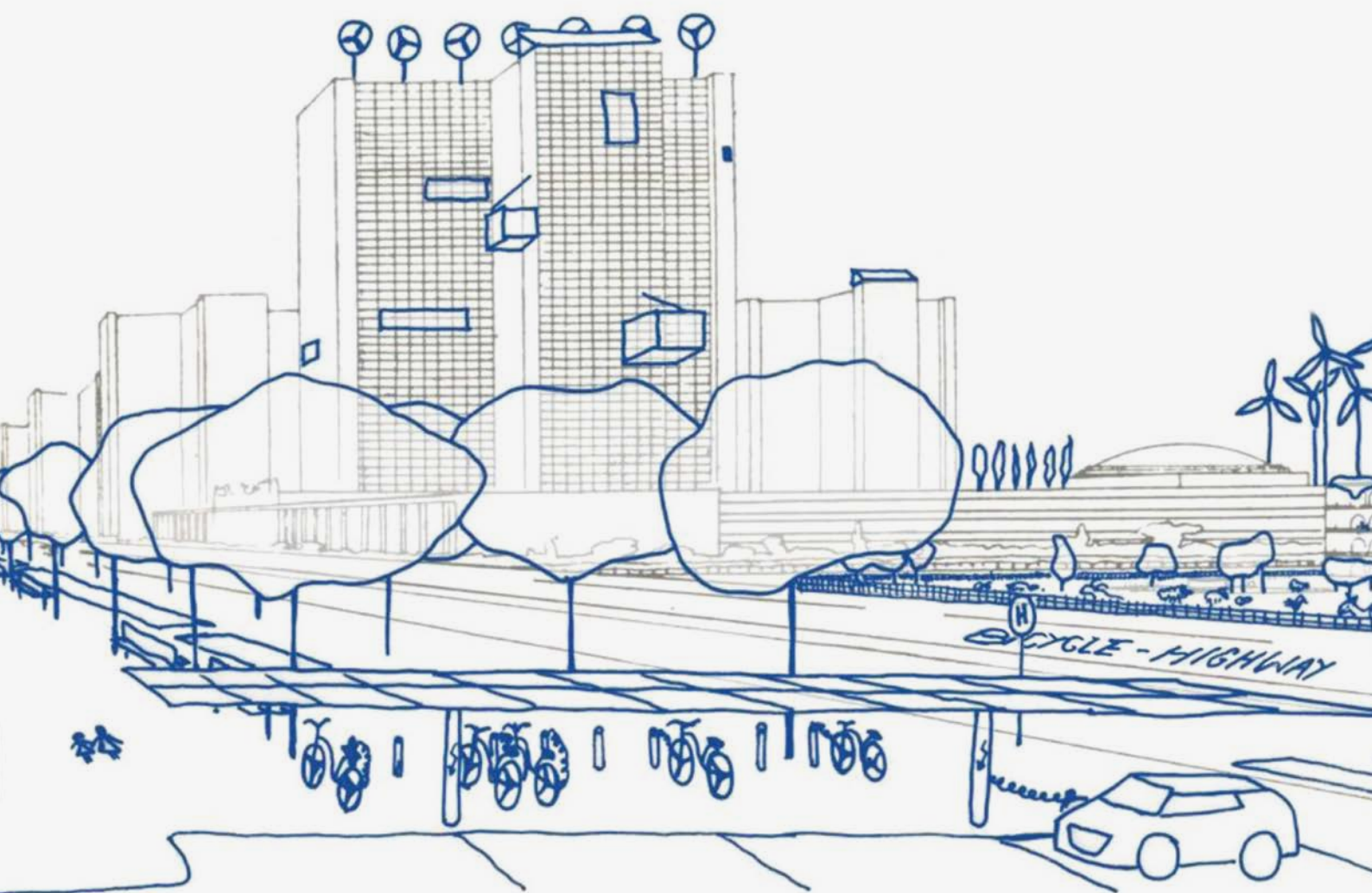


Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge

Grundlagen und Anwendungsbeispiele aus
dem Förderprojekt LINOx BW

Update 2022



Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge

Grundlagen und Anwendungsbeispiele aus dem Förderprojekt LINOx BW

Herausgeber



Autoren



Grußworte

Elektromobilität und der Aufbau einer Ladeinfrastruktur sind bereits seit vielen Jahren in der Diskussion und eine wichtige Komponente im Wandel hin zu einer ökologischeren Fortbewegung.

Die vorliegende Handreichung liefert praktische Grundlagen, Checklisten und Anwendungsbeispiele für den Aufbau von Ladeinfrastruktur. Dies ist ein großer Schritt in eine zukünftige Mobilität. Die Daten und Beispiele wurden im Projektkonsortium LINOx gemeinsam mit wissenschaftlichen, regionalen und kommunalen Partnern aus Baden-Württemberg erhoben und von der Forschung praxisfokussiert aufbereitet.

Ziel ist eine nachhaltige Verbesserung der Luftqualität durch den Aufbau unterschiedlicher Lösungen von Ladeinfrastruktur.

Ich danke hiermit allen Kommunen sowie örtlichen und wissenschaftlichen Partnern, die im Projekt LINOx BW an diesem Ziel mitgearbeitet haben und in Zukunft noch mitarbeiten werden. Vielen Dank auch an die e-mobil BW GmbH für die redaktionelle Aufarbeitung im Rahmen dieses Leitfadens.

Gudrun Heute-Bluhm

Oberbürgermeisterin a. D.
Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Städtetags
Baden-Württemberg e. V.



Quelle: Städtetag BW,
Fotograf: Michael Fuchs



Quelle: Sören Grawenhoff

Die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien im Zuge des angestrebten Mobilitätswandels und der Energiewende ist ein wichtiger Baustein der deutschen Politik gegen den Klimawandel. Aufgabe des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) ist es, die umwelt- und klimapolitischen Maßnahmen durch geeignete industriepolitische Aktivitäten zu flankieren und deutsche Industriebranchen bei der Entwicklung von klimafreundlichen und ressourcenschonenden Technologien wirkungsvoll zu unterstützen. Im Verkehrssektor stellt die Elektromobilität hierbei einen zentralen Baustein dar.

Aus diesem Grund fördert das BMWK Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, die die energie- und klimapolitischen Potenziale der Elektromobilität erschließen und gleichzeitig zur Stärkung der Wettbewerbsposition deutscher Industriebranchen beitragen.

Wir freuen uns, dass es mit dem Projekt LINOx BW gelungen ist, unter der Federführung des Städtetags Baden-Württemberg fast alle Städte in Baden-Württemberg zu vereinen, die in der Vergangenheit die europaweiten NOx-Schwellenwerte überschritten haben. In einem sehr pragmatischen Ansatz werden unterschiedliche Ladelösungen installiert und erprobt, um zu einer weiteren Verbreitung der Elektromobilität und einer Verbesserung der Luftqualität in den beteiligten Städten beizutragen.

Dr. Sören Grawenhoff

TÜV Rheinland Consulting GmbH
Leitung der Begleitforschung Elektro-Mobil des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	5
2	Grundlagen der Ladeinfrastruktur.....	7
2.1	Vorteile der Elektromobilität	7
2.2	Begriffe und Einheiten	7
2.3	Ladelösungen	8
2.4	Steckertypen für das E-Auto	9
2.5	Lastmanagement und Ladealgorithmus	9
2.6	Netzanschluss	10
2.7	Reform des Mietverhältnisses (BGB) und des Wohnungseigentumsgesetzes (WEG).....	10
2.8	Elektrofahrräder	11
2.9	Öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur	12
2.9.1	Ladesäulenverordnung	12
2.9.2	Laden – spontan (Ad-hoc-Laden, punktuell) und im Dauerschuldverhältnis.....	12
2.9.3	Marktstruktur	13
2.9.4	Eichrechtskonformität	13
3	Checkliste: Was muss beim Aufbau von Ladeinfrastruktur beachtet werden?	14
4	Anwendungsbeispiele mit Praxisfällen	16
4.1	Ambulanter Pflegedienst	16
4.2	Parkhaus	20
4.3	Bürogebäude	22
4.4	Öffentlicher Parkplatz und Betriebshof	25
4.5	Autohaus.....	27
4.6	Supermarkt.....	29
4.7	Tiefgaragen und Betriebshöfe	31
4.8	Wohnungseigentümergeinschaft (WEG).....	33
4.9	Quartiersgarage	35
4.10	Carsharing	37
4.11	Halböffentliches/privates Laden und Multi-Use-Konzept	39
5	Übersicht der Anwendungsbeispiele.....	41
	Weiterführende Informationen: Homepages und Direktlinks	42
	Impressum.....	43

01

Einführung

Im vorliegenden Leitfaden stellen die Projektpartner von LINOx BW und die e-mobil BW die Grundlagen zum Aufbau und zur Nutzung von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge vor. Dazu werden zunächst technische, wirtschaftliche und rechtliche Aspekte erläutert. Anwendungsfälle, die auf Basis von Erkenntnissen des Forschungsprojekts LINOx BW ausgewählt wurden, veranschaulichen den Aufbau von Ladeinfrastruktur unter verschiedenen Rahmenbedingungen und geben konkrete Praxisbeispiele. Relevante Kriterien für die Planung von Ladeinfrastruktur sind u. a. der ermittelte Bedarf an Ladepunkten, die Flächenverfügbarkeit, der Nutzerkreis, die Öffentlichkeitsarbeit und Schulungen für die Nutzung von Ladepunkten.

Dieser Leitfaden ist im Rahmen des Projekts „LINOx BW – Aufbau von Ladeinfrastruktur zur Reduktion der NOx-Belastungen in Baden-Württemberg“ entstanden, das im Rahmen des Sofortprogramms „Saubere Luft“ durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert wird. Er wurde 2022 grundlegend überarbeitet und erweitert. Unter der Federführung des Städtetags Baden-Württemberg haben die Partner fast alle von hohen NOx-Emissionen betroffenen Kommunen in Baden-Württemberg zusammengeschlossen, um durch den Aufbau von Ladeinfrastruktur (LIS) kurzfristig eine nachhaltige Verbesserung der Luftqualität zu erreichen. Das besondere Angebot von LINOx BW besteht darin, ganz unterschiedliche Lösungen für den Aufbau von Ladeinfrastruktur (Wallboxen, Gleichstrom- und Wechselstromladesäulen unterschiedlicher Leistung, in Tiefgaragen, auf privaten Parkplätzen und Firmenhöfen, in Parkhäusern oder am Straßenrand) zu ermöglichen. Die Forschungspartner analysieren diese Lösungen übergreifend und stellen die Auswertungen und Ergebnisse für einen systematischen Know-how-Transfer zur Verfügung. Insgesamt sollen bis Ende

2023 über 2.400 Ladepunkte an mehr als 200 Standorten in 23 Städten von etwa 100 Letztzuwendungsempfängern im privaten und halböffentlichen Raum sowie für das Zwischenladen im öffentlichen Raum installiert werden – eine in dieser Größenordnung in Baden-Württemberg bisher einmalige Maßnahme.

Ein herzlicher Dank geht an die Projektpartner Verband Region Stuttgart und Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), an den Auftragnehmer Innovationhouse Deutschland, an den Projektträger Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) sowie an den Fördermittelgeber BMWK für die konstruktive Zusammenarbeit. Wir freuen uns, die praxisnahen Erkenntnisse des laufenden Projekts in diesem Leitfaden verwenden zu dürfen.

Partner des Projekts LINOx BW



Begleitforschung



Gefördert durch



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Assoziierter Partner



02

Grundlagen der Ladeinfrastruktur

2.1 Vorteile der Elektromobilität

Die Nutzung batterieelektrisch angetriebener Fahrzeuge (E-Autos) als Ersatz für solche mit konventionellen Verbrennungsmotoren ist umweltfreundlich, sauber und leise und sie bietet dank der besonderen Fahreigenschaften hohen Komfort sowie Fahrspaß. Zahlreiche Studien bezeugen der Elektromobilität einen positiven Beitrag zum Klimaschutz auf Basis regenerativ erzeugten Stroms. Bei der Betrachtung der Gesamtlebensdauer eines Fahrzeugs mit Elektroantrieb kommt man zum Schluss, dass u. a. die hohe Motoreffizienz und der geringe Wartungsaufwand zu deutlich niedrigeren Gesamtkosten führen als bei einem PKW mit Verbrennungsmotor. Dies relativiert wiederum die hohen – aber bereits sinkenden – Anschaffungspreise für E-Autos.

Auch das Laden eines E-Autos bringt viele Vorteile mit sich, erfordert aber – verglichen mit dem Betanken von Benzin- oder Dieselfahrzeugen – ein Umdenken, denn das Laden einer Autobatterie benötigt Zeitspannen zwischen 10 Minuten und mehreren Stunden. Jedoch befinden sich die Lademöglichkeiten stets in unmittelbarer Nähe zu Orten, an denen zeitgleich einer anderen Tätigkeit nachgegangen werden kann, wie z. B. Einkaufen im Supermarkt, Arbeiten im Büro oder auch über Nacht zu Hause. Bei diesen Arten von „Gelegenheitsladen“ werden somit zusätzlicher Aufwand und Geduld nicht in Anspruch genommen. Gesonderte Fahrten zu den „Ladetankstellen“ bzw. Ladehubs, wo die Autobatterie in wenigen Minuten aufgeladen werden kann, sind nur noch in speziellen Fällen, wie z. B. auf Fernstrecken, notwendig.

2.2 Begriffe und Einheiten

Die begrenzte Kapazität einer Traktionsbatterie in Elektrofahrzeugen macht das Einschätzen der Energiemenge, der Ladeleistung und der resultierenden Reichweite erforderlich.

- Die **Kilowattstunde (kWh)** ist eine Einheit für die Energiemenge. Etwa 15 bis 20 kWh an Energie werden benötigt, um mit einem E-Auto 100 km zurückzulegen.
- In **Kilowatt (kW)** wird die Höhe der Ladeleistung angegeben. Diese ergibt sich aus dem Zusammenspiel von elektrischer Spannung und Stromstärke. Bei einer konstanten Leistung von bspw. **11 kW** wird der Akku **nach zwei Stunden** mit der Energiemenge von **22 kWh** „gefüllt“ – und damit für über 100 km Reichweite.

Aus technischer Sicht gibt es zwei unterschiedliche Arten von Ladevorgängen.

- **DC-Laden** (engl.: Direct Current): Die Batterie wird mit Gleichstrom geladen. Auf diesem Wege werden Ladeleistungen von mehr als 22 kW erzielt.
- **AC-Laden** (engl.: Alternating Current): Für die meisten E-Autos kommt Wechselstrom zum Einsatz. Da die Batterie selbst nur mit Gleichstrom geladen werden kann, muss die Stromart umgewandelt werden. Dafür wird ein im Fahrzeug eingebauter Stromrichter eingesetzt. Ladeleistungen zwischen 3,7 und 22 kW werden hierbei angestrebt.

Hauptsächlich aus praktischen und wirtschaftlichen Gründen gibt es in der aktuellen Fachdiskussion eine dritte Ladeart:

■ **HPC-Laden** (engl.: High Power Charging):

Der Ladevorgang findet ebenfalls mit Gleichstrom statt, jedoch beträgt die Ladeleistung **mindestens 100 kW** und kann bis zu 350 kW erreichen.

2.3 Ladelösungen

Die einfachste – jedoch nur sehr eingeschränkt nutzbare – Option zum Laden eines E-Autos ist die gewöhnliche **Haushaltssteckdose** (Schuko®). Das Aufladen der Batterie erstreckt sich in diesem Fall über einen sehr langen Zeitraum von mehreren Stunden, denn die Ladeleistung wird zum Schutz vor Bränden auf 2,3 kW begrenzt. Um Personenschäden durch Stromschläge auszuschließen, ist insbesondere bei dieser Ladelösung die Integration eines Fehlerstrom-Schutzschalters im Netz oder im Kabel wichtig. Das Stromnetz im Haushalt bzw. im Betrieb sollte deshalb vorab von Elektrofachkräften auf eine Eignung für Ladevorgänge geprüft und freigegeben werden. Generell ist diese Form des Ladens aufgrund der genannten Risiken und langen Ladezeiten nicht bzw. nur im Notfall zu empfehlen.

Größere Ladeleistungen als an der Schuko-Steckdose lassen sich mit einer **Wallbox** erzielen, da diese zumeist an ein mehrphasiges AC-Drehstromnetz mit hoher Spannung und Stromstärke angeschlossen werden können. Zwischen dem Fahrzeug und der Wallbox besteht während des Ladevorgangs ein einfacher Datenaustausch bzgl. der betrieblichen Zustände, um zusätzliche Sicherheit zu gewährleisten. Weiterhin ist auch eine intelligente Steuerung der Ladevorgänge (z. B. über App) sowie ein Lademanagement für mehrere Wallboxen an einem Standort möglich.

Ladesäulen sind aufgrund ihrer Bauweise wetterfest und können damit offen und an öffentlich zugänglichen Orten errichtet werden. Mit der geeigneten Hardware und Vernetzung ist die Möglichkeit zum Verkauf von Ladestrom gegeben. Durch den Anschluss an Mittelspannungsleitungen sind besonders hohe Ladeleistungen von bis zu 350 kW möglich. Innerhalb weniger Minuten lässt sich somit der Energiebedarf für mehrere Hundert Kilometer Reichweite decken. An vielen Schnellladesäulen (DC, HPC) sind Ladevorgänge sowohl über das CCS- als auch CHAdeMO-System möglich (s. u.).



