

# VISIONS

PORT TECHNOLOGY | AUSGABE 8



## HIGHLIGHTS

Automatisiertes Laden im Betrieb .....	4
Energie intelligent steuern .....	6
CO <sub>2</sub> sparen im Terminalbetrieb .....	10



ZUKUNFT DER HAFENLOGISTIK

# AUF DEM WEG ZUM EMISSIONS- FREIEN TERMINAL

Liebe Leserinnen und Leser,

der Wandel hin zu einem automatisierten, nachhaltigen und effizienten Containerhandling ist inzwischen gelebte Realität: Häfen setzen zunehmend auf elektrifizierten Fahrzeugverkehr.

Grund dafür sind Emissionsvorgaben und steigende Energiepreise. Nachhaltigkeit und Produktivität sind zentrale Wettbewerbsfaktoren. In einer dynamischen Branche wie dem Hafenumschlag kommt es daher auf mehr als bloße Elektrifizierung an: es braucht innovative Ladetechnologien, die sich unkompliziert in bestehende Prozesse und Strukturen integrieren, ohne den Betriebsablauf zu unterbrechen.

In dieser Ausgabe werfen wir einen Blick auf unsere neuesten Innovationen für eine nachhaltige und effiziente Hafenlogistik. Von PowerDock als Ladelösung für elektrische Terminalfahrzeuge über die VAHLE Battery Storages als Antwort auf die operativen Grenzen klassischer Elektrifizierung von RTG-Kranen bis zu TriMotion Compact als aktuelles Anwendungsbeispiel im Khalifa Port zeigen wir Ihnen unsere zukunftsicheren Lösungen für grünere, smartere und leistungsfähigere Containerterminals. Mit batteriebetriebenen Systemen als Alternative zu Diesel-Generatoren werden Umschlagprozesse am Hafen nicht nur nachhaltiger, sondern auch zeit- und kosteneffizienter.

Tauchen Sie mit uns ein in die Zukunft der Hafentechnologie. Entdecken Sie, wie ein Net Zero-Terminalbetrieb schon bald keine Zukunftsvision mehr ist.

Viel Freude beim Lesen und Entdecken!

**Your Vision. Our Solution.**



VAHLE POWERDOCK: AUTOMATISIERUNG IM HAFEN

# LADEINFRASTRUKTUR FÜR DEN TERMINAL-BETRIEB DER ZUKUNFT

Die Elektrifizierung von Hafenfahrzeugen nimmt weltweit an Fahrt auf. Gleichzeitig stoßen bestehende Ladelösungen im Terminalbetrieb zunehmend an ihre Grenzen. Besonders das manuelle Stecken leistungsstarker DC-Ladekabel erweist sich im dichten, hochfrequentierten Hafentag als Schwachstelle.

## Manuelles Stecken als Betriebsrisiko

Enge Taktzeiten, Schichtwechsel und variierende Parkpositionen führen dazu, dass Ladevorgänge nicht zuverlässig umgesetzt werden. Mechanischer Verschleiß an Steckverbindungen, Sicherheitsrisiken im Arbeitsbereich und zusätzlicher Personalaufwand sind die Folge. In automatisierten Flotten ist ein manuell bedienter Ladevorgang zudem kaum praktikabel.

## Steigende Anforderungen im Terminalbetrieb

Parallel dazu wachsen die Leistungsanforderungen der Fahrzeuge ebenso wie der Anspruch an Verfügbarkeit, Sicherheit und reproduzierbare Prozesse. Stillstände wirken sich unmittelbar auf den gesamten Materialfluss aus. Klassische Steckerlösungen begrenzen so die Skalierbarkeit elektrifizierter Flotten und erhöhen das operative Risiko im kontinuierlichen 24/7-Betrieb.

## Unterboden-Laden als neuer Standard

PowerDock ersetzt das manuelle Stecker-Laden vollständig. Stattdessen setzt das System auf automatisches Unterboden-Laden. Das Ladesystem wird oberflächlich installiert und benötigt keine tiefgreifenden Bauarbeiten im Hafentag. Die Energieversorgung erfolgt über bestehende, marktübliche DC-Ladegeräte mit CCS-Standard. Dadurch lässt sich PowerDock flexibel an vorhandene Ladeinfrastruktur anbinden und in unterschiedlichen Terminallayouts einsetzen, ohne Verkehrswege, Entwässerung oder Untergrundstrukturen nachhaltig zu verändern. Die Lösung ist oberirdisch zugänglich, wartungsfreundlich und erlaubt eine schrittweise Erweiterung bei steigendem Leistungsbedarf über mehrere Ladepunkte hinweg – auch bei laufendem Betrieb der Anlage.

