



## WAS UNTERNEHMEN ÜBER DIE WARTUNG VON HOCHSPANNUNGSSTAPLERN WISSEN MÜSSEN

**S**chwerlaststapler und größere Maschinen, darunter Hafentechnik wie Leer- oder Voll-Container-Stapler, ReachStacker und Terminalschlepper, werden zunehmend von elektrischen Quellen wie Batterien angetrieben und nicht von Verbrennungsmotoren. Um die Ladegeschwindigkeit und die Leistung zu gewährleisten, die bei Anwendungen mit anspruchsvollen Arbeitszyklen und schweren Lasten erforderlich sind, setzen diese Elektro-Schwerlaststapler auf Hochspannungsbatteriesysteme.

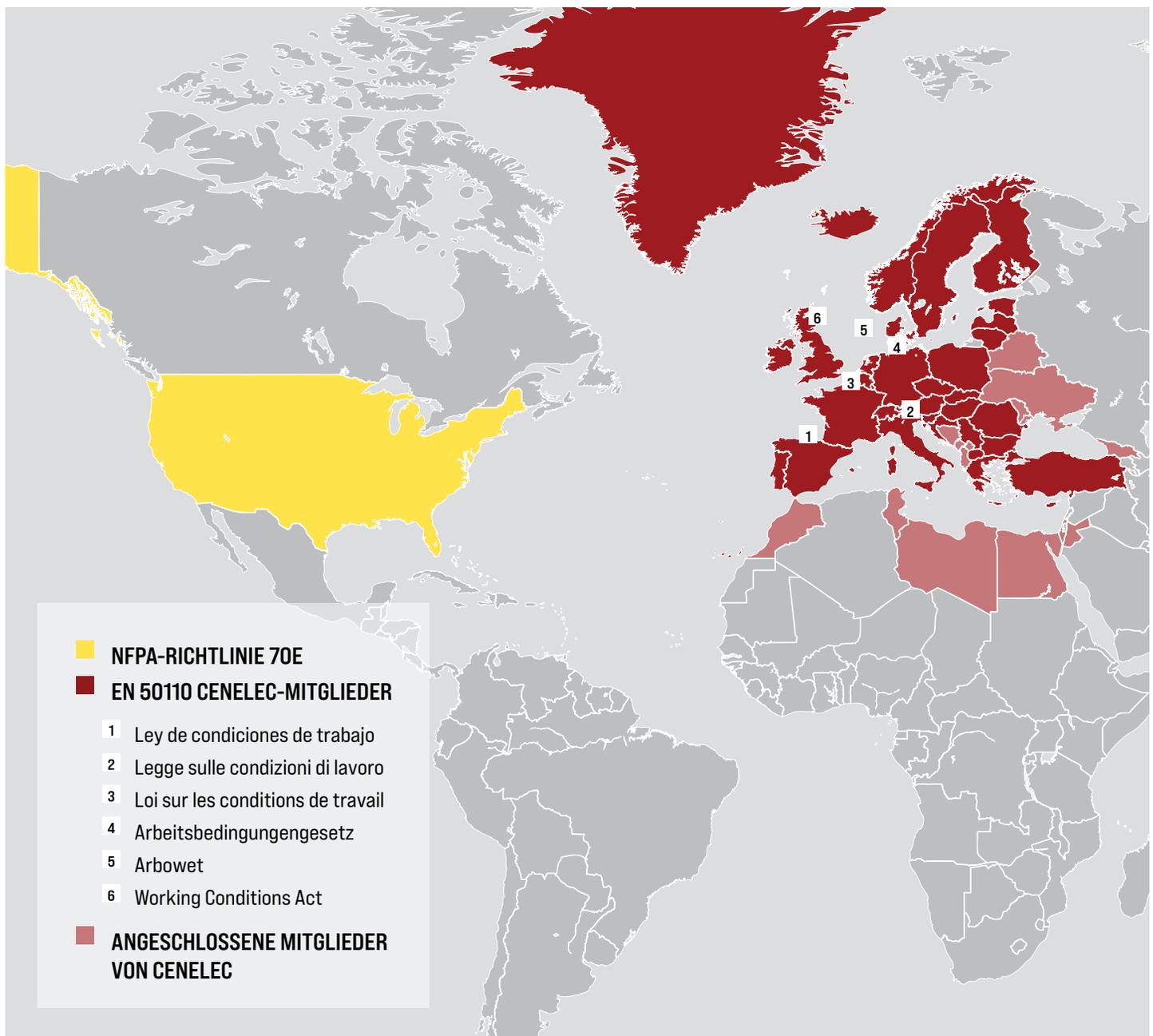
Nicht alle elektrischen Flurförderzeuge verwenden jedoch Hochspannungsbatterien. Ein Gegengewichtsstapler mit

