



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>II</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Der Containerterminal Altenwerder (CTA) .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Entstehung .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Aufbau des CTA .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Funktionen und Geschäftsprozesse .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Architektur des CTA-Softwaresystems .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Entwicklungsprojekt .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Technologie .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 Allgemeine Architekturmerkmale .....</b>	<b>11</b>
<b>3.4 Teilsysteme .....</b>	<b>12</b>
3.4.1 Container-Basis System (CBS) .....	12
3.4.2 Automatik-TLS (A-TLS) .....	13
3.4.3 Hinterland-TLS (H-TLS) .....	15
3.4.4 Container-Zoll-System (CZS) .....	15
3.4.5 Planungssystem (SPARCS) .....	15
3.4.6 JMS-Middleware .....	16
<b>3.5 Infrastruktur .....</b>	<b>17</b>
<b>4 Vergleich mit anderen Containerterminals .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 HHLA-Terminal Burchardkai .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 JadeWeserPort - Wilhelmshaven .....</b>	<b>20</b>
<b>5 Fazit und Ausblick .....</b>	<b>21</b>
<b>Anhang: Lage des CTA .....</b>	<b>22</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>23</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Technische Daten des CTA .....	6
Abbildung 2: Terminalsituation von der Wasserseite .....	7
Abbildung 3: Containerbrücke des CTA .....	7
Abbildung 4: AGV zwischen Containerbrücke und Containerlager .....	8
Abbildung 5: Containerlager mit DRMG .....	8
Abbildung 6: Geschäftsprozesse am CTA .....	9
Abbildung 7: Teilsysteme des CTA-Steuerungssystems.....	11
Abbildung 8: Komponenten des CBS.....	12
Abbildung 9: Organisation der automatischen Transporte .....	13
Abbildung 10: aktive Objekte der A-TLS und ihre Zusammenarbeit.....	14
Abbildung 11: Screenshot des Planungssystems SPARCS.....	16
Abbildung 12: Verteilung der CTA-Komponenten und Daten über das WAN17	
Abbildung 13: Vergleich der Technischen Daten vom CTA und CTB .....	18
Abbildung 14: Van Carrier am Terminal Burchardkai .....	18
Abbildung 15: Auszug aus der EUROGATE-Pressemitteilung, 25.04.06.....	20

## Abkürzungsverzeichnis

AGV	<b>A</b> utomated <b>G</b> uided <b>V</b> ehicle
CTA	<b>C</b> ontainer <b>T</b> erminal <b>A</b> ltenwerder
CTB	<b>C</b> ontainer <b>T</b> erminal <b>B</b> urchardkai
DFÜ	<b>D</b> aten <b>f</b> ern <b>ü</b> bertragung
DRMG	<b>D</b> ouble <b>R</b> ail <b>M</b> ounted <b>G</b> antry Cranes
HHLA	<b>H</b> amburger <b>H</b> afen- und <b>L</b> agerhaus <b>A</b> G
HPA	<b>H</b> amburg <b>P</b> ort <b>A</b> uthority (Hafenbehörde)
HPC	<b>H</b> amburg <b>P</b> ort <b>C</b> onsulting
J2EE	<b>J</b> ava <b>2</b> Platform, <b>E</b> nterprise <b>E</b> dition
JMS	<b>J</b> ava <b>M</b> essage <b>S</b> ystem
LKW	<b>L</b> astkraft <b>w</b> agen
TEU	<b>T</b> wenty Foot <b>E</b> quivalent <b>U</b> nits

### Was ist ein TEU?



Weltweite Standard-Maßeinheit für Container  
Länge: 20 Fuß (= 6,1 Meter) = 1 TEU

Breite und Höhe:  
8 Fuß (= 2,4 Meter)

# 1 Einleitung

Der Containerterminal Altenwerder (CTA), einer der drei Containerterminals der Hamburger Hafen- und Lagerhaus AG (HHLA), ist der modernste Containerterminal der Welt. Der hohe Automatisierungsgrad gewährleistet einen effizienten und schnellen Containerumschlag. Daraus resultierende geringe Schiffs Liegezeiten und schnelle Containerauslieferungen stellen einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Containerterminals dar.

Am CTA betrug das Umschlagsvolumen in 2005 bereits 1,8 Mio. TEU. Dies bedeutet für den CTA eine Steigerung von über 40% gegenüber 2004. Durch einen weiteren Ausbau soll die Terminalkapazität schrittweise auf 3 Mio. TEU ausgebaut werden.

Für den automatisierten Umschlag wird moderne Technik eingesetzt, welche durch ein innovatives Softwaresystem gesteuert wird. So werden z.B. fahrerlose Transportfahrzeuge (AGV) für den Containertransport zwischen Kai und Lager eingesetzt. Die Softwarearchitektur für dieses Steuerungssystem soll in dieser Arbeit vorgestellt werden.

Im zweiten Kapitel der Arbeit wird ein Überblick über das CTA gegeben und es werden wesentliche Geschäftsprozesse erläutert.

Im dritten Kapitel wird die Architektur des CTA-Steuerungssystems vorgestellt und es wird detailliert auf die verschiedenen Bestandteile und Funktionalitäten eingegangen.

Im vierten Kapitel werden weitere Containerterminals exemplarisch vorgestellt und die Umschlagssysteme mit dem CTA verglichen.

Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick hinsichtlich der weiteren Entwicklung des CTA sowie allgemein den Einsatz von ähnlichen Automatisierungskonzepten an Containerterminals.

## 2 Der Containerterminal Altenwerder (CTA)

### 2.1 Entstehung

Im Jahre 1990 wurde in der Hamburger Bürgerschaft die Entscheidung getroffen die Hafenerweiterungsflächen in Altenwerder zu nutzen und das Planverfahren einzuleiten. Am 24.09.1996 erfolgte der Baubeginn.