## Flexible Fahrzeugintegration und Retrofit

PowerDock ist für verschiedene Fahrzeugtypen ausgelegt – von Terminaltrucks über AGVs bis hin zu schweren Flurförderfahrzeugen. Die robuste Empfängereinheit am Fahrzeugunterboden kann sowohl bei Neufahrzeugen als auch in bestehende Flotten integriert werden. Standardisierte Schnittstellen reduzieren Komplexität, vereinfachen die Projektierung und minimieren Integrations- und Projektrisiken.



## ENERGIE TRIFFT EFFIZIENZ – POWERDOCK IM TERMINAL

Im Hafenebetrieb kommt es auf Technologien an, die auch unter rauen Bedingungen zuverlässig funktionieren. Mit PowerDock von VAHLE wird die Energieversorgung im Hafen zu einem integrierten, sicheren und reproduzierbaren Bestandteil des täglichen Betriebs – konsequent ausgelegt für den Einsatz im Terminal und flexibel einbindbar in bestehende Terminalstrukturen.

### Zeitgewinn durch Opportunity Charging im laufenden Betrieb

Vom Erreichen der Parkposition bis zum Start des Stromflusses vergehen weniger als 60 Sekunden. PowerDock eignet sich damit ideal für Opportunity Charging während natürlicher Standzeiten – sowohl bei manuell geführten als auch bei autonomen Fahrzeugen. Bereits kurze Ladefenster reichen aus, um Batterien kontinuierlich nachzuladen.

### Robust für den Hafentag

Schmutz, Sand, Wasser und große Parktoleranzen sind fester Bestandteil des Terminalbetriebs. PowerDock ist genau dafür ausgelegt. Geschützte Komponenten

und ein toleranzfreundliches mechanisches Design gewährleisten zuverlässigen Dauerbetrieb unter rauen und schwer planbaren Umgebungsbedingungen.

### Sicherheit und Nachrüstbarkeit im Terminalumfeld

Ein zentraler Aspekt von PowerDock ist die Sicherheit des Ladevorgangs. Die Abdeckklappen der Kontakte auf stationärer und mobiler Seite werden erst nach Erreichen der definierten Parkposition freigegeben. Strom fließt ausschließlich nach vollständigem mechanischem Andocken und erfolgreicher CCS-Kommunikation.

Eine kontinuierliche Sensorik überwacht unter anderem Temperaturwerte während des gesamten Ladevorgangs. Bei Abweichungen oder Störfällen versetzt sich das System automatisch in einen sicheren Zustand.

So wird PowerDock zur technologischen Grundlage für eine automatisierte, skalierbare Energieversorgung im gesamten Terminal.

### PowerDock im Überblick

- ⊕ **Plug freies Laden von unten:** Kein manuelles Stecken
- ⊕ **Einfache Installation:** Oberflächlich installiert, Anbindung an bestehende DC Ladegeräte
- ⊕ **Schnell einsatzbereit:** Unter 60 Sekunden von Parkposition bis Stromfluss
- ⊕ **Robust für den Hafentag:** Ausgelegt für Schmutz, Wasser und großen Toleranzen
- ⊕ **Für manuelle und autonome Fahrzeuge:** Geeignet für gemischte Flotten im 24/7 Betrieb
- ⊕ **Einfach integrierbar:** Kompatibel mit bestehenden Terminalumgebungen

## Bereit für den Wandel – VAHLE als Entwicklungspartner

Gestalten Sie mit VAHLE die Zukunft der Hafentlogistik. Gemeinsam mit Terminalbetreibern und OEMs treiben wir automatisierte, elektrifizierte und vernetzte Prozesse voran. Nehmen Sie Kontakt auf, um mehr über PowerDock zu erfahren – QR-Code scannen oder besuchen Sie [vahle.com/anfrage](https://www.vahle.com/anfrage)



CONTAINERUMSCHLAG IM WANDEL

# ENERGIEZUFUHR AM TERMINAL SYSTEMISCH STEUERN

eRTGs ermöglichen seit zwei Jahrzehnten effiziente, emissionsarme Terminalprozesse. In einem Umfeld, wo hohe Leistungsanforderungen, schwankende Lastprofile und begrenzte Netzkapazitäten aufeinandertreffen, stößt klassische Elektrifizierung jedoch schnell an ihre Grenzen. Bei manueller Energiezufuhr wird das Laden zum operativen Stolperstein. Gefragt sind Lösungen, die Energie aktiv steuern und in den laufenden Betrieb integrieren.



