

Hochschule Biberach

Biberach University of Applied Sciences

Institut für Gebäude- und Energiesysteme

HBC.
HOCHSCHULE
BIBERACH
UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES

Guideline zum Aufbau von Ladeinfrastruktur auf Landesliegenschaften in Baden-Württemberg

Prof. Dipl.-Ing. Matthias Grandel

Claudius Kübler M.A.

Julian Lohr B.Sc.

Gefördert durch:



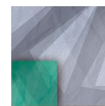
Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Umweltforschung Baden-Württemberg

BWPLUS – Baden-Württemberg Programm

Lebengrundlage Umwelt und ihre Sicherung



PTKA

Projektträger Karlsruhe

im Karlsruher Institut für Technologie

Karlsruher Institut für Technologie

Projektträger Karlsruhe PTKS-BWP

Projektträger des Landes Baden-Württemberg

Biberach, September 2022

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	III
Zusammenfassung	V
1. Ladeinfrastruktur Basiswissen	1
1.1 <i>Wertschöpfungskette Ladeinfrastruktur</i>	<i>1</i>
1.2 <i>Verbindung zwischen Ladestation und Backend</i>	<i>4</i>
2. Szenarien zum Betrieb der LIS	7
3. Planung	10
3.1 <i>Stellplatzgröße und Anordnung der Ladeinfrastruktur</i>	<i>10</i>
3.2 <i>Beschilderung</i>	<i>11</i>
3.3 <i>Lade- und Lastmanagement</i>	<i>13</i>
3.4 <i>Auswahl LIS</i>	<i>17</i>
4. Rechtliche Einordnung	21
4.1 <i>Vorgaben Ladesäulenverordnung (LSV)</i>	<i>21</i>
4.2 <i>Rechtliche Vorgaben</i>	<i>21</i>
4.3 <i>Energie- und Klimaschutzkonzept für landeseigene Liegenschaften 2020 bis 2050 – E-Mobilität bei landeseigenen Liegenschaften</i>	<i>24</i>
5. Bau und Betrieb	26
5.1 <i>Aufbau und Installation</i>	<i>26</i>
5.2 <i>Freischalten der Ladestation</i>	<i>27</i>
Literaturverzeichnis	V

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Abrechnung / Rückvergütung	1
Abbildung 2: Gegenüberstellung CPO- und eMSP-Aufgaben	3
Abbildung 3: Zusammenspiel zwischen eMSP und CPO während Ladevorgang	3
Abbildung 4: Kommunikationsverbindung zwischen Ladestation und Backend	4
Abbildung 5: Anbindung via Gateway	6
Abbildung 6: Anordnung Ladestationen	11
Abbildung 7: Ladestationen für Elektrofahrzeuge	11
Abbildung 8: Empfehlung Beschilderung	12
Abbildung 9: Sinnbild "elektrisch betriebene Fahrzeuge" (§39 Abs 10 StVO)	12
Abbildung 10: Beschilderung am Hochschulparkplatz	13
Abbildung 11: Zusätzliche Beschilderung "Nur für Elektrofahrzeuge"	13
Abbildung 12: Statische und Dynamisches Lastmanagement	15
Abbildung 13: Container mit Batterie, Leistungselektronik, Kommunikationstechnik	17
Abbildung 14: Ladebetriebsarten	17
Abbildung 15: Darstellung Parkplatzbelegung-Ladestationen	19
Abbildung 16: ChargeHere TwinCharger	20
Abbildung 17: Schematischer Ablauf Bau und Installation Ladeinfrastruktur	26
Abbildung 18: Authentifizierungsmöglichkeiten	27
Abbildung 19: vParken Ladekarte	29

Abkürzungsverzeichnis

AC	Alternating Current (Wechselstrom)
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
CPO	Charge Point Operator
CCS	Combined Charging System
CSO	Charge Station Owner
DC	Direct Current (Gleichstrom)
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EMS	Energiemanagementsystem
eMSP	eMobility Service Provider
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EV	Electric Vehicle
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GSM	Global System for Mobile Communications
IEC	Internationale Elektrotechnische Kommission
ISO	Internationale Organisation für Normung
kWh	Kilowattstunde
LAN	Local Area Network
LIS	Ladeinfrastruktur
LSV	Ladesäulenverordnung
MsbG	Messstellenbetriebsgesetz
M2M	Machine to Machine
NFC	Near Field Communication (Nahfeldkommunikation)
OCPP	Open Charge Point Protocol
PAngV	Preisangabenverordnung
PBW	Parkraumgesellschaft Baden-

	Württemberg
PnC	Plug-and-Charge
RFID	Radio-Frequency Identification (Identifikation über elektromagnetische Wellen)
SoC	State of Charge
VB-BW	Amt für Vermögen und Bau Baden-Württemberg
VPN	Virtual Private Network
WiFi	Wireless Local Area Network

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit basiert auf den gewonnenen Erkenntnissen innerhalb des Projekts HBC.IntelliCharge der Hochschule Biberach. Das Projekt ist Teil des Förderprogramms der „Intelligenten Netzanbindung von Parkhäusern und Tiefgaragen“ (INPUT 2.0) des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Im Rahmen des Projektes wurden 14 intelligent gesteuerte Ladepunkte auf einem Parkplatz der Hochschule Biberach aufgebaut. Bei der Ladeinfrastruktur (LIS) wurde eine sog. Master-Slave-Lösung gewählt. Das bedeutet, dass sich die Leistungselektronik und Kommunikationstechnik in einem zentralen Verteilerschrank befindet und nicht in der Ladesäule selbst. Des Weiteren, wurde ein stationärer Batteriespeicher zur Spitzenlastkappung in die LIS integriert. Ein Energiemanagementsystem (EMS) agiert als Aggregator zwischen LIS und Batteriespeicher und bietet die Möglichkeit für die entsprechende Parametrierung.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen wichtige Punkte für die Errichtung von Ladeinfrastruktur auf Landesliegenschaften erläutert werden. Zu Beginn wird zum besseren Verständnis der Thematik auf grundlegende Aspekte zu Ladeinfrastrukturen für Elektrofahrzeuge eingegangen. Anschließend werden verschiedene Möglichkeiten für den Betrieb von Ladeinfrastrukturen auf Landesliegenschaften erläutert. Im Anschluss daran werden grundlegende Planungsschritte betrachtet, welche vorbereitend für den Aufbau von LIS berücksichtigt werden müssen. Bevor zu guter Letzt die eigentliche Installation dargestellt wird, werden zuvor wichtige gesetzliche und regulatorische Aspekte beschrieben.

1. Ladeinfrastruktur Basiswissen

1.1 Wertschöpfungskette Ladeinfrastruktur

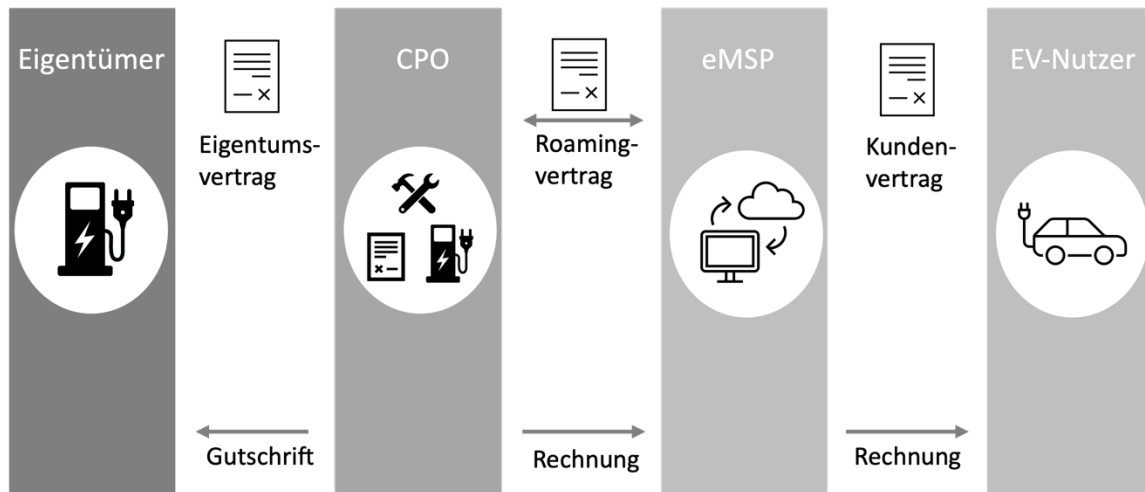


Abbildung 1: Abrechnung / Rückvergütung¹

Um besser verstehen zu können, wie die Kommunikation sowie die vertraglichen Beziehungen innerhalb der Ladeinfrastruktur (LIS) geregelt sind, soll zuerst die gesamte Wertschöpfungskette der Ladeinfrastruktur betrachtet werden.

Die Grundvoraussetzung für die Errichtung einer Ladestation¹ ist das Grundstück. Der Eigentümer des Grundstücks muss jedoch nicht gleichzeitig auch der Eigentümer der Ladestationen (CSO – Charging Station Owner) sein.²

Die nächste Stufe der Wertschöpfungskette stellt die Funktion des CPO (Charge Point Operator) dar, dieser ist der Betreiber der Ladepunkte. Zu seinen Aufgaben zählen Installation, Service und Wartung der Ladestationen. Gleichzeitig kümmert er sich um die Strombeschaffung, denn gemäß § 3 Nr. 25 EnWG ist der Betreiber Letztverbraucher und somit für die Beschaffung zuständig.³

Die im nächsten Schritt folgende Rolle ist die des eMobilitäts-Anbieters, auch MSP/eMSP/EMP (Mobility Service Provider / e-Mobility Service Provider / E-Mobility Provider) genannt. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird hierfür die Abkürzung eMSP

¹ in Anlehnung an P3 Energy & Storage, 2019, S. 8

² vgl. bdew, 2020, S. 5; Landesenergie- und Klimaschutzagentur Mecklenburg-Vorpommern, 2019, S. 16

³ vgl. Energy Brainpool, 2018, o.S.

verwendet. Der eMSP ist die kontaktbasierte Schnittstelle zum eMobilitäts-Kunden (EV-Nutzer) in Form einer App oder Desktop-Version. Der eMobilitäts-Anbieter sorgt dafür, dass Elektromobilitätskunden Ladestationen über eine Karte finden können und Zugang zu der Ladestation erhalten, um ihr E-Fahrzeug zu laden.

Die Kundendaten und Zugangsmöglichkeiten werden in der Software des eMSP verwaltet. Hier können Nutzer-Gruppen und Authentifizierungsmittel definiert werden, genauso wie Tarife erstellt werden. Damit die Kunden an der Ladestation laden können, müssen sie sich zuerst authentifizieren, dafür stellt der eMSP geeignete Authentifizierungsmöglichkeiten zur Verfügung, wie zum Beispiel RFID-Karten oder RFID-Chips. Auch bieten manche eMSP-Anbieter die Authentifizierung via App oder Kreditkarte an. Nachdem die Software den Kunden identifiziert hat, kann die Ladestation für den Ladevorgang freigegeben werden.

Im Anschluss an den erfolgreichen Ladevorgang rechnet die Software des eMSP automatisch mittels der vom Kunden hinterlegten Zahlungsmittel ab und sendet monatlich eine Rechnung per Post.

