

Referenz Regenerative Energien und Mobilität

Planung einer regenerativen Energieanlage mit Stromspeicher und E- Mobilitäts-Verknüpfung

Aufgabenstellung:

Planung einer Carport-Anlage mit verschiedenen Ladestationen für Elektrofahrzeuge, die jeweils über PV-Module der Carport-Dächer und einen damit verknüpften Stromspeicher versorgt werden. Ziel war, eine funktionsfähige Anlage zu planen, die von der auftraggebenden Bildungseinrichtung für Mitarbeiter-Fahrzeuge, Schulungsteilnehmern und auch zu Demonstrations- und Schulungszwecken genutzt werden können.

Herausforderung:

Bei der Planung der Systeme waren besonders zwei Herausforderungen maßgeblich: Einerseits eine passende Auslegung der Anlage als Kombination der fluktuierenden PV-Strombereitstellung mit dem Speicher und den Elektrofahrzeugen, sodass ausreichend hohe Energiemengen zu den richtigen Zeiten für die Fahrzeugladungen zur Verfügung stehen, andererseits die Auswahl von Komponenten, die diese Anforderungen erfüllen und zudem eine Kommunikation untereinander aufbauen können, um eine Regelbarkeit zu gewährleisten. Da die regenerative Energie nicht zu jeder Zeit ausreichen würde, die Ladeanforderungen zu erfüllen, sollte es möglich sein, Energie aus dem öffentlichen Stromnetz zu nutzen. Damit keine unkontrollierten Lastspitzen entstehen, sollte die Leistung bei 50 kW begrenzt werden. Besonders im Hinblick darauf, dass zusätzlich zu den 6 Ladepunkten noch bestehende Ladepunkte in das Projekt mit einbezogen werden sollten und im Worst Case eine Ladeanforderung besteht, die die bereitgestellte Leistung übersteigt, galt es die Energieflüsse intelligent zu regeln. Zuerst sollte Solarenergie genutzt werden, dann die gespeicherte Energie und schließlich die Energie aus dem Netz. Bei Erreichen der 50 kW- Grenze galt es, die zur Verfügung stehende Energie auf die Fahrzeuge aufzuteilen bzw. entsprechend den zuvor festgelegten Prioritäten zu regeln.

Zudem mussten auch weitere Bedingungen des Auftraggebers und anderer Beteiligten berücksichtigt werden, beispielsweise in Hinblick auf die finanziellen Rahmenbedingungen und den zeitlichen Projektablauf. Demnach war ein hohes Maß an planerischem Aufwand, eine gute Kenntnis der aktuellen Marktsituation in Bezug auf verfügbare, einsetzbare Produkte der jeweiligen Hersteller und technisches Know-How für die praktische Umsetzbarkeit unabdingbar.

Durchführung:

I. Rahmenbedingungen & Grundvoraussetzungen

Bei jedem Projekt steht anfänglich eine gründliche Analyse der Ausgangssituation an, um den weiteren Projektverlauf zu planen. Somit musste u.a. ein geeigneter Standort auf dem Gelände gefunden, eine grobe Aufteilung der Carports vorgenommen sowie die Komponenten- und Zählerstruktur ausgearbeitet werden. Weiterführend sollte eine entsprechende Umgebung für die Ladesysteme geschaffen werden. Daher wurde die Entscheidung für ein externes Gerätehaus neben den Carports getroffen, was wiederum eine exakte Auslegung der Leitungslängen und –querschnitte erforderte.

In den Baubesprechungen wurden zudem die Themen des Datenmonitorings und der Visualisierung von Energieflüssen, u.a. für Weiterbildungszwecke, sowie die Dokumentationsarbeit aufgegriffen. In der Projektdokumentation müssen die einzelnen Planungsschritte von Beginn an nachvollziehbar dargestellt und dazugehörige Unterlagen wie Schaltbilder, Unterlagen der verwendeten Komponenten sowie Prüf- und Einweisungsprotokolle enthalten sein. Diese sollten so aufbereitet werden, dass sie zu Schulungszwecken genutzt werden können.

