

BEWERBUNG DEUTSCHER LOGISTIK-PREIS 2022



THE FUTURE IS VERTICAL

SMS group GmbH

Motivation und Bewerbung

Die Häfen dieser Welt stehen vor großen Herausforderungen. Das rasant steigende Logistikvolumen und immer größere Frachtschiffe setzen die Containerterminals zunehmend unter Druck. Corona und singuläre Ereignisse wie die Blockade des Suezkanals zeigen die Fragilität der internationalen Logistikkette auf – sowie die verheerenden Folgen für die Weltwirtschaft, wenn sie reißt. Dazu nehmen die umweltpolitischen Anforderungen an die Häfen ständig zu.

Für die Häfen ist der Handlungsspielraum jedoch im wahrsten Sinne des Wortes begrenzt. Vielen fehlt schlichtweg der notwendige Platz, um mit dem weltweiten Logistikwachstum Schritt halten zu können. Der Bau neuer Häfen ist sowohl aus ökonomischer, als auch ökologischer Sicht herausfordernd.

Für den „Hafen der Zukunft“ braucht es also neue Ansätze. Diese Erkenntnis ist in der Industrie angekommen. Das Optimieren jahrzehntelanger Konzepte ist keine Antwort auf die komplexen Herausforderungen.

BOXBAY ist eine disruptive Technologie, die Containerhafenbetreibern neue Möglichkeiten eröffnet, ökonomisch und ökologisch nachhaltig erfolgreich zu agieren. BOXBAY setzt auf Verdichtung von Flächen und steigert sowohl Effizienz als auch Umweltverträglichkeit.

Mit BOXBAY haben wir aus unserer Sicht eine disruptive Innovation für die globale Hafenlogistik der Zukunft entwickelt und bewerben uns hiermit für den Deutschen Logistik-Preis 2022.



Abb. 1: BOXBAY Hochregallager für Container

BOXBAY – die Zukunft ist vertikal

Eine disruptive Technologie verändert die Hafenlogistik

Problemstellung und Lösungsansatz

Der weltweit rasant steigende Containerverkehr stellt die Transportwirtschaft – und insbesondere die Seehäfen – vor immer neue Herausforderungen. Parallel zur Zunahme der Containertransporte steigert sich auch die Transportkapazität der Schiffe in atemberaubendem Tempo: Galten vor etwa zehn Jahren Schiffe mit ca. 16.000 TEU noch als sehr groß, liegen die realisierten Rekordmaße heute schon bei ca. 24.000 TEU. Tendenz steigend. Nur wenige Häfen können mit dieser Entwicklung mithalten. Der Raum hinter der Kaimauer und die Lagerkapazität vieler Containerterminals sind begrenzt. Gleichzeitig werden die Anforderungen an die Logistikkette immer höher. Weil der Seehafenhinterlandverkehr unter dem Druck ständig steigender an- und abzutransportierender Containermengen steht, wird es immer wichtiger, schnellen Zugriff auf jeden einzelnen zwischengelagerten Container zu haben.

Mit der Größe der Containerschiffe steigt auch deren **Call-Size** – also die durchschnittliche Zahl von Containern, die bei einem Hafen-Stopp abgeladen, zwischengelagert und aufgeladen werden müssen. Der zunehmende Containerverkehr und die wachsenden Schiffsgrößen haben die Knotenpunkte der maritimen Transportnetzwerke aber bereits an ihr Limit geführt. Die enormen Containermengen können nur noch bewältigt werden, wenn es keine Störungen gibt. Corona oder die Blockade des Suezkanals durch das Containerschiff Ever Given haben aufgezeigt, wie schnell der Just-in-Time-Strom des weltweiten Güterverkehrs abreißen kann.

Sind Produktions- und Abnahmemengen etwa wegen lokaler Zwangsmaßnahmen wie einem Lockdown nicht aufeinander abgestimmt, gerät das gesamte System schnell mit globalen Folgen aus dem Gleichgewicht. In den Containerterminals steigt sofort die sogenannte **Dwell-Time** – die durchschnittliche Verweilzeit eines Containers im Containerterminal – kontinuierlich an. Waren vor fünf Jahren noch Dwell-Times von drei bis vier Tagen üblich, hat sich deren Wert heute vielfach verdoppelt. Bei längerer Verweilzeit im Hafen vergrößert sich auch die Zahl der zwischengelagerten Container und damit der Lagerkapazitätsbedarf. Experten vermuten, dass die Dwell-Times auch nach dem Ende von Störungen durch Pandemien, kriegerische Ereignisse oder Naturkatastrophen nicht wieder auf die alten Werte sinken werden. Damit die Lieferketten robuster werden, benötigt das komplexe Transportnetzwerk deshalb mehr Pufferkapazität. Die Containerterminals müssen schnell Wege finden, deutlich mehr Lagerkapazitäten für den Containerumschlag bereitzustellen.

Nicht hoch genug hinaus: Konventionelle Stapelkonzepte

Viele Containerterminals können aber nicht weiterwachsen, da die erforderlichen Flächen nicht zur Verfügung stehen. Technische Verbesserungen steigern zwar die Entladungs- und Beladungsgeschwindigkeit der Containerkräne am Kai; das größte Nadelöhr ist jedoch in der Regel das nachgelagerte Lagersystem, das den starken Zu- und Ablauf der Container bewältigen muss.

Seit der Einführung des Containers am 26. April 1956 in den USA durch Malcolm McLean, der ersten Ankunft eines Containerschiffs im Bremer Überseehafen am 6. Mai 1966 und der weltweiten Verbreitung dieses Transportkonzepts hat sich bei der Lagerung der Container in den Häfen der Welt nichts wirklich Wesentliches geändert: Container werden zur Lagerung in Containerterminals einfach übereinandergestapelt. Lag die maximale Stapelhöhe vor 60 Jahren noch bei nur zwei Containern, werden heute bis zu sechs Einheiten übereinandergestapelt.

In mittleren und großen Containerterminals werden dazu je nach Lagerkonzept folgende Spezialkräne verwendet:

- **Straddle Carriers** (auch Van Carriers) transportieren und stapeln seit den 1960er Jahren Container – lange Zeit nur zwei, heute maximal drei Container übereinander. Das wird als 1+3 bezeichnet, weil über den Stapel von drei Containern immer noch ein weiterer Container bewegt werden muss. Allerdings ist die Lagerkapazität mit maximal 500 TEU pro Hektar sehr gering. Trotz ineffizienter Flächennutzung punktet das Straddle Carrier-Terminal mit einer relativ hohen Abfertigungsgeschwindigkeit. Durch die geringe Stapelhöhe muss pro individuellem Zugriff im Schnitt nur einmal umgestapelt werden. Deshalb werden Straddle Carriers vor allem in Import/Export-Terminals eingesetzt. Erfolgskritisch für diesen Terminaltyp: ausreichende Erweiterungsflächen, die es aber in den meisten Häfen nicht gibt.
- **Rubber Tyred Gantry Cranes** (RTGs) kamen in den 1980er Jahren auf. Zwei Drittel aller größeren Containerterminals setzen heute auf RTG-Systeme. Mit immer größeren RTGs werden heute im Schnitt fünf Container übereinandergestapelt (1+5), die Flächennutzung stieg damit auf bis zu 900 TEU pro Hektar. In vielen Terminals reicht aber auch diese Kapazität nicht mehr aus. Die Expansion der Lagerkapazitäten ohne Konzeptwechsel erfordert deutlich mehr Fläche. Die Stapelung auf mehr als fünf Ebenen ist ineffizient, da dann bei fast jedem Container-Zugriff mehrere Container umgestapelt werden müssen.
- Seit Anfang der 1990er Jahre werden zunehmend **Automated Stacking Cranes** (ASCs), in Asien und im Mittleren Osten auch **halbautomatische Rail Mounted Gantry Cranes** (RMGs) eingesetzt. Diese Kransysteme arbeiten deutlich schneller, die Flächendichte der Lagerkapazität steigt auf bis zu 1.500 TEU pro Hektar, ohne dass die Systemperformance sinkt. Es werden selten mehr als sechs Container übereinandergestapelt, um unproduktive Umstapel- und Sortierbewegungen zu vermeiden. Neben dem höheren Zeitaufwand steigen bei jeder Umsortierung auch der Energiebedarf und Verschleiß erheblich.

Das Grundsatzproblem: Die Logistik mit Containerbrücken ist flächenintensiv, zeitintensiv und weitgehend CO₂-intensiv. Es gibt kaum noch Erweiterungsflächen – von Hamburg über Genua bis Sydney, von New York über Long Beach bis Singapur. Einige Häfen haben notwendige Wachstumsflächen durch Landaufschüttung gewonnen, wie z.B. die Maasvlakte in Rotterdam. Sowohl aus wirtschaftlichen als auch aus umwelt- und gesellschaftspolitischen Gründen ist diese Form der Landgewinnung heutzutage jedoch kaum noch umsetzbar.

