinsatzplanung, sind Teile der vTOS-Erweiterung und in vTOS integriert.

Im Folgenden werden die Komponenten von Virtual Port grafisch dargestellt und deren Funktionen aufgelistet.

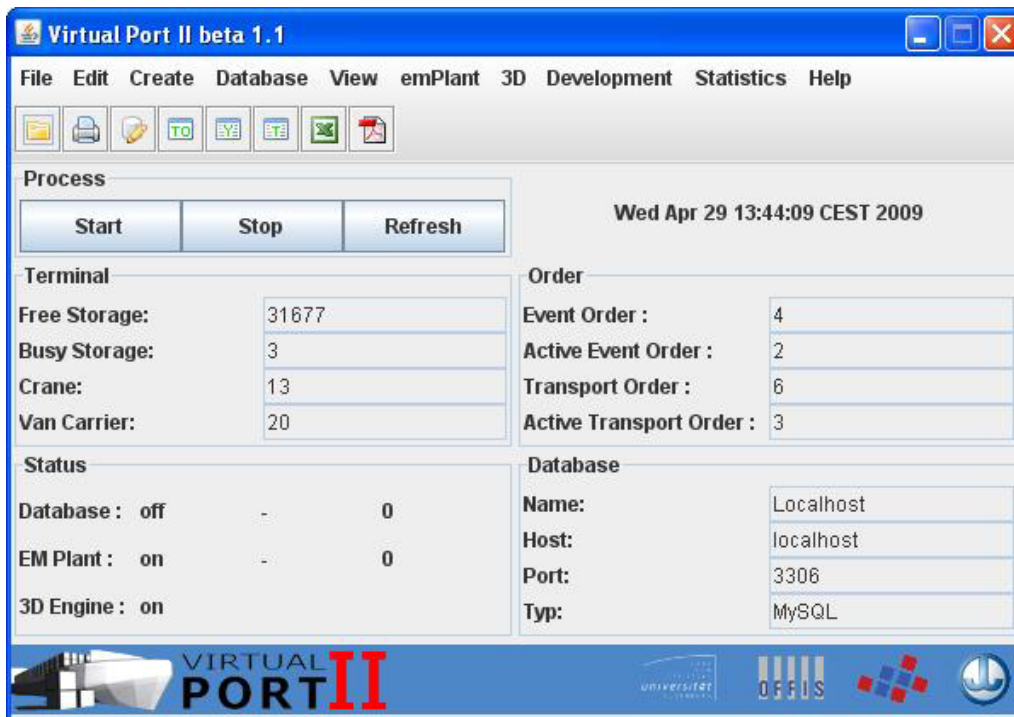


Abbildung 1: vTOS: virtual terminal operation system.

### vTOS: virtual terminal operation system

- Testumgebung mit Szenarienerstellung
- Erstellen der einzelnen Komponenten eines Szenarios
- Steuerung von eM-Plant (socket communication)
- Planungsalgorithmen für
  - Liegeplatzplanung
  - Containerbrückeneinsatzplanung
  - Yard-Planung (Löschen der Container vom Schiff und Zuweisung eines Platzes auf dem Terminal)

### SIM: simulation component

- verwendet eM-Plant/ PlantManager
- Simulation der Transportvorgänge sowie der Lagerung der Container auf dem Terminal

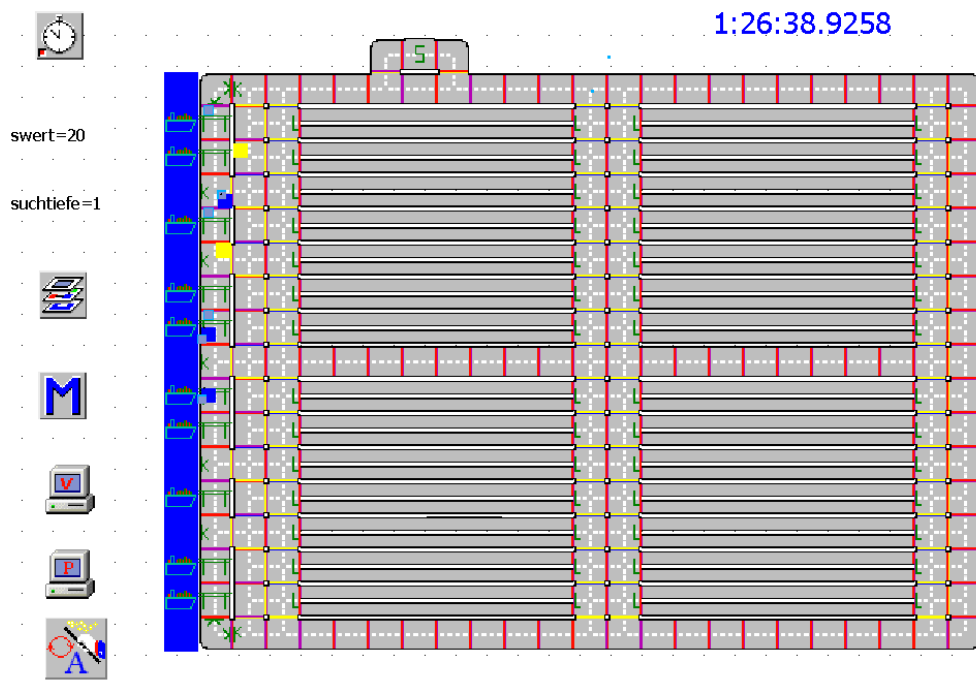


Abbildung 2: Simulation des Terminals mit eM-Plant.

