

Forschungsbericht BWPLUS

## **Flotteladen**

–

# **Die nachhaltige Mobilitätslösung für Sozialstationen und WEGs in Baden-Württemberg**

von

Kristian Peter, Alexander Hirth

ISC Konstanz  
Flotteladen GmbH

Förderkennzeichen: BWINP 21106

Laufzeit: 01.08.2020 – 31.12.2021

Die Arbeiten des Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

März 2022

## Assoziierte Partner:



siobra  
Caritasverband Hochrhein e.V.  
SmartGridsBW  
Sozialstation Überlingen



## Inhalt

1.	Aufgabenstellung.....	4
2.	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde .....	5
3.	AP A: Koordination .....	7
4.	AP B: Entwicklung und Anpassung der Funktionalität .....	7
4.1	Initiale Erweiterung des bestehenden Lastmanagements durch eine KI .....	7
4.1.1	Entwicklung der Messboxen .....	10
4.2	Erweiterung des bestehenden Lastmanagements durch eine APP .....	14
4.2.1	Die Fahrer-App .....	14
4.2.2	Data Lake für künftige Prognosen.....	15
4.2.3	Visualisierung um Daten zu Verstehen.....	15
5.	AP C: Installation und Inbetriebnahme.....	18
5.1	Sozialstation Bodensee e.V. ....	18
5.2	Caritasverband Hochrhein e.V. ....	20
6.	AP D: Auswertung und Analyse .....	22
7.	Verwertungsplan .....	22

## 1. AUFGABENSTELLUNG

Das Hauptziel des Vorhabens ist die Demonstration, dass selbst größere Fahrzeugflotten mit intelligenter und selbstlernender Algorithmik intelligent geladen werden können und, dass hierzu sehr oft der bestehende Netzanschluss ausreicht. Eines der höchsten Ziele beim Laden von Elektrofahrzeugen muss sein, die Gleichzeitigkeit auf ein Mindestmaß zu minimieren, aber auch gleichzeitig sicherzustellen, dass jedes Fahrzeug „genügend“ geladen wird.

Die derzeit noch nahezu einzigartige Verfügbarkeit über Informationen bezüglich anstehender Fahrten der Fahrzeuge der Sozialstationen, ermöglicht hierbei eine deutlich genauere Vorhersage zu erwartender Ladeenergien, als derzeit z.B. auf öffentlichen oder privaten Parkplätzen denkbar. Die Notwendigkeit eines über Nacht auf 100% geladenen Fahrzeugs ist somit weniger akut und kann zu Gunsten von erhöhtem Verbrauch regenerativ erzeugter (Solar-) Energie zurückgestellt werden. Dies kann im Gegensatz zu Privatverbrauchern zentral und ohne direkte Unterstützung bzw. Eingaben der Fahrer getan werden, ohne deren Alltag einzuschränken.

Des Weiteren wird der gleichzeitige Bedarf an Ladeleistung zukünftig nur schwer über lokale PV Dachanlagen der Sozialstationen gewährleistet werden können. Über die vorausschauende Planung von Ladevorgängen sollte sich der Eigenverbrauch und die Gleichzeitigkeit der Ladeleistungen weiter deutlich optimieren lassen, als sich rein reaktiv auf momentane Messergebnisse stützen zu müssen. Im Verbundprojekt wird

- **ISC Konstanz** die Projektleitung übernehmen. Zudem implementiert der ISC die optimierte Regelung des Lademanagements unter Verwendung der Methode der modellprädiktiven Regelung (Model Predictive Control - MPC). Berücksichtigt wird dabei die dynamische Erzeugung von Energie über Photovoltaikanlagen am selben Netzknotenpunkt der zu regelnden Ladestationen. Ein möglichst hoher Eigenverbrauch der lokal erzeugten Energie (PV) kann die operativen Lade-Kosten einer Flotte erheblich senken.
- **Siobra** als assoziierter Partner die Steuerungssoftware + APP liefern, das System bei den Projektpartnern installieren, die Daten auswerten und aufarbeiten. Die Siobra Meser & Groezinger GbR bietet schon seit einiger Zeit erfolgreich Ladelösungen für das intelligente Laden von Fahrzeugflotten an.
- der **Caritasverband Hochrhein e.V.** die smarte Ladelösung an insg. 6 Standorten installieren und die relevanten Daten zum Optimieren der Algorithmik den Projektpartnern zur Verfügung stellen. Ggf. sollen in Zukunft noch weitere Standorte mit dem System ausgerüstet werden. Der Aufwand des Caritasverband wird über das Programm Charge@BW abgerechnet.
- die **Sozialstation Bodensee e.V.** die smarte Ladelösung an einem Standort installieren und die relevanten Daten zum Optimieren der Algorithmik den Projektpartnern zur Verfügung stellen. Ggf. sollen in Zukunft noch weitere Standorte mit dem System ausgerüstet werden.

Ziel des Vorhabens ist die Weiterentwicklung der bestehenden Ladelösung und die Inbetriebnahme eines KI gestützten Lastmanagements für Fahrzeugflotten unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden eigenen PV-Leistung, der externen

Marktsignale, aktueller Wetterinformationen und des Nutzungsverhaltens der Fahrzeuge bzw. Fahrzeuglenker.

## 2. WISSENSCHAFTLICHER UND TECHNISCHER STAND, AN DEN ANGEKNÜPFT WURDE

### Erfahrung der Siobra

Von der Siobra Meser & Groezinger GbR wurden bereits einige Projekte mit Sozialstationen in Baden-Württemberg realisiert. Hierzu wurde ein zentrales, intelligentestes Lastmanagementsystem entwickelt, das die Fahrzeuge „sanft“ lädt. Sanftes Laden bedeutet in diesem Zusammenhang die vorhandene Leistung über viele Stunden an alle angeschlossenen Fahrzeuge zu verteilen und dies schonend mit 2,3 – 3,7 kW.

### Erfahrung des ISC Konstanz

Die dynamische Erzeugung von Energie über z.B. Photovoltaikanlagen, am selben Netzknotenpunkt der zu regelnden Ladestationen, kann zu deutlichem Mehrwert, aber auch Herausforderungen an die optimierte Regelung des Lademanagements führen. Ein möglichst hoher Eigenverbrauch der erzeugten Energie kann die operativen Kosten einer Flotte erheblich senken. Dazu muss jedoch sowohl Erzeugung, als auch Verbrauch an dem zu optimierenden Knotenpunkt in gewissem Maße antizipiert werden, zum Beispiel unter Unterstützung von Wettervorhersagen. Das Konzept der Berücksichtigung bestimmter zukünftiger Entwicklungen nennt sich modelprädiktive Regelung.