Vor diesem Hintergrund sucht die Containerterminalindustrie seit Jahren nach neuen, disruptiven Konzepten. Pro Flächeneinheit sollen deutlich mehr Container gelagert und umgeschlagen werden, während die ineffizienten Umstapelungen reduziert werden. Ideal: Lagerung von deutlich mehr als fünf Containern auf der vorhandenen Fläche bei direkter Zugriffsmöglichkeit – jederzeit auf jeden einzelnen Container.

BOXBAY ist diese disruptive Lösung und die erste wirklich bahnbrechende Neuerung seit Malcolm McLean. Die Lagerkapazität eines Containerterminals wird auf gleicher Fläche verdreifacht (vgl. Abb. 2). Nur noch ein Drittel der Grundfläche in einem Containerhafen wird für die gleiche Containermenge benötigt. Die Umschlaggeschwindigkeit am Kai wird um bis zu 20 % gesteigert – durch eine vollständige Automatisierung und Digitalisierung sowie direkten Zugriff auf jeden einzelnen Container zu jeder Zeit, was auch die Durchsatzgeschwindigkeit im Lager zusätzlich steigert.

Zusammen mit potenziell CO₂-freiem Betrieb ist BOXBAY der disruptive „Gamechanger“ in der Hafenlogistik als Weltinnovation!

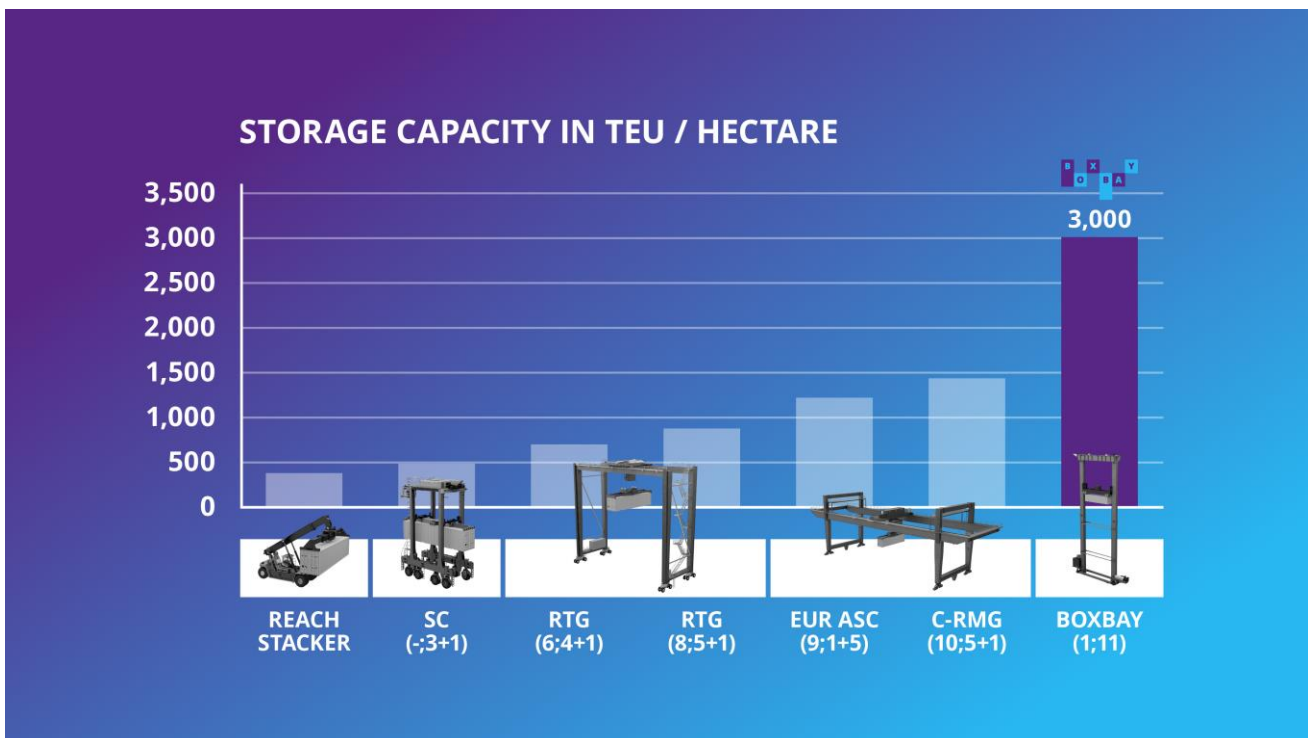


Abb. 2: Lagerkapazität (TEU pro Hektar) verschiedener Container-Lagersysteme im Vergleich zu BOXBAY

Der Nachteil aller herkömmlichen Stapelweisen, keinen direkten Zugriff auf jeden Container zu haben, entfällt in einem Hochregallager vollständig. Ohne Produktivitätseinbußen können bei BOXBAY Container bis zu elf Ebenen in die Höhe gestapelt werden. Damit löst BOXBAY eines der größten Probleme in Containerhäfen auf einen Schlag: die Raumknappheit.

Hinter BOXBAY steht das im Jahr 2018 gegründete, gleichnamige Joint-Venture des weltweit tätigen Maschinen- und Anlagenbauers SMS group mit Sitz in Düsseldorf und einem der führenden Hafenbetreiber, DP World aus Dubai. Im Joint Venture übernimmt SMS die Rolle des Technologiepartners, DP World bringt sein Know-how als führender Betreiber von Containerterminals ein. Die Gründer des Unternehmens sehen das BOXBAY-System als disruptive Innovation, die in puncto Umschlagkapazität, Flächennutzung, Digitalisierung und Nachhaltigkeit neue Maßstäbe in der Hafenlogistik setzt.

Mit BOXBAY wollen die Partner die Hafenlogistik revolutionieren – und sie auf deutlich weniger Fläche bei direktem Zugriff auf jeden einzelnen Container nicht nur effizienter, sondern auch nachhaltiger machen. Dazu gehört auch die Möglichkeit, das Dach des BOXBAY-Systems mit Photovoltaik zu bestücken und so energetisch CO₂-neutral oder sogar CO₂-positiv zu agieren.

Die Entwicklung

BOXBAY ist ein Ergebnis der SMS group Innovationsstrategie „New Horizon“. Ihr Ziel ist die Erschließung neuer Märkte durch Übertragung von Kompetenzen aus der Metallindustrie in andere Branchen. Mit der Tochterfirma AMOVA GmbH ist SMS seit 65 Jahren auf die Logistik in Stahl- und Aluminiumwalzwerken spezialisiert. Hier werden bis zu 50 Tonnen schwere Coils mit hoher Taktung vollautomatisiert transportiert, in Hochregallager eingelagert und mittels modernster Trackingsysteme lückenlos nachverfolgt. Vom Prinzip her ähnelt BOXBAY dem Handling und Lagern von Coils in Walzwerken (Abb. 3).



Abb. 3: Hochregallager für Aluminium-Coils

SMS besitzt damit einen entscheidenden Erfahrungsvorsprung gegenüber anderen Entwicklern. Denn seit rund 40 Jahren versuchen etwa Kranhersteller oder Ingenieurbüros eine auf der HBS-Technologie (Hochregallager, High Bay Storage) basierende Lösung für die Hafenlogistik zu finden. Aber alle Versuche scheiterten an den hohen Anforderungen der Branche. Entweder waren die Systeme nicht schnell genug, nicht ausgereift, die Kosten zu hoch, oder sie benötigten zu viel Raum.

Mit BOXBAY ist es nun erstmalig gelungen, die Anforderungen der Branche vollumfänglich zu erfüllen. Je mehr sich die Ingenieure und Techniker mit der Branche und Materie beschäftigten, desto klarer wurde, welche enormen Potenziale BOXBAY den Hafenbetreibern bieten kann.

2018 wurde das Joint Venture BOXBAY von den beiden Partnern SMS group und DP World gegründet, um das BOXBAY-Konzept zu einem marktfähigen Produkt zu entwickeln und weltweit zu vermarkten.

Proof of Concept: BOXBAY Testanlage in Dubai

Nach Gründung des Joint Ventures wurde als Proof of Concept (POC) nach 18-monatiger Bauzeit im Januar 2021 eine Testanlage (Abb. 4) in Dubai in Betrieb genommen.



