

## Wallboxen: Lastmanagement beim Laden von Elektroautos

### Studie zu technischen Möglichkeiten für das gleichzeitige Laden mehrerer Elektroautos in privaten Tiefgaragen



Studien-Aufbau mit Haushalts-Verbrauchern (Elektroherde) und zu ladenden Elektroautos. Foto: ADAC/Uwe Rattay

Wenn mehrere Elektroautos in Mehrfamilienhäusern gleichzeitig geladen werden sollen, ist der Stromanschluss im Haus schnell überlastet und muss teuer verstärkt werden – so denken viele. Das muss nicht der Fall sein, wie der ADAC in dieser Studie zum Lastmanagement von Wallboxen zeigt. Dazu wurden an vier Lastmanagement-Systemen mit verschiedenen Elektroautos mehrere Ladeszenarien überprüft.

Das Lastmanagement teilt die verfügbare Leistung des Stromanschlusses auf die zu ladenden Elektroautos auf oder setzt den Ladevorgang gegebenenfalls so lange aus, bis wieder genügend Leistung verfügbar ist. Die Studie zeigt, dass die vier untersuchten **Lastmanagementlösungen zuverlässig funktionieren** und eine **Überlastung des Stromanschlusses verhindern**.

Doch es gibt **Verbesserungspotenzial**, insbesondere bei der **Benutzerfreundlichkeit**: So bleibt den Nutzern oft verborgen, was das System aktuell genau macht und wie es regelt. Meist muss man sich die Bedeutung verschiedenfarbiger, blinkender Leuchtdioden merken. Einzig ABL hat eine grafische Erklärung der LED-Ladestatusanzeige auf den Wallboxen. Alle anderen Systeme erfordern dazu einen Blick in die Bedienungsanleitung – ziemlich praxisfremd. Standardisierte Farb- und Blink-Codes sucht man vergeblich, jeder Wallbox-Hersteller macht es anders.

Daher fordert der ADAC, dass jeder Nutzer auch ohne Bedienungsanleitung erkennen sollte, ob das Fahrzeug gerade lädt, zum Laden vorbereitet ist oder ob es Probleme gibt. **Fehlfunktionen** müssen für den Nutzer **auf den ersten Blick ersichtlich** sein und der Nutzer muss an der Ladestation nähere Infos über die genaue Art des Problems (und idealerweise dessen Behebung) vorfinden können. So verharrte beispielsweise die Webasto-Wallbox nach Stromausfall häufig bei reduzierter Ladeleistung. Die Status-LED zeigte jedoch einen aktiven Ladevorgang an, ohne dass der Nutzer die reduzierte Ladeleistung erkennen konnte. Bei KEBA wird ein Kommunikationsproblem zwischen den Ladesäulen signalisiert, indem nur zwei von vier blauen LED-Segmenten (anstelle von drei bei Normalfunktion) leuchten. Für die meisten Nutzer ist auf den ersten Blick kein wesentlicher Unterschied erkennbar, zumal dieses Detail noch nicht einmal in der Bedienungsanleitung, sondern nur im Konfigurationshandbuch für den Installateur beschrieben ist.

Abhilfe könnten **Klartext-Displays** oder **selbsterklärende Status-Leuchtdioden** schaffen, die dem Benutzer eine eindeutige Auskunft über den aktuellen Ladestatus und auch die aktuelle Ladeleistung geben. Umso wichtiger ist diese Information, weil viele Elektroautos während des Ladevorgangs die aktuelle Ladeleistung nicht im Fahrzeugdisplay anzeigen!

Weiters sollten Betreiber an der Ladeinfrastruktur informieren, an wen sich Nutzer bei Problemen wenden können.

Bei Ladefehlern des Autos, Kommunikationsstörung oder Stromausfall starteten die untersuchten Systeme in den meisten Fällen nach Beseitigung der Störung wieder von allein und setzten die Ladevorgänge

fort. Lediglich bei WEBASTO war das nicht immer zuverlässig der Fall. Dort sollten nach Stromausfall der Ladestatus kontrolliert und die Fahrzeuge neu mit der Ladestation verbunden werden. Ärgerlich, wenn man am nächsten Morgen das Auto mit leerer Batterie vorfindet, weil man von der Störung nichts mitbekommen hat.