Bei der Model Predictive Control (MPC) wird meist ein zeitdiskretes, dynamisches Modell des zu regelnden Systems aufgestellt, um den zukünftigen Zustand des Systems in Abhängigkeit definierter Eingangssignale berechnen zu können. Dies ermöglicht die Optimierung des Eingangssignales über einen Zeithorizont, unter Berücksichtigung definierter Eingangs- und Zustandsbeschränkungen. Modelprädiktive Regler sind aufwändige Regelungsverfahren und werden aufgrund ihrer Robustheit und ihrer Fähigkeit, Beschränkungen explizit zu berücksichtigen, bereits seit den 1980er Jahren verwendet. Bevorzugt werden MPCs hierbei in verfahrenstechnischen Prozessen genutzt, in welchen klassische Regler (P-, D-, PID-Regler) und Fuzzy-Regler eine nicht ausreichende Regelgüte erlangen. Traditionell werden MPC Algorithmen hierbei in Kombination mit klassischen Reglern verwendet, um in trägen Systemen für einen langen Zeithorizont die Zielwerte für z.B. PID-Regler bereitzustellen. Diese Zielwerte wurden über einen Zentralrechner, welcher die rechenintensive MPC durchführt, verbreitet. Die fortschreitende Entwicklung der Halbleitertechnik eröffnet jedoch derzeit die Möglichkeit, diese komplexen, modelprädiktiven Regelungsverfahren nicht nur auf Zentralrechnern in Prozessanlagen, sondern auch auf immer günstiger werdenden, kleineren Anlagen berechnen zu lassen, um der zunehmend dezentralere Energieversorgung zu entgegenen.

Der ISC Konstanz e.V. hat bereits in mehreren Projekten Erfahrung mit dieser Art der Regelung sammeln können, z.B. im vom Land geförderten Projekt Ehoch4 Quartier 4.0, in dem mehrere, mit einander vernetzte Energieerzeugungsanlagen modelprädiktiv geregelt

wurden, um möglichst optimal verschiedene Sektoren mit einander zu koppeln und Energie so effizient wie möglich bereit zu stellen.

Die Performance eines solchen Optimierungsalgorithmus im Energiesektor hängt folglich jedoch maßgeblich von der Vorhersagegenauigkeit ab. Lastprognosen hängen von einer Vielzahl von Nichtlinearitäten, wie dem Nutzerverhalten, ab. Zu diesem Zweck wurden vom ISC Konstanz e.V. rekursive Zeitreihenvorhersagen durch spezifisch antrainierte Neuronale Netze für diesen Zweck erprobt und derzeit im vom Land geförderten Projekt SoLAR integriert und demonstriert.

#### **Erfahrung des Caritasverband Hochrhein e.V. und der Sozialstation Bodensee e.V.**

Bis dato wurden schon vereinzelt und eher sporadisch Elektroautos benutzt, die dann an Standard Wallboxen ohne Lastmanagement betrieben wurden. Dies war bis dato ausreichend und hat auch mehr dem Ziel gedient, die eigenen Mitarbeiter mit dem Thema Elektromobilität vertraut zu machen und die Angst vor dem Neuen zu minimieren. Durch die erhöhten staatlichen Förderungen bei der Fahrzeugbeschaffung macht ein genereller Umstieg auf die Elektromobilität nun auch wirtschaftlich Sinn. Mittelfristig sollen alle möglichen Fahrzeuge auf Elektrofahrzeuge umgestellt werden und da dies idealerweise ohne weiteren Hausanschluss oder Leistungserhöhung des bestehenden Anschlusses stattfinden sollte, ist hierzu ein intelligentes und smartes Lastmanagement notwendig. Die am Markt erhältlichen statischen Lastmanagementsysteme sind hierzu nicht geeignet.

#### **Erfahrung des SmartGridsBW e.V.**

Dieser Antrag wurde auf Initiative der Plattform für Energiewirtschaft, Industrie, Politik und Wissenschaft, SmartGridsBW, geschrieben. Der SmartGridsBW e.V. wird das Vorhaben im Falle der Förderung während der Laufzeit begleiten, so dass auf den großen Erfahrungsschatz dieses Netzwerks zurückgegriffen werden kann. Insbesondere sollen die im SmartGridsBW organisierten Versorger bzw. Netzbetreiber regelmäßig eingebunden werden, indem auf mehreren Veranstaltungen das Feedback der Energieversorger abgeholt wird. Dieses Vorgehen soll sicherstellen, dass die zum Einsatz kommenden Verfahren für unser Netz- und Energiesystem dienlich sind.

### 3. AP A: KOORDINATION

Die Koordination diente der Erfolgskontrolle des Verbundvorhabens, der effektiven Zusammenarbeit der Projektpartner, der Abstimmung der Projektpartner untereinander, der Sicherstellung der Verwertbarkeit der Ergebnisse und der Kommunikation mit dem Projektträger PTKA.

Die Erstellung der Jahresberichte 2020 und 2021 und dieses Schlussberichtes wurde durch den Koordinator unter den Partnern abgestimmt. Der Abschlussbericht soll der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Wie üblich geschah die Kommunikation mit dem Projektträger über den Koordinator. Dieser koordinierte die Erstellung des Projektantrags, den Zwischenberichten und dem Schlussbericht.

### 4. AP B: ENTWICKLUNG UND ANPASSUNG DER FUNKTIONALITÄT

#### 4.1 Initiale Erweiterung des bestehenden Lastmanagements durch eine KI

Um eine KI-basierte Steuerung der Ladestationen umsetzen zu können, fand ein Treffen vorort, an der Sozialstation Überlingen statt. Es ging im Wesentlichen darum, sich einen Überblick über die genaue Ausgangssituation zu verschaffen. Dabei erklärte Frau Möhrle im Detail, wie Fahrtenpläne erstellt werden, wie Fahrzeuge zugeordnet werden, etc.. Die Erkenntnisse aus diesem Gespräch waren ausschlaggebend für den weiteren Verlauf des Projektes. Deswegen soll nachfolgend genauer drauf eingegangen werden:

Die Datenverfügbarkeit in der Sozialstation ist relativ schwierig auf KI-Anwendungen übertragbar. Dabei stellen folgende Faktoren Schwierigkeiten dar:

- Zum einen ändert sich die Fahrtroute der Mitarbeiter relativ häufig. Laut Frau Möhrle werden die Fahrpläne fast wöchentlich angepasst.
- Zum anderen werden die Fahrpläne zwar digital abgespeichert, jedoch sollen diese nirgends hochgeladen werden.
- Die Zuordnung der Autos erfolgt nach dem Zufallsprinzip, d.h. jeder Mitarbeiter nutzt für seine Route evtl. täglich ein anderes Auto.
- Die Zuordnung der Autos zu den Ladestationen folgt ebenfalls keinem Schema und kann nicht nachverfolgt werden.
- Die Sozialstation Überlingen hat nicht geplant in absehbarer Zukunft eine PV-Anlage zu installieren. Dies ist zwar keine Bedingung für die Verwendung von KI-Algorithmen, jedoch ein Bereich in dem das ISC Konstanz besonderes Vorwissen hat und dieses gerne eingebracht hätte.

