

# DER ULTIMATIVE MAN LEITFADEN ZUM LADEN VON SCHWERLAST-LKW.

Powered by MAN Transport Solutions.



# INHALT

<b>1 Einleitung</b>	<b>5</b>
Kurzfassung	
Erste Schritte	
<b>2 Laden: Das Fahrzeug</b>	<b>11</b>
Batterietechnologie	
Batteriezustand	
Ladetechniken	
<b>3 Laden: Die Infrastruktur</b>	<b>19</b>
Grundlegendes	
Ladesäulentechnik	
Lademanagementsysteme	
Energiebedarf des Standorts	
<b>4 Projektumsetzung</b>	<b>31</b>
Zeitraumen: Von der Planung bis zur Umsetzung	
MAN 360° eMobility-Beratung	
Überlegungen zur Standortplanung	
Finanzielle Überlegungen	
Kostenoptimierung	
Öffentliches Laden	
<b>5 Nützliche Informationen</b>	<b>45</b>
Checkliste Elektrifizierung	
Glossar	
Weitere Informationen und nützliche Links	



# EINLEITUNG

**Wir leben in einer von Nachhaltigkeit und Innovation geprägten Zeit, in der sich der Verkehr und unsere Denkweise tiefgreifend verändern. Für Unternehmen ist Nachhaltigkeit ein wichtiger Aspekt, der die Kundenwahrnehmung und Kaufentscheidungen beeinflusst.**

In der EU machen Schwerlastfahrzeuge rund ein Viertel aller Emissionen im Straßenverkehr aus. Während Elektroautos auf unseren Straßen alltäglich geworden sind, wurde die Entwicklung von Elektro-Lkw oder eTrucks nicht nur durch die verfügbare Batteriekapazität und -technologie, sondern auch durch die Verfügbarkeit von Ladeinfrastrukturen eingeschränkt. Das ändert sich jetzt.

Die jüngsten Fortschritte bei der Entwicklung der Batterie- und Ladetechnologie bedeuten, dass batterieelektrische Lkw gut aufgestellt sind, um ein glaubwürdiger Ersatz für dieselbetriebene Fahrzeuge und eine Lösung zur Emissionsreduzierung zu werden. Bis 2024 werden in Europa Elektro-Lkw für den Fernverkehr mit einer Reichweite von 600 bis 800 km verfügbar sein, die während einer 45-minütigen Fahrerpause voll aufladen können. Darüber hinaus haben diese Fahrzeuge bei verschiedensten Transporten, darunter auch im Fernverkehr, niedrigere Gesamtbetriebskosten (TCO) als Diesel-Lkw.

Während die EU an einer Gesetzgebung arbeitet, die Netze von Ladestationen in regelmäßigen Abständen entlang wichtiger Autobahnen und Straßen fordert, werden die meisten Elektro-Lkw-Nutzer auch eine eigene Ladeinfrastruktur benötigen. Ganz gleich, ob Sie nur ein Fahrzeug oder eine große Flotte von Elektro-Lkw betreiben, in dieser Broschüre behandeln wir alle Aspekte der Planung, Umsetzung und des Betriebs einer Ladeinfrastruktur. Wir zeigen Ihnen auch, wie Sie durch sorgfältige Planung nicht nur die Anfangsinvestition, sondern auch die täglichen Betriebskosten senken können.

**Wir hoffen, dass Sie hier alle nötigen Informationen finden, um mit der Elektrifizierung Ihrer Flotte zu beginnen.**

# KURZFASSUNG



**Das Fahrzeug:** Batterieelektrische Lkw werden mit Lithium-Ionen-Batterien angetrieben. Der Ladevorgang und andere Faktoren verringern die Kapazität der Batterie und beschränken ihre Lebensdauer. Die Alterung mit den betrieblichen Anforderungen in Einklang zu bringen, ist ein Kompromiss: Je weniger die Batterie belastet wird, z. B. durch langsames Laden, desto länger ist ihre Lebensdauer. Faktoren wie Jahreskilometer, Temperatur und Batterienutzungsstrategie wirken sich auf die Alterung aus.

Die MAN eigene Zelltechnologie wurde speziell für den Schwerlastbereich und eine lange Lebensdauer entwickelt.

In Europa gibt es zwei gängige Ladestandards, Combined Charging System (CCS) und Megawatt Charging System (MCS). CCS ist für längere Ladezeiten geeignet, etwa über Nacht, während MCS den Fernverkehr ermöglicht (Ladezeit 45 Minuten).



**Die Ladeinfrastruktur:** Es stehen verschiedene Arten von Ladesäulen zur Auswahl, um allen Platz- und Ladeanforderungen gerecht zu werden. Diese können optional über ein Lademanagementsystem (CMS) gesteuert werden, eine softwarebasierte Lösung zur Steuerung und Optimierung des Ladevorgangs. Für kleinere Flotten kann anstelle eines CMS die Funktion eManager in MAN Lkw genutzt werden.

Faktoren, die Art und Umfang der Infrastruktur beeinflussen, sind unter anderem Flottengröße und -zusammensetzung, Strecken- und Reichweitenanforderungen, Betriebsstunden und die Möglichkeit, Fahrzeuge während einer Tour zu laden, also durch Zwischenladen.



**Anwendungsfälle:** Es gibt drei grundlegende Anwendungsfälle für Betreiber, die Nutzfahrzeuge laden möchten: im Depot, in das ein Fahrzeug am Ende einer Tour zurückkehrt; am Ziel, z. B. Logistikzentrum, in dem das Fahrzeug während des Be- oder Entladens während einer Tour geladen werden kann; und öffentliches Laden, z. B. über eine eigenständige öffentliche Einrichtung. Wenn diese öffentlichen Einrichtungen von einem Standorteigentümer als unabhängige Geschäftsmöglichkeit entwickelt werden, stellen sie einen vierten Anwendungsfall dar.



**Energiebedarf am Standort:** Jede Situation ist anders. Die benötigte Energiemenge richtet sich nach der Anzahl der Fahrzeuge und der vorhandenen Ladeinfrastruktur. Höhere Lasten erfordern die Installation eines Transformators. Intelligentes Laden mit einem Lademanagementsystem (CMS) oder die Stromerzeugung vor Ort können dazu beitragen, den Netzanschlussbedarf zu reduzieren.



**Umsetzung:** Die Umsetzung dauert je nach Umfang und Auslegung der Infrastruktur üblicherweise bis zu 24 Monate. Kürzere Zeiträume sind möglich, wenn der bestehende Netzanschluss für die Anforderungen ausreicht. Die MAN 360° eMobility-Beratung hilft bei der Analyse und Definition des Ladebedarfs. Die erstklassigen Infrastrukturpartner von MAN stehen Ihnen dann bei der Planung, Auslegung und Installation zur Verfügung.



**Finanzielle Überlegungen:** Die anfängliche Investition in Hardware und Installation wird durch den Umfang des Projekts definiert. Zu diesen Kostentreibern gehören Lade-Hardware und -Software sowie jegliche Bauarbeiten, z. B. Fundamente für einen Transformator. Der Online-Ladeinfrastrukturrechner von MAN kann einen groben Hinweis auf die Kosten geben. Siehe Seite 39 für einen Link.



**Kostenoptimierung:** Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, sowohl die anfänglichen Investitionen in die Infrastruktur als auch die laufenden Kosten zu reduzieren oder auszugleichen – die Kostendämpfer. Dazu gehören Subventionen und Steuervergünstigungen, Stromerzeugung vor Ort und intelligentes Laden mit einem CMS, um höhere Tarife zu vermeiden.



**Öffentliches Laden:** Die öffentlichen Lademöglichkeiten für den Fernverkehr werden europaweit rasant vorangetrieben. Die EU-Gesetzgebung sieht bis 2030 mindestens eine 350-kW-Ladestation für Elektro-Lkw alle 60 km auf Kernstrecken und 120 km auf erweiterten Streckennetzen vor. Darüber hinaus arbeiten private Organisationen aktiv am Ausbau von Ladenetzen, um die erwartete Nachfrage zu decken.

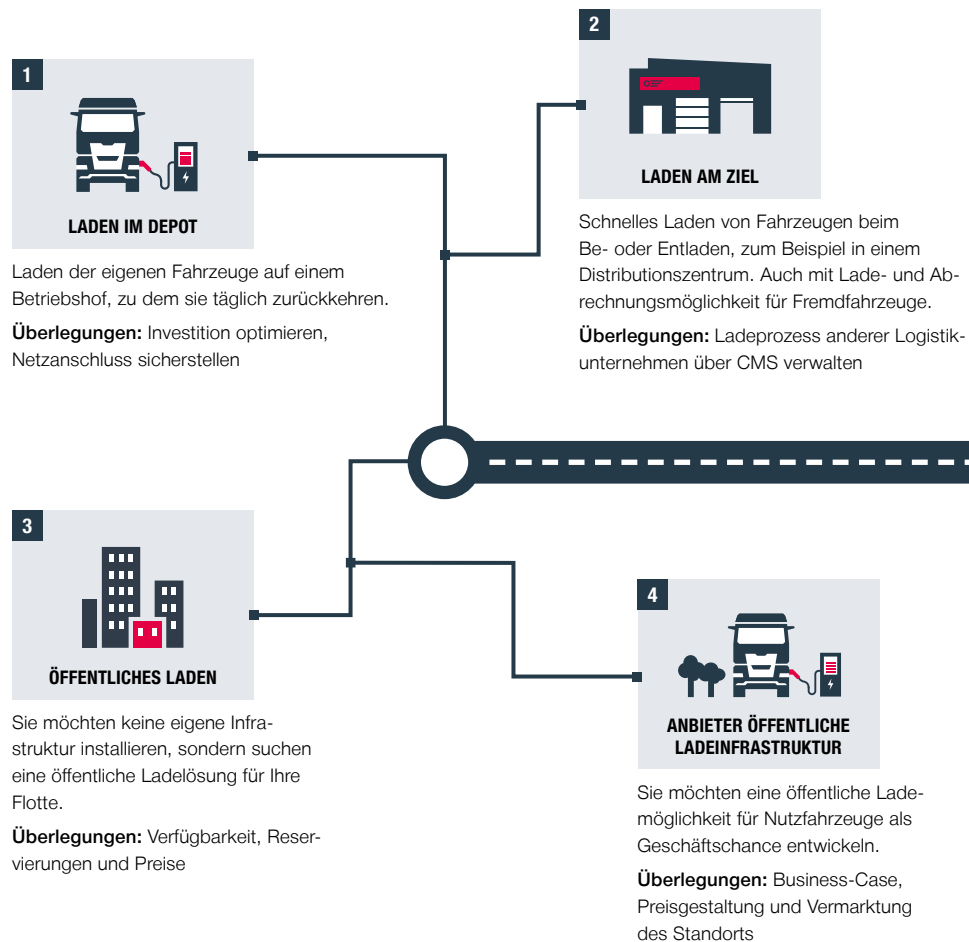


**Umsetzungsscheckliste:** Auf den Seiten 46 – 47 finden Sie eine nützliche Checkliste, die alle wesentlichen Punkte der Projektplanung und -umsetzung abdeckt.