Im Frühjahr 1998 hat die HHLA mit der Planung des Umschlagssystems begonnen. Es wurden mehrere Alternativen für das Umschlagssystem geprüft. Neben dem umgesetzten Konzept, wurden auch konventionelle Varianten, wie das Konzept des HHLA-Terminals Burchardkai<sup>1</sup> betrachtet. Endgültig fiel die Entscheidung Mitte 1999 zu Gunsten der automatisierten Variante DRMG/ AGV mit sog. Double Rail Mounted Gantry Cranes (DRMG) (zwei Portalkränen je Lagerblock zum automatischen Ein- und Auslagern von Containern) sowie fahrerlosen Fahrzeugen (AGV) zwischen Kai und Lager.

Im März 2000 begann die HHLA mit dem Errichten der Anlagen des Containerterminals. Bereits am 25.10.2002 wurde der CTA offiziell eröffnet. Im November 2003 wurde der dritte und im März 2005 der vierte Liegeplatz in Betrieb genommen. Derzeit hat der CTA folgende technische Daten:

Areal:	986.350 m <sup>2</sup>
Kapazität:	2,4 Mio. TEU p.a.
Kaimauerlänge:	1.400 m
Liegeplätze:	4 (max. Tiefgang: 16,70 m)
Containerbrücken:	14
AGVs:	73
Lagerblöcke:	22 (Gesamtkapazität 30.000 TEU)
Lagerübergabe LKW:	102 Spuren
Bahn:	3 Bahnkräne/ 4,5 km Gleise

Abbildung 1: Technische Daten des CTA<sup>2</sup>

Im Laufe der nächsten Jahre wird die Kapazität durch weitere Lagerblöcke im Süden des Terminals auf bis zu 3 Mio. TEU ausgebaut.

<sup>1</sup> Siehe Kapitel 4.1

<sup>2</sup> Vgl. HHLA.de: Technische Daten und Wikipedia.de: Containerterminal Altenwerder

## 2.2 Aufbau des CTA

Der CTA liegt an der Süderelbe<sup>3</sup> im Hamburger Hafen. Der Aufbau des Terminals selbst wird in Abbildung 2 gezeigt.

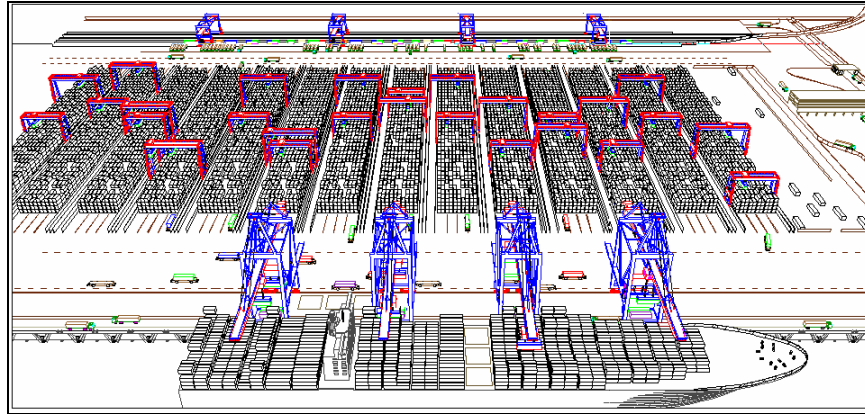


Abbildung 2: Terminalsituation von der Wasserseite<sup>4</sup>

Im Vordergrund der Abbildung zu erkennen sind 4 Containerbrücken. Insgesamt verfügt der CTA über 14 halbautomatische Zwei-Katz-Containerbrücken (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3: Containerbrücke des CTA<sup>5</sup>

Die Containerbrücken sind ausgelegt für Containerschiffe mit bis zu 22 Containerreihen (Containerschiffe der sog. Super-Post-Panamax-Generation). Die Brücke verfügt über zwei getrennt arbeitende Laufkatzen. Die wasserseitige Katze transportiert den Container vom Schiff auf eine sog. Laschplattform. Die landseitige Katze setzt die Container von dort aus automatisch auf die AGV.

<sup>3</sup> siehe Anhang 1: Lage des CTA

<sup>4</sup> Quelle: Koch: Umschlagssystem des CTA

<sup>5</sup> Quelle: Koch: Umschlagssystem des CTA

Am CTA verkehren derzeit 73 AGV zwischen den Containerbrücken und dem Containerlager (siehe Abbildung 4). Diese fahrerlosen Transportfahrzeuge können bei einer Geschwindigkeit von bis zu 6 m/s entweder einen 40' oder 45' oder zwei 20' Container transportieren und verbinden Containerbrücke und Lager. Im Boden wurden zur Navigation elektronische Marken verlegt.



Abbildung 4: AGV zwischen Containerbrücke und Containerlager<sup>6</sup>

Auf einer Fläche von 225.000 m<sup>2</sup> verfügt der CTA über ein Containerlager von 30.000 TEU, welches in 22 Containerblöcke eingeteilt ist. Überspannt wird jeder Containerblock von zwei sog. automatischen Double Rail Mounted Gantry Cranes (DRMG). Jedes Kranpaar ist so ausgelegt, dass ein großer, äußerer Kran einen kleinen inneren Kran jederzeit überfahren kann (siehe Abbildung 5). Dadurch können beide Kräne gleichzeitig den Block bedienen.

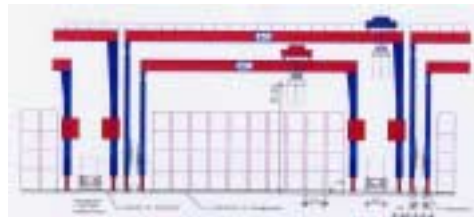


Abbildung 5: Containerlager mit DRMG<sup>7</sup>

Die Lagerkräne lagern automatisch die Container ins Lager ein und auch wieder aus. Kaiseitig werden die AGV von den Lagerkränen bedient und landseitig stehen insgesamt 102 Spuren bereit, an denen Container aus dem Lager auf LKWs geladen werden. Bevor ein LKW das Terminal befährt, meldet dieser sich per DFÜ an und kann dann direkt die zugeteilte Spur anfahren. Ohne Voranmeldung werden LKWs an Check-In Gates erfasst und ihnen wird die entsprechende Spur zugeordnet.