einer Tragfähigkeit von 2.000 Kilogramm und integrierter Lithium-Ionen-Batterie kann beispielsweise mit einer Zweispannungsbatterie ausgestattet werden, die mit 48 oder 96 Volt betrieben werden kann.

Bei Staplern, die Hochspannungsbatteriesysteme verwenden, gibt es jedoch wichtige Sicherheitsaspekte bei der Wartung und beim Service, die Unternehmen verstehen und einhalten müssen, um elektrische Gefahren und Verletzungen zu vermeiden.

## // VERANTWORTLICHKEITEN IN BEZUG AUF DIE ELEKTRISCHE SICHERHEIT

Weltweit gibt es unterschiedliche Aufsichtsgremien und Vorschriften für die elektrische Sicherheit. In den Vereinigten Staaten hat die Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Anforderungen auf der Grundlage des Standards für elektrische Sicherheit am Arbeitsplatz der National Fire Protection Association (NFPA) 70E festgelegt. Für Mitglieder und angeschlossene Mitglieder in Europa, dem Nahen Osten und Afrika (EMEA) definiert das European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC) die EN 50110. Einzelne Länder können jedoch auch eigene Gesetze haben, die Unternehmen an diesen Standorten einhalten müssen. Daher ist es wichtig, die vor Ort geltenden Vorschriften in dem Bereich, in dem Sie tätig sind, zu kennen.





# WAS UNTERNEHMEN ÜBER DIE WARTUNG VON HOCHSPANNUNGSSTAPLERN WISSEN MÜSSEN

Sowohl gemäß NFPA 70E als auch gemäß EN 50110 muss es eine gemeinsame Verantwortung für die elektrische Sicherheit geben. Der Eigentümer des Standorts, an dem die Ausrüstung gewartet wird, der Händler und der Hersteller müssen alle ein gemeinsames Interesse an der Sicherheit der durchgeführten Arbeiten haben.

## NFPA-RICHTLINIE 70E

Eigentümer der Betriebsstätte (entleihender Arbeitgeber) + Händler (Vertragsangestellter)	Hersteller
<p><b>Standortspezifische oder Unternehmensrichtlinien müssen Folgendes regeln:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtlinie für elektrische Sicherheit am Arbeitsplatz               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Training</li> <li>• Persönliche Schutzausrüstung (PSA) und Werkzeuge</li> </ul> </li> <li>• Richtlinie für die Wartungssicherung               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auditrichtlinien</li> </ul> </li> <li>• Sichere Arbeitsverfahren               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchungspläne</li> </ul> </li> <li>• Risikobewertung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereitstellung von Produktschulungen und Produktzertifizierungen für Händler</li> </ul>

## EN 50110

Eigentümer der Betriebsstätte	Händler	Hersteller
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereitstellung eines sicheren Bereichs für Wartungs- und Servicearbeiten</li> <li>• Minimierung der Ablenkungen und des Lärmpegels, um die Konzentration zu verbessern</li> <li>• Möglichkeit zum Abschleppen, falls der Stapler schnell entfernt werden muss</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schulung von Technikern und Personal in elektrischer Sicherheit</li> <li>• Vorhandensein einer Zuweisungsrichtlinie mit entsprechenden Verfahren</li> <li>• Erstellung eines klaren, schriftlichen Arbeitsauftrags</li> <li>• Ausstattung der Mitarbeiter mit PSA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereitstellung von Produktschulungen und Produktzertifizierungen für Händler</li> </ul>

