



RAISING THE BAR



EMISSIONSFREIE LÖSUNGEN HABEN DIE HÄFEN ERREICHT. IST WASSERSTOFF EINE GEEIGNETE OPTION FÜR IHREN CONTAINERHANDLINGBETRIEB?

Ihr Hafenterminalbetrieb soll emissionsfrei werden? Die entscheidende Frage ist: Wie?

Die Lieferketten sind für über 90 Prozent der Treibhausgasemissionen von Unternehmen verantwortlich. Häfen spielen daher eine wichtige Rolle, wenn es darum geht die Ziele der Emissionsreduzierung zu erreichen. Betreiber von Terminals erwägen derzeit den Einsatz von Technologien wie Wasserstoffbrennstoffzellen, Lithium-Ionen-Batterien oder eine Kombination von beidem, um bewährte Verbrennungsmotoren zu ersetzen. Doch nach welchen Kriterien sollten emissionsfreie Optionen bewertet werden?

Häfen sind dynamische Umgebungen, in denen ausreichend Energie zur Verfügung stehen muss, um Fuhrparks von Fahrzeugen, Kränen, Containerstaplern usw. zu betreiben, die kontinuierlich schwere Lasten mit minimalen Stillstandzeiten transportieren. Bei der Bewertung von emissionsfreien Optionen spielen deshalb Faktoren wie Leistung, Kosten und Zuverlässigkeit eine wesentliche Rolle. Verbrennungsmotoren profitieren von einer etablierten fossilen Kraftstoffversorgung. Im Gegensatz dazu stellen alternative Antriebslösungen besondere Anforderungen an die lokale elektrische Infrastruktur oder erfordern eine gesicherte Wasserstoffversorgung. Dies sollte bei der Entscheidungsfindung unbedingt berücksichtigt werden.

// WAS IST MIT LITHIUM-IONEN-BATTERIEN?

Elektrischer Strom aus Batterien hat im Hinblick auf den Antrieb von kleineren Geräten wie Staplern in Lagerhäusern und Fertigungsumgebungen eine lange Geschichte. Doch wie passt dieser Ansatz zu den anspruchsvollen Aufgaben in Häfen, für die große Containerhandlingeräte zum Einsatz kommen?

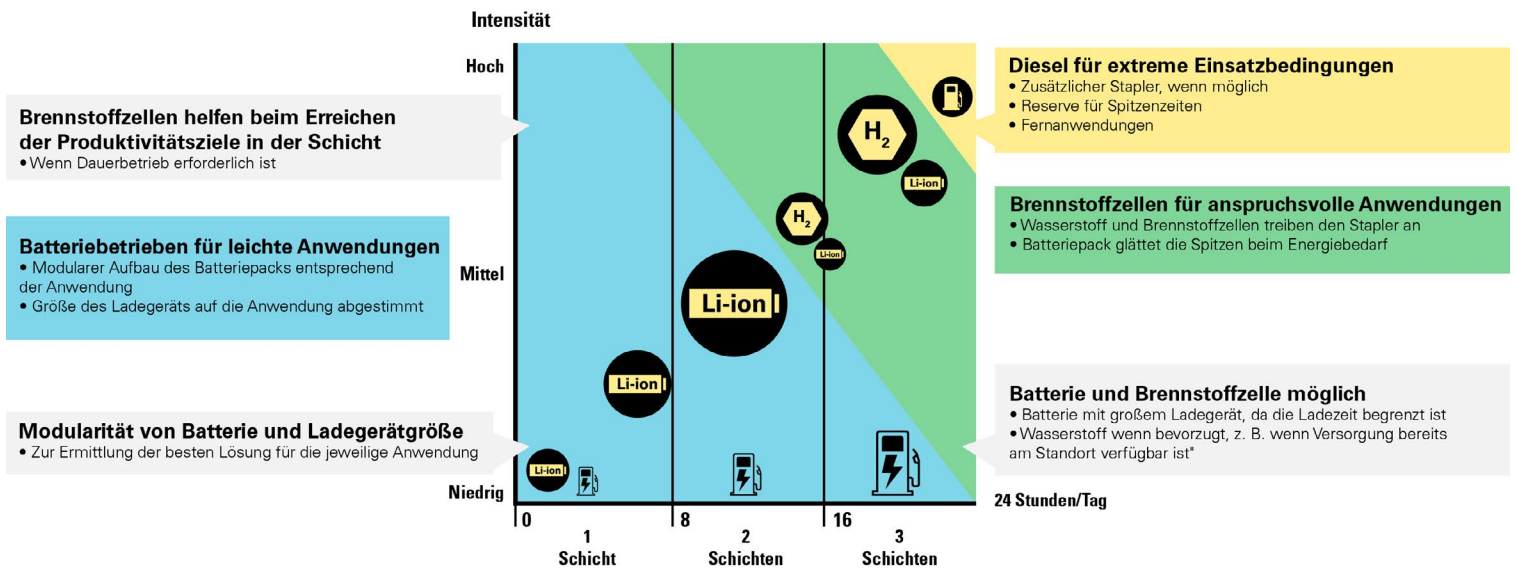
Batteriebetriebene Elektrofahrzeuge sind erheblich vom Stromnetz abhängig. Dieses Stromnetz versorgt auch Privathaushalte und Unternehmen, die täglich durchschnittlich 28,9 kWh bzw. 70 kWh verbrauchen. Für das Laden eines einzelnen Containerstaplers mit einem 260-kWh-Batteriepack ist erheblich mehr Energie erforderlich. Wenn ein Fuhrpark aus 100 Fahrzeugen besteht und diese Fahrzeuge alle einmal am Tag geladen werden, entspricht das einem Verbrauch von über 20.000 kWh – was zu einer Überlastung des Stromnetzes führen könnte.