# ERSTE SCHRITTE

## Ladeinfrastruktur – welcher Anwendungsfall passt zu Ihnen?

Bei der Planung einer Ladeinfrastruktur für Elektro-Nutzfahrzeuge sind viele Faktoren zu berücksichtigen. Bevor wir uns mit den spezifischen technischen Aspekten des Ladesystems beschäftigen, ist der erste Schritt, zu bestimmen, welcher der vier Anwendungsfälle am besten zu Ihren Geschäftsanforderungen passt.



## Der Weg zur Elektrifizierung

Nachdem der Anwendungsfall bestimmt wurde, müssen Art und Umfang der Infrastruktur festgelegt werden. Dies sind nur einige der Faktoren, die die Anforderungen beeinflussen.



**UNTERSTÜTZUNG:** Obwohl es viele Anwendungsfälle gibt, für die jeweils unterschiedliche Faktoren berücksichtigt werden müssen, kann immer eine passgenaue Lösung gefunden werden. Unsere MAN 360° eMobility-Beratung steht Ihnen zusammen mit unseren erstklassigen Ladeinfrastrukturpartnern mit dem nötigen Know-how zur Seite.



# 2 LADEN: DAS FAHRZEUG



# GRUNDLAGEN DES LADENS VON FAHRZEUGEN

## Das Herzstück

Die aus tausenden Lithium-Ionen-Zellen bestehende Antriebsbatterie ist das Herzstück jedes batterieelektrischen Lkw. Neben Akkumulatorzellen beinhaltet sie ein Thermomanagementsystem.

Es gibt einen einzigartigen Kompromiss zwischen Batterie und Ladeinfrastruktur. Während die Batteriekapazität und die erforderliche Ladezeit die Lademethode bestimmen, kann ein optimiertes Laden die Anzahl der von einem bestimmten Fahrzeug benötigten Batteriepacks reduzieren.

### Gängige Batterietypen in Elektrofahrzeugen

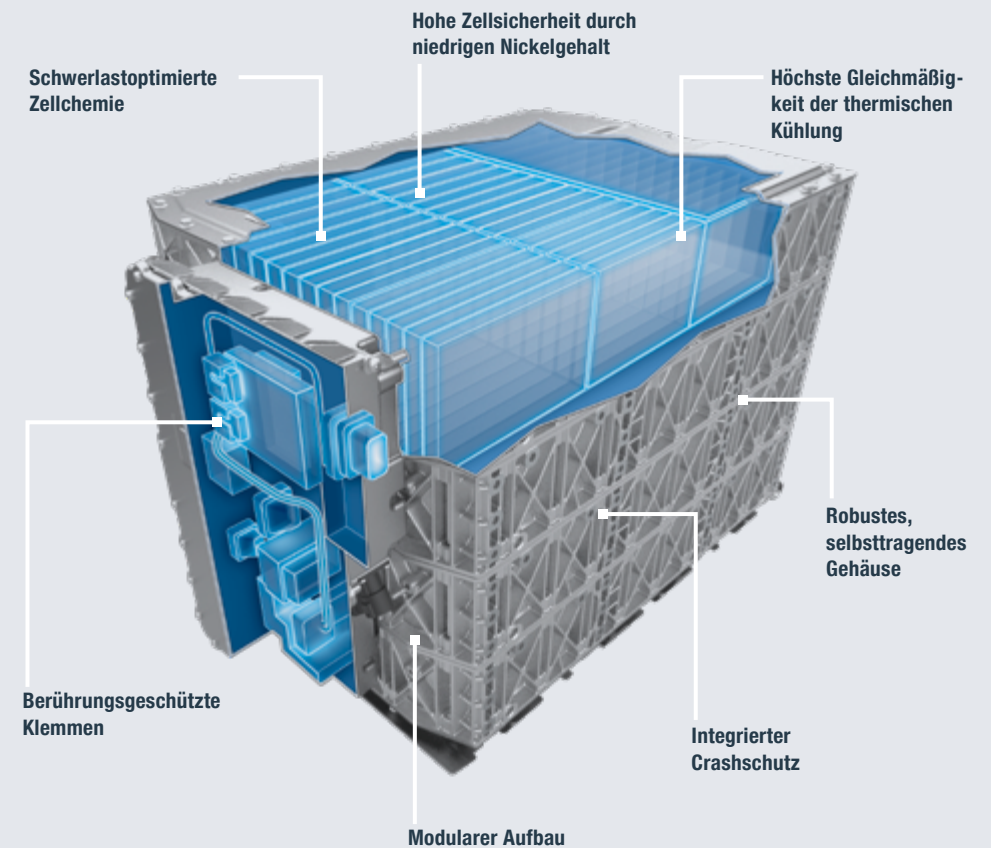
	NCA Nickel-Kobalt- Aluminiumoxid	LFP Lithium- Eisenphosphat	NMC Nickel-Magnesium- Kobalt
Energiedichte	++	-	+
Lebensdauer	-	+	+
Sicherheit	-	+	+

NMC-Batterien, die in MAN Elektro-Lkw eingesetzt werden, bieten eine gute spezifische Energie und die erforderliche spezifische Leistungsdichte. Festkörper- und Natrium-Ionen-Batterien befinden sich derzeit in der Entwicklung, können aber die Anforderungen von Elektro-Lkw noch nicht erfüllen.

**KEINE HALBEN SACHEN:** Um den Anforderungen von Elektro-Lkw gerecht zu werden, hat MAN eine eigene Zelltechnologie entwickelt. Im Gegensatz zu der in Elektroautobatterien häufig eingesetzten Technologie erfüllt sie den Hochvolt-Ladebedarf und ist für eine Lebensdauer von bis zu 1 Million km und mehr geeignet.

## Aufbau des Batteriesystems

Ein Batteriesystem für batterieelektrische Nutzfahrzeuge enthält mehrere Komponenten, wie Batteriezellen und Thermomanagement. Zellen werden in der Regel zu Batterie-modulen und anschließend zu Batteriepacks mit einem Gewicht von etwa 500 kg zusammengesetzt. Je nach Last- und Reichweitenanforderung können MAN Elektro-Lkw bis zu sechs Batteriepack-Systeme haben.



### Safety first

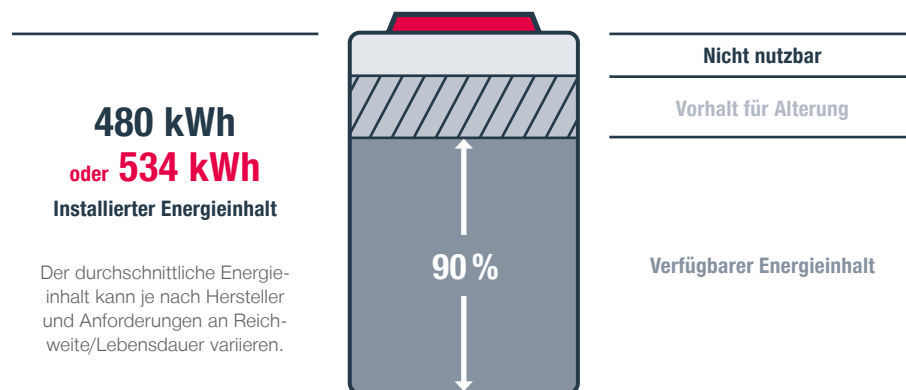
MAN Batterien sind nach höchsten Sicherheitsstandards ausgelegt und werden elektrischen, thermischen, mechanischen und passiven Sicherheitsprüfungen unterzogen.

# Längere Lebensdauer: Nutzbare Batteriekapazität

Der Ladevorgang wirkt sich zusammen mit anderen Faktoren wie dem Klima auf die Batterie aus, Kapazität und Lebensdauer sinken. Die Batteriealterung mit den betrieblichen Anforderungen in Einklang zu bringen, ist ein Kompromiss.

Je geringer die Belastung der Batterie, desto länger die Lebensdauer. Eine langsamere Ladegeschwindigkeit ist beispielsweise weniger nachteilig als Schnellladen. Jahresfahrleistung, Temperatur, Batterienutzungsstrategie und Tiefenentladung (DOD) wirken sich auf die Alterung der Batterie aus.