### LICHTBÖGEN UND ANDERE ELEKTRISCHE GEFAHREN STELLEN EIN RISIKO DAR, DAS SICH UNTERNEHMEN NICHT LEISTEN KÖNNEN

In bestimmten Ländern kann die Geldbuße zwischen 50.000 und 200.000 EUR für einen Vorfall oder eine Unterlassung betragen, z. B. wenn keine ordnungsgemäße Zertifizierung, kein Arbeitsauftrag, keine Zuweisungsrichtlinie oder PSA bereitgestellt wird.

In den USA variieren die Kosten für OSHA-Verstöße je nach Art des Verstoßes, können jedoch zwischen 16.000 USD und mehr als 160.000 USD liegen.





# WAS UNTERNEHMEN ÜBER DIE WARTUNG VON HOCHSPANNUNGSSTAPLERN WISSEN MÜSSEN

## // SCHULUNGS- UND ZERTIFIZIERUNGSANFORDERUNGEN

Bei Anwendungen mit Flurförderzeugen wie Gabelstaplern und Containerstaplern übernehmen häufig die Unternehmen selbst die Wartung ihrer Geräte. Wartungs- oder Reparaturarbeiten an Hochspannungskreisen, die häufig durch orangefarbene Kabel gekennzeichnet sind, müssen jedoch von Personen ausgeführt werden, die für die Arbeit mit solchen Systemen zertifiziert sind. Die NFPA 70E gibt nur eine Zertifizierungsstufe an, während in EN 50110 drei festgelegt sind. Beide Vorschriften:

- legen fest, welche technischen Kenntnisse erforderlich sind, um Arbeiten an Hochspannungsausrüstung auszuführen
- verlangen, dass Personen alle drei Jahre neu zertifiziert werden\*

\*Die NFPA verlangt auch jährliche Prüfungen vor Ort.



NFPA 70E (USA)	EN 50110 (EMEA)
<p><b>Qualifizierte Person</b></p> <p>Eine Person, die über nachgewiesene Fertigkeiten und Kenntnisse im Zusammenhang mit der Konstruktion und dem Betrieb von elektrischen Geräten und Installationen verfügt und eine Sicherheitsschulung erhalten hat, um die Gefahren zu erkennen und die damit verbundenen Risiken zu reduzieren. Eine qualifizierte Person muss mit Folgendem vertraut sein bzw. Folgendes nutzen können:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Besondere Vorsichtsmaßnahmen</li><li>• Richtlinien und Verfahren zur Elektrik</li><li>• PSA</li><li>• Isolierungs- und Abschirmmaterialien</li><li>• Isolierte Werkzeuge und Prüfgeräte</li></ul> <p>Das Training muss auch Folgendes umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Schulung zur Wartungssicherung</li><li>• Training für Notfallmaßnahmen, einschließlich Kontaktunterbrechung, erster Hilfe und Wiederbelebung</li></ul>	<p><b>Elektrotechnisch unterwiesene Person (EIP, auch als VOP/EUP bekannt)</b></p> <p>Eine Person, die die Haupttrenneinrichtung (MSD) betätigen, aber keine 0-Volt-Messung im System vornehmen darf. Die EIP unterstützt den Techniker für Hochspannungssysteme (HVT) bei der Arbeit an Hochspannungskomponenten und ist in der Lage, die Risiken der anstehenden Aufgabe einzuschätzen und im Zweifelsfall die Arbeit abzulehnen.</p> <p><b>Techniker für Hochspannungssysteme (HVT, auch als VP/EFK bekannt)</b></p> <p>Eine Person, die die MSD betätigen und eine 0-Volt-Messung im System vornehmen darf. Der HVT kann selbstständig bzw. mithilfe der EIP an Hochspannungsausrüstung arbeiten. Er muss erkennen, wenn die Verfahren nicht klar sind, und in der Lage sein, sich mit dem Aufseher für Hochspannungsarbeiten (HVWS) zu beraten.</p> <p><b>Aufseher für Hochspannungsarbeiten (HVWS, auch bekannt als WV/VEFK)</b></p> <p>Eine Person, die für die Festlegung von Verfahren verantwortlich ist und dafür, dass diese eingehalten werden.</p>



