

ATZ extra

Beitrag aus ATZextra
Elektromobilität Oktober 2021



ATZ Sonderdruck: Batterieentwicklung für Schnellladestationen



Konzeptstudie einer mobilen Schnellladestation

© Uniper

Mobile Ladestationen bieten eine attraktive Möglichkeit, die Abdeckung mit Ladepunkten für Elektrofahrzeuge zu verbessern und damit eines der Hindernisse für die weitere Marktverbreitung der Elektromobilität zu überwinden. Im Folgenden beschreibt EVA Fahrzeugtechnik die Herausforderungen des Konzepts und stellt die Eigenentwicklung einer mobilen Ladestation vor, die im Rahmen einer Machbarkeitsstudie entstanden ist.

Das Konzept einer mobilen Schnellladestation kann als Infrastrukturdienstleistung (Infrastructure as a Service, IaaS) zur Verfügung gestellt werden. Die Station wird durch eine neue ersetzt, sobald ihre Batterien leer sind. Die Aufladungen erfolgen an einem speziellen Ladeknotenpunkt. Die Konzeptstudie von EVA Fahrzeugtech-

nik ist mit aktuell verfügbaren Komponenten so entwickelt, dass sie als IT-System im Inselbetrieb an nahezu jedem Ort aufgestellt werden kann und Fahrzeuge geladen werden können, die über eine CCS-2.0- oder CHAdeMo-Schnittstelle verfügen. Aufgrund der verwendeten Standardkomponenten sind verschiedene Spannungsebenen notwendig,

deren zuverlässige Bereitstellung im Inselnetz die größte technische Herausforderung darstellt. Die Ladestation kann als Gerät im sogenannten Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) verwaltet werden. Damit sind die Überwachung und die Steuerung aus der Ferne möglich. Durch Entwicklungsfortschritte und Wegfall nicht mehr benötigter Komponenten steht zukünftig mehr Bauraum in der Ladestation zur Verfügung, der sich für eine Anhebung der Batteriekapazität nutzen lässt.

POTENZIELLES GESCHÄFTSMODELL

Als Schlüssel zum Erfolg der Elektromobilität wird der Ausbau der Infrastruktur gesehen. Die Angst, mit dem E-Fahrzeug liegen zu bleiben, ist dabei tief verwurzelt. Doch der Ausbau teurer Schnellla-

AUTOREN



Dr.-Ing. Jürgen Kölich

ist Verantwortlicher für Fachkommunikation bei der EVA Fahrzeugtechnik GmbH in München.



Ute Zimmermann

ist Softwareentwicklerin Innovative Batteriespeicher bei der EVA Fahrzeugtechnik GmbH in München.



Daniel Radigk

ist Projektleiter Innovative Batteriespeicher bei der EVA Fahrzeugtechnik GmbH in München.

desäulen gestaltet sich ohne zusätzliche wirtschaftliche Förderung schwierig. Eine mobile Ladestation bietet hier verschiedene Vorteile. So ergibt sich eine Möglichkeit, potenzielle Standorte

schnell und flexibel auf Rentabilität zu testen, denn es ist weder ein langwieriger Genehmigungsprozess noch sind aufwendige Netzanschlussarbeiten notwendig. Neben der Infrastruktur ist die Umweltfreundlichkeit in der Elektromobilität ein Aspekt. Ladestationen mit leeren Batterien werden nach der Nutzung durch solche mit vollen Batterien ersetzt. Die Aufladung der Batterien erfolgt an speziellen Ladeknotenpunkten, deren Größe eine Teilnahme am Regelleistungsmarkt des Stromnetzes erlaubt. Dies ermöglicht das Laden mit fluktuierendem erneuerbaren Strom, wenn dieser im Überfluss vorhanden ist. Ein weiterer Vorteil ist die Aufstellung an Orten, an denen ein Anschluss an das Mittelspannungsnetz aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen ausgeschlossen ist. Dadurch lassen sich Lücken im Ladenetz proaktiv schließen.

Die Flexibilität der Ladestation ermöglicht es, zeitlich begrenzte hohe Ladebedarfe bei Veranstaltungen oder saisonale Spitzen durch den Urlaubsverkehr kostengünstig abzufangen. Zusätzlich können auch fest installierte Stationen in Zeiten mit hoher Auslastung durch mobile Systeme ergänzt werden.