Fazit: Die Einbindung der Fahrpläne für eine Prognose ist sehr aufwendig und wenn überhaupt, nur für eine einzelne Sozialstation möglich. Eine allgemein funktionierende Lösung ist nicht absehbar. Ohne das Wissen welches, Fahrzeug wieviel gefahren ist und welche Strecke es am kommenden Tag fahren muss, sind KI-Algorithmen in diesem Fall

sehr schwer anwendbar bzw. die Zuverlässigkeit und der Nutzen einer KI Anwendung ist sehr gering.

Nach diesem Gespräch wurde festgelegt, dass zunächst der Energiebedarf der Sozialstation bestimmt werden sollte, um einen Überblick zu bekommen wie hoch der Eigenbedarf ist und wie viele Elektrofahrzeuge theoretisch angeschlossen werden könnten. Darüber hinaus ist es für Neuronale Netze wichtig, möglichst viele Trainingsdaten zu haben. Dabei verwendeten wir Standardbauteile, die vom ISC schon des öfters benutzt wurden, um die Leistung des dreiphasigen Hausanschlusses zu ermitteln, zu visualisieren und remote zugänglich zu machen.

Dabei wurde im Wesentlichen ein Stromzähler verwendet, der über Modbus vom firmeneigenen Framework (Seal) ausgelesen wird.

Es entstand eine kompakte Box (Abbildung 1 und Abbildung 2), die einfach aufgebaut und Vorort installiert werden konnte. Diese Vorrichtung hat wegen einem integrierten LTE Router bestmöglichen Empfang in Deutschland und kann über VPN von extern erreicht werden.

Wir entschieden uns für eine Internetanbindung via Mobilfunk da der zu messende Hausanschluss außerhalb des WLAN- Empfangs liegt und kein LAN Kabel gelegt werden konnte. Absprachen mit Herrn Hirth ergaben, dass viele Hausanschlüsse außerhalb der WLAN Reichweite des Routers liegen und ebenfalls nicht mit einem Kabel ans Internet angebunden werden können. Das bestätigte die getroffene Entscheidung einen Mobilfunk-Router zu verwenden. Falls dieser keinen Empfang hat, kann eine Antenne montiert werden, um für ausreichen Empfang zu sorgen.

Abbildung 2 zeigt die Installation des Prototyps einer Messbox in Überlingen. Wegen der Installation der Elektroladeanschlüsse musste die Box nach etwa einem Monat ausgebaut werden. In diesem Zeitraum konnte der Energieverbrauch der Sozialstation Überlingen gemessen werden.



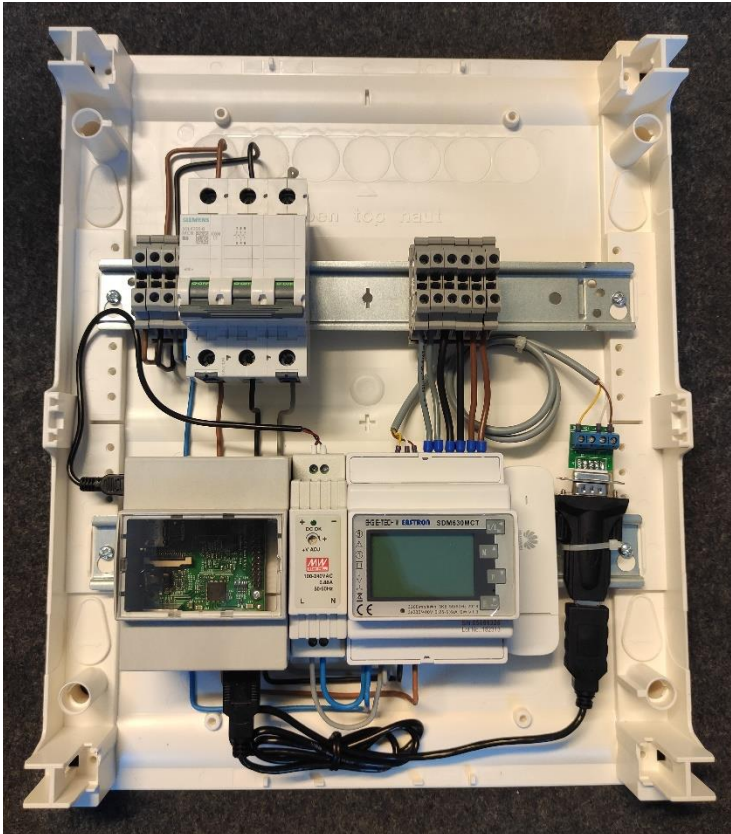


Abbildung 1 - Messvorrichtung für die Sozialstation Überlingen



**Abbildung 2 - Montierte Messbox in Überlingen**

Während der Treffen mit der Flotteladen GmbH entstand die Idee diese Messboxen im Rahmen des Projektes vielseitig nutzbar zu machen.

Bei den Beratungsgesprächen der Flotteladen GmbH mit dem Kunden tauchte oft die Frage auf, wie viele E-Fahrzeuge geladen werden können, ohne den Hausanschluss zu überlasten. Das Problem rührt daher, dass der Kunde oft von einer gleichzeitig auftretenden, maximalen Ladeleistung ausgeht. Eine weitere Frage ist die Anzahl der möglichen E-Fahrzeuge unter Berücksichtigung einer PV-Anlage. Zuletzt soll eine Kostensimulation ausgeführt werden, die berechnet wieviel den Kunden die PV-Anlage, das Elektrofahrzeug oder auch ein zusätzlicher Energiespeicher kostet.

Da es nicht möglich ist, unter den oben beschriebenen Umständen sinnvoll mit einer KI Ladevorgänge vorherzusagen und Ladevorgänge zu steuern, wurde dieser Ansatz vorerst verworfen und die oben beschriebenen Problemstellungen bearbeitet.

#### **4.1.1 Entwicklung der Messboxen**

Marktrecherchen haben ergeben, dass ähnliche existierende Dienste nur einphasige Messungen beinhalten oder ohne eine Auswertung, wie sie hier gefordert wird, auskommen. Um dies zu ermöglichen wurde die Entwicklung eines Energie- und Leistungsmessgerätes

(im Folgenden Messbox genannt) begonnen, die der erfahrenen Elektro-Fachkraft ein einfaches Tool bietet um Kunden auf Basis von wissenschaftlichen Messungen und Berechnungen beraten zu können. Folgende Fragen sollten dabei **individuell** beantwortet werden:

- optimaler Speichergröße
- PV-Anlagengröße
  - Stromerzeugung
  - Eigenverbrauch
  - Autarkiegrad
- Elektromobilitäts-Kosten unter Berücksichtigung folgender Faktoren
  - Ladezeiten
  - Jährlich gefahrene Strecke
- Anschlusspotential für Elektrofahrzeuge
- Jährliche Stromkosten im Vergleich
  - Mit PV
  - Mit PV und Energiespeicher
  - Mit PV und Energiespeicher und Elektrofahrzeug
- Amortisationskosten der Komponenten

Im ersten Schritt wurde eine Markkanalyse und Amortisationsberechnung mit Hilfe der Flotteladen GmbH durchgeführt und bestimmt, wie hoch die Entwicklungskosten für eine solche Box sein dürfen und wie teuer diese dann in der Vermietung sein darf.