## Batteriekapazität

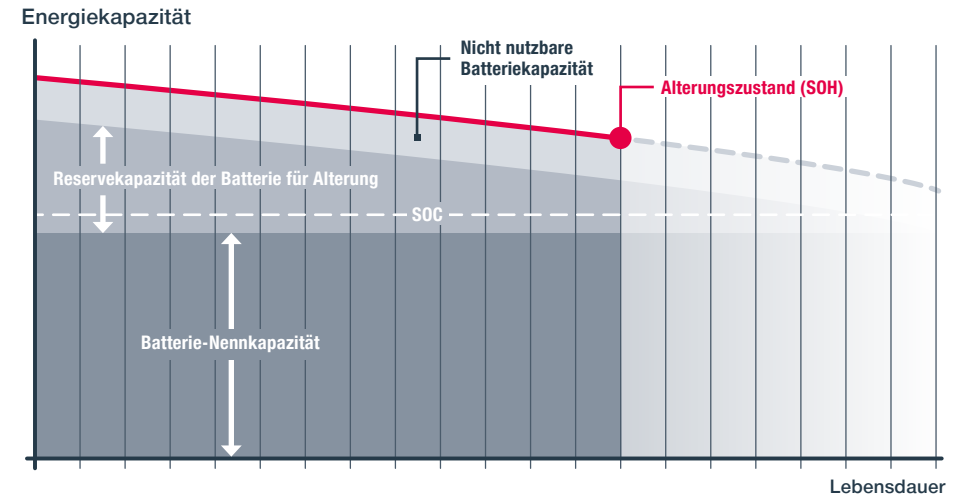


Die Hersteller bauen eine Reservekapazität in ihre Batterien ein, um dem Alterungsprozess Rechnung zu tragen. Ein MAN Elektro-Lkw mit 6 Batteriepacks hat eine theoretische Kapazität von 534 kWh und eine nutzbare Menge von 480 kWh. Dies sorgt für eine konstante Reichweite in allen Einsatzbedingungen über die gesamte Batterielebensdauer.

**HERAUSRAGENDE LEBENSDAUER: MAN Batterien für Elektro-Lkw sind auf eine Lebensdauer von bis zu 1 Million km ausgelegt.**

## Batterielebensdauer

Mit der Zeit verschlechtert sich der Alterungszustand bis zu einem Punkt, an dem der zuverlässige Bereich unter die Betriebsanforderungen des Fahrzeugs fällt und die Batterie ersetzt werden muss (Ende der Lebensdauer). Danach kann die alte Batterie für Batteriespeichersysteme verwendet werden (zweites Leben).



Ziel ist es, einen hohen DOD-Wert für maximale Energie und Reichweite zu erreichen. MAN stellt bis zu 90 % DOD bereit. Ein niedrigerer DOD-Wert kann dazu beitragen, die Batterielebensdauer zu verlängern.

## Was bedeuten all die Abkürzungen?

**SOC:** State of Charge, Ladezustand, zeigt die aktuelle Batteriekapazität als Prozentsatz der maximalen Kapazität an.

**SOH:** State of Health, Gesundheitszustand oder Alterungszustand, zeigt den allgemeinen Zustand und die Leistung der Batterie an und gibt die Fähigkeit der Batterie an, ihre Nennkapazität zu liefern.

**DOD:** Depth of Discharge, Entladetiefe, gibt an, wie viel Ladung bereits im Verhältnis zur anfänglichen maximalen Kapazität entfernt wurde.



# LADETECHNIK VERSTEHEN

## Gängige Ladesysteme

### Typ 2 (nur für Wechselstromladen)

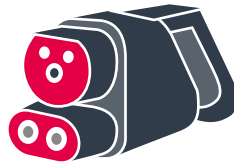
Wird in der Regel für kleine Fahrzeuge wie Pkw und leichte Transporter verwendet. Zum Schutz und zur Kommunikation mit dem Fahrzeug wird eine Wechselstrom-Ladestation verwendet. Das sorgt für sicheres und komfortables Laden zu Hause und an öffentlichen Ladestationen. Die maximale Leistungsabgabe eines Standardsystems ist auf 22 kW begrenzt.



Europäischer Standardlade-stecker für Wechselstrom

### Combined Charging System (CCS)

CCS liefert Wechsel- und Gleichstrom über ein einziges Kabel und ein standardisiertes Steckersystem an das Fahrzeug. Das High-Power-Charging (HPC), das die für Nutzfahrzeuge benötigte Ladegeschwindigkeit bereitstellt, ist nur über Gleichstrom möglich. Maximale Leistungsabgabe 500 kW



Europäischer Standard-ladestecker für CCS

### Megawatt Charging System (MCS)

Ladesystem geeignet für große batterieelektrische Fahrzeuge. Arbeitet mit einer Spannung von bis zu 1.250 Volt und eigenem Stecker. Es ist auf eine Leistung von bis zu 3,75 Megawatt ausgelegt und sorgt dafür, dass die Ladezeiten für Nutzfahrzeuge für die betrieblichen Anforderungen kurz genug bleiben.



MCS-Stecker

#### CCS versus MCS Ladeströme im Vergleich



## MCS – Wegbereiter für Fernverkehr



Das Megawatt-Ladesystem ist der Wegbereiter für den Fernverkehr. Mit einer Ladeleistung von bis zu 1.000 kW lässt sich ein typischer Elektro-Lkw innerhalb von 45 Minuten vollständig aufladen. Unter Berücksichtigung der gesetzlichen Einschränkungen der Lenkzeiten können 2 Fahrschichten von je 400 km an einem normalen Arbeitstag mit einer einzigen Ruhepause erreicht werden.

## Kommunikation mit dem Ladesystem

Die Kommunikation zwischen Ladesystem und Fahrzeug sorgt für einen sicheren Betrieb. Die Basiskommunikation ist hardwarebezogen, während die High-Level-Kommunikation über Software implementiert wird und optionale intelligente Funktionen bietet.

Betriebsart	Umsetzungsmethode	Funktionen
Basis-kommunikation (BC)	Hardware	Steckererkennung
		Handshake-Signal Bereit zum Laden
		Fahrzeugstillstand während des Ladevorgangs
		Durchgangsprüfung des Schutzleiters
High-Level-Kommunikation (HLC)	Software	Steuerung des Ladevorgangs (zwingend für Gleichstrom)
		Lademanagement und Ladeplanung
		Abrechnung und Autorisierung
		Fernsteuerung des Ladevorgangs



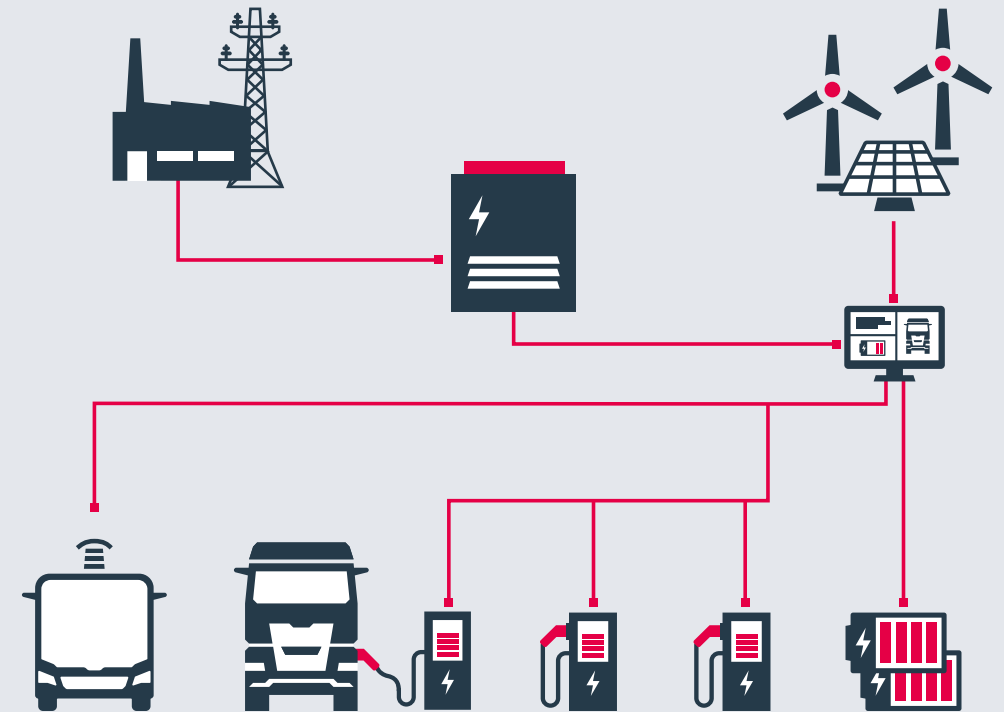
# 3 LADEN: DIE INFRASTRUKTUR



# GRUNDLEGENDES: VOM STROM ZUR STEUERUNG

Ganz gleich, wie groß Ihr Fuhrpark ist, ob einige wenige Lieferwagen oder ein großer Lieferbetrieb, vier Kernkomponenten bilden die Ladeinfrastruktur für ein typisches Nutzfahrzeugdepot.

	<h3>LADESTATION</h3> <p>Die „Schnittstelle“ zum Laden des Fahrzeugs. Es stehen verschiedene Typen zur Verfügung, um den Ladeanforderungen des der Fahrzeuge gerecht zu werden. Siehe auch S. 22 – 23.</p>
	<h3>LADEMANAGEMENT-SOFTWARE</h3> <p>Überwacht den Ladezustand und steuert den Prozess und das intelligente Laden für optimierte Laderaten. Weitere Informationen finden Sie auf Seite 24.</p>
	<h3>NETZANSCHLUSS/STROMVERSORGUNG</h3> <p>Idealerweise sollten 400 V ausreichen, um alle Ladepunkte zu versorgen, die Sie im Depot vorsehen. Weitere Details zur Stromversorgung finden Sie auf den Seiten 28 – 29.</p>
	<h3>SPANNUNGSWANDLER</h3> <p>Der Transformator wandelt die Netzspannung in die erforderliche Standortspannung um. Falls nicht bereits vorhanden, muss er installiert werden. Siehe auch S. 36.</p>
	<h3>OPTIONALE KOMponentEN</h3> <p>Kann eigene Photovoltaikanlage, Energiespeicher usw. umfassen.</p>



## Anwendungsfälle: Typische Ladezeiten und Leistungsbedarfe\*

Laden im Depot (über Nacht)	Öffentliches Laden (über Nacht)	Öffentliches Laden (Zwischendurch-laden)	Laden am Ziel
8 – 10 Stunden	12 Stunden	45 Minuten, z. B. vorgeschriebene Ruhepause	30 – 60 Minuten z. B. Beladen/Entladen
Strombedarf: 100 – 150 kW pro Ladepunkt	Strombedarf: 50 – 100 kW pro Ladepunkt	Maximaler Strombedarf: 350 – 750 kW pro Ladepunkt	Maximaler Strombedarf: 150 – 350 kW pro Ladepunkt

\*Referenzwerte und tatsächliche Zeiten können im Einzelfall abweichen.