**Nachholbedarf** gibt es auch beim Thema **Diebstahlschutz**. Denn mit zunehmender Anzahl an Wallboxen steigt der Wert der Installation. Umso verwunderlicher, dass einzig die ABL Wallbox eine (wenngleich einfache) Diebstahlsicherung hat. Alle anderen Wallboxen können allein mit einem Schraubendreher geöffnet und entwendet werden.

Das **statische Lastmanagement** verteilt einen fixen Leistungswert für die Ladeinfrastruktur bedarfsabhängig auf die zu ladenden Elektroautos. Beim **dynamischen Lastmanagement** wird der aktuelle Leistungsbezug des Hauses gemessen und von der maximal verfügbaren Leistung des Stromanschlusses abgezogen. Die sich stets ändernde, verfügbare Leistung wird flexibel („dynamisch“) auf die zu ladenden Elektroautos verteilt. Das dynamische Lastmanagement nutzt somit die mögliche Leistung des Stromanschlusses effektiver aus als das statische, da insbesondere bei geringem Stromverbrauch im Haus (z.B. nachts) mehr Leistung für die Ladung der Elektroautos genutzt werden kann.

Die Systeme verfolgen je nach Hersteller unterschiedliche Lösungsansätze:

Bei **geschlossenen Systemen** wie denen von ABL, KEBA und WEBASTO ist nur die Integration von Wallboxen des gleichen Typs möglich. Das hat den Vorteil, dass der Hersteller das System genau auf seine Produkte auslegen kann. Erweiterungen mit Wallboxen anderer Hersteller sind jedoch nicht möglich und es ist ungewiss, ob künftige Wallboxen des Herstellers bei späteren Erweiterungen der Ladepunktzahl abwärtskompatibel sein werden.

Im Gegensatz dazu können bei **offenen Systemen** (wie ChargePilot“ von The Mobility House (TMH)) Wallboxen unterschiedlicher Hersteller in das Lastmanagement-System eingebunden werden. Sie bauen auf dem standardisierten Open Charge Point Protokoll (OCPP) auf. Hierbei ist der Integrationsaufwand beim Hersteller zwar höher, die Auswahl der Wallboxen für den Anwender jedoch weitaus größer und er muss sich nicht von vorneherein auf eine Variante festlegen. Ebenso ist bei offenen Systemen auch die Integration von Gleichstrom-Ladestationen möglich.

Je nach Funktion und Kosten sind die Systeme eher für kleinere Anwendungen (ABL, KEBA) oder auch für größere Einsätze (TMH, WEBASTO) mit vielen Ladepunkten, z.B. in größeren Mietwohnanlagen geeignet. Das reicht bis hin zu Business-Anwendungen bei Firmen, in denen beispielsweise Abrechnungslösungen notwendig werden.

Alle Systeme können durch **Software Updates** immer auf dem neuesten Stand gebracht und neue Funktionen ergänzt werden.

Die **Steuerung des Lastmanagements** übernimmt entweder ein separater Controller (ABL und TMH) oder bei KEBA und WEBASTO steuert eine intelligente Leader-Wallbox die anderen „Follower“.

Eine besondere Herausforderung stellen für Lastmanagementsysteme Elektroautos dar, die nur eine oder zwei Stromphasen zum Laden nutzen. Diese erzeugen im dreiphasigen Stromnetz eine unsymmetrische Belastung, deren Differenz laut Vorschrift insgesamt nicht größer als 20 Ampere zwischen den einzelnen Stromphasen sein darf. In der Untersuchung wurde beim ABL- und KEBA-System in speziellen Ladekonstellationen eine **zu hohe Schiefast** festgestellt. Das WEBASTO-System dagegen regelte die Ladeströme zur Schiefastvermeidung zwar vorschriftsmäßig herunter, verteilte dabei die Ladeleistungen dabei jedoch ungleich zwischen den Autos. Eine sehr sensible und genaue Regelung bewies das TMH System, das sauber die Vorgaben einhielt und feinfühlig die Ladeleistungen optimierte.