2.4 Steckertypen für das E-Auto

Für die Verbindung zwischen Stromquelle und Autobatterie gibt es verschiedene Arten von Steckern und Hardware. Im Folgenden werden die in Europa am häufigsten genutzten Steckerformen vorgestellt.

Der speziell für E-Autos entwickelte Typ-2-Stecker als Teil des kombinierten Ladesystems (Combined Charging System, CCS) wurde von der EU als Standard festgelegt. Die Form des Steckers ist so gestaltet, dass dieser intuitiv richtig in die entsprechende Typ-2-Steckdose eingesteckt wird. Die Belegung besteht aus insgesamt sieben Kontakten für Kommunikation und Stromleitung. Hierdurch ermöglicht diese Steckerverbindung nicht nur das Laden mit einer Leistung von bis zu 22 kW, sondern auch eine einfache Art von Ladungssteuerung zwischen Stromquelle und Autobatterie.

Das US-Unternehmen Tesla hat für die eigenen Fahrzeuge im europäischen Markt den Typ-2-Anschluss übernommen, seine E-Autos lassen sich grundsätzlich mit Typ-2 laden. Allerdings sind die Stecker an den Ladesäulen des Herstellers so gestaltet, dass dort ausschließlich Tesla-Fahrzeuge aufgeladen werden können. Gleichzeitig deuten erste Projekte darauf hin, dass auch die Ladesäulen von Tesla in naher Zukunft für Fahrzeuge anderer Hersteller freigeschaltet werden könnten.

Der „Combo 2“-Stecker ist eine Erweiterung des Typ-2-Steckers, um Ladungen mittels Gleichstroms (DC) im höheren

Ladeleistungsbereich (bis zu 350 kW) realisieren zu können. In Konkurrenz hierzu gibt es von japanischen Herstellern den Steckertyp CHAdeMO mit einer abweichenden Anordnung und Anzahl von Kontakten.

2.5 Lastmanagement und Ladealgorithmus

Neben den Sicherheitsmerkmalen der Ladeeinrichtungen selbst ist auch die Kontrolle über die Lastspitzen bei mehreren gleichzeitigen Ladevorgängen im gesamten Gebäude bzw. am Netzanschluss wichtig. Das Lastmanagement in Form einer Leistungsbegrenzung erfüllt diese Aufgabe. Dabei kann eine Gesamtleistung für die Ladeinfrastruktur entweder **statisch** eingestellt oder **dynamisch** ermittelt werden. So wird die Nutzung anderer elektrischer Verbraucher am gleichen Anschlusspunkt nicht beeinträchtigt. Mithilfe des **dynamischen Lademanagements** können E-Autos durch das laufende Anpassen der möglichen Ladeströme an den aktuellen Stromverbrauch im Gebäude insbesondere in der Nacht deutlich mehr Energie pro Stunde beziehen als tagsüber, da zeitgleich weniger andere Geräte genutzt werden.

Sowohl beim statischen als auch beim dynamischen Lastmanagement erfolgt die Verteilung der verfügbaren Leistung an die Ladestationen durch einen **Ladealgorithmus**, der nach verschiedenen Prinzipien programmiert werden kann. Die am Markt verfügbaren Lösungen verwenden in der Regel das Prinzip des **gleichverteilten Ladens** oder das **First-come-first-serve-Prinzip**.

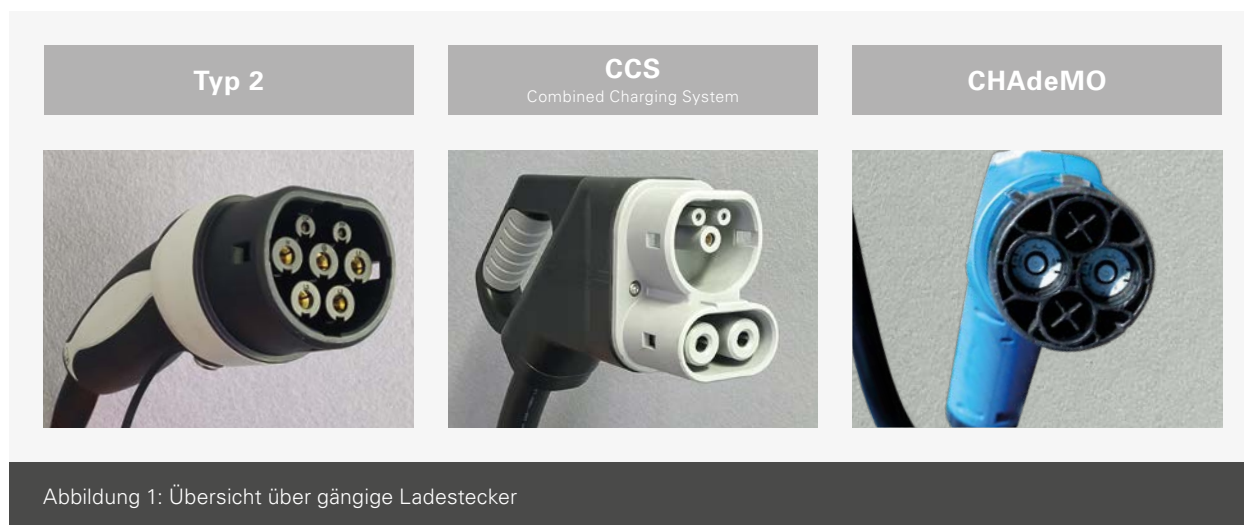


Abbildung 1: Übersicht über gängige Ladestecker

Quelle: e-mobil BW/Laura Habmann,
e-mobil BW/Anatolij Kasnatscheew,
Kevin McGovern/shutterstock

Beim **gleichverteilten Laden** erfolgt die Aufteilung der Ladeleistung zwischen den aktiven Ladevorgängen gleichmäßig. Vorteilhaft ist, dass dabei keine Daten der Ladevorgänge erhoben und in das Lademanagement integriert werden müssen. Nachteilig ist jedoch, dass Fahrzeuge mit einer kurzen Standzeit nur wenig Ladeenergie erhalten, wenn aufgrund gleichzeitig laufender Ladevorgänge die einzelne Ladeleistung reduziert ist.

Wenn der Algorithmus nach dem **First-come-first-serve-Prinzip** agiert, wird die Ladeleistung nach den Startzeiten der Ladevorgänge verteilt. Dabei erhält der erste Ladevorgang die maximal mögliche Ladeleistung. Ab einer kritischen Anzahl von gleichzeitigen Ladevorgängen erhalten später gestartete Ladevorgänge entweder eine verringerte oder im Extremfall gar keine Ladeleistung. Erst wenn das Lastmanagement freie Kapazitäten feststellt, verteilt es diese auf die zuvor gedroselten Ladepunkte. Für diese Strategie muss man die Startzeiten der Ladevorgänge in das Lademanagement integrieren. Im Gegensatz zum gleichverteilten Laden bedeutet dies einen zusätzlichen Aufwand.

Das **priorisierte Laden** (oder auch **VIP-Laden**) stellt eine Erweiterung der beiden zuvor geschilderten Prinzipien dar. Ein Ladevorgang kann dabei **vorrangig** mit Leistung versorgt werden. Sollte die Leistung am Netzanschluss während des Ladevorgangs eines priorisierten Nutzers überschritten werden, erfolgt durch das Lademanagement eine Reduktion der Leistungen aller anderen Ladevorgänge. Hierfür muss die Definition der bevorzugten Nutzenden Teil des Registrierungsprozesses sein. Mit dieser Erweiterung kann man für eine bestimmte Nutzergruppe auch bei kurzen Standzeiten hohe Ladeleistungen sicherstellen. Ein Nachteil ist jedoch die Einschränkung, dass diese Gruppe eine kritische Größe nicht überschreiten darf, da ansonsten die Verteilung der Ladeleistung wieder wie bei einer der oben genannten Strategien erfolgt. Zudem ist die Prioritätseinstufung in der Regel fest. Dies kann dazu führen, dass die verfügbare Ladeleistung sich nur auf die priorisierten Ladevorgänge verteilt. Andere Ladevorgänge mit unter Umständen kurzen Standzeiten werden dann nur ungenügend bedient.

Die Verteilung der Ladeleistung kann mit weiteren Daten, wie den Abfahrtszeitpunkten und den Ladezuständen der Fahrzeuge, optimiert werden. Die am Markt verfügbaren Lösungen leisten das aktuell noch nicht, da auch die Fahrzeuge diese Daten nicht automatisch übermitteln und deren Erhebung auf andere Weise sehr aufwendig ist.

2.6 Netzanschluss

Wenn ein neuer Ladepunkt (auch ein öffentlich zugänglicher) installiert wird, muss dies an den zuständigen Netzbetreiber gemeldet werden. Eine Genehmigung von diesem muss zuvor eingeholt werden, wenn die erwartete Leistung der Ladeeinrichtung 12 kW (genauer: 12 Kilovoltampere [kVA] Scheinleistung) übersteigt. Bei Bedarf (wenn z. B. das Lastmanagement nicht ausreicht) kann die Anschlussleistung eines Hausanschlusses gegen Entgelt erhöht werden. Auch hier ist der regionale Netzbetreiber bzw. das bei ihm eingetragene Elektroinstallationsunternehmen der relevante Ansprechpartner. Wer der zuständige Netzbetreiber vor Ort ist, ist der Stromrechnung zu entnehmen – oder auch der Internetseite [Stromausfall.de](https://stromausfall.de) nach Eingabe der eigenen Postleitzahl. Auskünfte geben ebenfalls die bei den Netzbetreibern eingetragenen Elektroinstallationsunternehmen.

2.7 Reform des Mietverhältnisses (BGB) und des Wohnungseigentumsgesetzes (WEG)

Aus rechtlicher Sicht ist es seit Dezember 2020 für Mieter:innen und Wohnungseigentümer:innen einfacher geworden, Wallboxen einschließlich vorgelagerter Infrastruktur am entsprechend zugewiesenen Parkplatz installieren zu lassen. War man bei „baulichen Veränderungen“ in der Vergangenheit auf 100 % der Stimmen der Gemeinschaft angewiesen, ermöglicht nun das von der Bundesregierung verabschiedete **Wohnungseigentumsmodernisierungsgesetz (WEMoG)**, dass der Einbau der Wallboxen von Vermieter:innen bzw. von der Gemeinschaft der Wohnungseigentümer:innen **verlangt** werden kann.

Mietverhältnis (BGB)

Mieter:innen können von ihren Vermieter:innen gem. dem Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) verlangen, eine Lademöglichkeit am bereits zugewiesenen Stellplatz zu installieren (§ 554 BGB). Der Aufbau hat daraufhin auf Kosten der Mietperson zu erfolgen. Der Anspruch kann in sehr wenigen Fällen wegen Unzumutbarkeit nicht erfüllt werden, wie z. B. aufgrund von Statik oder Denkmalschutz.

Die **Eigentümer:innen** von Immobilien können auch unabhängig von den Ansprüchen der Mieter:innen entscheiden, Ladelösungen aufzustellen. Dies entspricht einer **Modernisierungsmaßnahme**, da durch diese der „Gebrauchswert der Mietsache nachhaltig erhöht wird“ (§ 555b, Nr. 4 BGB). Damit ist auch eine Erhöhung der Miete möglich.

Gemeinschaft der Wohnungseigentümer:innen (WEG)

Wenige Parteien: Auch innerhalb der Gemeinschaft von Wohnungseigentümer:innen haben Mitglieder Anspruch auf eine Lademöglichkeit am bereits vorhandenen und zugewiesenen Parkplatz: „Jeder Wohnungseigentümer kann angemessene bauliche Veränderungen verlangen, die [...] dem Laden elektrisch betriebener Fahrzeuge [...] dienen“ (§ 20, Abs. 2 WEG). Das an der Ladeinfrastruktur interessierte Mitglied trägt die entstehenden Kosten der baulichen Veränderung. Kommen später aus der Gemeinschaft weitere Mitglieder dazu, die ebenfalls eine Wallbox installieren möchten, so gilt es, die Investitionskosten der relevanten vorgelagerten Infrastruktur (Netzanschluss, Wanddurchbrüche, Kabelverlegung etc.) mit dem „Pionier“ zu teilen (§ 21, Abs. 4 WEG).

Mehrheitsentscheidung: Die Entscheidung für eine bauliche Veränderung kann von der gesamten Gemeinschaft getragen – nicht verlangt – werden (§ 20, Abs. 1 WEG). Hierfür muss sich eine einfache Mehrheit bei der Versammlung finden (§ 25, Abs. 1 WEG). Die Kosten tragen diejenigen Parteien der Gemeinschaft, die für die bauliche Veränderung gestimmt haben (§ 21, Abs. 3 WEG). Alternativ kann die gesamte Gemeinschaft diese Kosten übernehmen, sofern sie mit „mehr als zwei Dritteln der abgegebenen Stimmen und der Hälfte aller Miteigentumsanteile“ dafür gestimmt hat oder „deren Kosten sich innerhalb eines angemessenen Zeitraums amortisieren“ (§ 21, Abs. 2 WEG).

Es seien hier weitere grundsätzliche Hinweise genannt, die es bei der Planung und Installation zu berücksichtigen gilt. Detaillierte Ausführungen finden sich in eigenen Leitfäden und Projektberichten (s. Anhang).

- Insb. hinsichtlich der Kosten gilt es, eine detaillierte Dokumentation zu führen und gegenüber allen Beteiligten Transparenz zu wahren. So kann der nachträgliche Einbau von Wallboxen durch weitere Wohnungseigentümer:innen leichter organisiert und finanziell geklärt werden.
- Mit Blick auf die Höhe der Netzanschlussleistung sollte vorausschauend geplant werden. Hierbei gilt es, die maximal mögliche Anzahl an Wallboxen und die damit verbundene theoretische Gesamtleistung mit dem Gleichzeitigkeitsfaktor abzuwägen (s. Leitfaden des ZVEI, ZVEH, VDA, GdW). Eine frühzeitige Kontaktaufnahme mit dem Netzbetreiber wird empfohlen.
- Weiterhin können die Kosten einer Netzanschlusserweiterung zumeist eingespart werden, indem eine Lastmanage-

ment-Software die Ladevorgänge überwacht und steuert.

- Der Datenaustausch zwischen den Wallboxen und den Steuergeräten sollte auf einem gemeinsamen Kommunikationsstandard basieren. Häufig ist dies der Fall, wenn die Wallboxen von demselben Hersteller stammen. Auf diese Weise kann das Lastmanagement sämtliche Ladevorgänge vollständig und ohne Hindernisse kontrollieren.

2.8 Elektrofahrräder

Elektrofahrräder gehören zum derzeitigen Bild des Straßenverkehrs dazu. Sie unterscheiden sich je nach Ausstattung voneinander: Die Bezeichnung **E-Bike** wird oft als Synonym für alle elektrischen Fahrräder genutzt, dabei wird ein E-Bike laut Gesetz – durch die Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) – als Kraftfahrzeug und nicht als Fahrrad eingestuft. Da der Elektromotor eines E-Bikes unabhängig von der Trittleistung auf bis zu 45 km/h beschleunigt, gelten für das E-Bike gewisse Auflagen, zum Beispiel eine Helmpflicht und ein Mindestalter von 16 Jahren. Auch die Nutzung mancher Radwege innerorts ist eingeschränkt.

Die meisten Fahrräder mit elektrischer Unterstützung im Straßenverkehr sind aber **Pedelecs**. Als Pedelec gelten Elektrofahrräder, wenn der eingebaute Elektromotor die Muskelkraft beim Pedaltreten unterstützt und beim Erreichen von 25 km/h automatisch abschaltet. Somit werden Pedelecs laut StVO als Fahrrad und nicht als Kraftfahrzeug definiert. Deshalb müssen zur Nutzung von Pedelecs auch keine besonderen Auflagen erfüllt werden – eine Ausnahme bildet das **S-Pedelec** (Speed-Pedelec), das bis zu 45 km/h erreichen kann und für das dieselben Nutzungsaufgaben wie für ein E-Bike gelten. Eine besondere Form des Pedelecs ist das Lastenpedelec, das über eine Ladefläche verfügt. Es gibt hierbei verschiedene Ausführungen, bspw. mit Ladefläche vorne oder hinten, mit zwei oder drei Rädern, eingebauten Sitzen und Sicherheitsgurten für Kinder, geschlossenen Transportboxen und anderen auf den Einsatzzweck abgestimmten Alternativen.

Wo und wie lade ich mein Elektrofahrrad?

Für das **Laden von Fahrrädern mit elektrischer Unterstützung** reicht eine normale Haushaltssteckdose (Schuko-Steckdose) aus. Je nachdem, wie der Akku im Fahrrad verbaut ist, kann dieser abgenommen und getrennt vom Elektrofahrrad geladen werden.

