

HYBRIDE, DEZENTRALE ENERGIESPEICHERSYSTEME UND INTELLIGENTES ENERGIEMANAGEMENT AM BEISPIEL MODULARER UND SKALIERBARER LADEPARKS

Clemens Kerksen¹, Peter Drews-Walkling¹, Marek Zimmermann¹, Maik Baumann¹, Niklas Thom¹

¹ Technische Hochschule Lübeck, Wissenschaftszentrum Elektromobilität, Leistungselektronik und dezentrale Energieversorgung (EMLE), Lübeck

ABSTRACT

Als Beispiel für ein hybrides, dezentrales Energiespeichersystem mit intelligentem Energiemanagement wurde ein modulares und hoch skalierbares Ladeparksystem für die Energie- und Mobilitätswende entwickelt.

Die dreistufige Master-Slave-Architektur gewährleistet eine hohe Skalierbarkeit. Als erste Stufe können ein oder mehrere Energieverteiler eingesetzt werden, an die jeweils bis zu acht kompakte 22kW-Ladepunkte angeschlossen werden können. Die Energieverteiler können von verschiedenen Quellen gespeist werden, also auch von Batteriespeichern, H₂-Brennstoffzellen, Generatoren oder aus dem Netz. So lassen sich große Ladeparks mit geringem Integrationsaufwand sowie einem Maximum an Planungssicherheit in das Energieversorgungsnetz integrieren.

Als zweite Stufe dienen die Master-Terminals, die jeweils bis zu 16 Ladepunkte – die dritte Stufe - steuern können. Die Master-Terminals werden per Touchscreen bedient und erlauben die Bezahlung mit allen gängigen Open- und Closed-Loop-Systemen, z.B. Bank-, Zugangs- oder Gutscheinkarten.

Möglichst viele gut verfügbare Bauteile, z.B. Schaltschränke, werden verwendet, um eine kostengünstige Produktion und gute Wartbarkeit zu ermöglichen.

1. MOTIVATION

Ziel der Bundesregierung ist es, bis 2030 15 Millionen Elektrofahrzeuge in den Verkehr zu bringen, was einem Anteil von 33% des heutigen Fahrzeugbestands entspricht. Dazu muss die Versorgung auch mit öffentlichen Ladestellen entsprechend sichergestellt werden. Der dezentrale Ansatz kann dabei helfen, die Anforderungen an den Ausbau des Stromnetzes gering zu halten.

Um dafür einen Beitrag zu leisten, wurde am Beispiel der Ausstattung eines Mitarbeiter-Parkplatzes der TH Lübeck mit Ladesäulen ein kostengünstiges und hoch skalierbares Konzept für Ladeparks beliebiger Größe entworfen – siehe Abbildung 1– und die benötigten Komponenten entwickelt.



Abbildung 1: Darstellung eines Ladeparks für Elektrofahrzeuge

Zur Erreichung der Ziele ergaben sich für die Komponenten folgende Vorgaben:

- Verwendung möglichst vieler gut verfügbarer Bauteile, um die Kosten gering zu halten, Einzelanfertigung, Kleinserien und Massenproduktion zu ermöglichen und die Wartbarkeit zu optimieren
- Vernetzungsmöglichkeit der einzelnen Systemkomponenten, um durch Hinzufügen weiterer Komponenten eine hohe Skalierbarkeit zu ermöglichen
- gute Konfigurierbarkeit und offen für zukünftige Entwicklungen
- Schnittstellenoffenheit zu Bestandssystemen
- intelligentes Energie-Management-System (EMS) zur optimalen Nutzung der eingesetzten regenerativen Energieerzeuger und Minimierung der Netzanforderungen.
- hohes Erschließungspotenzial neuer Geschäftsmodelle am Energiemarkt als Investitionsanreiz für den Ausbau von Ladeinfrastruktur