Die Bahnanbindung ist durch etwa 200 terminaleigene Fahrzeuge realisiert, die das Containerlager mit der Bahnverladung verbinden.

<sup>6</sup> Quelle: Koch: Umschlagssystem des CTA

<sup>7</sup> Quelle: Koch: Umschlagssystem des CTA



## 2.3 Funktionen und Geschäftsprozesse

Am CTA existieren die typischen Geschäftsprozesse eines Containerterminals. Das Kerngeschäft ist neben dem Be- und Entladen (incoming oder outgoing) von Containerschiffen auch die Zwischenlagerung der Container (warehousing) sowie die landseitige An- und Auslieferung (incoming oder outgoing). Diese Prozesse lassen sich in einer Prozesskette darstellen (siehe Abbildung 6).

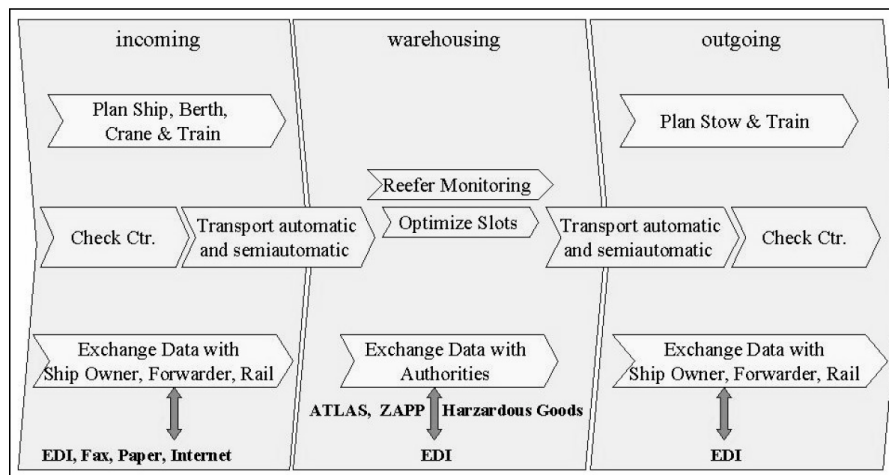


Abbildung 6: Geschäftsprozesse am CTA<sup>8</sup>

Unterstützend zu diesen Hauptprozessen existieren diverse administrative Prozesse, die den operativen Betrieb ermöglichen. Einige Beispiele für entsprechende Prozesse sind: Planung der Schiffsbeladung, Konfiguration des Containerlagers, Behandlung von Spezialcontainern (Kühlcontainer, Container mit Übermaßen, Gefahrgut) sowie Kommunikation mit Behörden, Reedereien und Spediteuren.<sup>9</sup>

Die Steuerungssoftware des CTA muss sich optimal an die Prozesse anpassen und einen effizienten terminalinternen Workflow gewährleisten. Die Grundlage der Softwarearchitektur stellen die verschiedenen Prozesse dar<sup>10</sup>, so existiert z.B. für die Container-Verwaltung das Container-Basis-System.

<sup>8</sup> Quelle: Krasemann/ Spindel: Softwarearchitektur

<sup>9</sup> vgl. Krasemann/ Spindel: Softwarearchitektur

<sup>10</sup> vgl. Kapitel 3.3

## 3 Architektur des CTA-Softwaresystems

### 3.1 Entwicklungsprojekt

Die Planung des CTA-Softwaresystems begann Mitte 1999, parallel mit der Entscheidung das automatisierte DRMG/ AGV Umschlagssystem<sup>11</sup> anzuwenden. Von Mai bis September 1999 wurde eine Architekturstudie erstellt. Diese Studie sollte mögliche Risiken minimieren, welche u.a. in der Verwendung bereits bestehender Softwareteile in der Programmiersprache M, sowie in der Entfernung zum HHLA-Rechenzentrum in der Hamburger Speicherstadt<sup>12</sup> lagen. Darüber hinaus führte die Studie zur Wahl der endgültig verwendeten Architektur mit den verschiedenen Komponenten, welche entweder selbst erstellt oder zugekauft wurden<sup>13</sup>.

Die Entwicklung selbst begann im Jahr 2000. Das System wurde innerhalb von nur 2,5 Jahren entwickelt bzw. beschafft, integriert und getestet<sup>14</sup>. Es entstanden ca. 1,5 Mio. Codezeilen für die selbstgeschriebenen Komponenten zuzüglich ca. 1 Mio. Codezeilen der Kaufkomponenten.

### 3.2 Technologie

Das CTA-Steuerungssystem basiert auf Java-Technologie. Um Kosten- und Zeitrestriktionen einzuhalten wurden bestehende Komponenten in der Programmiersprache M weiterverwendet und es wurde eine Verbindung zwischen dem Java- und dem M-System geschaffen. Das zentrale Informationssystem nutzt J2EE Technologien. Das Gerätesteuerungssystem der automatischen Transporte basiert auf asynchronen JMS-Nachrichten. JMS-Nachrichten bilden auch die Middleware zur Integration der verschiedenen teilweise zugekauften Teilsysteme. Das Kapitel 3.4 beschreibt die einzelnen Teilsysteme im Detail.

---

<sup>11</sup> vgl. Kapitel 2.1

<sup>12</sup> vgl. Kapitel 3.4

<sup>13</sup> vgl. Kapitel 3.3

<sup>14</sup> vgl. Krasemann/ Spindel: Softwarearchitektur

### 3.3 Allgemeine Architekturmerkmale

Das CTA-Steuerungssystem ist aus mehreren Teilsystemen<sup>15</sup> aufgebaut (siehe Abbildung 7). Gründe für diese Modularität sind einerseits in der flexiblen „Make and Buy“-Strategie sowie andererseits hinsichtlich der Skalierbarkeit und der Pflegbarkeit zu sehen.