Je nach verbautem **Akku-Typ** unterscheidet sich auch das Laden. Akkus, die für Teilladungen geeignet sind (z. B. Nickelmetallhydrid-, Lithium-Ionen- und Lithium-Polymer-Akkus), sollten immer wieder zwischendurch aufgeladen werden (optimaler Ladezustand zwischen 30 und 60 %). Dabei sollte immer das zugehörige Original-Ladekabel genutzt werden. Generell ist der Akku im Trockenen, bei nicht direkter Sonneneinstrahlung und im zugelassenen Außen- bzw. Raumtemperaturbereich (meist 0 bis 40 Grad Celsius) sowie nicht in der Nähe von brennbaren Materialien zu laden. Zudem ist ein abnehmbarer Akku sicher aufzubewahren, z. B. in einer feuerfesten Box oder Tasche, sofern er nicht gerade genutzt oder geladen wird.

Besonders im Pendelverkehr sowie in der Freizeit ist ein Elektrofahrrad eine gute Alternative zum PKW, da mit einem Elektrofahrrad längere Strecken deutlich komfortabler als mit einem Fahrrad ohne elektrische Unterstützung zurückgelegt werden können. Entsprechend dieser Entwicklung ist auch die **verfügbare Ladeinfrastruktur**, bspw. im öffentlichen Raum oder beim Arbeitgeber, auszubauen.

2.9 Öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur

Die meisten Ladevorgänge finden im privaten Umfeld statt, also zu Hause oder am Arbeitsplatz. Formelle bzw. separate Abrechnungen des Fahrstroms sind in diesen Fällen nicht notwendig – im Unterschied zu öffentlich zugänglichen Ladepunkten. Im letzteren Fall ist es wichtig, über die Ladesäulenverordnung, die Art der Abrechnungen, die spezielle Marktstruktur der Anbieter von Lademöglichkeiten und das Eichrecht im Bilde zu sein.

2.9.1 Ladesäulenverordnung

Die aktuelle Ladesäulenverordnung (LSV, in Kraft seit Juni 2017) gibt den rechtlichen Rahmen in Bezug auf die Technik und die Benutzung öffentlich zugänglicher Ladepunkte vor. So wird festgelegt, welche Steckertypen bei welcher Stromart anzuwenden sind – nämlich Typ 2 bei Wechselstrom und CCS bei Gleichstrom (s. o.). Weiterhin wird das punktuelle Laden (s. u.) in dieser Verordnung geregelt, außerdem die Anzeigepflicht eines jeden neuen und öffentlich zugänglichen Ladepunkts über 3,7 kW gegenüber der Bundesnetzagentur.

Das Laden eines E-Fahrzeugs mit einer Leistung von bis zu 22 kW wird nach der Ladesäulenverordnung als Normalladen bezeichnet. Bei höheren Ladeleistungen wird gem. LSV von

Schnellladen gesprochen. Die Ladeart (Wechsel- oder Gleichstrom) ist bei dieser Bestimmung irrelevant. Insbesondere die Definition des öffentlich zugänglichen Ladepunkts wird in der Ladesäulenverordnung festgehalten: Damit ist jede Lademöglichkeit gemeint, deren jeweiliger Standort „tatsächlich befahren werden kann“, und zwar „im öffentlichen Straßenraum oder auf privatem Grund“ (LSV § 2, Abs. 9). Der Charakter der öffentlichen Zugänglichkeit liegt vor, sofern der Kreis der berechtigten Fahrer:innen unbestimmt oder nur nach allgemeinen Merkmalen bestimmbar ist.

Ein Ladepunkt einschl. Parkplatz ist nicht mehr öffentlich zugänglich, wenn der Parkplatz z. B. nur für elektrische Taxen oder Carsharing-Fahrzeuge vorgesehen und als solcher markiert ist. Weiterhin liegt die Exklusivität eines Ladepunkts vor, wenn aus einer deutlichen Beschilderung o. ä. hervorgeht, dass dort nur bestimmte Personen (z. B. Ärzt:innen), Gruppen (Firmenangehörige) oder Fahrer:innen eines Autos mit einem genannten amtlichen Kennzeichen parken dürfen. Die Personengruppe „Kundschaft“ ist hingegen nicht bestimmt genug, da jede Person ohne Weiteres diese Rolle annehmen kann.

2.9.2 Laden – spontan (Ad-hoc-Laden, punktuell) und im Dauerschuldverhältnis

Die Möglichkeit zum **spontanen Bezug von Ladestrom** – wie auch an den heutigen Kraftstofftankstellen – an einem öffentlich zugänglichen Ladepunkt ist gesetzlich vorgeschrieben. Der Betreiber einer Ladesäule erfüllt diese Vorgabe, indem er mindestens eine mögliche Lösung zum direkten Bezahlen anbietet, wie z. B. Kreditkarte, Smartphone-App oder Bargeld. Auch eine kostenlose Bereitstellung von Ladestrom ist möglich.

Das Laden eines E-Autos kann auch im Rahmen eines **Vertragsverhältnisses** als Monatsabonnement o. ä. zwischen zwischen dem Anbieter von Ladestrom und den E-Auto-Fahrer:innen erfolgen. Ob spontan oder im Abo: Die **Tarife** müssen gemäß der Preisangabenverordnung stets **nach der Mengeneinheit kWh ausgerichtet** sein. Zusätzliche Bestandteile im Tarif wie Fix- oder Zeitgebühr sind erlaubt. Verboten sind alleinige Preise pro Ladevorgang (Session Fee) oder Abrechnung nach Zeit, da bei jedem Ladevorgang abhängig vom Fahrzeug eine unterschiedliche Ladeleistung erzielt werden kann. Dies würde zu unterschiedlichen Beträgen an bezogenen kWh führen, was einer Diskriminierung gleichkommt. Monatsflat-Tarife sind wiederum erlaubt, da hier eine Transparenz bzgl. der potenziell beziehbaren kWh sowie eine Vergleichbarkeit mit

anderen Flat-Tarifen vorliegt. Tages- oder Wochenflat-Tarife sind nicht zulässig.

2.9.3 Marktstruktur

Im Markt für den Strom zum Laden von E-Autos haben sich auf der Angebotsseite drei verschiedene Rollen etabliert, die von den mittlerweile zahlreichen Akteuren getragen werden.

- **Ladesäulenbetreiber** (oder Charge Point Operator, CPO): Der Ladesäulenbetreiber ist für Installation, Betrieb und Wartung einer Ladesäule zuständig sowie für die Bereitstellung der Energie zum E-Auto. Je nach Geschäftsmodell kann ihm die Ladesäule auch gehören. Eine öffentlich zugängliche Ladesäule muss vom Betreiber an ein **Backend** angeschlossen werden. Das Backend als Schnittstelle zwischen der Ladeinfrastruktur und den weiteren Akteuren ist ein Gesamtnetzwerk, das den Zugriff, den Ladevorgang und die Abrechnung für die Kund:innen ermöglicht. Der Betreiber kann Verträge direkt mit der Kundschaft schließen, um Ladestrom über seine Geräte verkaufen zu können. Externer Verkauf an weitere Kund:innen kann über einen Mobilitätsdienstleister erfolgen, s. u.
- **Mobilitätsdienstleister** (oder E-Mobility Service Provider, EMP, MSP): Der Mobilitätsdienstleister kommuniziert direkt mit den Kund:innen. Über Apps oder ähnliche Schnittstellen stellt er Informationen zu verfügbaren Ladepunkten bereit, wie z. B. Ort, Belegungsstatus, mögliche Ladeleistung und Tarif. Die Aktivierung des Ladevorgangs wird vom EMP über App, Chipkarten oder andere Lösungen ermöglicht. Zuletzt wird vom Dienstleister der Ladevorgang abgerechnet. Mit dem Ladesäulenbetreiber vereinbart der Dienstleister einen Einkaufspreis für Strom und verkauft diesen an die E-Auto-Fahrer:innen weiter.
- **Roamingplattform**: Kund:innen eines bestimmten Mobilitätsdienstleisters haben zunächst nur auf Ladesäulen Zugriff, mit deren Betreibern zuvor eine Kooperation beschlossen wurde. Weitere Netzwerke stehen den E-Auto-Fahrer:innen nicht zur Verfügung, solange nicht ein eigener Vertrag mit den jeweiligen EMPs geschlossen wurde oder die EMPs und CPOs nicht untereinander eine Kooperation vereinbaren. Um den Akteuren die zahlreichen individuellen Vereinbarungen zu ersparen, bietet eine Roamingplattform den Betreibern und Dienstleistern eine zentrale Vernetzung an. Diesem Prinzip folgend wird das Roaming ermöglicht – die Kundschaft bekommt Strom für ihre E-Fahrzeuge an vielen weiteren Ladepunkten, wenn

auch zumeist gegen einen preislichen Aufschlag, da die Plattform für die Vermittlung eine Gebühr verlangen kann.

2.9.4 Eichrechtskonformität

Das Mess- und Eichrecht gilt immer dann, wenn messbare Güter oder Dienstleistungen, also auch Ladestrom für E-Autos, abgerechnet werden. Es ist dabei irrelevant, ob der Kaufvorgang im öffentlich zugänglichen Raum, auf einem Privatgelände oder zwischen Mobilitätsdienstleister und Geschäfts- oder Privatkund:innen erfolgt. Die eichrechtlichen Vorgaben bzgl. eines Ladevorgangs nehmen Bezug auf die Messung, auf die Datenspeicherung und -übertragung sowie auf die Überprüfung einer Abrechnung.

- Die **Messung** bezogener Kilowattstunden muss über ein Gerät erfolgen, das mit der EU-Richtlinie MID (2014/32/EU) konform ist.
- Für die direkt nach dem Ladevorgang erzeugten Daten (kWh-Menge, Ladebeginn und -ende, Kunden-ID etc.) gibt es **speziell in Deutschland** gesonderte Vorgaben des Eichrechts. Zum Zweck des Schutzes vor Manipulation müssen die Daten signiert sein. Zusätzlich müssen die Informationen über den Ladevorgang für drei Jahre ab Rechnungsstellung lokal oder extern gespeichert sein.
- Erhalten Kund:innen die Abrechnung über einen abgeschlossenen Ladevorgang, so müssen sie nach dem Eichrecht in Deutschland die Möglichkeit haben, die angegebenen Daten überprüfen zu können (§ 33, Abs. 3 MessEG). Möglich ist dies aktuell über zwei von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) zertifizierte Wege:
 - Ein Hersteller bietet seine Ladesäulen mit einer Bedienanzeige an, auf der die Ladevorgänge des jeweiligen Ladepunkts individuell abgerufen und nachvollzogen werden können.
 - Die mobile Lösung bietet andererseits eine Transparenzsoftware, die von einem Herstellerverbund gemeinsam finanziert und entwickelt wurde. Die Anwendung und Überprüfung soll folgendermaßen ablaufen: In das installierte PC-Programm werden die Signaturdaten des Mobilitätsdienstleisters und der Public Key der jeweiligen Ladesäule zur automatischen Überprüfung eingegeben. Im Anschluss gibt die Transparenzsoftware Rückmeldung, ob eine Integrität der Abrechnungsdaten vorliegt. Weitere ausgegebene Daten können dem Abgleich mit den Informationen auf der Rechnung dienen.

03

Checkliste: Was muss beim Aufbau von Ladeinfrastruktur beachtet werden?

1) Zielgruppen der Ladeinfrastruktur

Für welche Nutzergruppen soll die Ladeinfrastruktur zu welchen Uhrzeiten zugänglich sein?

Nutzergruppen können bspw. Anwohner:innen oder Mitarbeiter:innen sein. Es ist denkbar, die Ladeinfrastruktur tagsüber nur für Mitarbeiter:innen und nachts für Anwohner:innen freizugeben. Öffentlich zugänglich müssen die Ladepunkte dann nicht sein. Bei Verkauf von Ladestrom an die Anwohner:innen muss die Eichrechtskonformität der Ladepunkte jedoch vorliegen.

Wie schnell soll geladen werden?

Relevant sind hierbei die Standzeit der Fahrzeuge am Ladepunkt, der tägliche Bedarf an zurückzulegenden Strecken sowie der Ladestand der Fahrzeuge bei Ankunft.

Sollen sich die Nutzenden der Ladeinfrastruktur vor der Nutzung identifizieren (bspw. mit Schlüsselchips oder Ladekarten)?

Sofern es wichtig ist, den Ladestromverbrauch einzelnen Fahrzeugen bzw. Nutzenden zuordnen zu können, ist eine Software zu empfehlen, die die einzelnen Ladevorgänge detailliert dokumentiert.

Müssen die Nutzenden geschult werden?

Dies ist eventuell im Zuge des Arbeitsschutzes notwendig. Generell ist eine Schulung für die Umstellung auf die Nutzung eines Elektroantriebs sinnvoll.

2) Einsatzzweck der Ladeinfrastruktur

Wie viele Ladepunkte werden benötigt?

Einhergehend mit der Frage nach der Ladeleistung ist an dieser Stelle entscheidend, wie viele E-Autos gleichzeitig geladen werden sollen. Mit steigender Ladeleistung werden zwar weniger Ladepunkte gebraucht, jedoch müssen dann die Fahrzeuge umgeparkt werden.

Sollen nur Flottenfahrzeuge/Firmenfahrzeuge geladen werden oder auch private Elektrofahrzeuge?

Der entstehende geldwerte Vorteil beim kostenlosen Laden eines privaten E-Autos beim Arbeitgeber wird nicht besteuert und damit vom Staat gefördert. Dies sorgt für Mitarbeiterzufriedenheit. Auch für diesen Fall wird eine Software zur Dokumentation von Ladevorgängen empfohlen.

3) Eignung der Flächen zur Installation der Ladeinfrastruktur

Gehört mir die Fläche selbst oder jemand anderem?

Hier bitte mit den Eigentümer:innen der Fläche abklären, ob die Ladeinfrastruktur aufgebaut werden darf.

Ist die Fläche durchgängig zugänglich oder wird sie bspw. nachts abgeschlossen?

Solange keine gesonderte Beschilderung bzw. Kennzeichnung für einen gesonderten Nutzungskreis vorliegt, sind die Ladepunkte auf dieser Fläche öffentlich zugänglich und müssen den Anforderungen der Ladesäulenverordnung (insb. Ad-hoc-Laden) entsprechen. Wird die Fläche mit LSV-konformen Ladepunkten nachts abgeschlossen, sollte dies deutlich gekennzeichnet werden.

Wenn ich in einer WEG Ladeinfrastruktur aufbauen möchte, wen muss ich einbinden?

Hier muss die aktuelle Gesetzeslage geprüft werden, wobei zumindest alle Eigentümer:innen im Rahmen einer Gesellschafterversammlung einzubinden sind. Je nachdem, wie viele Ladepunkte aufgebaut werden sollen, wird eventuell ein Last- und Lademanagement notwendig, was die Koordination der Wallbox-Besitzer:innen untereinander erfordert. Wenn der Netzanschluss erweitert werden muss, ist der Netzbetreiber einzubinden. Weitere Details finden sich in Kap. 2.7.

4) Wichtige zusätzliche Fragestellungen

Gibt es Fördermöglichkeiten (z.B. LINOx BW), die ich für den Aufbau von Ladeinfrastruktur in Anspruch nehmen kann?

Eine Auswahl aktueller Fördermöglichkeiten finden Sie auf der Homepage der e-mobil BW.

Soll die Ladeinfrastruktur selbst betrieben werden?

Wenn nein, Betreiber auswählen und klären, welche Dienstleistungen enthalten sind (bspw. Installation, Wartung, Abrechnung, ob man Zugang zu Stromdaten bekommt).

Reicht der Netzanschluss und brauche ich evtl. Lastmanagement?

Je nachdem, ob die Ladeinfrastruktur selbst betrieben werden soll, muss die Kapazität des Netzanschlusses sowie die Notwendigkeit eines Last- bzw. Lademanagements selbst oder mithilfe des Betreibers geprüft werden. Nähere Informationen hierzu finden Sie in den Abschnitten 2.5 und 2.6 dieses Leitfadens (S. 10 und 11).

Wer kümmert sich innerhalb des Unternehmens/der Kommune/der WEG um Aufbau und Betrieb der Ladeinfrastruktur?

Je nach Größe des Vorhabens kann eine Aufteilung der Arbeitslasten sinnvoll sein.

Soll Öffentlichkeitsarbeit betrieben/Werbung gemacht werden, um das Angebot bekannter zu machen?

Dies kann sich lohnen, um weitere Nutzende zu gewinnen. Im Falle der Nutzung ausschließlich durch Mitarbeitende kann aus Imagegründen Öffentlichkeitsarbeit betrieben werden.

Lieferzeiten und Auftragssituation

Stand Mai 2022 ist die Auftragssituation bei Elektrofachbetrieben sehr angespannt. Aus Gesprächen mit Letztzuwendungsempfängern geht hervor, dass Wartezeiten von mehreren Monaten auf einen Termin zum Anschluss der Ladeinfrastruktur einzuplanen sind, bei Tiefbauarbeiten können diese sich weiter verlängern. Bei einer Erweiterung des Netzanschlusses muss der Stromnetzbetreiber einbezogen werden, auch hier kann es zu Wartezeiten kommen, sodass eine frühzeitige Anfrage anzuraten ist.

Lieferzeiten der Ladeinfrastruktur sowie der zugehörigen Fahrzeuge sind je nach Hersteller unterschiedlich und sollten frühzeitig erfragt werden.