ENTWICKLUNG

Gegenstand der Entwicklung von EVA Fahrzeugtechnik ist eine Ladestation, die im Inselbetrieb (IT-Netz) das Gleichstrom (DC)-Laden mittels CCS-2.0-

oder CHAdeMo-Anschluss, unabhängig von der Spannungslage des Fahrzeugs, ermöglicht. Die Software der Ladestation ist als IaaS entwickelt. Dabei bietet sich die Möglichkeit, die Flexibilität der Komponenten auch auf die Software zu übertragen. Mit IaaS können in Form eines cloudbasierten Dienstes Computerressourcen gemietet werden, sodass eine eigene Investition mit Wartung und Pflege entfällt.

Mobile Ladestationen haben wie ein Fahrzeug hohe technische Anforderungen. Dabei nehmen Parameter wie Gewicht, Volumen und Abmessungen (Minimierung) auf der einen Seite sowie Leistung und Kapazität (Maximierung) auf der anderen Seite einen ähnlich großen Stellenwert ein. Die Leistungsdaten des aktuellen Konzepts sind:

- Kapazität: 200 kWh
- Leistung: bis 110 kW
- Gewicht: 2,85 t
- Maße: 1250 x 1200 x 2550 mm
- Volumen: 3,825 m³.

Diese Parameter haben einen großen Einfluss auf die Kosten und die Entwicklungszeit. Um das in einer Machbarkeitsstudie erprobte System schnell auf den Markt zu bringen, ist es notwendig, mit Standardkomponenten zu arbeiten.

In die Ladestation sind eine vollwertige Schnellladesäule und ein Batteriespeicher integriert. Folglich muss mit einem Traktionswechselrichter ein 400-V-Wechselstrom (AC)-Inselnetz erzeugt werden. Zur Versorgung anderer

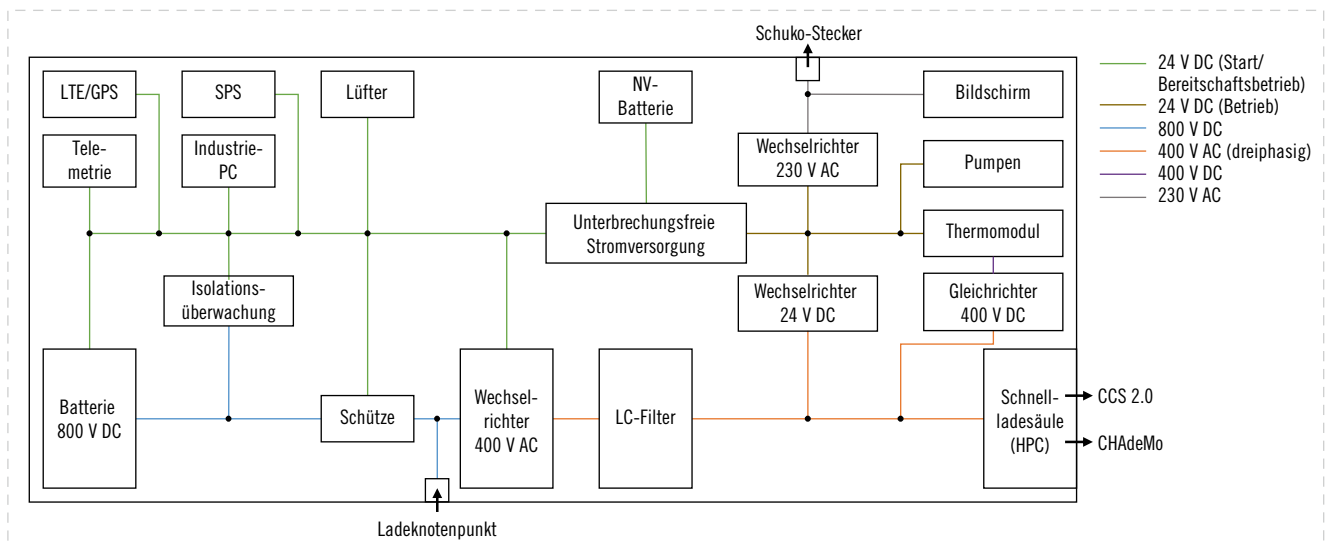


BILD 1 Spannungsebenen und Komponenten der Ladestation (© EVA Fahrzeugtechnik)