## WENN ENERGIE IM CONTAINERUMSCHLAG ZUM STRATEGISCHEN FAKTOR WIRD

Elektrisch versorgte RTGs (eRTGs) werden immer mehr zum Standard. Ihr vermehrter Einsatz rückt die Frage in den Mittelpunkt, wie die Energiezufuhr natürlich in die Betriebsabläufe integriert werden kann, um laufende Prozesse aktiv zu unterstützen, statt sie auszubremsen.

### Komplexität im Alltag – Neue Spielregeln für Energie

Kontinuierlicher Betrieb, sprunghafte Lastspitzen und wechselnde Umgebungsbedingungen in Containerterminals bringen herkömmliche Energieversorgungskonzepte zunehmend an ihre Grenzen. Gleichzeitig erweisen sich manuelle Ladeprozesse als strukturelles Hindernis, denn sie sind fehleranfällig, schwer planbar und nicht kompatibel mit automatisierten Abläufen.

Damit wird ein Perspektivwechsel notwendig: Energie darf nicht nur bereitgestellt werden, sie muss steuerbar werden. Genau hier setzen modulare Batteriesysteme an. Sie ermöglichen es, Energie zwischenzuspeichern, gezielt abzurufen und einzelne Prozesse temporär vom Stromnetz zu entkoppeln. Dadurch entstehen neue Möglichkeiten im Betrieb, etwa wenn Fahrbewegungen zwischen Containerblöcken eigenständig und emissionsfrei durchgeführt werden.

### Basis für Automatisierung und Dekarbonisierung

Batteriesysteme schaffen so die Grundlage für automatisierte Prozesse und erleichtern gleichzeitig die Einbindung erneuerbarer Energien. So wird Energie zum integralen Bestandteil der Systemarchitektur. Und zum entscheidenden Hebel für die nächste Evolutionsstufe im Terminalbetrieb.

### Mit VAHLE fit für Hafenkonzeppte von morgen

Der Leitsatz „Your Vision. Our Solution.“ unterstreicht, wie VAHLE individuelle Systemlösungen für spezifische Anforderungen bereitstellt. Anstelle von Standardlösungen entstehen somit modulare, skalierbare Gesamtkonzepte, basierend auf langjähriger Expertise und bewährter Technologie.

Die Batteriesysteme von VAHLE eignen sich ebenso für Neubauprojekte wie für bestehende eRTG-Flotten, wo sie als Retrofit-Komponente einsetzbar werden. So werden Dekarbonisierungsziele zu realen Erfolgsmodellen und moderne Terminals zu Net Zero-Pionieren.





VAHLE BATTERY STORAGE: ENERGIE NEU GEDACHT

# LEISTUNG, WENN SIE GEBRAUCHT WIRD

Batteriegestützte Energiemodule wie das VAHLE Battery Storage versorgen eRTGs zuverlässig mit Energie – unabhängig vom Netz. So werden Batteriesysteme zu hochleistungsfähigen Puffern: Indem sie Energie temporär speichern und bedarfsgerecht bereitstellen, entlasten sie das lokale Stromnetz gezielt bei Lastspitzen.

Je nach Anforderung stehen zwei vordefinierte Batterietypen zur Auswahl, wobei Gehäuse und eHouse-Umgebung identisch bleiben. Die eigentliche Batteriekonfiguration lässt sich jedoch flexibel an den jeweiligen Kran, dessen Einsatzprofil sowie die Anwendung – etwa Gassenwechsel, Hybridbetrieb oder Peak Shaving – anpassen. Grundlage dafür sind Module, die je nach Bedarf in Serie und/oder parallel verschaltet werden, um die erforderliche Spannung und Energiekapazität zu erreichen.