# LADESTATIONEN TECHNOLOGIE

## Von klein bis groß: Lösungen für jeden Bedarf

Was auch immer Ihre Ladeanforderungen sind, es gibt eine Reihe von Lösungen, die so konfiguriert werden können, dass sie nahezu jeden Platz- und Betriebsbedarf erfüllen. Sei es das Laden einer kleinen Anzahl von Fahrzeugen über Nacht in einem Depot oder das schnelle Laden einer großen Flotte während des Be- und Entladens in einem Logistikzentrum. Ladestationen gibt es in vier Grundausführungen:



### 1. Mobile Ladestation

Kann ohne Transformator an einen dreiphasigen Standardstromanschluss angeschlossen werden. Kann bei Bedarf bewegt werden und ist ideal zum Nachladen, z. B. in der Werkstatt. Liefert bis zu 80 kW.

### 2. Ladesäule

Leistungsstarke Ladelösung mit Steuerelektronik und Ladepunkt in einer integrierten Einheit für einen einfacheren Einsatz. Erhältlich für das Laden einzelner oder mehrerer Fahrzeuge mit 50 bis 400 kW.



**PLATZBEDARF:** Typischerweise sind moderne Ladestationen relativ kompakt. Da der Transformator getrennt untergebracht ist, benötigt die Ladestation nur etwa 1 m<sup>2</sup>.



### 3. Ladestation mit getrenntem Ladepunkt

Der Ladepunkt ist getrennt von der Steuerelektronik, die in einiger Entfernung installiert werden kann. Kompakter Ladepunkt benötigt weniger Platz im Park-/Ladebereich. Typischerweise 180 – 360 kW für ein oder mehrere Fahrzeuge.

### 4. Ladestation mit herabhängenden Ladekabeln

Die getrennten Ladepunkte sind über dem Fahrzeug angebracht, die Ladekabel hängen vom Portal herab. Kann auch in Gebäuden mit von der Decke abgehängten Kabeln verwendet werden. Optimale Lösung, wenn der Platz knapp ist.



### Batterieladezeiten (ca.) von entladen bis voll

Ladeleistung	Ladezeit Elektro-Lkw*	System
150 kW	180 – 210 min	High Power Charging (CCS)
375 kW	60 – 90 min	High Power Charging (CCS)
750 kW	30 – 45 min	Megawatt Charging System (MCS)

\*Referenzwerte und tatsächliche Zeiten können im Einzelfall abweichen.

# LADEMANAGEMENT SYSTEME

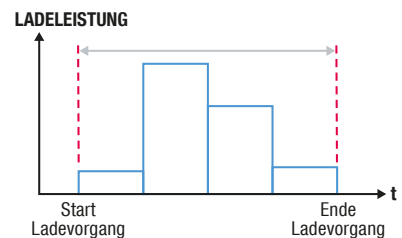
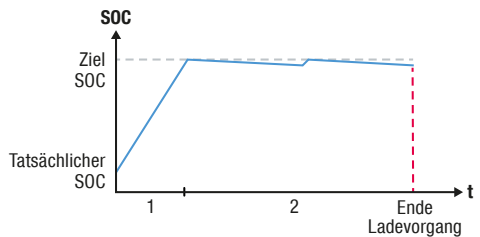
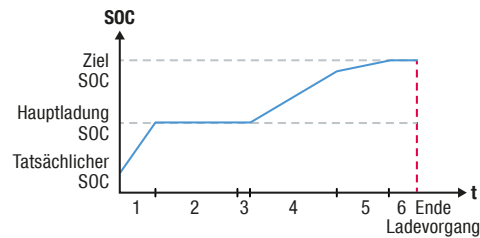
## Komplexe Steueraufgaben

Das Lademanagementsystem (CMS) ist die Intelligenz hinter der Ladeinfrastruktur. Es erfüllt eine Reihe wichtiger Funktionen. Dazu gehören die Systemüberwachung, die Planung der Fahrzeugladung und die Optimierung.

### Überwachung und Steuerung

Das CMS bietet eine intelligente, automatisierte Steuerung der Fahrzeugladung, einschließlich Spannungs- und Strompegel. Das Laden kann über verschiedene Profile erfolgen:

- Zeitgesteuertes Laden:** lädt die Batterie in zwei Schritten auf den Zielladezustand. Schritt 1, Bulk SOC, garantiert die Reichweite bei gleichzeitiger Minimierung der Batteriealterung. Schritt 2 konditioniert das Fahrzeug bis zur Abfahrt, um Energieverluste zu vermeiden.
- Sofortladen:** Lädt das Fahrzeug so schnell wie möglich ohne Schädigung der Batterie. Startet, wenn der Stecker eingesteckt ist. Wird typischerweise in Distributions- und Logistikzentren sowie beim öffentlichen Laden verwendet.
- Profilladen:** lädt die Batterie bis zur geplanten Abfahrtszeit auf den Zielladezustand. Die tageszeitabhängige Anpassung der Laderate an unterschiedliche Energiepreise ermöglicht eine Kostenoptimierung.



### Laden mehrerer Fahrzeuge

Wenn mehrere Fahrzeuge an einer einzigen Ladestation angeschlossen sind, lädt das CMS jedes Fahrzeug entweder sequentiell, was zeitaufwändig ist, oder dynamisch, wobei die Versorgung je nach Ladezustand auf alle Fahrzeuge verteilt wird.

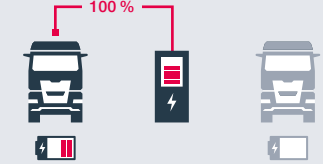
#### Ladezeitplan

**Lkw 1**  
23:00 – 1:20 Uhr

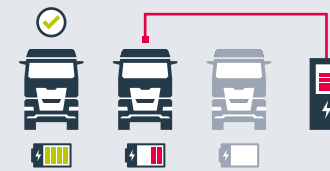


#### Ladereihenfolge

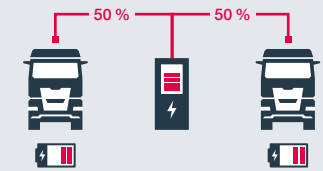
**Lkw 1 wird als einziger geladen** – 100 % der verfügbaren Leistung wird von Lkw 1 verbraucht



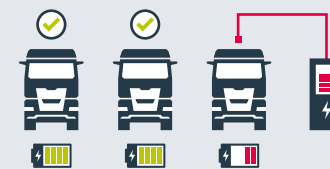
**Lkw 2**  
1:21 – 3:40 Uhr



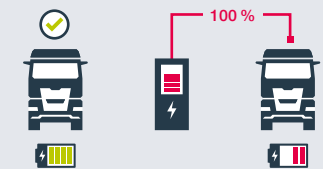
**Lkw 1 und 2 sind jetzt gleichzeitig angeschlossen** – die verfügbare Leistung wird gleichmäßig aufgeteilt: jeweils 50 %



**Lkw 3**  
03:41 – 6:00 Uhr



**Lkw 1 ist voll geladen, Lkw 2 wird als einziger geladen** – 100 % der verfügbaren Leistung wird von Lkw 2 verbraucht



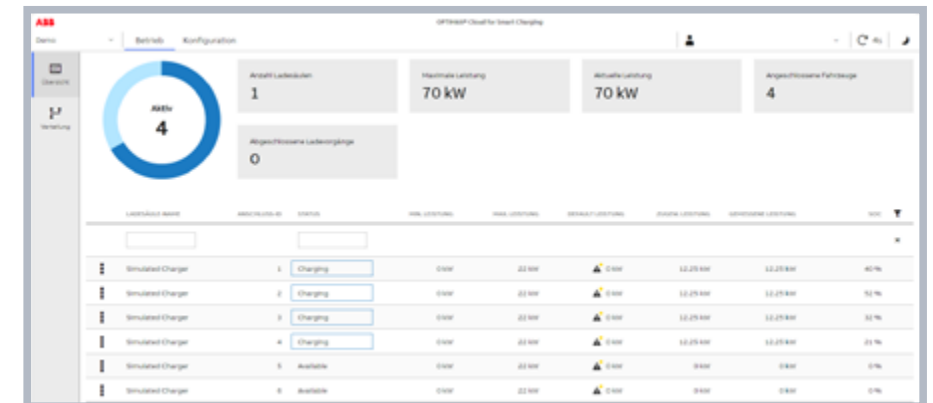


### Intelligentes Energie- und Lademanagement

Das CMS überwacht den gesamten Energiebedarf des Standorts und steuert die Leistung aller Ladestationen entsprechend. Dazu kann die Integration externer Quellen wie Solarstrom gehören, wodurch eine bessere Kontrolle über den Verbrauch ermöglicht wird.

Das CMS kann auch Spitzenlasten begrenzen und so die Nachfrage mit der Verfügbarkeit und den Stromkosten in Einklang bringen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt Kosten auf Seite 38.

Die meisten CMS-Funktionen sind vollautomatisch und erfordern keine Überwachung durch einen Bediener. Kritische Alarmer können bei Bedarf per E-Mail oder SMS versendet werden. Die Kosten für das CMS werden schnell und einfach durch höhere Effizienz und Kosteneinsparungen ausgeglichen.



**EINZEL-LKW-LÖSUNG:** Jeder MAN Elektro-Lkw verfügt über den eManager, ein intelligentes System im Fahrzeug, das das Laden inklusive zeitgesteuertem Laden und der Fahrzeugklimatisierung steuern kann.