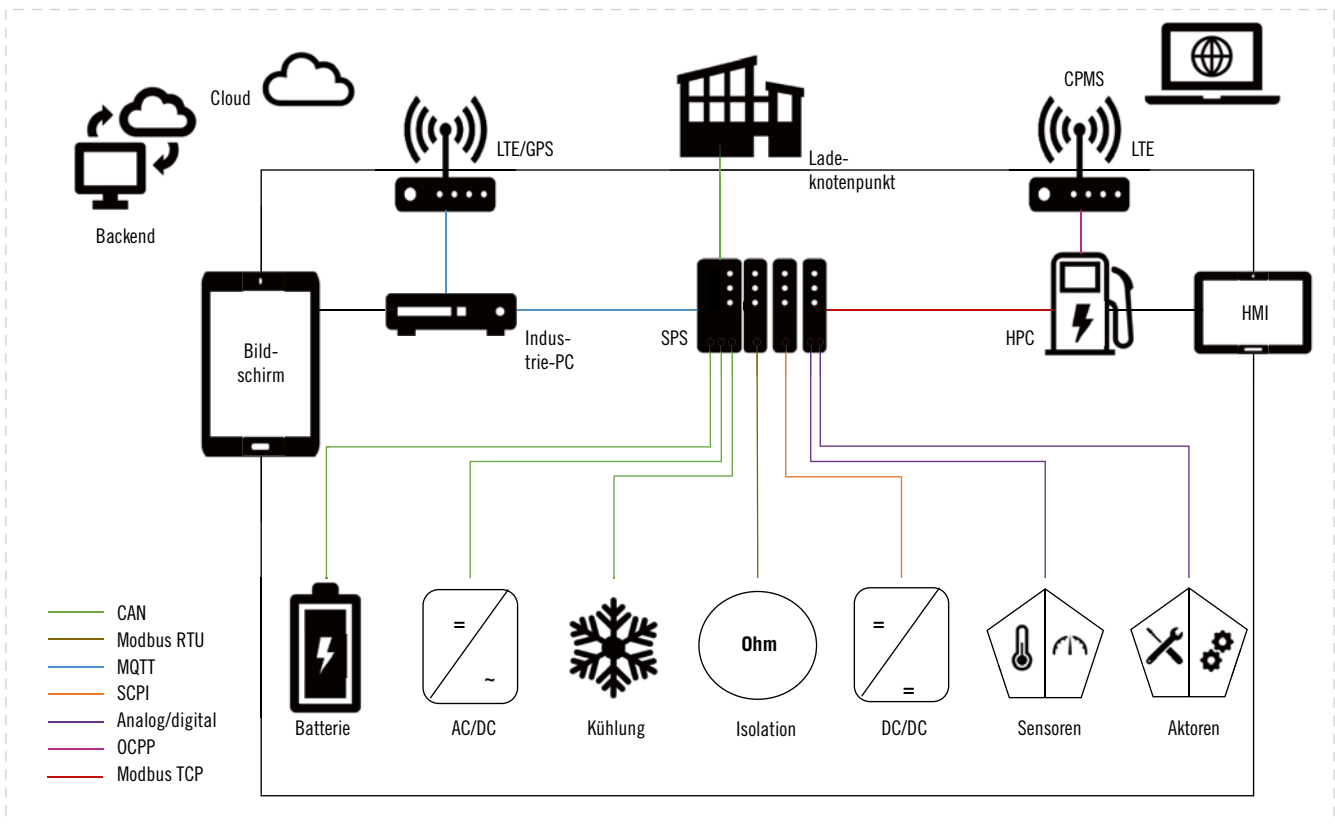


BILD 2 IT-Architektur (© EVA Fahrzeugtechnik)

notwendiger Komponenten sind zusätzliche Spannungslagen notwendig. Das Thermomodul für das Kühlsystem benötigt in diesem Fall 400 V Gleichstrom. Alle anderen Komponenten werden mit 24 V Gleichstrom versorgt. **TABELLE 1** zeigt die Ein- und Ausgangsspannungen der verwendeten Komponenten.