2. KOMPONENTEN DES SYSTEMS

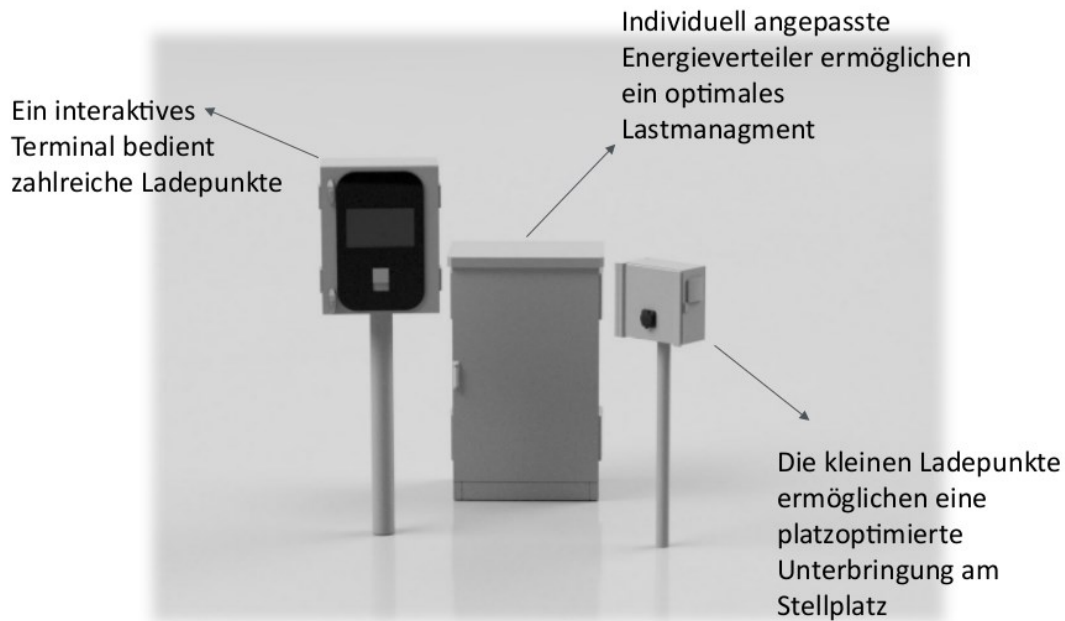


Abbildung 2: Komponenten des Systems

Abbildung 2 zeigt die einzelnen Komponenten des Systems.

In der Mitte der Abbildung ist der Energieverteiler zu sehen. Dieser kann eine Leistung von bis zu 180 kW verteilen und bietet den Anschluss für acht Ladepunkte mit jeweils bis zu 22 kW Leistung und ein Bedienterminal. Er kann aus dem öffentlichen Stromnetz, aus PV- und Windenergieanlagen, durch Batteriespeicher, Generatoren oder Brennstoffzellensysteme gespeist werden und mit beliebig vielen weiteren Energieverteilern vernetzt werden.

Darüberhinaus bietet der Energieverteiler Platz für externe Verbraucher wie z.B. Parkplatzbeleuchtung oder Überwachungssysteme.

Auf der linken Seite der Abbildung 2 ist das Bedienterminal dargestellt. Es dient als Schnittstelle zwischen dem Kunden und dem System. Hier kann der Kunde Ladevorgänge starten, stoppen, seine Ladungen verwalten und bezahlen. Für die Interaktionen und Bezahlvorgänge besitzt das Terminal ein 15" Touchscreen und ein Paymentterminal mit NFC-Schnittstelle.

Es dient mit insgesamt 16 Ethernet-Schnittstellen als Netzknotenpunkt. Hier laufen die Daten der einzelnen Ladepunkte und Energieverteiler zusammen. Zur Auswertung der Daten und Steuerung des EMS ist optional ein Industrie-PC (IPC) vorgesehen.

Auf der rechten Seite in Abbildung 2 ist ein Ladepunkt dargestellt. Er ist mit einer Type 2 Infrastruktur-Ladedose ausgestattet und kann ein Elektrofahrzeug mit bis zu 22kW laden.

Die Kommunikation mit dem Fahrzeug erfolgt über einen Ladecontroller, welcher über das Bedienterminal angesteuert wird. Somit ist es möglich, die Ladeleistung an allen Ladepunkten dynamisch sowie entsprechend hinterlegten Preismodellen zu regeln. Das verhindert die Überschreitung der maximalen Anschlussleistung bei gleichzeitig optimaler Auslastung des Gesamtsystems. Die Steuerung der Ladeleistung soll über das EMS erfolgen. Die drei vorgestellten Komponenten zusammen bilden den Ladepark.

30. Energie-Symposium

An den einzelnen Parkplätzen ist jeweils ein Ladepunkt installiert. Hier kann der Kunde sein Elektrofahrzeug anschließen. An den Bedienterminals kann die Ladung gestartet, gestoppt oder bezahlt werden.

In Abbildung 1 sind beispielhaft um den Parkplatz herum vier Energieverteiler aufgestellt, die die Energie für die Ladepunkte und die Bedienterminals liefern.

