

MODUL 2.1: Grundlagen des Ladens

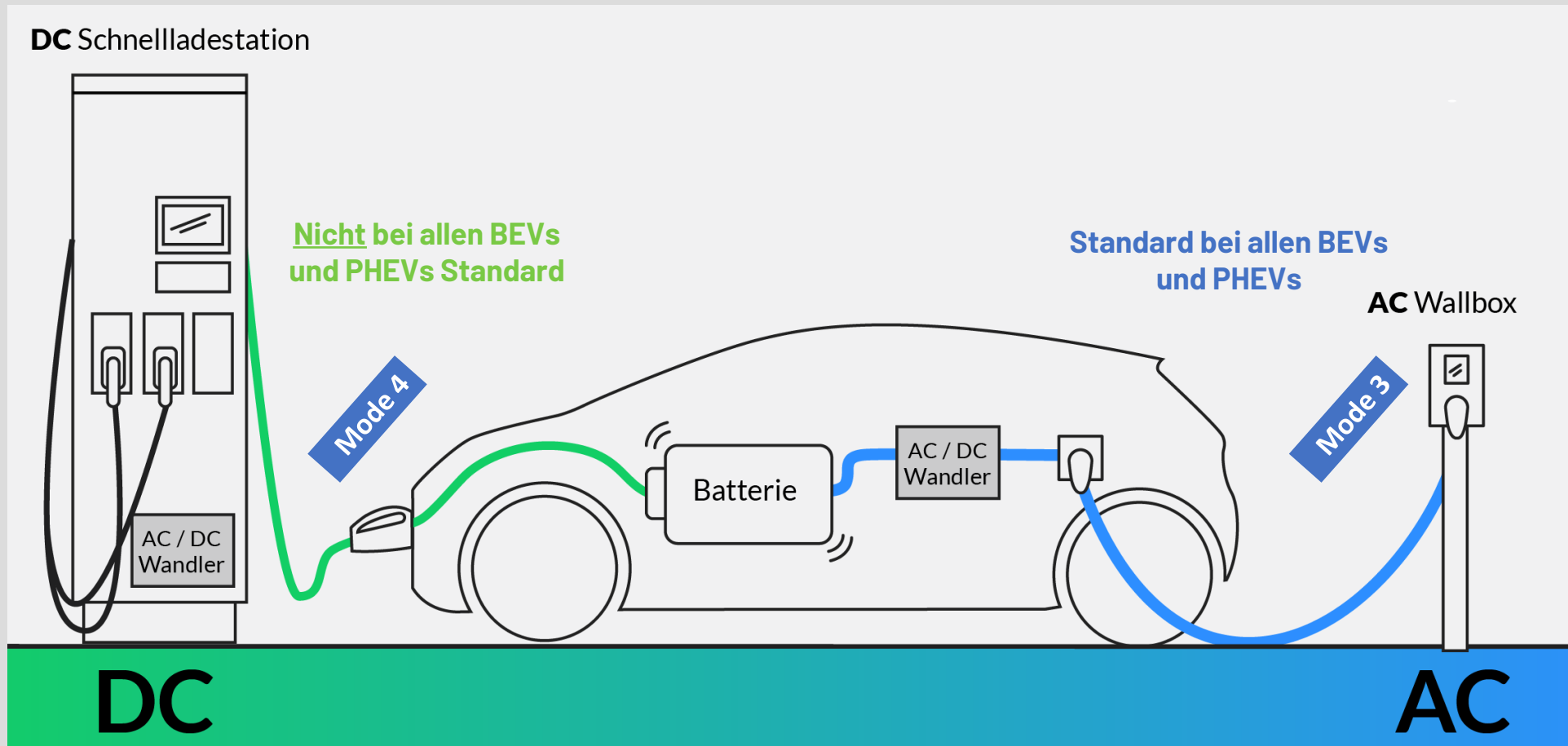
Die Inhalte dieser Lernlektionen wurden durch
The Mobility House AG bereitgestellt.