- Steuerung erfolgt durch vTOS
- Abbildung des Terminals
- Objekte:
  - Züge
  - Van-Carrier
  - Containerbrücken
  - Container
  - Containerschiffe

#### **VIZ: 3D visualization component**

- verwendet die Xith3D-engine
- Darstellung des Terminals
- alle Objekte der Simulation werden dreidimensional dargestellt



Abbildung 3: 3D-Darstellung des Terminals.

Um ein Szenario in Virtual Port ablaufen zu lassen werden zunächst die einzelnen Bestandteile erstellt und gespeichert. Zuerst werden einige Bays erstellt, die Containerreihen auf einem Containerschiff darstellen. Anschließend werden Containerschiffe erstellt und die zuvor erstellten Bays können diesen Schiffen zugewiesen werden. Somit entstehen beliebig konfigurierte Containerschiffe. Der nächste Schritt ist die Erstellung eines Ablaufplans, in dem die zuvor erstellten Schiffe diesem Plan zugewiesen werden und für jedes Containerschiff ein Zeitraum angegeben wird. Im letzten Schritt in der Szenarienerstellung wird das Szenario konfiguriert. Dazu werden die Planungsregeln, der Ablaufplan und der Terminal ausgewählt. Das komplette Szenario wird in der Datenbank gespeichert und kann nun in Virtual Port bzw. vTOS gestartet werden.

Die Planungsregeln und die Testumgebung gehören zur vTOS-Erweiterung und die Planungsregeln sind die Verfahren mit denen die Liegeplatzplanung und die Containerbrückeneinsatzplanung erfolgen sollen. Da der Liegeplatz des Terminals begrenzt ist, und die Anzahl der Containerschiffeschiffe sowie deren Zeiträume im Ablaufplan des Szenarios beliebig angegeben werden können, kann es vorkommen, dass nicht alle Schiffe zur geplanten Zeit am Liegeplatz anlegen können. Deshalb werden Regeln für die Liegeplatzplanung eingeführt. Ähnliches gilt auch für die Container-

brücken, die nicht in beliebiger Anzahl zur Verfügung stehen. Das sich die Containerbrücken auf Schienen bewegen und sich daher nicht überschneiden können, ist ebenfalls zu berücksichtigen. Für die Liegeplatzplanung stehen drei Verfahren zur Auswahl. Ein Containerschiff kann dem Liegeplatz entweder nach dem first come first serve (FCFS), der Schiffslänge oder der Containerumschlagmenge des Containerschiffs erfolgen. Die Containerbrücken werden nach zwei Verfahren zugewiesen, entweder nach der Containerumschlagmenge oder nach der Schiffslänge. Da im Ablaufplan des Szenarios die Zeiten jedes Containerschiffs angegeben sind, kann das FCFS verwendet werden, wobei das Schiff zuerst einen Liegeplatz erhält, welches planmäßig auch zuerst anlegen soll. Wird nach Schiffslänge verfahren, werden die Daten aus dem Prozess der Erstellung verwendet. Die längsten Schiffe haben dabei Vorrang. Das Verfahren der Containerumschlagmenge sieht sich die Containerliste der Schiffe an. Je mehr Container eines Containerschiffs umgeschlagen werden müssen, desto höher fällt die Priorität in der Zuweisung von Liegeplatz und/oder Containerbrücken aus.

### Yard-Planung

- Storage Location Problem nach ZHANG ET AL. aus [Mei08](angepasst nach reduzierten Bedingungen in Virtual Port)
- Zuweisung der Container nach dem Prinzip der gleichmäßigen Verteilung in Blöcken auf dem Terminal

### Liegeplatzplanung

- First Come - First Served: Zuweisung der Containerschiffe nach ihrer Ankunft am Terminal
- Ablauf:
  - fillBerth() - Alle Methoden der Liegeplatzplanung rufen zunächst die Methode fillBerth() auf, die ein Berth- Array mit allen benötigten Informationen aus dem Szenario füllt. Dazu wird auf die Datenbank der vTOS-Erweiterung zugegriffen.

```

1 Berth allocation by first come – first served
2 fillBerth ();
3 Comparator<Berth> comp = new FIFOComparator ();
4 Array.sort ( berth , comp );
5 getBerthPositions ();
6 return berth ;

```

Listing 1: Liegeplatzplanung nach FIFO.

```

1 Berth [] getBerthPositions() {
2   position=0;
3   for(berth.length){
4     if(berth[i].getShipLength < 98){ //length of the
        berth
5       berth.setBerthPosition(berth.getShipLength +
        position)
6       position = berth[i].getBerthPosition;
7     }
8   }
9   return berth;
10 }

```

Listing 2: Liegeplatzbestimmung.