Da das Marktpotential für solche Messgeräte als sehr positiv bewertet wurde, entschied sich das ISC für die Entwicklung einer solchen Messbox. Die erwartete Amortisationszeit kann Abbildung 3 entnommen werden. Die getroffenen Annahmen beziehen sich auf zehn Messboxen, die jeweils dreimal jährlich für drei Monate vermietet werden. Bei einer Mietpauschale von 390€ und monatlichen Kosten von 190 €, beträgt die erwartete Amortisationszeit etwas mehr als zwei Jahre. Diese Zahlen wurden mit Hilfe von Herr Hirth auf Basis der momentanen Auftragslage der Flotteladen GmbH ermittelt und abgeschätzt.

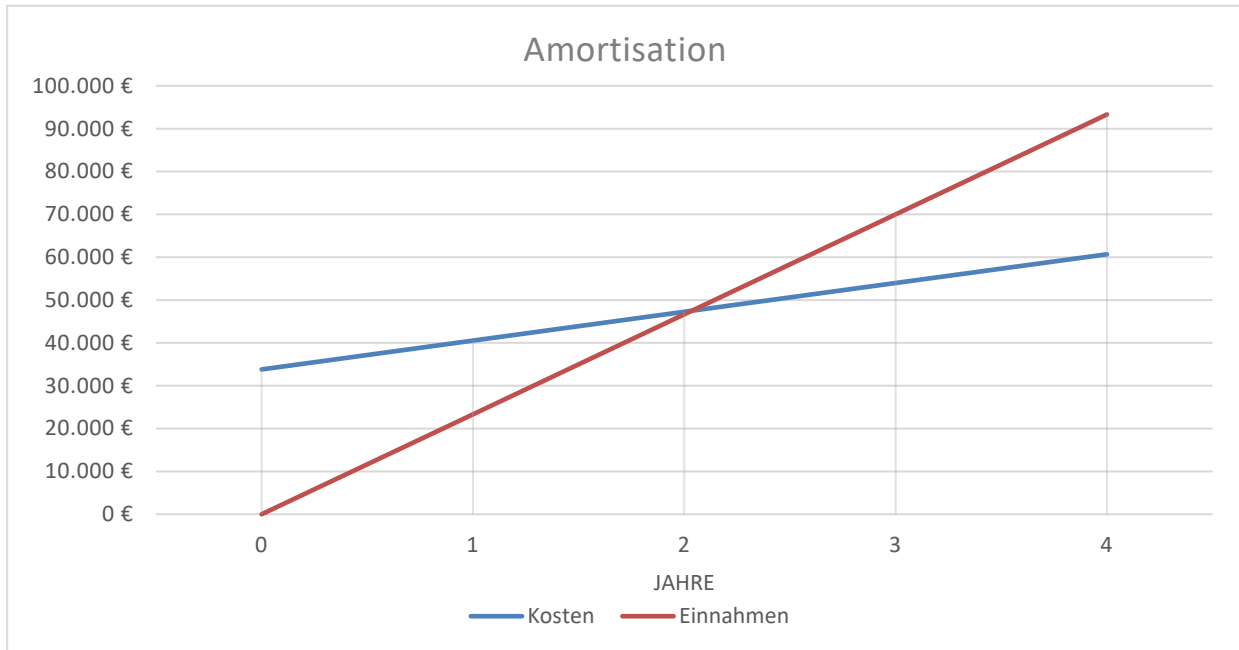


Abbildung 3 Amortisationsrechnung der Messboxen

#### Hardware

Die Hardware sollte aus Standardbauteilen bestehen, da diese möglichst einfach und günstig zu besorgen sind. Da die Messbox CE-Standards entsprechen soll, kamen nur CE-zertifizierte Komponenten in Frage. Ein maßgefertigtes Gehäuse hätte die Kosten deutlich erhöht, daher wurde auf ein Hutschiene-Montagesystem zurückgegriffen. Hier sind Gehäuse leicht erhältlich. Ein weiterer Vorteil dieser Gehäuseart ist, dass die Herstellung der Messboxen relativ einfach durchführbar ist und die meisten Bauteile für die Gebäude-Energiemessung in Hutschiene montage ausgeführt sind.



Abbildung 4 - Aufbau von zehn Messboxen

## Software

Die allgemeinen Ziele der Auswertungssoftware wurden oben bereits beschrieben. Die Umsetzung dieser Ziele in eine Software erfordert jedoch noch weitere Aspekte die berücksichtigt werden müssen, unter anderem sind dies: Skalierbarkeit, Messdatensicherheit, Durchführung von Software-Updates, Darstellung der Ergebnisse, etc. Bei der Skalierbarkeit geht es darum, dass mehrere Systeme einfach und schnell aufgesetzt werden können. Der größte Teil der Installation der Software ist bei jeder Messbox identisch und kann über Batch-Skripte erfolgen. Es gibt jedoch Teile, die für jede Box unterschiedlich sind. Individuell müssen Passwörter und VPN-Zertifikate erstellt werden. Dieser Teil wird ebenfalls durch ein Script erledigt. Die Installation der Software erfolgt über einen, vom ISC betriebenen Debian Package Management Server (dpkg-Server). Durch diese Server-Struktur können auch einfach Updates der einzelnen Systeme erfolgen. Wie bereits erwähnt, werden bei der Installation randomisierte Passwörter erzeugt. Das sorgt für den Schutz der Daten gegenüber Dritter.

Zum Schutz der Messdaten werden diese nur lokal auf den Messboxen gespeichert und nicht innerhalb einer Cloud.

Die gewonnenen Messdaten können prinzipiell für das Training von neuronalen Netzen verwendet werden. Dies erfordert eine Einverständniserklärung der Eigentümer und würde anonymisiert erfolgen.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt dann entweder über das installierte EMS oder in der automatisch generierten PDF Datei.

Das firmeneigene Energiemanagementsystem „Seal“ besteht hauptsächlich aus den beiden Open-Source Projekten emonmuc und emoncms. Emonmuc basiert auf dem OpenMUC Projekt dessen grundlegende Idee es ist, ein Framework zur Verfügung zu stellen, mit dessen Hilfe verschiedenste Kommunikationsprotokolle einfach und schnell eingebunden werden können. Emoncms ist ein Content-Management-System das dazu dient die gemessenen Energie- und Leistungsdaten zu speichern und anzeigen zu können.

Den so gewonnenen Messdaten werden TMY-Wetterdaten hinterlegt. Basierend auf diesen Wetterdaten wird eine PV-Simulation gestartet, welche anhand der hinterlegten Wetterdaten die korrespondierenden Daten einer vorher konfigurierten PV-Anlage generiert. Für die PV-Anlage kann die Ausrichtung, der Zellentyp, die geografische Position und vieles mehr konfiguriert werden. Darüber hinaus kann ein elektrischer Speicher und der Wechselrichter, hinsichtlich Preis, Wirkungsgrad, Typ, etc. konfiguriert werden. Für das Projekt ist vor allem interessant, dass Elektrofahrzeuge in die Berechnungen mit einbezogen werden können: es kann sowohl die Fahrleistung, als auch die Anzahl der Fahrzeuge und das jeweilige Ladeverhalten vorgegeben werden.