## Einzel-Charakteristiken der Produkte

### ABL eMH1 (1W1101) & ABL homeCLU

**Preis** (inkl. 19 % MwSt.) Wallbox: je 789 €, Controller 349 €

**Lastmanagement:** statisch/dynamisch (begrenzt)

**Steuerung:** separater Controller

**max. Ladepunkte:** 6

**Erweiterbarkeit:** ja, mit ABL (geschlossenes System)

**Backend:** nein

**Kommunikation LM:** RS485

**Energiezähler:** nein

### Hersteller

ABL Sursum

Bayerische Elektrozubehör GmbH & Co. KG

Albert-Büttner-Straße 11

91207 Lauf/Pegnitz

Tel.: 0 91 23/1 88-0

[www.abl.de](http://www.abl.de)



Fotos: ADAC/Uwe Rattay

### Fazit:

Die bekannten ABL eMH1-Wallboxen können mit dem Controller homeCLU zu einem Lastmanagement-System ausgebaut werden. Mit bis sechs Ladepunkten gehören eher kleinere Mietwohnanlagen oder auch Familien mit mehreren E-Autos zur Zielgruppe. Überlastung wird zuverlässig vermieden. In Extremfällen zeigte sich jedoch eine unsaubere Schiefkastregelung. Das dynamische Lastmanagement ist zudem limitiert, denn es kann Ladevorgänge nicht pausieren, sondern nur auf einen minimalen Ladestrom von sechs Ampere regeln. Diese Stromstärke muss somit am Hausanschluss für die Ladestationen vorgehalten werden. Obwohl die Installation grundsätzlich für eine Elektrofachkraft machbar sein soll, war die korrekte Konfiguration des Systems nur mit Herstellersupport möglich, denn die Einstellung in der Software für die Phasenrotation ist irreführend beschrieben. Auch müssen zwei verschiedene Software Programme zur Konfiguration der Wallboxen und des Controllers aus dem Internet geladen und installiert werden.

Laut Hersteller sind Verbesserungen an der Schiefkastregelung, das Pausieren von Ladevorgängen beim dynamischen Lastmanagement sowie bessere Verständlichkeit der Softwareeinstellungen bereits für kommende Updates in Arbeit.

## Info des Herstellers:

„ABL arbeitet kontinuierlich an der Weiterentwicklung des Lastmanagementsystems homeCLU, womit bestehende Funktionen verbessert sowie neue Funktionen ergänzt werden. Die neue Version des homeCLU Systems wird voraussichtlich im vierten Quartal verfügbar sein.“

### Stärken

- kompakte, bewährte Wallbox
- günstige Lösung
- Info zur Bedeutung der LED-Anzeige an der Wallbox vorhanden
- zuverlässiger und schneller Neustart nach Stromausfall
- einfacher Diebstahlschutz per Schlüssel

### Schwächen

- Schiefastregelung in Extremfällen unsauber
- kein Stopp des Ladevorgangs, nur Stromreduktion auf 6 A
- irreführende Einstellung der Phasenrotation
- Download von zwei Softwareprogrammen erforderlich
- keine Anzeige der aktuellen Ladeleistung

## KEBA KeContact P30

<b>Preis (inkl. 19 % MwSt.):</b>	Leader: 1.737, Follower: je 1.541 €
<b>Lastmanagement:</b>	statisch/dynamisch (nicht untersucht)
<b>Steuerung:</b>	Leader - Follower
<b>max. Ladepunkte:</b>	16
<b>Erweiterbarkeit:</b>	ja, mit KEBA (geschlossenes System)
<b>Backend:</b>	nein
<b>Kommunikation LM:</b>	Ethernet
<b>Energiezähler:</b>	ja, MID-zertifiziert, optional geeicht

<b>Hersteller</b>	KEBA AG Gewerbepark Urfahr A-4041 Linz, Austria Tel.: +43/7 32/70 90-0 www.keba.com
-------------------	---



Fotos: ADAC/Uwe Rattay

## Fazit:

Das Leader-Follower-Lastmanagement der **KEBA** Wallbox KeContact P30 erwies sich bei den Versuchen als solide und ausgereift. Es verhindert zuverlässig die Überlastung des Stromanschlusses. Einzig bei der Schiefastregelung zeigte das KEBA System Schwächen. Die Konfiguration erfolgt über ein Internet-Portal, die Einstellmöglichkeiten sind einfach und verständlich erklärt. Funktionen wie dynamisches Lastmanagement und Phasenrotation konnten nicht untersucht werden, da diese erst nach Abschluss der Versuche per Software-Update zur Verfügung standen.