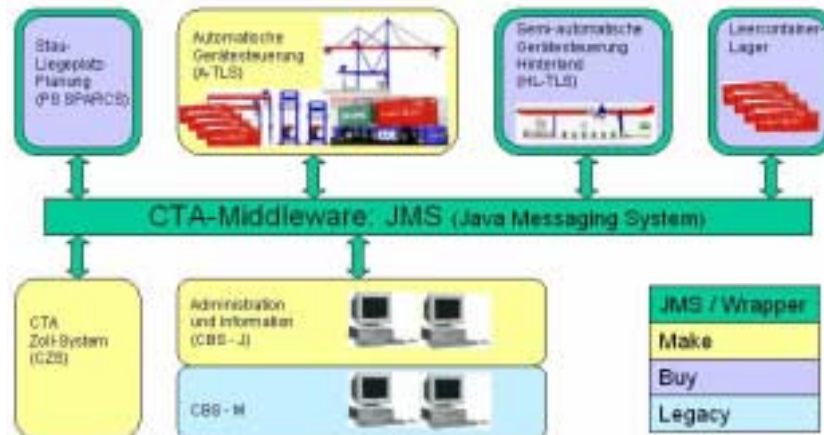


Abbildung 7: Teilsysteme des CTA-Steuerungssystems<sup>16</sup>

Die Verwendung von JMS als Middleware zur Kommunikation zwischen den Teilsystemen benötigt das Wrappen der Buy-Komponenten<sup>17</sup> um eine einheitliche Schnittstelle zu erhalten.

Die Schnittstellen zwischen den Teilsystemen und zu den einzelnen Geräten wurden in XML spezifiziert. Mit Hilfe von Stylesheets wurden die HTML-Dokumentation der Schnittstellen und die benötigten Java-Klassen erzeugt.

Die Integration der Umschlagsgeräte wurde durch einen Gerätemanager realisiert. Dieser übernimmt das Session-Management zum Auf- und Abbau der Kommunikation zu den Geräten (OSI-Layer 5). Den verschiedenen Herstellern der Umschlagsgeräte wurde eine einheitliche Schnittstellen-Spezifikation vorgeschrieben. Der Gerätemanager übersetzt ebenfalls die Socket-Diagramme zur Kommunikation in JMS-Nachrichten und zurück (OSI-Layer 6). Ferner überwacht der Gerätemanager alle Geräteverbindungen.

<sup>15</sup> siehe Kapitel 3.4

<sup>16</sup> Quelle: Spindel: HHLA-Präsentation CBS

<sup>17</sup> vgl. Abbildung 7

### 3.4 Teilsysteme

In diesem Kapitel werden die einzelnen Teilsysteme des CTA-Steuerungssystems detailliert betrachtet. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem Container-Basis-System (CBS)<sup>18</sup> sowie der Automatik-TLS (A-TLS)<sup>19</sup>.

#### 3.4.1 Container-Basis-System (CBS)

Das Container-Basis System CBS stellt das zentrale Informationssystem des CTA-Steuerungssystems. Das CBS läuft auf dem zentralen CTA-Server. Die Komponenten des CBS sind funktional gegliedert in ausführbare Komponenten, sog. *CBS Execution Komponenten* (wie z.B. Fuhre und Schiff) und in unterstützende Administrations-Komponenten, sog. *CBS Information/Administration Komponenten* (wie z.B. Umschlag) (siehe Abbildung 8).

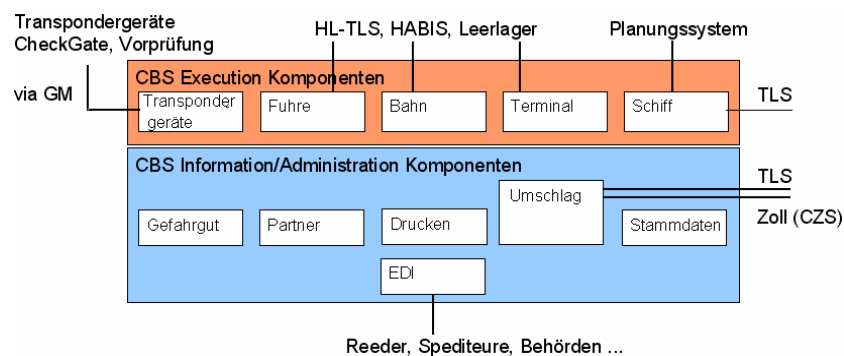


Abbildung 8: Komponenten des CBS<sup>20</sup>

Wie ebenfalls in Abbildung 8 erkennbar, kommunizieren die einzelnen Komponenten mit diversen anderen Teilsystemen der CTA-Software. So kommuniziert z.B. die Komponente Umschlag mit dem TLS<sup>21</sup> und dem CZS<sup>22</sup>. Die Komponente Umschlag fasst alle Dienste und Daten zusammen, die während des Containerumschlags anfallen. Durch diese Trennung von den Umschlagsdaten und den eigentlichen Containerdaten, kann das CBS einen Container in mehreren Umschlagsvorgängen verwalten.

<sup>18</sup> siehe Kapitel 3.4.1

<sup>19</sup> siehe Kapitel 3.4.2

<sup>20</sup> Quelle: Spindel: HHLA-Präsentation CBS

<sup>21</sup> siehe Kapitel 3.4.2 und 3.4.3

<sup>22</sup> siehe Kapitel 3.4.4

### 3.4.2 Automatik-TLS (A-TLS)

Die Automatik Terminal-Logistik und –Steuerung (A-TLS) steuert den vollautomatischen Containerverkehr zwischen den Containerbrücken am Schiff und den Lagerblöcken, sowie zwischen den Lagerblöcken und den landseitigen Übergabespuren. Die A-TLS läuft auf dem zentralen CTA-Server.

