

Best-Practice-Manual und Roadmap

zur

Verwendung eines elektrischen Fuhrparks als flexible Last
am Beispiel der Berliner Stadtreinigung (BSR)



Berlin, den 27.01.2021

Autor:

Christian Heyken
Berliner Stadtreinigung
Ringbahnstr. 96
12103 Berlin
www.BSR.de

Erstellt im Rahmen des SINTEG-Projekts WindNODE.



Das diesem Dokument zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter dem Förderkennzeichen 03SIN506 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Inhalt

Hintergrund	4
Vorstellung der Berliner Stadtreinigung (BSR)	4
Entstehung des vorliegenden Dokumentes	4
Zweck dieses Dokumentes	6
Ausgangslage und Maßnahmen	6
Optimierung der E-Mobilität bei der BSR	7
Vision emissionsarmer Fuhrpark 2020+	7
E-Fuhrpark und Ladeinfrastruktur (LIS)	8
Spitzenlastmanagement	9
Herausforderungen	9
Statisches Spitzenlastmanagement	9
Dynamisches Spitzenlastmanagement	10
Zeitlich verschobener Strombezug für Ladevorgänge / Flexible Last	10
Vertragsschluss mit einem Stromlieferanten	10
Ermittlung des Optimierungszeitfensters	11
Erkenntnisse	11
Einbindung eigener Photovoltaik-Anlagen und Blockheizkraftwerke (BHKW)	12
Software zur zentralen Steuerung der Ladeinfrastruktur EnEffCo®	12
Roadmap	15
Fazit	17
Anhang	18
Zusammenfassungen der Anforderungen	18
Anforderungen an die Ladeinfrastruktur für die Verwendung mit einem Spitzenlastmanagement und als flexible Last	18
Anforderungen an das Spitzenlastmanagement	19
Anforderungen an die Flexible Last / Bezugsoptimierung:	19
Anforderungen an die Software für flexibles - und Spitzenlastmanagement:	20
Quellenverzeichnis	21

Hintergrund

Vorstellung der Berliner Stadtreinigung (BSR)

Die BSR ist das größte kommunale Entsorgungsunternehmen in Deutschland. Zu den Dienstleistungen der BSR gehören die umweltgerechte Sammlung und Verwertung von knapp einer Millionen Tonnen Restabfall sowie ein umfangreiches Angebot an getrennter Abfallsammlung und die Verwertung von Abfällen. Dazu zählen die Sperrmüll- und Bioabfall-Verwertung, der Betrieb von 15 Recyclinghöfen mit sechs stationären Schadstoffsammelstellen, eine einheitliche Sammlung von Verpackungen und stoffgleichen Nichtverpackungen in der Wertstofftonne sowie der Betrieb eigener Anlagen zur Abfallverwertung. Hinzu kommt die Sauberhaltung des Stadtgebiets, die Einsammlung und Verwertung des Berliner Straßenlaubes sowie die Verkehrssicherungspflicht, zum Beispiel der Winterdienst. Gute Leistung, niedrige Gebühren, ökologische und soziale Verantwortung gehören zur Strategie des innovativen und nachhaltigen Unternehmens mit rund 5.600 Beschäftigten und einem Fuhrpark von mehr als 1.700 motorisierten Fahrzeugen.

Entstehung des vorliegenden Dokumentes

Das vorliegende Dokument ist im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Forschungsprojektes WindNODE entstanden. WindNODE umfasst die sechs ostdeutschen Bundesländer inklusive Berlin und steht unter der Schirmherrschaft der Regierungschefs der teilnehmenden Bundesländer. In WindNODE arbeiteten über 70 Partner vier Jahre lang - von 2017 bis 2020 - gemeinsam an übertragbaren Musterlösungen für das intelligente Energiesystem der Zukunft. WindNODE zeigt ein Netzwerk flexibler Energienutzer, die ihren Stromverbrauch nach dem schwankenden Angebot von Wind- und Sonnenkraftwerken ausrichten können. Weitere Infos auf <http://www.windnode.de>

WindNODE ist Teil des Förderprogramms SINTEG des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Mit dem Förderprogramm „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“ (SINTEG) will das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) zeigen, wie die Zukunft der Energieversorgung aussehen kann. Die Idee von SINTEG besteht darin, übertragbare Musterlösungen für eine sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung bei veränderlicher Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zu entwickeln und zu demonstrieren. Geeignete Lösungen aus den Modellregionen sollen als Vorbild für eine breite Umsetzung in ganz Deutschland und europäischen Ländern dienen. In den fünf Schaufensterregionen kooperieren Partner aus der Energiewirtschaft sowie der Informations- und Kommunikationsbranche. Seit 2017 arbeiten mehr als 300 Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Kommunen, Landkreise und Bundesländer gemeinsam an der Zukunftsvision einer Energiewende. Weitere Informationen unter: www.sinteg.de.