### Stärken

- zuverlässiger Überlastschutz
- bewährte Wallbox
- Display für Ladestatus und Energiezähler
- zuverlässiger Neustart nach Stromausfall
- zahlreiche Ausstattungen optional erhältlich

### Schwächen

- Schiefastregelung nicht immer zuverlässig
- keine Info über Bedeutung der LED-Anzeige an der Wallbox
- LED-Anzeige Kommunikationsfehler und Ladebereitschaft kaum zu unterscheiden
- kein Diebstahlschutz
- keine Anzeige der aktuellen Ladeleistung

## TMH ChargePilot

<b>Preis</b> (inkl. 19 % MwSt.):	Controller: 1.266 € Integration Ladepunkt je 99 € Wallbox modellabhängig ab ca. 1.500 €
<b>Lastmanagement:</b>	statisch/dynamisch
<b>Steuerung:</b>	separater Controller
<b>max. Ladepunkte:</b>	kein Limit
<b>Erweiterbarkeit:</b>	mit diversen OCPP-Wallboxen (offenes System)
<b>Backend:</b>	ja
<b>Kommunikation LM:</b>	Ethernet
<b>Energiezähler:</b>	von Wallbox abhängig (optional)

<b>Hersteller</b>	The Mobility House GmbH St.-Cajetan-Str. 43 81669 München Tel.: 0 89/4 16 14 30 10 www.mobilityhouse.com
-------------------	--



Fotos: ADAC/Uwe Rattay

## Fazit:

Das teuerste System im Test konnte bei den Versuchen durchwegs überzeugen. Sowohl Überlast als auch Schiefast wurden zuverlässig vermieden und der Stromanschluss bestmöglich ausgenutzt. Zudem können über ein Internet-Portal der aktuelle Status der Ladeinfrastruktur und des Lastverlaufes eingesehen sowie diverse Einstellungen und Steuerungen vorgenommen werden. Erweiterungen sind mit verschiedenen OCPP-fähigen Wallboxen möglich. Die Konfiguration des Lastsystems sowie verschiedene Service-dienste für Betrieb und Support sind im TMH Angebot enthalten.

### Stärken

- zuverlässiger Überlastschutz
- zuverlässiger Schutz gegen Schiefast
- Backend mit Live-Daten, Statistiken, und Fehlermeldungen
- Servicepaket Base mit Telefon-Hotline, aktiver Systemüberwachung und Fernwiederherstellung bei Störungen
- offenes System zur Integration verschiedener OCPP-Wallboxen

### Schwächen

- zusätzliche Kosten von 120 € für statisches oder 300 € für dynamisches Lastmanagement
- keine Info über aktuelle Ladeleistung an der Wallbox (abhängig vom Gerät)

## WEBASTO Live

<b>Preis (inkl. 19 % MwSt.):</b>	1.779 €
<b>Lastmanagement:</b>	statisch/dynamisch
<b>Steuerung:</b>	Leader-Follower
<b>max. Ladepunkte:</b>	250
<b>Erweiterbarkeit:</b>	ja, mit WEBASTO Live (geschlossenes System)
<b>Backend:</b>	ja (nicht untersucht)
<b>Kommunikation:</b>	WLAN, LAN
<b>Energiezähler:</b>	ja, MID-konform
<b>Hersteller</b>	Webasto Thermo & Comfort SE Friedrichshafener Straße 9 82205 Gilching Tel.: 0 89/8 57 94-0 <a href="http://www.webasto-charging.com">www.webasto-charging.com</a>