Es existieren folgende zwei abstrakte Objekte mit Hilfe derer die A-TLS die Transporte überwacht:

- Transportvorgang (ein kompletter Transportvorgang, z.B. von der Containerbrücke bis ins Lager)
- Transportauftrag (der Teil des Transports, den eines der Geräte erledigen muss)

Bezogen auf diese Objekte gliedert sich die A-TLS in die Vorgangskomponente und in die Auftragskomponente. Die Vorgangskomponente legt verschiedene globale Transportvorgänge an und startet, überwacht und optimiert diese. Die Auftragskomponente ist bezogen auf ein Gerät zu sehen. So verwaltet z.B. die AGV-MS-Auftragskomponente alle AGVs und erzeugt eine optimierte Belegung der AGVs mit Transportaufträgen. So entsteht eine Organisationshierarchie der A-TLS (siehe Abbildung 9).

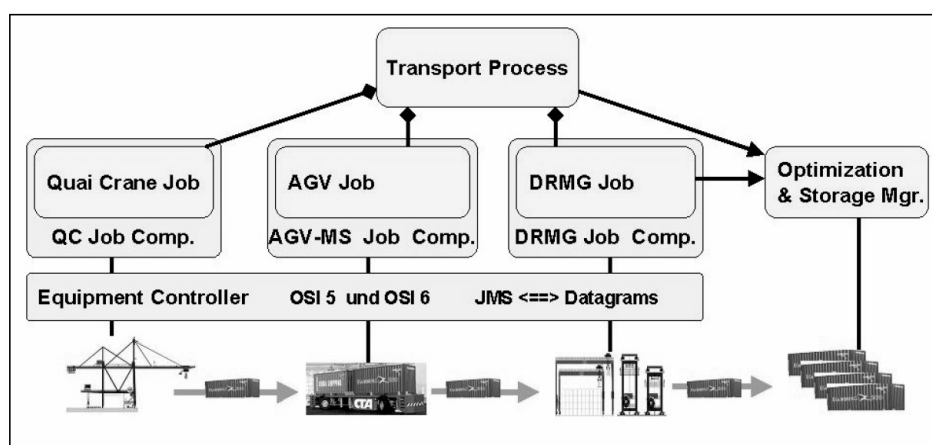


Abbildung 9: Organisation der automatischen Transporte<sup>23</sup>

<sup>23</sup> Quelle: Krasemann/ Spindel: Softwarearchitektur

Bezüglich der beschriebenen Optimierung ist demnach die globale und lokale Optimierung zu unterscheiden. Die globale Optimierung der Vorgangskomponente wägt z.B. mehrere alternative Einlagerorte bzgl. der Stellplatzqualität und der Belastung der betroffenen Geräte ab. Die lokale Optimierung der Auftragskomponente ermittelt im Sinne einer Sequenzierung die optimale Reihenfolge der Transportaufträge für jedes Umschlagsgerät<sup>24</sup>.

Ein weiterer Bestandteil der A-TLS ist der zugehörige Gerätemanager<sup>25</sup>. Der Gerätemanager der A-TLS übernimmt für die Auftragskomponente das An- und Abmelden der Geräte sowie deren Überwachung. Der Gerätemanager stellt durch die Transformation von den Datagrammen der Geräte in JMS-Nachrichten die Kommunikation mit der Auftragskomponente her.

Implementiert wurden die Vorgangs- und Auftragskomponente der A-TLS mit Hilfe von JMS-Nachrichten und Warteschlangen (Briefkästen) sowie mit aktiven nebenläufigen Objekten, die Zustände tragen und Threads oder Prozesse führen. Die aktiven Objekte tauschen Nachrichten aus, die ebenfalls einen relevanten Zustand tragen, und erledigen ihre Aufgaben mit Hilfe anderer aktiver Objekte, um deren Ressourcen sie konkurrieren.<sup>26</sup>

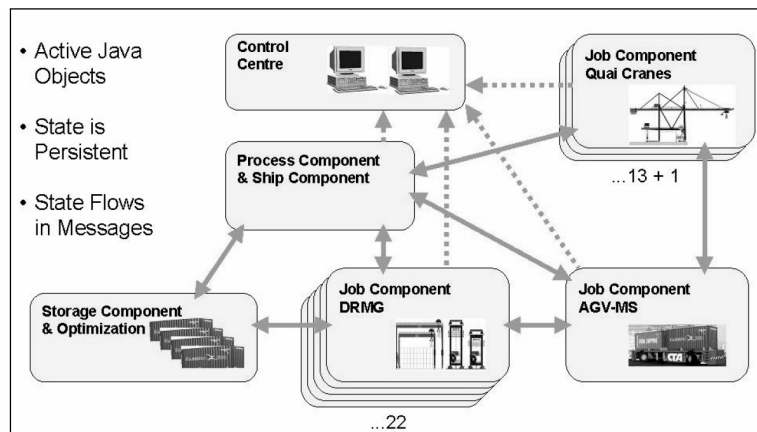


Abbildung 10: aktive Objekte der A-TLS und ihre Zusammenarbeit<sup>27</sup>

<sup>24</sup> vgl. Krasemann/ Spindel: Softwarearchitektur

<sup>25</sup> siehe Kapitel 3.3

<sup>26</sup> vgl. Krasemann/ Spindel: Softwarearchitektur

<sup>27</sup> Quelle: Krasemann/ Spindel: Softwarearchitektur

Die Entscheidung dies durch JMS-Nachrichten zu implementieren bietet den Vorteil, dass der JMS-Server die Zustandssicherung der JMS-Nachrichten durchführt und zur Elastizität des Lastverhaltens beiträgt. Lokale Überlastungen werden gut weggesteckt.

Das Gesamtsystem wird durch diese lose Kopplung der aktiven Objekte über Nachrichten und Warteschlangen sehr robust. So kann z.B. im Bedarfsfall ein einzelnes aktives Objekt beendet und neugestartet werden, ohne die Gesamtfunktion zu gefährden<sup>28</sup>.