*electrify-
now*

Modul 2.1: Grundlagen des Ladens- Übersicht Ladetechnologien

Elektrofahrzeuge können prinzipiell mit Ein- bis Dreiphasen-Wechselstrom „alternating current“ (AC) oder mit Gleichstrom „direct current“ (DC) geladen werden. Beim AC-Laden übernimmt ein im Fahrzeug eingebauter Gleichrichter die Stromwandlung aus dem öffentlichen Wechselstromnetz in den von der Batterie benötigten Gleichstrom; beim DC-Laden erfolgt die Laderegulation in der Ladestation.



Modul 2.1: Grundlagen des Ladens- Lademodi /-technologien

Gemäss Norm IEC 61851-1 werden vier Lademodi der Elektromobilität unterschieden. Während die Lademodi 1 bis 3 auf Wechselstrom-Technik (AC) basieren, kommt bei Mode 4 die Gleichstrom-Technologie (DC) zur Anwendung. Lademodus 1 ist heute kaum mehr gebräuchlich (deshalb wird an dieser Stelle nicht weiter auf Lademodus 1 eingegangen).

Kaum mehr gebräuchlich

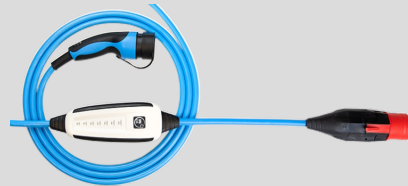
Mode 1



- AC-Laden
- Keine Kommunikation zw. Ladekabel & Fahrzeug
- Sofort unter Spannung
- Begrenzung des Ladestroms im Fahrzeug
- Optional: RCD im Ladekabel ("Mode 1+")

"Ungesichertes Laden"

Mode 2



- Mobile Ladestationen
- AC-Laden bis 22 kW
- ICCB (In-Cable-Control-Box) enthält Steuerung, Schalter, DC-Fehlerstromschutz, etc.
- Kommunikation zwischen Fahrzeug und ICCB im Kabel

Flexibel an Haushalts- & CEE-Steckdose laden

Mode 3



- Fest angeschlossene Ladestationen
- AC-Laden bis 22 kW
- Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation
- Ladestation enthält Steuerung (EVCC), Schutz, ggf. Sicherungselemente, Zähler, Kommunikationsschnittstellen etc.

Laden an privaten & halböffentlichen Stellplätzen

Mode 4



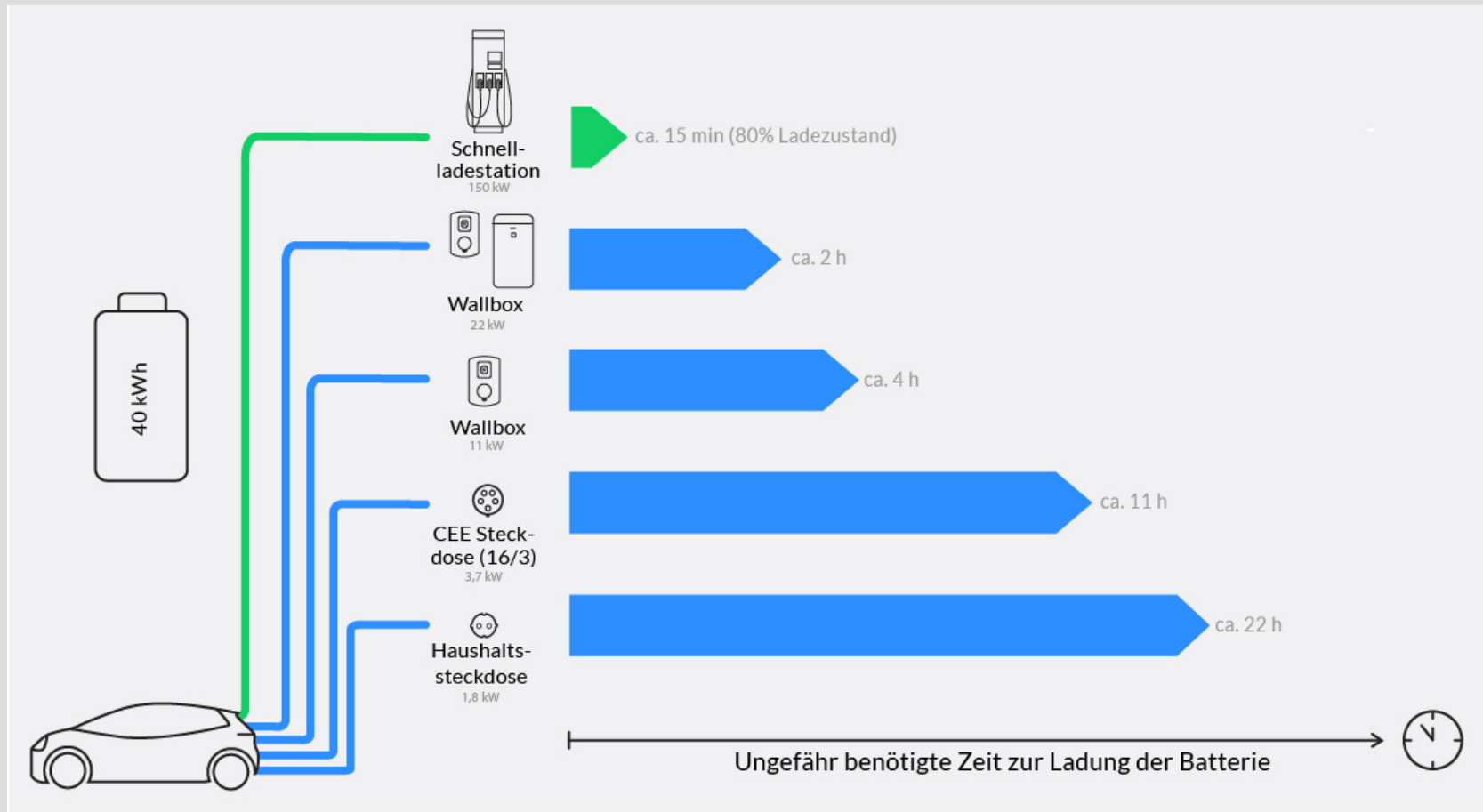
- Fest angeschlossene Ladestationen
- DC-Laden bis 350 kW (oder mehr)
- Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur
- Nur mit angeschlagenem Kabel
- Sicherungselemente, Kommunikationsmodule & Gleichrichter integriert