Damit der Kunde die Ladevorgänge sowie Tarife im Überblick hat, stellt der eMSP eine Kunden-Plattform zur Verfügung, welche der Kunde in Form einer Desktop-Anwendung oder App nutzen kann. Hier ist es möglich weitere Ladepunkte zu finden oder teilweise Ladepunkte zu reservieren.⁴

Folgende Grafik stellt die beiden Rollen CPO und eMSP gegenüber und veranschaulicht die Hauptaufgaben.

⁴ vgl. ZDNet, 2020, o.S.

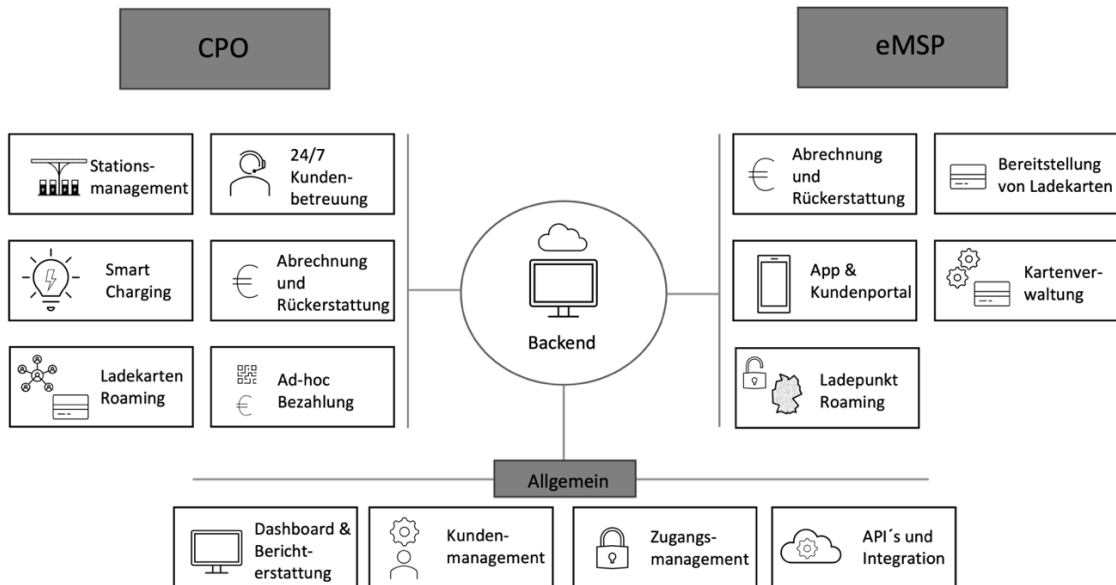


Abbildung 2: Gegenüberstellung CPO- und eMSP-Aufgaben⁵

Wie Abbildung 2 zeigt, gibt es eine Schnittstelle zwischen CPO und eMSP, welche besser bekannt als Backend ist. Das Backend ist eine Plattform, die Informationen verarbeitet und Befehle weitergibt. Die Plattform ermöglicht es, Daten in Form von Dashboards oder Berichterstattungen anzuzeigen, genauso wie Freigabeprozesse zu verwalten. Ebenfalls ist das Backend der Schlüssel zu weiteren Schnittstellen, welche im Bereich der Programmierung APIs (Application Programming Interface) genannt werden.⁶

Wie die beiden Rollen CPO und eMSP in Kombination mit dem Backend agieren, wird in Abbildung 3 vereinfacht dargestellt.

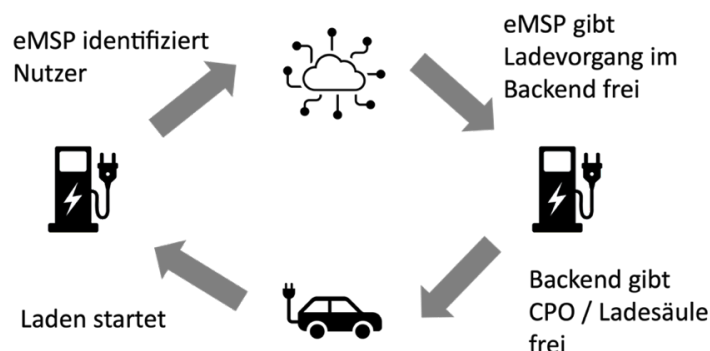


Abbildung 3: Zusammenspiel zwischen eMSP und CPO während Ladevorgang⁷

⁵ in Anlehnung an Last Mile Solutions, 2020, o.S.

⁶ vgl. Last Mile Solutions, 2020, o.S.

⁷ in Anlehnung an Energy Brainpool, 2018, o.S.

Gestartet wird mit der Authentifizierung des Kunden durch den eMSP. Anschließend meldet der eMSP dem Backend, dass der Ladevorgang freigegeben werden kann. Das Backend wiederum gibt den Befehl an den CPO weiter, welcher letztendlich die nötigen Schritte auf Seiten der Hardware einleitet.⁸

Zusätzlich kann das Backend noch mit einem eRoaming Hub erweitert werden. E-Roaming Plattformen sind ein Netzwerk aus vielen Mobilitäts-Anbietern und ermöglichen dem Kunden dadurch mit nur einer Authentifizierungsmöglichkeit weitere Ladestationen des Netzwerks nutzen zu können.⁹

1.2 Verbindung zwischen Ladestation und Backend

Grundvoraussetzung für den Betrieb einer Ladesäuleninfrastruktur ist die Verbindung zwischen der Ladesäule und dem Backendsystem, hierfür gibt es mehrere Möglichkeiten:

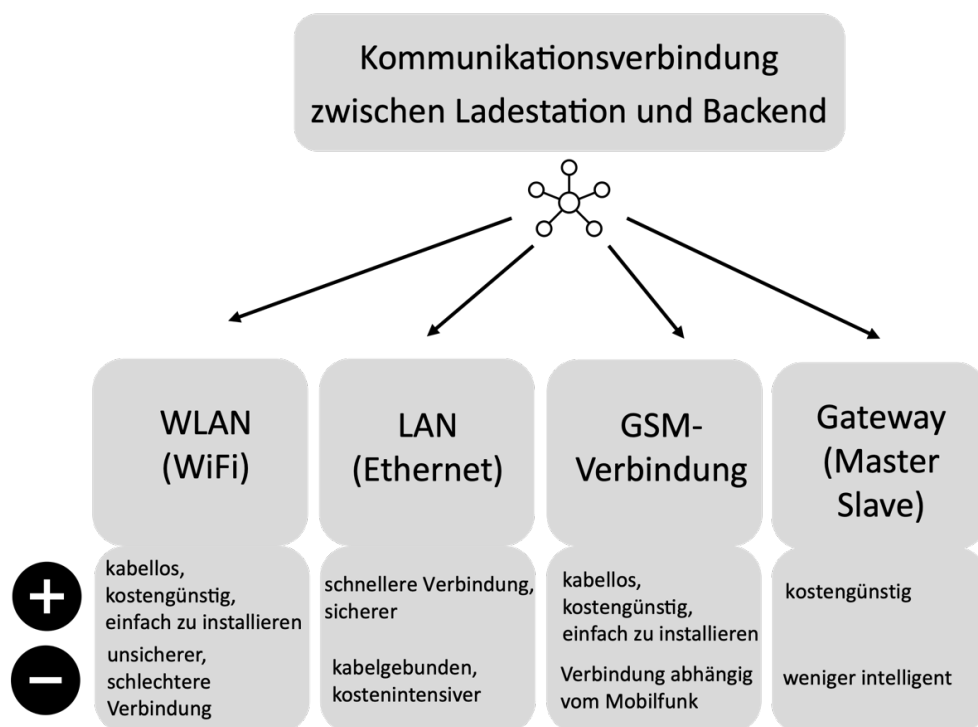


Abbildung 4: Kommunikationsverbindung zwischen Ladestation und Backend¹⁰

Zum einen kann die Verbindung mittels eines Wireless-LAN-Netzwerks (WLAN), genauer einer WiFi-Verbindung hergestellt werden. Die Voraussetzung hierfür ist, dass

⁸ vgl. Energy Brainpool, 2018, o.S.

⁹ vgl. reev, 2021, o.S.

¹⁰ eigene Darstellung

jeder Ladepunkt über einen WLAN-Adapter verfügt und die Ladepunkte sich in Reichweite des bestehenden Netzwerkes befinden.

Zum anderen gibt es die Möglichkeit eine LAN-Verbindung zu nutzen. Dabei wird jede Ladestation mit einem LAN-Kabel an einen Router angeschlossen, welcher wiederum mittels einer LTE/DSL-Verbindung mit dem Backend kommuniziert. Die LAN- bzw. Ethernet-Verbindung hat den Nachteil, dass Kabel verlegt werden müssen, bietet jedoch den Vorteil einer höheren Sicherheit sowie geringeren Störanfälligkeit und schnelleren Verbindung.¹¹ Sollte die Verbindung mittels WLAN gewünscht sein, gibt es so genannte VPN- (Virtual Private Network) Protokolle, welche die Sicherheit erhöhen. Die bekannteste Methode ist die Verschlüsselung mittels OpenVPN.¹²

Eine weitere Möglichkeit der Verbindungsherstellung ist das Verwenden einer GSM-Netzwerkverbindung. GSM (Global System for Mobile Communications) beschreibt einen Mobilfunkstandard in Form eines digitalen Übertragungsverfahrens.¹³ In Kombination mit GSM ist auch die Abkürzung M2M (Machine-to-Machine) zu nennen, welche die Vorgehensweise eines automatisierten Informationsaustauschs zwischen Maschinen, Fahrzeugen, etc. beschreibt.¹⁴ Voraussetzung für die Umsetzung der M2M-Kommunikation ist, dass der Controller des Ladepunkts über ein GSM-Modul und über eine Antenne verfügt. Des Weiteren wird eine SIM-Karte entweder vom Backendbetreiber oder vom Mobilfunkanbieter benötigt. Die SIM-Karte wird anschließend in den SIM-Slot des Controllers gesteckt.

Sobald mehrere Ladestationen errichtet werden sollen, besteht ebenfalls die Option, dass nicht jede Ladestation eine eigene Verbindung zum Backend benötigt, sondern eine Master Slave Verbindung zum Einsatz kommt. Die Master Slave-Lösung kann über ein Gateway umgesetzt werden, was bedeutet, dass ein Ladepunkt beispielsweise über eine SIM-Karte und die GSM-Verbindung mit dem Backend kommuniziert und alle weiteren Ladepunkte mit einer LAN-Verbindung verknüpft werden. Zwischen der Master-Ladestation, welche über die Sim-Karte verfügt und den weiteren Ladestationen wird ein Switch verbaut, an welchen die LAN-Kabel angeschlossen werden.¹⁵

¹¹ vgl. Tipp-Center ComputerBild, 2019, o.S.

¹² vgl. LinuxCommunity, 2004, o.S.

¹³ vgl. m2m-mobil, kein Datum, o.S.

¹⁴ vgl. Magenta Business, 2016, o.S.

¹⁵ vgl. The Mobility House, 2021, o.S.