Aus dem gemessenen Energieverbrauch, der simulativ berechneten Erzeugung und weiteren individuellen Konfigurationen können die oben aufgeführten Fragen beantwortet werden. Derzeit wird am ISC an einer Verbrauchsvorhersage gearbeitet. Damit wäre es möglich, das Verbrauchsverhalten während dem ganzen Jahr, und damit auch saisonale Unterschiede im Energiebedarf, in der Auswertung berücksichtigen zu können.

## 4.2 Erweiterung des bestehenden Lastmanagements durch eine APP

Im Projektverlauf hat sich gezeigt, dass noch zu wenige Daten über die Ladevorgänge verfügbar sind, um zuverlässige Prognosen zu erstellen. Daher wurden insbesondere Erweiterungen umgesetzt, die die Datenqualität erhöhen und Visualisierungen zum Verständnis der Daten erleichtern.

### 4.2.1 Die Fahrer-App

Für die Analyse und Ladeprognose ist es erforderlich, dass die Ladevorgänge den Nutzern zugeordnet werden können. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn dieselben Ladepunkt von unterschiedlichen Personen - bei den Sozialstationen mit unterschiedlichem Fahrprofil - genutzt werden.

Zu diesem Zweck wurde von Siobra eine Fahrer-App entwickelt. Mit dieser schalten die Nutzer jeden Ladevorgang frei und dieser wird dann dem Nutzer zugeordnet.

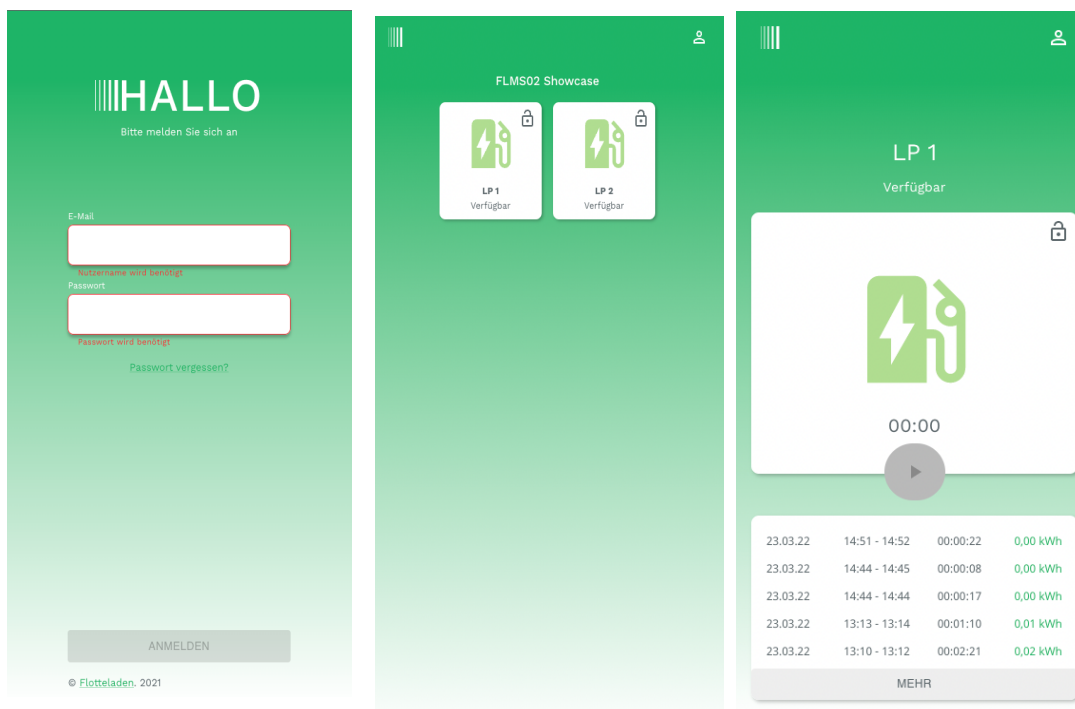


Abbildung 5 - die initiale Basisfunktionalität der Fahrer APP

Die App ermöglicht eine direkte Interaktion mit dem Nutzer. Dadurch ist es künftig auch möglich weitere Informationen zu erfassen, wie z.B.: Ladezustand des Fahrzeuges und geplante Abfahrt.

Aktuell ist die App bei den ersten Systemen im Einsatz.

#### 4.2.2 Data Lake für künftige Prognosen.

Die Ablage der Daten, die für Ladevorgänge und Solar-Optimierung relevant sind, wurden in einem zentralen Data Lake in der AWS Cloud-Umgebung gespeichert. Dazu wurde eine Zeitreihen-Datenbank integriert, so dass Analysen im zeitlichen Verlauf auf historische Daten sowie ad-hoc Darstellungen möglich sind. Insbesondere sind hier einzelne Ladevorgänge, der Lastverlauf aller Ladevorgänge in einer Liegenschaft und die Leistung am Hausanschluss in Kombination zu betrachten.

Auf dieser Basis werden Daten im zeitlichen Kontext erfasst und ermöglichen statistische Auswertung, die die Basis für KI-Prognose-Modelle bilden und als Trainingsdaten benötigt werden.

#### 4.2.3 Visualisierung um Daten zu Verstehen

Die Grundlage für jedes KI-System ist ein gutes Verständnis der Daten, für das das Prognosemodell entwickelt wird.

Komplexe Zusammenhänge werden von Menschen am besten in Visualisierungen verstanden.

Für das oben erwähnte Data Lake wurden daher Visualisierungen entwickelt, die die ad-Hoc Darstellungen verschiedener Daten im Zusammenhang ermöglichen. Die folgenden Abbildungen zeigen Beispiele von Ladeverläufen innerhalb einer Woche.

Zu erkennen sind hier die aktuellen Ladevorgänge, wie lange Fahrzeuge eingesteckt sind und wie lange sie laden. Im selben zeitlichen Kontext ist der Leistungsverlauf aller Ladepunkte und des Hausanschlusses dargestellt. Mit diesen Visualisierungen werden Erkenntnisse gewonnen, mit denen künftig KI-Prognosealgorithmen umgesetzt werden.

Bei den Ladevorgängen sieht man, dass die Ladezeit (hellgrün) im Verhältnis zur Einsteckzeit kurz ist. Man erkennt hier, dass bei einigen Ladepunkten die Einsteckzeiten regelmäßig sind, während sie bei anderen Ladepunkten stark variieren. Hier kommt nun die Fahrerzuordnung als zusätzliches Merkmal hinzu (in Abbildung 6 und Abbildung 7 noch nicht dargestellt).

Unterhalb der Ladepunkte ist in Abbildung 6 auch gut zu erkennen, dass der negative Leistungsverlauf durch Solareinspeisung teilweise jedoch nicht vollständig genutzt wurde. Die nun verfügbaren Daten und Auswertungsmöglichkeiten bieten die Basis für künftige, automatische Prognosen und Ladealgorithmus-Optimierungen.