3. VERNETZUNG DER KOMPONENTEN & ENERGIEMANAGEMENTSYSTEM

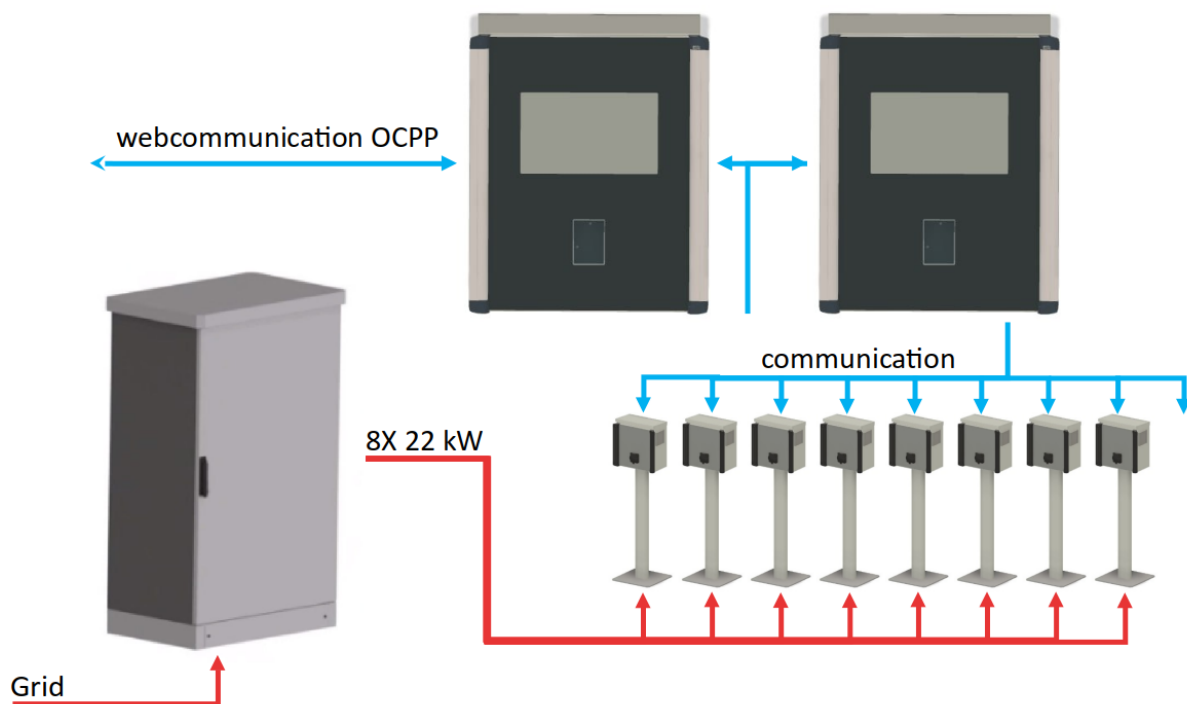


Abbildung 3: Übersicht der Vernetzung der Komponenten des Ladeparks

Abbildung 3 zeigt die Vernetzung der Komponenten. Ein Energieverteiler kann bis zu 8 Ladepunkte speisen, ein Bedienterminal bis zu 16 Ladepunkte steuern.

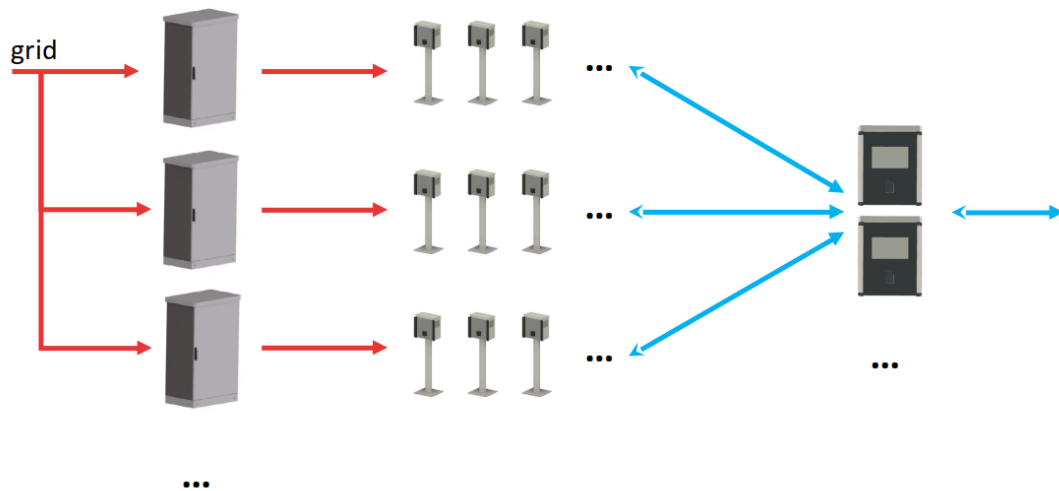


Abbildung 4: hohe Skalierbarkeit des Systems

Abbildung 4 zeigt, dass durch Hinzufügen von Energieverteilern und Bedienterminals beliebig viele Ladepunkte versorgt werden können, wobei die einzelnen Energieverteiler aus unterschiedlichen Quellen gespeist werden können, was in der Abbildung nicht dargestellt ist.