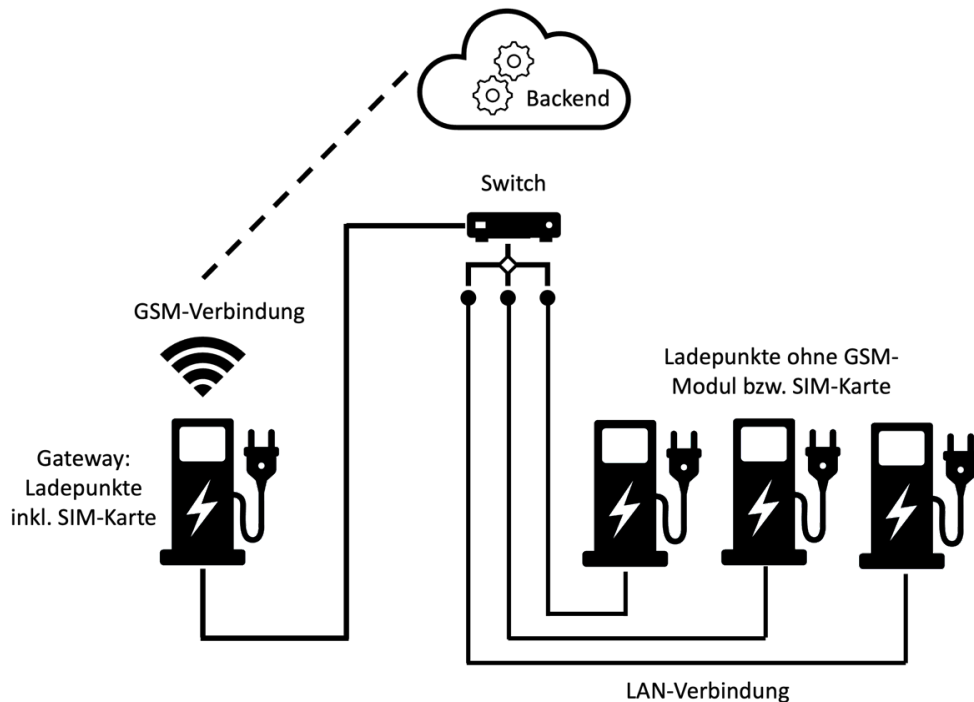


Abbildung 5: Anbindung via Gateway¹⁶

Umsetzung Projekt HBC.IntelliCharge

Da für die Installation der Ladestationen, Tiefbauarbeiten und das Verlegen von Leerrohren von Nöten ist, hat sich die Hochschule dazu entschieden ein zusätzliches LAN-Kabel zu verlegen. Wie bereits im vorherigen geschildert ist hierdurch eine deutlich bessere Verbindung zum Backend gewährleistet. Dies ist besonders wichtig, da die LIS mittels einem Lade-/Lastmanagement gesteuert wird.

Im späteren Verlauf des Abschlussberichts wird detaillierter auf die ausgewählte Ladetechnik sowie das Lade-/Lastmanagement eingegangen. Vorwegzunehmend ist, dass es sich bei der von der Hochschule gewählten LIS, um eine Master-Slave-Lösung handelt.

¹⁶ in Anlehnung an ebee, kein Datum, o.S.

2. Szenarien zum Betrieb der LIS

Bei der Auswahl eines Betreibermodells sind die Zielsetzung, die Nutzergruppen und der Standort maßgeblich entscheidend. Die Umsetzung des Aufbaus und des Betriebs kann in unterschiedlichen Betreibermodellen unterteilt werden, welche im Folgenden näher erläutert werden.

Grundlegendes zur Bewirtschaftung durch Eigenbetrieb

Wie anfangs beschrieben gibt es mehrere Akteure und Aufgaben im Rahmen der Errichtung und des Betriebs der LIS. Um die Option Eigenbetrieb zu prüfen, ist es deshalb wichtig die einzelnen Aufgaben der Akteure zu prüfen. Beginnend mit dem CPO, welcher für die Installation, den Service und die Wartung der Ladestationen zuständig ist. In der Regel wird die Installation der Ladestationen nicht direkt von der Hochschule übernommen, sondern von einem externen Partner. Die anschließenden Servicearbeiten können über das Backend erledigt werden. Hierzu gehört beispielsweise das Prüfen der Ladevorgänge. Bei Vorliegen eines Fehlers, würde dies im Backend angezeigt werden. Auch Auswertungen und die Einsicht von Grafiken können über das Backend eingesehen werden. Zuletzt ist es auch möglich Over-the-air Updates mittels dem Backend anzusteuern. Weitere Wartungsarbeiten müssen in aller Regel von einem Service-Techniker übernommen werden.

Der nächste Aufgaben-Bereich ergibt sich im Rahmen des Mobilitätsanbieters (eMSP). Zu den Aufgaben zählen die Ausgabe von Autorisierungsmedien (z.B. RFID-Karte, App, Ad-Hoc-Laden), welche den Zugang zu den Ladestationen ermöglichen. Auch die Definition von Preisen und Zahlungsmodalitäten wird vom eMSP übernommen. Hierbei unterstützt eine Software, welche auf das Backend zugreift. Software-as-a-Service Ladelösungen bieten hierfür mehrere Anbieter.

Neben den Vor- und Nachteilen des Eigenbetriebs gibt es im rechtlichen Rahmen der Hochschule weiteres zu beachten. So ist die Hochschule keine Gesellschaft mit beschränkter Haftung und unterliegt damit anderen Rechten und Pflichten, welche im Folgenden in drei möglichen Szenarien dargestellt werden.

Szenario 1 – Hochschule installiert die LIS und verschenkt den Ladestrom

Das erste Szenario beschreibt den Eigenbetrieb der Ladestationen. Darunter fällt, neben der Installation der Ladestationen, die Wartung und Instandhaltung. Ziel ist es dabei den Beschäftigten und Studierenden den Strom unentgeltlich zur Verfügung zu stellen. Dabei ist zu beachten, dass gemäß § 3 Nr. 46 EStG der getankte Ladestrom nicht bei der Lohnsteuer angegeben werden muss. So wird das kostenlose Laden nicht mehr als geldwerter Vorteil gewertet. Zu beachten ist jedoch die Entrichtung der Umsatzsteuer. Des Weiteren stellt sich die Frage, ob das Verschenken des Stroms gemäß dem Hochschulgesetz gestattet ist. Grund hierfür ist, dass durch das Verschenken des Stroms ein Vorteil entsteht, welcher auf öffentlichen Geldern basiert.

Gemäß § 2 Landeshochschulgesetz Baden-Württemberg sind die Aufgaben der Hochschule, die Pflege und Entwicklung der Wissenschaften und Künste, durch Forschung, Lehre, Studium und Weiterbildung.¹⁷ Für Dienstleistungen und Waren, welche damit nicht in Zusammenhang stehen gibt es keine Ermächtigungsgrundlage.

Szenario 2 – Hochschule installiert die LIS und verkauft den Ladestrom

Die Hochschule würde ebenfalls, wie in Szenario 1 die LIS betreiben, jedoch den Ladestrom kostenpflichtig anbieten, um Einnahmen zu erzielen. Dieses Vorhaben könnte mittels eines Betriebes gewerblicher Art (BGA) ermöglicht werden.

Ein Betrieb gewerblicher Art entsteht sobald eine juristische Person des öffentlichen Rechts eine Tätigkeit ausübt, welche mit einer gewerblichen Tätigkeit vergleichbar ist. Entscheidend ist dabei die nachhaltige Erzielung von Einnahmen. In Hinblick auf die Hochschule sind Betriebe gewerblicher Art sämtliche Beurteilungseinheiten, welche wirtschaftlich tätig sind und dies nicht im Rahmen des Hochschulbetriebs (Forschung und Lehre) ausgeübt wird. Grundsätzlich besteht ein Betrieb gewerblicher Art, wenn nachhaltig (i.d.R. mehr als einmal) Einnahmen erzielt werden und Kriterien, wie beispielsweise direkter Wettbewerb zu anderen Unternehmen oder eigene Organisationsstrukturen (bspw. erkennbare Kostenstelle, etc.)) sind.¹⁸

¹⁷ vgl. Landesrecht BW, kein Datum, o.S.

¹⁸ vgl. Universität Siegen, 2016, o.S.

Szenario 3 – Hochschule beauftragt externen Betreiber für die Abrechnung des Ladestroms

Die Hochschule stellt die LIS zur Verfügung, kümmert sich aber weder um den Betrieb noch um die Abrechnung der Ladestationen und -vorgänge. Diese Dienstleistungen werden von einem externen Anbieter übernommen. Der Anbieter stellt so im Namen der Hochschule den Ladestrom kostenpflichtig zur Verfügung und betreut alle Abläufe eigenständig. Kritik an diesem Szenario äußert sich darin, dass der externe Anbieter, als wirtschaftliches Unternehmen, Gewinne am Markt erzielt und es sich deshalb um eine unzulässige Beihilfe handeln kann.

Umsetzung Projekt HBC.IntelliCharge

Nach ausführlicher Abwägung der einzelnen Szenarien hat sich die Hochschule dazu entschieden, einen externen Betreiber für die LIS zu beauftragen. Grund hierfür ist der nicht vorhandene regulatorische Rahmen, wie die Hochschule den Strom für Ladestationen abrechnen kann.

Daraus resultierend wurde ein Unternehmen gesucht, welches die Bewirtschaftung der Ladestationen im Sinne der Hochschule übernimmt. Das gewählte Unternehmen ist die Parkraumgesellschaft Baden-Württemberg MBH, kurz PBW. In Baden-Württemberg sollen öffentliche Ladepunkte auf Landesliegenschaften durch die landeseigene Parkraumgesellschaft Baden-Württemberg mbH (PBW) bewirtschaftet und betrieben werden. Dies geht aus dem *„Energie- und Klimaschutzkonzept für landeseigene Liegenschaften 2020 bis 2050 – E-Mobilität bei landeseigenen Liegenschaften“* hervor. Auf die organisatorische Rolle der PBW beim Betrieb von Ladeinfrastruktur wird im Kapitel 4.3 genauer eingegangen. Grundsätzlich wurde die 1984 gegründete PBW für den Zweck der Bewirtschaftung von landeseigenen Parkflächen ins Leben gerufen. Aktuell bewirtschaftet die PBW in über 50 Städten insgesamt 25.000 Stellplätze, dabei stehen zum jetzigen Zeitpunkt 550 Ladepunkte zur Verfügung.¹⁹ Aufgrund dieser Referenzen übergibt auch die Hochschule Biberach die Bewirtschaftung nach Projektabschluss an die PBW, welche sich anschließend um einen reibungslosen Betrieb der LIS und zum anderen um die Abrechnung der einzelnen Ladungen kümmert.

¹⁹ vgl. PBW, kein Datum, o.S.