Die Herausforderung im Inselnetz ist, die Komponenten des elektrischen/elektronischen (E/E-)Systems so aufeinander abzustimmen, dass Überschwingungen im dreiphasigen AC-Netz vermieden werden. Durch einen zusätzlichen Dreiphasen-Netzdrosselfilter (LC-Filter) und eine umfangreiche Testphase, in der entsprechende Parameter der Wechselrichter und der Schnellladesäule erarbeitet wurden, ist ein stabiles Laden von allen Fahrzeugen bis 75 kW Ladeleistung gewährleistet.

Die 24-V-Versorgung unterteilt sich in zwei Stromkreise: Der erste Stromkreis stellt die Versorgung der Komponenten während der Startphase und des Betriebsbetriebs sicher. Dieser wird aus einer 24-V-Batterie gespeist. Während des Betriebs werden beide 24-V-Stromkreise direkt aus dem 800-V-Speicher

versorgt und die 24-V-Batterie nachgeladen. Dadurch sind auch ohne externe Versorgung mehrere Start- und Betriebsphasen möglich, **BILD 1**.

SOFTWARE

Die Verwendung von Serienkomponenten ist nicht nur bei der elektrischen Integration eine große Herausforderung, sondern auch für die Kommunikation und die Steuerung. Die Aufgaben des zentralen Steuergeräts sind:

- Auslesen digitaler und analoger Sensoren
- Steuerung von Aktoren
- Kommunikation mit den Hardwarekomponenten und der IoT-Cloud
- Fehlererkennung und -reaktion
- Steuerung der Betriebszustände.

Um eine hohe Flexibilität zu schaffen, wird eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) verwendet. Der modulare Aufbau ermöglicht es, agil und ohne erheblichen Mehraufwand auf Kundenwünsche oder andere Systemanforderungen zu reagieren.

Bei der Kommunikation ist ein sicherer Datenaustausch zwischen allen Kompo-

nenten zu gewährleisten. Aufgrund der von den Komponenten vorgegebenen Protokolle ergibt sich eine Vielzahl an zu implementierenden Kommunikationsschnittstellen, beispielsweise CAN, Modbus, SCPI und MQTT, **BILD 2**. Wo verschiedene Bauteile das gleiche Protokoll nutzen, ist darauf zu achten, dass die Nachrichtenpakete eindeutig zugewiesen und adressiert werden. Aufgrund der elektrischen Architektur sind nicht alle Steuergeräte jederzeit ansprechbar, dies ist insbesondere beim Systemstart und der Reaktion auf Fehler zu berücksichtigen, **BILD 3**.

Weitere Aufgaben des Steuergeräts:

- Koordination der Betriebszustände der Komponenten zur Abbildung der gesamthaften Funktionalität der Ladestation
- bedarfsgerechte Steuerung der Kühlungskomponenten
- Sicherstellung der Systemsicherheit in jedem Betriebszustand
- Senden und Empfangen von Daten aus der IoT-Cloud.

Zusätzlich gilt es, energiesparend zu arbeiten, um eine lange Einsatzzeit der Ladestation zu ermöglichen.