Fotos: ADAC/Uwe Rattay

## Fazit:

Die schicke **WEBASTO Live** ist noch relativ neu am Markt und tritt mit Vollausstattung an. Eine Wallbox wird als „Leader“ definiert und steuert das System, die restlichen sind die „Follower“. Die Grundanforderungen an Schief- und Überlastvermeidung wurden vom WEBASTO-System ordentlich erfüllt. Der Regelalgorithmus erscheint zeitweise noch etwas unausgewogen. Einerseits verschenkt er mögliches Optimierungspotenzial, andererseits regelt er teilweise nervös den Ladestrom hinauf und herunter. Die Schief- lastregelung erfolgte zuverlässig, jedoch etwas träge. Bei den Fehlersimulationen wie Stromausfall und Lade- oder Kommunikationsfehlern zeigte sich das WEBASTO System wenig robust und die Ladevorgänge starteten nach der Fehlerbeseitigung nicht immer selbständig – manuelle Hilfe war teilweise notwendig. Mehrere WEBASTO Live können über LAN oder WLAN vernetzt werden und sind einzeln in einem individuellen Web-Portal zu konfigurieren. Aufgrund des großen Funktions- und Kommunikationsumfangs ist hierbei Übung erforderlich. Bei der Konfiguration des WEBASTO Systems fiel der höchste Zeitaufwand unter den Geräten dieser Studie an. Zahlreiche Einstellungs- und Verbindungsmöglichkeiten sind darstellbar, was jedoch auch das Risiko von Fehlkonfigurationen erhöht. Optional bietet WEBASTO noch ein Connectivity Paket an: Damit ist ein Zugriff auf ein Backend über PC oder App für Live-Daten, Fernsteuerung und Datenexport möglich (wurde nicht untersucht).

### Stärken

- umfangreiche Ausstattung
- zuverlässiger Überlastschutz
- zuverlässiger Schutz gegen Schief- last
- Connectivity Paket und App (optional gegen Aufpreis) für Nutzerverwaltung, Fernsteuerung, Reporting

### Schwächen

- keine Info über Bedeutung der LED- Anzeige an der Wallbox
- nach Stromausfall teils kein zuverlässiger, selbständiger Neustart
- normale Ladeanzeige trotz eingeschränktem Betrieb
- kein Diebstahlschutz
- keine Anzeige der aktuellen Ladeleistung

## Tipps für die **Beschaffung** von Lastmanagementsystemen

Bei der Auswahl einer bedarfsgerechten Ladeinfrastruktur mit Lastmanagement gibt es zahlreiche Merkmale und Funktionen zu beachten, weswegen man sich hierbei von einem **erfahrenen Dienstleister** beraten lassen sollte. Denn es sollte die wesentlichen Anforderungen erfüllen und eventuell auch für spätere Ergänzungen oder neue Bedürfnisse zukunftsfähig sein.

Der Experte prüft die **Elektroinstallation**, ob das Lastmanagementsystem und die Wallboxen am bestehenden Stromverteilerkasten angeschlossen werden können oder Erweiterungen notwendig sind. Ebenfalls holt er **Informationen über die Anschlussleistung** beim Netzbetreiber ein und macht, falls notwendig, eine **Messung des Strombedarfes und der Spitzenlasten** über mehrere Tage, um die für Ladestationen verfügbare Leistung festzustellen.

Installation und Inbetriebnahme sollten ebenfalls **von Fachleuten mit Erfahrung bei Lastmanagement-Systemen** vorgenommen werden. In dieser ADAC Studie zeigte sich, dass die Konfiguration und Inbetriebnahme der Wallboxen und Lastmanagementsysteme für damit unerfahrene Elektriker schwierig ist und leicht Fehler entstehen können. Eine fehlerhafte Konfiguration wiederum kann unter Umständen nicht so einfach erkannt und überprüft werden. Denn nicht immer stehen wie bei unseren Untersuchungen mehrere Elektroautos zur Verfügung, mit denen sich verschiedene Ladesituationen simulieren und prüfen lassen. Aus diesem Grund bietet TMH sein System generell nur mit Inbetriebnahme, Service und Integration der Ladepunkte an – eine sinnvolle Vorgehensweise.

Der Lieferumfang ist bei allen Systemen vollständig, lediglich die Kommunikationskabel sind noch in der passenden Länge anzufertigen.