# STANDORTVERSORGUNG

## Bedarfsermittlung

Die Größe Ihrer Ladeinfrastruktur bestimmt die für den Standort benötigte Energie. Es ist wichtig, den Energiebedarf an die verfügbare Energieversorgung anzupassen. Da keine zwei Ladeinfrastrukturlösungen gleich sind, zeigen wir hier drei Beispielstandorte für typische Strombedarfe.

Szenario 1: Laden im Depot für eine kleine Flotte	
<b>Größe:</b> Kleiner Betreiber, 2 Elektro-Lkw, je 350 kWh	<b>Verfügbare Ladezeit:</b> Über Nacht (≈ 10 Stunden)
<b>Lösung</b> 1 x 150-kW-Ladestation mit zwei Ladepunkten und CMS für sequentielles Laden (ca. 3 Stunden Ladezeit)	<b>Spitzenleistungsbedarf:</b> bis max. 150 kW ■ häufig bereits vor Ort mit vorhandenem Transformator verfügbar

Szenario 2: Laden im Depot für mittelgroße Flotte	
<b>Größe:</b> Mittlerer Betreiber, 10 Elektro-Lkw, je 350 kWh	<b>Verfügbare Ladezeit:</b> ■ 3 Stunden pro Fahrzeug. Laden am Tag für 3–5 Lkw möglich.
<b>Lösung</b> 5 x 350-kW-CCS-Ladestationen mit zwei Ladepunkten und CMS für sequentielles Laden (ca. 3 Stunden Nacht-/1 Stunde Tagesladezeit)	<b>Spitzenleistungsbedarf:</b> 5 x 350 kW = 1.750 kW ■ häufig zusätzlicher Transformator erforderlich, mögliche Tarifänderung für flexibles Laden über Nacht

Szenario 3: Laden am Ziel: Logistikzentrum	
<b>Größe:</b> 6 x MCS-Ladestationen zum Laden beim Be-/Entladen, dazu 4 x 350-kW-Ladegeräte zum Laden über Nacht.	<b>Verfügbare Ladezeit:</b> Variabel nach individuellem Lkw-Zeitplan.
<b>Lösung</b> 6 x MCS-Ladestationen plus 4 x 350-MW-Ladestationen und CMS für sequentielles Laden	<b>Spitzenleistungsbedarf:</b> 6 x 1 MW plus 4 x 350 kW = 7,4 MW ■ in den meisten Fällen zusätzlicher Transformator benötigt. Plus mögliche Tarifänderung für flexibles Laden über Nacht

## Wenn der Bedarf die Energieversorgung übersteigt

Reicht die vorhandene Stromversorgung für Ihren Ladebedarf nicht aus, gibt es je nach Gesamtladebedarf mehrere Möglichkeiten.

**Intelligentes Laden:** Die Spitzenlast kann oft reduziert werden, indem der Ladeplan angepasst und die Anzahl der gleichzeitig geladenen Fahrzeuge begrenzt wird.

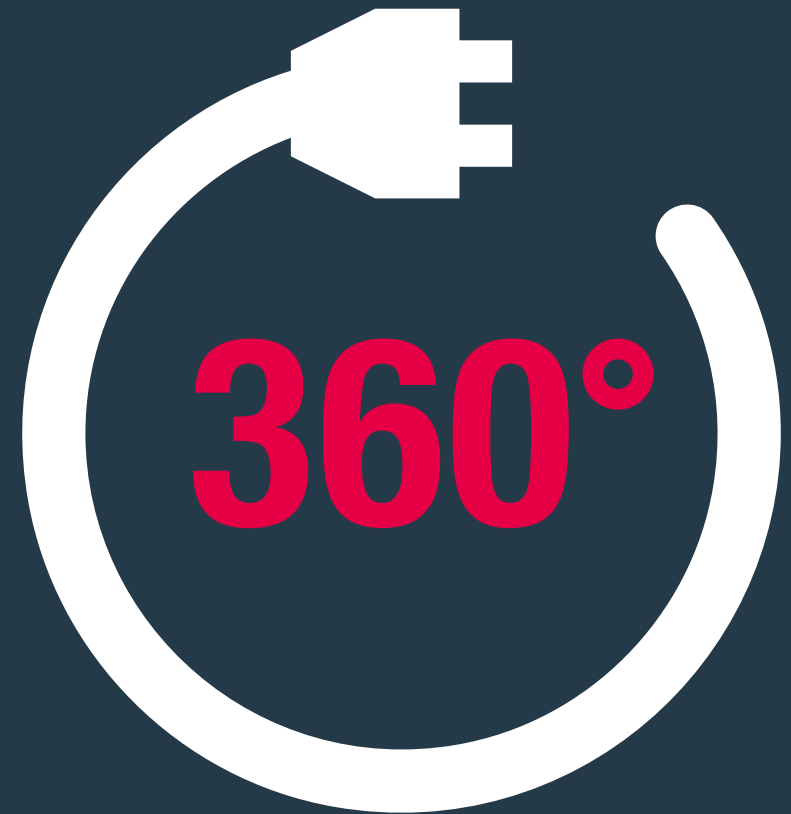
**Erzeugung und Speicherung vor Ort:** Solarmodule und, wo möglich, Windkraftanlagen können die zur Verfügung stehende Energie aufstocken. In Kombination mit einem Batteriespeicher vor Ort können sie auch für das Laden über Nacht genutzt werden.

**Zwischendurchladen:** Das Laden von Elektro-Lkw außerhalb des Betriebshofs, beispielsweise an öffentlichen Ladestationen während einer Ruhepause, kann den Energiebedarf in der eigenen Ladeinfrastruktur reduzieren.

**Energievertrag überarbeiten:** Sprechen Sie mit Ihrem Energieversorger über die Erhöhung des Energieangebots. Würde einen zusätzlichen Transformator erfordern.



# 4 PROJEKT UMSETZUNG

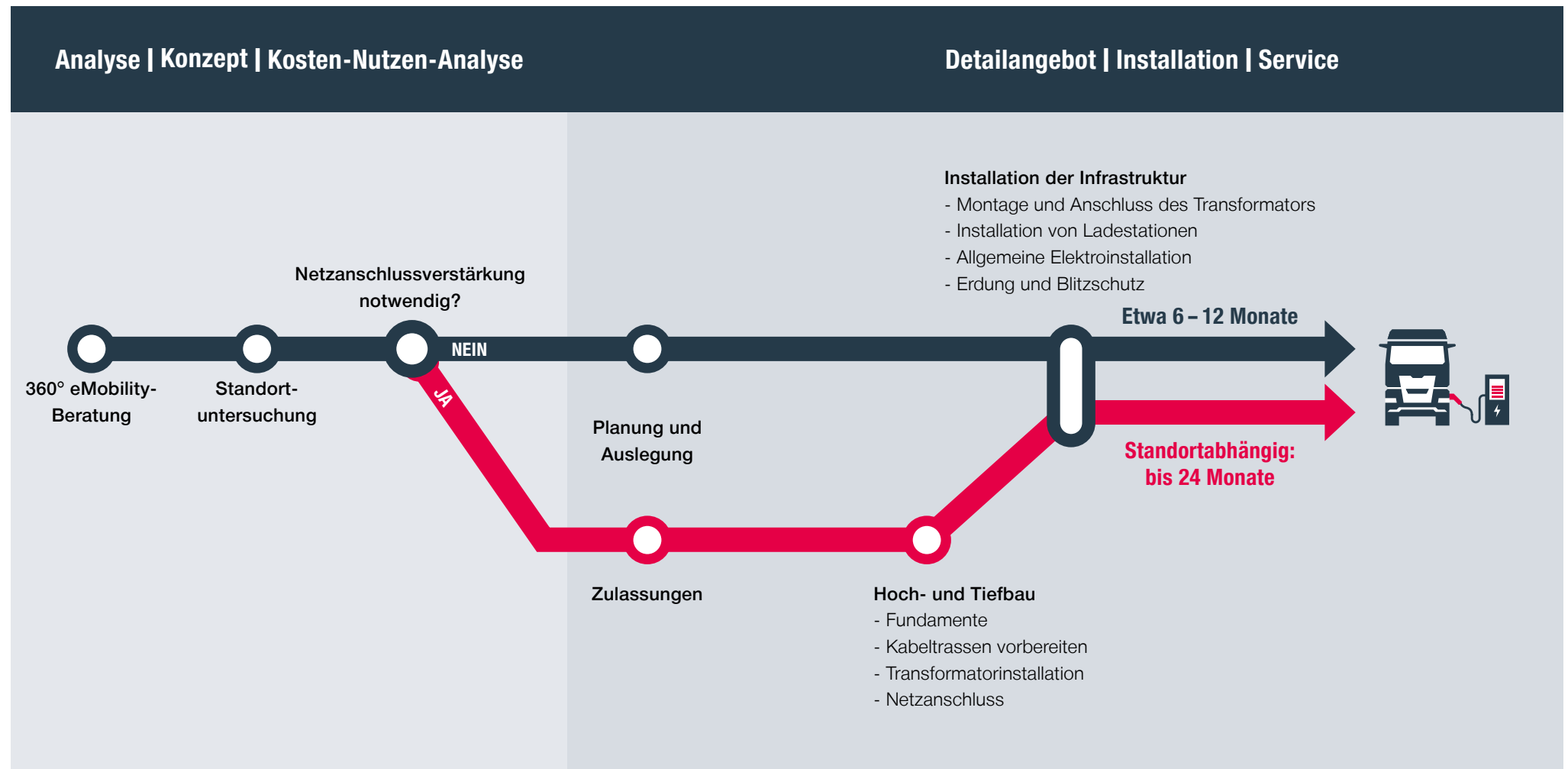




# ZEITRAHMEN: VON DER PLANUNG ZUR UMSETZUNG

Die Zeitspanne von der ersten Planung bis zur Installation und Inbetriebnahme hängt von einer Reihe von Faktoren ab. Ist keine Netzanschlussverstärkung erforderlich, kann die Installation bis zu sechs Monate dauern.