04

Anwendungsbeispiele mit Praxisfällen

4.1 Ambulanter Pflegedienst

Update 2022:

Diakonie- und Sozialstation

Ludwigsburg GmbH

Zahlen und Fakten

- 18 beantragte Ladepunkte insgesamt
- Davon drei Ladesäulen und sechs Wallboxen mit jeweils zwei Ladepunkten
- Sieben Ladeinfrastruktur-Standorte in Ludwigsburg
- Alle Ladepunkte mit 11 kW Ladeleistung
- Alle Ladepunkte verwenden Wechselstrom (AC)

Zielgruppe

Die Ladeinfrastruktur ist ausschließlich für Mitarbeitende des Pflegedienstes zugänglich und somit privat. Die Identifikation der Nutzer:innen an der Ladeinfrastruktur erfolgt über Ladekarten. Alle Mitarbeitenden wurden im Umgang mit der Ladeinfrastruktur geschult.

Einsatzzweck

Die Ladeinfrastruktur wird bislang ausschließlich zum Aufladen der Flottenfahrzeuge (also der firmeneigenen Fahrzeuge) genutzt.

Fläche

Die ausschließlich privat genutzte Ladeinfrastruktur wurde auf verschiedenen Flächen in Tiefgaragen und an Hauswänden als Wallbox sowie freistehend als Ladesäule an sieben Standorten installiert. Dabei spielten unterschiedliche Eigentumsverhältnisse eine Rolle, die beachtet werden mussten. Eine besondere Herausforderung stellte die Installation in einer Wohnungseigentümergeinschaft dar (s. Infokasten 1).

Erfahrung mit Elektromobilität

Der Pflegedienst startete bereits 2014 mit fünf E-Smarts (Akkukapazität: 17,6 kWh) in die Elektromobilität, seither kommen stetig weitere E-Autos hinzu. Aktuell sind 40 von 56 Fahrzeugen im Fuhrpark elektrisch. Da die Touren der Fahrzeuge meist zwischen 20 und 40 km lang sind und die Fahrten überwiegend innerhalb eines Stadtgebiets durchgeführt werden, reichen bereits zwei bis drei Ladevorgänge pro Woche und Fahrzeug aus.

Festlegung der Anzahl der benötigten Ladepunkte

Die Ermittlung der benötigten Ladepunkte erfolgte in Kooperation mit einem lokalen Stromanbieter, mit dem bereits vor dem Aufbau der Ladeinfrastruktur ein Rahmenvertrag zur Stromversorgung bestand. Hierzu wurden mögliche Standorte für die Ladeinfrastruktur geprüft und im Anschluss die Anzahl der benötigten Fahrzeuge festgelegt. Die Fahrprofile der Fahrzeuge im Pflegesektor sind durch die gute Planbarkeit der Routen optimal für die Umstellung auf Elektromobilität geeignet, insbesondere da es sich meist um kurze Strecken handelt. Die Elektrofahrzeuge wurden anfangs mittels Steckdosen in der eigenen Tiefgarage geladen. Aus Sicherheitsgründen erfolgte jedoch eine zeitnahe Professionalisierung der Ladeinfrastruktur. Dadurch wurde zusätzlich eine Verkürzung der Ladezeiten erreicht.

Betrieb der Ladeinfrastruktur

Der Betrieb der Ladeinfrastruktur erfolgt durch einen lokalen Stromanbieter. Die Installation, der Betrieb, die Wartung und die Abrechnung werden durch den Betreiber über einen Rahmenvertrag abgedeckt, der Pflegedienst hat aber Zugriff auf die Ladedaten. So kann jederzeit eingesehen werden, wann welche Fahrzeuge wo geladen werden. Seit der Einrichtung dieses Backends ist ein Vergleich zwischen Benzin- und Stromkosten möglich.

Betriebsintern zuständige Person für die Ladeinfrastruktur

Die Überwachung der Nutzung der Ladeinfrastruktur, die Verteilung und Reparatur der Ladekarten sowie das Fuhrparkmanagement werden von einer Person erledigt. So können die Aufgaben problemlos koordiniert werden.

Schulungen und Akzeptanz der Elektromobilität bei den Mitarbeitenden

Die Elektrofahrzeuge werden von den Mitarbeitenden sehr gut akzeptiert, oft werden sie den Verbrennern sogar vorgezogen. Alle Mitarbeitenden erhalten eine Einweisung, bevor sie die Elektrofahrzeuge nutzen können. E-Autos beschleunigen schneller als herkömmliche Fahrzeuge und sind sehr leise – im Sinne der Verkehrssicherheit wurden die Mitarbeitenden darauf besonders hingewiesen. Genauso wurde vermittelt, ab welchem Ladestand die Fahrzeuge geladen werden sollten.



Abbildung 2: Ladeeinheit mit Logo

Quelle: Angelika Herrmann

Öffentlichkeitsarbeit und Austausch

Durch Artikel in verschiedenen Zeitungen und in der Mitarbeiterzeitung der Sozialstation sowie durch die Folierung der Ladesäulen mit dem Spruch „Wir sind für Sie smart unterwegs“ wird der Aufbau der Ladeinfrastruktur beworben. Zudem erfolgte ein informeller Austausch mit den anderen Sozialstationen im Landkreis.

„Wir möchten mit unserer E-Mobilität einen Teil zu sauberer Luft in Ludwigsburg beitragen.“

Angelika Herrmann, Verwaltungsleitung und stellv. Geschäftsführung

Update aus dem Jahr 2022

Mit der verzögerten Lieferung von E-Fahrzeugen in den letzten beiden Jahren konnte der weitere Ausbau des E-Fuhrparks erst Ende 2021 erfolgen. Aktuell sind 40 von 56 Fahrzeugen im Fuhrpark elektrisch. Die eingebrachte Ladeinfrastruktur in einer Pflegestation, die bisher mit vier Ladepunkten für 13 E-Fahrzeuge ausgestattet war, musste aufgrund der Ladelogistik um zwei weitere Ladepunkte erweitert werden. Hier gab es deutliche Engpässe zu bestimmten Zeiten im Betrieb. Außerdem wurden die vorhandenen Ladekarten des Anbieters für öffentliche Ladesäulen freigeschaltet, damit Fahrzeuge ggf. unterwegs auf Pflgetour oder in der Nähe des Standorts nachgeladen werden können. Trotz geänderter gesetzlicher Grundlagen ist der Einbau von Ladeinfrastruktur im Rahmen des WEG weiterhin schwierig – Vorbehalte in Sachen Brandschutz spielen eine große Rolle.



Quelle: Angelika Herrmann

Abbildung 3: Blick über die Stadt Ludwigsburg

Wissenschaftliche Auswertung von zur Verfügung gestellten Ladedaten

Im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitforschung des Projekts LINOx BW erfolgt eine Auswertung der Ladedaten, die von der Diakonie- und Sozialstation Ludwigsburg GmbH zwecks Auswertung zur Verfügung gestellt wurden. Da die Ladeinfrastruktur zum damaligen Zeitpunkt nur für Dienstfahrzeuge freigegeben war, war für die Diakonie- und Sozialstation Ludwigsburg GmbH eine offene Frage, ob die Ladeinfrastruktur auch für Mitarbeitende freigegeben und so die Nutzung der Ladeinfrastruktur gesteigert werden könnte.

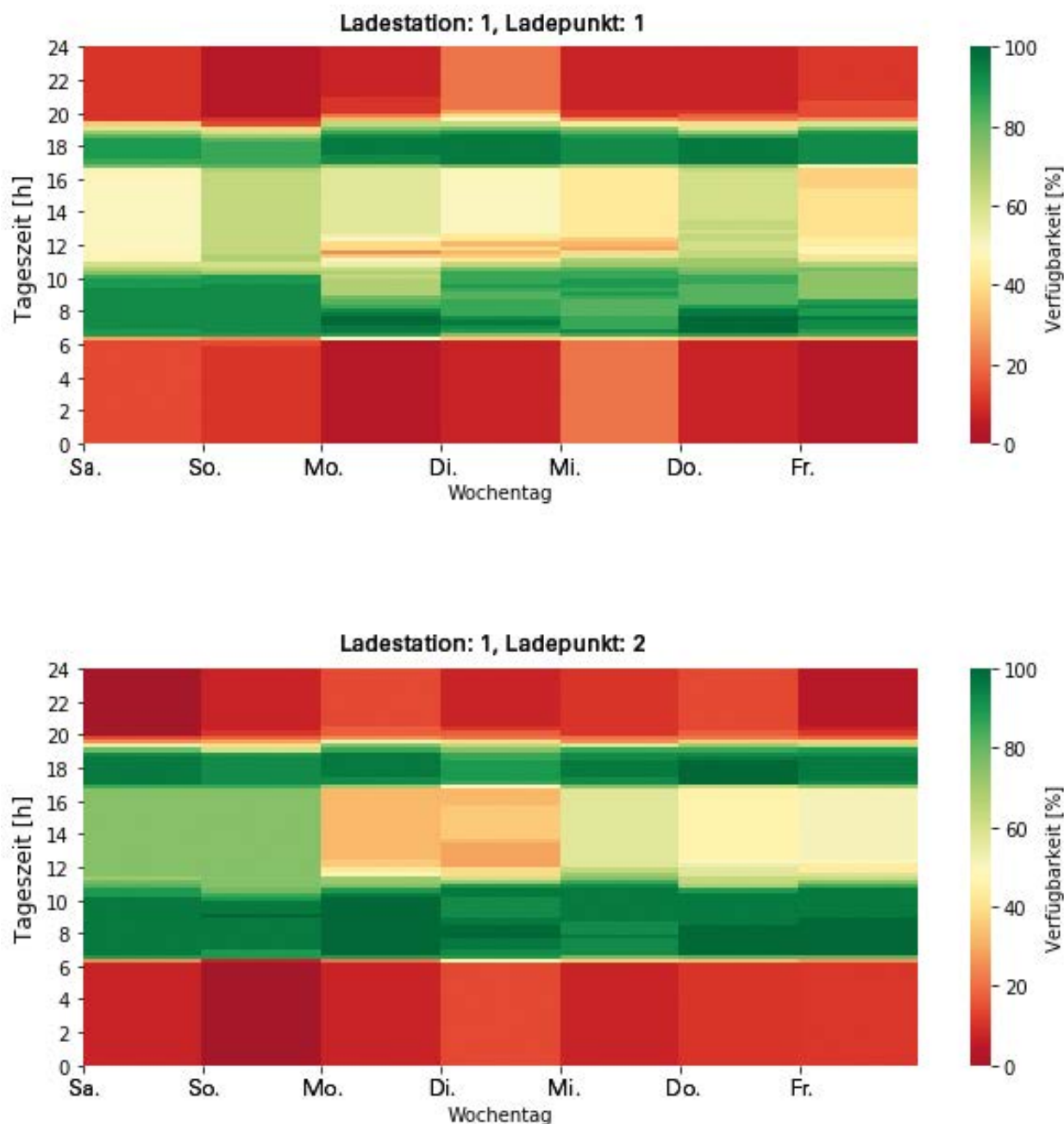
Es zeigte sich, wie in der folgenden Abbildung dargestellt, dass im Zeitraum von 7.00 bis 18.00 Uhr die Ladeinfrastruktur zu weniger als 50 % belegt ist. Eine genauere Analyse ergab zudem, dass die Energie, die in den Ladevorgängen in diesem Zeitraum geladen wurde, problemlos auch nachts geladen werden könnte.

Aufgrund dessen wurde ein einfaches Konzept entwickelt, wie das Laden von privaten Fahrzeugen bei der Diakonie- und Sozialstation Ludwigsburg GmbH ermöglicht und abgerechnet

werden könnte. Nach einer Vorstellung des Konzepts und der Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitforschung erfolgte eine Prüfung, ob und wie Mitarbeiterladen als zusätzliche Nutzung der Ladeinfrastruktur umgesetzt werden kann.

Außerdem wurden die vermiedenen Kohlendioxid-(CO₂-) sowie Stickoxid-(NO_x-)Emissionen im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen ermittelt. Die Berechnungen ergaben einen Energiebezug von 1.420 kWh/Monat an 14 untersuchten Ladepunkten. Dies entspricht 569,42 kg CO₂/Monat bei einer CO₂-Emission von 401 g/kWh des deutschen Strommixes. Dieselfahrzeuge hätten bei einer vergleichbaren Laufleistung nahezu das Doppelte emittiert (1.128,9 kg CO₂/Monat bei 159 g/km und 6 l/100 km). Aufgrund der Nutzung von erneuerbarem Strom durch einen entsprechenden Tarif konnten die CO₂-Emissionen sogar auf 0 kg CO₂/Monat reduziert werden. Ebenfalls konnten die NO_x-Emissionen auf 0 reduziert werden. Konventionelle Fahrzeuge hätten 7,1 g NO_x/Monat bei 100 mg NO_x/100 km ausgestoßen.

Verfügbarkeit der Ladesäulen



Quelle: ZSW

Abbildung 4: Wochendarstellung der Verfügbarkeit eines Ladepunkts
(grün = Ladepunkt frei, rot = Ladepunkt belegt)

4.2 Parkhaus

Parkraumgesellschaft

Baden-Württemberg mbH (PBW)

Zahlen und Fakten

- 44 beantragte Ladepunkte
- Davon 14 Ladesäulen und acht Wallboxen mit jeweils zwei Ladepunkten
- Sechs Ladeinfrastruktur-Standorte mit Förderung aus LINOx BW, insgesamt 400 Ladepunkte bis Ende 2020 an Standorten in ganz Baden-Württemberg geplant
- Ladepunkte mit 11 oder 22 kW Ladeleistung
- Die Ladepunkte verwenden Wechselstrom (AC)

Zielgruppe

Die Ladeinfrastruktur ist für Landesbedienstete sowie Dauer- und Kurzparker zugänglich. Die Identifikation der Nutzer:innen an der Ladeinfrastruktur erfolgt bei den Landesbediensteten und den Dauerparker:innen mit RFID-Ladekarten. Neu eingeführt werden soll die kontaktlose Bezahlung mit Girokarte (giro-e) direkt am Ladepunkt.

Einsatzzweck

Die Ladeinfrastruktur wird für Dienstfahrzeuge des öffentlichen Dienstes, aber auch für private Fahrzeuge genutzt.

Fläche

Die Ladeinfrastruktur wird in Parkhäusern und auf Parkplätzen aufgebaut, die vom Parkhausbetreiber betreut werden.

Erfahrung mit Elektromobilität

Der Parkhausbetreiber begann bereits vor rund zehn Jahren mit der Schaffung von Ladeinfrastruktur. Bis zum Ende des Jahres 2020 sollten 400 Ladepunkte in Betrieb sein. Die Vorteile des gebündelten Aufbaus von Ladeinfrastruktur in Parkhäusern anstatt einzelner Ladepunkte im Straßenraum werden in der Steuerbarkeit gesehen, sodass beispielsweise Ladepunkte durch die Nutzenden reserviert werden können. Die Steuerbarkeit bezieht sich aber auch auf die Möglichkeiten des Lastmanagements (s. u.).

Festlegung der Anzahl der benötigten Ladepunkte

Da die Ladepunkte an unterschiedlichen Standorten aufgebaut werden, sind auch die Methoden zur Festlegung der benötigten Anzahl verschieden. Einige Behörden fragten den Ausbau direkt an, an anderen Standorten ging der Parkhausbetreiber auf die Verantwortlichen zu. Ziel ist es, in jedem öffentlich zugänglichen Parkhaus bzw. Parkplatz des Betreibers mindestens eine Ladesäule aufzustellen.

Betrieb der Ladeinfrastruktur

Da es einen bereits bestehenden Bereich der Betriebstechnik im Unternehmen gibt, wird die Ladeinfrastruktur selbst betrieben. Zusätzlich zur Wartung der anderen technischen Einrichtungen in den Parkieranlagen (bspw. Schranken, Kassen) gehören die Installation und die Wartung der Ladepunkte ebenfalls in diesen Bereich. Rund um die Uhr ist darüber hinaus eine zentrale Leitstelle besetzt, die bei Störungen der Ladeinfrastruktur auf das Backend der Ladepunkte zugreifen, sie neu starten und Probleme beheben kann.

Lastmanagement

Ein statisches Lastmanagement zur Vermeidung einer Überlastung der jeweiligen Hausanschlüsse ist an allen Standorten vorhanden. Ein dynamisches Lastmanagement wird in Zukunft an Standorten mit einer größeren Anzahl von Ladepunkten umgesetzt. Momentan werden verschiedene Ansätze des Lastmanagements mit verschiedenen Projektpartnern erprobt. Darüber hinaus werden die Nutzenden der Ladeinfrastruktur darauf hingewiesen, die Ladepunkte zu unterschiedlichen Zeiten zu nutzen: Flottenfahrzeuge des öffentlichen Dienstes sollen eher nachts, Dauerparker und Kurzparker eher tagsüber laden. Mittelfristig soll in einem Pilotvorhaben ein System entwickelt werden, das es ermöglicht, Fahrzeuge dauerhaft am gleichen Ort zu parken, auch wenn der Ladevorgang abgeschlossen ist. Hierzu müssten komplette Parkebenen mit Ladepunkten ausgestattet werden, die miteinander verbunden sind und die Energie nachfrageorientiert verteilen. Hieraus ergibt

sich der Vorteil, dass nicht an jedem Parkplatz die volle Ladeleistung zur Verfügung gestellt werden muss. Die Verfügbarkeit freier Ladepunkte könnte somit deutlich verbessert werden und die Notwendigkeit, Fahrzeuge nach abgeschlossenem Ladevorgang umzuparken, entfielen.