## ADAC **Forderungen**

- Informationen zum Ladestatus, Ladeleistung sollen für Nutzer selbsterklärend und jederzeit einsehbar sein (Klartext-Display, beschriftete Leuchtdioden)
- Wallbox Hersteller sollten sich auf einheitliche Farben und Blinkcodes für Ladestatus und Fehler einigen
- Konfiguration und Inbetriebnahme sollten intuitiv und benutzergeführt sein
- Ladekabel sollten in unterschiedlicher Länge erhältlich sein, damit die unterschiedlichsten Positionen der Ladesteckdosen an E-Autos erreicht werden können
- Wallboxen sollten einen Diebstahlschutz haben
- Autohersteller sollten aktuelle Informationen über den Ladevorgang wie Ladeleistung, aktueller Batterieladestand in Prozent und voraussichtliche Ladedauer im Fahrzeugdisplay zeigen

## Tipps für den **Verbraucher**

- Stets an der Wallbox bzw. im Fahrzeug kontrollieren, ob der Ladevorgang tatsächlich gestartet wurde.
- Status der LED-Anzeigen verstehen, Bedienungsanleitung ggf. in Reichweite haben
- Vor der Beschaffung intensiv mit dem benötigten Ausstattungs- und Funktionsumfang (Zugangskontrolle, Abrechnungslösung, Backend, Statistiken etc.) beschäftigen.
- Die Länge des Ladekabels sollte so gewählt werden, dass damit alle Positionen von Ladesteckdosen an E-Autos erreicht werden können.
- Mit Auswahl, Installation und Konfiguration des Lastmanagement-Systems ein erfahrenes Unternehmen beauftragen.

## Warum der Test, warum diese Produkte, was wurde getestet?

Auch wenn derzeit in den Städten immer mehr öffentliche Ladestationen entstehen, ist es für die Nutzer am bequemsten und effektivsten und im Normalfall auch am günstigsten, Elektro-Autos zu Hause zu laden. Was in Einfamilienhäusern meist gut funktioniert, kann in größeren Wohnanlagen aber schnell zum Problem werden.

Mit seiner Untersuchung „E-Laden in privaten Tiefgaragen 2019“ hat der ADAC eine erste Bestandsaufnahme des Ladeangebots in privaten Tiefgaragen veröffentlicht. Dabei zeigte sich, dass nur vier Prozent der privaten Tiefgaragen von Mehrfamilienhäusern über Lademöglichkeiten verfügen: „Der Grund für die schlechte Ausstattung liegt nach Angabe der Befragten neben der fehlenden Nachfrage der Eigentümer oder Mieter auch in hohen Kosten für die Installation, zu geringer Wirtschaftlichkeit, technischen Umsetzungsproblemen, Skepsis gegenüber der Durchsetzung der Elektromobilität sowie regulatorischen Unsicherheiten wie etwa im Wohneigentumsrecht, im Mietrecht oder bei technischen Normen.“

Bei Bestandsimmobilien sind die einzigen elektrischen Verbraucher in einer Tiefgarage üblicherweise die Beleuchtung und ein elektrisches Garagentor. Sie werden meist über den bestehenden elektrischen Hausanschluss mit Gemeinschaftsstrom versorgt.

Grundsätzlich können in der Tiefgarage auch Elektroautos geladen werden, sofern der Hausanschluss genügend Leistungsreserven hat. Falls nicht, muss die zur Verfügung stehende Ladeleistung mittels eines Lastmanagement-Systems auf die gleichzeitig ladenden Elektro-Autos aufgeteilt werden. Damit können oft eine Erweiterung des bestehenden Hausanschlusses bzw. ein zusätzlicher Hausanschluss für die Tiefgarage vorerst vermieden werden. Ähnliches gilt auch für Neubauten, da auch bei diesen durch ein Lastmanagement-System der elektrische Hausanschluss von Beginn an optimal dimensioniert und kostenoptimiert dargestellt werden kann.

Zweck dieser Untersuchung war, der Angst vor Überlastung des Hausanschlusses beim gleichzeitigen Laden von Elektroautos in privaten (Tief-)Garagen entgegenzuwirken und die Verbraucher über Lastmanagement-Systeme zu informieren.