Darüber hinaus wird in Hafenterminals jeder Quadratzentimeter verwendet, um die Lagerkapazität zu maximieren, Kräne unterzubringen und Wege für Containerhandlingeräte

bereitzustellen. Batterieladestationen können groß und sperrig sein. Es gestaltet sich daher mitunter schwierig, den richtigen Platz dafür in einem Terminal zu finden – besonders bei größeren Fuhrparks, die mehr Raum, Leistung und einen konsistenten Ladeplan benötigen.

Für Zwischenladungen in Betriebspausen ist die strategische Platzierung von mehreren Ladestationen im gesamten Hafengebiet erforderlich. Aber auch mit der richtigen Ladeinfrastruktur kann es passieren, dass Bediener das Laden der Geräte schlicht vergessen.

Es kann anderthalb bis fünf Stunden dauern, bis die Batterie eines großen Containerstaplers vollständig geladen ist – je nach Ladeeinstellung. Und dazu kommt, dass eine vollständig aufgeladene Batterie „nur“ vier bis acht Stunden hält. Die Notwendigkeit häufiger Aufladungen sowie die Ladestunden selbst führen dazu, dass die Geräte oft nicht betriebsbereit sind. Für Betriebe, die an Verbrennungsmotoren mit Laufzeiten von mehreren 8-Stunden-Schichten gewöhnt sind, kann für eine Umstellung auf Batteriestrom die Anschaffung weiterer Einheiten notwendig sein, um die gleiche Verfügbarkeit der Geräte zu gewährleisten und so den Bedarf zu decken.





// WASSERSTOFFBRENNSTOFFZELLEN FÜR SCHWERLAST-FUHRPARKS

Lithium-Ionen-Batterien und Wasserstoffbrennstoffzellen weisen einige wesentliche Unterschiede auf, aber sie haben auch eine wichtige Gemeinsamkeit. Brennstoffzellen müssen nicht aufgeladen werden. Die Bediener befüllen stattdessen einen Tank mit Wasserstoff, was eher dem Verfahren und dem Zeitaufwand für das Betanken eines Verbrennungsmotors ähnelt und weniger dem Aufladen einer Batterie. Aber während dieselbetriebene Fahrzeuge während des Betriebs Treibhausgase ausstoßen, geben Fahrzeuge, die Wasserstoffbrennstoffzellen nutzen, nur Wasser und Wärme ab.