Eine Netzanschlussverstärkung bedeutet in der Regel die Installation eines Transformators zusammen mit Bauarbeiten. Die Installation kann dann je nach Komplexität bis zu 24 Monate dauern.

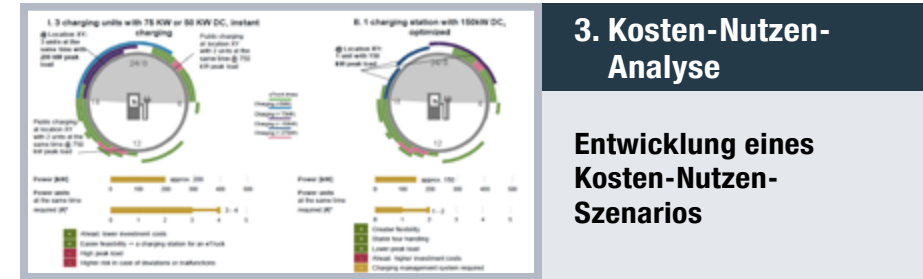
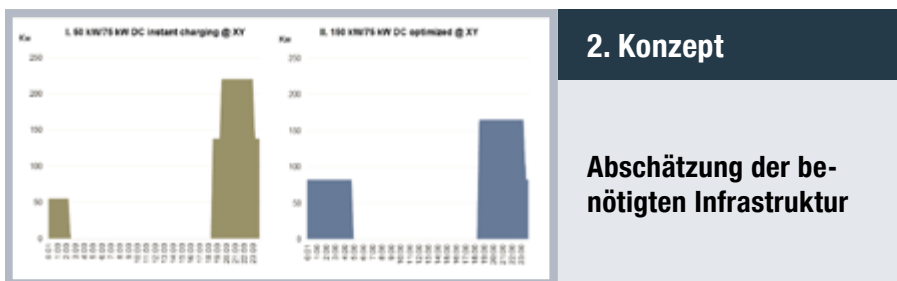


# MAN 360° eMOBILITY-BERATUNG

## Wir packen mit an

Bei der Errichtung einer Ladeinfrastruktur gibt es viel zu beachten und dafür sind Fachkenntnisse erforderlich. Die gute Nachricht: MAN 360° eMobility-Beratung hilft Ihnen dabei. Gemeinsam mit unseren Partnerunternehmen begleiten wir Sie von der ersten Überlegung bis zur Umsetzung und Inbetriebnahme.

Unsere Experten klären Ihren genauen Ladebedarf und geben Empfehlungen zum Umfang der Ladeinfrastruktur auf Basis der Fahrzeugbetriebszeiten, gefahrenen Kilometer und des Energieverbrauchs.



## Vom Start bis zum Ziel: Ein Partnernetzwerk für alle Ihre Bedürfnisse

Je nach Standort und Anforderungen empfehlen wir Ihnen einen unserer spezialisierten Infrastrukturanbieter, der optimal zu Ihren Bedürfnissen passt, und stellen den Kontakt her. ABB, Heliox und SBRS sind namhafte Infrastrukturanbieter, die sich auf den Bereich Ladeinfrastruktur für Nutzfahrzeuge spezialisiert haben. Sie haben die Wahl.

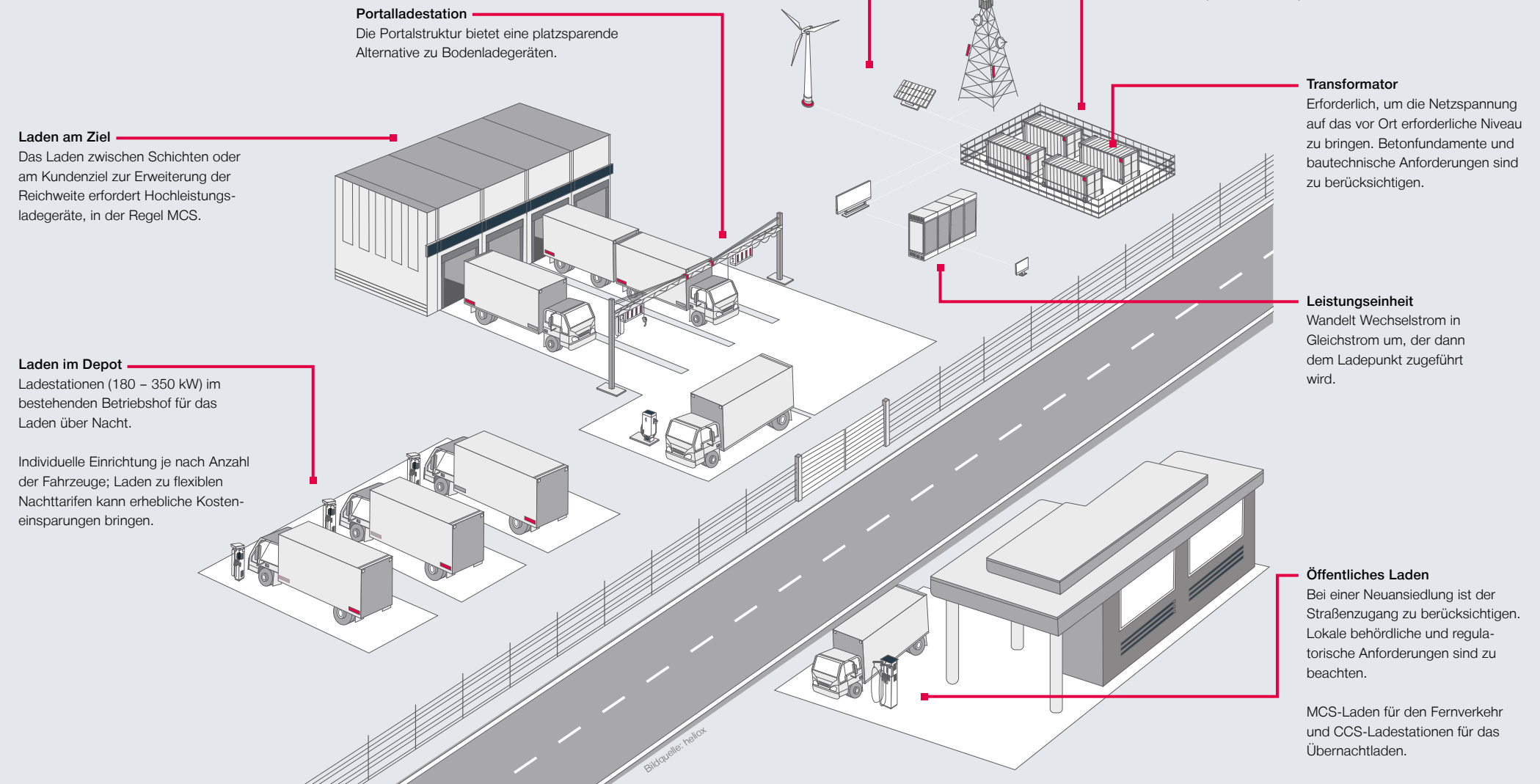


A Member of the Shell Group

Nach der ersten Beratung erarbeitet Ihr ausgewählter Partner dann ein Baukonzept auf Basis der aktuellen Netzwerkverbindungen und baulichen Möglichkeiten.

# ÜBERLEGUNGEN ZUR STANDORTPLANUNG

Welcher Anwendungsfall passt zu Ihnen? Wir verstehen, dass es unterschiedliche Anforderungen und viele Möglichkeiten für den Aufbau einer Ladeinfrastruktur gibt. Gemeinsam mit unseren Partnern helfen wir Ihnen, die richtige Lösung für Ihre Bedürfnisse zu finden.



# FINANZIELLE ÜBERLEGUNGEN

## Das Auf und Ab der Ladekosten

Der Aufbau einer Ladeinfrastruktur stellt eindeutig eine erhebliche Anfangsinvestition dar, deren Gesamtkosten durch den Ladebedarf – die „Kostentreiber“ – bestimmt werden.

### Kostentreiber

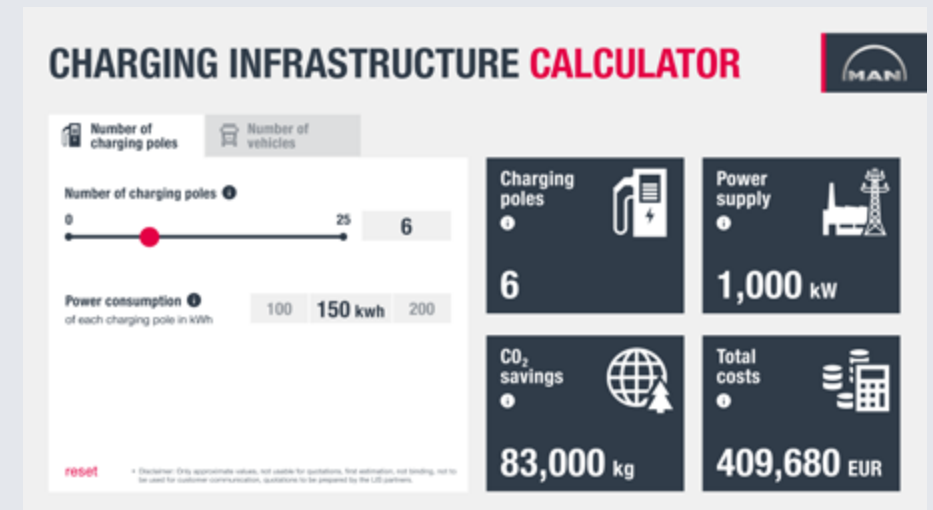
Zu den Kostentreibern gehören die Ladehardware und -software sowie alle eventuell erforderlichen Bauarbeiten, z. B. Fundamente für einen Transformator oder Änderungen an der Depotanordnung, um die Ladegeräte unterzubringen.