(Halb-) öffentliches Laden*

* Es gibt auch private Einsatzmöglichkeiten wie z.B. Laden in LKW-Depots

Modul 2.1: Grundlagen des Ladens- Ladezeiten





In Abhängigkeit der verschiedenen Ladearten/Lademodi ergeben sich unterschiedliche, rein kalkulatorische Ladezeiten – welche lediglich als Indikation zu betrachten sind – in Bezug auf eine Vollladung der Batterie. Dabei ist zu beachten, dass die Ladezeiten nicht nur von der verfügbaren Ladeleistung der Ladeinfrastruktur abhängig sind, sondern auch von der Ladeleistung, welche das Fahrzeug aufnehmen kann.



Kalkulatorischer Wert für eine "Vollladung"; abhängig von Alter, Temperatur & Ladezustand der Batterie, Abweichungen möglich

Modul 2.1: Grundlagen des Ladens- Ladeanschlüsse

Die Ladeanschlüsse von Elektroautos unterscheiden sich je nach Hersteller, Modell und Baujahr. Für das AC-Laden hat sich europaweit der Steckerstandard Typ 2 etabliert, für das DC-Laden der CCS-Standard. Auch der japanische DC-Schnellladestandard CHAdeMO, der vor allem bei asiatischen Fahrzeugmodellen gebräuchlich ist, wird an den meisten öffentlichen Ladestationen (noch) angeboten.

AC		DC	
			
Typ 2 Stecker	Typ 1 Stecker ²	Combo2 (CCS) ³	CHAdeMO
1-, 2- oder 3-phasig i.d.R. bis max. 22kW	1-phasig bis max. 3.7 kW (CH)	DC 50kW bis 350kW (oder mehr)	DC derzeit meist bis 50kW
Standard für die meisten Elektroautos in Europa	Vereinzelt bei Neuwagen und bei älteren Modellen	Standard für europäische Modelle	Asiatische Modelle
z.B. VW, Audi, BMW, Daimler, Opel ¹ , Tesla, Renault ¹ , Nissan ¹ , KIA PHEVs	z.B. KIA Soul, Toyota, Mitsubishi, Citroen, Peugeot	z.B. VW, Opel, Audi, Tesla Model 3, BMW, etc.	z.B. KIA, Nissan, Mitsubishi
¹ Eventuell abweichend bei älteren Modellen	² Renault bis 2012, Nissan Leaf bis 2017	³ Manchmal nur als Sonderausstattung	