# WAS UNTERNEHMEN ÜBER DIE WARTUNG VON HOCHSPANNUNGSSTAPLERN WISSEN MÜSSEN

## Produktschulungen

Zusätzlich zur Zertifizierung im Bereich Elektrik müssen Personen auch über eine spezielle Schulung und Zertifizierung für die Flurförderzeuge verfügen, mit denen sie direkt arbeiten. Das liegt daran, dass eine elektrotechnische Schulung zwar vermittelt, wie eine Haupttrenneinrichtung (MSD) zu betätigen ist – einer der ersten Schritte zum Abschalten eines Hochspannungssystems. Es sind aber auch zusätzliche Kenntnisse über die jeweiligen Stapler erforderlich, z. B. wo sich die Systeme befinden oder wie sie bei dem jeweiligen Modell zusammenarbeiten. Wie oft eine Rezertifizierung im Rahmen produktspezifischer Trainings erforderlich ist, variiert je nach Staplerhersteller und danach, wie häufig die Staplerdesigns aktualisiert werden.

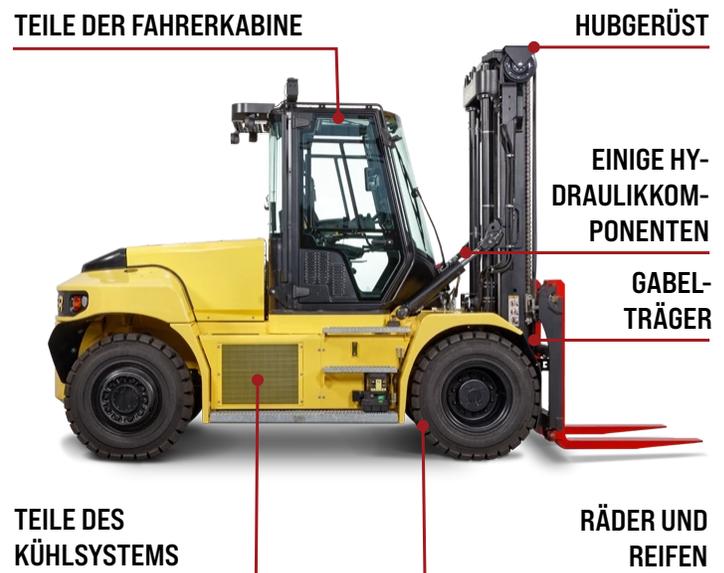
## Was bedeutet das für Unternehmen?

Ganz grundsätzlich müssen Unternehmen diese Anforderungen kennen, damit nur Personen mit entsprechender Zertifizierung Wartungs- oder Reparaturarbeiten vornehmen, für die eine spezielle Schulung erforderlich ist. Daher sollten sich Unternehmen vergewissern, dass alle Zertifizierungen der Techniker ihres autorisierten Händlers, die an dem jeweiligen Standort und für das entsprechende Fahrzeug erforderlich sind, auf dem neuesten Stand sind.