Abrechnung der Ladevorgänge

Die verschiedenen Nutzergruppen können unterschiedliche Abrechnungsoptionen nutzen. Für Flottenfuhrparks stehen Flatrates zur Verfügung, die monatlich bezahlt werden. Zur Identifikation dient eine RFID-Karte. Diese Option steht auch für Dauerparker:innen zur Verfügung. An den neuen Stand-alone-Ladesäulen, die über LINOx BW gefördert werden, kann mittels giro-e eichrechtskonform abgerechnet werden. Das System ermöglicht die Bezahlung mit einer Girokarte mit Kontaktlos-Funktion.

Schulungen zur Elektromobilität

Da bereits langjährige Erfahrung mit dem Thema Ladeinfrastruktur besteht und zum jetzigen Zeitpunkt 300 Ladepunkte in Betrieb sind, waren Schulungen nicht mehr notwendig.

Öffentlichkeitsarbeit und Austausch

Aufgrund der Erfahrung, dass das öffentliche Interesse an der Schaffung einzelner Ladepunkte gering ausfällt, wurde im Zuge der Installation der neuen Ladepunkte keine spezielle Öffentlichkeitsarbeit betrieben.

„Parken und Laden gehören zusammen, denn jedes Auto, das lädt, parkt. Wir arbeiten mit Partnern an Ladelösungen für Parkplätze und Parkhäuser, die den Bedürfnissen der Dauerparker:innen, die an ihrem Arbeitsplatz oder ihrer Wohnung laden möchten, und ebenso den Bedürfnissen der klassischen Kurzparker:innen gerecht werden und einen hohen Komfort bei Bedienung und Verlässlichkeit bieten.“

Gebhard Hruby, Geschäftsführer



Quelle: Parkraumgesellschaft Baden-Württemberg mbH

Abbildung 5: Die Lademöglichkeiten bei der PBW



Quelle: Parkraumgesellschaft Baden-Württemberg mbH

Abbildung 6: Die Lademöglichkeiten bei der PBW

4.3 Bürogebäude

Update 2022:

Landratsamt Ludwigsburg

Zahlen und Fakten

- 62 beantragte Ladepunkte insgesamt
- Davon sechs Ladesäulen mit je zwei Ladepunkten und 50 Wallboxen
- Ladeinfrastruktur-Standorte an zehn zentralen Punkten im Landkreis
- Alle Ladepunkte mit 3,7 kW oder 22 kW Ladeleistung
- Alle Ladepunkte verwenden Wechselstrom (AC)

Zielgruppe

Die Ladeinfrastruktur ist ausschließlich für Mitarbeitende des Landratsamts zugänglich und somit privat. Eine Identifikation an der Ladesäule muss nicht erfolgen.

Einsatzzweck

Die Ladeinfrastruktur wird ausschließlich zum Aufladen der Dienst-Flottenfahrzeuge genutzt.

Fläche

Die Ladeinfrastruktur wurde hauptsächlich am Standort der Dienstfahrzeugflotte für die regelmäßige Ladung und in verschiedenen landkreiseigenen Gebäuden an zentralen Punkten für etwaige Nachladungen aufgebaut.

Erfahrung mit Elektromobilität

Der Anstoß zur Elektrifizierung des Fuhrparks und des Aufbaus der Ladeinfrastruktur erfolgte durch eine Förderzusage im Rahmen der Förderrichtlinie Elektromobilität des BMVI Mitte 2018. Mit Hilfe der Fördermittel konnten 30 Flottenfahrzeuge durch vollelektrische ersetzt werden. Seitdem ist es das Ziel, die etwa 45–50 Dienstfahrzeuge umfassende Flotte komplett zu elektrifizieren.

Festlegung der Anzahl der benötigten Ladepunkte

Im Vordergrund standen die tägliche Ladung der Elektrofahrzeugflotte mit geringer Ladeleistung sowie die Nachlademöglichkeit bei Dienstfahrten innerhalb des Landkreises mit Schnellladern. Alle zentralen Punkte des Landkreises sollten einen Ladepunkt bekommen, auch unter dem Aspekt, dass später Nutzfahrzeuge wie die der Straßenmeistereien elektrifiziert werden sollen.

Betrieb der Ladeinfrastruktur

Zum Betrieb der Ladepunkte am Hauptstandort, dem Landratsamt, wurde auf dem gesamten Areal eine eigenständige Strominfrastruktur mit eigenen Stromverteilern aufgebaut. Das war aufgrund des zusätzlichen elektrischen Leistungsbedarfs erforderlich. Außerdem wird damit die Trennung des Strombedarfs von Mobilität und Gebäudewirtschaft sichergestellt. Die Energieerfassung erfolgt im Rahmen des ohnehin stattfindenden Energiecontrollings. Die einzelnen Zähler werden von einem Dienstleister monatlich abgelesen und ausgewertet. Somit wird festgestellt, wie viel Strom auf die Gebäudewirtschaft und wie viel Strom auf die Mobilität entfällt. Eine Auswertung des Flottenverbrauchs wird damit ermöglicht. Die Planung und Bauleitung sowie der Betrieb der Ladeinfrastruktur liegen komplett bei der eigenen Hochbauabteilung innerhalb des Landratsamts.

Erneuerbare Energien und Elektromobilität (Sektorenkopplung)

Am zentralen Standort der Landkreisverwaltung Ludwigsburg, dem sogenannten Verwaltungscampus, wurde bereits im Hinblick auf Eigenstromversorgung und E-Mobilität ein eigenes Mittelspannungsnetz aufgebaut, dafür wurden mehrere niederspannungsseitige Anschlüsse an das öffentliche Stromnetz aufgegeben. Das hat den Vorteil, dass innerhalb dieses Areals die Eigenstromerzeugung und der Eigenverbrauch in Einklang gebracht werden können. So wird die unwirtschaftliche Rückspeisung von eigenerzeugtem Strom ins öffentliche Netz weitgehend vermieden. Neben dem Strombezug aus dem öffentlichen Netz wird aktuell bereits Eigenstrom mittels Pho-

tovoltaikanlagen (160 Kilowatt-Peak [kWp] Höchstleistung) und eines Erdgas-Blockheizkraftwerks, kurz genannt BHKW, erzeugt (50 kW). Bis zum Jahr 2025 soll die Eigenerzeugung aus Photovoltaik in mehreren Bauabschnitten auf insgesamt 900 kW-Peak Höchstleistung (kWp) ausgebaut werden. Das vorhandene Erdgas-BHKW soll gegen ein kleines Biomasse-BHKW ausgetauscht werden. Damit soll eine weitgehend autarke Selbstversorgung aus erneuerbarem Strom erreicht werden, sodass nur bei schlechter Witterung Restmengen Strom aus dem öffentlichen Netz bezogen werden müssen. Die Installation der Photovoltaikanlage wurde schon vor der Elektrifizierung des Fuhrparks beschlossen, das Projekt erhielt durch die Elektrifizierung aufgrund der Synergieeffekte zwischen Eigenstromerzeugung und Elektromobilität aber nochmals Rückenwind.

Lastmanagement

Zur Minimierung des Strombezugs aus dem öffentlichen Stromnetz und zur daraus resultierenden Verringerung der Betriebskosten wird ein statisches Lastmanagement eingesetzt. Da der Lastgang des Strombedarfs an Werktagen nur sehr wenig schwankt, wird ein einfaches, aber bewährtes System mit Zeitschaltuhren verwendet. Zwischen 7.00 und 9.00 Uhr morgens werden die einzelnen Ladepunkte abgeschaltet und geben über den Mittag keinen Ladestrom ab. Ab 13.30 Uhr werden im Halbstundentakt die Ladepunkte wieder zugeschaltet. So wird eine zusätzliche Erhöhung der Lastspitze des Strombedarfs über die Mittagszeit und somit eine zusätz-

liche Belastung der öffentlichen Stromnetze vermieden. Freitags wird ebenfalls kein Ladestrom freigegeben, dafür samstags und sonntags über die Mittagszeit, um den Strom aus der Photovoltaikanlage zum Laden der Elektrofahrzeuge nutzen zu können.

Schulungen und Akzeptanz der Elektromobilität bei den Mitarbeitenden

Vor dem zusätzlichen Ausbau der Ladeinfrastruktur an den Außenstellen im Landkreis bestanden vonseiten der Mitarbeitenden große Bedenken bezüglich der Reichweiten der Elektrofahrzeuge, obwohl die Akkukapazitäten ausreichend groß sind. Deshalb wurden an kreiseigenen Gebäuden im ganzen Landkreis Schnellademöglichkeiten geschaffen und es wurden Flyer mit Informationen zu den neuen Ladepunkten und zur Erreichbarkeit der zuständigen Ansprechpartner:innen vor Ort verteilt. Somit können im Bedarfsfall immer Nachladungen stattfinden und es wurde eine größere Akzeptanz erreicht.

„Das Areal Landratsamt Ludwigsburg soll bis 2025 klimaneutral sein. Dazu brauchen wir ganzheitliche, aber einfache und robuste Lösungen, die wir auch verstehen.“

*Klaus Mertel,
TGA-Ingenieur Landratsamt Ludwigsburg*



Abbildung 7: Verwaltungscampus

Quelle: Andreas Metz, Nachbearbeitung Peter Bühler



Quelle: Peter Bühler

Abbildung 8: Kreishaus-Fuhrpark

Update aus dem Jahr 2022

Nach einem etwa zweijährigen Betrieb der E-Fahrzeugflotte sind keine Mängel oder Störungen aufgetreten. Das Konzept, mit geringer Ladeleistung über Nacht und an den Wochenenden zu laden, hat sich bewährt. Von der Möglichkeit zum Nachladen der Fahrzeuge während Dienstfahrten oder in den umliegenden Gebäuden des Landkreises wurde nur vereinzelt Gebrauch gemacht. Die anfänglichen Bedenken und Vorbehalte gegen E-Fahrzeuge wegen geringer Reichweite haben sich zerstreut. Es hat sich sogar gezeigt, dass die Akkukapazitäten zukünftiger Fahrzeuge geringer ausfallen können.

Im Jahr 2020 wurden an den Ladepunkten am Hauptstandort des Landratsamts insgesamt 35.241 kWh Strom für E-Mobilität verbraucht; im Jahr 2021 waren es 47.109 kWh. Dem gegenüber steht eine Stromerzeugung mittels Photovoltaik von 121.245 kWh (2020) und 129.997 kWh (2021). Bei ganzheitlicher Betrachtung liegt der CO₂-Emissionsfaktor, der sogenannte „Strommix

Verwaltungscampus“ bei 0,283 t/MWh (2020) und 0,253 t/MWh (2021). Daraus ergibt sich eine CO₂-Einsparung seit Anschaffung der E-Fahrzeuge bis 31.12.2021 von rund 85 Tonnen gegenüber dem bisherigen Fuhrpark.

Grundlagen der Berechnung:

Alle CO₂-Emissionsfaktoren wurden mit Prozessvorketten in Anlehnung an das Gesamtemissions-Berechnungsmodell GEMIS 4.95 berechnet. Die jeweiligen Randbedingungen wurden nach den objektiven Gegebenheiten vor Ort ausgewählt. Das Landratsamt Ludwigsburg bezieht seit 2013 zertifizierten Ökostrom mit einem verbrieften CO₂-Ausstoß von 0 g/kWh. Dieser wurde jedoch wegen fehlenden Praxisbezugs nicht zur Berechnung der Emissionen herangezogen. Für den Reststrombezug aus dem öffentlichen Netz wurde der jeweilige Strommix in Deutschland zugrunde gelegt. Die CO₂-Betrachtungen erfolgten aufgrund fehlender Informationen ohne Berücksichtigung von Herstellung, Recycling und Entsorgung der Fahrzeuge.

4.4 Öffentlicher Parkplatz und Betriebshof

„Blühendes Barock“

Ludwigsburg

Zahlen und Fakten

- Zehn beantragte Ladepunkte insgesamt
- Davon zwei Ladesäulen für Elektrofahrzeuge und drei Ladesäulen für Pedelecs mit jeweils zwei Ladepunkten
- Alle Ladepunkte an einem zentralen Ladeinfrastruktur-Standort
- Ladepunkte mit 3,7 kW und 22 kW Ladeleistung
- Alle Ladepunkte verwenden Wechselstrom (AC)

Zielgruppe

Die Pedelec-Ladeinfrastruktur ist für Besucher:innen des Blühenden Barocks während der Öffnungszeiten zugänglich und somit halböffentlich. Eine Identifikation an den Pedelec-Ladepunkten muss nicht erfolgen, sie sind frei zugänglich und kostenlos. Die Ladepunkte für Elektrofahrzeuge sind für die Flottenfahrzeuge sowie die privaten Fahrzeuge der Mitarbeitenden zugänglich. Dabei wird jedem Fahrzeug ein RFID-Chip zugeordnet, sodass die abgegebenen Strommengen pro Fahrzeug nachvollziehbar bleiben.

Einsatzzweck

Die Ladeinfrastruktur wird zum Aufladen der Flottenfahrzeuge, der privaten Fahrzeuge der Mitarbeiter:innen sowie der Pedelecs der Besucher:innen genutzt.

Fläche

Die Ladeinfrastruktur wird auf privatem Firmengelände aufgebaut.

Erfahrung mit Elektromobilität

Im Jahr 2012 erfolgte die Anschaffung der ersten Solaranlage sowie sukzessive kleiner Elektrofahrzeuge. Zeitgleich mit der Errichtung einer neuen Solaranlage mit Speicher im Jahr 2019/2020 wurde – auch aufgrund der Fördermöglichkeit durch LINOx BW – der Ausbau der Ladeinfrastruktur beschlossen.

Festlegung der Anzahl der benötigten Ladepunkte

Zwei der beantragten Ladepunkte für Elektrofahrzeuge sind für das Laden der firmeneigenen Fahrzeuge vorgesehen, zwei weitere für die zukünftige Nutzung der Mitarbeitenden mit privaten Fahrzeugen. Ein Mitarbeiter nutzt den Ladepunkt bereits regelmäßig.

Betrieb der Ladeinfrastruktur

Der Betrieb der Ladeinfrastruktur erfolgt komplett eigenständig. Da es sich um einen Betrieb mit viel technischem Know-how handelt, konnte der Aufbau selbstständig durchgeführt werden. Es wurden selbst Gräben ausgehoben, Kabel gezogen und Betonfundamente gegossen.

Erneuerbare Energien und Elektromobilität (Sektorenkopplung)

Alle Ladepunkte sind direkt mit einem 100 kW-Peak Höchstleistung (kWp) Mini-Solarpark verbunden, der über eine 26 kWh große Speicheranlage verfügt. Ziel ist es, damit den Strombedarf des Betriebshofs komplett zu decken, inklusive der elektrisch betriebenen Kleingeräte mit Akku. Da die Anlage zum Zeitpunkt des Interviews erst wenige Wochen in Betrieb war, liegen noch keine Stromdaten vor; es wird aber von einer Abdeckung von mindestens 80 % ausgegangen.

Abrechnung der Ladevorgänge

Die Identifikation an den Ladesäulen für Elektrofahrzeuge erfolgt mittels einer Chipkarte, die jedem Fahrzeug zugeordnet ist. In einer zugehörigen App können so die Stromverbräuche jedes Fahrzeugs nachvollzogen und im Falle der Privatnutzung durch Mitarbeitende abgerechnet werden. Der Aufbau der Ladeinfrastruktur soll den Mitarbeitenden als Anreiz dienen, selbst über die Anschaffung eines Elektrofahrzeugs nachzudenken.

Die Nutzung der Pedelec-Ladeinfrastruktur ist komplett kostenlos. Somit ist eine Identifikation nicht notwendig. Obwohl verschiedene Abrechnungssysteme in Betracht gezogen wurden, fiel die Entscheidung für das kostenlose Anbieten des Ladens, da die Wirtschaftlichkeit der Pedelec-Ladeinfrastruktur bei Abrechnung nicht gegeben gewesen wäre. Darüber

hinaus soll mit der kostenfreien Stromabgabe die Nutzung von Pedelecs aktiv gefördert werden.

Betriebsintern Zuständiger für die Ladeinfrastruktur

Zuständig für die Ladeinfrastruktur ist der technische Leiter des Betriebs. Dabei wird der zeitliche Aufwand für die Ladeinfrastruktur als sehr gering eingeschätzt.

Schulungen und Akzeptanz der Elektromobilität bei den Mitarbeitenden

Da bereits seit sechs Jahren Elektrofahrzeuge im Betrieb eingesetzt wurden, waren keine Schulungen notwendig. Es wurde lediglich darauf hingewiesen, die Fahrzeuge möglichst tagsüber zu laden, sodass vor allem vor der Installation des Speichers der Solarstrom direkt zur Ladung der Fahrzeuge genutzt werden konnte.

Öffentlichkeitsarbeit und Austausch

Zur Ankündigung der Inbetriebnahme der Solaranlage mit Speicher sowie der neuen Ladeinfrastruktur sollte die Öffentlichkeit zeitnah über eine Pressemitteilung informiert werden.