Modul 2.1: Grundlagen des Ladens– Einfache Ladelösungen

Im privaten Bereich reicht in vielen Fällen eine einfache („dumme“) Wallbox oder mobile Ladestation um schnell, sicher und komfortabel zu laden. Je nach zusätzlichen Anforderungen (z.B. verbrauchsgerechtes Abrechnen) kann eine intelligente Wallbox erforderlich werden (mehr dazu in Modul 2.3)

Einfache Wallbox



Mobile Ladestation (für Industriesteckdosen)



Intelligente Wallbox (z.B. Monitoring / Abrechnung)



- Ladeleistung 3,7 kW (einphasig) – 22 kW (dreiphasig)
- Typ 2 Steckdose oder direkt angeschlagenes Ladekabel bzw. Anschluss primär via Industriesteckdose (CEE) bei mobiler Ladestation
- RFID-Zugangsbeschränkung je nach Anforderung
- Optional: intelligente Ladestationen für Monitoring, Abrechnung, PV-Laden etc.

Modul 2.1: Grundlagen des Ladens- Ganzheitliche Ladelösungen

Für Firmenparkplätze, Einstellhallen, Hotels, etc. bieten sich ganzzzeitliche Ladelösungen inkl. intelligenter Wallboxen oder Ladesäulen an – Diese werden mit einem übergeordneten Lade- und Energiemanagementsystem kombiniert, welches u.a. Lastmanagement sicherstellt

Intelligente Wallbox



Intelligente Wallbox (mit zwei Steckplätzen)



Ladesäule



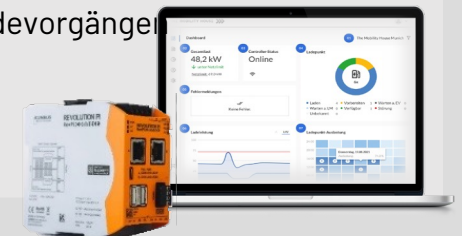
DC-Schnelllader



- Wallbox oder Ladesäule (repräsentativ, aber höhere Anschaffungs- & Installationskosten)
 - Ladeleistung 3.7 - 22kW AC / bis 350kW DC
 - Typ 2 Steckdose oder direkt angeschlagenes Ladekabel (DC nur mit angeschlagenem Kabel)
 - Nutzerauthentifizierung (z.B. via RFID)
 - Intelligente Ladestationen mit Kommunikationsschnittstellen (OCPP) zur Einbindung in ein übergeordnetes Lade- und Energiemanagementsystem
- **Dynamisches Lastmanagement**, um den Netzanschluss optimal auszunutzen

Lade- und Energiemanagement

- Intelligentes, **dynamisches Lastmanagement**
- **Monitoring** und Verwaltung der Ladeinfrastruktur
- **Priorisierung** von Ladestationen oder Nutzern
- **Abrechnung** von Ladevorgängen
- ... viele weitere Funktionen