Abb. 4: Lage der POC auf dem Gelände T4 im Hafen Jebel Ali, Dubai

Sie sollte nicht nur Skeptiker aus der Branche überzeugen, sondern auch als Basis zur Weiterentwicklung der Technologie für alle denkbaren Anwendungsfälle in Containerterminals dienen. Die Testanlage wurde so konzipiert, dass das Hochregallager zukünftig zu einer Großanlage auf dem gleichen Gelände erweitert werden kann (Abb. 5).



Abb. 5: Vorgesehene Erweiterung der POC auf die Abmessungen einer Großanlage

Bis Ende Juni 2022 wurden in der Testanlage unter realistischen Betriebsbedingungen 150.000 Containerbewegungen durchgeführt. Das BOXBAY-Team konnte dadurch eine große Datenmenge und wertvolle Betriebserfahrungen sammeln. Die angestrebte Funktionalität, Leistung und Produktivität der Anlage konnten in der ausgiebigen Testphase belegt werden. Auch Energieverbrauch, Zuverlässigkeit – insbesondere die sogenannten Mean-Moves-Between-Failures (MMBF) – konnten exakt gemessen und wie auch die Wartungsfähigkeit im Alltagsbetrieb bestätigt werden. Darüber hinaus wurden verschiedene alternative Systemkomponenten miteinander verglichen. Bereits nach sechs Monaten Testphase zeigte

sich, dass die Kriterien für die Marktreife erfüllt wurden. Die gemessene Leistung der einzelnen Systemkomponenten übertraf sogar die erwarteten Werte.

Aufgrund der frühen Marktreife starteten im Herbst 2021 die Vertriebsaktivitäten für BOXBAY. Die POC-Anlage wurde auf der EXPO 2020 in Dubai präsentiert, die aufgrund der Corona Virus-Pandemie jedoch erst im Jahr 2021 stattfand. Seitdem erhielt BOXBAY bereits einige Anfragen, aus denen sich in der Folge erste Projekte entwickelt haben, die aktuell in der Grobkonzeptions-, Layout- oder Budgetierungsphase sind.

Kurze Systembeschreibung und Funktionsweise

Damit die Hafenebetreiber nicht das Risiko einer völlig neuen Entwicklung mit vielen unbekanntem Faktoren und sogenannten Kinderkrankheiten eingehen müssen, war es Designmaßgabe, erprobte Technologien aus der Kernkompetenz Schwerlast-Hochregallager mit bewährten Konzepten aus der Hafelogistik zu verheiraten.

BOXBAY ist ein elfstöckiges Hochregallagersystem (High Bay Storage System, HBS) für 20, 40 und 45 Fuß große Container – also für sämtliche Standardmaße. Durchsatz und Lagerkapazität sind skalierbar und hängen von der Anzahl der konfigurierten Lagergassen und der Anzahl der integrierten Transporteinrichtungen ab. Als modulares System konzipiert, kann BOXBAY bei Bedarf stufenweise erweitert werden.

Das Handling der Container erfolgt analog der heute üblichen Praxis mit der aus der Containerkrantechnik stammenden, schnellen Twistlock-Technologie und den bewährten Komponenten der dort eingesetzten Spreader. Parallel zum Verfahren im Gang des Hochregallagers wird der Container bereits auf die Ebene seines Regalfaches hochbefördert – das spart ebenfalls wertvolle Zeit.

Im Folgenden wird die Funktionsweise des BOXBAY-Systems beschrieben. Zur Vereinfachung entlang des Prozesses von der Wasser- zur Landseite. Der Weg eines Containers von der Landseite zur Wasserseite erfolgt in umgekehrter Reihenfolge. Im Falle von Transshipment-Bewegungen entfällt die Schnittstelle zur Landseite.

Schnittstelle zur Wasserseite

Die Containerschiffe werden wie bisher mit speziellen Portalkränen, sogenannten Containerbrücken, gelöscht. Danach werden die Container von bemannten oder unbemannten Fahrzeugen (Terminal Trucks, AGVs, Straddle Carriers) übernommen und zu den Aufnahmepositionen des BOXBAY HBS transportiert, Abb. 6. Je nach Fahrzeugtyp wird die Schnittstelle mit dem Lager entsprechend ausgestaltet. In der Testanlage arbeitet DP World mit Straddle Carriers. Diese setzen den Container auf einer einfachen Übergabeposition ab, wo ein Stacker Crane den Container aufnimmt.

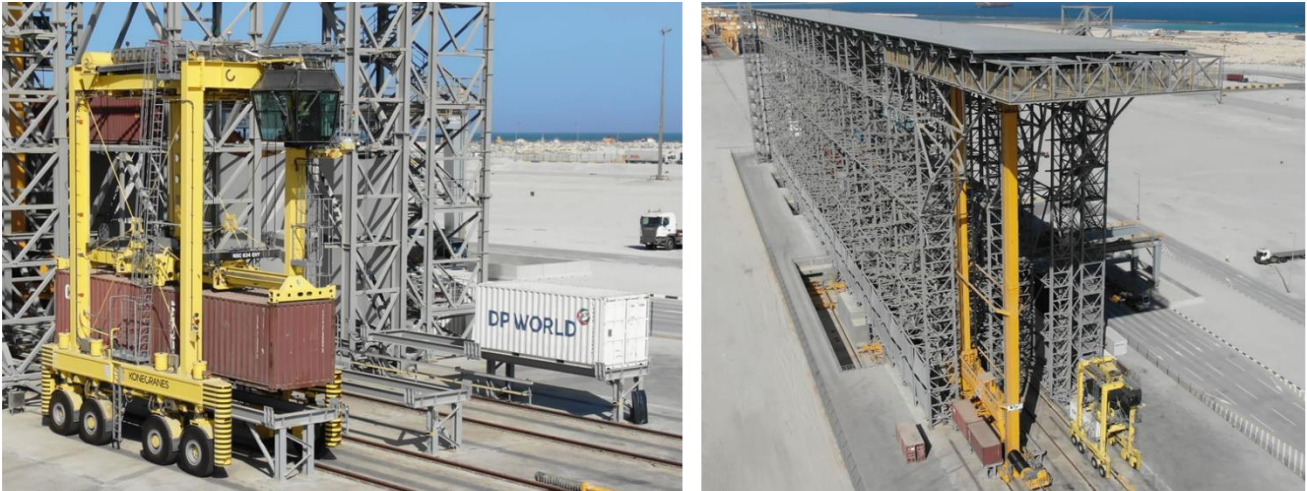


Abb. 6: Wasserseitige Übergabe von SCs in das Hochregallager

Stacker Cranes

Die Stacker Cranes transportieren die Container dann über die Gassen zu den Regallagerplätzen des BOXBAY Hochregallagersystems und können sie dort nach links oder rechts abgeben. BOXBAY kann Container in beide Richtungen im Hochregallager ein- und auslagern, weil die Teleskoparme der Stacker Cranes beidseitig ein- und ausfahren können. So können die Container von einem Regalbediengerät auf beiden Seiten einer Gasse ein- und ausgelagert werden. Dazu fahren die Teleskoparme aus und setzen die Container präzise auf Eckbeschlägen ab. Durchgehende Regalböden sind nicht erforderlich, da die Container selbsttragend sind. Dies spart Gewicht, ohne die Statik zu schwächen.

Umlaufendes Paletten-Transportsystem

Unter dem Lager befindet sich ein umlaufendes Paletten-Transportsystem auf Schienen. In Unterflur-Bauweise verbindet es die Gassen miteinander (Abb. 7). Die Stacker Cranes können die aus dem Lagergerüst entnommenen Container in das Untergeschoss auf eigenangetriebene Paletten durchreichen bzw. von diesen aufnehmen. Das Paletten-Transportsystem bringt die Container zu der landseitigen LKW-Übergabestation (oder holt sie von dort ab), wo die vom Binnenland ankommenden Exportcontainer in das Seehafenlager geschleust werden.



Abb. 7: Unterflur-Palettenumlaufsystem

Schnittstelle zur Landseite

Die landseitige Übergabe der Container auf LKW oder Züge erfolgt über sogenannte Truck Cranes (Abb. 8). Hierbei handelt es sich um handelsübliche, vollautomatische Containerkräne, die jedoch stationär neben dem Lager positioniert sind. Die Truck Cranes nehmen den Container von der Palette des Umlaufsystems ab und übergeben ihn an einen LKW oder Zug.