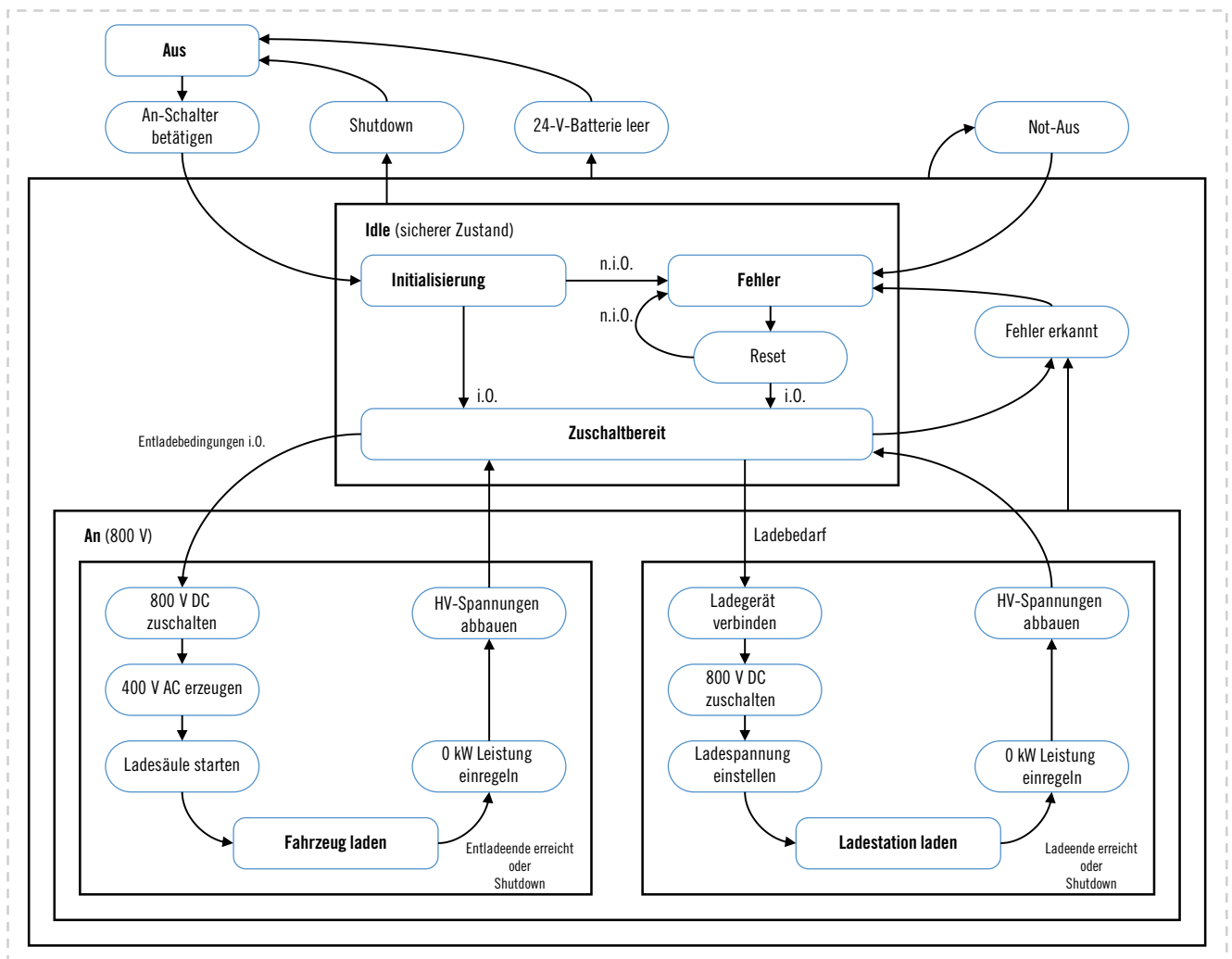


BILD 3 Zustandsdiagramm (© EVA Fahrzeugtechnik)

THERMOMANAGEMENT

Bei vielen der genutzten Komponenten ist vom Hersteller eine Luftkühlung vorgesehen. Natürliche Konvektion ist aufgrund der Schutzartanforderung (IP) an Spritzwasserschutz und Staubdichte der Außenhaut ausgeschlossen. Um einen Wärmestau zu verhindern, sind Lüfter an verschiedenen Stellen der Außenhaut eingesetzt. Diese sind so angeordnet, dass im Inneren ein natürlicher Kamin-effekt erzeugt wird und alle relevanten Komponenten in diesem Luftstrom liegen. Um die Wirkung zu maximieren, gibt es im Inneren mehrere voneinander getrennte Lüftungszonen.

Batterie und Traktionswechselrichter werden mittels eines Wasser-Glykol-Gemischs gekühlt. Die optimalen Betriebstemperaturen unterscheiden

sich dabei maßgeblich, weshalb zwei getrennte Kreisläufe implementiert sind. Zwischen diesen wird mithilfe eines Thermomoduls Energie aus dem kühleren in den wärmeren Kreislauf abgegeben. Die integrierten Radiatoren vermeiden eine Überhitzung des warmen Kreislaufs. Um den Kühlungseffekt weiter zu verstärken, sind dahinter Ventilatoren angebracht, die den Luftstrom bedarfsgerecht regeln, **BILD 4**.

Bei Über- oder Untertemperatur oder einem Fehler im Kühlkreislauf geht das System in den sicheren Zustand über. Um sicherzustellen, dass die maximale Temperatur einzelner Komponenten nicht überschritten wird, sind an verschiedenen Stellen im System zusätzliche Temperatursensoren angebracht. Durch Überwachung mittels Durchfluss- und Drucksensoren wird die Funktion

des Kühlmittelkreises jederzeit gewährleistet.

