

**Projekt:** Schnellladung von Elektrofahrzeugen

**Problem:** Vergisst man einmal sein Elektroauto nachts nachzuladen, um morgens damit zur Arbeit oder zu einem Termin zu kommen, steht man bei vielen Elektrofahrzeugen vor einem Problem. Die Ladezeiten betragen über eine herkömmliche Schuko-Steckdose zwischen 4 und 9 Stunden. Auch Fahrzeuge mit einer Schnellladeoption können zu Problemen führen, da dort eine Schnellladung angeboten wird, die die Batterie von 20% auf 80% in ca. 45 Minuten nachlädt, was jedoch nur 60% der Reichweite ausmacht. Bei gängigen Fahrzeugen bedeutet eine solche Nachladung eine zusätzliche Reichweite von 48 bis 80 Kilometern. Was aber wenn der Termin 100 km entfernt ist und keine 45 Minuten an Zeit zur Verfügung stehen?

Dieses Projekt wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert.



**Ziel:** Ziel des Projekts sind die Entwicklung und Realisierung von Ladealgorithmen, die eine Ladung der Batterie von 0% auf 100% in weniger als 30 Minuten ermöglichen und dabei keine Schädigung auf die Batterie ausüben. Der Hauptalterungsmechanismus bei der Schnellladung ist die Temperatur, welche durch faseroptische Sensoren überwacht wird. Diese Sensoren werden in die Fahrzeugbatterien implementiert, wodurch ganze Temperaturfelder der Batterien der Elektrofahrzeuge erstellt werden können. Auch wird ein Businesscase für Tankstellenbetreiber entwickelt, bei dem sich herausstellen soll, welche Möglichkeiten heutige Tankstellenbetreiber im Zeitalter der Elektromobilität haben.

**Stand der Technik:** Wie oben erwähnt, sind heutige Schnellladungen keine vollständigen Ladungen und das „Schnell“ ist somit relativ, da eine echte Ladung von 0% auf 100% bei gleichbleibender Ladegeschwindigkeit heutzutage noch etwa 75 Minuten dauern würde, was nicht wirklich schnell ist. Ein großes Problem stellt auch die Möglichkeit einer Schnellladung zu Hause dar, welche durch kleine Hausanschlussleistungen nicht einfach realisiert werden können. Aus diesem Grunde wird es für heutige Tankstellen weiterhin eine Daseinsberechtigung geben, denn diese haben meistens einen größeren Stromanschluss, sodass ein Nachtanken in unter 30 Minuten, was je nach Fahrzeug zwischen 15 und 100 kW benötigt, dort durchgeführt werden kann, sofern es Ladealgorithmen dazu gibt.

**Lösungsweg:** Erst werden verschiedene Ladeverfahren an Einzelzellen auf dem Prüfstand getestet und versucht, damit eine Schnellladung in unter 30 Minuten zu erreichen. Diese Verfahren werden dann auf mehrere Zellen und ganze Batterien übertragen, bevor Sie in Ladesäulen implementiert und an ganzen Fahrzeugen getestet werden. Um die Schnellladung kontrollieren zu können und die Auswirkungen auf die Batterien zu erfassen, wird die Temperatur überwacht. Zu diesem Zweck werden faseroptische Sensoren in die Zellen eingebracht, um die Temperatur an jeder Zelle messen zu können, ohne den Aufbau der Batterien verändern zu müssen. Eine solche Applikation der Fasern in die Batterie kann in Abbildung 1 und Abbildung 2 gesehen

werden.



Abbildung 1: Teil einer Fahrzeugbatterie mit faseroptischer Sensorik (grün)

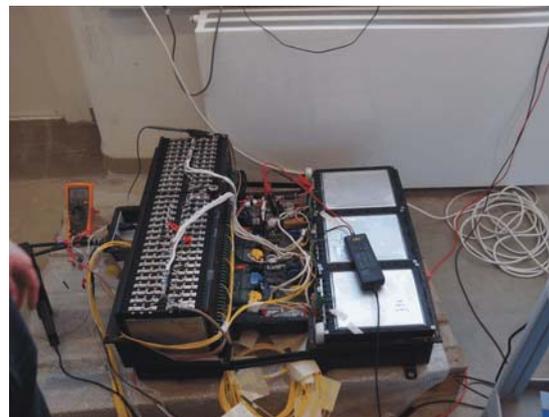


Abbildung 2: Komplette Fahrzeugbatterie mit Temperatursensoren und weiterer Messtechnik

**Projektergebnisse:** Bei der Entwicklung der Ladeverfahren wurde mit der Untersuchung an Einzelzellen begonnen und diese dann über kleinere Module z.B. von Elektrorollern zu der ganzen Fahrzeugbatterie hin ausgedehnt.

