
















3.7 Blaupause 9: Gesteuertes (Ent-)Laden elektrischer Fahrzeugflotten

Blaupause											
Zielgruppen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Flottenbetreiber ■ Netzbetreiber ■ Aggregatoren / VK-Betreiber 										
Ausgangslage und Problemstellung	<p>Betriebe elektrifizieren ihre Fahrzeugflotten zunehmend. Neben Elektroautos als Dienstwagen kommen auch elektrische Nutzfahrzeuge wie Zugmaschinen, Flurförderzeuge und Busse zum Einsatz. Der Aufbau und Betrieb der entsprechenden Ladeinfrastruktur an den Standorten geht gegebenenfalls mit einem notwendigen Netzausbau und Engpässen einher.</p>										
Lösungsansatz	<p>Intelligente Steuerungen und die zeitliche Planung von Ladevorgängen können deren Kosten senken und Engpässe vermeiden oder den Eigenverbrauch lokal erzeugter Elektrizität erhöhen. Bidirektionale Systeme können darüber hinaus elektrische Energie aus den Fahrzeugbatterien zurück in das Netz speisen und dieses aktiv entlasten.</p> <p>Erfolgsfaktoren für den Lösungsansatz:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Einbindung der Ladesteuerung in Energiemanagement und Einsatzplanung ■ Ermittlung von Zeitfenstern für flexibles Laden ■ Anbindung an Strommärkte und Preissignale 										
Einordnung der Blaupause	<table border="1"> <tr> <td>Haushalte</td> <td>GHD</td> <td>Industrie</td> <td>Energie</td> </tr> <tr> <td>Flexibilisierung</td> <td>Sektorkopplung</td> <td colspan="2">Erzeugung</td> </tr> </table>	Haushalte	GHD	Industrie	Energie	Flexibilisierung	Sektorkopplung	Erzeugung			
Haushalte	GHD	Industrie	Energie								
Flexibilisierung	Sektorkopplung	Erzeugung									
Technologiereifegrad	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9</p> <p>TRL: Prototypische Steuerungssysteme wurden entwickelt und getestet</p>										
Eingeflossene SINTEG-Aktivitäten	<table border="0"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>■ Flughafen Stuttgart</td> <td>■ SESAM-Farm</td> <td></td> <td></td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ■ E-Nutzfahrzeugflotte ■ E-Busse ■ Flex-Vermarktung </td> </tr> </table>						■ Flughafen Stuttgart	■ SESAM-Farm			<ul style="list-style-type: none"> ■ E-Nutzfahrzeugflotte ■ E-Busse ■ Flex-Vermarktung
											
■ Flughafen Stuttgart	■ SESAM-Farm			<ul style="list-style-type: none"> ■ E-Nutzfahrzeugflotte ■ E-Busse ■ Flex-Vermarktung 							
Innovationsgehalt	<p>Elektromobilität generell (bspw. im Rahmen der Förderprogramme „Schaufenster Elektromobilität“, „ELEKTRO POWER I +II“, „Elektro-Mobil“) und elektrische Flotten speziell wurden bereits weitreichend erprobt und demonstriert (bspw. „TRADE EVs“, „Fleets Go Green“, „Ecargo“).¹⁷ Für das gesteuerte Laden und Entladen mobiler Batteriespeicher wurden Systeme bereits entwickelt. Die Einbindung in ganzheitliche Energiemanagementsysteme und die Anbindung an Strommärkte und Plattformen sind neuartig.</p>										
Bedingungen für Übertragbarkeit und Skalierbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> ■ Elektrische Fahrzeugflotte ■ Ggf. verfügbare Netzkapazitäten zur Versorgung von Ladepunkten 										

Betriebe elektrifizieren ihre Fahrzeugflotten zunehmend. Neben Elektroautos als Dienstwagen kommen auch elektrische Nutzfahrzeuge wie Zugmaschinen, Flurförderzeuge und Busse zum Einsatz. Der Aufbau und Betrieb der entsprechenden Ladeinfrastruktur an den Standorten geht in der Regel mit einem notwendigen Netzausbau und Engpässen einher. Intelligente Steuerungen und die zeitliche Planung von Ladevorgängen können deren Kosten senken und Engpässe vermeiden oder den Eigenverbrauch lokal erzeugter Elektrizität erhöhen. Bidirekti-

⁹ Ein vollständige Liste entsprechender Förderprogramme ist auf BWMi.de zu finden.

onale Systeme können darüber hinaus elektrische Energie aus den Fahrzeugbatterien zurück in das Netz speisen und dieses aktiv entlasten.

Im Rahmen von WindNODE untersuchten in Berlin die Wasserbetriebe, die Stadtreinigung sowie die Verkehrsbetriebe die Flexibilisierung der Ladevorgänge elektrischer Fahrzeuge. Die drei Betriebe teilen sich einen Carsharing-Pool, der sukzessive elektrifiziert wird. Die Wasserbetriebe bauten 100 Ladesäulen mit intelligenter Steuerung auf, die 82 Personenkraftwagen (PKW) und sechs Transporter gesteuert laden. Eine entwickelte Software übernimmt die Abrechnung der Ladevorgänge und erfasst Daten wie Kilometer- und Ladestand. In Kombination mit der Einsatzplanung der Fahrzeuge lassen sich Zeiträume definieren, in denen die Ladevorgänge flexibel erfolgen können. Durch die Vernetzung und eine automatische Datenerfassung können Lastverschiebepotenziale an allen Standorten mit Elektrofahrzeugen untersucht werden. In Summe lässt sich ein Flexibilitätspotenzial von 700 kW erschließen.