Dazu wurden von vier Anbietern unterschiedliche Lösungen mit je drei Wallboxen testweise im e-Carport des ADAC Technik Zentrums aufgebaut. Die Auswahl der Lösungen sollte verschiedene Einsatzmöglichkeiten und Anforderungsprofile von einer geringen bis großen Anzahl an Ladepunkten abbilden, von einfachen Systemen mit wenig Funktionsumfang bis hin zur professionellen Lösung mit zahlreichen Funktionen und Abrechnungsmöglichkeiten. Dabei wurden die Montage, die Konfiguration und die Inbetriebnahme sowie der statische und dynamische Betrieb in verschiedenen Lastszenarien untersucht und die Funktion beurteilt.

## Test-Durchführung und Ergebnisse

Die Studien-Schwerpunkte lagen auf Sicherheit, Zuverlässigkeit sowie Bedienung und umfassten die Prüfbereiche

- Ausstattung
- Lieferumfang und Montage
- Konfiguration und Inbetriebnahme
- Betrieb mit statischem und dynamischem Lastmanagement

Alle Untersuchungen wurden im Vier-Augen-Prinzip durchgeführt.

## Versuchsaufbau

Im e-Carport des ADAC Technik Zentrums stehen sechs Parkplätze mit jeweils einem Stromanschluss zur Verfügung. Jede der Zuleitungen ist mit einem Siemens SENTRON PAC4200 Multifunktions-Messgerät ausgestattet. Ein siebtes Messgerät zeigt die Summe aller sechs Leitungen an. Die Wallboxen wurden auf Verbundplatten montiert und die Stromkabel mit dauerlastfesten Steckern versehen, um die Ladesysteme schnell und einfach wechseln zu können.

Im Markt gibt es Elektroautos mit ein-, zwei- und dreiphasig arbeitenden Bordladegeräten. Daher muss ein Lastmanagement mit verschiedenen Zeit- und Leistungs-Belastungen der jeweiligen Stromanschlüsse umgehen können.

### **Audi, Hyundai und Volkswagen stellten folgende Fahrzeuge für diese Studie zur Verfügung:**

- Audi e-tron quattro 55 Sportback (2020), dreiphasiges Bordladegerät 11 kW (3x16 A)
- Hyundai Ioniq (2020), einphasiges Bordladegerät 7,2 kW (1x32A)
- VW e-Golf (2020), zweiphasiges Bordladegerät 7,2 kW (2x16A)

### **Weiterhin wurden folgende ADAC Elektro-Dauertestautos verwendet:**

- BMW i3 Rex (2014), einphasiges Bordladegerät 5,4 kW (1x24 A)
- Opel Ampera-e (2017), einphasiges Bordladegerät 7,2 kW (1x32A)
- Renault ZOE ZE 50 R110 (2020), dreiphasiges Bordladegerät 22 kW (3x32A)
- VW eUp (2020), zweiphasiges Bordladegerät 7,2 kW (2x16A)

## **Auswahlkriterien**

Die Auswahl der Lastmanagement-Systeme erfolgte anhand folgender Kriterien:

- Funktionsumfang
- Einsatzmöglichkeiten
- mögliche Anzahl an Ladepunkten
- technische Umsetzung des Lastmanagements
- Marktrelevanz

## **Produkte**

Es wurden Lastmanagement-Systeme von vier verschiedenen Anbietern mit je drei Wallboxen ausgewählt.

- drei ABL Wallboxen eMH1 (11 kW) mit homeCLU (Steuereinheit)
- eine KEBA KeContact P30 x-series (Leader) und zwei KeContact P30 c-series (Follower) (je 22 kW)
- drei WEBASTO live (je 22 kW)
- ein TMH ChargePilot mit drei unterschiedlichen, OCPP-fähigen 22 kW-Wallboxen

Die Produkte wurden von The Mobility House (TMH) für die Dauer der Studie kostenlos zur Verfügung gestellt.

Die Durchführung der Untersuchung verantwortete allein der ADAC. TMH wurde über die Ergebnisse erst zum gleichen Zeitpunkt wie die Öffentlichkeit informiert.

## **Testkriterien, Testverfahren**

### **Lieferumfang und Montage**

Betrachtet wurden die Vollständigkeit, Verpackung, beiliegende Zubehörteile, Montagehilfen, Werkzeuge, Prüfzertifikate, Warnhinweise, Installations- und Betriebsanleitungen. Ebenfalls, ob der Download von Anleitungen oder Software via Internet notwendig ist.