3. Planung

3.1 Stellplatzgröße und Anordnung der Ladeinfrastruktur

Grundsätzlich bestimmt der Standort, an welchem die LIS errichtet werden soll, über den baulichen Aufwand des Vorhabens. Beispielsweise ist ein Aufbau in der Nähe des Anschlusspunktes (z.B. Niederspannungshauptverteilung) von Vorteil da hierdurch die Tiefbauarbeiten (z.B. Länge des Kabelgrabens) reduziert werden können. Des Weiteren bei einer kürzeren Entfernung zum Anschlusspunkt vor allem auch Material (z.B. Leerrohre, Stromleitungen, Datenleitungen, etc.) eingespart werden. Dies ist in Zeiten von stark gestiegenen Rohstoffpreisen (vgl. Auswirkungen Corona-Pandemie und Russisch-ukrainischer Krieg) ein nicht unerheblicher Faktor, für die Planung und Ausführung eines LIS-Projektes. Hinsichtlich der Anordnung der Ladestationen ist die Parkplatzausrichtung hin zur Fahrbahn zu beachten. Vorzugsweise kann die Ladestation vor dem Fahrzeug angebracht werden. Alternativ kann bei größeren Stellplatzbreiten eine seitliche Montage von Vorteil sein und eine Ladesäule wird zwischen zwei Parkplätzen angeordnet.

Laut VDI wird für die Parkplatzgröße eine Länge von mindestens 5 m empfohlen. Bei einer Montage der Ladestation vor dem Fahrzeug wird eine Länge von 5,5 m empfohlen. Empfohlen wird für die Breite ein Maß von mindestens 3 m.

Die Abbildung 7 verdeutlicht die Platzverhältnisse bei unterschiedlichen Fahrzeug-Modellen. Das Bild links zeigt dabei einen Parkplatz mit 2,5 m Breite, wohingegen die rechts davon abgebildeten Zeichnungen einen Parkplatz mit 3,5 m zeigen.²⁰

²⁰ vgl. VDI, 2020, S. 15

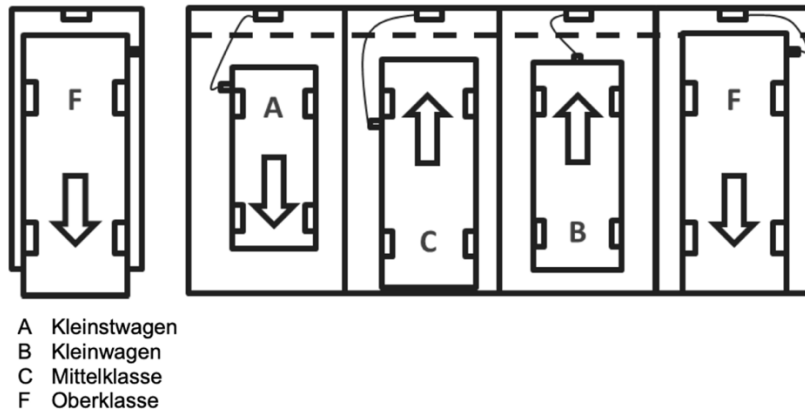


Abbildung 6: Anordnung Ladestationen²¹

3.2 Beschilderung

Mittels einer sinnvollen Beschilderung soll den Lade-Kunden eindeutig gezeigt werden, welche Parkplätze zum Laden vorgesehen sind. In aller erster Linie ist es jedoch wichtig, schon vorab mit einem Hinweisschild, darauf aufmerksam zu machen, wo sich die Ladestationen befinden.



Z 365-65

Abbildung 7: Ladestationen für Elektrofahrzeuge²²

Für die Parkplatzbeschilderung ist zwischen einer Negativbeschilderung (Bspw. „eingeschränktes Halteverbot mit Ausnahme von Elektrofahrzeugen“) und einer Positivbeschilderung (Bspw. „Parkplatz für Elektrofahrzeuge“) zu unterscheiden. In der Praxis hat sich gezeigt, dass Negativbeschilderungen effektiver sind als Positivbeschilderungen. Auch ist die Rechtswirksamkeit der entsprechenden Beschilderungen umstritten. Grundsätzlich gibt es eine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrsordnung (VwV-StVO zu § 45), welche die Bevorrechtigung von Elektrofahrzeugen mit dem Zeichen 314 („Parken“) oder Zeichen 315 („Parken auf Gehwegen“) mit dem passenden

²¹ vgl. VDI, 2020, S. 16

²² VZKAT, kein Datum, o.S.

Zusatzzeichen vorgibt. Soll verhindert werden, dass das Elektrofahrzeug länger als die Ladedauer parkt, gibt es das Zusatzzeichen 1050-32, welches auffordert den Parkplatz unmittelbar nach dem Ladevorgang freizugeben.



Abbildung 8: Empfehlung Beschilderung²³

Zusätzlich zu der Beschilderung ist auch eine Bodenkennzeichnung hilfreich und sinnvoll. So kann auch hier auf eine Bevorrechtigung von Elektrofahrzeugen hingewiesen werden. Auf öffentlichen Parkplätzen bietet sich eine Markierung mittels weißen Symbols an. Wohingegen auf nicht öffentlichen Parkplätzen eine Markierung mittels grünen Symbols empfohlen wird (vgl. Abbildung 9).

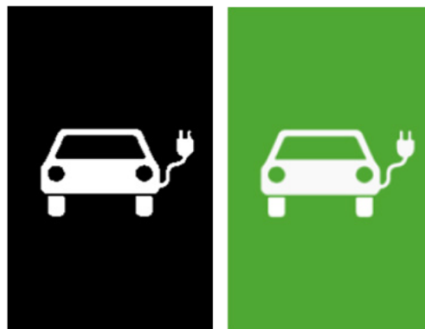


Abbildung 9: Sinnbild "elektrisch betriebene Fahrzeuge" (§39 Abs 10 StVO)²⁴

Geeignet ist hier ebenfalls das Symbol für „Elektrisch betriebene Fahrzeuge“ gemäß §39 Abs. 10 StVO. Dieses Symbol beschreibt alle Fahrzeuge mit einem E-Kennzeichen.²⁵

²³ VDI, 2020, S. 20

²⁴ VDI, 2020, S. 20

²⁵ vgl. VDI, 2020, S. 20

Umsetzung Projekt HBC.IntelliCharge

Grundsätzlich ist der Hochschulparkplatz ein Privatparkplatz, weshalb es für die Beschilderung keine Vorschriften gibt, jedoch ist es das Ziel, existierende Empfehlungen für die Beschilderung von Ladesäulen umzusetzen, um keine Verwirrungen zu verursachen. Daher wurden Hinweisschilder mit dem Zeichen „Ladestationen nur für Elektrofahrzeuge“ (vgl. Abbildung 10) aufgestellt. Um die Parkplätze mit Ladepunkt einfacher erkenntlich zu machen, wird jeweils rechts und links der Ladestationen-Reihe ein Hinweisschild mit passendem Pfeil angebracht (vgl. Abbildung 10).

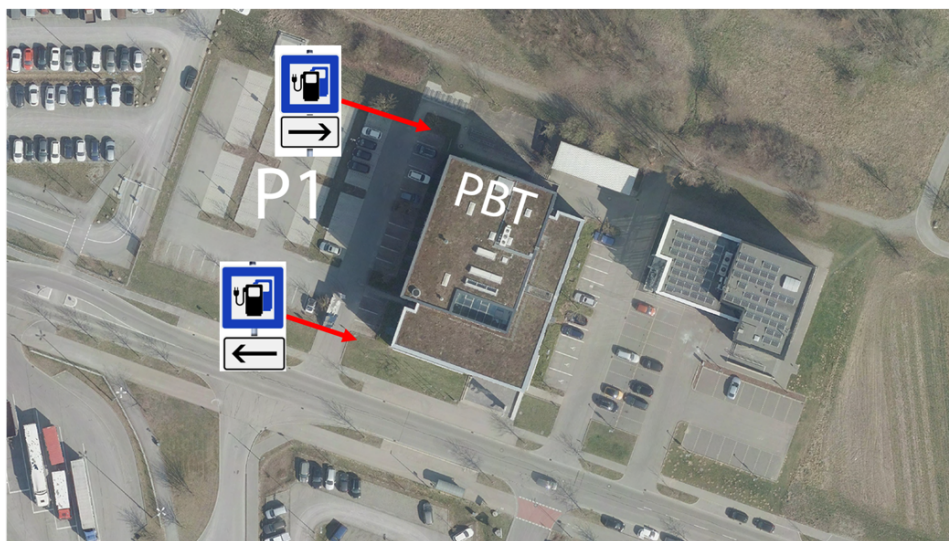


Abbildung 10: Beschilderung am Hochschulparkplatz²⁶

Zusätzlich wurden an jedem Rammschutzbügel passende Park-Beschilderungen angebracht, welche darauf hinweisen, dass hier nur Elektrofahrzeuge parken dürfen.

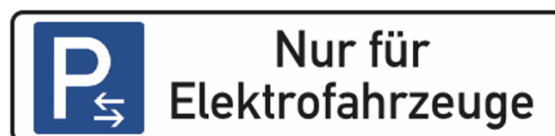


Abbildung 11: Zusätzliche Beschilderung "Nur für Elektrofahrzeuge"²⁷

3.3 Lade- und Lastmanagement

In erster Linie ist die bestehende Netzanschlussleistung entscheidend für die Berechnungen und Auswahl der LIS. Neben der vorgegeben Netzanschlussleistung müssen

²⁶ eigene Darstellung

²⁷ eigene Darstellung

zudem alle weiteren Verbraucher, neben der LIS beachtet werden. Das Problem, welches meist bei bestehenden Gebäuden auftritt, ist, dass bei der Auslegung der Netzanschlussleistung zum damaligen Zeitpunkt, die zusätzlich benötigte Ladeleistung für Elektrofahrzeuge nicht beachtet wurde. Folglich geraten die bestehenden Netzanschlüsse bei der Errichtung von mehreren Ladepunkten schnell an ihre Grenzen. Um dem Ruf nach LIS dennoch gerecht zu werden, muss der bestehende Netzanschluss erweitert werden. Je nach Leistung des Transformators sowie dem vorgelagerten Netz des Energieversorgers ist dies jedoch häufig nicht möglich oder mit hohen Kosten verbunden. Daher gilt es eine Alternative zur Erweiterung des bestehenden Netzanschlusses zu finden. Hierbei können entsprechende Speichersysteme in Betracht gezogen werden, welche ihre Kapazität zu Schwachlastzeiten des Gebäudes (im Regelfall nachts) aufladen und bei Bedarf wieder ausgeben können. Für die Dimensionierung der benötigten Speicher ist allerdings eine statische Betrachtung der benötigten Kapazität bzw. der Be- und Entladeleistung nicht ausreichend, da diese von verschiedensten Faktoren, wie zum Beispiel dem Lastgang des Gebäudes, der gleichzeitigen Belegung der Ladesäulen, der benötigten Kapazität, dem Lademanagement und unter anderem auch der möglicherweise verbauten Erzeugungsanlage abhängig ist. Daher wird zur Dimensionierung der Speicher eine Simulation herangezogen, in welcher die genannten Faktoren berücksichtigt werden und verschiedene Batteriekapazitäten mit unterschiedlichen Be- und Entladeleistungen hinterlegt werden können. Die richtige Dimensionierung von Batterien hat einen sowohl wirtschaftlichen Hintergrund (je größer die Kapazität, desto höher die Anschaffungskosten), als auch einen Ökologischen (je größer die Kapazität, desto mehr Rohstoffe werden benötigt). Des Weiteren soll eine Simulation die Möglichkeit bieten, eine dynamische Betrachtung der Auslastung des Netzanschlusses zu tätigen, um eine ungenaue Leistungsbetrachtung mittels Gleichzeitigkeitsfaktoren zu umgehen.