Dienstpedelecs

Der Betrieb besitzt ein fuhrparkeigenes Dienstpedelec, das von den Mitarbeitenden für Dienstwege genutzt werden kann. Das Pedelec wurde von den Mitarbeitenden äußerst positiv angenommen und wird als deutliche Bereicherung für den Arbeitsalltag angesehen.

Die Erreichbarkeit des Betriebs per Fahrrad bzw. Pedelec wird als sehr gut bewertet. Auf sichere und einfach zu benutzende Fahrradbügel auf dem Betriebsgelände, die ein sicheres Abschießen der Räder zulassen, wird Wert gelegt.

„Nachhaltigkeit und Klimaschutz sind eine Aufgabe für alle! Dabei ergeben viele kleine Schritte auch etwas Großes!“

Volker Kugel, Geschäftsführer



Abbildung 9: 100 % elektrisch

Quelle: Marc Sansone



Abbildung 10: Solaranlage auf der Herzogschaukel im Märchengarten

Quelle: Marc Sansone



Abbildung 11: Direktor des „Blühenden Barocks“: Volker Kugel mit dem Dienstpedelec

Quelle: Marc Sansone

4.5 Autohaus

Assenheimer + Mulfinger GmbH & Co. KG

Zahlen und Fakten

- 22 beantragte Ladepunkte insgesamt
- Ladesäulen mit jeweils zwei Ladepunkten
- Alle Ladepunkte an einem zentralen Ladeinfrastruktur-Standort
- 20 Ladepunkte mit 11 kW Ladeleistung, ein Supercharger mit entweder zweimal 75 kW oder einmal 150 kW
- 20 Ladepunkte verwenden Wechselstrom (AC), der Supercharger verwendet Gleichstrom (DC)

Zielgruppe

Die Ladeinfrastruktur soll für Kund:innen und Mitarbeiter:innen mit Dienstwagen zugänglich sein. Die Identifikation der Nutzer:innen an der Ladeinfrastruktur soll mit einer SIM-Karte oder dem eigenen Smartphone erfolgen.

Einsatzzweck

Die Ladeinfrastruktur ist noch nicht aufgebaut, soll aber zum Aufladen von Kundenfahrzeugen sowie Dienstwagen der Mitarbeitenden genutzt werden.

Fläche

Die Ladeinfrastruktur wird auf privatem Firmengelände innerhalb eines neu errichteten halböffentlichen Parkhauses bzw. davor aufgebaut.

Erfahrung mit Elektromobilität

Am Standort gibt es bereits vier Ladepunkte als Wallboxen. Darüber hinaus besteht durch den Betrieb einer Werkstatt, in der auch Elektrofahrzeuge gewartet werden, Erfahrung mit Elektromobilität.

Festlegung der Anzahl der benötigten Ladepunkte

Das Autohaus startete aus eigenem Antrieb ein Projekt zum Bau eines Parkhauses mit 20 untereinander intelligent vernetzten Ladepunkten sowie einem Supercharger. Dabei ist das System um weitere Ladepunkte erweiterbar, um mit dem Markthochlauf der Elektromobilität mitwachsen zu können. Mit der Zunahme von Elektrofahrzeugen am Markt möchte das Autohaus insbesondere das Laden von Kundenfahrzeugen ermöglichen. Zur Festlegung der Anzahl der benötigten Ladepunkte steht dem Autohaus ein Planungstool seines Herstellers zur Verfügung.

Betrieb der Ladeinfrastruktur

Der Betrieb der Ladeinfrastruktur erfolgt eigenständig, vom örtlichen Energieversorger wird eine Abrechnungssoftware bereitgestellt.

Erneuerbare Energien und Elektromobilität (Sektorenkopplung)

Zum Bau des Parkhauses gehören eine zentrale Recheneinheit mit 20 Ladepunkten, ein Supercharger, eine Trafostation und eine Photovoltaikanlage, die auf dem Dach des Gebäudes installiert und zur Eigenstromnutzung eingesetzt wird. Der darüber hinaus anfallende Strom soll ins Netz eingespeist werden.

Lastmanagement

Die 20 im Parkhaus zu errichtenden Ladepunkte werden über eine zentrale Recheneinheit gesteuert, die über ein Steuerdisplay auf der Parkebene aktiviert werden kann. Das Zentralsystem gibt dann je nach Ladebedarf die 20 Ladepunkte aus.

Abrechnung der Ladevorgänge

Die Abrechnung der Ladevorgänge soll über ein Abrechnungstool des örtlichen Energieversorgers durchgeführt werden. Die Identifikation an der Ladesäule soll über SIM-Karten oder das eigene Smartphone erfolgen. Das Serviceladen wird für die Kund:innen vorerst kostenfrei sein. Für Mitarbeitende mit Dienstwagen wird es spezielle Berechtigungskarten geben, sodass die Fahrzeuge geladen werden können. Dieses System ist in einem anderen Betrieb bereits im Einsatz.

Betriebsintern Zuständiger für die Ladeinfrastruktur

Installation, Inbetriebnahme und Einrichtung des Systems fallen in den Tätigkeitsbereich des zuständigen Projektleiters für den Parkhausbau. Nach Fertigstellung sollen die Wartung, die Reparatur sowie der Unterhalt der Ladeinfrastruktur in den Bereich der Haustechnik überführt werden.

Schulungen und Akzeptanz der Elektromobilität bei den Mitarbeitenden

Da im täglichen Werkstattbetrieb mit Elektrofahrzeugen umgegangen wird, sind die Mitarbeitenden bereits umfangreich geschult. Weitere Schulungen sind mit der Inbetriebnahme der neuen Ladeinfrastruktur geplant.

Öffentlichkeitsarbeit und Austausch

Öffentlichkeitswirksame Maßnahmen des Herstellers für Elektromobilität werden unabhängig von der Errichtung der neuen

Ladepunkte durchgeführt. Kurz vor der Fertigstellung des Parkhauses ist geplant, in Kooperation mit dem örtlichen Energieversorger die neu aufgebaute Ladeinfrastruktur in Eigeninitiative zu bewerben.

„Unser Beitrag zu einer nachhaltigen Mobilität: Wir investieren an unserem Standort in Heilbronn in intelligente Ladeinfrastruktur.“

Wolfgang Koch, Leiter Interne Dienste



Abbildung 12: Das geplante Parkhaus mit Ladeinfrastruktur

Quelle: Architekturbüro H. + T. Müller, Freie Architekten GbR, Andreas Stirn

4.6 Supermarkt

Update 2022:

ALDI SÜD

Zahlen und Fakten

- 86 beantragte Ladepunkte insgesamt
- Davon 22 Ladesäulen und 21 Wallboxen mit jeweils zwei Ladepunkten
- 43 Ladeinfrastruktur-Standorte in Baden-Württemberg
- 42 Ladepunkte mit 22 kW Ladeleistung, 44 Ladepunkte mit bis zu 75 kW Ladeleistung
- Die Ladepunkte verwenden Wechselstrom (AC) oder Gleichstrom (DC)

Zielgruppe

Die Ladeinfrastruktur ist für die Kund:innen von ALDI SÜD während der Öffnungszeiten zugänglich und somit halböffentlich. Eine Identifikation am Ladepunkt muss nicht erfolgen, die Stromabgabe ist auf 60 Minuten pro Ladevorgang begrenzt und kostenlos. Auch Mitarbeiter:innen können zu diesen Zeiten ihre Fahrzeuge laden.

Einsatzzweck

Die Ladeinfrastruktur dient dem Aufladen von Kundenfahrzeugen.

Fläche

Die Ladeinfrastruktur wird auf dem Filialparkplatz im Freien aufgebaut. Die Wallboxen werden entweder direkt an den Filialaußenwänden oder freistehend mit Standfuß angebracht.

Erfahrung mit Elektromobilität

Erste Ladepunkte für Kund:innen hat ALDI SÜD im Jahr 2015 aufgebaut und das Angebot seitdem stetig erweitert, sodass im Sommer 2020 bereits 91 Ladestationen in Betrieb waren. Neben der Verpflichtung des Unternehmens zum Thema Nachhaltigkeit, die sich auch an den zahlreichen Solaranlagen auf den Filialdächern zeigt, ist die Kundenbindung ein wichtiger Faktor in Bezug auf den Ausbau der Ladeinfrastruktur. Da in den letzten Jahren ein stetiger Anstieg der Anzahl der Ladevorgänge verzeichnet wurde, sollen weitere Ladepunkte aufgebaut werden. In der betriebseigenen Fahrzeugflotte werden erste Elektrofahrzeuge eingesetzt, sowohl Elektro-PKW im Außendienst als auch ein Elektro-LKW zur Belieferung bestimmter Filialen.

Festlegung der Anzahl der benötigten Ladepunkte

Ziel ist es, die ALDI SÜD Filialen zunächst mit weiteren Ladepunkten auszustatten. Die bislang bestehende Ladeinfrastruktur ermöglicht es, ein E-Auto zu laden. Mit der neu errichteten Ladeinfrastruktur besteht die Möglichkeit, zwei Fahrzeuge gleichzeitig zu laden. Aktuell wird nicht der Bedarf gesehen, mehr als zwei Fahrzeuge parallel zu laden. Die neuen DC-Ladesäulen sollen mit insgesamt zwei CCS-Steckern und einem AC-Stecker ausgestattet werden, sodass entweder zwei Fahrzeuge mit CCS-Stecker oder eines mit AC- und eines mit CCS-Stecker gleichzeitig laden können. Bislang werden ca. vier bis fünf Ladevorgänge pro Tag und Filiale durchgeführt.

Betrieb der Ladeinfrastruktur

Die Ladepunkte werden durch den eigenen Photovoltaikstrom einerseits und Grünstrom aus dem öffentlichen Stromnetz andererseits gespeist. Eine Service-Hotline sowie ein Reparaturservice werden ebenso wie das Backend extern hinzugebucht.

Betriebsinterne Kümmerer für die Ladeinfrastruktur

Ein Team von insgesamt fünf Mitarbeiter:innen betreut zentral das Thema Ladeinfrastruktur nahezu in Vollzeit. Da auch der Aufbau und die Nutzung der Photovoltaikanlagen auf den Filialdächern zum Tätigkeitsbereich des Teams gehört, werden die Themen Elektromobilität und Erzeugung erneuerbarer Energien gemeinsam gedacht.

Erneuerbare Energien und Elektromobilität (Sektorenkopplung) mit Lastmanagement

Auf bislang etwa 70 % der ALDI SÜD Filialen wird mittels Photovoltaikanlagen Strom erzeugt. Dieser dient überwiegend dazu, den Strombedarf der Filialen zu decken, steht aber auch den Ladepunkten zur Verfügung. Momentan können etwa

17 % des gesamten Strombedarfs der Filialen durch die Photovoltaikanlagen gedeckt werden. Insgesamt erhalten die Ladestationen über ein dynamisches Lastmanagement zu jeder Zeit die Reststrommenge der Filiale, um die Netzan- schlüsse nicht zu überlasten. Das bedeutet, dass die Lade- stationen in Ausnahmefällen (z. B. hoher Bedarf an Kühlung an heißen Sommertagen) automatisiert stromseitig herunterge- regelt werden.

Schulungen und Akzeptanz der Elektromobilität bei den Mitarbeitenden

Schulungen in den Filialen wurden nicht durchgeführt, da die Bedienung der Ladestationen selbsterklärend ist. Die neu auf- zubauenden Ladepunkte sind darüber hinaus mit einem Display ausgestattet, das durch den Ladevorgang leitet. Ein Freischal- ten der Ladesäule mit Ladekarten ist nicht notwendig.

Öffentlichkeitsarbeit und Austausch

Die bereits bestehenden Ladepunkte werden seit 2015 regel- mäßig beworben, für den Aufbau der neuen Ladepunkte star- tet die Öffentlichkeitsarbeit mit dem Aufbau der ersten Punkte. Mit den jeweiligen Netzbetreibern fand und findet ein intensi- ver Austausch statt, da Leistungen bis 150 kW pro Ladesäule erreicht werden sollen und dies nicht an jedem Standort mög- lich ist. Dabei wurde die Erfahrung gemacht, dass von der Auftragsvergabe zur Prüfung der möglichen Leistung am Standort bis zum tatsächlichen Aufbau der Ladepunkte bis zu sechs Monate vergehen können, die unbedingt eingeplant werden müssen.



Quelle: ALDI SÜD

Abbildung 13: Ladestation auf einem Filialparkplatz in Wiesbaden

Erfahrung mit Pedelec-Ladestationen

Bislang wurden an einzelnen Filialen Pedelec-Ladepunkte be- reitgestellt, die allerdings nur selten genutzt wurden, weshalb der Aufbau solcher Ladepunkte nicht weiterverfolgt wird.

„Wir handeln zukunftsorientiert und machen E-Mobilität für unsere Kunden möglich.“

*Simone Kohlhaas, Projektmitarbeiterin
E-Ladestationen bei ALDI SÜD*

Update aus dem Jahr 2022

ALDI SÜD Kund:innen können heute schon an mehr als 550 Filialen während des Einkaufs ihr E-Auto laden. Im Rahmen des Programms LINOx BW wurden bisher 30 Ladestationen installiert. Die Kund:innen nutzen die Ladestationen immer häufiger. Daran wird der steigende Bedarf an Ladeinfrastruktur deutlich.



Quelle: ALDI SÜD

Abbildung 14: Klimafreundlich Strom tanken: Entweder von der PV-Anlage auf dem Filialdach oder 100 % Grünstrom aus Wasserkraft

4.7 Tiefgaragen und Betriebshöfe

Neues Anwendungsbeispiel: Stadt Ulm

Zahlen und Fakten

- 136 beantragte Ladepunkte insgesamt
- 13 verschiedene Standorte im Stadtgebiet Ulm
- Umsetzung weitestgehend für städtischen Fuhrpark erfolgt, komplett umgesetzt Ende Juni 2022
- Ladepunkte mit 22 kW und 75 kW Ladeleistung
- Alle Ladepunkte verwenden Wechselstrom (AC) und Gleichstrom (DC)

Zielgruppe

Die Ladeinfrastruktur ist momentan für Flottenfahrzeuge und Mitarbeitende mit privaten E-Fahrzeugen der Stadt Ulm zugänglich. Die beiden großen Standorte (Pionierkaserne und Ulm Messe) sollen auch teilöffentlich genutzt werden. Eine Identifikation soll perspektivisch über Ladekarten erfolgen.

Einsatzzweck

Die Ladeinfrastruktur wird zum Aufladen der Flottenfahrzeuge und der privaten Fahrzeuge der Mitarbeitenden genutzt, perspektivisch soll an ausgewählten Liegenschaften eine Öffnung für Besucher:innen der städtischen Einrichtungen erfolgen.

Fläche

Die Ladeinfrastruktur wird sowohl in städtischen Tiefgaragen als auch auf Parkflächen rund um die städtischen Gebäude installiert.

Erfahrung mit Elektromobilität

Vor der Förderung durch LINOx BW wurden die bestehenden Elektrofahrzeuge im Fuhrpark der Stadt mit vereinzelt Drehstromsteckdosen geladen. Wallboxen waren bis zur Förderung nicht vorhanden.

Festlegung der Anzahl der benötigten Ladepunkte

Einen ersten Anhaltspunkt für die Dimensionierung der Ladeinfrastruktur ergab die Analyse der bestehenden Fahrzeugflotte der Stadt sowie die erwartete weitere Elektrifizierung des Fuhrparks. Auch die Anzahl der Mitarbeitenden, die potenziell in den nächsten Jahren auf Elektromobilität umsteigen könnten, wurde einbezogen. Darüber hinaus wurden konkrete Bedarfe der Entsorgungsbetriebe Ulm angemeldet, die bei ausreichend verfügbarer Ladeinfrastruktur die Absicht haben, den Fuhrpark komplett zu elektrifizieren. Zusätzlich wurde einkalkuliert, dass manche Standorte auch öffentlich zugänglich gemacht werden können.

Betrieb der Ladeinfrastruktur

Die bislang aufgebauten Ladepunkte werden durch die Stadtwerke Ulm betrieben. Dabei handelt es sich hauptsächlich um kleinere Ladestandorte mit einer geringen Anzahl an Ladepunkten, die überwiegend von Flottenfahrzeugen und den Mitarbeitenden der Stadt genutzt werden. Da auch größere Standorte im Aufbau sind, die eventuell öffentlich zugänglich gemacht werden sollen, wird derzeit die Option geprüft, den Betrieb dieser Standorte ebenfalls an extern zu vergeben.

Erneuerbare Energien und Elektromobilität (Sektorenkopplung)

Das Dach eines der Gebäude, an dem größere Ladeinfrastruktur aufgebaut wird, ist mit einer Photovoltaikanlage mit 160 kW-Peak Höchstleistung (kWp) ausgestattet. Der Photovoltaikstrom wird zum Betrieb der Ladeinfrastruktur sowie zum Betrieb der Wärmepumpe genutzt, die sich ebenfalls im Gebäude befindet. Es ist geplant, die Menge des durch die Photovoltaikanlage produzierten Stroms sowie die Menge des an die Ladepunkte abgegebenen Stroms durch ein Monitoring zu erfassen und auszuwerten, zu welchem Anteil der Strombedarf der Ladeinfrastruktur durch den Photovoltaikstrom gedeckt werden kann. Ein Monitoring soll nach Abklärung der städtischen Datenschutzbestimmungen an allen Standorten möglich sein. Die Erwartung ist, dass ein Großteil des Verbrauchs über die Photovoltaikeinspeisung abgedeckt wird.