MECHANISCHER AUFBAU

Das Grundgestell der Ladestation besteht aus einem geschweißten Tragrahmen. Daran werden alle Komponenten montiert und die Verkleidung angebracht. Durch das hohe Gesamtgewicht von circa 2,85 t ist der Tragrahmen sehr steif ausgelegt. Über Schwerlasthaken auf der Oberseite kann die Ladestation mit einem Kran angehoben werden. Alternativ kann sie mit einem Hubwagen oder Gabelstapler in der Ebene bewegt werden. Bei der Verladung ist besondere Vorsicht geboten, da die Säule durch ihr Verhältnis von Grundfläche zu Höhe bei starken Beschleunigungen ins Schwan-gen geraten kann. Um eine Gefährdung

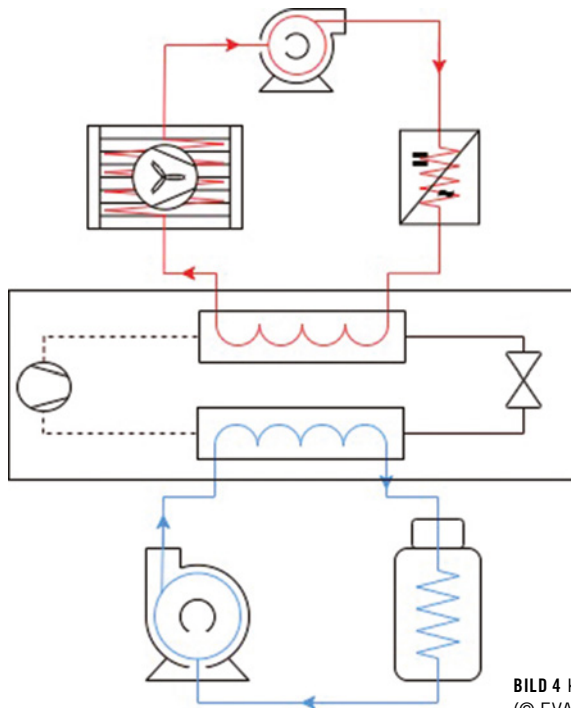


BILD 4 Kühlkonzept
(© EVA Fahrzeugtechnik)

	Eingangsspannung	Ausgangsspannung
Batterie	800 V Gleichstrom	
Traktionswechselrichter	800 V Gleichstrom	3 x 400 V Wechselstrom (50 Hz)
Schnelladesäule (High-Performance Charging, HPC)	3 x 400 V Wechselstrom (50 Hz)	300 bis 900 V Gleichstrom
Gleichrichter	3 x 400 V Wechselstrom (50 Hz)	400 V Gleichstrom

TABELLE 1 Ein- und Ausgangsspannungen der verbauten Komponenten
(© EVA Fahrzeugtechnik)

so gering wie möglich zu halten, sind die schweren Komponenten im unteren Bereich verbaut.

Durch den begrenzten Bauraum und die große Anzahl an Komponenten ergibt sich im Inneren eine hohe Packungsdichte. Auch die von den jeweiligen Herstellern vorgegebenen Einbaulagen der Komponenten erschweren die optimale Bauraumausnutzung. Für Komponenten mit Luftkühlung sind Bereiche für die vorgeschriebene Be- und Entlüftung einzuhalten. Um Zugang zu Einzelkomponenten für Wartungszwecke zu gewährleisten, sind einige Montageelemente schwenkbar gestaltet. Bei der Handhabung schwerer und unhandlicher Komponenten unterstützen Einschubvorrichtungen.

Aufgrund der Anforderungen an den Berührungsschutz und der IP-Schutzart sind in der Verkleidung Wasserabflüsse inte-

griert. Filter verhindern das Eindringen von Staub und Spritzwasser, ohne dabei den Luftaustausch zu stören. Zusätzlich sind alle spannungsführenden und nicht spritzwassergeschützten Komponenten in geeigneten Umhausungen untergebracht. Dies ist zwingend erforderlich, damit es bei einer Leckage der kühlmitelführenden Leitungen oder bei der Bildung von Kondenswasser nicht zu einem Ausfall der elektrischen Systeme kommt. Der Wärmetauscher besitzt zusätzlich eine Wasserauffangwanne, die eventuell entweichende Flüssigkeiten über einen Ablauf direkt nach außen abführt.