Insofern die Erhöhung der Netzanschlussleistung aufgrund von Kosten- oder technischen Gründen nicht möglich ist, so ist neben dem Einsatz eines Batteriespeichers, das Verwenden eines Last-/ Lademanagements empfehlenswert. Bei der Auswahl der Lademanagementverfahren (LMV) muss grundsätzlich zwischen statischen und dynamischen LMV unterschieden werden. Statische LMV zeichnen sich durch eine vorgegebene konstante Ladeleistung aus, welche unabhängig von sonstigen Verbrauchern des Netzanschlusses zur Verfügung steht. Hier wird eine Worst-Case Betrachtung der

verfügbaren Netzanschlussleistung getätigt, um die Leistung, welche jederzeit für das LMV verfügbar ist, eruieren zu können. Bei dynamischen LMV hingegen wird die verfügbare Ladeleistung je nach sonstigen Verbrauchern am Netzanschluss angepasst. Ein dynamisches LMV setzt dabei die Erfassung aller Verbraucher (mittels entsprechender Sensorik) am zugehörigen Netzanschluss voraus.

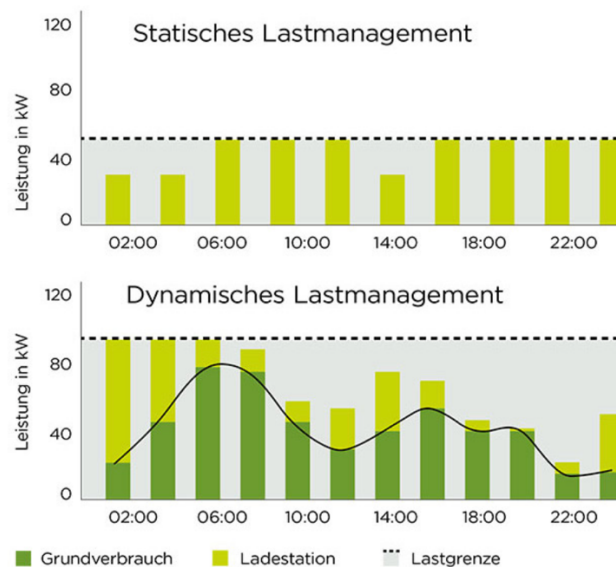


Abbildung 12: Statische und Dynamisches Lastmanagement²⁸

Umsetzung Projekt HBC.IntelliCharge

Nach dem Vergleich mehrerer Lade-/ Lastmanagement Produkte ist die Wahl auf den Tesvolt Energymanager gefallen. Bei der Auswahl war besonders wichtig, dass das Modul über die passenden Anschlüsse, wie Modbus/TCP verfügt. Dies ist essenziell, da das Modul über diese Schnittstelle im Schaltschrank angeschlossen wird. Das Lade-/ Lastmanagement der Firma Tesvolt bietet eine nahtlose Integration der Tesvolt-Batterie und ermöglicht es so, Daten zu erfassen und Energieflüsse zu optimieren. Die Messdatenverläufe Energieberichte können im TESWORLD Online-Portal eingesehen werden.²⁹

So ist es möglich die Lastspitzen zu kappen und Verbraucher zu steuern. Des Weiteren kann hierdurch eine digitale Erfassung der Ladevorgänge sowie die intelligente Vernetzung von Ladestationen erfolgen. Solch eine Vernetzung ermöglicht eine direkte

²⁸ CKW, kein Datum, o.S.

²⁹ vgl. Tesvolt, kein Datum, o.S.

Steuerung der Ladepunkte sowie die Durchführungen von verschiedenen Arten der Lade-Priorisierung.

Das gewählte EMS bietet hier drei Arten der Priorisierung an, eine harte, mittlere und weiche Priorisierung. Bei der harten Priorisierung erhält der erste priorisierte Ladepunkt so viel Leistung, wie benötigt wird. Alle weiteren Ladepunkte erhalten den verbleibenden Überschuss je nach Priorisierung bzw. zur Verfügung stehender Leistung. Bei der mittleren Priorisierung erhält der erst-priorisierte Ladepunkt die minimale Ladeleistung. Alle verbleibenden Ladepunkte erhalten erstmals nur die minimale Ladeleistung. Sobald dann weitere Leistung vorhanden ist, erhält dieser der höchstpriorisierte Ladepunkt und anschließend die übrigen.

Bei der weichen Priorisierung erhält der erst-priorisierte Ladepunkt die minimale Ladeleistung. Sollte weiterer Überschuss verfügbar sein, wird dieser gleichmäßig auf alle weiteren Ladepunkte verteilt. Es ist bei allen drei Arten möglich unterschiedliche Reihenfolgen anzuwenden. Zur Verfügung stehen die Reihenfolgen „first come – first serve“, „last come – first serve“ und „nach Ladepunktnummer“.³⁰

Die Tesvolt Batterie in Zusammenhang mit dem Last- und Lademanagement sind genauso, wie die Schalttechnik im klimatisierten Technik Container untergebracht. Der Container befindet sich aufgrund von Brandschutzregularien, mit genügend Abstand zum Gebäude, neben dem Parkplatz.

³⁰ vgl. Tesvolt, 2021, o.S.



Abbildung 13: Container mit Batterie, Leistungselektronik und Kommunikationstechnik³¹

3.4 Auswahl LIS

Bei der Auswahl von LIS und insbesondere der Ladepunkte wird grundsätzlich zwischen Normalladen (AC-Laden) und Schnellladen (DC-Laden) unterschieden. Dabei kann beim AC-Laden mit einer Leistung bis maximal 22 kW geladen werden. Beim Schnellladen sind bis zu 350 kW möglich.

Weiterhin wird zwischen vier Ladebetriebsarten unterschieden:

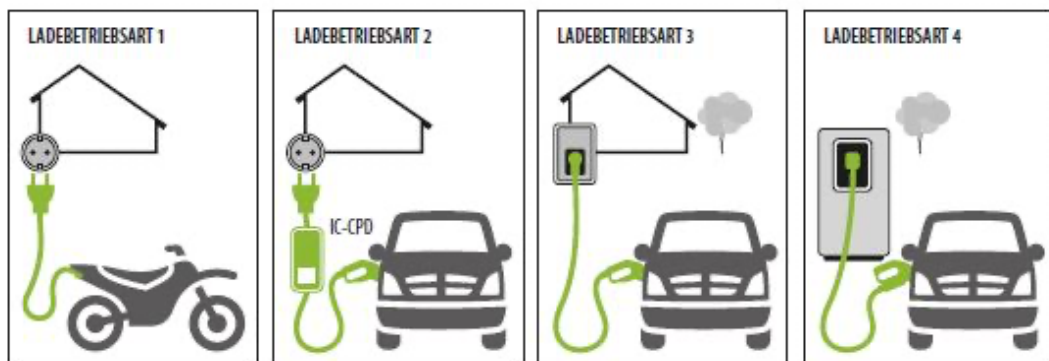


Abbildung 14: Ladebetriebsarten³²

Ladebetriebsart 1 beschreibt dabei das AC-Laden an einer Haushaltssteckdose. Dadurch wird kein Datenaustausch ermöglicht und auch jegliche Art von Überwachung der technischen Bauteile fehlt.

³¹ eigene Darstellung

³² Bockstahler, kein Datum o.S.

Ladebetriebsart 2 beschreibt ebenfalls das AC-Laden an einer Haushaltssteckdose, allerdings befindet sich im Ladekabel eine integrierte Steuer- und Schutzeinrichtung. Ebenfalls findet ein Datenaustausch zwischen dem Kabel-Kontroll-System und dem Fahrzeug (Ladesteuerung) statt.

Ladebetriebsart 3 wird durch einen zweckgebundenen AC-Ladepunkt beschrieben. Zum Einsatz kommt eine festinstallierte Ladesäule oder Wallbox mit Netzanschluss. Der Datenaustausch findet auch hier Anwendung über die Ladesteuerung.

Ladebetriebsart 4 wird durch einen zweckgebundenen DC-Ladepunkt (Typ CCS oder CHAdeMO) ermöglicht. Dabei kommt eine fest installierte Ladesäule/ Wallbox mit Netzanschluss zum Einsatz. Der Ladepunkt verfügt ebenfalls über eine Ladesteuerung.³³

Neben der Auswahl von mehreren Ladebetriebsarten spielt die Kompatibilität eine wichtige Rolle.

Umsetzung Projekt HBC.IntelliCharge

Ziel war es 14 Ladepunkte auf einem Parkplatz der Hochschule aufzubauen. Dabei ist zu beachten, dass es einen Weg (unten rot markiert) gibt, welcher die Parkplatzeihe so aufteilt, dass auf der linken Seite des Weges 11 Parkplätze zur Verfügung stehen und auf der rechten Seite drei Parkplätze. Diese ungerade Verteilung ist problematisch, da herkömmliche Ladesäulen meist zwei Ladepunkte besitzen und damit am Standort mehr Ladepunkte aufgebaut werden müssten, ohne dass diese genutzt werden können. Auch das Verlegen des Ladekabels über den Weg ist aus Sicherheitsgründen keine Option.

³³ vgl. LEKA, 2019, o.S.



Abbildung 15: Darstellung Parkplatzbelegung-Ladestationen³⁴

Nach ausgiebiger Recherche wurde eine Lösung der Fa. ChargeHere, ein Unternehmen der EnBW AG, gefunden. Die Ladelösung von ChargeHere setzt darauf, die gesamte Leistungselektronik und Kommunikationstechnik nicht in der Ladesäule zu verbauen, sondern diese Komponenten in einem zentralen Verteilerschrank unterzubringen. Durch die gegebene Skalierbarkeit bietet sich diese Ladelösung vor allem in Parkhäusern an, kann aber auch im Außenbereich eingesetzt werden. Der zentrale Verteilerschrank (sog. ChargeBase), kann dabei bis zu 20 Ladepunkte mit der vorgegebenen Ladeleistung von maximal 11 kW versorgen. Ausgehend von der ChargeBase führen anschließend unterirdisch oder auf Kabeltrassen verlegte Kabel zu den einzelnen Parkplätzen. Am Parkplatz ist eine Halterung angebracht, welche über die Typ2-Stecker mit Kabel und ein kleines Display verfügt. Zur Auswahl stehen entweder so genannte Twin-Charger aber auch Single-Charger. Dadurch ist es möglich, auch an einzelnen Parkplätzen, ressourcensparend einen Ladepunkt anzubringen.

³⁴ eigene Darstellung



Abbildung 16: ChargeHere TwinCharger³⁵

Wie bereits eingangs erwähnt, bieten AC-Ladelösungen i.d.R. eine maximale Leistung von 22 kW. Die Hochschule hat im Rahmen der Bedarfs- und Nutzergruppenanalyse festgestellt, dass die Nutzer der Ladesäulen auf dem Hochschulparkplatz mehrere Stunden parken und damit auch laden. Dadurch ist eine schnellere Ladegeschwindigkeit von 22 kW nicht nötig. Als Vorteile für die Reduzierung der maximalen Ladeleistung auf 11 kW können die kompakte Bauweise, geringere Kabelquerschnitte und der i.d.R. günstiger Anschaffungspreis genannt werden.