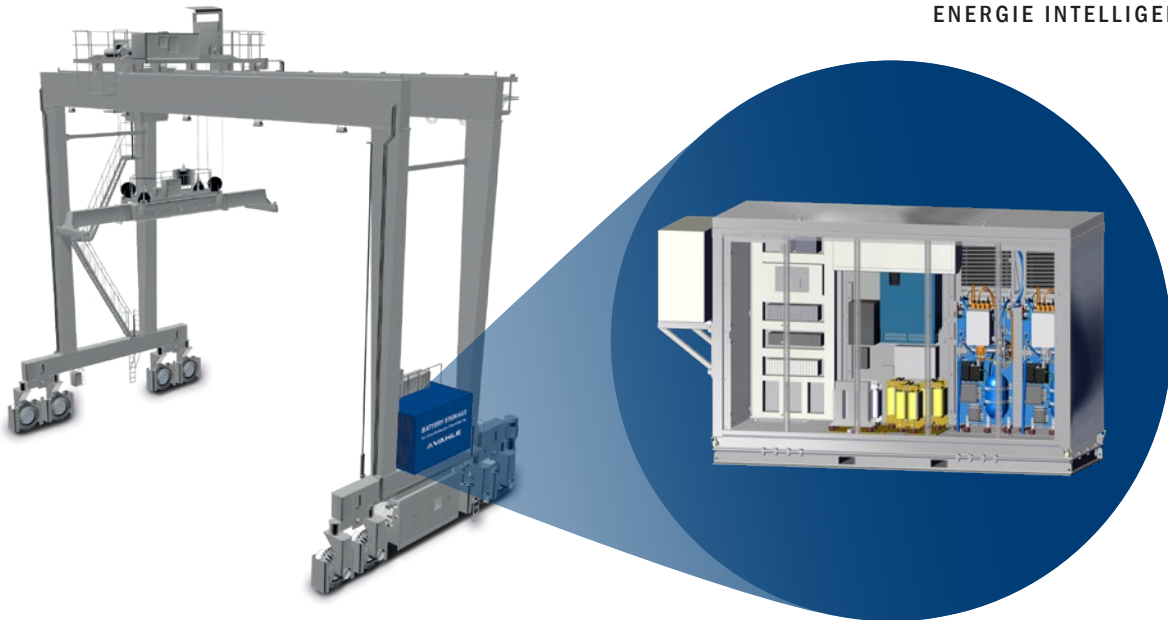
Dank hoher C-Rate – sie beschreibt, wie schnell eine Batterie im Verhältnis zu ihrer Kapazität geladen oder entladen werden kann – und fortschrittlicher Kühltechnologie können auch Batterien mit vergleichsweise geringer Kapazität große Energiemengen kurzfristig bereitstellen. So werden Investitions- und Betriebskosten reduziert.

Durch die Nutzung von Rückgewinnungspotenzialen und die gezielte Entkopplung vom Stromnetz wird Energie zu einer flexibel einsetzbaren Ressource und erneuerbare Energien lassen sich sinnvoll integrieren. So sinken die Energiekosten und gleichzeitig werden Fahrbewegungen wie etwa Gassenwechsel völlig autark und emissionsfrei.

## Energieflüsse intelligent nutzen

Batteriesysteme erweitern den Handlungsspielraum im Energiemanagement. Sie speichern überschüssige Energie, etwa aus Bremsvorgängen, und stellen sie bei Bedarf wieder zur Verfügung. Auch lokal erzeugter Strom aus erneuerbaren Energien – etwa aus PV-Anlagen – kann zwischengespeichert und zeitlich versetzt genutzt werden.

Auf diese Weise entsteht ein integriertes Energiesystem, das Verbrauch, Speicherung und Rückgewinnung miteinander verknüpft. Energieflüsse werden nicht nur ausgeglichen, sondern aktiv gestaltet. Das ist ein entscheidender Schritt hin zu mehr Effizienz im Terminalbetrieb.



## PEAK SHAVING, AUTONOMIE UND SICHERHEIT: BATTERIESYSTEME DER NÄCHSTEN GENERATION

Containerterminals verlangen Technik, die unter Dauerbelastung zuverlässig funktioniert. Hohe Auslastung, raue Umweltbedingungen und dauerhafte Einsatzyklen lassen wenig Spielraum für Schwankungen. Entscheidend ist daher nicht nur Leistung, sondern vor allem Verlässlichkeit im Betrieb.