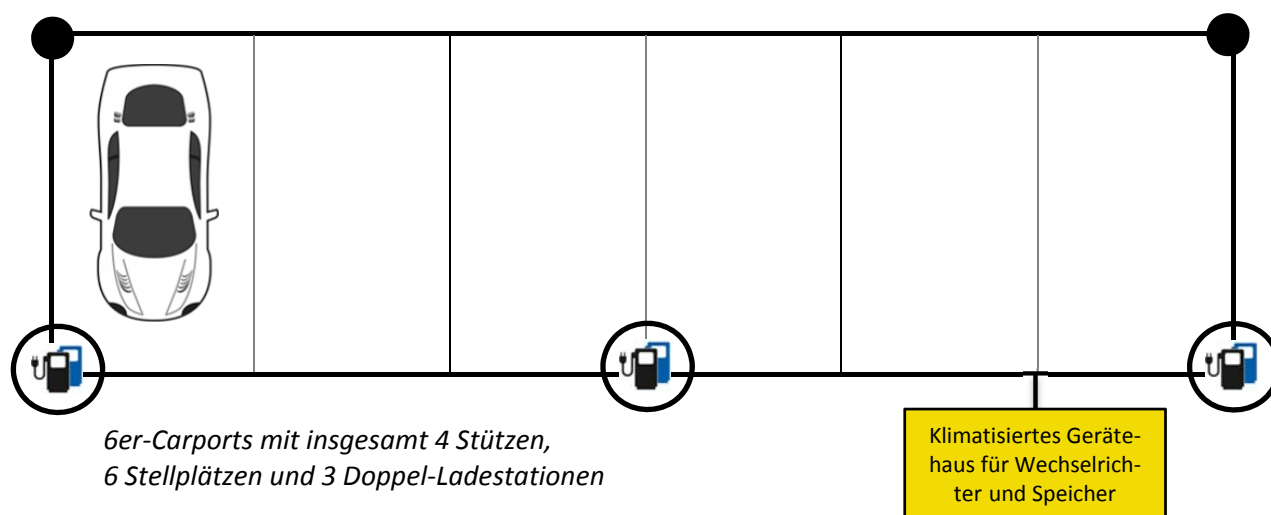
II. Carport-System mit PV-Anlage

Vorerst stand die Anforderung, ein bilanziell autarkes System zu schaffen, was einen maximalen Eigenverbrauch durch ein integriertes Lastmanagement- und Speichersystem ermöglicht. Um eine möglichst hohe Energieausbeute zu ermöglichen, wurden monokristalline Glas-Glas-Module der Firma SI Module GmbH gewählt, welche neben ihrer hohen elektrischen Leistung eine besondere Langlebigkeit gewährleisten, was sich andererseits natürlich im Anschaffungspreis widerspiegelt. In den Außenbereichen des Carportdaches, d.h. am linken und rechten Rand des Modulfelds, wurden bifaciale Module eingeplant, welche auch die vom Erdboden und von der Umgebung reflektierten Sonnenstrahlen an der Modulunterseite in elektrische Energie umwandeln können. Über das Datenmonitoring sollte der Nachweis erbracht werden können, wieviel Mehrertrag gegenüber Standard-Modulen die bifacialen Module tatsächlich erwirtschaften.

Zunächst waren 3 Doppelcarports vom Auftraggeber gewünscht. Aufgrund dessen, dass man durch die erhöhte Anzahl von Pfosten Parkfläche „verschenken“ würde, wurde durch uns ein 6-er Carport von der Firma ClickCon vorgeschlagen.

Insgesamt ergab sich bei 6 Stellplätzen im ClickPlain-Carportsystem der Firma ClickCon eine installierte PV-Leistung auf dem Carport-Dach in Höhe von 13,6 kW_p. Das Carport-System selbst wirkt durch die wenigen Stahlstützen modern und ist zudem platzsparend und wartungsarm.