### **3.4.3 Hinterland-TLS (H-TLS)**

Das Hinterlandsteuerungssystem (H-TLS) integriert den landseitigen Umschlag in die CTA-Steuerungssoftware. Die H-TLS bedient die halbautomatischen Bahnkräne und disponiert die LKWs.

Bei der H-TLS handelt es sich um eine Kaufkomponente, die durch den Wrapper mit der JMS-Middleware kommunizieren kann. Die H-TLS läuft auf dem zentralen CTA-Server.

### **3.4.4 Container-Zoll-System (CZS)**

Das Container-Zoll-System (CZS) kommuniziert mit dem sog. ATLAS-System der Zollverwaltung und wird damit im warehousing-Prozess<sup>29</sup> benötigt.

Bei dem CZS handelt es sich um eine selbstentwickelte Komponente, welche auf dem zentralen CTA-Server läuft.

### **3.4.5 Planungssystem (SPARCS)**

Das Planungssystem (SPARCS), welches von der Firma Navis gekauft wurde, dient zur Planung der Schiffsbe- und -entladung sowie zur Einsatzplanung der wasserseitigen Containerbrücken.

---

<sup>28</sup> vgl. Krasemann/ Spindel: Softwarearchitektur

<sup>29</sup> vgl. Kapitel 2.3



Abbildung 11: Screenshot des Planungssystems SPARCS<sup>30</sup>

Analog zu den anderen Kaufkomponenten wurde SPARCS gewrappt um der JMS-Middleware zu kommunizieren. SPARCS läuft auf einen speziellen eigenen Windows-Server am CTA.

### 3.4.6 JMS-Middleware

Wie in Abbildung 7 verdeutlicht, kommunizieren die verschiedenen Teilsysteme untereinander über das Java Messaging System (JMS). Der Server für das JMS ist der zentrale CTA-Server.

Die gekauften Teilsysteme haben jeweils einen JMS-Wrapper<sup>31</sup> erhalten, welcher die einzelnen System-Kommunikationsschnittstellen nach JMS und zurück übersetzt. Dadurch sind die Kaufkomponenten ähnlich einfach integrierbar wie die eigenen Java-Applikationen.

JMS ist eine sog. Message Oriented Middleware und stellt neben Punkt-zu-Punkt Verbindungen auch abonmierbare Broadcast-Verbindungen und eine Zustellgarantie zur Verfügung. Die Zustellgarantie ist ein wesentlicher Bestandteil einer einfachen Umsetzung, da kein Handshake mehr erforderlich ist. Der Nachrichtenverkehr kommt ohne Synchronisation und Warten auf den Empfänger aus, wodurch das Lastverhalten der beteiligten Systeme entkoppelt wird<sup>32</sup>.

---

<sup>30</sup> Quelle: Navis.com: SPARCS

<sup>31</sup> vgl. Kapitel 3.3

<sup>32</sup> vgl. Krasemann/ Spindel: Softwarearchitektur



### 3.5 Infrastruktur

Wie in Kapitel 3.4 gesehen laufen die meisten Teilsysteme auf dem zentralen CTA-Server, welcher sich im Rechenzentrum der HHLA in der Hamburger Speicherstadt befindet. Die Gründe hierfür sind in geringeren Installations- und Betreuungskosten verglichen mit einer dezentralen Installation zu sehen. Lediglich der Windows-Server für das Planungssystem SPARCS<sup>33</sup> ist nicht im Rechenzentrum angesiedelt, da für dessen Betrieb speziell geschulte CTA-Mitarbeiter benötigt werden.

Da im Rechenzentrum in der Speicherstadt die Serverprogramme laufen und die Clients dagegen im LAN des CTA wird ein performantes WAN als Verbindung benötigt. Die Bandbreite beträgt 34 MBit/s.

In Richtung CTA werden Kommandos an die Geräte und Bildschirminhalte der Clients sowie Statusinformationen über alle Transportvorgänge und –aufträge der A-TLS übertragen. In Richtung Rechenzentrum werden Statusmeldungen der Geräte übertragen.

Kritisch für die Bandbreite sind die Gerätemeldungen und die Statusinformationen über die Transportvorgänge und –aufträge (siehe Abbildung 12: rote Pfeile). Um den Bandbreitenbedarf zu minimieren, werden diese Statusinformationen einmal vom Server im Rechenzentrum an den JMS-Router im CTA-LAN übertragen und dann n-fach für die Leitstandsclients vervielfältigt.

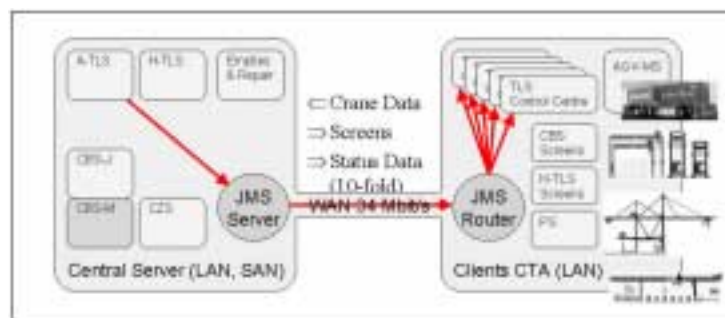


Abbildung 12: Verteilung der CTA-Komponenten und Daten über das WAN<sup>34</sup>

<sup>33</sup> siehe Kapitel 3.4.5

<sup>34</sup> Quelle: Krasemann/ Spindel: Softwarearchitektur

## 4 Vergleich mit anderen Containerterminals

### 4.1 HHLA-Terminal Burchardkai

Der Containerterminal Burchardkai (CTB) ist flächen- und mengenmäßig der größte Containerterminal in Hamburg. 40% aller umgeschlagenen Container werden dort abgefertigt. Im Vergleich zum CTA verfügt der CTB über eine höhere Kapazität von 0,2 Mio. TEU p.a. (siehe Abbildung 13).