WindNODE verfolgt das Ziel der Energiewende, den Energie- und Strombedarf möglichst vollständig aus erneuerbaren Quellen zu decken und zugleich die Stromnetze stabil zu halten. Im Klimaschutzprogramm 2030 sieht die Bundesregierung bereits vor, den Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch bis 2030 auf 65% zu erhöhen¹. Damit das gelingt, muss erneuerbarer Strom möglichst dann genutzt werden, wenn er zur Verfügung steht. Andererseits müssen die Zeiten überbrückt werden, in denen er fehlt, z.B. wenn die Sonne nicht mehr scheint oder gerade kein Wind weht. Die Herausforderung beim weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien liegt also in der Frage, wie das elektrische Energieangebot zur rechten Zeit am

¹ Die Bundesregierung, 2019

rechten Ort nutzbar gemacht werden kann. Auch in einem System mit sehr großen erneuerbaren Erzeugungskapazitäten muss jederzeit die Balance zwischen elektrischer Energieerzeugung und -nutzung gewährleistet sein. Dafür spielen nicht nur Netzausbau und -ertüchtigung eine zentrale Rolle. Auch so genannte „Flexibilitäten“ werden immer wichtiger. Flexibilitäten sind Elemente im Energiesystem, die auf ein externes Signal (z.B. vom Stromversorger) mit einer Leistungsänderung reagieren und somit Versorgungslücken oder -überschüsse aufgrund der Variabilität von Stromerzeugung und Stromverbrauch ausgleichen.

Während der Umfang an flexiblen Lasten 2019 laut Bundesnetzagentur noch 1,5 GW (ohne Photovoltaik- und Großbatteriespeicher) betragen habe, gibt sie in ihrer „Genehmigung des Szenariorahmens 2021-2023“ je nach Szenario für 2035 einen Umfang an Flexibilisierung von 4-8 GW an.² Aufgrund dieser zukünftig verstärkten Integration von neuen Stromanwendungen in die Verteilnetze, sei davon auszugehen, dass die Verteilnetzbetreiber flexible Tarifkomponenten forcieren werden. Dadurch werde ein Nutzungsverhalten begünstigt, das netzverträglich ist oder bei dem Verteilnetzbetreibern Steuerungsbefugnisse zugestanden werden. Das sei notwendig, um einem überdimensionierten Ausbau besonders auf Ebene der Verteilnetze entgegenzuwirken und den Anstieg der Jahreshöchstlast zu beschränken.³

Die E-Mobilität ist eine Stromanwendung, die zukünftig stark ausgebaut werden soll:

2019 waren in Deutschland 0,2 Mio. E-Fahrzeuge zugelassen.⁴ Laut der Ziele für die Elektrifizierung des Verkehrssektors im Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung sollen bis 2030 insgesamt 7-10 Mio. Elektrofahrzeuge zugelassen sein. Gemäß Masterplan Ladeinfrastruktur würden außerdem 1 Mio. Ladepunkte bis 2030 errichtet.⁵ Zudem solle etwa ein Drittel der Fahrleistung des schweren Straßengüterverkehrs elektrisch oder auf Basis strombasierter Kraftstoffe (E-Fuels) erfolgen. Dabei beziehe sich das Ziel der Bundesregierung im schweren Straßengüterverkehr auf die Gesamtfahrleistung aller E-Schwerlastfahrzeuge und nicht auf eine konkrete Anzahl an Fahrzeugen.⁶ Laut Bundesnetzagentur würden zudem bis 2035 je nach Szenario 8,3 bis 14 Mio. E-PKW, 0,7 bis 1 Mio. E-Nutzfahrzeuge und 0,07 bis 0,1 Mio. E-Schwerlastfahrzeuge zugelassen sein.⁷ Das entspricht also 2035 insgesamt 9,1-15,1 Mio. E-Fahrzeugen.

Zudem sieht die Europäische Union im Rahmen der Clean Vehicles Directive (CVD) vor, von August 2020 bis Ende 2030 Quoten für die Neubeschaffung von Fahrzeugen vorzugeben, um die Treibhausgase zu senken.⁸ Das umfasst indirekt auch E-Fahrzeuge.