### Die wichtigsten Kostentreiber bei Ladeinfrastrukturen

Technische Auslegung und Bauarbeiten	Ladeinfrastruktur	Betriebskosten
Projektplanung und -umsetzung	Hardwarekosten (Ladestationen etc.)	Stromkosten
Detaillierte Konstruktion	Softwareinstallation (Lademanagementsystem)	Operative Unterstützung inkl. Überwachung
Bauarbeiten	Installationskosten	Service und Wartung
Elektrische Energietechnik und Verteilungssystem	Inbetriebnahme	
Transformator: Kauf und Installation, plus Baukosten	Kalibrierungskonformität	

## Wie tief ist das Meer?

Die möglichen Anwendungsfälle für Ladeinfrastrukturen sind so vielfältig, dass es unmöglich ist, eine Faustregel für die Kalkulation zu geben. Dennoch zeigt das hier dargestellte Beispiel ungefähre Kosten für eine Depot-Ladeinfrastruktur an einem Standort mit 1.000 kW Netzanschluss und sechs Ladesäulen.



Der MAN Ladeinfrastrukturrechner gibt Ihnen einen ungefähren Kostenüberblick. Geben Sie einfach einige grundlegende Daten über Fahrzeuge, Routen usw. ein für eine schnelle und einfache Kostenübersicht.

Unsere Ladeinfrastruktur-Experten können eine Kostenindikation für unterschiedliche Größen und Ladekonzepte liefern. Für ein detailliertes Angebot, das alle lokalen Aspekte abdeckt, ist eine detaillierte Analyse vor Ort erforderlich.

# KOSTENOPTIMIERUNG

## Kostendämpfer

Vom intelligenten Laden bis zur Stromerzeugung, vor Ort gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, sowohl die Anfangsinvestition der Ladeinfrastruktur als auch die laufenden Kosten zu reduzieren oder auszugleichen – die „Kostendämpfer“.

### Förderung

Öffentliche und regionale grüne Subventionen oder Steuervergünstigungen stehen oft zur Verfügung, um die Investitionskosten auszugleichen und können einen wesentlichen Beitrag zu Kosteneinsparungen leisten.

### Erzeugung vor Ort

Solarmodule oder Windenergieanlagen zur eigenen Stromerzeugung können nicht nur Ihre eigenen Stromkosten senken, sondern auch die Möglichkeit eröffnen, Einnahmen durch den Verkauf von Strom zurück an das Netz zu generieren. Darüber hinaus kann eine gute Lademanagementplanung die Anzahl der erforderlichen Ladesäulen reduzieren und so die Anfangsinvestition minimieren.

### Tarifoptimierung

In der Regel schwanken die Energiepreise im Laufe des Tages je nach Nachfrage. Durch die Koordination von Ladevorgängen mit diesen Nebenzeitentarifen lassen sich erhebliche Kosteneinsparungen erzielen.

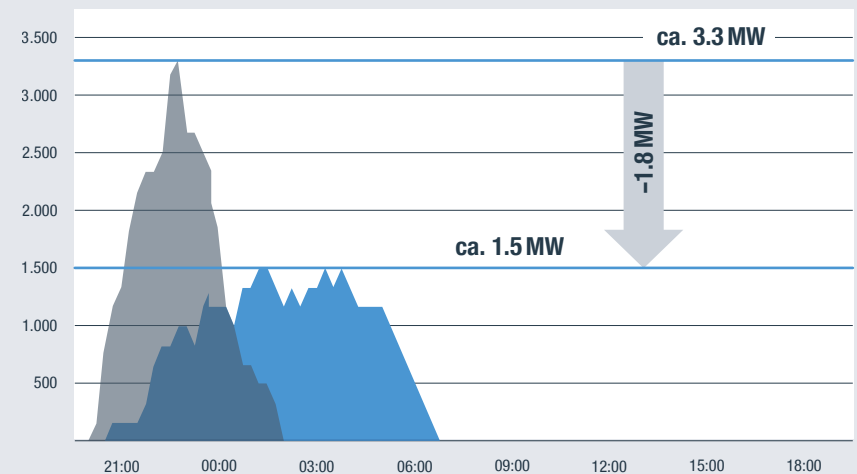


Photovoltaikanlagen können oftmals in Depots oder Distributionszentren als Ergänzung zur bestehenden Netzversorgung installiert werden, wodurch Kosten gesenkt und die Lastspitzen minimiert werden.

### Intelligentes Laden: Peak Shaving

Der Preis, den ein Unternehmen für Strom zahlt, wird durch seine Lastspitzen bestimmt. Mit einem intelligenten Stromzähler kann das Lademanagementsystem das Laden automatisch planen und bei Bedarf die Leistungsstufen begrenzen, um sicherzustellen, dass der Bedarf auf einem niedrigeren Tarifniveau bleibt.

### Vermeidung von Lastspitzen



Intelligentes Laden kann die Energiekosten deutlich senken, indem Lastspitzen vermieden werden. Die graue Kurve zeigt die Lastspitze, wenn alle Fahrzeuge gleichzeitig geladen werden. Die blaue Kurve zeigt eine reduzierte Lastspitze, wenn die Ladeleistung angepasst wird oder Fahrzeuge im Laufe der Zeit sequentiell geladen werden.

**SPAREN SIE AUF DIESER REISE:** Um den Kostenvorteil zu maximieren, ist eine genaue Tourenplanung und Ladestrategie notwendig. Starten Sie mit 360° eMobility-Beratung, um sicherzugehen, dass Sie einen optimalen Weg gehen.

# ÖFFENTLICHES LADEN

## Die Power für den Fernverkehr

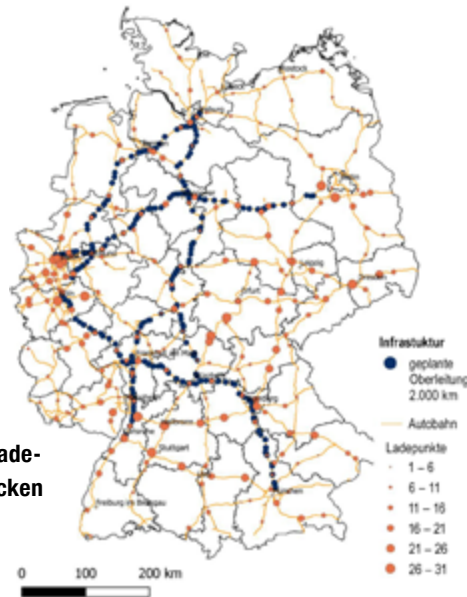
Zwischendurchladen für den Fernverkehr oder öffentliches Laden über Nacht? In jedem Fall erfordert öffentliches Laden eine zuverlässige, breit verfügbare Infrastruktur. Die gute Nachricht ist, dass öffentliche Lademöglichkeiten für Nutzfahrzeuge europaweit rasant vorangetrieben werden.

### EU-Gesetzgebung

Die Verordnung über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR) der Europäischen Kommission fordert ein Minimum an Ladepunkten für Lkw entlang der wichtigsten europäischen Autobahnen (TEN-V-Netz). Die aktuelle Richtlinie sieht vor, dass bis 2030 alle 60 km auf Kernstrecken und 120 km auf erweiterten Streckennetzen Ladestationen mit mindestens einer Ladesäule von mindestens 350 kW zur Verfügung stehen sollen.

### Private Initiativen

Verschiedene Konsortien wie Milence sowie einzelne Unternehmen arbeiten aktiv am Aufbau und der Verwaltung von Netzen leistungsstarker Ladeinfrastrukturen auf wichtigen Transitrouten in Europa. So plant Milence bis 2027 europaweit 1.700 öffentliche Ladepunkte zu errichten.



**Vorgeschlagene Schnellladenetze auf wichtigen Strecken in ganz Deutschland**

Quelle: Infrastruktur für Elektro-Lkw im Fernverkehr, Zusammenfassung Iteu/Fraunhofer Isej/Öko-Institut E.V.

## Kostenkontrolle

Wie beim Tanken von konventionellem Diesel auf Autobahnen lassen sich durch öffentliches Laden Kosten einsparen. Die Nutzung von Tankkarten kann dazu beitragen, die Kosten bei der Nutzung öffentlicher Ladestationen, an denen der Kartenaussteller die Ladestation betreibt, um bis zu 20 % zu senken.

## Intelligente Routenplanung

Eine Routenplanungssoftware kann Ladekosten aus Preisvergleichsportalen einbeziehen und Routen so anpassen, dass sie eine optimale Kombination aus der energie- und kosteneffizientesten Route nach aktuellen Informationen bieten.



MAN SmartRoute ermöglicht eine zeit- oder kostenoptimierte Routen- und Ladeplanung.



# 5 NÜTZLICHE INFORMATIONEN



# CHECKLISTE FÜR DIE ELEKTRIFIZIERUNG

Wie aus dieser Broschüre hervorgeht, müssen bei der Vorbereitung einer Ladeinfrastruktur für Elektro-Lkw viele Aspekte berücksichtigt werden. Hier haben wir das Wichtigste in einer Checkliste zusammengefasst.

## 1. Ladebedarf prüfen

- In welcher Situation möchten Sie laden (über Nacht vs. zwischendurch)?
- Wie viele Fahrzeuge müssen geladen werden und was sind typische An- und Abfahrtszeiten?
- Ist es möglich, die Fahrzeuge nach dem Laden umzuparken, oder bleiben sie die ganze Nacht stehen?
- Kann Spitzenleistungsbedarf durch intelligente Laststrategie vermieden werden?
- Planen Sie die Zukunftsfähigkeit, indem Sie die Erdarbeiten für die nächsten 2 bis 3 Installationswellen planen?

## 2. Auswahl des richtigen Partners?

- Bevorzugen Sie einen lokalen Partner und einen Full-Service-Anbieter?
- Ist öffentliches Laden als Lösung eine Möglichkeit, Investitionen zu vermeiden?
- Suchen Sie einen einmaligen oder strategischen langfristigen Partner?

## 3. Standortbeurteilung

- Optimalen Standort für Ladestationen bestimmen.
- Nähe zu Stromquellen und Parkplätzen sicherstellen.
- Lokale Vorschriften und Zoneneinteilungsanforderungen bewerten.