### Stabilität unter Extrembedingungen

Lithium-Ionen-Batterien liefern ihre beste Leistung bei rund 25 °C. Bereits kleine Temperaturunterschiede zwischen den Zellen können die nutzbare Energie des gesamten Systems deutlich reduzieren. Übermäßige thermische Belastung beschleunigt die Zellalterung und verringert die Lebensdauer – ein Sicherheitsrisiko, das nicht unterschätzt werden darf.

VAHLE setzt daher auf die effizienteste verfügbare Kühltechnologie: Immersionskühlung. Die Zellen werden in eine elektrisch nicht leitende Flüssigkeit getaucht, wodurch Wärme schnell abgeführt und die Temperatur im gesamten Batteriesystem konstant gehalten wird. Selbst bei extremen Umgebungsbedingungen von -25 °C bis +55 °C bleibt die Zelltemperatur bei etwa 25 °C. So

werden optimale Leistung, maximale Sicherheit und eine lange, planbare Lebensdauer gewährleistet.

### Sicherheit ohne Kompromisse

Ein Worst-Case-Szenario bei Lithium-Ionen-Batterien ist der sogenannte Thermal Runaway, bei dem eine Zelle überhitzt und im Extremfall Feuer auslösen kann. Die Immersionskühlung bietet hier einen entscheidenden Vorteil: Sie verhindert die Kettenreaktion, bei der eine Zelle die nächste überhitzt. Dieses Prinzip einer Unterbindung einer thermischen Kettenreaktion gilt als höchster Standard moderner Batteriearchitektur und erhöht die Betriebssicherheit deutlich.

### Wirtschaftlich denken, nachhaltig handeln

Aus technischer Robustheit und Effizienz ergeben sich unmittelbare wirtschaftliche Vorteile: Gleichmäßige Leistungsprofile senken den Energiebedarf, kontrollierte Betriebsbedingungen reduzieren Verschleiß und Wartungsaufwand. Gleichzeitig leisten Batteriesysteme einen messbaren Beitrag zur Emissionsreduktion und werden zu einem zentralen Baustein für einen nachhaltigen Betrieb.



### Immersionskühlung

Bei der Immersionskühlung befinden sich Batteriezellen direkt in einer elektrisch nicht leitenden Flüssigkeit. Wärme wird ohne Umwege dort aufgenommen, wo sie entsteht.

Das sorgt für eine gleichmäßige Temperatur im gesamten System und verhindert kritische Hotspots.

- ⊕ Homogene Temperaturverteilung
- ⊕ Konstante Zelltemperatur (25 °C ± 2 °C)
- ⊕ Hohe Effizienz der Wärmeabfuhr
- ⊕ Verlängert die Lebensdauer der Anlage und reduziert dadurch die Total Cost of Ownership

### Zukunftssichere Energie

VAHLE ist Ihr Partner für zukunftsfähige Terminalkonzepte.  
QR-Code scannen oder besuchen Sie [vahle.com/anfrage](http://vahle.com/anfrage)





ELEKTRIFIZIERUNG MIT TRIMOTION COMPACT

# NACHHALTIG UND WIRTSCHAFTLICH: 300 TONNEN WENIGER CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub>-Einsparung im großen Stil: Seit Dezember 2024 ist die VAHLE-Systemlösung TriMotion Compact erfolgreich im Khalifa Port in Abu Dhabi im Einsatz. Betrieben wird der Hafen von der AD Ports Group und den CMA Terminals. Das Projekt zeigt exemplarisch, wie Elektrifizierung und Automatisierung unter realen Terminalbedingungen umgesetzt werden können – robust, skalierbar und ohne Eingriffe in laufende Prozesse.

### Elektrifizieren statt Tanken

Das System ersetzt dieselbetriebene Aggregate bei den Rubber Tyred Gantry Cranes (RTGs). So können elektrifizierte und automatisierte Systeme wie

TriMotion Compact bis zu 300 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr\* im Terminal einsparen – das entspricht dem Jahresverbrauch von circa 45 Vier-Personen-Haushalten in Deutschland.