- Von August 2021 bis 2030 sollen 38,5% der neu zu beschaffenden PKW- und Kleintransporter CO₂-emissionsreduziert⁹ oder mit alternativen Antrieben ausgestattet sein.
- Von 2021 bis 2025 sollen 10% und von 2026 bis 2030 15% der neu zu beschaffenden schweren Nutzfahrzeuge mit alternativen Antrieben ausgestattet sein.¹⁰

² Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, Genehmigung des Szenariorahmens 2021-2023, 2020, S. 4 & S. 51

³ Ebd. S. 62

⁴ Ebd. S. 4

⁵ Die Bundesregierung, Klimaschutzprogramm 2030, 2019

⁶ Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, 2020, S. 41

⁷ Ebd. S. 42

⁸ Europäische Kommission, 2020 sowie Europäische Union, 2019

⁹ Bis 2025 höchstens 50 g/km CO₂-Auspuffemissionen oder 80% der Emissionsgrenzwerte an Luftschadstoffemissionen im prakt. Fahrbetrieb. Von 2026-2030 0 CO₂-Auspuffemissionen; zu Luftschadstoffemissionen im prakt. Fahrbetrieb wurden noch keine Angaben gemacht.

¹⁰ Ausgenommen Kraftstoffe aus Rohstoffen mit einem hohen Risiko indirekter Landnutzungsänderungen

Folglich ist darüber nachzudenken, wie insbesondere elektrische Flotten als flexible Lasten nutzbar gemacht werden können. Gegenüber dem Laden im öffentlichen Straßenland ist das E-Fahrzeug beim Laden zu Hause oder am Arbeitsplatz (vor allem in den nicht operativen Betriebszeiten) voraussichtlich länger an der Ladesäule angeschlossen. So ergibt sich ein Potential, den Ladevorgang über diesen Zeitraum zu verschieben. Der Anteil der lastmanagementfähigen Fahrzeuge für das verschiebbare Laden steige laut Bundesnetzagentur mit steigender Sektorenkopplung und Netzorientierung. Je nach Szenario hat sie angenommen, dass 75% - 100% der E-Fahrzeuge flexibel geladen werden könnten.¹¹

Zweck dieses Dokumentes

Mit dem Vorhaben in WindNODE plant die BSR sich proaktiv mit den Herausforderungen der Energieversorgung und der gewerblichen Mobilität der Zukunft in urbanen Ballungsräumen auseinanderzusetzen und damit einen Beitrag zur Energiewende zu leisten.

Um das Stromnetz stabil zu halten, müssen Flexibilitäten der Energieerzeugung und -nutzung technisch sowie wirtschaftlich erschlossen und aufeinander abgestimmt werden. Im Gegensatz zu Flexibilitäten in Power-To-Value-Anlagen¹² oder in Haushalten machte es sich die BSR zur Aufgabe zu untersuchen, inwieweit die E-Mobilität als wachsende Speichertechnologie – in Form von elektrifizierten kommunalen bzw. gewerblichen Fahrzeugflotten – eine Rolle als Flexibilität spielen kann. Zudem sollte der hierzu erforderliche organisatorische und monetäre Aufwand für den Anwender den Nutzen für das System nicht übersteigen. Bisher existierte keine praktische Integration von E-Fahrzeugen als flexible Last in den Strommarkt.

In dem vorliegenden Dokument sollen daher die Herangehensweise, Anforderungen und die Erkenntnisse aus der prototypischen Vernetzung des E-Fuhrparks der BSR mit dem Strommarkt als flexible Last dargestellt werden, um anderen gewerblichen bzw. kommunalen Flottenbetreibern die Umsetzung zu erleichtern. Abschließend gibt eine Roadmap eine Übersicht über wichtige Meilensteine, die im Zusammenhang mit der Verwendung des E-Fuhrparks der BSR als flexible Last notwendig sind, damit die BSR für die Entwicklung des Strommarktes in Hinblick auf den zukünftigen Ausbau der Erneuerbaren Energien gerüstet ist.