Um mögliche Wartezeiten bei Arbeiten an geschäftskritischer Ausrüstung zu verringern, können sie aber auch ihre internen Techniker zertifizieren lassen. Für das Trennen und Wiederanschließen von Hochspannungssystemen sind zwei Techniker erforderlich: ein Techniker, der am Stapler arbeitet, und ein anderer in einer unterstützenden Funktion, der bei Bedarf sofort eingreift. Wenn eine unternehmensinterne Person über eine Zertifizierung verfügt, kann diese Person die unterstützende Rolle übernehmen, wenn nur ein externer Techniker zur Verfügung steht. Besonders für Unternehmen, in denen

Stillstandzeiten schnell zu Problemen führen können, kann diese Zertifizierung sehr nützlich sein. In einigen Anlagen kommen industrielle Wechselstromsysteme zum Einsatz, die ebenfalls den Anforderungen der NFPA 70E unterliegen und für die es ein anlagenspezifisches Programm zur elektrischen Sicherheit gibt. Ein solcher Betrieb kann gegebenenfalls die Zertifizierung eines Staplertechnikers in das bestehende Programm zur elektrischen Sicherheit aufnehmen. Die Händler selbst dürfen keine Zertifizierung von Kandidaten vornehmen, einige können jedoch Unternehmen beim Zertifizierungsprozess beratend unterstützen.

Es ist zwar wichtig, dass Arbeiten, die eine solche Zertifizierung erfordern, nur von dafür zugelassenen Personen ausgeführt werden. Doch nicht alle Arbeiten an solchen Staplern erfordern eine Zertifizierung, wie etwa das Wechseln von Scheibenwischern oder Glühbirnen. Wartungs- oder Reparaturarbeiten an Systemen, die nicht über Hochspannungskreise mit Strom versorgt werden, müssen möglicherweise nicht von Technikern ausgeführt werden, die in elektrischer Sicherheit zertifiziert sind. Dazu gehören u. a. folgende Komponenten:



Unternehmen und ihre Techniker müssen das Kundendiensthandbuch für den jeweiligen Gabelstapler oder Containerstapler, an dem sie Service- oder Wartungsarbeiten durchführen möchten, sorgfältig durchlesen. Dort ist angegeben, ob für bestimmte Arbeiten zertifizierte Personen erforderlich sind.

In den USA kann bei Arbeiten, bei denen eine qualifizierte Person das System abschalten muss, ein anderer Techniker, unter anderem auch nicht zertifizierte Mechaniker, die Wartungsaufgaben durchführen, nachdem die qualifizierte Person eine 0-Volt-Messung durchgeführt hat. Ähnlich kann in der EMEA-Region ein Mechaniker, der lediglich eine elektrotechnisch unterwiesene Person (EIP) ist, die Wartungsaufgaben ausführen, sobald ein Techniker für Hochspannungssysteme (HVT) die 0-Volt-Messung durchgeführt hat. Der HVT prüft dann die Arbeit, bevor das Hochspannungssystem wieder angeschlossen wird.



## // SICHERHEITSVORKEHRUNGEN UND -SYSTEME

Neben dem Training des erforderlichen Personals oder der Zusammenarbeit mit Händlern, die geschulte Techniker bereitstellen können, gibt es weitere wichtige Schritte und Systeme, die Unternehmen, die Hochspannungsausrüstung nutzen, kennen müssen. Die folgende Liste ist nicht erschöpfend, hebt jedoch verschiedene wichtige Aspekte für die elektrische Sicherheit hervor.

### 1. Weisungskette und Vorgehensweisen festlegen.

Gemäß EN 50110 gilt dies als Zuweisungsrichtlinie. Betriebe müssen allen Mitarbeitern Informationen zu den Sicherheitsanforderungen beim Umgang mit Hochspannung bereitstellen, nicht nur denjenigen, die die Arbeit ausführen. Es ist wichtig, dass alle die Bedeutung von Warnschildern wie „Hochspannung“ oder „Gefahr“, Kegeln oder Pylonen und Absperrband kennen, die ggf. zur Kennzeichnung von nicht zu betretenden Gefahrenbereichen verwendet werden.

### 2. Einen Bereich für Hochspannungsarbeiten ausweisen und klar kennzeichnen.

Der Bereich muss unmissverständlich gekennzeichnet sein, wenn Hochspannungskomponenten freigelegt werden könnten. Der Bereich sollte außerdem kurze Fluchtwege haben, damit Personen im Brandfall rasch ins Freie gelangen.