Die Dachneigung von 5 - 10° sowie die integrierte Regenrinne ermöglichen das Abfließen von Regenwasser. Die Solarleitungen sind unsichtbar im System untergebracht. Die Ladestationen der Firma MENNEKES befinden sich jeweils an den Stützen bzw. mittig im Carport. Der schematische Aufbau des Carports ist in der folgenden Abbildung zu sehen:



*6er-Carports mit insgesamt 4 Stützen,
6 Stellplätzen und 3 Doppel-Ladestationen*

III. Stromspeicher & Peripherie

Bei jedem energetischen System ist es essenziell, aufeinander abgestimmte Komponenten zu verwenden. So muss die installierte PV-Leistung mit der Dimensionierung der Wechselrichter übereinstimmen, der Stromspeicher muss sowohl für die vorhandene PV-Erzeugung als auch für die energetische Nutzung passend dimensioniert sein und zudem müssen letztendlich die Ladestationen mit ihren spezifischen Eigenschaften auf die gesamte Anlagenkonfiguration abgestimmt sein. Außerdem sind auch die Aufstellbedingungen der einzelnen Systeme zu berücksichtigen. So müssen Stromspeicher im Allgemeinen in einem frostfreien Bereich aufgestellt werden. Im Laufe des Planungsprozesses standen verschiedene Produkt-Kombinationen im Raum. Letztendlich fiel die Entscheidung auf Grundlage der langjährigen Erfahrungen des Ingenieurbüros für zwei Speichersysteme der Firma Fenecon in Verbindung mit zwei SMA-Wechselrichtern und den bereits erwähnten MENNEKES-Ladestationen. Die Produkte der Firma Fenecon zeichnen sich besonders durch ihr ausgezeichnetes Lademanagementsystem sowie ihre hohe Qualität und Vielfalt aus. Weiterhin wurden Möglichkeiten wie die Teilnahme am Regelenergiemarkt, die Einbindung in eine gebäudeinterne Speicher-Cloud und zusätzliche Aktivitäten im Bereich SmartHome / SmartGrid diskutiert.

IV. Ladestationen

Im Laufe der Jahre haben sich neben den verschiedenen Elektrofahrzeugen am Markt auch diverse Ladearten bzw. Steckertypen entwickelt. So kommt es, dass viele Fahrzeuge verschiedene Ladeschlüsse haben und daher nicht an jeder Ladesäule geladen werden können. Um möglichst vielen Fahrzeugen ein Laden zu ermöglichen und zudem den Teilnehmern der Bildungseinrichtung die diversen Ladearten näher zu bringen, entschied man sich dafür, mehrere verschiedene Ladetypen (in Zukunft soll auch induktives Laden möglich sein) einzubinden. Die jeweiligen Stecker unterscheiden sich vor allem in Hinblick auf die nötige Ladedauer; im Allgemeinen ist eine Gleichstrom-Ladung schneller als eine Ladung mit Wechselstrom, wobei bei Wechselstrom wiederum eine einphasige Ladung langsamer stattfindet als ein dreiphasiger Ladevorgang. Andererseits ist ein langsamer Ladevorgang immer schonender für die Batterie.

Die verschiedenen Ladestecker sind im Folgenden kurz erläutert:

Abbildung	Name	Spezifikationen
	Typ-1-Stecker	Wechselstrom, 1-phasiges Laden (langsam) Max. 7,4 kW v.a. Asien, Nordamerika
	Typ-2-Stecker (Mennekes-Stecker)	Wechselstrom, 3-phasiges Laden (schneller) Max. 43,0 kW Europäischer Standard
	Typ-3-Stecker	Wechselstrom, 3-phasiges Laden (schneller) Max. 43,0 kW v.a. Italien, Frankreich, hat sich als EU-Standard nicht durchgesetzt
	Combined Charging System (CCS- / Combo-Stecker)	Kombination aus Typ-1- und Typ-2-Stecker → Laden mit Wechsel- und Gleichstrom möglich (Langsam- und Schnellladung), Max. 170,0 kW
	CHAdEMO-Stecker	Gleichstrom (Schnellladung) Max. 50,0 kW Japanischer Standard , Bidirektionales Laden möglich