Ladeverfahren		Ladedauer in h		maximale Temperatur in K	Temperaturdifferenz $\Delta T$
		80%	100%		
IU-Ladung	2C	0,40	0,68	310,35	17,2
	3C	0,27	0,38	318,25	25,1
	4C	0,20	0,31	324,55	31,4
	5 C (15,2 V)	0,16	0,31	318,35	25,2
Stufenladung	3C mit 3 Stufen	0,28	0,74	309,35	16,2
	4C mit 3 Stufen	0,32	0,86	311,25	18,1
Pulsladung	2C 850 ms	0,40	0,67	311,15	18
	3C 850 ms	0,27	0,44	318,95	25,8
	4C 500 ms	0,20	0,40	319,15	26
	4C 850 ms	0,20	0,32	322,95	29,8

Abbildung 3: Ergebnisse verschiedener Schnellladung an einer Einzelzelle

**Projekt:** Schnellladung von Elektrofahrzeugen

In Abbildung 3 sind die Ladezeiten von unterschiedlichen Ladeverfahren für einen 40Ah Rollerstack zu sehen. Deutlich wird, dass die meisten Zeiten eine Ladung innerhalb von 30 Minuten deutlich unterschreiten. Die an den Stacks getesteten Ladeverfahren wurden schließlich auf die Fahrzeugbatterien der Elektrofahrzeuge angewendet. Das beste Ergebnis von der Fahrzeugbatterie ist in Abbildung 4 zu sehen.

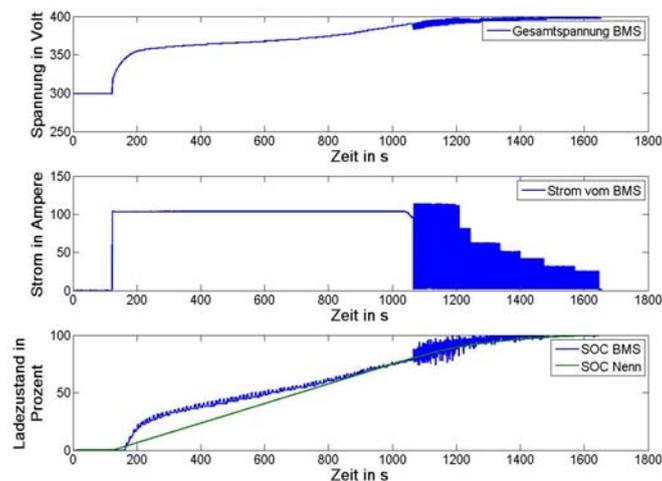


Abbildung 4: Schnellladung der Fahrzeugbatterie in ca. 27 Minuten bis 40 Ah erreicht sind