	CTA	HHLA Terminal Burchardkai
Areal:	986.350 m <sup>2</sup>	1.600.00 m <sup>2</sup>
Kapazität:	2,4 Mio. TEU p.a.	2,6 Mio. TEU p.a.
Kaimauerlänge:	1.400 m	2.850 m
Liegeplätze:	4 (max. Tiefgang: 16,70 m)	10 (max. Tiefgang: 16,50 m)
Containerbrücken:	14	20
AGVs:	73	<b>Keine</b> dafür 100 Van Carrier
Lagerblöcke:	22 (Gesamtkapazität 30.000 TEU)	<b>Keine</b> Lagergesamtkapazität: k.a.
Lagerübergabe LKW:	102 Spuren	53 Spuren
Bahn:	3 Bahnkräne/ 4,5 km Gleise	4 Transtainer/ 4 km Gleise

Abbildung 13: Vergleich der technischen Daten vom CTA und CTB<sup>35</sup>

Wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Terminals stellt das Umschlagssystem dar. Während der CTA auf ein DRMG/ AGV Umschlagssystem<sup>36</sup> basiert, existiert am CTB ein konventionelles Van Carrier Umschlagssystem. Van Carrier sind personengeführte Fahrzeuge die 1 über 2 bzw. neuerdings 1 über 3 Container bewegen können (siehe Abb. 14).



Abbildung 14: Van Carrier am Terminal Burchardkai<sup>37</sup>

<sup>35</sup> Vgl. HHLA.de: Technische Daten

<sup>36</sup> siehe Kapitel 2.1 und 2.2

<sup>37</sup> Quelle: HHLA.de: Pressefotos

Auf Grundlage der verschiedenen Umschlagssysteme der beiden Terminals existieren am CTA Vorteile hinsichtlich der Effizienz.

So ist der z.B. Flächenbedarf am CTA geringer, da vor allem die Container im Lager durch die DRMG-Lagerkräne<sup>38</sup> höher gestapelt werden können (4 hoch im Gegensatz zum CTB, wo 2 bzw. max. 3 hoch gestapelt werden kann). Des Weiteren werden für das vollautomatische Ein- und Auslagern weniger Umlagerungsvorgänge (wenn ein unten gelagerter Container vor dem darüber gelagerten Container benötigt wird) benötigt, da die automatische Steuerung dies effizient optimiert.

Allgemein lässt sich festhalten, dass der CTA trotz wesentlich geringerem Flächenbedarf, weniger Liegeplätze und daher weniger Containerbrücken und Kaimauer eine ähnliche hohe Kapazität erreicht. Dies resultiert daraus, dass neben dem effizienteren Lager auch der automatische Transport auf dem Terminal durch die AGV effizienter gestaltet wird.

Auf Grundlage des effizienteren Umschlagssystems bilden sich am CTA Kosteneinsparungspotentiale, da z.B. durch den hohen Automatisierungsgrades ein geringerer Personalbedarf besteht und ein höherer Auslastungsgrad vorhanden ist.

Genau wie der CTA<sup>39</sup> wird auch der CTB in den nächsten Jahren schrittweise ausgebaut und damit die Kapazität erhöht. Durch gute Erfahrungen am CTA wird hierbei z.B. das Lagerkonzept des CTA<sup>40</sup> übernommen. Die neuen vollautomatischen Lagerblöcke werden am CTB länger und breiter als die am CTA sein und außerdem durch drei Kräne bedient.<sup>41</sup>

---

<sup>38</sup> vgl. Kapitel 2.3

<sup>39</sup> siehe Kapitel 2.1

<sup>40</sup> siehe Kapitel 2.3

<sup>41</sup> vgl. HHLA.de: Ausbau Burchardkai

## 4.2 JadeWeserPort - Wilhelmshaven

Der JadeWeserPort in Wilhelmshaven soll der erste Seewasser-Containerhafen in Deutschland werden und damit auch von zukünftigeren Containerschiffen mit größeren Tiefgängen angelaufen werden können. Derzeit befindet sich der Hafen in Planung, der Baubeginn ist für die zweite Jahreshälfte dieses Jahres geplant. Die Inbetriebnahme des JadeWeserPorts soll dann im Jahre 2009 oder 2010 erfolgen.<sup>42</sup>

Im März dieses Jahres bekam die Firma EUROGATE den Zuschlag für das Betreiben des Terminals am JadeWeserPort.

Für den sog. EUROGATE Container Terminal Wilhelmshaven wurde bereits das Umschlagssystem geplant. Wie auf anderen Containerterminals von EUROGATE wird ähnlich wie am HHLA-Terminal Burchardkai<sup>43</sup> auf ein Van Carrier Umschlagssystem gesetzt und von einem automatisierten Umschlagssystem wie am CTA<sup>44</sup> Abstand genommen.

Detaillierte Gründe für die Entscheidung wurden mir auf Nachfrage bei dem Unternehmen leider nicht genannt. In Abbildung 15 befindet sich der entsprechende Absatz aus der EUROGATE-Pressemitteilung hinsichtlich des Umschlagssystems.

### **Terminalorganisation**

EUROGATE wird in Wilhelmshaven das gleiche Terminalsystem wie auf seinen Umschlagsanlagen in Bremerhaven und Hamburg einsetzen: ein Van Carrier-System. EUROGATE hat mit diesem System hervorragende betriebliche Erfahrungen hinsichtlich Kosten, Produktivität und Umweltfreundlichkeit gemacht. An den vier Liegeplätzen ist der Einsatz von insgesamt 16 Post-Panamax-Containerbrücken und 68 4-hoch Van Carriern geplant.