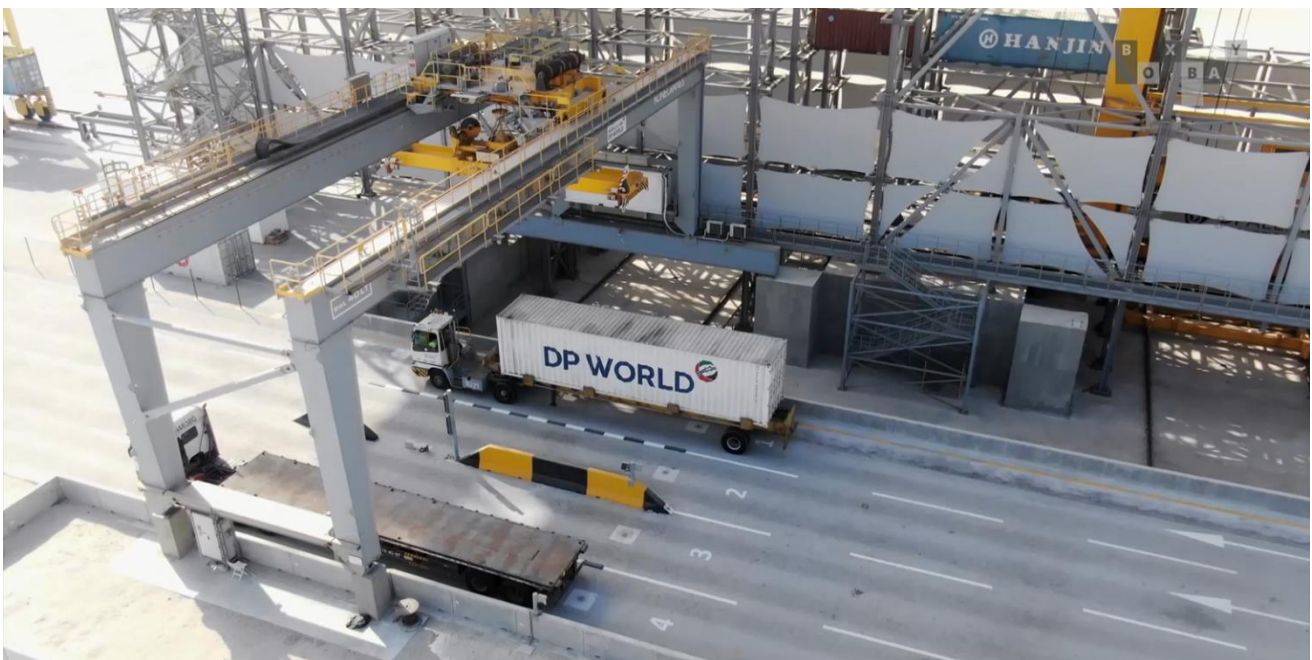


Abb. 8: Landseitige LKW-Übergabestation

In einem BOXBAY-System arbeiten also drei entkoppelte Transportsysteme parallel: das Palettenumlaufsystem, die Stacker Cranes in den Hochregallagergassen und die LKW-Be- und Entladekräne. Digitale Technologien synchronisieren die Bewegungen aller Kräne und Transportpaletten. Im Ergebnis bietet BOXBAY eine bisher nie erreichte Flexibilität und vollständige Entkopplung der Materialflüsse. Da alle Regalbediengeräte in den Lagergassen gleichzeitig arbeiten, ohne sich gegenseitig zu behindern, wird eine extrem hohe Durchsatzleistung erreicht. Simulationen einer auf einen Jahresdurchsatz von 3,3 Mio. TEU ausgelegten BOXBAY-Referenzanlage schaffen parallel mehr als 500 wasserseitige und 300 landseitige Containerbewegungen pro Stunde.

Abbildung 9 zeigt zusammenfassend den „BOXBAY-Baukasten“ – bestehend aus der Regalstruktur, den Stacker Cranes, den wasser- und landseitigen Schnittstellen sowie dem Paletten-Transportsystem.

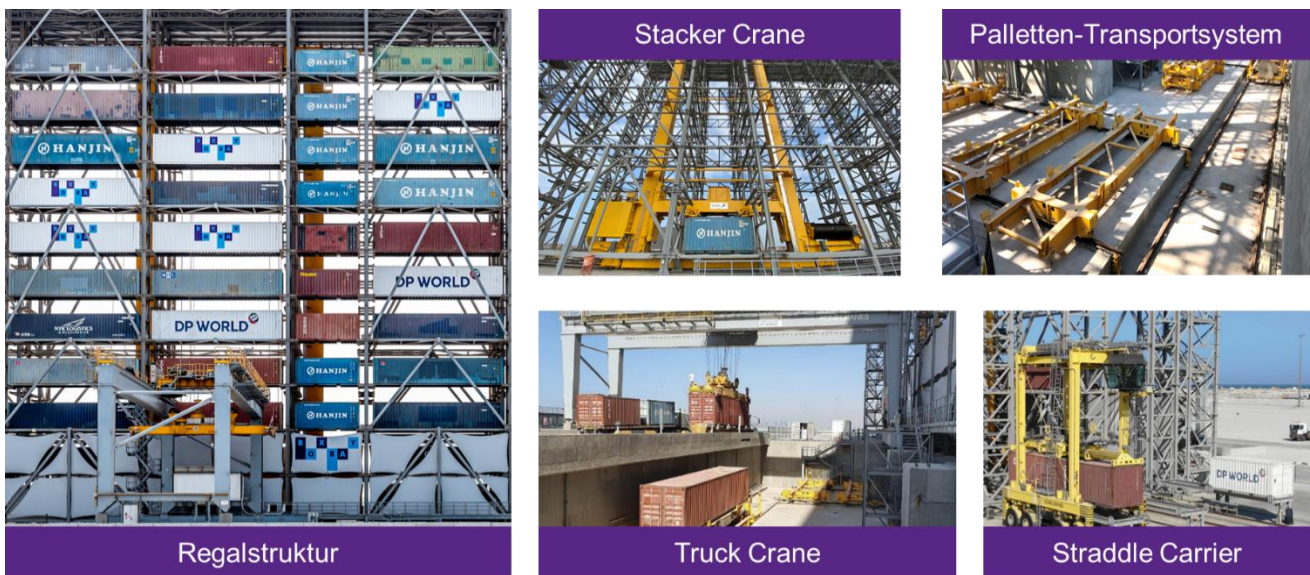


Abb. 9: „BOXBAY Baukasten“

Der von BOXBAY verfolgte Prozess des Containerhandlings sowie Neuerungen im Bereich der Anlagentechnik sind weitreichend patentrechtlich geschützt. Dies gilt insbesondere für die Lagerung der Container über die Längsseite in Verbindung mit der Aufnahme der Container über Teleskoparme sowie die Möglichkeit zur Übergabe auf unter dem Lager befindliche Transportsysteme durch die Stacker Cranes.

Zwischenfazit: Der wesentliche Erfolgsfaktor von BOXBAY ist die intelligente und harmonische Integration von ausgereiften Technologien zu einem neuen System.

Digitalisierung und Automatisierung

Die führenden Häfen weltweit sind bereits in einem hohen Maße digitalisiert. Alle Informationen beispielsweise über Ankunftszeit der Schiffe, Frachtdetails und weitere Daten stehen jederzeit zur Verfügung. Das eigentliche Problem der Häfen ist aber das Fehlen entsprechender Schnittstellen zur kompletten Digitalisierung aller Prozesse.

Digitale Basis des vollautomatisch arbeitenden BOXBAY-Systems ist ein Lagerverwaltungssystem. Das System kennt die exakte Position jedes Containers – im Hochregallager oder im Umlaufprozess. Die Informationen werden übersichtlich – bis hin zur 3D-Darstellung – auf Monitoren oder mobilen Endgeräten visualisiert. Manuelle Eingriffe in die vollautomatischen Logistikprozesse von BOXBAY sind in der Regel nicht notwendig. Das steigert nicht nur die Effizienz, sondern auch die Arbeitssicherheit in den Terminals.

Die klassische Logistikautomatisierung lässt sich mit modernsten 4.0 Lösungen prädiktiv ergänzen. Somit lässt sich in der nächsten Ausbaustufe das System mit autonomen Prozessen ausstatten, die Containerinhalte zwischen Sender und Empfänger vollständig digital abbilden können. Grundvoraussetzung für die autonome Hafenlogistik der Zukunft ist deshalb ein System wie BOXBAY.

Frachtaufträge für den Weitertransport erledigt das System flexibel und selbstständig. Zeitraubende Umlagerungen entfallen, die Container stehen umgehend in der festgelegten und optimalen Reihenfolge an den Übergabepunkten bereit, um auf LKW, Zug oder Schiff verladen zu werden.

Mit BOXBAY erfüllt die Vision des sogenannten „Smart Port“, also des intelligenten, ganzheitlich vernetzten Hafens mit der Einbindung von IoT, Big Data und Künstlicher Intelligenz schon heute mit Leben.