Modul 2.1: Grundlagen des Ladens – Lastmanagement

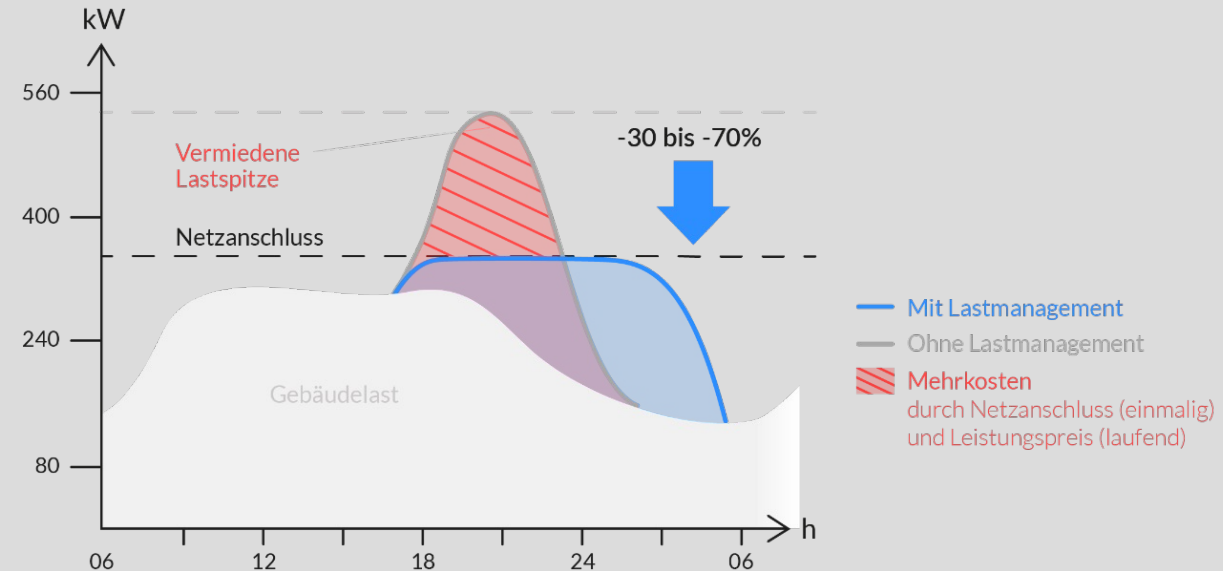
Um eine Überschreitung der Netzanschlussleistung respektive des Leistungslimits für Ladeinfrastruktur zu verhindern, reduziert ein Lade- und Energiemanagementsystem mit lokaler Lastmanagement-Funktion (ein solches wird von den Energieversorgern/Netzbetreibern ab zwei oder mehreren Ladepunkten hinter einem Netzanschlusspunkt gefordert) die Ladeleistung der angeschlossenen Ladepunkte teilweise oder gänzlich. Durch die Reduzierung der Ladeleistung können Ladevorgänge verlangsamt oder pausiert werden. Bei Unterbrechung startet das System die Ladevorgänge erneut, sobald wieder ausreichend Leistung zur Verfügung steht. Zudem passt es die Leistungsangebote an die Ladestationen anhand der zur Verfügung stehenden Leistung und des tatsächlich geladenen Stromes an. Durch die Begrenzung der Netzanschlussleistung wird sichergestellt, dass einerseits keine oder nur minimale Investitionskosten in den Netzausbau anfallen, andererseits die Betriebskosten (Leistungspreise, sofern anfallend) optimiert werden.



Verteilung der verfügbaren Leistung auf alle zu ladenden Elektroautos



Kein oder nur minimaler Ausbau des Netzanschlusses am Standort notwendig, optimierte Betriebskosten (Leistungspreis)



Modul 2.1: Grundlagen des Ladens – Statisches vs. Dynamisches Lastmanagement

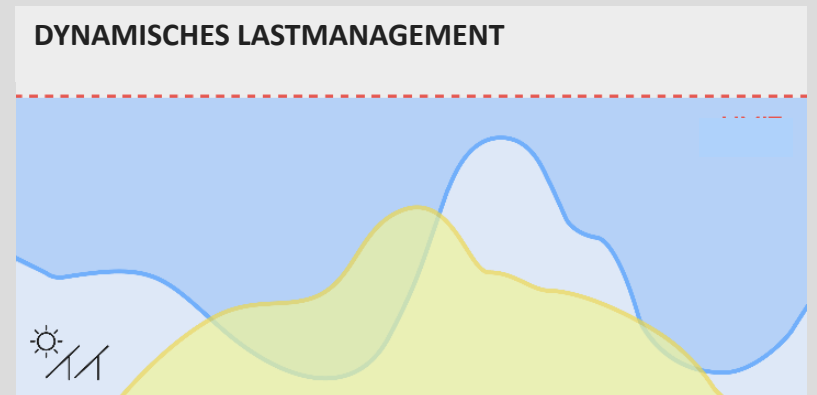
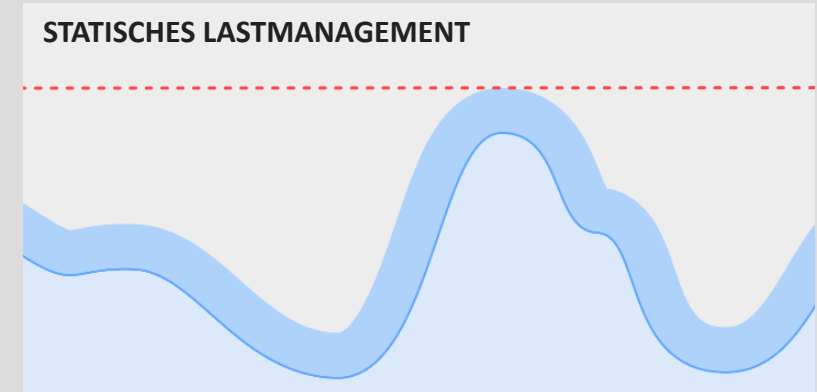
Um das Optimum aus dem Netzanschluss herauszuholen, kommen je nach Anforderung unterschiedliche Arten von Lastmanagement zur Anwendung. Grundsätzlich lässt sich zwischen statischem und dynamischem Lastmanagement unterscheiden.