Außerdem war bei der Auswahl der LIS ebenso die Interoperabilität entscheidend. Für eine schnelle und sichere Kommunikation sorgt vor allem der Kommunikationsstandard OCPP 1.6. Zudem sind zusätzliche Schnittstellen, wie z.B. Modbus wichtig, um ein Lade-/ Lastmanagement zu ergänzen.

Neben den technischen Anforderungen gilt es ebenfalls die rechtlichen Anforderungen zu beachten. So ist die gewählte Ladelösung eichrechtskonform und entspricht den Vorgaben der Ladesäulenverordnung (LSV). Aufgrund der Änderungen der LSV, welche ab dem Jahr 2023 wirksam werden, gibt es die Möglichkeit ein Kreditkartenterminal nachzurüsten.

³⁵ eigene Darstellung

4. Rechtliche Einordnung

4.1 Vorgaben Ladesäulenverordnung (LSV)

Die Ladesäulenverordnung wurde durch das Ministerium für Wirtschaft und Energie verordnet und ist am 17. März 2016 in Kraft getreten. Die Verordnung regelt zum einen die technischen Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile, zum anderen werden Aspekte des Betriebes geregelt. Zum Themen-Bereich Betrieb gehört beispielsweise die Authentifizierung aber auch die Nutzung und Bezahlung. Zu beachten ist, dass im Sinne der Verordnung, Elektromobile nur rein Batterieelektrofahrzeuge oder aufladbare Hybridelektrofahrzeuge sind.³⁶

Am 10. November 2021 wurde die Novellierung der Ladesäulenverordnung veröffentlicht. Diese tritt ab dem 1. Januar 2022 in Kraft und beinhaltet folgende Änderungen: Ladepunkte, welche ab dem 1. Juli 2023 neu errichtet werden, müssen über eine Schnittstelle verfügen, welche Standortinformationen und dynamische Daten übermitteln können. Die Schnittstelle soll beispielsweise das Übertragen der Betriebsbereitschaft und des Belegungsstatus ermöglichen.

Weiterhin müssen öffentliche Ladepunkte die für den bargeldlosen Zahlungsvorgang erforderliche Authentifizierungsmöglichkeiten bereitstellen. Darüber hinaus muss mindestens ein kontaktloser Zahlungsvorgang mittels Debit- und Kreditkartensystem angeboten werden. Alternative Zahlungsmöglichkeiten, wie webbasierte Systeme, über QR-Code oder App, dürfen zusätzlich angeboten werden. Die Novelle beinhaltet ebenfalls Änderungen im Punkt Ladekabel am Ladepunkt. So sind auch Normalladepunkte mit festangebrachtem Ladekabel zugelassen.

Zudem wurde die Anzeigepflicht bei der Bundesnetzagentur für neu errichtete Ladepunkte angepasst. Die Ladepunkte müssen nun spätestens zwei Wochen nach der Inbetriebnahme gemeldet werden.³⁷

4.2 Rechtliche Vorgaben

Grundsätzlich gibt es baurechtliche, straßenrechtliche- sowie energierechtliche- und technische Anforderungen für die Errichtung von öffentlichen Ladesäulen. Jede

³⁶ vgl. DGWZ, kein Datum, o.S.

³⁷ vgl. Die Bundesregierung, 2021, o.S.

Ladesäule ist im Sinne des Bauordnungsrechts eine bauliche Anlage, allerdings ist für die Errichtung der Ladesäule in den meisten Fällen keine Baugenehmigung nötig. So befindet sich bei etwa der Hälfte aller Bundesländer die Errichtung von Ladesäulen in der Liste der genehmigungsfreien Vorhaben. Trotzdem gilt es, die Bauplanungsrechtlichen Vorgaben für die Flächennutzung und die materiellen bauordnungsrechtlichen Vorgaben einzuhalten. Des Weiteren sind bei der Errichtung von öffentlichen Ladesäulen die straßenrechtlichen Vorgaben zu beachten, da es sich hierbei um eine straßenrechtliche Sondernutzung handelt und der Gebrauch der Allgemeinheit dadurch nicht beeinträchtigt werden darf. Daraus resultiert, dass eine Sondernutzung zu beantragen ist. Die Voraussetzungen für die Genehmigung sind in den jeweiligen Landesstraßengesetzen geregelt.

Auf Seiten der energierechtlichen Anforderungen ist zunächst zu klären, welche regulatorischen Pflichten die Rolle des Ladesäulenbetreibers mit sich bringt. Wie unter Punkt 1 beschrieben, ist der Ladesäulenbetreiber nach § 3 Ziff. 25 EnWG dem Letztverbraucher gleichgestellt. Diese Definition gilt grundsätzlich nur für das EnWG. Beispielsweise wird der Letztverbraucher im EEG wie folgt definiert: „jede natürliche oder juristische Person, die Strom verbraucht“. In diesem Sinne ist der Letztverbraucher, der Halter des elektrischen Fahrzeugs.

Der Betreiber von Ladestationen hat zudem bestimmte Pflichten zu erfüllen. Darunter verstehen sich gemäß § 74 EEG (2017) vor allem Meldepflichten im Umfang bestimmter Basisdaten an den Übertragungsnetzbetreiber sowie die Kommunikation bezüglich der gelieferten Strommenge an Letztverbraucher. Der Betreiber verpflichtet sich ebenfalls dazu, jährlich eine Endabrechnung vorzulegen. Je nach Vorhaben müssen gegebenenfalls auch Punkte des Konzessionsrecht beachtet werden.

Neben den baurechtlichen- und energierechtlichen Anforderungen gibt es ebenso technische Anforderungen für öffentliche LIS. Diese sind in der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) erlassenen Ladesäulenverordnung, kurz LSV, festgehalten. Hier ist ebenso der diskriminierungsfreie Zugang zu öffentlichen Ladestationen geregelt. Darunter fällt auch die Möglichkeit an jeder öffentlichen Ladesäule spontan mit Hilfe der Ad Hoc-Authentifizierung (vgl. Kapitel 1.3) laden zu können. Eine Grundvoraussetzung für die Abrechnung öffentlicher Ladestationen ist die Pflicht

der Nutzung eichrechtlich geprüfter Messgeräte sowie weiterer Zusatzeinrichtungen. Zu der eichrechtlich geprüften Hardware zählen alle Geräte, welche die unter Punkt 2.7 Inhalt von Datensätzen genannten Daten messen, speichern oder weiterleiten. Seit April 2019 müssen auch in Deutschland Ladestationen gemäß der Richtlinie 2014/94/EU des Europäischen Parlamentes über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe aufgebaut und abgerechnet werden. Grundlegend hierfür sind das Mess- und Eichgesetz (MessEG) die Mess- und Eichverordnung (MessEV) sowie die Preisangabenverordnung (PAngV). Hieraus entsteht die Verpflichtung alle relevanten Daten zu speichern, so dass z.B. am Monatsende eine Rechnung erstellt werden kann, welche weder manipulierbar noch fehlerhaft ist.³⁸

Neben Bau- und Straßenrechtlichen Anforderungen sind auch die Genehmigungs- und Meldepflichten für den Netzanschluss zu beachten. Bei einer einzigen Wallbox/ Ladesäule mit einer Ladeleistung von bis zu 11 kW ist für die Installation keine Genehmigung erforderlich. Nach dem Kauf und der Installation durch einen Elektriker unterliegt die Installation aber der Meldepflicht. Bei weiteren Ladepunkten bzw. einer Ladeleistung über 11 kW ist die Installation genehmigungspflichtig und muss vor der Installation beim Netzbetreiber angefragt werden. Nach der Anfrage prüft der Netzbetreiber, ob ggf. eine Verstärkung des Netzanschlusses nötig ist.³⁹

Umsetzung Projekt HBC.IntelliCharge

Da die Hochschule Biberach ihren Standort im Bundesland Baden-Württemberg hat, unterliegt sie auch der dementsprechenden Landesbauordnung (LBO). In der Landesbauordnung für Baden-Württemberg ist geregelt, dass es verfahrensfreie Vorhaben gibt. Unter Punkt 4. „Anlagen der Ver- und Entsorgung“ sind ebenfalls „Leitungen aller Art sowie Ladestationen für Elektrofahrzeuge“ gelistet. Dementsprechend muss die Hochschule Biberach kein Genehmigungsverfahren im Sinne der Landesbauordnung einreichen.

Aufgrund der von der Hochschule geplanten Anzahl von 14 Ladepunkten und damit einer Gesamtleistung größer 12 kVA unterliegt dieses Vorhaben einer Anmelde- und Zustimmungspflicht durch den Netzbetreiber. Bei der sog. „Anmeldung zum

³⁸ vgl. GÖRG, 2019, o.S.

³⁹ vgl. NetzeBW, kein Datum, o.S.

Netzanschluss“ wird anhand der zur Verfügung gestellten Informationen geprüft, ob der vorgesehene Netzanschluss für die gleichzeitig benötigte Leistung (P_{max}) der LIS ausreichend ist. Sollte der vorhandene Netzanschluss (z.B. Niederspannungshauptverteilung des Gebäudes) nicht die notwendige Kapazität aufweisen, muss aus technischer Sicht ein eigener EVU-Anschluss für die LIS errichtet werden. Ergänzend hierzu wird der Aufbau von LIS auf Landliegenschaften weiter im bereits erwähnten „Energie- und Klimaschutzkonzept für landeseigene Liegenschaften“ (vgl. Kapitel 2) geregelt. Da dieses essenziell für die Errichtung von LIS auf Landesliegenschaften ist, soll im Folgenden auf dieses genauere eingegangen werden.

4.3 Energie- und Klimaschutzkonzept für landeseigene Liegenschaften 2020 bis 2050 – E-Mobilität bei landeseigenen Liegenschaften

Das titelgebende Konzept stammt aus dem Jahr 2020 und vom Ministerium für Finanzen Baden-Württemberg erlassen. Innerhalb des Konzepts wird die Vorgehensweise für den Aufbau von LIS auf Landesliegenschaften geregelt. Die wichtigsten Punkte sollen hier kurz dargestellt werden:

Abrechnung:

„Die Abrechnung des Ladestroms erfolgt bei eigenem EVU-Anschluss direkt zwischen PBW und Stromversorger. Ist ein getrennter Anschluss nicht möglich, ist der Ladestrom vom VB-BW zu erfassen und mit der PBW zu verrechnen.“⁴⁰

Grundsätzlich ist bei zu errichtender LIS ein eigener EVU-Anschluss zu bevorzugen.⁴¹ Dies kann den Aufbau und die Installation extrem verteuern und verzögern. In der Regel trifft diese Entscheidung der zuständige Netzbetreiber im Rahmen der Anmeldung (vgl. vorheriges Kapitel).