Die Vorteile von BOXBAY

BOXBAY bietet zahlreiche wirtschaftliche und ökologische Vorteile:

1) Steigerung der Lagerkapazität bzw. Flächengewinn:

Ein Hauptvorteil von BOXBAY ist die enorme Flächenverdichtung gegenüber konventionellen Lagersystemen. Abbildung 10 illustriert den Flächenvergleich zum weitverbreiteten RTG-Yard. Der Flächenbedarf für dieselbe Lagerkapazität schrumpft mit BOXBAY auf rund ein Viertel.

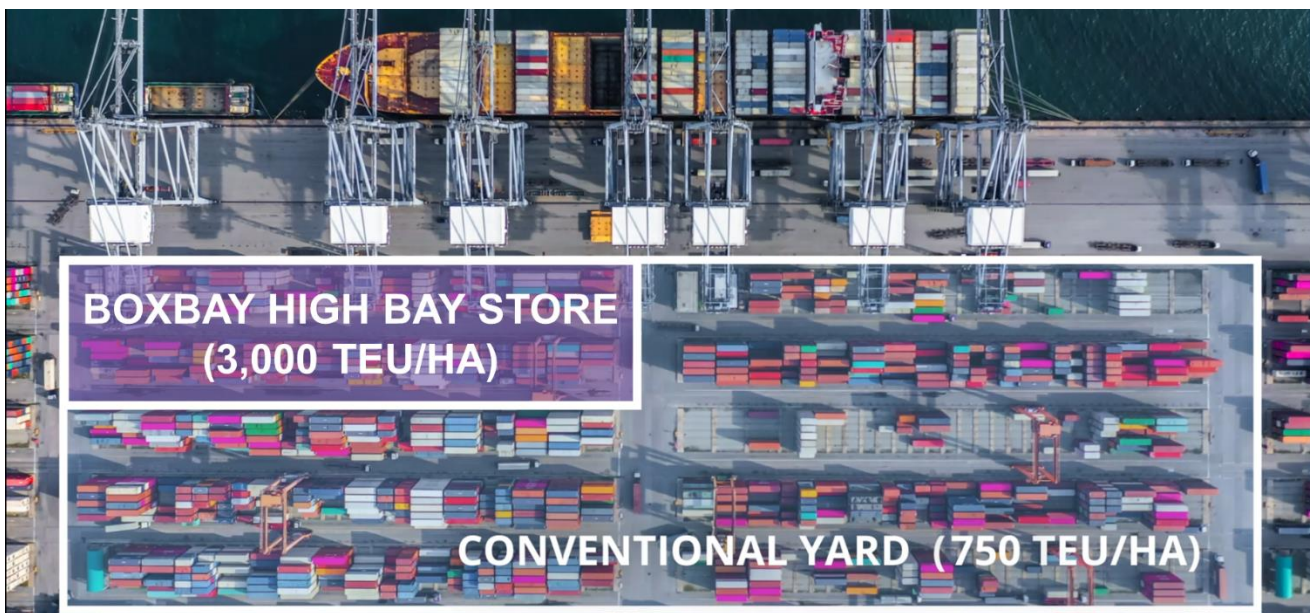


Abb. 10: Flächeneffizienz im Vergleich

2) Durchsatz pro Hektar pro Jahr:

Bei der Auslegung eines Containerlagers müssen vor allem zwei Parameter im richtigen Verhältnis zueinanderstehen: Lagerdichte und Durchsatz. Beide stehen grundsätzlich im Gegensatz zueinander. Entsprechend gilt es, den Durchsatz pro Flächeneinheit zu optimieren. Der direkte Zugriff auf jeden Container im BOXBAY-System trennt den Durchsatz von der Dichte des Lagers – und ermöglicht einen höheren Durchsatz je Flächeneinheit.

Abbildung 11 vergleicht den Flächendurchsatz verschiedener Systeme. BOXBAY übertrifft den Flächendurchsatz eines RTG-Lagers um mehr als das Dreifache.

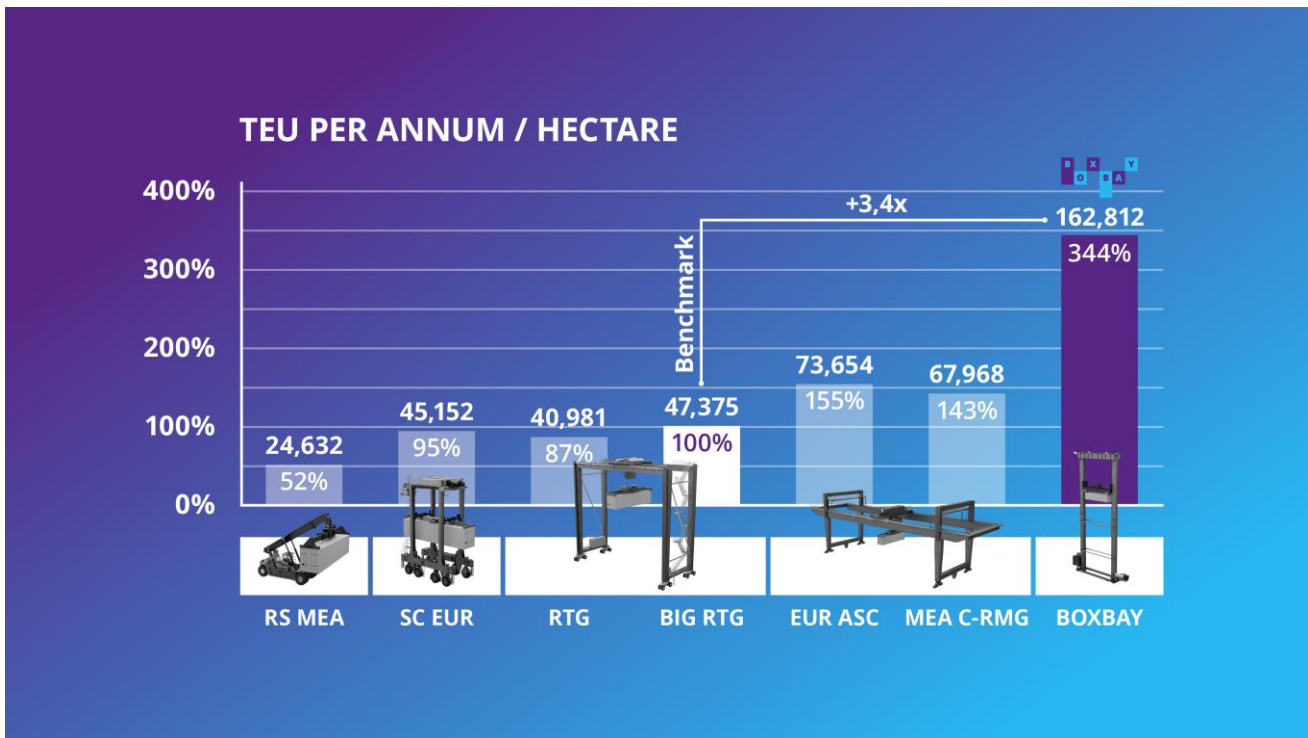


Abb. 11: Flächendurchsatz pro Jahr und Hektar im Vergleich zu BOXBAY (TEU p.a. je Hektar)

3) Steigerung der Produktivität der Containerbrücken am Kai

Die maximal pro Stunde am Kai abgefertigte Zahl der Container steigt mit BOXBAY um bis zu 20 %. Das Hochregallager arbeitet sehr schnell und vermeidet die Engpässe herkömmlicher Lagersysteme, die etwa bei zu hohem Füllgrad die Containerbrücken am Kai nicht ausreichend schnell mit Containern versorgen können. Der Direktzugriff auf alle Container erleichtert auch die Zeitplanung. Für eine gute Performance reicht es nämlich nicht aus, die Exportcontainer zum richtigen Zeitpunkt am Kai unter der Containerbrücke anzuliefern. Auch die Reihenfolge, mit der die Container in das Schiff geladen werden, muss genau stimmen. Herkömmliche Systeme greifen dafür auf ein sehr komplexes Online-Planungssystem zurück, das durch die vielen Umstapelvorgänge und gleichzeitig auftretende, unregelmäßige Leistungsanforderungen durch ankommende LKW auf der Landseite ständig aus dem Gleichgewicht gebracht wird. Bei BOXBAY ist die Vorhersage der Zugriffszeit und Anlieferungszeit der Container an den Schnittstellen und unter den Containerbrücken wesentlich präziser – es kommt zu viel weniger Wartezeiten der Containerbrücken.