### 3. Risikobewertungsformular für Mechaniker bereitstellen.

Das Formular kann unter anderem Verfahren und Kontrollen in Bezug auf den Kundendiensttechniker, den Standort und den Stapler enthalten. Unternehmen, die elektrische Arbeiten nicht durch eigene zertifizierte Mitarbeiter durchführen lassen, müssen alle Vertragsmitarbeiter, wie Techniker des Händlers, über alle Änderungen am Stapler informieren, die sich auf das elektrische System auswirken könnten. Das Unternehmen bzw. der entleihende Arbeitgeber muss außerdem dem verleihenden Arbeitgeber alle Verstöße gegen die NFPA 70E oder die entsprechenden lokalen Vorschriften in Bezug auf die elektrische Sicherheit melden.



## WAS UNTERNEHMEN ÜBER DIE WARTUNG VON HOCHSPANNUNGSSTAPLERN WISSEN MÜSSEN



MSD

### VERWENDUNG FÜR WARTUNG UND REPARATUREN

#### Haupttrenneinrichtung (Master Service Disconnect, MSD)

Die MSD des Staplers, auch als manuelle Trenneinrichtung bezeichnet, unterbricht die Reihenschaltungen der Batterie, wodurch die Schützverbindungen zum Motor inaktiv werden. Das Betätigen der MSD ist in der Regel der erste Schritt zum Abschalten und Sichern eines Hochspannungskreises im Stapler. Beim Betätigen der MSD, die sich normalerweise hinter einer entriegelten Tür am Stapler befindet und mit einem Dreiecksaufkleber mit Blitzsymbol gekennzeichnet ist, sind Gummihandschuhe und andere vorgeschriebene PSA zu tragen.

#### HV-Sicherheitsperrkreis (High-Voltage Interlock Loop, HVIL)

Diese Niederspannungsleitung verläuft durch alle Hochspannungsverbindungen im System und dient zur Überwachung der Integrität des Stromkreises und der Sicherheit aller Hochspannungsabdeckungen. Wenn die Schleife unterbrochen ist, weil die MSD betätigt wurde oder eine Abdeckung offen ist, deaktiviert dieses System die Schütze, sodass sie nicht einschalten können und das Hochspannungssystem nicht aktiviert wird.

### KONTINUIERLICH IM EINSATZ BEI EINGESCHALTETEM GABELSTAPLER

#### Masseschlusserkennung (Ground Fault Detection, GFD)

Hochspannungsleitungen verfügen über eine Metallabschirmung, die mit dem Stapler verbunden ist. Die Masseschlusserkennung erkennt, wenn die Leitung abgenutzt ist, und unterbricht die Verbindung zum Stapler. Dadurch wird ein Fehlercode ausgelöst, sodass der Betrieb des Staplers nicht mehr möglich ist, bis das Problem behoben wurde.

#### Aktivierungskreis für die Stromversorgung (Power Enable Loop, PEL)

Diese Software überwacht die Temperatur und Spannung in einem Batteriemodul. Wenn Nenntemperatur und Spannung eines Batteriemoduls nicht mehr im vorgesehenen Bereich liegen, öffnet sich der Aktivierungskreis für die Stromversorgung und die Batterie wird deaktiviert, bis sie wieder eine angemessene Temperatur erreicht oder das Spannungsungleichgewicht korrigiert werden kann.