Bildquellen: <http://www.mobilityhouse.com/de/ladekabelarten-und-steckertypen/>
<https://www.e-stations.de/wissen/stecker>

Zusätzlich ist auch eine Ladung über einen haushaltsüblichen Schuko- oder CEE-Stecker möglich. Besonders wichtig ist es, eine Netzstoßbelastung bei mehreren gleichzeitigen Ladevorgängen zu vermeiden, d.h. selbst wenn alle Ladesäulen gleichzeitig belegt sind, können ggf. nicht alle Fahrzeuge sofort mit maximaler Leistung laden. Dafür wäre ein intelligentes Lademanagementsystem einsetzbar, sodass die Planung der Fahrzeug-Standzeiten zu einer Optimierung des Energiehaushalts beiträgt. Beispielsweise können dann Mitarbeiterfahrzeuge mit langen Parkzeiten bis zu 8 Stunden durch eine reine Überschussladung versorgt werden, sodass der Ladevorgang bei geringer PV-Stromerzeugung zeitweise pausiert. Kurzzeitig angeschlossene Fahrzeuge müssen hingegen beim Laden Vorrang haben und, wenn nötig, elektrische Energie aus den Stromspeichern beziehen. Insgesamt kann auf Grundlage von Mindestladeenergie, Parkzeit und weiteren Nutzervorgaben über eine intelligente Ladesteuerung ein optimales Ladesystem eingerichtet werden.

Dabei wird der täglich maximal verfügbare Ladestrom aus der PV-Anlage gleichmäßig auf die vorhandenen Ladestationen aufgeteilt und die elektrische Leistung ggf. zeitweise begrenzt. Nichtsdestotrotz besteht die Forderung, die Fahrzeuge bis Tagesende wieder zu möglichst 100 % aufzuladen.

Insgesamt wurden 6 Ladepunkte in 3 Doppel-Ladesäulen vorgesehen. Dabei sollen 4 Ladepunkte bereits von Anfang an mit den genannten Technologien ausgestattet werden. Die beiden noch freien Ladeplätze sollen zukünftig für eine induktive und eine bidirektionale Lademöglichkeit verwendet werden. Die Kommunikation im Lademanagement erfolgt über das Fenecon Energy Management System, kurz FEMS.

V. Energetische und finanzielle Analyse

Die Analyse und Bewertung der Aufgabenstellung im Hinblick auf energetische und finanzielle Aspekte erfolgte mithilfe der selbst entwickelten Software BerTraM, die eine ganzheitliche Betrachtung der PV-Anlage, des Stromspeichers und der Elektro-Fahrzeuge ermöglicht. So ist beispielsweise im Vorhinein ermittelbar, wie sich die vorhandenen Lastgänge durch die PV-Anlage decken lassen, welche Energiemengen die Fahrzeuge benötigen und wie sich die Energiekosten diesbezüglich darstellen. Eine solche Vorab-Simulation ist wichtig, um eine passende Anlagenkonfiguration auszuwählen, welche zum Energiebedarf passt und sich zudem wirtschaftlich rentabel gestalten lässt.

Ergebnis:

Nach vielen planungs- und gesprächsintensiven Wochen entstand ein optimal abgestimmtes Konzept für die solare Carport-Ladestation der Bildungseinrichtung. Die praktische Umsetzung wird aktuell vorbereitet und soll voraussichtlich bis Ende 2017 erfolgen. Insgesamt war von vornherein die Zusammenarbeit der Bereiche Bauingenieurwesen, Elektrotechnik und Verkehrswissenschaften / E-Mobilität gefordert. Das Ingenieurbüro Siebert konnte sich mit seiner langjährigen Erfahrung im Bereich der regenerativen Energien sowie seiner Smart-Advisor-Tätigkeit im Bereich E-Mobilität bestens in das Projektteam integrieren und wesentliche planerische Leistungen zum Vorhaben beisteuern.