4) Elektrische Antriebstechnik verbessert Nachhaltigkeit und CO₂-Bilanz

Der „Smart Port“ der Zukunft muss auch ein nachhaltiger „Green Port“ sein. Als autarke, umweltfreundliche und nachhaltige Lösung setzt BOXBAY auch in dieser Hinsicht Maßstäbe. Mit Respekt vor den kommenden Generationen zeigt BOXBAY, dass Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit keine Widersprüche sind, sondern sich ergänzen.

Im Gegensatz zu vielen konventionellen Systemen, die oft noch mit Diesel arbeiten, wird BOXBAY vollständig emissionsfrei mit elektrischer Energie betrieben. Erfolgt der Energieeinsatz mit „grünem Strom“, kann das System CO₂-frei betrieben werden.

5) Hohe Energie-Effizienz

BOXBAY arbeitet aus zwei Gründen wesentlich energieeffizienter als konventionelle Systeme: Zum einen nutzt BOXBAY modernste Energie-Rekuperationstechnik und kann so den Energieeinsatz drastisch minimieren. Zum anderen entfallen bei BOXBAY durch den Direktzugriff auf die Container alle

unproduktiven Umstapelvorgänge. In den meisten Häfen liegt der Anteil von unproduktiven Umstapelvorgängen bei 60 – 80 %.

6) Optionales Photovoltaikdach verbessert Nachhaltigkeit und CO₂-Bilanz weiter

Beim Energieeinsatz bietet BOXBAY einen weiteren Vorteil: Das Dach der Anlage kann mit einer großflächigen Photovoltaikanlage (PV) ausgerüstet werden (vgl. auch Abb. 5), die den Strom für den Betrieb der Anlage produziert – oder sogar einen Energieüberschuss erwirtschaftet.

Abbildung 12 zeigt die Ergebnisse einer Modellberechnung des Energieüberschusses eines BOXBAY-Photovoltaikdachs im Verhältnis zum Energiebedarf des Systems für verschiedene geographische Standorte.

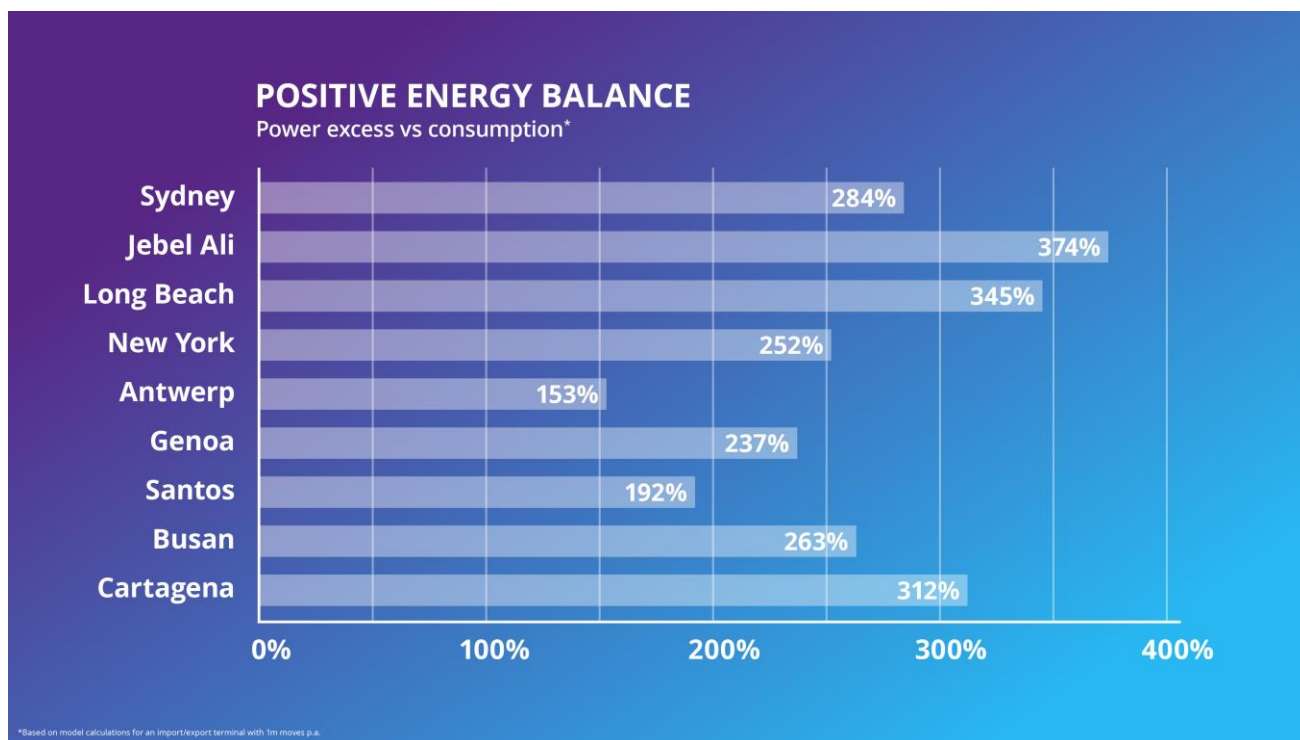


Abb. 12: Energieüberschuss des Photovoltaikdachs im Verhältnis zum Jahresverbrauch durch BOXBAY

Für die Nutzung des Energieüberschusses sind zahlreiche Optionen denkbar – von der Einspeisung ins lokale Netz, über Überkühlungsstrategien von Kühlcontainern bis hin zur Wasserstoffproduktion ist alles möglich.

Mit BOXBAY und einem PV-Dach kann ein Containerterminal nicht nur CO₂-frei, sondern sogar CO₂-positiv betrieben werden.

7) Ökologische Vorteile durch geringen Flächenverbrauch

BOXBAY ermöglicht Kapazitätserweiterungen ohne zusätzliche Landerschließungen. Bisher waren Landaufschüttungen oft der einzige Weg, ein Containerterminal zu vergrößern. Mit BOXBAY können solche schwerwiegenden Eingriffe in Natur und Ökosystem deutlich reduziert oder gar vermieden werden.

8) Soziale Nachhaltigkeit: Keine Licht- und Lärmemissionen

Der vollautomatische Betrieb von BOXBAY erfordert kein Licht, störende Lichtemissionen beeinträchtigen also nicht länger die Lebensqualität von Anwohnern. Gleiches gilt für den Lärmschutz. Aufgrund der Automatisierung und Antriebstechnik arbeitet BOXBAY ohnehin leise. Außerdem finden Ein- und Auslagervorgänge innerhalb eines mit einer umlaufenden Wandverkleidung ausgestatteten Gebäudes statt.

9) Soziale Nachhaltigkeit: optional begrünte Fassade - Greenwall

Vertikale Gärten oder Greenwalls bieten ökonomische, ökologische und gesellschaftliche Vorteile. Sie tragen zur Luftreinigung, einer niedrigeren Umgebungstemperatur, Wärmeregulierung und Artenvielfalt in der Stadt bei. Auch das BOXBAY-Lagergebäude lässt sich komplett an ausgewählten Seiten mit begrünten Wänden verkleiden (Abb. 13). Die Greenwall wertet BOXBAY nicht nur optisch, sondern auch ökologisch auf.



Abb. 13: Mögliche Verkleidung mit einer Greenwall

10) Vorteile bei der Wirtschaftlichkeit

Um ihre Marktchancen und Rentabilität zu steigern, müssen Hafenbetreiber konsequent Betriebskosten senken und Prozesse rationalisieren bzw. automatisieren. Und genau das können sie mit BOXBAY. Gleichzeitig bietet BOXBAY die Möglichkeit, zusätzlichen Umsatz und weitere Wertschöpfung zu generieren.

Wirtschaftlichkeit eines BOXBAY-Systems

Die Wirtschaftlichkeit einer BOXBAY-Investition hängt von individuellen Standortfaktoren ab – insbesondere von den Kosten für Fläche und menschliche Arbeitsleistung. Je höher die Kosten für die erforderliche Fläche, umso interessanter wird BOXBAY. Müssen für Wachstum Erweiterungsflächen erst teuer erschlossen werden, bietet BOXBAY ebenfalls Vorteile.

Die Investitionskosten für ein BOXBAY-System liegen in vielen Regionen bereits unter denen für konventionelle Systeme. Berücksichtigt man zusätzlich die geringeren Betriebskosten eines BOXBAY-Systems, so verbessert sich die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung weiter. Gleichzeitig stellt BOXBAY für viele Häfen die einzige Möglichkeit dar, zu expandieren und damit Wertschöpfung zu sichern.