Die Berliner Stadtreinigung hat anhand 26 steuerbarer Ladepunkte die energiewirtschaftliche Optimierung von Ladevorgängen im Day-Ahead- und Intraday-Markt demonstriert. Dazu wurde eine prototypische Vernetzung mit dem Energiemarkt entwickelt. Dabei wurde ein System entwickelt, das steuerbare Ladestationen an industriellen Standorten in ein automatisiertes Energiemanagement integriert. Das entwickelte Energieeffizienz-Controlling-System verfügt dabei über eine Vermarktungsschnittstelle und kann die Flexibilitäten unter Berücksichtigung betrieblicher Restriktionen und Planungsdaten am Strommarkt und Netzbetreibern anbieten. Neben den Preissignalen am Spotmarkt berücksichtigt die Steuerungssoftware auch die Spitzenlast und minimiert netzentgeltbedingte Kosten. Die Betriebe schätzen, dass die strompreisoptimierte Ladeverschiebung die Kosten der Beladung der Fahrzeuge um bis zu 70 % senken kann.

Die Berliner Verkehrsbetriebe untersuchten netzverträgliches und systemdienliches Laden ihrer elektrischen Fahrzeugflotte, die neben internen Dienstwagen im Jahr 2030 pro Betriebshof 100 bis 300 E-Busse umfassen soll. Eine Ladeinfrastruktur wurde aufgebaut, sieht jedoch aufgrund von Engpässen im vorgelagerten Netz keine Ladevorgänge zur Spitzenlastzeit am frühen Abend vor. Die Flexibilität des Ladens von elektrischen Fahrzeugen im ÖPNV ist stark begrenzt. Zu Spitzenlastzeiten zwingend erforderliche Ladevorgänge werden durch ein Speichersystem aus Second-Life-Batteriespeichern sichergestellt. Der im Zuge der Integration einer elektrischen Fahrzeugflotte erforderliche Netzausbau kann so reduziert werden.

Im Rahmen von DESIGNETZ wurden auf einem Hofgut – der „SESAM-Farm“ – zwei Wechselbatteriespeicher eines Hybridtraktors über ein Energiemanagementsystem eingebunden. Da vollelektrische mobile Arbeitsmaschinen derzeit nur für kleine Leistungen realisierbar sind, kommt ein Hybridfahrzeug des Herstellers John Deere mit einer elektrischen Maschine mit 20 kW zum Einsatz. Im mobilen Einsatz wird einer der Speicher mit 33 kWh Kapazität und 1,2 t Gewicht als Frontbatterie am Traktor angebracht und dient als zusätzliche Energiequelle neben dem Dieselmotor. Im stationären Betrieb ist der jeweils andere Speicher an ein intelligentes, bidirektionales Ladesystem angeschlossen (Combo-2-Stecker-Standard, ≥ 500 V DC).

Ein zentraler Energiemanager steuert neben dem Ladesystem auch ein BHKW und eine PV-Anlage sowie energieintensive Verbraucher auf dem Hof. Wichtige Messwerte werden lokal über ein Funknetzwerk (Lo-Ra-WAN) sowie über Powerline übertragen. Das lokale

Energiemanagementsystem wurde auch an das überregionale DESIGNETZ System Cockpit angeschlossen. Das gesteuerte Laden und Entladen der Wechselbatterie erlaubt eine Erhöhung des Eigenverbrauchs bzw. der Vermeidung von Einspeisespitzen aus den eigenen Erzeugungsanlagen, die Reduktion von Leistungsspitzen des Netzbezugs sowie die Einspeisung ins Ortsnetz bei Energieengpässen. Die Belastung ländlicher Verteilnetze kann so reduziert werden.

Der Flughafen Stuttgart betreibt eine vollständig elektrifizierte Bus- und Gepäckschlepperflotte und plant die weitere Elektrifizierung seines Fuhrparks (PKW). Der flexible Strombedarf wird für das Jahr 2050 auf 6 GWh (Schnellladepunkte) plus 26 GWh (normale Ladepunkte) geschätzt. Die Fahrzeugbatterien sollen im Einklang mit der fluktuierenden Stromerzeugung von PV-Anlagen vor Ort geladen werden. Darüber hinaus soll eine intelligente Ladesteuerung Leistungsspitzen vermeiden. Die Einbindung und potenzielle Vermarktung der Flexibilität der intelligenten Ladesteuerung wurde aggregiert mit anderen Flex-Potenzialen der Liegenschaft im Rahmen von C/sells in Simulationsmodellen untersucht mit dem Ziel der Minimierung der Gesamtenergiekosten.