Die Platzanforderungen für Wasserstofftankstellen werden teilweise durch die Zeit bestimmt, die zum Auftanken erforderlich ist, sowie durch die damit verbundene Betriebsdauer. Für große Geräte mit großen Tanks kann es bis zu 15 Minuten dauern, bis ein leerer Tank gefüllt ist. Eine Tankfüllung ist ausreichend für 8 bis 10 Stunden durchgängige Nutzungsdauer. Das heißt, dass wasserstoffbetriebene Geräte weniger häufig aufgetankt als batteriebetriebene Einheiten aufgeladen werden müssen. Außerdem verbringen Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb viel weniger Zeit an Tankstellen. Im Allgemeinen gilt für viele Schwerlastanwendungen: Geräte, die mit Wasserstoff betrieben werden, erfordern weniger Infrastruktur und Platz als solche, die vollständig auf Batteriestrom angewiesen sind.

// WIE FUNKTIONIEREN WASSERSTOFFBRENNSTOFFZELLEN EIGENTLICH?

Wasserstoffbrennstoffzellen arbeiten zusammen mit einer integrierten Lithium-Ionen-Batterie. Die Brennstoffzelle kann Geräte direkt antreiben oder die integrierte Lithium-Ionen-Batterie aufladen, die ebenfalls in der Lage ist, Geräte mit Strom zu versorgen und regenerative Energie aus Bremsprozessen und der Lastabsenkung zu gewinnen.

Das konkrete Ziel ist es, Strom aus dem Mittel mit dem geringsten Widerstand zu ziehen, die Effizienz zu priorisieren, Einbußen im Antriebsstrang zu vermeiden und das Leben von Brennstoffzellen und Batterien zu verlängern. Um den Lebenszyklus von Brennstoffzellen zu maximieren, sollten sie dauerhaft im Einsatz sein und nicht wiederholt ein- und ausgeschaltet werden.

Nehmen wir ein Fahrzeug mit zwei integrierten 45-kW-Brennstoffzellen als Beispiel. Um die Belastung durch eine maximale Leistung zu vermeiden, muss jede Zelle 35 kW Leistung bringen, d. h. insgesamt 70 kW. Wenn das Gerät zu einem bestimmten Zeitpunkt mehr als 70 kW benötigt, wird auch die Batterieleistung genutzt. Wenn andernfalls weniger als 30 kW erforderlich sind, bleibt die Brennstoffzelle aktiviert, um einen Betrieb mit Unterbrechungen zu vermeiden. Die Zelle lädt in diesem Fall die Lithium-Ionen-Batterie auf.

// WASSERSTOFFBESCHAFFUNG

Wasserstoff kann vor Ort erzeugt oder an Speicher- und Tankstellen geliefert werden. Die für den Betrieb benötigte Menge an Wasserstoff ist entscheidend, wenn es um die Umsetzung der richtigen Wasserstoffbeschaffungsmethode geht. Für einen einzelnen Stapler können einige Wasserstoffvorratstanks ausreichend sein, aber wenn der Verbrauch 200 kg pro Tag übersteigt, ist die Lieferung per Tankwagen eine geeignetere Lösung. Und überall dort, wo der Verbrauch bei über 800 kg pro Tag liegt, ist gegebenenfalls die Erzeugung vor Ort ökonomisch sinnvoller. Ebenso kann der Standort einen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von Wasserstofftransporten haben, denn die Erzeugung vor Ort gewinnt mit größerer Entfernung an Attraktivität.