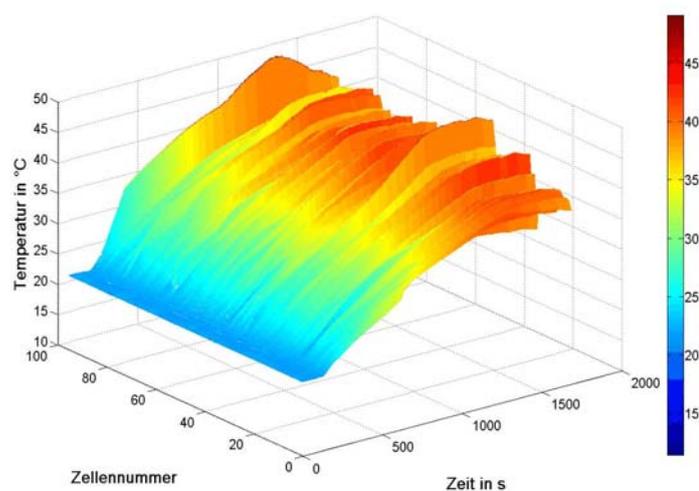


Abbildung 5: Temperaturverlauf der einzelnen Zellen bei der Schnellladung

In Abbildung 4 ist zu sehen, dass das Projektziel einer 100%-igen Ladung in unter 30 Minuten durch eine Ladung mit maximal 2,5C (hier 100A) Ladestrom und einer quasi gepulsten Stufenladung innerhalb von ca. 27 Minuten erreicht wurde. Eine quasi gepulste Stufenladung liegt vor, weil zu den Pulsen der Strom durch das Managementsystem stufenförmig reduziert wurde.

Der Temperaturverlauf zu dieser Messung kann in Abbildung fünf gesehen werden. Deutlich zu sehen ist, dass zwei Zellen die Temperatur von 40°C übersteigen. Dies kann zum einen an der Position der Zellen im Stack liegen, was eher unwahrscheinlicher erscheint und zum anderen daran, dass die Sensoren nicht gut geeicht waren, zumal die Zellausdehnung ebenfalls Einfluss auf die Temperaturen nahm, was in folgenden Projekten durch noch bessere Applikation verhindert wird.

Weiter wurden im Projekt vier Ladesäulen entwickelt, welche extern aufgestellt und in Betrieb genommen wurden. Dadurch wird ein Beitrag der Anbindung des Harzes an die Metropolregion geleistet.



Abbildung 6: Pressetermin zum Rollout der Elektrofahrzeuge am 02.05.2013



Abbildung 7: Pressetermin zur Aufstellung der Ladesäule auf der Araltankstelle von Jochen Schreiber am 29.10.2014

Wie in Bild 7 zu sehen, können die Ladesäulen, welche bis Leistungen von 60kW kaskadierbar sind, beide gängigen Protokolle ChaDeMo und CCS umsetzen und sind außerdem frei programmierbar, wodurch die Vollladungen in 30 Minuten erreicht werden können. Dabei wurde auch das Tankstellenpersonal geschult, sodass diese Elektrofahrzeugbesitzer bei einer Schnellladung unterstützen können. Viel Zuspruch gab es in Elektroforen, weil Besitzern von Elektrofahrzeugen mit ChaDeMo Ladeprotokoll im Gegensatz zum Schaufenster Elektromobilität, wo hauptsächlich das CCS Ladeprotokoll gefördert wird, auch eine Möglichkeit der Schnellladung geschaffen wurde.

**Projektpartner:** Partner in dem Projekt sind mehrere Firmen neben den Antragstellern Fraunhofer Heinrich Hertz Institut in Goslar und dem Energieforschungszentrum Niedersachsen mit dem Institut für elektrische Energietechnik und Energiesysteme als ausführende Stelle des Energieforschungszentrums Niedersachsens. Das ist die Wolfsburg AG, die das Projekt unterstützt und den Aufbau einer Ladesäule in Wolfsburg steuert. Weiter beteiligt sich Jochen Schreiber, der Besitzer von zwei Araltankstellen, bei dem eine Ladesäule in Schöppenstedt installiert ist. Außerdem ist die Firma Power Innovation Partner, die die Ladesäulen herstellt bzw. so umrüstet, dass beliebige Ladeverfahren programmiert werden können. Die WVI GmbH (Prof. Dr. Wermuth Verkehrsforschung und Infrastrukturplanung), die sich mit den Auswirkungen der Schnellladung auf das Nutzerverhalten von Elektroautobesitzern beschäftigt gehört ebenfalls dazu. Schließlich partizipiert die Firma E-Wolf GmbH, welche die Elektrofahrzeuge

---

---

einbringt und für das Projekt umbaut und einen Zugang zu der Software der Fahrzeuge ermöglicht.



Jochen Schreiber



**Bearbeiter:**

Dr.-Ing. Raoul Heyne  
raoul.heyne@tu-clausthal.de

(Tel: 72-2272)

**Projektleiter:**

Prof. Dr. rer. nat. Heinz Wenzl  
heinz.wenzl@t-online.de

(Tel: 05522/919170)