Ausgangslage und Maßnahmen

Bis zum Projektbeginn wurden bei der BSR zum Laden von E-Fahrzeugen lediglich dafür abgesicherte, nicht steuerbare Steckdosen (3,5 kW) installiert. Der Energiebedarf dieser Ladeinfrastruktur wurde nicht erfasst. Im Rahmen von WindNODE entwickelte die BSR mit Partnern die grundlegende Konzeption für Aufbau, Ausstattung und Betrieb von Ladeinfrastruktur und setzte sie prototypisch um:

- Installation von 86 AC Ladepunkten mit einer Leistung von jeweils bis zu 22 kW auf 7 Standorten der BSR. Auf Basis der vorhandenen groben Fahrprofilen der PKW und leichten Nutzfahrzeuge konnte auf eine 1:1 Beziehung zwischen E-Fahrzeug und Ladeinfrastruktur bewusst verzichtet werden. Entsprechend minimieren sich die Infrastrukturkosten.
- Die Ladepunkte wurden über eine Energiemanagementsoftware als flexible Last angebunden und können einzeln stufenfrei angesteuert werden. Ein zurzeit noch statisches Lastmanagement verhindert die Überschreitung der zulässigen Spitzenlast an den Standorten.

¹¹ Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen, 2020, S. 52

¹² Power-to-Value bezeichnet die Umwandlung von überschüssiger erneuerbarer elektrischer Energie in wertvolle Produkte wie zum Beispiel Methan (CH₄) oder Ethen (C₂H₄)

Da in WindNODE nur eine prototypische Umsetzung der flexiblen Last geplant war, wurde zusätzlich das ebenfalls vom BMWi geförderte Forschungsprojekt „BSR-Li-Flx“¹³ ins Leben gerufen, um eine konkrete, auf andere Unternehmen übertragbare Lösung der flexiblen Last zu entwickeln, auf weitere Liegenschaften der BSR auszurollen und um das Vorhaben sinnvoll zu komplettieren. Dieses Vorhaben wird erst Ende 2021 abgeschlossen sein.

Optimierung der E-Mobilität bei der BSR

Die E-Mobilität ist ein wichtiger Bestandteil der *Vision emissionsarmer Fuhrpark 2020+* der BSR. Im weiteren Verlauf des Kapitels wird auf die Komponenten der Vision eingegangen, die für die Flexibilitäts-Funktion relevant sind.

Vision emissionsarmer Fuhrpark 2020+

Die BSR sieht sich als

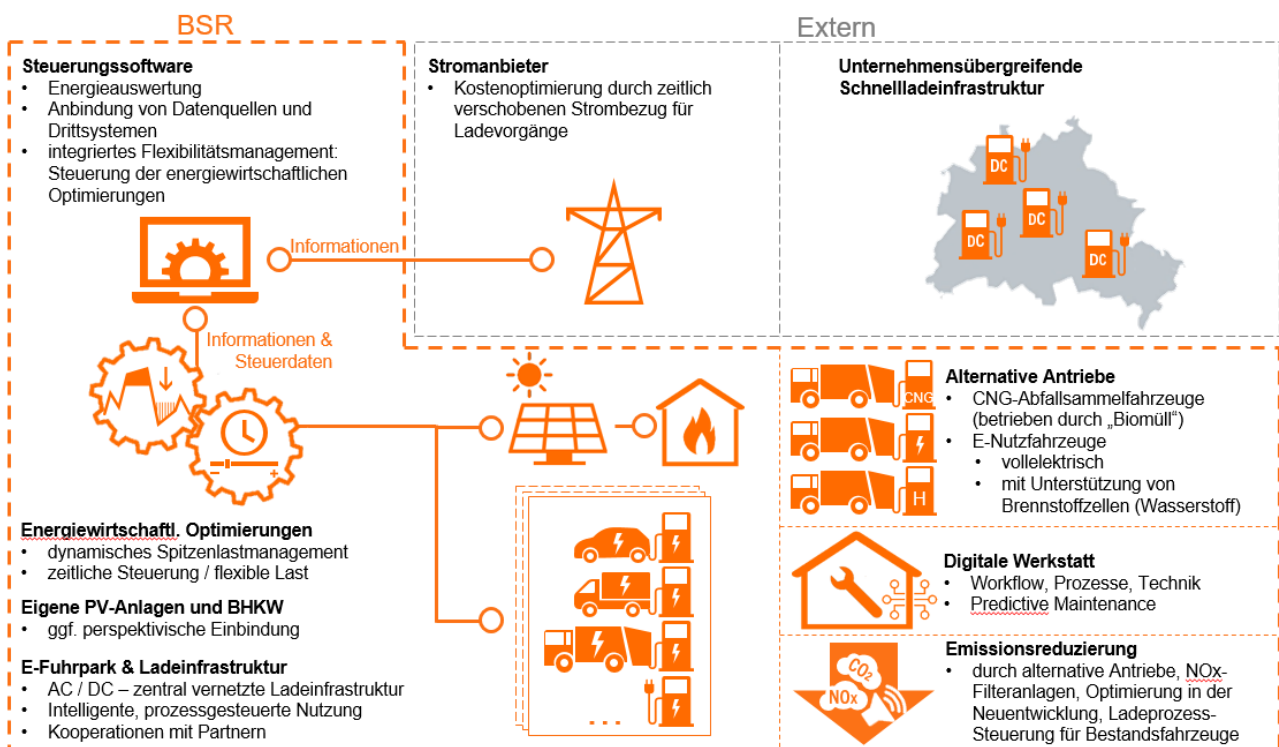
...Ideegeberin im technischen Umfeld für kommunale Anwendungen.