### Mehr als eine technische Lösung

Durch seinen Beitrag zur Emissionsreduktion in globalen Lieferketten wird TriMotion Compact zu einem zentralen Treiber für eine nachhaltige Infrastruktur und einen wirtschaftlichen Terminalbetrieb. Die Lösung steht damit für einen praxiserprobten Schritt hin zum Net-Zero-Terminalbetrieb – heute bereits realisiert.

## CO<sub>2</sub>-Einsparung je Umrüstung pro Jahr



**Etwa 110 Flüge**

zwischen Frankfurt und New York



**Rund 1,9 Millionen Kilometer mit dem Auto**



**Ca. 9.000 Kilogramm Rindfleisch**

(inkl. Produktion, Transport, Futter)

# GELEBTE ELEKTRIFIZIERUNG FÜR GRÜNERE HÄFEN

Was vor zwei Jahrzehnten als Reaktion auf steigende Ölpreise langsam Fahrt aufnahm, ist heute bereits gelebter Standard im Terminalbetrieb: Elektrifizierung und Automatisierung. Fahrzeuge und Umschlaggeräte, die nicht länger auf Diesel angewiesen sind, sondern elektrisch betrieben werden, sind die Grundlage für wirtschaftliches und klimafreundliches Containerhandling.

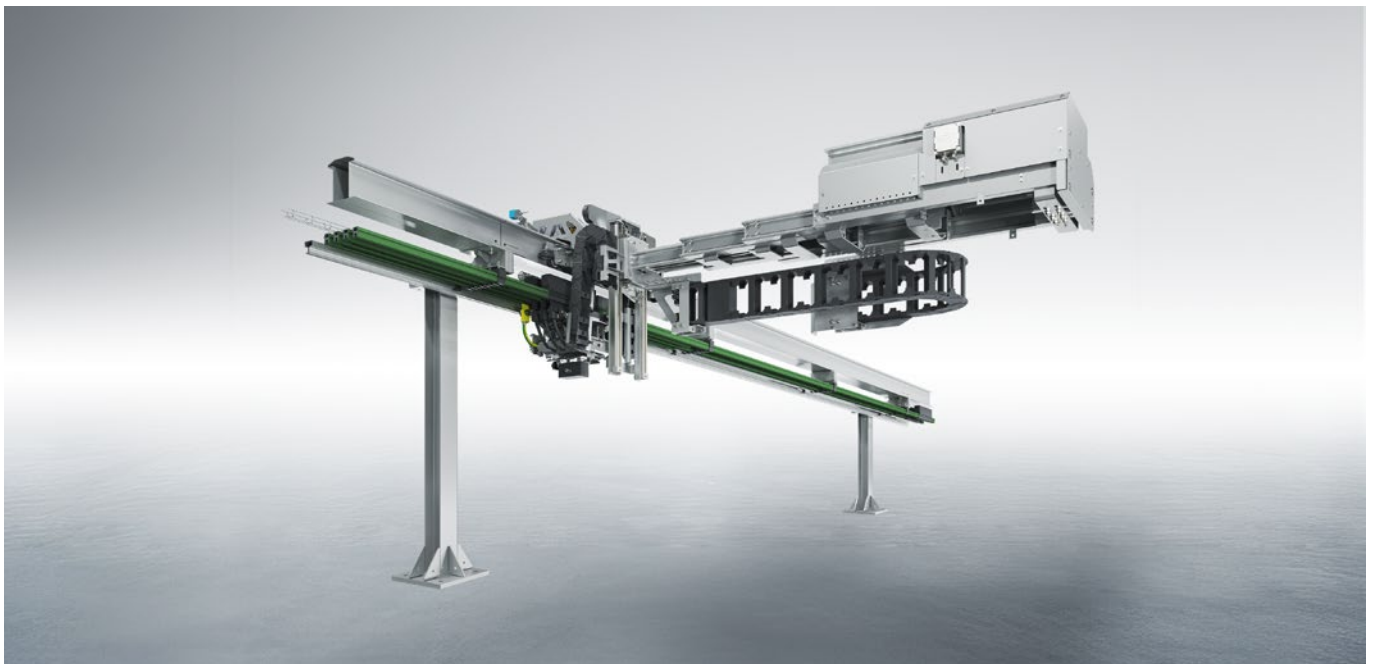
Gleichzeitig erhöhen sich durch zunehmende Automatisierung die Effizienz und Sicherheit für Personal und Prozesse. Damit wird deutlich: Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit sind kein Widerspruch, sondern gehen Hand in Hand. Ein Beweis dafür sind die eRTGs im Modern Terminal Hong Kong, die seit über 15 Jahren erfolgreich und zuverlässig im Einsatz sind.