Statisches Lastmanagement

- Vermeidung von Lastspitzen & deren Kosten durch fest hinterlegten, maximalen Leistungswert
- Die hinterlegte Leistungsgrenze wird auf alle angeschlossenen Fahrzeuge unter Berücksichtigung der tatsächlichen Ladeleistung und Phasenbelastung verteilt
- Priorisierung einzelner Ladestationen
- Schiefasterkennung und phasengenaues Laden

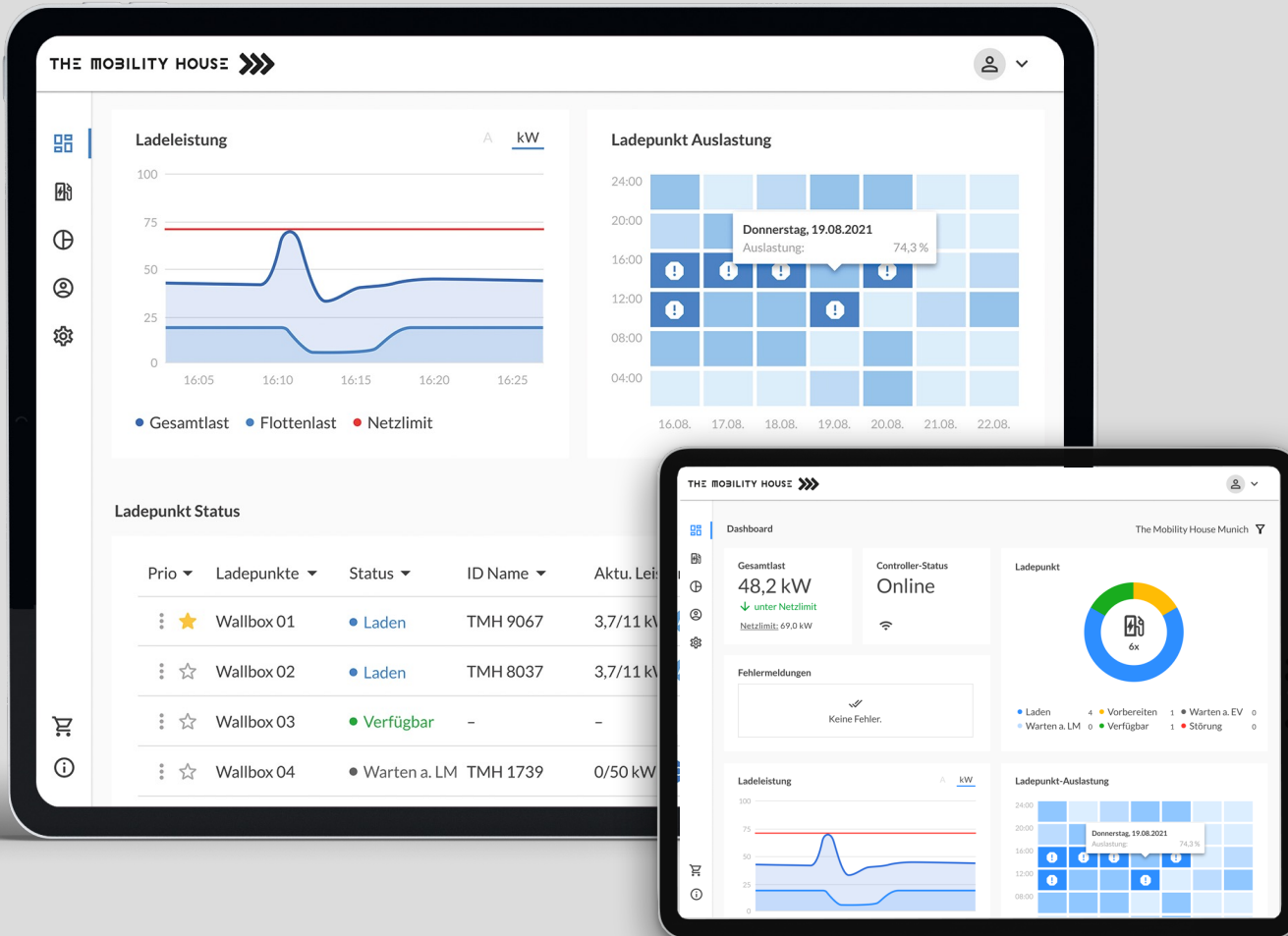
Dynamisches Lastmanagement

- Vermeidung von Lastspitzen & deren Kosten sekundengenau mittels lokalen Zählers
- Die verfügbare Leistung wird auf alle angeschlossenen Fahrzeuge unter Berücksichtigung der gegebenen Anschlussleistung, bei gleichzeitiger Berücksichtigung der tatsächlichen Ladeleistung und Phasenbelastung verteilt