Betrieb:

Der Betreiber von LIS auf Landesliegenschaften ist vorrangig die PBW. Die PBW betreibt die Ladepunkte auf Kosten der nutzenden Verwaltung. Die nutzende Verwaltung kann hierzu mit Unterstützung der PBW-Fördermittel beim Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg beantragen.⁴²

⁴⁰ Ministerium für Finanzen Baden-Württemberg, 2020, S. 3

⁴¹ vgl. Ministerium für Finanzen Baden-Württemberg, 2020, S. 3

⁴² vgl. Ministerium für Finanzen Baden-Württemberg, 2020, S. 3-4

Eigentumsrecht:

Die LIS wird nach erfolgreicher Inbetriebnahme durch VB-BW an den staatlichen Verpachtungsbetrieb übertragen. Anschließend pachtet die PBW die LIS vom Verpachtungsbetrieb. Für diesen Vorgang ist ein Übergabeprotokoll sowie eine Wertermittlung der LIS notwendig.

5. Bau und Betrieb

5.1 Aufbau und Installation

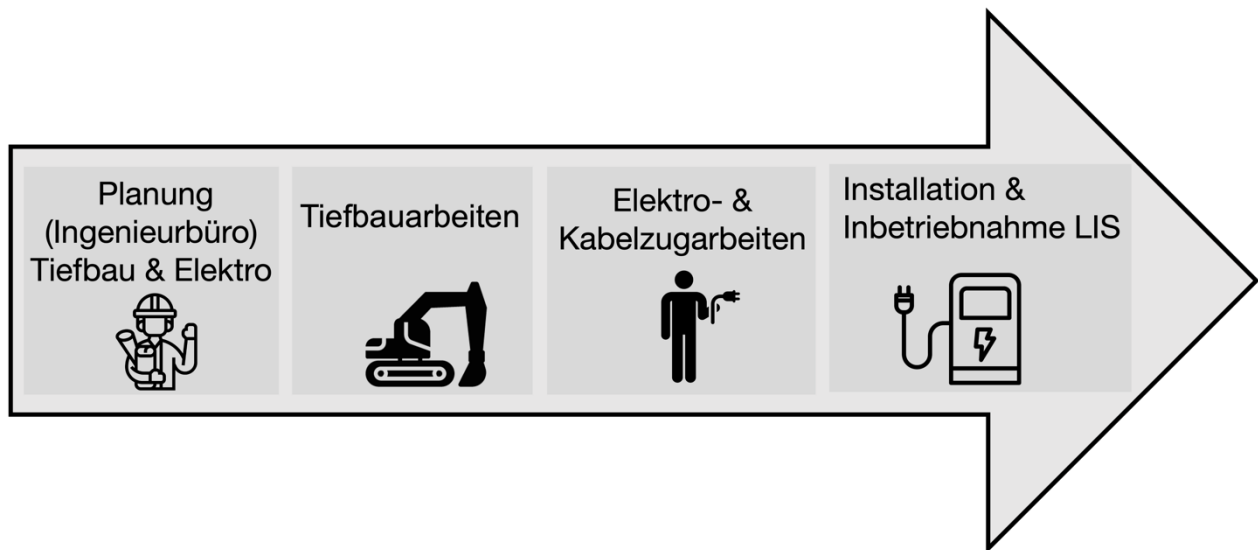


Abbildung 17: Schematischer Ablauf Bau und Installation Ladeinfrastruktur⁴³

Aufbau

Grundsätzlich werden für den Aufbau von LIS die Gewerke Tiefbau und Elektro benötigt. Je nach Aufwand und örtlichen Gegebenheiten wird für die genannten Gewerke Planungsleistungen, meist in Form von Ingenieurdienstleistungen, benötigt. Nach Festlegung des Standortes der LIS müssen die entsprechenden Leitungswege geplant werden. Zum einen müssen Kabel für die Ladeinfrastruktur (Kommunikation und Strom) gelegt werden und zum anderen die Zuleitung für die Energieversorgung der LIS (z.B. Niederspannungshauptverteilung oder Transformator). Wenn bspw. die LIS an die Niederspannungshauptverteilung eines Gebäudes angeschlossen wird, müssen die Leitungen auf entsprechenden Kabeltrassen verlegt werden. Im Außenbereich muss für die Leitungsführung ein Kabelgraben ausgehoben werden. Je nach örtlichen Gegebenheiten muss hierfür das Asphalt aufgeschnitten und anschließend wieder verschlossen werden. Meist werden die Kabel, insbesondere die Datenleitungen, in Leerrohren verlegt. Ebenfalls muss für den Anschluss der LIS die Zuleitung in eine Unterverteilung eingeführt und angeschlossen werden. Die Kommunikationsanbindung der LIS erfolgt entweder kabelgebunden oder drahtlos. Die Entscheidung welche Kommunikationstechnik verwendet wird, muss evtl. von der Entfernung abhängig gemacht werden. Bei entsprechend großen Distanzen muss ggf. ein Lichtwellenleiter

⁴³ eigene Darstellung

(Glasfaser) verwendet werden. Bei der Verwendung von Glasfaserstrecken muss mit einem erhöhten Aufwand für die Spleißung und Anbindung an die LIS gerechnet werden. Der eigentliche Aufbau und die Installation der Ladesäulen muss ggf. von einem zertifizierten Elekronunternehmen durchgeführt werden. Meist werden die benötigten Fundamente von einem Tiefbauunternehmen gesetzt oder selbst erstellt. Vor der Inbetriebnahme der LIS müssen alle Stromleitungen einer VDE-Prüfung durch das Elekronunternehmen unterzogen werden. Anschließend können die Ladesäulen in Betrieb genommen werden und die Anbindung zum Backend erfolgt. Hier werden die Authentifizierungs-Optionen sowie die Tarife konfiguriert und verwaltet. Gleichzeitig können hier aktuelle Verbräuche und Ladestationen-Belegungen eingesehen werden.

5.2 Freischalten der Ladestation

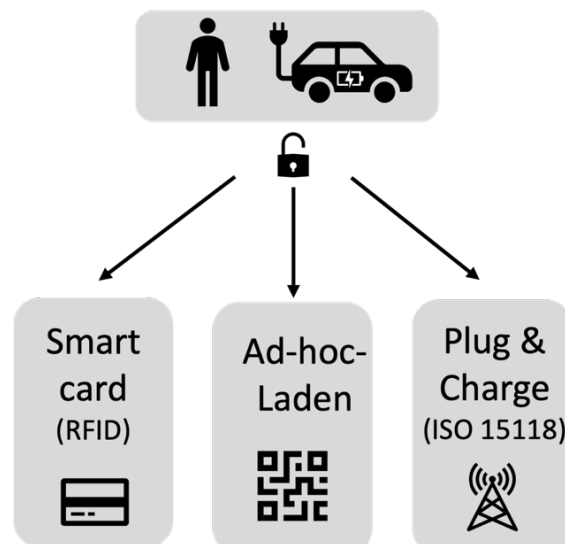


Abbildung 18: Authentifizierungsmöglichkeiten⁴⁴

Für die Authentifizierung und Freischaltung der Ladestation gibt es grundsätzlich drei Möglichkeiten. Die am weitesten verbreitete ist die Authentifizierung via Smart Card, besser bekannt als RFID-Karte. RFID steht für Radio Frequency Identification und beschreibt die Identifizierung mittels elektromagnetischer Wellen, welche über Funk von einem Lesegerät (Reader) ausgelesen werden. Die RFID-Technik kann auch in Form eines Chips genutzt werden. Der RFID-Transponder (Chip oder Karte) speichert Informationen, welche von einem Lesegerät via Funk ausgelesen werden können. Die RFID-Technologie funktioniert ähnlich einem Schlüssel, gleichzeitig können Daten durch die eindeutige Zuordnung für die Abrechnung verwendet werden. Neben der

⁴⁴ eigene Darstellung

Freigabe zur Abrechnung können auch Daten zum Verbrauch und den Umsätzen generiert und anschließend in Form von Diagrammen visualisiert werden.

Die zweite Möglichkeit eine Ladestation freizuschalten ist das so genannte Ad-Hoc Laden oder auch punktuelle Laden. Dieses beschreibt den Vorgang eine Ladestation spontan freizuschalten, ohne einen Vertrag mit einem eMSP- oder eRoaming-Anbieter geschlossen zu haben. Zum Starten und Abrechnen des Ladevorgangs kann der Kunde seine Kreditkarte oder Girocard an das Lesegerät der Ladestation halten. Ad-Hoc Laden kann auch gestartet werden, in dem der Kunde mit seinem Smartphone einen QR-Code auf der Ladestation scannt. Anschließend gelangt der Kunden auf eine Webseite, auf welcher Informationen zur Ladesäule und Ladevorgang dargestellt werden. Hier werden Informationen zum jeweiligen Ladepunkt und der Preis pro kWh angezeigt. Zunächst muss der Kunde seine Daten hinterlegen und kann dann eine Bezahlmethode auswählen. Bevor der Ladevorgang startet, wird auf der angegebenen Bezahlmethode ein Betrag vorgemerkt. Dieser Betrag beträgt in etwa den eines Ladevorgangs. Nach abgeschlossenem Ladevorgang wird der vorgemerkte Betrag wieder freigegeben und der tatsächliche Betrag abgebucht. Darüber wird der Kunde informiert, indem er in den meisten Fällen die Rechnung per Mail erhält.⁴⁵

In Bezug auf die Freischaltung eines Ladepunktes ermöglicht die Norm IEC 15118 das Starten und Beenden nur durch das An- und Abstecken des Ladekabels, genannt „Plug & Charge“ (PnC). Der Lade-Nutzer muss sich dadurch nicht mehr mit einer Ladekarte oder dem Ad-Hoc-Verfahren authentifizieren, denn dieser Vorgang läuft automatisch im Hintergrund ab.⁴⁶ Das Vorbild für die Nutzung dieser Technologie ist der Autohersteller Tesla, welcher seit Jahren das Laden und Abrechnen mit Hilfe von Plug & Charge ermöglicht.⁴⁷ Ende 2021 wurde die Ladesäulenverordnung aktualisiert. Die Novelle ist seit dem 01. Januar 2022 wirksam und soll das Laden an öffentlichen Ladestationen vereinfachen. Die Novelle setzt fest, dass ab dem Jahr 2023 alle öffentlichen Ladestationen über eine Schnittstelle verfügen müssen, welche es ermöglicht Daten bezüglich Standortinformationen und dynamische Daten zu übermitteln. Zudem müssen CPO's es den Kunden ermöglichen, bargeldlos mittels Kredit- und Debitkarte bezahlen zu können. Weiterhin können alle oben genannten

⁴⁵ vgl. reev, 2021, o.S.

⁴⁶ vgl. all-electronis, 2021, o.S.

⁴⁷ vgl. electrive, 2021, o.S.

Authentifizierungsmöglichkeiten angeboten werden.⁴⁸

Umsetzung HBC.IntelliCharge

Die Ladestationen am Campus werden mittels der vParken Ladekarte freigeschaltet. Nach erfolgreicher Registrierung in der vParken App, kann eine Ladekarte bestellt werden, welche innerhalb von 7-14 Tagen per Post zugestellt wird. Sobald die Karte zugestellt wurde, muss lediglich die Kartenummer in der App hinterlegt werden, anschließend kann der Ladevorgang gestartet werden.