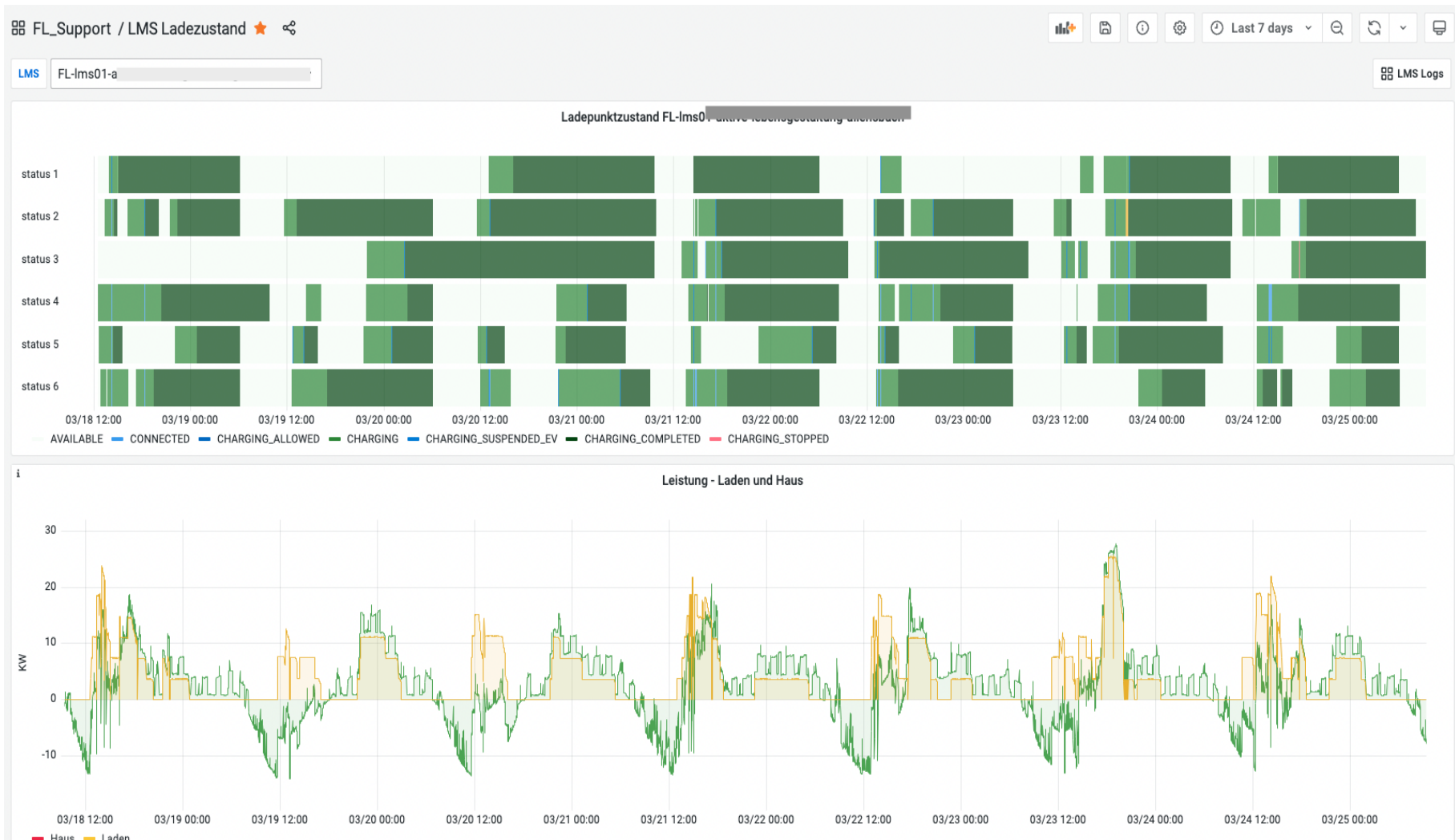


Abbildung 6 - Sozialstation mit Solarintegration



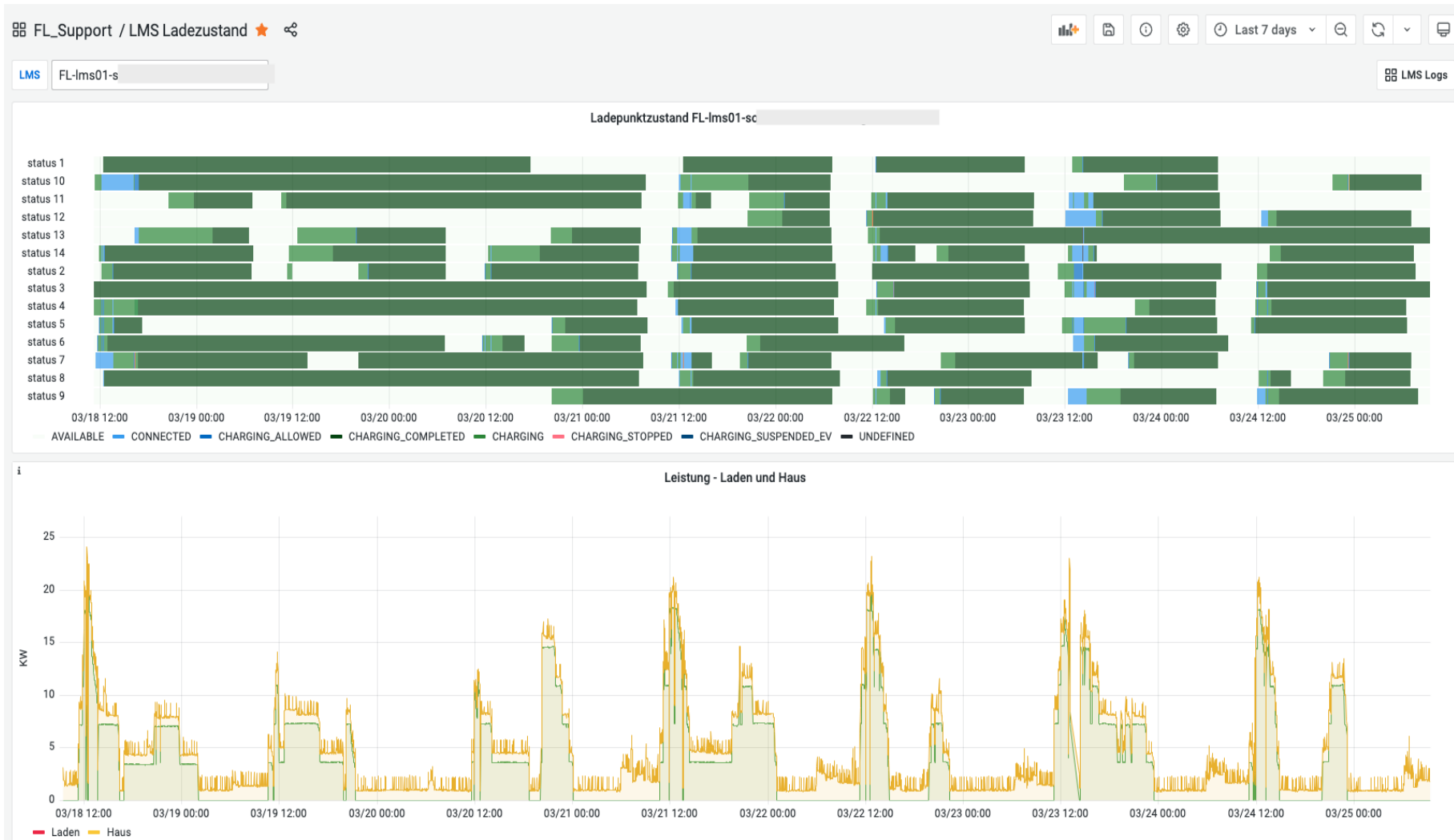


Abbildung 7 - Sozialisation ohne Solarintegration

## **5. AP C: INSTALLATION UND INBETRIEBNAHME**

### **5.1 Sozialstation Bodensee e.V.**

Die Sozialstation Bodensee ist ein modernes Unternehmen mit vier Standorten in der Bodenseeregion. Sie beraten, pflegen, betreuen und helfen Menschen auf Basis des Leitbildes in ihrer eigenen Häuslichkeit. Mit ihrer Arbeit ermöglichen sie, dass die Menschen so lange wie möglich in ihrer eigenen Wohnung leben können oder in alternativen ambulanten Wohnformen (Wohngemeinschaften, betreutes Wohnen) bestmöglich versorgt sind.

In der Sozialstation Bodensee e.V. wurde am Standort in Überlingen die Ladeinfrastruktur mit dem dynamischen Lademanagementsystem im Frühjahr 2021 installiert und im Juni dann final in Betrieb genommen. Insgesamt wurden 14 Ladepunkte installiert die 18 Elektrofahrzeuge im mobilen Pflegedienst laden. Die durchschnittliche Fahrleistung beträgt zwischen 30 und 50 km.