AUSBLICK IN DIE ZUKUNFT

In Zukunft wird die Weiterentwicklung von mobilen Ladestationen, analog den Fortschritten der Batterieentwicklung,

zu höherer Kapazität bei weniger Gewicht und reduziertem Volumen führen. Durch Optimierungen der Ladestation werden bestimmte Komponenten entfallen, die für den Prototyp derzeit noch notwendig sind. Der Umweg über die 400-V-AC-Ebene zur eigentlichen DC-Schnellladekomponente verursacht viele Energieverluste. Eine direkte DC-Energieumwandlung mithilfe eines DC/DC-Umrichters wird den Wirkungsgrad deutlich erhöhen. Das kann auch für die Auslegung der Kühlung eine weitere Verbesserung bedeuten, sodass sich ein niedrigerer Geräuschpegel umsetzen lässt. Ein strategisches Zu- oder Abschalten verschiedener Komponenten kann zudem bewirken, dass sich der Energieverbrauch im Bereitschaftsmodus reduziert und mehr Nutzkapazität zur Verfügung steht.

Weiterentwicklungen bei der Batterie führen bei gleichem Bauraum zu einer direkten Erhöhung der Speicherkapazität. Dies gibt mehr Spielraum, um in der zukünftigen Entwicklung den Fokus auf den Energieinhalt oder die handhabbare Größe zu legen. So kann die Ladestation auch für verschiedene Anwendungszwecke flexibel ausgelegt werden. Durch ein Angleichen der unterschiedlichen Kommunikationsprotokolle lässt sich zudem die Verkabelung optimieren, sodass der Bauraum besser genutzt wird.

Mobile Schnellladestationen können schlussendlich entscheidend zum Ausbau der E-Mobilität beitragen, indem Lücken in der Infrastruktur wirtschaftlich sinnvoll geschlossen werden. Mit einer bisher noch nicht realisierten Nachlademöglichkeit könnte die Ladestation noch flexibler eingesetzt werden. Hierzu müsste diese nicht bei niedriger Ladekapazität zum Aufladepunkt transportiert werden, sondern es könnte lokal erzeugte erneuerbare Energie direkt am Ladeort genutzt werden.



DIESER BEITRAG IST IM E-MAGAZIN VERFÜGBAR UNTER:

www.emag.springerprofessional.de/atz

Die EVA Fahrzeugtechnik GmbH, die sich vor allem auf die Elektromobilität spezialisiert hat, ergänzt als Tochtergesellschaft hervorragend die Kompetenzen des renommierten Entwicklungsdienstleisters FEV im Unternehmenssegment Electronics & Electrification.

Das Leistungsspektrum der EVA Fahrzeugtechnik GmbH umfasst alle Tätigkeiten im gesamten Entwicklungsprozess wie z.B. Projekt- und Anforderungsmanagement, Konzeptentwicklung, Funktionsentwicklung, Simulation, Applikation sowie Test & Absicherung. Zusätzlich zur Serienentwicklung bearbeitet die EVA Fahrzeugtechnik GmbH Kundenprojekte in der Vorentwicklung und Serienbetreuung nach Start of Production (SOP).

In der Elektromobilität hat sich die EVA Fahrzeugtechnik GmbH auf die Bereiche E-Maschine und HV-Batterien spezialisiert. Eigene Zellprüfstände für den Test und die Analyse von Lilonen-Zellen und ein Musterbau für HV-Batterien runden das Portfolio ab. Bereits seit 1994 ist die EVA Fahrzeugtechnik GmbH überwiegend für große Automobilhersteller in der Fahrzeugentwicklung tätig.

click here



IMPRESSUM:

Sonderausgabe 2021 in Kooperation mit EVA Fahrzeugtechnik GmbH,
MEMBER OF FEV GROUP, Heidemannstraße 41a, 80939 München;
Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Postfach 1546, 65173 Wiesbaden,
Amtsgericht Wiesbaden, HRB 9754, USt-IdNr. DE811484199

GESCHÄFTSFÜHRER:

Stefanie Burgmaier | Andreas Funk | Joachim Krieger

PROJEKTMANAGEMENT: Anja Trabusch

TITELBILD: © metamorworks | Getty Images | iStock