Neben Sicherung und Ausbau bestehender Wertschöpfung kann die Wertschöpfungstätigkeit mit BOXBAY auch ausgeweitet werden. Etwa wenn durch Verdichtung der Containerlager Flächen freierwerden, die für zusätzliche Geschäftstätigkeit abseits vom Lagerbetrieb genutzt werden können – Stichwort Fulfillment-Center. Diese „Kompression der Wertschöpfungskette“ kann die Wirtschaftsleistung eines Hafens weiter steigern – und so Wohlstand schaffen und sichern.

Zusammenfassend sind in einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung folgende fünf Faktoren ausschlaggebend (Abb. 14):

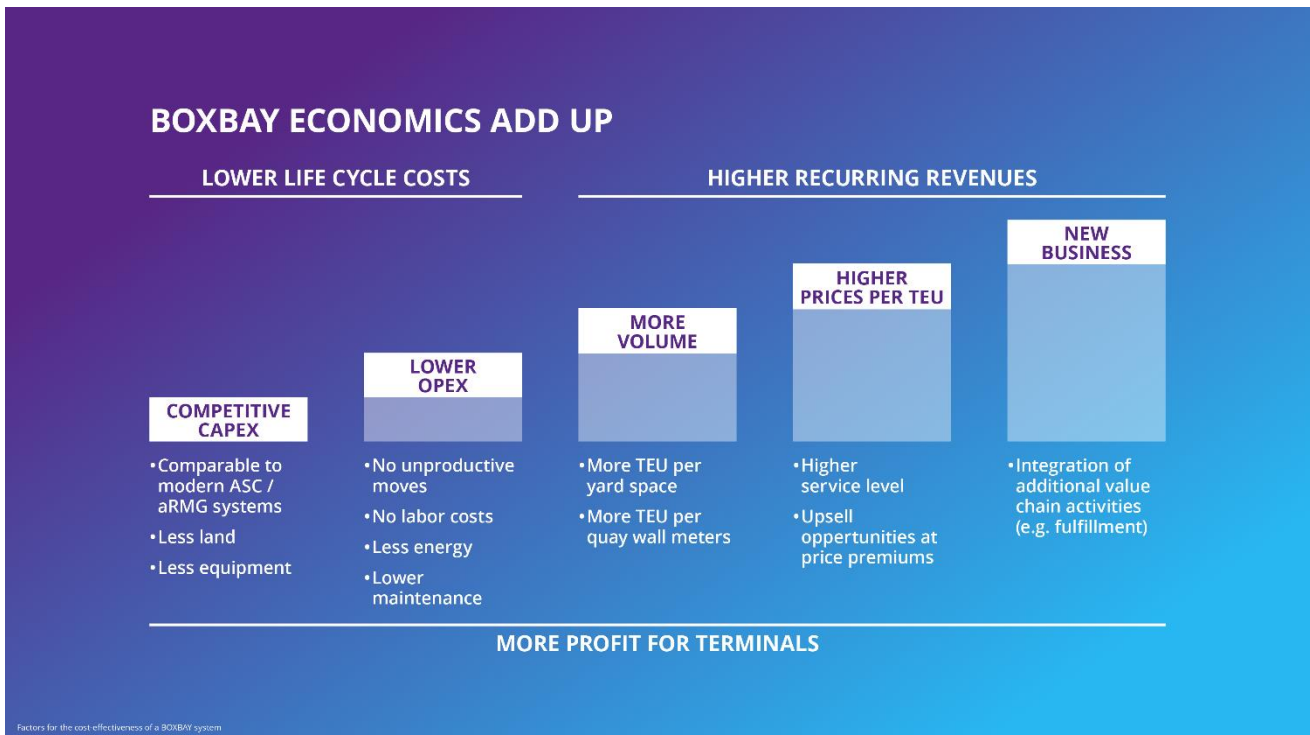


Abb. 14: Faktoren für die Wirtschaftlichkeit eines BOXBAY-Systems

1) Wettbewerbsfähige Investitionskosten (CAPEX)

Aufgrund des hohen Flächeneinsatzes sind Containerterminal-Projekte in der Regel extrem kapitalintensiv. Sowohl im Fall von Neubauten als auch von Erweiterungen spielt der Faktor Land eine bestimmende Rolle. Land im Hafengebiet ist knapp und somit teuer. Die Kosten für Landaufschüttungen können je nach Lage 2.000-3.000 EUR oder mehr je Quadratmeter erreichen. Aufgrund der hohen Flächenverdichtung fallen die Kosten für Land bei BOXBAY deutlich geringer aus.

Abbildung 13 zeigte den Vergleich der Flächeneffizienz eines BOXBAY-Systems gegenüber der eines RTG-Systems. Für 3.000 TEU Lagerkapazität wird im Falle von BOXBAY nur ein Hektar Terminalfläche benötigt, während das RTG-System rund vier Hektar belegt. Bewertet mit den o.g. 2.000-3.000 EUR je Quadratmeter, lässt sich die Flächeneinsparung von drei Hektar mit 60-90 Mio. EUR quantifizieren – ein hoher Anteil der Gesamtinvestition.

Der Wegfall unproduktiver Bewegungen reduziert die Anzahl der erforderlichen Kräne im Lager. Gleiches gilt für die Steigerung der Produktivität der Containerbrücken um bis zu 20 %. In Summe wird für ein BOXBAY-System weniger Equipment benötigt als für ein konventionelles System – auch an der Kaikante.

2) Geringere operative Kosten (OPEX)

Weniger unproduktive Bewegungen und weniger Equipment reduzieren die Betriebskosten des Terminals, insbesondere für Energie und Wartung. Die vollständige Automatisierung reduziert zudem die Lohnkosten bei gleichzeitiger Erhöhung der Arbeitssicherheit. Etwaige Emissionen an anderer Stelle im Terminal können durch das optionale PV-Dach kompensiert werden. Nachhaltigkeitsziele können früher erreicht werden.

3) Steigerung des Durchsatzes

Mit einem BOXBAY-System können auf gleicher Fläche mehr Container umgeschlagen werden. Dies erhöht den Jahresumsatz und die Profitabilität eines Terminals.

4) Steigerung des Service-Levels

Die Vorteile des BOXBAY-Systems kommen auch den Kunden des Terminals zugute. Reedereien profitieren von kürzeren Liegezeiten und flexibleren Reaktionszeiten. Die Wartezeiten für LKW auf der Landseite lassen sich reduzieren und – noch wichtiger – Zeitfenster für An- bzw. Ablieferung von Containern lassen sich deutlich besser planen. In vielen Fällen sind Kunden bereit, dieses zusätzliche Service-Level in Form von höheren Preisen zu honorieren. In jedem Fall wird die Wettbewerbsfähigkeit des Terminals im Vergleich zu konkurrierenden Hafenbetreibern gesteigert.

5) Ausweitung der Wertschöpfung

Die durch Verdichtung freierwerdender Flächen können für zusätzliche, oft profitablere Wertschöpfung abseits vom Lagerbetrieb genutzt werden. Terminals können so Umsatz und Profitabilität steigern, bei gleichzeitiger Diversifizierung ihrer Geschäftstätigkeit.

Je nach Rahmenbedingungen fällt die Bewertung der o.g. Faktoren unterschiedlich aus. Zusammengenommen wird jedoch das hohe wirtschaftliche Potenzial für Terminalbetreiber deutlich.

Eignung für Greenfield und Brownfield Projekte

Greenfield Projekte

Oft stehen dort, wo aus logistischen Gründen ein neues Containerterminal erforderlich ist, nicht ausreichend freie Flächen zur Verfügung. Etwa an Steilküsten, in der Nähe von Bereichen starker Urbanisierung oder bei dichter Industriebauung. Oder überall dort, wo Landgewinnung aus Kostengründen oder wegen Umweltauflagen nicht möglich ist. Für solche Greenfield-Projekte eignet sich ein BOXBAY-Hochregallager. Denn komplett neue Häfen können so von Anfang an mit großem Durchsatz und optimaler Raumausnutzung für hohe Lagerkapazität konzipiert werden.

Abbildung 15 zeigt das Beispiel einer Konzeption eines Tiefwasserhafens im nordöstlichen Kanada.



Abb. 15: Mit BOXBAY geplantes Transshipment-Terminal im Nordosten Kanadas
(Grafik mit freundlicher Genehmigung von GNP Inc., 62 Bonaventure Avenue, St. John's, A1C 3Z6, NL, Kanada)

Die Crémaillière Bay in der Region Neufundland ist Musterbeispiel eines geschützten Naturhafens mit ausreichender Wassertiefe und Größe. Das hinter der Küstenlinie steil ansteigende, felsige Gelände erlaubt aber kein konventionelles Containerterminal, da nicht genügend ebene Fläche zur Verfügung steht. Mit BOXBAY lässt sich die Betriebsfläche so stark komprimieren, dass die Planung eines großen Transshipment-Terminals doch möglich wird.