## VAHLE als Technologiepartner

VAHLE ist seit vielen Jahren aktiver Wegbereiter für elektrifizierte und automatisierte Terminalanlagen. Der Systemanbieter stellt innovative Lösungen zur Verfügung, die den Herausforderungen im modernen Terminalbetrieb und Containerhandling begegnen – und steht Hafentreibern mit umfangreichem Know-how und Expertise aus der Praxis als zuverlässiger Partner zur Seite.

## Effizient und nachrüstbar

Ein aktuelles Beispiel für VAHLEs Terminallösungen ist das TriMotion Compact im Khalifa Port. Das kompakte Elektrifizierungssystem für automatisierte RTG-Anwendungen steigert nachhaltig die Effizienz des elektrischen RTG-Betriebs und eignet sich für Retrofit-Projekte genauso wie für Neuanlagen.



## TriMotion Compact – Vorteile auf einen Blick

- ⊕ **Synchrone Steuerung:** Versorgung mehrerer eRTGs auf einer Strecke
- ⊕ **Gebündelte Energie- und Datenübertragung:** Alles in einem System
- ⊕ **Kompakt gebaut:** Einfach nachzurüsten
- ⊕ **Plug & Play:** leichte Installation & schnelle Inbetriebnahme
- ⊕ **Schnell verfügbar:** Standardisierte (DIN/EN/ISO) Hardware und optimierte lokale Beschaffungsmöglichkeiten
- ⊕ **Vollständig remotefähig:** Steuerung vom Operator Desk

VAHLE SERVICE - FÜR EINE STÖRUNGSFREIE ZUKUNFT

# MAXIMALE VERFÜGBARKEIT, MINIMALE AUSFÄLLE

Ob eRTG, STS-Krane, Straddle Carriers, RMG-Krane oder fahrerlose Transportsysteme – regelmäßige Wartung, professionelle Reinigung und präzise Inspektion sorgen für einen zuverlässigen und zukunfts-sicheren Hafenbetrieb.

Mit präventivem und vorausschauendem Service, einer reibungslosen Ersatzteilversorgung sowie unseren Protect Programmen halten wir Ihre Systeme effizient, sicher und dauerhaft leistungsfähig.



**Jetzt Anlagen-Check vereinbaren!**

Scannen Sie einfach den QR-Code oder besuchen Sie [vahle.com/service](https://vahle.com/service)



**Paul Vahle GmbH & Co. KG**

Westicker Str. 52  
59174 Kamen  
Deutschland

+49 2307 7040  
[info@vahle.com](mailto:info@vahle.com)  
[vahle.com](https://vahle.com)

Ihren lokalen Kontakt finden Sie unter: [vahle.com/kontakt](https://vahle.com/kontakt)

**HERAUSGEBER** | Paul Vahle GmbH & Co. KG (s. I.)  
**VERTRETEN DURCH** | Paul Vahle Verwaltungs GmbH (geschäftsführende & persönlich haftende Gesellschafterin), diese vertreten durch Dipl.-Ing. Achim Dries (Geschäftsführung)  
**EINTRAGUNG IM HANDELSREGISTER** | Registergericht: Amtsgericht Hamm, Registernummer: HR B 4495  
**VERANTWORTLICH FÜR DEN INHALT** | Dr. Andreas Jung, Paul Vahle GmbH & Co. KG (s. I.)  
**REDAKTION** | Paul Vahle GmbH & Co. KG (s. I.)  
**DRUCK** | Druckerei Schmidt, Ley + Wiegandt GmbH + Co. KG, An der Wethmarheide 36, 44536 Lünen

Die aufgeführten technischen Inhalte können von den tatsächlichen Spezifikationen abweichen und sind nicht verbindlich. Verbindlich sind ausschließlich die technischen Daten in den technischen Handbüchern und Konstruktionszeichnungen.  
**Irrtümer und Änderungen vorbehalten.**