- Containerumschlagmenge: Zuweisung der Liegeplätze nach der Anzahl der Container, die vom Schiff gelöscht und auf das Schiff geladen werden
  - Ablauf: wie zuvor, lediglich die Methode zum Sortieren ist entsprechend geändert
- Schiffslänge: Zuweisung der Liegeplätze nach Schiffslänge, das größte Schiff erhält zuerst einen Liegeplatz
  - Ablauf: wie zuvor, lediglich die Methode zum Sortieren ist entsprechend geändert

### Containerbrückeneinsatzplanung

- Schiffslänge: Zuweisung der Containerbrücken nach Schiffslänge, das größte Schiff erhält, wenn möglich, die meisten Containerbrücken
- Ablauf:
  - fillCrane() - Alle Methoden der Containerbrückeneinsatzplanung rufen zunächst die Methode fillCrane() auf, die ein Crane-Array mit allen benötigten Informationen aus dem Szenario füllt. Dazu wird auf die Datenbank der vTOS-Erweiterung zugegriffen.

```

1 Crane for ships by ship length
2 fillCrane();
3 Comparator<Crane> comp = new ShipLenghtComparator();
4 Array.sort(crane, comp);

```

```
5 getNumberCranes ();
6 setCraneID 's ;
7 return crane ;
```

Listing 3: Containebrückeneinsatzplanung nach Schiffslänge.

- Containerumschlagmenge: Zuweisung der Containerbrücken nach der Anzahl der Container, die vom Schiff gelöscht und auf das Schiff geladen werden
- Ablauf:
  - wie zuvor, lediglich die Methode zum Sortieren ist entsprechend geändert

Da die vTOS-Erweiterung nicht Bestandteil von vTOS selbst ist, sondern als Modul betrachtet werden kann, kann dieses auch unabhängig von Virtual Port selbst verwendet werden. Damit lassen sich schnelle Analysen für die Liegeplatzplanung und der Containerbrückeneinsatzplanung durchführen.

Eine Erweiterung könnte die Realisierung einer Stauplanung für Containerschiffe sein. Eine solche Erweiterung könnte entweder in vTOS selbst integriert werden, aber auch die vTOS-Erweiterung kann um diese Planungskomponenten ergänzt werden. Natürlich wurde eine begrenzte Anzahl an Verfahren für die beiden Planungsaufgaben Liegeplatz und Containerbrückeneinsatzplanung implementiert. Hier ist eine weitere Ausbaubarkeit zu sehen, da sich die Anzahl an Alternativen erhöhen ließe und somit die gesamte Simulationssoftware Virtual Port an Einsatzmöglichkeiten gewinnt. Es könnten zum Beispiel Verfahren implementiert werden, welche die Liegeplätze und die Containerbrücken nach Reederei oder Frachtwert berechnen. Die Erstellung eines Szenarios wurde in mehreren Schritten unterteilt. Hier wäre es möglich weitere Komponenten hinzuzufügen und damit das Szenario noch detaillierter zu erstellen. Insbesondere wenn sich die realen Bedingungen von Containerterminals oder Containerschiffen verändern, scheint hier eine Anpassung sinnvoll.

Insgesamt kann mit Virtual Port ein Containerterminal mit allen Planungsproblemen abgebildet und die Auswertung des Szenarios sowohl in der 3D-Darstellung wie auch unter Analyse der Planungsergebnisse der einzelnen Planungsschritte eines Szenarios durchgeführt werden.

## Literatur

- [GHOK04] Günther, Hans-Otto, Kim, Kap Hwan: Container Terminals and Automated Transport Systems: Logistics Control Issues and Quantitative Decision Support, Springer, Berlin, 1. Auflage, Ed., 2004.
- [Hen06] Henesey, Lawrence Edward: Multi-Agent Systems for Container Terminal Management, Blekinge Institute of Technology, ISSN 1653-2090, 2006
- [KHG07] Kim, Kap Hwan, Günther, Hans-Otto: Container Terminals and Cargo Systems: Design, Operations Management, and Logistics Control Issues, Springer, Berlin, 1. Auflage , 2007.
- [Mei08] Meier, Leif Hendrik: Koordination interdependenter Planungssysteme in der Logistik: Einsatz multiagentenbasierter Simulation im Planungsprozess von Container-Terminals im Hafen, Gabler, 1. Auflage, 2008.