## 4. Stromversorgung

- Strombedarf basierend auf den Ladestationstypen (Stufe 1, Stufe 2, Gleichstrom schnell) berechnen.
- Gegebenenfalls ausreichende elektrische Kapazität und Infrastrukturverstärkung sicherstellen.
- Zukünftige Skalierbarkeit planen.

## 5. Auswahl der Ladestation

- Geeignete Ladestationsmodelle wählen.
- Fahrzeugtypenkompatibilität berücksichtigen (auch Autoladen geplant?).
- Funktionen wie Ladegeschwindigkeit und Benutzeroberfläche bewerten.

## 6. (Halb-) Öffentliche Nutzung

- Planen Sie, die Lademöglichkeit Dritten anzubieten?
- Wann und wem soll der Zugang gewährt werden?
- Wer sollte die Veröffentlichung und Abrechnung für Sie organisieren?
- Marktgerechte Preisgestaltung definieren!

## 7. Genehmigungen und Compliance

- Die erforderlichen Genehmigungen von den örtlichen Behörden einholen.
- Elektro- und Bauvorschriften einhalten.
- ADA-Konformität für Zugänglichkeit sicherstellen.

## 8. Installation der Infrastruktur

- Zugelassene Elektriker für eine sichere und ordnungsgemäße Installation beauftragen.
- Ladestationen sicher und in der richtigen Höhe installieren.
- Ordnungsgemäße Beschilderung und Markierungen anbringen.

## 9. Vernetzung und Software

- Netzwerkkonnektivität für Fernüberwachung und -verwaltung einrichten.
- Ladestationssoftware für den Benutzerzugang und die Bezahlung konfigurieren.
- Sicherstellen, dass Cybersicherheitsmaßnahmen vorhanden sind.

## 10. Wartungsplan

- Einen regelmäßigen Wartungsplan für Ladestationen festlegen.
- Personal schulen oder Dienstleister für Wartungsaufgaben beauftragen.
- Gemeldete Probleme unverzüglich überwachen und beheben.

## 11. Anwenderschulung und -ansprache

- Informationsmaterialien erstellen für Nutzer zur Nutzung der Ladestationen.
- Förderung der neuen Infrastruktur bei potenziellen Nutzern.
- Feedback sammeln und Verbesserungen auf der Grundlage von Benutzererfahrungen durchführen.



# GLOSSAR

## **Verordnung über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe**

**(AFIR)** – EU-Richtlinie zur Schaffung eines robusten Ladenetzes in ganz Europa.

Alle EU-Länder, Betreiber von Ladestationen und Anbieter von E-Mobilitätsdiensten müssen bei der Implementierung öffentlicher Ladestationen für Personenkraftwagen und schwere Nutzfahrzeuge bestimmte Regeln befolgen.

**Amp** – Abkürzung für Ampere. Einheit des elektrischen Stroms, die als Maß für die Geschwindigkeit verwendet wird, mit der elektrische Ladung durch einen Stromkreis fließt.

**BEV** – Battery Electric Vehicle, batterieelektrisches Fahrzeug

**Bidirektionales Laden** – Ladeinfrastruktur, die es Elektro-Lkw ermöglicht, nicht nur aus dem Netz zu laden, sondern auch Strom zurück in das Netz zu entladen, wodurch Netzunterstützung und Vehicle-to-Grid-Funktionen (V2G) ermöglicht werden.

**Lademanagementsystem (Charging Management System, CMS)** - IT-Softwaresystem, das den Ladevorgang von Elektrofahrzeugen verwaltet und optimiert. Oft (aber nicht ausschließlich) cloudbasiert.

**Betreiber von Ladestationen** – Fungiert als wirtschaftlicher Anbieter des Ladesystems. Er ist für den Bau und Betrieb der Infrastruktur verantwortlich und vereinbart mit einem Mobilitätsdienstleister Regeln für die Nutzung der Infrastruktur.

**Ladepunkt** – Bestandteil der Bedieneinheit, bestehend aus Ladekabel und Stecker. Es kann genau ein Fahrzeug an einen Ladepunkt angeschlossen werden.

**Combined Charging System (CCS)** - Der gängigste Ladestandard für Elektrofahrzeuge, einschließlich Lkw, in Europa. Die meisten CCS-Ladestationen haben eine maximale Leistung zwischen 50 und 400 kW.

**Gleichstrom-Ladesystem** – Externe Ladestation, die Spannung vom Wechselstromnetz als geregelte Gleichspannung an das Fahrzeug liefert. Die Ladesteuerung wird dabei vom Fahrzeug übernommen. Die zentralen Komponenten eines Gleichstrom-Ladesystems sind der Ladepunkt, die Bedieneinheit und die Leistungseinheit.

**Demand Response** – Strategie, bei der die Ladeinfrastruktur aus der Ferne gesteuert werden kann, um den Stromverbrauch in Spitzenlastzeiten zu reduzieren oder zu verschieben.

**DOD (Depth of Discharge)** – Entladetiefe, zeigt an, wie viel Ladung bereits im Verhältnis zur anfänglichen maximalen Kapazität entnommen wurde.

**EV** – Electric Vehicle, Elektrofahrzeug

**ISO 15118** – internationale Norm, die das digitale Kommunikationsprotokoll zwischen einem Elektrofahrzeug und einer Ladestation festlegt, das beim Aufladen der Hochvolt-Batterie des Elektrofahrzeugs verwendet wird.

**Kilowatt (kW)** – Ein kW entspricht 1.000 Watt. Bei Elektrofahrzeugen kann sich kW auf die Ladeleistung beziehen, die bestimmt, wie schnell ein Fahrzeug geladen wird, oder auf die eigene Leistung des Fahrzeugs während der Fahrt. Die heutigen Elektro-Lkw haben in der Regel eine maximale Leistung zwischen 300 und 500 kW, was etwa 400 bis 675 PS entspricht.

**Kilowattstunde (kWh)** – Bezieht sich auf eine Menge verbrauchter oder gespeicherter Energie. Entspricht einer Leistung von einem kW in einer Stunde. Die meisten Pkw haben 50- bis 100-kWh-Batterien. Heutige Schwerlast-Elektro-Lkw haben zwischen 250 und 600 kWh Batteriekapazität.

**Megawatt (MW)** - Entspricht 1.000 kW und wird normalerweise im Zusammenhang mit dem Megawatt-Ladesystem genannt.

**Megawatt Charging System (MCS)** – Megawatt-Ladesystem, neuer Ladestandard für schwere Elektroanwendungen wie schwere Lkw, Boote und Industrieanwendungen. Der MCS-Standard wird eine maximale Ausgangsleistung von bis zu 3,75 MW haben, was 3.750 kW entspricht, und bis 2024 verfügbar sein.

# GLOSSAR

**Mobilitätsdienstleister (MSP)** – Ein Nutzer stimmt der Nutzung des Ladesystems durch den Mobilitätsdienstleister zu. Der Mobilitätsdienstleister bietet dem Nutzer verschiedene Medien, um auf das Ladesystem zuzugreifen, wie RFID-Karte, mobile Anwendungen, Plug & Charge.

**Open Charging Point Protocol (OCPP)** – Standard, der die Kommunikation zwischen dem IT-Backend und dem Gleichstrom-Ladesystem definiert.

**Overhead Charging** – Ladeinfrastruktur, die Strom von einer Quelle oberhalb des Fahrzeugs an den Elektro-Lkw liefert.

**Leistungseinheit (power unit, PU)** – Leistungselektronik eines Gleichstrom-Ladesystems in modularer Bauweise. Die Leistungseinheit ist vom Bedienteil getrennt.

**Ladezustand (State of Charge, SOC)** - Anzeige der aktuellen Batteriekapazität in Prozent der maximalen Kapazität.

**Alterungszustand (State of Health, SOH)** – Indikator für den allgemeinen Zustand und die Leistung, der die Fähigkeit der Batterie zur Bereitstellung ihrer Nennkapazität widerspiegelt.

**Bedieneinheit (user unit, UU)** – Die Bedien- und Anzeigeeinheit eines Gleichstrom-Ladesystems mit Ladekabel, Stecker und einer Ladesteckeraufnahme zur Aufbewahrung des Ladesteckers im Ruhezustand.

**Volt** – Maßeinheit für die elektrische Potentialdifferenz, auch Spannung genannt. Beschreibt die „Kraft“, die elektrische Ladungen (Elektronen) antreibt, um sich durch einen Leiter, z. B. einen Draht, zu bewegen.

**Watt** – Eine Leistungseinheit, mit PS vergleichbar (1 kW entspricht 1,341 PS). Ein Watt wird berechnet, indem Ampere mit Volt multipliziert werden.

# WEITERE INFORMATIONEN UND NÜTZLICHE LINKS



**Verordnung über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR). Europäische Union (2021):**

[https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/alternative-fuels-sustainable-mobility-europe/alternative-fuels-infrastructure\\_en](https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/alternative-fuels-sustainable-mobility-europe/alternative-fuels-infrastructure_en)



**Fragen und Antworten: Strategie für nachhaltige und intelligente Mobilität. Europäische Kommission (2020).**

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA\\_20\\_2330](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/QANDA_20_2330)



**Lkw-Raststätten in Europa: Fraunhofer ISI/Europäischer Automobilherstellerverband**

[https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2021/ACEA\\_truckstop\\_report\\_update.pdf](https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2021/ACEA_truckstop_report_update.pdf)



**Ladelösungen für batterieelektrische Lkw: The International Council on Clean Transport**

[www.theicct.org](http://www.theicct.org)

## **MAN Truck & Bus SE**

Dachauer Straße 667

80995 München

[www.man.eu](http://www.man.eu)

Stand 03/2024, Text und Abbildungen unverbindlich.  
Änderungen ohne vorherige Ankündigung vorbehalten.

---

**MAN Truck & Bus – Ein Mitglied der TRATON GRUPPE**