Kabelführung - Leerrohre

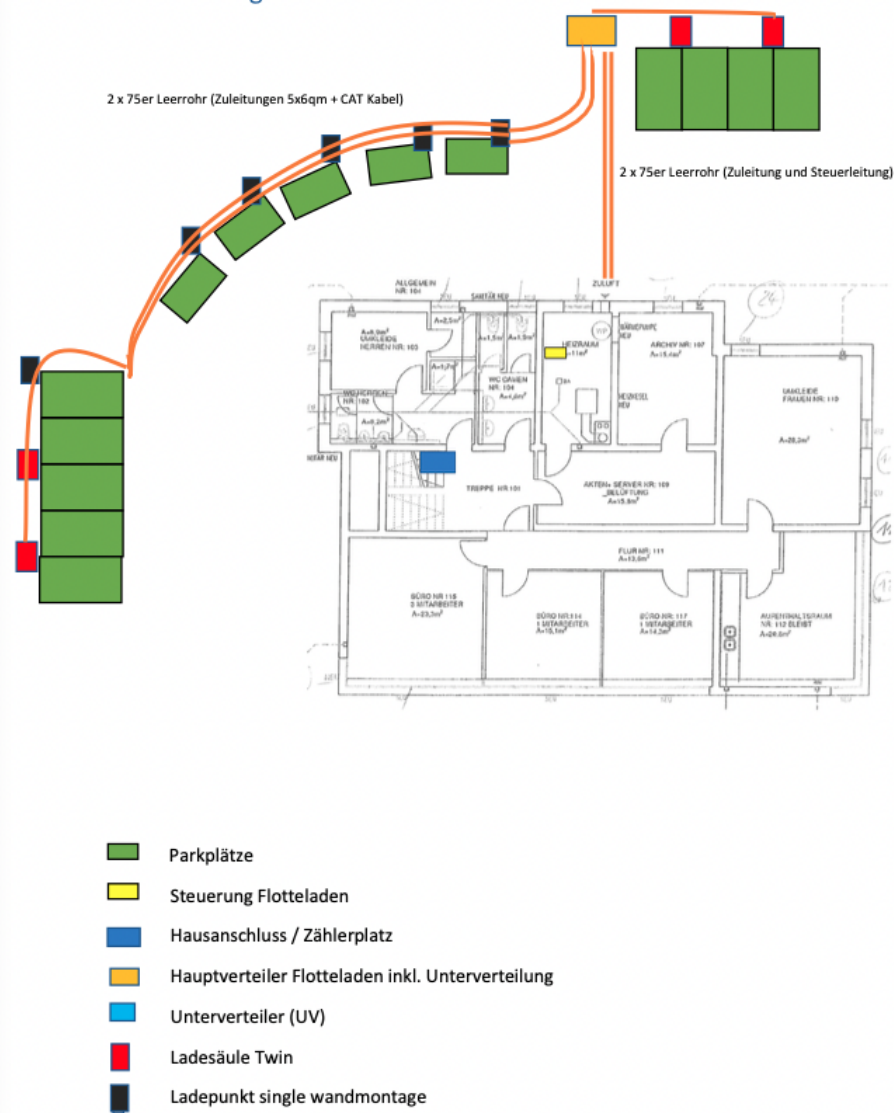


Abbildung 8 – Kabelführung in der Sozialstation Überlingen

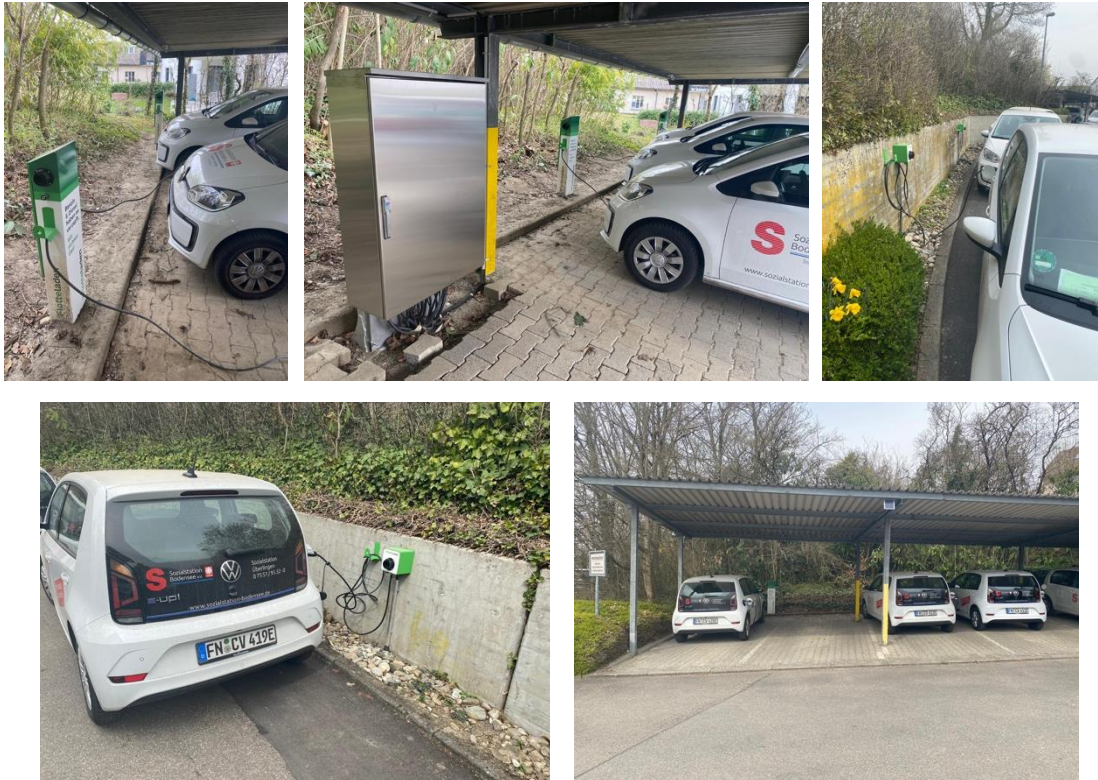


Abbildung 9 - Installation des Ladeparks in Überlingen

## 5.2 Caritasverband Hochrhein e.V.

Der Caritasverband Hochrhein bildet seit dem 01. Januar 2000 den Zusammenschluss der ehemals eigenständigen Caritasverbände Bad Säckingen und Waldshut. Er ist Gliederung des Caritasverbandes für die Erzdiözese Freiburg e.V. und Verband der freien Wohlfahrtspflege.

Der Caritasverband Hochrhein ist Träger ambulanter teilstationärer und stationärer Dienste und Einrichtungen in den Arbeitsfeldern der Hilfen für Kinder und Jugendliche, für geistig und körperlich behinderte und psychisch erkrankte Menschen, für Familien und für Senioren.

Im Caritasverband Hochrhein wurden an den Standorten St. Blasien, Bad Säckingen, Lauchringen, Rheinfeldern, Waldshut und Wallbach insgesamt 42 Ladepunkte installiert. An den Ladepunkten werden mehr als 60 Elektrofahrzeuge des mobilen Pflegedienstes und des Dienstes Essen auf Räder geladen. Die Ladepunkte wurden zu 90% einphasig mit 3,7 kW und zu 10% dreiphasig mit 11 kW angeschlossen. Die dynamische Leistungsgrenze liegt zwischen 1,5 und 2 kW pro Ladepunkt.



Abbildung 10 – Installation des Ladeparks im Caritasverband Hochrhein

## 6. AP D: AUSWERTUNG UND ANALYSE

Die Zusammenarbeit zwischen den Projektteilnehmern hat reibungslos funktioniert. Viele Ziele des Projektes konnten erfolgreich umgesetzt werden. Für die Erstellung einer KI-basierten Prognose wurden wichtige Erkenntnisse gewonnen, die in folgenden Projekten angewendet werden können. Dies betrifft vor allem die Zuordnung von Fahrzeugen zu einer Fahrtstrecke (bzw. einer Person) sowie die Zuordnung eines Autos zu einer Ladestation. Die wichtigste Grundlage für diese Zuordnung wurde durch die Fahrer-App gelegt.

Die installierten Ladeparks sind vollständig funktionsfähig in Betrieb genommen. Die Kommunikation mit den Sozialstationen hat dank der guten Projektleitung der Flotteladen GmbH reibungslos funktioniert.

## 7. VERWERTUNGSPLAN

Die erzielten Ergebnisse sind die neu entwickelten Messboxen, die von siobra weiter entwickelte Applikation sowie die installierten Ladeparks.