Schließlich muss beachtet werden, dass weder Wasserstoff noch Elektrizität Primärkraftstoffe sind. Aus diesem Grund müssen auch die Auswirkungen des Kohlenstoffausstoßes der für die Herstellung benötigten Rohstoffe in Betracht gezogen werden. Zwei Beispiele für Produktionsprozesse von Wasserstoff sind thermochemische und elektrochemische Verfahren. Bei thermochemischen Prozessen wird Erdgas, Kohle oder Biomasse verwendet, um Wasserstoffmoleküle zu extrahieren. Bei elektrochemischen Prozessen wie der Elektrolyse wird Strom eingesetzt, um Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufzuspalten. Es werden sogar bereits elektrolytische Systeme entwickelt, bei denen erneuerbare Energien zum Einsatz kommen. Allerdings sind erhebliche Investitionen in die Herstellung von grünem Wasserstoff erforderlich, um



DIE ELEKTRIFIZIERUNG ERREICHT DIE HÄFEN

die Verfügbarkeit zu verbessern. Momentan machen fossile Brennstoffe 96 Prozent der Wasserstoffproduktion aus, die verbleibenden 4 Prozent werden durch unterschiedliche alternative Quellen abgedeckt.

// DAS VOLLE POTENZIAL VON WASSERSTOFF IN HÄFEN

Der Einsatz von Wasserstoff in Hafenumgebungen kann über die Aufrüstung von Fuhrparks mit ReachStackern und Containerstaplern hinausgehen. Wasserstoffbrennstoffzellen sind auch in der Lage, die Terminalzugmaschinen mit Energie zu versorgen, die in Häfen verwendet werden, um Schiffscontainer innerhalb des Geländes zu transportieren.

Die Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA) hat kürzlich zugestimmt, ein reales Testzentrum für einen Leer-Container-Stapler und eine Terminalzugmaschine zu werden, die von Wasserstoffbrennstoffzellen angetrieben werden. Die Geräte werden Ende 2022 und Anfang 2023 in Hamburg beim HHLA Container Terminal Tollerort (CTT) zum Einsatz kommen. Zukünftige Pläne umfassen die Ausstattung des CTT mit einer Infrastruktur für die Wasserstoffbetankung und den Anschluss an das zukünftige Hamburger Wasserstoffnetz. Von Brennstoffzellen betriebene Geräte sind eine wichtige Komponente des Programms für saubere Häfen und eine saubere Logistik (CPL) – eine gemeinsame Initiative der HHLA und anderen europäischen Unternehmen – sowie des HHLA-Projekts H2LOAD, dessen Ziel es ist, die HHLA-Gruppe bis 2040 klimaneutral zu machen.

Es gibt außerdem Bemühungen, Wasserstoffbrennstoffzellen an amerikanischen Häfen zu implementieren. Das California Air Resources Board gewährte eine Subvention für die Entwicklung eines emissionsfreien Containerstaplers für den Einsatz im Hafen von Los Angeles. Der Top-Pick-Containerstapler wird


von einer Wasserstoffbrennstoffzelle angetrieben und ab dem zweiten Halbjahr 2022 im Fenix Marine Terminal getestet.

// EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT

Die Entwicklung einer Infrastruktur für Wasserstoffantriebe und von Geräten, die mit Wasserstoffbrennstoffzellen betrieben werden, ist bereits Realität. Für die Zukunft ist nicht nur der Praxiseinsatz von Hafengeräten mit Wasserstoffbrennstoffzellen als Antriebsoption geplant. Große Unternehmen schließen sich derzeit zusammen, um regional grüne Wasserstoffnetzwerke zur Produktion und Verteilung von Wasserstoff im großen Stil aufzubauen.

Lassen Sie sich bei Ihren Überlegungen hinsichtlich der Elektrifizierung Ihres Hafenbetriebs von einem unserer Experten beraten. Dieser ermittelt gemeinsam mit Ihnen, ob unsere emissionsfreien Lösungen langfristig das passende Mittel für Ihre Anwendung sind. Weitere Informationen finden Sie unter [Hyster.com](https://www.hyster.com).



Hyster,  und STARKE PARTNER, ROBUSTE STAPLER, sind eingetragene Marken in den USA und verschiedenen anderen Ländern. Hyster Produkte können ohne Vorankündigung verändert werden. Abgebildete Stapler ggf. mit optionaler Ausstattung. ©2022 Hyster Europe. Alle Rechte vorbehalten.