Brownfield Projekte

Der Großteil der weltweiten Kapazitätserweiterung für den Containerumschlag erfolgt über Brownfield-Projekte, bei denen bestehende Häfen erweitert und modernisiert werden. Die meisten großen Seehäfen sind seit ihrem Bestehen stetig gewachsen und stoßen bereits oft an die ebenfalls expandierende urbane Umgebung oder Industrie- und Verkehrsinfrastruktur an. Manchmal setzen aber auch hier die Topologie der Landschaft, Umweltauflagen oder gesellschaftlich-politische Widerstände dem Ausbau Grenzen.

Das Beispiel in Abbildung 16 zeigt ein solches voll ausgelastetes RTG-Terminal, das durch die steil ansteigende Steilküste und schnell fallende Wassertiefe keine weiteren Wachstumschancen mehr hätte (links). Der Bau eines BOXBAY Hochregallagers auf nur einem Viertel der bisherigen RTG-Lagerfläche (rechts) steigert die Jahreskapazität der im Mischbetrieb arbeitenden, modernisierten Anlage bereits auf 175 %.



Abb. 16: Steigerung der Jahreskapazität eines RTG-Terminals durch einen Teilumbau auf BOXBAY

Damit der Umbau ohne große Störungen des laufenden Terminalbetriebes erfolgen kann, wurde ein mehrstufiges Vorgehen entwickelt. Blocks des bestehenden Terminals werden schrittweise auf ein BOXBAY-System umgerüstet. Aufgrund der hohen Flächenverdichtung kann bereits nach einer ersten Bauphase die Gesamtkapazität des Terminals erhöht werden.

Abbildung 17 zeigt beispielhaft, wie ein größeres RTG-Terminal schrittweise von 1,8 Mio. TEU Jahresvolumen um weitere 67 % auf 3,0 Mio. TEU pro Jahr erweitert wird.

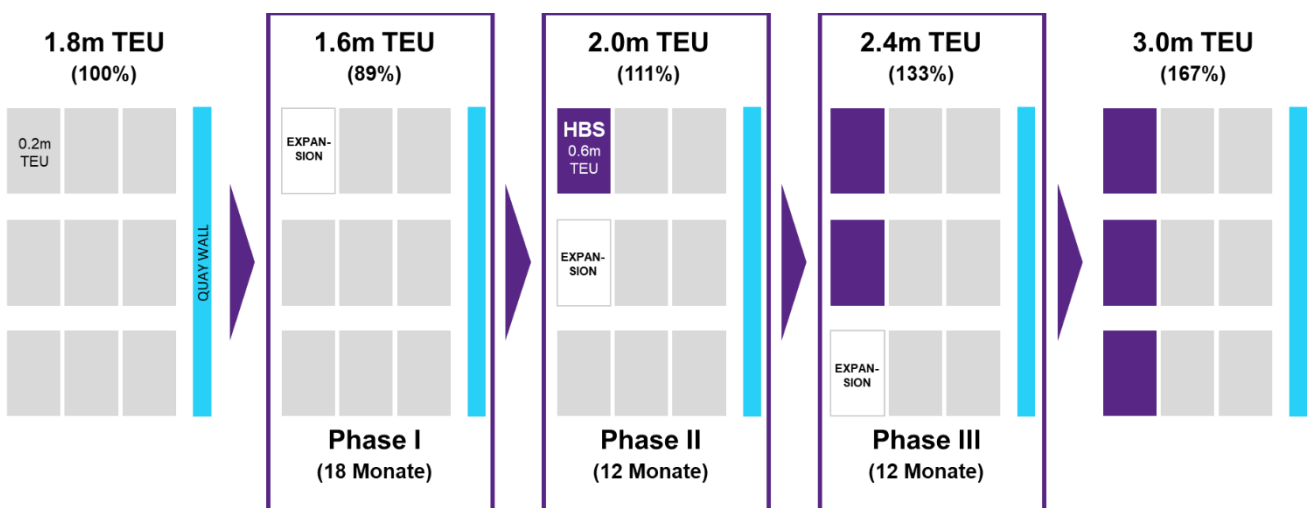


Abb. 17: Schrittweiser Umbau eines Containerterminals von einem RTG-Konzept zu BOXBAY

Zusammenfassung

BOXBAY ist die innovative und disruptive Lösung für die grundlegenden Bottlenecks der aktuellen Containerhafenlogistik. Durch direkten Zugriff auf jeden Container, vollautomatisierte und später autonomisierte Prozesse mit modernster digitaler Infrastruktur wird ineffizientes Umschichten von Containern durch paralleles Ein- und Auslagern ersetzt. Umschlaghäufigkeit und Flächennutzung werden drastisch erhöht und so Effizienzpotenziale erschlossen, die klassisch nicht erreichbar sind.

Durch die Vermeidung von verbrennungsmotorbetriebener Transportkapazität zusammen mit „grün“ erzeugter Energie wird der CO₂-Footprint extrem gesenkt. Ergänzt wird dies durch eine Energierückgewinnungstechnologie der Regalbediengeräte.

Im Fazit löst BOXBAY den grundsätzlichen Zielkonflikt zwischen Lagerauslastung und Betriebseffizienz bei gleichzeitiger Dekarbonisierung und stellt zusammen mit der vollständigen Digitalisierung eine wirkliche Innovation der globalen Hafenlogistik dar.

Die Joint-Venture-Partner

SMS group ist Weltmarktführer im metallurgischen Anlagenbau für die Metallindustrie. SMS liefert Technologie (Mechanik, Automatisierung, Digitalisierung und Service), die für die Herstellung und Veredelung von Metall notwendig ist. Das Unternehmen nutzt seine 150 Jahre Erfahrung und sein digitales Know-how für kontinuierliche Innovationen auch über sein Kerngeschäft hinaus. SMS begleitet seine Kunden während des gesamten Lebenszyklus ihrer Anlagen und ermöglicht dadurch profitable, ressourcenschonende Wertschöpfungsketten. Den Weg für eine klimaneutrale und nachhaltige Metallindustrie zu ebnen, ist das erklärte Ziel des Unternehmens.

Das SMS Tochterunternehmen AMOVA GmbH (Hilchenbach) ist spezialisiert auf den automatisierten Transport und die Lagerung schwerer Lasten bis zu 50 Tonnen Einzelgewicht. Ausgehend von Lösungen insbesondere für die Stahl- und Nichteisenindustrie ist AMOVA über BOXBAY der Einstieg in die Containerindustrie gelungen.

DP World ist ein weltweit tätiges Logistikunternehmen und fünftgrößter Containerterminalbetreiber der Welt. Als Innovationstreiber bietet DP World Lösungen und Services entlang der Logistikkette in über 60 Ländern mit über 130 Geschäftsbereichen. DP World investiert laufend in zukunftsweisende und vor allem nachhaltige Technologien, die in die eigene DP World "Our World, Our Future" Nachhaltigkeitsstrategie passen. Hierzu gehören u.a. Virgin Hyperloop, Lithium-Ionen batteriebetriebene Antriebssysteme, diverse digitale Lösungen und auch BOXBAY.

Beide Unternehmen haben sich partnerschaftlich zu dem Joint-Venture BOXBAY zusammengeschlossen und bringen ihre jeweiligen Kompetenzen ein. Das BOXBAY-System wird weltweit vermarktet.

Anhang

Anhang 1: Ergänzende VIDEOS

- a) Betrieb der Testanlage in DUBAI: https://youtu.be/gOew_3db8Xk
- b) Funktionsweise des BOXBAY-Systems: <https://youtu.be/4kvKICbePjw>
- c) Unternehmensvideo BOXBAY: <https://youtu.be/URj8jzNZnWo>

Anhang 2: Technische Daten der Test in Jebel Ali (Dubai), Terminal 4

- Abmessungen: 230 x 26 m (L x B)
- 11 Etagen, ca. 50 m hoch
- 2 Lagergassen
- 792 Containerstellplätze
- Alle Lagerplätze high-cube
- 92.000 TEU/Jahr theoretische Kapazität
- 2 Stacker Cranes (Regalbediengeräte)
- 1 Förderer + Verschiebewagen
- 1 vollautomatischer LKW-Ladekran
- 1 Straddle Carrier
- Automatisierung + Lagerverwaltungssystem (WMS)
- Wasserseitige Produktivität: 500 Ein- und Auslagerungen pro Stunde (bei Vollausbau)
- Landseitige Produktivität: 300 Ein- und Auslagerungen pro Stunde (bei Vollausbau)
- Gesamtproduktivität: 800 produktive Ein- und Auslagerungen pro Stunde (bei Vollausbau)