Abbildung 15: Auszug aus der EUROGATE-Pressemitteilung, 25.04.06<sup>45</sup>

<sup>42</sup> Vgl. Jadeweserport.de: Projekt

<sup>43</sup> Siehe Kapitel 4.1

<sup>44</sup> Siehe Kapitel 2.2

<sup>45</sup> Siehe EUROGATE: Pressemitteilung 25.04.2006

## 5 Fazit und Ausblick

Mit dem CTA wurde ein weltweiter Meilenstein bezüglich der Organisation und des Betriebes eines Containerterminals gesetzt. Der CTA gilt als weltweit modernster Containerterminal und trägt in Hamburg erheblich dazu bei, dass der Umschlagsbedarf an Container gedeckt werden kann.

Durch modernste Terminalgeräte<sup>46</sup> (z.B. vollautomatisierte Lagerkräne oder die AGVs) zusammen mit dem vorgestellten intelligenten Steuerungssystem<sup>47</sup> wurde ein weltweit einmaliger Automatisierungsgrad erreicht und es kann seitens der HHLA ein effizienter Containerumschlag geboten werden.

Die CTA-Steuerungssoftware wurde von der HHLA weitgehend selbst entwickelt, getestet und erfolgreich implementiert. Die CTA-Software stellt eine der weltweit komplexesten Steuerungssoftwaresysteme dar.

In Zukunft ist davon auszugehen, dass weitere Containerterminals nach dem Vorbild des CTA entstehen werden.

In Frankreich wurde bereits am Containerterminal Le Havre der wasserseitige Umschlag nach dem Hamburger Vorbild realisiert. Es wurden fast baugleiche Containerbrücken verwendet und die HHLA lieferte Ende 2003 zusammen mit ihrer Tochter, dem Beratungsunternehmen Hamburg Port Consulting (HPC) die Steuerungssoftware für die Brücken. Dieses Projekt für die HHLA war richtungweisend, da erstmalig kommerziell verwertbare Erkenntnisse des CTA veräußert wurden.<sup>48</sup>

In den nächsten Jahren wird das Containeraufkommen weiterhin erheblich zunehmen. Allein für Hamburg rechnet man in 2015 mit einem Umschlag von 18 Mio. TEU (zum Vergleich 2005: 8,1 Mio. TEU). Dieses starke Wachstum verdeutlicht die Bedeutung von effizient organisierten Containerterminals.

---

<sup>46</sup> siehe Kapitel 2.2

<sup>47</sup> siehe Kapitel 3

<sup>48</sup> Siehe HHLA.de: Pressemitteilung 19.12.2003

## Anhang: Lage des CTA



Quelle: HPA: Terminal Altenwerder, S. 10f

## Literaturverzeichnis

Antfang, Hubert: Planung und [Ausführung] des CTA in Hamburg, erschienen in Häfen, Wasserstrassen, Küstenschutz, HTA Kongress 1999, Magdeburg

EUROGATE: [Pressemitteilung 25.04.2006] JadeWeserPort: Der Betreiber stellt sich vor:  
[http://www.eurogate.de/live/eg\\_news\\_de/show.php3?id=152&nodeid=46&language=de](http://www.eurogate.de/live/eg_news_de/show.php3?id=152&nodeid=46&language=de), besucht am 12. Mai 2006

HHLA.de: [Ausbau Burchardkai]:  
[http://www.hhla.de/de/Geschaeftsfelder/HHLA\\_Container/Burchardkai\\_\(CTB\)/Ausbau\\_Bu'kai.jsp](http://www.hhla.de/de/Geschaeftsfelder/HHLA_Container/Burchardkai_(CTB)/Ausbau_Bu'kai.jsp), besucht am 10. Juni 2006

HHLA.de: [Pressemitteilung 19.12.2003] HHLA exportiert Software nach Le Havre: <http://www.hhla.de/de/Presse/Pressemitteilungen/PM-Archiv/2003-12-19.jsp>, besucht am 12. Mai 2006

HHLA.de: [Technische Daten] CTA:  
[http://www.hhla.de/de/Geschaeftsfelder/HHLA\\_Container/Altenwerder\\_\(CTA\)/Daten\\_und\\_Fakten.jsp](http://www.hhla.de/de/Geschaeftsfelder/HHLA_Container/Altenwerder_(CTA)/Daten_und_Fakten.jsp), besucht am 26. April 2006 und CTB:  
[http://www.hhla.de/de/Geschaeftsfelder/HHLA\\_Container/Burchardkai\\_\(CTB\)/Technische\\_Daten.jsp](http://www.hhla.de/de/Geschaeftsfelder/HHLA_Container/Burchardkai_(CTB)/Technische_Daten.jsp), besucht am 26. April 2006

Hamburg Port Authority (HPA), 2001: Hafen der Zukunft [Terminal Altenwerder], Hamburg 2001

Jadeweserport.de: [Projekt]:  
<http://www.jadeweserport.de/corvoweb/index.asp?Auswahl=1&Anzeige=35>, besucht am 12. Mai 2006

Krasemann, Hartmut; Spindel, Ulrich: [Softwarearchitektur] für einen Containerterminal – Vom Informationssystem in J2EE bis zur Gerätesteuerung in Java, Hamburg

Koch, Dr. Thomas: Das [Umschlagssystem des CTA], Hamburg, 2000

Koch, Dr. Thomas: [Automatik-Portalkrane] im CTA-Containerlager: erschienen in Hebezeuge und Fördermittel, Berlin 44 (2004)

Navis.de: [SPARCS]: <http://www.navis.com/sparcs.jsp>, besucht am 10. Juni 2006

Schiff & Hafen 4/2002: [Produktivität] durch Automatisierung, Hamburg

Spindel, Ulrich: [HHLA Präsentation CBS]

Verkehrsrundschau 30/2004: Wie von [Zauberhand], München

Wikipedia.de: [Containerterminal Altenwerder]: Website [http://de.wikipedia.org/wiki/Containerterminal\\_Altenwerder](http://de.wikipedia.org/wiki/Containerterminal_Altenwerder), besucht am 26. April 2006