- Integration und dynamische Berücksichtigung der anliegenden Gebäudelast, um vorhandene Anschlussleistung optimal auszunutzen und zusätzliche Leistungsspitzen zu vermeiden
- Berücksichtigung von erzeugter Energie aus Photovoltaik bei der verfügbaren Ladeleistung



Modul 2.1: Grundlagen des Ladens – Transparenz im Ladebetrieb

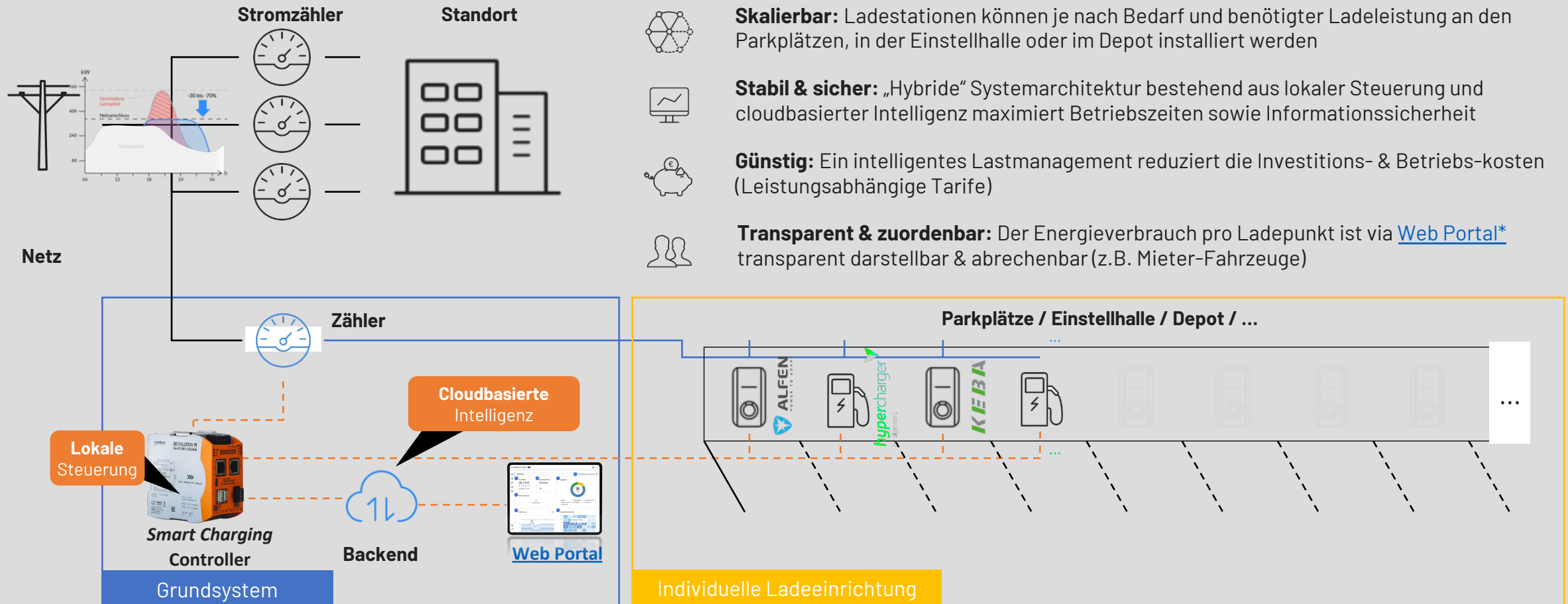
Ein Lade- und Energiemanagementsystem übermittelt via Internet zudem die notwendigen Daten zur Visualisierung und Überwachung der Ladevorgänge und Ladestationen in Echtzeit an ein Web-Portal, um einen möglichst transparenten Ladebetrieb sicherzustellen.