4. REGULATORISCHE ASPEKTE

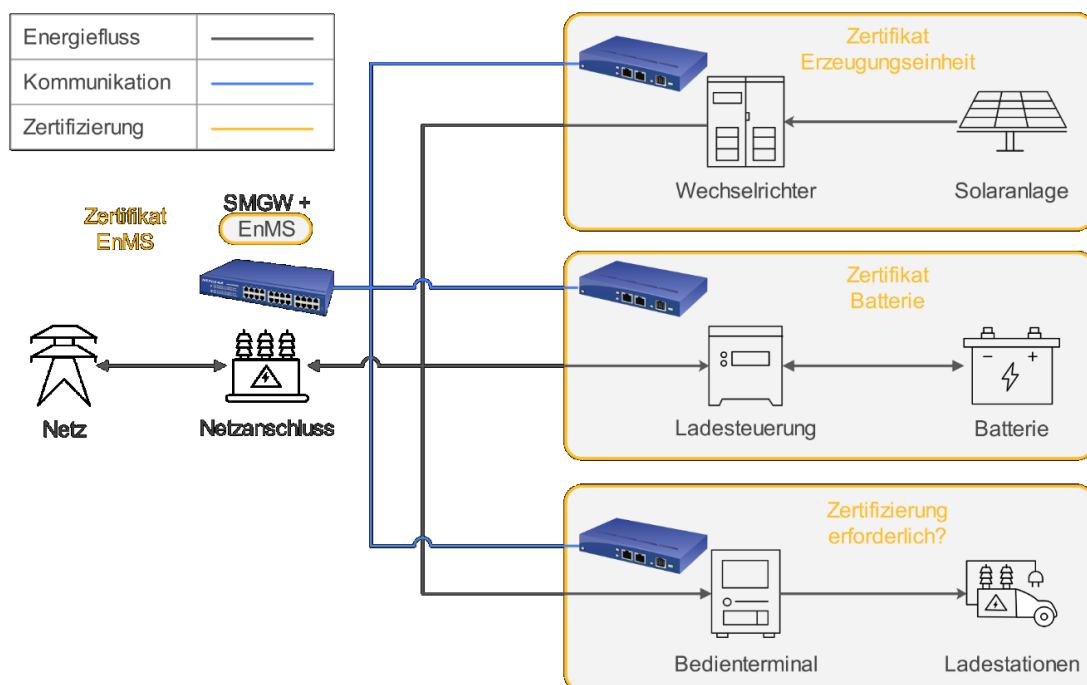


Abbildung 5: Zertifikate für die Systemkomponenten

Abbildung 5 zeigt die zum Betrieb der einzelnen Komponenten benötigten Zertifikate. Welche konkret benötigt werden, hängt auch von der Gesamtleistung des Systems ab, wie Tabelle 1 zeigt:

Tabelle 1: Übersicht der Anlagenzertifikate

Anlagenleistung	Benötigtes Zertifikat	Hinweis
> 950 kW	Anlagenzertifikat A	Vollständiges Anlagenzertifikat
135 – 950 kW	Anlagenzertifikat B	Vereinfachtes Anlagenzertifikat
< 135 kW	Anlagenzertifikat C	Nachweis Einzelzertifikate

5. TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN DES SYSTEMS

- Ladeleistung pro Ladepunkt 22 kW
- Verwendbar im Außenbereich gemäß IP55
- Vandalismus-Schutz IK08 bis IK10
- Temperaturbereich -20°C bis +40°C
- Master-Slave Topologie
- Leichte Bedienbarkeit durch großes 15" Display
- EMS reduziert die benötigte Netzanschlussleistung
- Kann mit Generatoren, Brennstoffzellen, Batteriespeichern, PV- und Windenergieanlagen kombiniert werden
- Skalierbar und erweiterbar – auch nachträglich -> hohe Planungssicherheit

30. Energie-Symposium

Impressum

Veröffentlicht 2023 im Tagungsband zum 30. Energie-Symposium

Nutzung regenerativer Energiequellen und Wasserstofftechnik

Hochschule Stralsund 8. bis 10.11.2023

Herausgeber Prof. Dr. rer. nat. Johannes Gulden – johannes.gulden@hochschule-stralsund.de

DOI 10.18453/rosdok_id00004481

Zweitveröffentlichung 2025 mit freundlicher Genehmigung des Herausgebers

unter der Open Access Lizenz CC BY-SA

Kontakt

Technische Hochschule Lübeck | Wissenschaftszentrum Elektromobilität, Leistungselektronik
& dezentrale Energieversorgung – EMLE

Mönkhofer Weg 239 | 23652 Lübeck (Germany)

E-Mail: clemens.kerssen@th-luebeck.de – peter.drews@th-luebeck.de