Lastmanagement

Das dynamische Lastmanagementsystem sorgt für die gleiche

Verteilung der elektrischen Leistung im Falle eines Engpasses – dadurch werden Lastspitzen verhindert und Überspannung sowie das Auslösen der Sicherungen wird vermieden. Außerdem wird ein Lademanagement geplant, das eine Verteilung der Ladeleistung entsprechend dem Bedarf der Fahrzeuge ermöglicht.

Im späteren Verlauf wird auch eine Backendanbindung zum Netzbetreiber geprüft.

Abrechnung der Ladevorgänge

Bislang sind alle Ladepunkte ausschließlich für Flottenfahrzeuge und Mitarbeitende zugänglich. Die Abrechnung erfolgt künftig nach Möglichkeit über externe Dienstleister. Geplant ist die spätere Abrechnung mit RFID-Ladekarten für städtische Mitarbeitende.

Projektteam für die Ladeinfrastruktur

Der Aufbau der Ladeinfrastruktur wird zentral über die Haustechnik des Zentralen Gebäudemanagements koordiniert. Das Team des Gebäudemanagements, Abteilung Haustechnik und Energiemanagement, Bereich Elektro, unter Leitung von Matthias Hierl, agiert hierbei in Abstimmung mit den Stadtwerken Ulm und dem Ingenieurbüro Müller & Bleher. Dazu gehören alle Verfahrensschritte, die für den Aufbau der Ladeinfrastruktur notwendig sind: von der Festlegung der Anzahl der benötigten Ladepunkte über die Festlegung der Standorte, die Betreuung der Fachplaner und die Durchführung von Aus-

schreibungen bis hin zur Bauleitung. Die Bedeutung des Projektverantwortlichen, Matthias Hierl, wird für den Erfolg des Aufbaus von Ladeinfrastruktur als sehr hoch eingeschätzt.

Öffentlichkeitsarbeit

Die Stadt Ulm verfügt über eine Zentralstelle Öffentlichkeitsarbeit, die auch für die Bewerbung der neu aufgebauten Ladepunkte zuständig ist. Zusätzlich zu professioneller Pressearbeit zum Beschluss des Gesamtprojekts wird über die Fertigstellung der Ladepunkte über die städtische Homepage, über Social Media sowie weitere der Öffentlichkeitsarbeit zur Verfügung stehende Kanäle informiert.

„Wir sind stolz, unseren Beitrag zu leisten und dadurch die Stadt Ulm einen Schritt weiterzubringen, indem wir für die Umstellung der städtischen Flotte auf E-Mobilität, die bereits seit Jahren im Gange ist, eine funktionierende Ladeinfrastruktur aufbauen. Innerstädtische Ladepunkte schaffen zudem Anreize für Mitarbeiter:innen und Besucher:innen. Besonders geschätzt werden die Schnellladestationen.“

*Matthias Hierl und Milica Jeremic,
Zentrales Gebäudemanagement, Stadt Ulm*



Abbildung 15: Ladepark Pionierkaserne, Fahrzeuge aus dem städtischen Fuhrpark



Abbildung 16: Sechs Ladepunkte schnelles DC Laden und 28 Ladepunkte AC für Mitarbeiter:innen und Besucher:innen

4.8 Wohnungseigentümergeinschaft (WEG)

Neues Anwendungsbeispiel: WEG in Stuttgart

Zahlen und Fakten

- Zwei beantragte Ladepunkte insgesamt, beide als portable Wallboxen
- Alle Ladepunkte an einem zentralen Ladeinfrastruktur-Standort
- Umsetzungsstand: komplett umgesetzt
- Ladepunkte mit 22 kW
- Beide Ladepunkte verwenden Wechselstrom (AC)

Zielgruppe

Es handelt sich um private Ladepunkte in den Garagen der WEG, die ausschließlich von den Bewohner:innen genutzt werden.

Einsatzzweck

Die Ladeinfrastruktur wird zum Aufladen der privaten Fahrzeuge genutzt.

Fläche

Die Flächen sind zwei private Garagen, die an ein Wohnhaus angeschlossen sind.

Auswahl der Wallboxen

Bei den beiden Ladepunkten handelt es sich um portable Wallboxen, die an Drehstromsteckdosen angeschlossen werden können. Diese Steckdosen wurden in den beiden Garagen montiert. Die Wallboxen können somit auch an andere Drehstromsteckdosen oder, mit einem passenden Adapter, an andere Steckdosentypen angeschlossen werden. Verschiedene Adapter sind bereits enthalten. Diese Form der Wallbox wurde ausgewählt, um auch auf Reisen flexibel laden zu können, bspw. bei Besuchen bei Freunden oder Verwandten.

Gründe für den Aufbau der Ladeinfrastruktur

Die WEG befindet sich in einem ländlich geprägten Stadtteil am nördlichen Stadtrand Stuttgarts. Den Eigentümern der WEG war zum Zeitpunkt der Bestellung der Wallboxen nur eine Möglichkeit zum öffentlichen Laden im Stadtteil mit 11 kW Ladeleistung bekannt, sodass sie sich für den Aufbau einer privaten Lademöglichkeit mit 22 kW entschieden haben.

Auch die geringe Verfügbarkeit von Elektriker:innen zum Aufbau von Wallboxen war ein Grund, die Ladepunkte möglichst frühzeitig installieren zu wollen. Nach Angaben des Eigentümers hat die Suche nach geeigneten Handwerker:innen bereits mehrere Wochen gedauert.

Im Zuge der Installation der beiden Wallboxen musste der Netzanschluss erweitert werden. Die Erhöhung der Anschlussleistung musste beim Netzbetreiber beantragt und durch diesen genehmigt werden. Der formelle Aufwand wird durch den Handwerker erledigt. Die Umsetzung vor Ort durch den Netzbetreiber dauerte 20 Minuten.

Erfahrung mit Elektromobilität

Bislang gab es in der betreffenden WEG noch keine Ladeinfrastruktur. Zum Zeitpunkt des Interviews hatten beide Haushalte noch keine E-Autos, eine Anschaffung ist aber in naher Zukunft geplant.

Erneuerbare Energien und Elektromobilität (Sektorenkopplung)

Die WEG ist Teil eines Quartiers aus zehn Häusern, wobei jedes Haus zwei WEGs beinhaltet. Mehrere Häuser des Quartiers beziehen Strom über ein gemeinsames Blockheizkraftwerk (BHKW), das durch eine GbR der Eigentümer:innen betrieben wird. Eine Eigenstromnutzung ist allerdings aufgrund baulicher Gegebenheiten nicht möglich, eine Umrüstung wäre nicht wirtschaftlich. Die Wallboxen werden mit Ökostrom aus einem vom TÜV Nord zertifizierten Tarif mit 100 % erneuer-

baren Energien ohne CO₂-Entstehung und ohne Atomstromanteil betrieben.

Zugriff auf Ladedaten

Die mobilen Wallboxen können selbst erfassen, welche Strommenge geladen wird. Die Ladedaten können dann über eine zugehörige App ausgelesen werden.

„Elektromobilität ist ein Baustein zu nachhaltigem und klimaschonendem Verkehr. Auf absehbare Zeit werden eigene Ladepunkte zu einer selbstverständlichen Grundausstattung zählen. Für maximale Flexibilität und eine gewisse Unabhängigkeit von festen Ladepunkten bietet eine portable Wallbox weiteren Spielraum und erleichtert den Umstieg in die Elektromobilität.“

Steffen Lang, Miteigentümer



Quelle: Steffen Lang

Abbildung 17: Betriebsbereite portable Wallbox in diskreter Wandhalterung

4.9 Quartiersgarage

Neues Anwendungsbeispiel: Vauban Hausverwaltung GmbH & Co. KG

Zahlen und Fakten

- 83 Ladepunkte im Quartier Vauban in der Glasgarage
- Alle Ladepunkte haben 11 kW Ladeleistung
- An allen Ladepunkten wird Wechselstrom (AC) verwendet

Zielgruppe

Die Ladeinfrastruktur ist ausschließlich für die Bewohner:innen des Quartiers zugänglich.

Einsatzzweck

Da sie ausschließlich zum Aufladen der privaten Fahrzeuge der Bewohner:innen genutzt werden, sind die Ladepunkte privat.

Fläche

Die Ladeinfrastruktur wird in einer Quartiersgarage im Quartier Vauban in Freiburg aufgebaut.

Teile des Quartiers Vauban in Freiburg sind stellplatzfrei, das bedeutet, dass sich auf den Wohngrundstücken selbst keine Stellplätze befinden. Die Stellplätze sind stattdessen gebündelt in Quartiersgaragen oder können bei jährlicher Abgabe einer „Autofreierklärung“ an den Verein für autofreies Wohnen e.V. lokal komplett entfallen. Der gesetzlich notwendige Stellplatznachweis wird dann auf dem Grundstück des Vereins geführt. In diesem Fallbeispiel wird die Glasgarage vorgestellt, die insgesamt 272 Stellplätze und 83 Ladepunkte besitzt.

Erfahrung mit Elektromobilität

Bislang bestanden noch keine Ladepunkte in der Glasgarage.

Gründe für den Aufbau der Ladeinfrastruktur

Hauptgrund für die Planung des Aufbaus von Ladeinfrastruktur waren Anfragen der Bewohner:innen, die anfangs vereinzelt und dann immer häufiger bei der Hausverwaltung eintrafen. Dabei handelt es sich sowohl um Eigentümer:innen als auch Mieter:innen. Ohne die Förderung durch LINOx BW hätte das Projekt aufgrund hoher Kosten nicht umgesetzt werden können.

Festlegung der Anzahl der benötigten Ladepunkte und Lastmanagement

Die Anzahl der Ladepunkte entspricht der Anzahl der Bewohner:innen, die einen Ladepunkt installieren wollten. Die Ladepunkte sind in einem dynamischen Lastmanagement zusammengeschlossen. Die vollen 11 kW Leistung werden nur dann abgegeben, wenn nicht zu viele andere Fahrzeuge gleichzeitig geladen werden. So wird eine Überlastung der Stromversorgung ausgeschlossen.

Aufbau und Betrieb der Ladeinfrastruktur

Der Aufbau der Ladeinfrastruktur erfolgte in Form von Wallboxen an den jeweiligen privaten Stellplätzen der Bewohner:innen. Da sich diese im Eigentum der Bewohner:innen befinden und ein Tausch von Eigentum schwierig umzusetzen gewesen wäre, wurden die Wallboxen nicht an nebeneinanderliegenden Stellplätzen aufgebaut, sondern über die Quartiersgarage verteilt. Obwohl dies den Aufbau erschwert, bleibt das Vorhaben aufgrund der großen Anzahl an Wallboxen wirtschaftlich.

Aufgebaut und betrieben werden die Wallboxen von der Energiedienst AG. Die Auftragsvergabe erfolgte gebündelt durch die Hausverwaltung. Es ist möglich, nachträglich weitere Wallboxen zu installieren, wenn diese mit dem verbauten Lastmanagement kompatibel sind.

Abrechnung der Ladevorgänge

Da keine öffentliche Nutzung stattfindet, wird die Abrechnung direkt durch den Betreiber mit den Bewohner:innen durchgeführt.

Öffentlichkeitsarbeit und Austausch

Innerhalb der Eigentümergemeinschaft gibt es eine Interessengemeinschaft, die sich für den Aufbau der Ladeinfrastruktur eingesetzt und andere Eigentümer:innen über die Möglichkeit zum Aufbau informiert hat. So konnten auch die notwendigen Mehrheiten in der Eigentümerversammlung erreicht werden.

„Das Verkehrskonzept für den Modellstadtteil Vauban mit zwei Sammelgaragen für die privaten Autos erweist sich hier als Glücksfall: Die Installation der Ladeinfrastruktur ist in einer Garage mit 272 Stellplätzen deutlich ressourcenschonender und wirtschaftlicher zu realisieren als für Stellplätze vor den Häusern oder in kleineren Tiefgaragen.“

Fabian Sprenger, Vauban Hausverwaltung



Quelle: Fabian Sprenger

Abbildung 18: Südwestansicht der Quartiersgarage



Quelle: Fabian Sprenger

Abbildung 19: Ladebetrieb auf Ebene 3 der Quartiersgarage

4.10 Carsharing

Neues Anwendungsbeispiel: my-e-car GmbH

Zahlen und Fakten

- 50 beantragte Ladepunkte insgesamt
- 25 Ladesäulen an 19 verschiedenen Standorten im Freiburger Stadtgebiet
- Umsetzungsstand: komplett umgesetzt
- Ladepunkte mit 22 kW Ladeleistung
- Alle Ladepunkte verwenden Wechselstrom (AC)

Zielgruppe

Die Ladeinfrastruktur ist ausschließlich für die e-Carsharing-Flotte zugänglich und fällt somit in den Bereich der privaten Ladeinfrastruktur. Die Identifikation erfolgt mittels RFID Chips, die dem jeweiligen Flottenfahrzeug zugeordnet sind.

Einsatzzweck

Die Ladeinfrastruktur wird zum Aufladen der Flottenfahrzeuge genutzt.

Fläche

Die Ladeinfrastruktur wird auf öffentlichen Flächen aufgebaut, die im Rahmen des Bebauungsplans Carsharing bzw. auf Grundlage des EmoG-Gesetzes dafür vorgesehen wurden.

Unternehmensstruktur

Bei der my-e-car GmbH (my) handelt es sich um ein gemeinsames Tochterunternehmen der Stadtmobil Südbaden AG (SMS) und der Energiedienst Holding AG (EDH) und ist seit 2021 mit dem blauen Engel zertifiziert. Das Unternehmen bündelt die über 30-jährige Erfahrung der SMS mit Carsharing bzw. Mobilitätslösungen und der EDH mit ihrer Öko-Strommarke NaturEnergie und dem Bereich Ladeinfrastruktur.

Erfahrung mit Elektromobilität

Die my-e-car GmbH baute 2014 die ersten Ladepunkte für die e-Carsharing-Flotte auf. Die größten Unterschiede zwischen der bislang aufgebauten Ladeinfrastruktur und der über LINOx BW neu errichteten liegen darin, dass die neueren Ladepunkte mess- und eichrechtskonform sowie barrierefrei zugänglich sind. Barrierefreiheit heißt konkret, dass die Ladeinfrastruktur den Vorgaben der DIN18040 entspricht (also bspw. Zugänglichkeit und Höhe/Anbringung der Bedienelemente, Unterfahrbarkeit für Rollstuhl, einhändige Bedienung).

Festlegung der Anzahl der benötigten Ladepunkte

Die Stadt Freiburg begann vor einigen Jahren, das Thema Carsharing (konventionell und elektrisch) voranzutreiben. Zum damaligen Zeitpunkt waren die heutigen rechtlichen Grundlagen (Carsharinggesetz (CsgG) bzw. Elektromobilitätsgesetz (EmoG)), die eine Entwidmung öffentlicher Stellplätze einfach ermöglichen, noch nicht vorhanden. Die Stadt wählte deshalb den Weg über einen Bebauungsplan, der das gesamte Stadtgebiet abdeckte, um damit Carsharing-Standorte auszuweisen. Die ausgewiesenen Stellplätze dürfen nur für Carsharing-Fahrzeuge genutzt werden. Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens erfolgte keine Überprüfung der elektrischen Versorgungsmöglichkeit, da das Thema Elektromobilität noch nicht im Fokus stand. Im Rahmen der Umsetzung wurden die den Unternehmen my-e-car bzw. SMS zugeteilten Stellplätze auf eine mögliche elektrische Versorgung geprüft und mit Ladeinfrastruktur, je nach Möglichkeit an zwei oder vier Stellplätzen, ausgestattet.

Betrieb der Ladeinfrastruktur und erneuerbare Energien

Der Betrieb der Ladeinfrastruktur wird von der EDH selbst übernommen. An den Ladestandorten selbst wird kein Strom erzeugt (bspw. durch Photovoltaikanlagen), allerdings bezieht die my-e-car ausschließlich „NaturEnergie Gold“-Ökostrom aus regionaler Wasserkraft, der seit 2013 von „Grüner Strom Label e.V.“ zertifiziert wird.

Abrechnung der Ladevorgänge

Die Kosten für den Ladevorgang werden nicht direkt mit den Kund:innen des Carsharings abgerechnet. Vielmehr gibt es einen Pauschalpreis, in dem 50 gefahrene Kilometer pro Stunde sowie die eventuell notwendigen Ladevorgänge im Preis enthalten sind. Die Fahrzeuge können dabei an allen Standorten des Ladenetzes der NaturEnergie Community sowie deren Roamingpartnern geladen werden. Auf der Homepage der my-e-car ist hierzu eine interaktive Karte mit den möglichen Ladepunkten für die Kund:innen bereitgestellt. Die Freischaltung der Ladung bzw. Identifikation erfolgt mittels eines RFID Chips, der dem jeweiligen Carsharing-Fahrzeug zugeordnet ist. Am Ende der Fahrt muss das Fahrzeug allerdings wieder zu der Station zurückgegeben werden, an der es ausgeliehen wurde (stationsbasiertes Carsharing).