Abbildung 19: vParken Ladekarte⁴⁹

Alternativ zu der vParken Karte besteht auch die Möglichkeit spontan mittels der Ad-Hoc-Methode den Ladevorgang zu starten. Diese Möglichkeit wird durch den eRoaming Provider bereitgestellt und ermöglicht das Laden ohne vorherige Registrierung. Um die Vorgänge den Studierenden, Hochschulangehörigen und externen möglichst einfach zu vermitteln, wurde eine online verfügbare Anleitung erstellt, welche die einzelnen Registrierungsschritte beschreibt und eventuelle Fragen vorab klärt. Für weitere Fragen oder Probleme ist hier auch die Service-Nummer von vParken vermerkt.

⁴⁸ vgl. Bundesregierung, 2021, o.S.

⁴⁹ eigene Darstellung

Literaturverzeichnis

- all-electronis.** (28. Mai 2021). *Plug & Charge: Dahin entwickelt sich die E-Auto-Ladeinfrastruktur.* Abgerufen am 18. Oktober 2021 von <https://www.all-electronics.de/automotive-transportation/der-weg-zu-plug-charge-so-entwickelt-sich-die-ladeinfrastruktur-weiter-378.html>.
- Autohaus.** (30. November 2020). *Prognose: Mehr als elf Millionen Elektroautos und Plug-Ins bis 2030.* Abgerufen am 10. Juli 2022 von <https://www.autohaus.de/nachrichten/autohandel/prognose-mehr-als-elf-millionen-elektroautos-und-plug-ins-bis-2030-2697632>.
- bdew.** (02. Oktober 2020). *Elektromobilität Definition der Ladeinfrastruktur-Markttrollen.* Abgerufen am 09. November 2021 von https://www.bdew.de/media/documents/201008_PG-LIS_Definitionen_Markttrollen_neu.pdf.
- Bockstahler.** (kein Datum). *Ladestationen in Wohngebäuden- Was muss beachtet werden?* Abgerufen am 5. August 2022 von <https://www.bockstahlerelektro.de/ladestationen-in-wohngebaeuden-was-muss-beachtet-werden/>.
- Bundesregierung.** (10. November 2021). *Einfacher zahlen an der Ladesäule.* Abgerufen am 12. Dezember 2021 von <https://www.bundesregierung.de/bregde/service/gesetzesvorhaben/novelle-ladesaeulenverordnung-1913026>.
- CKW.** (kein Datum). *ELEKTROMOBILITÄT: LASTMANAGEMENT FÜR IMMOBILIEN.* Abgerufen am 04. August 2022 von <https://www.ckw.ch/gebaeudetechnik/elektromobilitaet/lastmanagement-fuer-verwaltungen.html>.
- DGWZ.** (kein Datum). *Verordnung über technische Mindestanforderungen an den sicheren und interoperablen Aufbau und Betrieb von öffentlich zugänglichen Ladepunkten für Elektromobile.* Abgerufen am 05. August 2022 von <https://www.dgwz.de/gesetze/ladesaeulenverordnung-lsv>.
- Die Bundesregierung.** (10. November 2021). *Einfacher zahlen an der Ladesäule.* Abgerufen am 05. Juli 2022 von <https://www.bundesregierung.de/bregde/service/gesetzesvorhaben/novelle-ladesaeulenverordnung-1913026>.
- ebee. (kein Datum).** *Ebee Charge Controller Documentation.* Abgerufen am 05. Oktober 2021 von https://office.elinc.de/network#konfiguration_einer_gsm_netzwerkverbindung.
- electrive.** (20. Oktober 2021). *Plug & Charge: Wann wird das Laden endlich einfach?* Abgerufen am 20. November 2021 von <https://www.electrive.net/2019/09/29/plug-charge-wann-wird-das-laden-endlich-einfach/>.

- electrive.** (27. Juni 2022). *ChargeHere implementiert PV-optimiertes Laden.* Abgerufen am 10. August 2022 von <https://www.electrive.net/2022/06/27/chargehere-implementiert-pv-optimiertes-laden/>.
- energielösung.** (16. August 2018). *RFID bei E-Ladestationen – das Prinzip dahinter kurz erklärt.* Abgerufen am 21. November 2021 von <https://www.energieloesung.de/magazin/rfid-bei-e-ladestationen-das-prinzip-dahinter-kurz-%20erklaert/>.
- Energy Brainpool.** (04. Dezember 2018). *E-Mobilität in Deutschland (III): Akteure rund um die Ladesäule.* Abgerufen am 27. Oktober 2021 von <https://blog.energybrainpool.com/e-mobilitaet-in-deutschland-iii-akteure-rund-um-die-ladesaeule/>.
- GÖRG.** (06. Dezember 2019). *Elektromobilität – Rechtliche Rahmenbedingungen für die Errichtung und den Betrieb von Ladeinfrastruktur.* Abgerufen am 08. März 2022 von <https://www.goerg.de/de/aktuelles/veroeffentlichungen/06-12-2019/elektromobilitaet-rechtliche-rahmenbedingungen-fuer-die-errichtung-und-den-betrieb-von-ladeinfrastruktur>.
- Landesenergie- und Klimaschutzagentur Mecklenburg-Vorpommern.** (2019). *Leitfaden für die Errichtung von öffentlichen Ladepunkten der Elektromobilität.* Abgerufen am Oktober 2021 von <https://www.leka-mv.de/wp-content/uploads/2019/10/LEKA-Leitfaden-LANG-web.pdf>.
- Landesrecht BW.** (kein Datum). *Gesetz über die Hochschulen in Baden-Württemberg.* Abgerufen am 15. Juli 2022 von https://www.landesrecht-bw.de/jportal/portal/t/60k/page/bsbawueprod.psml;jsessionid=A95FCA391C380D564F4EB1D6214B82D7.jp90?pid=Dokumentanzeige&showdoccase=1&js_peid=Trefferliste&documentnumber=2&numberofresults=121&fromdoctodoc=yes&doc.id=jlr-HSchulGBWV28P.
- Last Mile Solutions.** (24. Juni 2020). *e-Mobility ecosystem Part 3: The e-Mobility Service Provider.* Abgerufen am 20. Oktober 2021 von <https://www.lastmilesolutions.com/news/e-mobility-ecosystem-part-3-the-e-mobility-service-provider/>.
- Last Mile Solutions.** (24. Juni 2020). *e-Mobility ecosystem Part 3: The e-Mobility Service Provider.* Abgerufen am 15. Januar 2021 von <https://www.lastmilesolutions.com/news/e-mobility-ecosystem-part-3-the-e-mobility-service-provider/>.
- LEKA.** (Mai 2019). *Leitfaden für die Errichtung von öffentlichen Ladepunkten der Elektromobilität.* Abgerufen am 15. April 2022 von <https://www.leka-mv.de/wp-content/uploads/2019/10/LEKA-Leitfaden-LANG-web.pdf>.
- LinuxCommunity.** (Dezember 2004). *ichere WLAN-Vernetzung mit verschlüsseltem OpenVPN- Tunnel.* Abgerufen am 20. Oktober 2021 von <https://www.linux-community.de/ausgaben/linuxuser/2004/12/sichere-wlan-vernetzung-mit-verschluesseltem-openvpn-tunnel/>.

m2m-mobil. (kein Datum). *Was ist GSM?* Abgerufen am 20. November 2021 von <https://www.m2m-mobil.de/info/gms>.

Magenta Business. (27. Juli 2016). *Was ist M2M (Machine-to-Machine)?* Abgerufen am 20. November 2021 von <https://businessblog.magenta.at/m2m>.

Ministerium für Finanzen Baden-Württemberg. (2020). *Energie- und Klimaschutzkonzept für landeseigene Liegenschaften 2020 bis 2050 - E-Mobilität bei landeseigenen Liegenschaften.* Stuttgart.

NetzeBW. (kein Datum). *Ladeeinrichtung anmelden.* Abgerufen am 03. August 2022 von <https://www.netze-bw.de/elektromobilitaet/ladeeinrichtung-anmelden>.

P3 Energy & Storage. (05. Juli 2019). *Geschäftsmodelle Ladeinfrastruktur.* Abgerufen am 25. Oktober 2021 von https://www.strommarkttreffen.org/2019-07-05_Niggel_Geschaeftsmodelle_zum_wirtschaftlichen_Betrieb_von_Ladesaeuleninfrastruktur.pdf.

PBW. (kein Datum). *Fakten und Zahlen.* Abgerufen am 14. September 2022 von <https://www.pbw.de/?menu=unternehmen-faktenundzahlen>.

reev. (01. Juni 2021). *Was ist e-Roaming?* Abgerufen am 27. November 2021 von <https://reev.com/was-ist-e-roaming/>.

reev. (01. Juni 2021). *Was ist Ad Hoc Laden?* Abgerufen am 27. November 2021 von <https://reev.com/ad-hoc-laden/>.

Tesvolt. (14. September 2021). *LEISTUNGSBESCHREIBUNG LADESÄULENSTEUERUNG.* Abgerufen am 10. August 2022 von https://www.tesvolt.com/_media/05%20SERVICE/03%20Downloads/Broschueren/Leistungsbeschreibung_Ladesaeulensteuerung/210914_Leistungsbeschreibung-Ladesaeulensteuerung_V3.pdf.

Tesvolt. (kein Datum). *TESVOLT ENERGIEMANAGEMENT-SYSTEM.* Abgerufen am 14. August 2022 von <https://www.tesvolt.com/de/produkte/energiemanagement-system.html>.

The Mobility House. (24. Oktober 2021). Von https://www.mobilityhouse.com/de_de/smart-charging. abgerufen am 10. August 2022.

The Mobility House. (kein Datum). *Fragen und Antworten zum eichrechtskonformen Laden.* Abgerufen am 4. August 2022 von https://www.mobilityhouse.com/de_de/ratgeber/fragen-und-antworten-zum-eichrecht.

Tipp-Center ComputerBild. (25. Januar 2019). *LAN oder WLAN: Was sind die Vor- und Nachteile?* Abgerufen am 20. Oktober 2021 von

<https://tipps.computerbild.de/internet/lan-oder-wlan-was-sind-die-vor-und-nachteile-639873.html>.

Universität Siegen. (14. Dezember 2016). *Betrieb gewerblicher Art*. Abgerufen am 14. Juli 2022 von https://www.uni-siegen.de/zuv/dezernat1neu/abteilung_1_2/steuerpflicht_hochschule/allgemeines/bga.html.

VDI. (2020). *Planung elektrischer Anlagen in Gebäuden Hinweise für die Elektromobilität - VDI 2166 Blatt 2*. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE.

VZKAT. (kein Datum). *Beschilderung von Ladestationen für Elektrofahrzeuge*. Abgerufen am 10. August 2022 von <http://www.vzkat.de/2018/Elektrofahrzeuge/Elektrofahrzeuge-Ladestationen.htm>.

ZDNet. (23. Juni 2020). *E-Mobility-Dienstleister nutzt OCPI-Backend von X-INTEGRATE*. Abgerufen am 23. Oktober 2021 von <https://www.zdnet.de/88380859/e-mobility-dienstleister-nutzt-ocpi-backend-von-x-integrate/>.