- Übersicht über Status und Verfügbarkeit der Ladepunkte am jeweiligen Standort
- Live-Monitoring von Flotten- und Gebäudelast
- Detailinformationen zu jedem einzelnen Ladepunkt des Standorts
- Verwaltung & Priorisierung von Ladepunkten und RFID-Karten
- Statistiken abgeschlossener Ladevorgänge
- Exportfunktion für Ladedaten (z.B. zu Abrechnungszwecken)
- Systemüberwachung inkl. Fehlermeldungen

Modul 2.1: Grundlagen des Ladens – Zusammenfassung Lade- & Energiemanagement

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Lade- und Energiemanagementsystem die Herausforderungen beim Betreiben der Ladeinfrastruktur ganzheitlich lösen und einen Hersteller-neutralen, modularen sowie skalierbaren Aufbau sicherstellen muss. Dabei wird lokale sowie cloudbasierte Intelligenz kombiniert. Aus technischer Sicht wird ein Grundsystem realisiert, welches – individuell nach den verschiedenen Bedürfnissen – modular über die Zeitachse ausgebaut werden kann.



Wechselstrombasiertes Laden (AC):

- 3.7kW – 22kW Ladeleistung, primär für „Normalladen“ an Standorten, wo die Fahrzeuge längere Zeiten stehen (zu Hause, am Arbeitsplatz, ...)
- Primär mittels „Wallbox“ (Typ 2 Steckdose oder fix angeschlagenes Ladekabel) oder mobiler Ladestation (primär CEE-Steckdose)

Gleichstrombasiertes Laden (DC):

- bis zu 350kW (oder mehr) an Standorten, wo in möglichst kurzer Zeit viel Energie geladen werden muss (öffentlicher Raum wie z.B. Autobahnen oder auch LKW-Depots, ...)
- Ladesäule mit fix angeschlossenem Kabel (ähnlich der „Tankstelle“)

Überall dort, wo mehrere Fahrzeuge hinter einem Netzanschlusspunkt geladen werden (z.B. Unternehmensstandort, Einstellhalle, Depot, Parkhäuser, etc.), wird zusätzlich ein übergeordnetes Lade- und Energiemanagementsystem benötigt, welches folgende Kernfunktionalitäten/-anforderungen aufweist bzw. erfüllt (z.B. ChargePilot von The Mobility House):

- Lokales statisches oder dynamisches (Berücksichtigung der aktuellen Verbraucher am Standort) Lastmanagement zur Minimierung von Investitions- sowie Betriebskosten
- Cloud-Anbindung zur Visualisierung sämtlicher Ladeevents und Systemüberwachung inkl. Fehlermeldungen (Monitoring-System)
- Auf offenen Schnittstellen basierendes System, welches die Anbindung von Drittsystemen (z.B. zur Abrechnung, Steuerbarkeit durch den Energieversorger) sowie die Einbindung unterschiedlicher Ladestationen – sowohl Hersteller- als auch Technologie-neutral (AC/DC, aber auch zukünftiges bidirektionales Laden) – via Open Charge Point Protocol (OCPP) ermöglicht
- Modularer und skalierbarer Ausbau der Ladeinfrastruktur zu jedem Zeitpunkt möglich