Schulungen zur Elektromobilität

Für die Kund:innen stehen auf der Homepage FAQs zur Erklärung bzw. kurze Videos für die wesentlichen Abläufe, wie z.B. Buchungsvorgang, Antritt der Fahrt oder Ladevorgang, zum Download bereit. Mitarbeitende der EnergieDienst sowie von Stadtmobil werden im Umgang mit der Ladeinfrastruktur geschult. Dabei geht es hauptsächlich um die grundsätzliche Funktion der Ladesäule sowie das Lernen kleiner Entstörungs-

vorgänge wie das Durchführen eines Neustarts. Die Schulung beschränkt sich auf den berührungsgeschützten Bereich der Ladesäule – Wartungsarbeiten an den stromleitenden Komponenten bleiben aus Sicherheitsgründen Elektriker:innen vorbehalten.

Öffentlichkeitsarbeit und Austausch

Im Rahmen des Aufbaus der neuen Carsharing-Standorte werden die Kund:innen der my-e-car per E-Mail, Homepage oder Social Media informiert. Da das Angebot des e-Carsharings ansonsten bereits länger besteht, werden keine weiteren Aktivierungsmaßnahmen ergriffen.

„Das Förderprogramm LINOx BW war eine tolle Möglichkeit, das Thema E-Carsharing in Freiburg weiter voranzutreiben. Mit der Förderung konnten Ladestationen für neue E-Carsharing-Standorte geschaffen und an bestehenden Standorten Verbrenner gegen umweltfreundliche e-Fahrzeuge getauscht werden.“

Nils Hoesch, Leiter Elektromobilität



Abbildung 20: Einweihung der e-Carsharing-Standorte

Quelle: Energiedienst Holding AG



Abbildung 21: Einweihung der e-Carsharing-Standorte

Quelle: Energiedienst Holding AG

4.11 Halböffentliches/privates Laden und Multi-Use-Konzept

Neues Anwendungsbeispiel: Stadt Ravensburg

Zahlen und Fakten

- 115 geförderte Ladepunkte insgesamt
- Davon 23 Ladesäulen und 69 Wallboxen
- 18 verschiedene Standorte, darunter zentrale Standorte der Stadtverwaltung, Schulen und vier Parkhäuser
- Umsetzungsstand: komplett umgesetzt
- Mehrzahl der Ladepunkte mit 22 kW Ladeleistung
- Alle Ladepunkte verwenden Wechselstrom (AC)

Zielgruppe

Die Ladeinfrastruktur ist je nach Standort unterschiedlich zugänglich. Die Ladepunkte auf privatem Gelände sind teilweise nur für Dienstfahrzeuge und Mitarbeiter:innen offen, andere sind zu bestimmten Zeiten oder komplett halböffentlich zugänglich, beispielsweise die 64 Wallboxen in den städtischen Parkhäusern.

Einsatzzweck

Die Ladeinfrastruktur wird zum Aufladen der der Fahrzeuge der Mitarbeitenden sowie an den Schulstandorten und in der Tiefgarage für die Öffentlichkeit und Besucher:innen der Stadt genutzt.

Fläche

Die Ladeinfrastruktur wird an den Schulstandorten und bei den Verwaltungsstandorten auf privatem Gelände sowie in den städtischen Parkhäusern aufgebaut.

Erfahrung mit Elektromobilität

Schon vor der Förderung durch LINOx BW hatte die Stadt Ravensburg Elektroautos in ihrer Dienstwagenflotte, die an vereinzelt Ladesäulen an den Verwaltungsstandorten geladen wurden. Sie waren aber ausschließlich für die Dienstfahrzeuge zugänglich und auf privatem Firmengelände installiert. Mit dem Aufbau der neuen Ladepunkte wurden Ladepunkte auch für Besuchende und Mitarbeitende zur Verfügung gestellt.

Festlegung der Anzahl der benötigten Ladepunkte

Zur Festlegung der Anzahl der Ladepunkte wurden einerseits Abschätzungen zur weiteren Elektrifizierung des städtischen Fuhrparks vorgenommen, andererseits sollten die Schulen in der Fläche mit mindestens einer Ladesäule ausgestattet werden. Je nach Größe der Schulen wurden mehr Ladepunkte aufgebaut. Die beiden oberen Ebenen der Marienplatz-Tiefgarage wurden ebenso wie drei weitere städtische Parkhäuser mit Ladepunkten ausgestattet.

Betrieb der Ladeinfrastruktur

Betrieben wird die Ladeinfrastruktur von den Technischen Werken Schussental (TWS) bzw. dem Eigenbetrieb Ravensburger Verkehrs- und Versorgungsbetriebe (RVV), der Beteiligungen an den TWS hält. Nach dem förderbedingten Mindestzeitraum von 36 Monaten geht der Großteil der Ladepunkte ins Eigentum der Eigenbetriebe über. Ausgenommen sind wenige Wallboxen innerhalb von Gebäuden, die im Eigentum der Stadt Ravensburg bleiben.

Erneuerbare Energien und Elektromobilität (Sektorenkopplung)

Eine Nutzung von Eigenstrom findet nicht statt, alle Ladepunkte werden mit Ökostrom des lokalen Anbieters TWS betrieben.

Abrechnung der Ladevorgänge

Die Ladepunkte sind sowohl mit Ladekarten der Ladenetzbetreiber als auch mit Girokarten zugänglich. Den Flottenfahrzeugen sind eigene Ladekarten zugeordnet, um den Stromverbrauch der einzelnen Fahrzeuge nachvollziehen zu können.

Betriebsinterner Kümmerer für die Ladeinfrastruktur

Die Zuständigkeit für die Ladeinfrastruktur teilt sich in verschiedene Bereiche auf. Die Fördermittelakquise sowie die Koordination der Finanzierung und Endabwicklung liegt beim Umweltamt, die konkrete Umsetzung beim Amt für Architektur und Gebäudemanagement. Beide Ämter arbeiten eng zusammen,

auch mit den Ravensburger Verkehrs- und Versorgungsbetrieben sowie dem Betreiber TWS.

Schulungen der Mitarbeitenden

Über die Nutzung der Ladeinfrastruktur wird mittels Anleitungen informiert, die in den Elektrofahrzeugen ausliegen sowie im Intranet zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus wurden gezielt Mitarbeitende angesprochen, die die Fahrzeuge häufig nutzen. Diese erhielten eine Einführung, sodass sie das Erlernte an weitere Mitarbeitende in ihren jeweiligen Abteilungen und Ämtern weitergeben konnten.

Multi-Use-Konzept

An den sieben Schulstandorten ist die Ladeinfrastruktur zu bestimmten Zeiten für verschiedene Nutzergruppen freigegeben. Während der Unterrichtszeiten sind die Ladepunkte ausschließlich für Lehrkräfte zugänglich, abends und nachts sind sie öffentlich, ebenso am Wochenende. Ab 7.00 Uhr morgens und je nach Standort bis 16.00 oder 17.00 Uhr sind die Ladepunkte für die Öffentlichkeit gesperrt. Die Zugänglichkeit wird durch eine Beschilderung geregelt.



Abbildung 22: Einfaches Laden der Dienstfahrzeuge am Technischen Rathaus

Quelle: Stadt Ravensburg



Abbildung 23: Bodenmarkierung an der Grundschule Weißenau

Quelle: Stadt Ravensburg



Abbildung 24: Beschilderung eines Parkplatzes für Lehrkräfte. Außerhalb der angegebenen Zeiten steht der Parkplatz allen zur Verfügung – auch die Ladesäulen.

Quelle: Stadt Ravensburg



Abbildung 25: Hier sind nur E-Fahrzeuge erlaubt. Beschilderung der Ladesäulen an der Kuppelnaus Schule.

Quelle: Stadt Ravensburg

„Mit dem LINOx Förderprogramm konnte Ravensburg einen großen Schritt in Richtung einer elektrischen Zukunft gehen. Bei der Installation der 115 Ladepunkte wurde an verschiedene Nutzergruppen gedacht und so ein Umstieg aufs E-Auto erleichtert. An unseren Ladesäulen und Wallboxen wird Ökostrom geladen. So möchten wir nicht nur zur Luftreinhaltung, sondern auch zum Klimaschutz beitragen.“

Julia Zyder, Umweltamt Stadt Ravensburg

05

Übersicht der Anwendungsbeispiele

		Einsatzzweck	Nutzergruppen der Ladeinfrastruktur	Zugang zum Ladestrom	Zugänglichkeit zum Parkplatz mit Ladepunkt
Ambulanter Pflegedienst	Diakonie- und Sozialstation Ludwigsburg gGmbH	Flottenfahrzeuge mit festen Tagestouren laden	Nur Mitarbeiter:innen	Mittels Ladekarten	Privat, hinter einem Tor in einer Tiefgarage oder beschildert
Parkhaus	Parkraum-gesellschaft Baden-Württemberg mbH	Flottenfahrzeuge (des Landes) laden, Vermietung von Ladeplätzen an Dauerparker:innen und einen kleinen Teil an Kurzparker:innen vermieten, Parkhaus	Dienstfahrzeuge des Landes, überwiegender Teil für Dauerparker:innen, Teil für klassische Kurzparker:innen	Mittels Ladekarten oder Parkticket	Öffentlich zugänglich
Bürogelände	Landratsamt Ludwigsburg	Flottenfahrzeuge laden, Photovoltaik (PV)-Eigenstrom nutzen	Nur Mitarbeiter:innen	Ohne Identifizierung	Privat, hinter einem Tor/ einer Schranke und/ oder beschildert
Öffentlicher Parkplatz und Betriebshof	Blühendes Barock Gartenschau Ludwigsburg GmbH	Flottenfahrzeuge laden, PV-Eigenstrom nutzen, Pedelecs von Gästen des gärtnerisch-touristischen Betriebs laden, Arbeitswege von Mitarbeiter:innen mit dem Pedelec fördern	Fahrzeuge: nur Mitarbeiter:innen; Pedelecs: Mitarbeiter:innen und Besucher:innen theoretisch weitere möglich	Fahrzeuge: Ladekarte je Fahrzeug Pedelecs: Steckdosen zur Allgemeinnutzung, kostenlos	Privat, auf Betriebshof, hinter einem Tor, beschildert
Autohaus	Assenheimer + Mulfinger GmbH & Co. KG	Vorfühssäulen betreiben, Lademöglichkeiten für Kund:innen und Mitarbeiter:innen anbieten, PV-Eigenstrom nutzen, Parkhaus	Kund:innen und Mitarbeiter:innen	SIM-Karten geplant	Privat, für Kunden- und Dienstfahrzeuge (nicht öffentlich zugänglich)
Supermarkt	ALDI SÜD	Laden als Kundenservice	Kund:innen	Ohne Identifizierung	Öffentlich zugänglich
Tiefgarage und Betriebshöfe	Stadt Ulm	Flottenfahrzeuge und Fahrzeuge von Mitarbeiter:innen laden, perspektivisch halböffentlich	Flottenfahrzeuge, Mitarbeiter:innen, perspektivisch halböffentlich	Momentan frei zugänglich (aber in geschlossenen Tiefgaragen), perspektivisch an bestimmten Standorten mit Ladekarten (RFID)	Hinter einem Tor in einer Tiefgarage
WEG	Stuttgart	Laden privater Fahrzeuge	Bewohner:innen der WEG	Private Garagen	Hinter einem Tor innerhalb der Garage
Quartiersgarage	Freiburg, Vauban	Private Fahrzeuge der Bewohner:innen des Quartiers laden	Bewohner:innen des Quartiers	Ladekarten, Schlüssel für den Zugang zur Garage ist außerdem notwendig	Hinter einem Tor innerhalb der Garage
Carsharing	Freiburg	Flottenfahrzeuge für das Carsharing laden	Carsharing-Kund:innen	RFID Chip, der dem jeweiligen Carsharing-Fahrzeug zugeordnet ist	Öffentlich zugänglich, beschildert
Halböffentliches/privates Laden und Multi-Use-Konzept	Stadt Ravensburg	Flottenfahrzeuge laden, private Fahrzeuge laden	Mitarbeiter:innen (private und Dienstfahrzeuge), Parkhausnutzer:innen, Multi-Use-Konzept: zu bestimmten Zeiten öffentlich zugängliche Schulparkplätze	Ladekarten oder Girokarte	Hinter einem Tor oder beschildert

Weiterführende Informationen: Homepages und Direktlinks

Das Projekt LINOx BW

LINOx-BW.de

Städtetag Baden-Württemberg, Verband Region Stuttgart,
Institut Stadt|Mobilität|Energie (ISME) GmbH, ZSW,
e-mobil BW GmbH, Innovationhouse Deutschland GmbH:
[Förderprojekt LINOx BW](#)

Hager, K., Graf, A. (2022):

[Zwischenergebnisse des BMWi-Projektes LINOx BW – Fact Sheet der Anwendungsfälle: Parkhaus – P&R – privates Firmengelände](#). In: Transforming Cities 1/2022, S.73–77.
(Weitere Veröffentlichung aus dem Projekt LINOx BW)

Gesetze bzgl. Ladeinfrastruktur

Gesetze-im-Internet.de

Bundesrepublik Deutschland, Gesetze und Verordnungen:

- [Bürgerliches Gesetzbuch \(BGB\)](#)
- [Elektromobilitätsgesetz \(EmoG\)](#)
- [Ladesäulenverordnung \(LSV\)](#)
- [Mess- und Eichgesetz \(MessEG\)](#)
- [Mess- und Eichverordnung \(MessEV\)](#)
- [Preisangabenverordnung \(PAngV\)](#)
- [Straßenverkehrs-Ordnung \(StVO\)](#)
- [Wohnungseigentumsgesetz \(WEG\)](#)

Institut Stadt|Mobilität|Energie (ISME) GmbH und
Noerr Partnergesellschaft mbB (2022) (Hg.)

NOW-GmbH.de

- [Leitfaden zum Elektromobilitätsgesetz – Praktische Tipps für die Umsetzung vor Ort](#) im Auftrag des BMDV, 2022,
- [Elektromobilitätsgesetz \(EmoG\) – Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge – Berichterstattung 2021](#) im Auftrag des BMDV.

Leitfäden

Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur

Nationale-Leitstelle.de:

- [Einfach laden an Wohngebäuden – Leitfaden für die Errichtung privater Ladeinfrastruktur an Mehrparteienhäusern](#)

- [Einfach laden in der Kommune – Leitfaden zur Vergabe und Genehmigung von Ladeinfrastruktur für kommunale Akteure](#)
- Weitere ausführliche Leitfäden sind angekündigt und erscheinen in Kürze im [Downloadbereich](#) der Leitstelle.

Projektteam aus DKE, BDEW, ZVEH, ZVEI, VDE|FNN, VDA
[Technischer Leitfaden – Ladeinfrastruktur, Elektromobilität, Version 4 \(DKE.de\)](#)

ZVEI in Kooperation mit GdW, ZVEH, VDA:

[Leitfaden: „Ladeinfrastruktur und Umfeldmaßnahmen für Wohnungswirtschaft und Verwaltung“ \(ZVEI.org\)](#)

Weiteres zur Ladeinfrastruktur

e-mobil BW GmbH (e-mobilBW.de):

- [Themenbereich Ladeinfrastruktur](#)
- [Übersicht über Fördermaßnahmen des Landes Baden-Württemberg und des Bundes](#)
- [Weitere Publikationen](#)

Westenergie Netzservice GmbH (Störungsauskunft.de):
[Information bzgl. des Netzbetreibers vor Ort](#)

Kooperation der Elektrofachbetriebe GFG mbH, ArGe
Medien im ZVEH GbR (Deutschland-tankt-Strom.de):
[Suche nach zertifizierten Fachbetrieben zur Installation von Wallboxen](#)

S.A.F.E. e.V. (SAFE-eV.de):

[Transparenzsoftware des Herstellerverbundes](#)

ADAC (ADAC.de):

[Themenseite zur Elektromobilität](#)

ADFC (ADFC.de):

Informationen zu Elektrofahrern:

- [Akku-Pflege und Nutzung](#)
- [Einblick in Pedelec-Akkus](#)

Impressum

Herausgeber

e-mobil BW GmbH – Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg

Autor:innen

Institut Stadt|Mobilität|Energie (ISME) GmbH

Alexandra Graf, Karsten Hager, Marie-Luise Reck

e-mobil BW GmbH

Anatolij Kasnatscheew

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Dennis Huschenhöfer

Städtetag Baden-Württemberg e. V.

Dr. Susanne Nusser

Redaktion und Koordination des Themenpapiers

e-mobil BW GmbH

Anatolij Kasnatscheew, Philipp Prinz, Stephan Braun, Isabell Knüttgen

Layout/Satz/Illustration

markentrieb

Die Kraft für Marketing und Vertrieb

Fotos

Umschlag: Institut Stadt|Mobilität|Energie (ISME) GmbH

Die Quellennachweise aller weiteren Bilder befinden sich auf der jeweiligen Seite.

2. aktualisierte und überarbeitete Auflage, September 2022

© Copyright liegt bei den Herausgebern

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk ist einschließlich seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Für die Richtigkeit der Herstellerangaben wird keine Gewähr übernommen.



www.e-mobilbw.de

e-mobil BW GmbH

Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und
Automotive Baden-Württemberg

Leuschnerstraße 45 | 70176 Stuttgart

Telefon +49 711 892385-0 | Fax +49 711 892385-49

info@e-mobilbw.de