**Die Messboxen** werden zurzeit in ersten Testprojekten eingesetzt. Am ISC selbst ist eine solche Messbox installiert und sie wird im April 2022 voraussichtlich bei einem Industriekunden in Konstanz eingebaut. Darüber hinaus sind das ISC und die Flotteladen GmbH in regem Kontakt was die Verwendung der Boxen betrifft. Da das ISC einen eigenen Elektroladepark hat, besteht weiterhin großes Interesse die Prognose von Ladevorgängen weiter zu entwickeln. Das ISC ist in diesem Bereich in weiterführenden Projekten tätig (Projekt AI4Grids).

Die automatische Auswertung der Lastgangmessung kann beliebig erweitert werden. Auch die hier durchgeführten energetischen Berechnungen würden stark von einer integrierten Verbrauchsprognose profitieren. Dadurch könnten mit Hilfe von kurzzeitigen Lastgangmessungen Aussagen über den saisonalen Energiebedarf getroffen werden.

**Die Fahrer-App** hat sich bei Nutzern als gute Alternative zu RFID-Authentifizierung gezeigt. Da die App einfach auf jedem Mobilgerät installierbar und ohne zusätzliche Hardwareanforderung nutzbar ist, wird diese gerne verwendet. Die App ist ein direkter Kommunikationskanal zwischen Ladepunkt und Flotteladen und verspricht in der Zukunft großes Erweiterungspotential. So können Ladevorgänge beeinflusst werden und künftig dem Nutzer Rückmeldung erteilt werden, zum Beispiel, wenn das Fahrzeug geladen wurde. Außerdem kann eine Ladepriorisierung oder PV-Optimierung direkt pro Ladevorgang bestimmt werden.

Auch bestehen hier Möglichkeiten zur Fehlerdiagnose sowie Hilfe bis zur direkten Kontaktaufnahme mit dem Ladesystembetreiber per Chat oder Anruf.

Die Möglichkeiten sind hier vielfältig. Zunächst wird die Akzeptanz der App zur Ladepunktfreigabe und Ansicht der Ladevorgänge im Feld getestet. Die App ist in jedem Fall fester Bestandteil der Flotteladen-Lösung und schon jetzt ein voller Erfolg.

Darüber hinaus ist die App, wie bereits erwähnt, eine essentielle Grundlage für die KI-basierte Prognose die weiterhin entwickelt werden soll.

Die Registrierung der Fahrer beim Laden ist auch ein wichtiges Element für Abrechnungssysteme. Falls Privatpersonen, wie Mitarbeiter oder Dritte, ihr Fahrzeug an den Ladestationen der Sozialstationen laden wollen gelten andere gesetzliche Tarife und Steuern, im Vergleich zum Laden im Rahmen des Geschäftsbetriebs. Abrechnungssysteme sind ebenfalls Bestand derzeitiger Forschungsprojekte, an denen das ISC interessiert ist und auch aktiv versucht mitzuwirken. Ein solches Abrechnungssystem (welches die verschiedenen Nutzergruppen unterscheiden kann) ist noch nicht käuflich erwerblich. Der Bedarf an solchen Ladeparks steigt jedoch zunehmend und wird auch am ISC benötigt. Einer der wichtigsten Grundbausteine hierfür ist durch die Fahrer-App im Projekt Flotteladen erfolgreich gelegt worden.