## WAS UNTERNEHMEN ÜBER DIE WARTUNG VON HOCHSPANNUNGSSTAPLERN WISSEN MÜSSEN

### // WARUM SOLLTEN SIE SICH ANGESICHTS DER RISIKEN UND DES ZUSÄTZLICHEN AUFWANDS FÜR ELEKTROSTAPLER ENTSCHEIDEN?

Der Druck, den Weg in eine nachhaltigere Zukunft einzuschlagen, steigt stetig. Die USA und die Europäische Union haben sich verpflichtet, die Treibhausgasemissionen deutlich zu reduzieren und den Übergang von fossilen Kraftstoffen auf erneuerbare Energiequellen zu beschleunigen. Auch die gesetzlichen Anforderungen nehmen zu. Das California Air Resources Board (CARB) hat Vorschriften für den Bundesstaat verabschiedet, die eine Umstellung auf emissionsfreie Stapler bis 2038 erforderlich machen, und hat weiterhin einen Vorschriftenentwurf erarbeitet, der eine Umstellung auf emissionsfreie Frachtumschlag-ausrüstung ab 2026 mit einer Durchdringung von 90 Prozent bis 2036 erforderlich macht. Die EU hat ein Verkaufsverbot für verbrennungsmotorische Fahrzeuge ab 2035 beschlossen, mit Ausnahme derjenigen, die kohlenstoffneutrale Kraftstoffe verwenden.

Zudem bieten sich zahlreiche Vorteile, die elektrisch betriebene Flurförderzeuge zu einer attraktiven Lösung für bestimmte Anwendungen machen. Zum einen sind Elektrostapler und Elektro-Containerstapler emissionsfrei. Im Vergleich zu verbrennungsmotorischen Modellen erzeugen elektrische Alternativen weniger Lärm und Vibrationen und bieten dem Fahrer ein komfortableres Fahrerlebnis.

Elektrostapler sind auch kostengünstiger in der Wartung. Bei Dieselmotoren sind beispielsweise regelmäßige Ölwechsel, in der Regel alle 500 oder 1.000 Betriebsstunden, erforderlich. Bei jedem Wechsel werden üblicherweise mehrere Liter kostspieliges Öl benötigt. Neben dem Ölwechsel entfallen bei Elektrostaplern auch viele der bei verbrennungsmotorischen Modellen üblichen

Wartungsanforderungen für Motor-, Kraftstoff- und Luftfilter, Getriebe und Bremsen oder sie fallen geringer aus. Angesichts der immer strengeren Emissionsnormen für Ausrüstung mit Verbrennungsmotor müssen bei verbrennungsmotorischen Staplern zusätzliche Komponenten wie Dieselpartikelfilter, AdBlue-System und Komponenten der Abgasrückführung gewartet werden. Aufgrund der geringeren Anzahl an Komponenten von Elektrostaplern kann die Wartung eines Hochspannungsstaplers in einigen Fällen kostengünstiger sein als die von verbrennungsmotorischen Alternativen, selbst wenn für bestimmte Arbeiten an Hochspannungssystemen zwei Techniker erforderlich sind.

### Die Vorteile von Hochspannung

Hochspannungsbatteriesysteme kommen bei Schwerlastausrüstung wie Schwerlaststaplern und Containerstaplern aufgrund von physischen Designüberlegungen zum Einsatz und weil sie eine hohe Produktivität bieten, die bei einigen Anwendungen von Vorteil sein kann. Aus Konstruktionssicht müssten Niederspannungsleitungen so dick und schwer sein, um die erforderliche Leistung zu erzielen, dass sie mit ihrem Biegeradius nicht in das Chassis des Staplers passen würden. Im Hinblick auf die Produktivität ermöglicht eine höhere Spannung im Vergleich zu einem Niederspannungssystem eine schnellere Ladung und sorgt für eine reaktionsschnelle Leistung.

Erfahrene Experten können Ihnen helfen, eine fundierte Entscheidung darüber zu treffen, ob Schwerlast-Flurförderzeuge mit Hochspannungssystemen die beste Wahl für Ihren Betrieb sind. Sie helfen Ihnen außerdem, wichtige Sicherheitsaspekte zu verstehen, und stellen bei Bedarf zertifizierte Techniker für Wartungs- oder Reparaturarbeiten bereit. Weitere Informationen erhalten Sie von Ihrem Hyster® Händler vor Ort oder unter [hyster.com](https://www.hyster.com).