Bei der Montage wurde analysiert, wie einfach und flexibel die Wallbox montiert werden kann und welche Voraussetzungen für die elektrische oder räumliche Installation vorhanden sein müssen.

### **Konfiguration und Inbetriebnahme**

Bei der Konfiguration und Inbetriebnahme wurden die drei Wallboxen und das Lastmanagement-System gemäß Bedienungs- und Installationsanleitung des Herstellers konfiguriert. Um verschiedene Lastzustände und Lastüberschreitungen darstellen zu können, wurde das Lastmanagement-System auf eine Absicherung des Stromanschlusses von 3x35 A konfiguriert. Der Ladeinfrastruktur erhielt maximal 3 x 32 A zugeteilt.

Die Phasenschieflast (Asymmetrie) wurde auf eine maximale Differenz von 20 A zwischen den Stromphasen konfiguriert, wie sie in Deutschland für Ladeeinrichtungen maximal zulässig ist.

Nach der Konfiguration wurde bei der Inbetriebnahme die korrekte Funktion der einzelnen Wallboxen und des gesamten Lastmanagement-Systems geprüft. Dies erfolgte durch Anschließen unterschiedlicher Elektro-Autos an die Wallboxen und Prüfen, ob das Ladeverhalten und die Ladeleistungen dem Sollverhalten entsprachen.

### **Betrieb mit statischem Lastmanagement**

Statisches Lastmanagement bedeutet, dass das Lastmanagement-System eine fest zugeteilte (statische) Ladeleistung auf die zu ladenden Elektroautos verteilt.

Dabei wurden folgende Betriebszustände und Fehlersituationen untersucht:

- Funktionskontrolle
- Betrieb und Überlastung mit dreiphasig ladenden Fahrzeugen
- Betrieb, Überlastung und Schiefastregelung mit ungleichmäßig auf die Stromphasen verteilter Ladeleistung in verschiedenen Ladeszenarien
- Regelstrategie und -dynamik
- Ladefehler Fahrzeug
- Kommunikationsfehler/Ausfall Lastmanagement
- Stromausfall

### **Betrieb mit dynamischem Lastmanagement**

Dynamisches Lastmanagement bedeutet, dass das Lastmanagement-System den aktuellen Strombezug des Hauses berücksichtigt und in der Folge eine sich dynamisch verändernde Ladeleistung auf die angeschlossenen Elektroautos verteilt. Ist der Stromverbrauch im Haus gering, steht viel Strom für die Elektro-Autos zur Verfügung. Steigt der Stromverbrauch an, steht weniger Ladestrom für die Elektro-Autos zur Verfügung. Dadurch wird die Hausanschlussleistung bestmöglich ausgenutzt.

Die Hauslast wurde durch zwei Elektroherde mit vier Kochplatten und Backofen (je 7,7 kW Anschlusswert) realisiert. Durch dreiphasigen 400 V Starkstromanschluss ließen sich unterschiedliche Belastungen auf den gewünschten Phasen simulieren.

**Dabei wurden folgende Betriebszustände und Fehlersituationen untersucht:**

- Betrieb und Überlastung mit dreiphasig ladenden Autos
- Betrieb, Überlastung und Schiefastregelung mit ungleichmäßig auf die Stromphasen verteilter Ladeleistung in verschiedenen Ladeszenarien und mit zusätzlicher Hauslast
- Regelstrategie und -dynamik
- Ladefehler Fahrzeug
- Kommunikationsfehler/Ausfall Lastmanagement
- Stromausfall

### **Prüf- und Messtechnik**

Für die Fehlersimulationen wurden folgende Testgeräte verwendet:

- MENNEKES Fahrzeug-Simulatorbox (320011)
- GOSSEN METRAWATT MXTRA

### **Funktionsumfang**

Der Funktionsumfang wurde auf Basis der Produktbeschreibungen, Datenblätter und Bedienungsanleitungen beschrieben.

Herausgeber/Impressum

ADAC e.V.  
Test und Technik  
81360 München  
E-Mail [tet@adac.de](mailto:tet@adac.de)  
[www.adac.de](http://www.adac.de)