...Partnerin der Fahrzeughersteller.

- Impulsgeberin am Fahrzeugmarkt – Fahrzeugentwicklung gestalten, begleiten und optimieren.

...Partnerin der Stadt Berlin,

- um mehr Lebensqualität im urbanen Raum zu erreichen (emissionsreduziert, energieoptimiert und bei voller operativer Leistungsfähigkeit).
- um die Einhaltung der Klimaziele gem. CVD – Clean Vehicles Directive¹⁴ zu gewährleisten.



„Vision Grüner Fuhrpark 2020+“, ©BSR

¹³ Weitere Infos auf <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/elektromobilitaet-foerderprogramm-elektro-mobil.html>

¹⁴ Europäische Union, 2019, Anhang Tabelle 3 & 4

E-Fuhrpark und Ladeinfrastruktur (LIS)

2018 und 2019 hat die BSR in drei Bauphasen insgesamt 86 intelligente, d.h. über ein Backend zentral auswertbare und steuerbare, AC Typ2-Ladepunkte mit bis zu 22 kW Ladeleistung auf 7 Liegenschaften errichtet. Um das zu ermöglichen nahm die BSR Fördermittel u. A. aus WindNODE und BSR-Li-Flx in Anspruch. Aufgrund des stetig wachsenden E-Fuhrparks werden rund 60 bestehende einfache, für E-Fahrzeuge abgesicherten Steckdosen, bis auf Weiteres weiterverwendet. Alle Ladepunkte stehen ausschließlich Dienstfahrzeugen zur Verfügung. Öffentliches Laden an BSR Ladepunkten oder das Laden von Privatfahrzeugen der Beschäftigten der BSR ist zurzeit nicht vorgesehen.

Die BSR beschaffte zunächst E-PKW, da diese verfügbar waren. An E-Nutzfahrzeuge im kommunalen Einsatz stellt die BSR die gleichen Anforderungen wie an Fahrzeuge mit konventionellem Antrieb. Das Angebot an solchen Fahrzeugen entwickelt sich erst langsam. Verfügbare Fahrzeuge erprobt die BSR und unterzieht sie umfangreichen Praxistests. Bis Ende 2020 umfasste der E-Fuhrpark bereits 230 elektrisch betriebene Fahrzeuge, darunter rund

- 80 PKW,
- 30 Kehrrichtsammelfahrzeuge,
- 20 Klein- u. Kompaktkehrmaschinen,
- 10 Papierkorbsammelfahrzeuge und
- 50 Kleintransporte

Bis Ende 2021 wird der BSR Fuhrpark um weitere rund 60 elektrisch betriebene Nutzfahrzeuge anwachsen.

Die E-Nutzfahrzeuge werden im anforderungsstarken Berliner Einsatzgebiet stark gefordert (zweischichtig / sieben Tage die Woche, etc.). Auch wenn die Regelungen zur Umsetzung in Deutschland noch nicht erlassen wurden, will die BSR ihren Fuhrpark über 2021 hinaus gemäß Vorgaben der Clean Vehicles Directive (CVD) ausbauen, um die Klimaziele (siehe Kapitel „Entstehung des vorliegenden Dokumentes“) erreichen zu können.

Deshalb wird die BSR alle weiteren PKW (Forderung CVD: mindestens 38,5%) und auch fast alle neuen leichten Nutzfahrzeuge mit alternativer Antriebstechnologie beschaffen.

In der Klasse der Transporter und der schweren Nutzfahrzeuge ist die Situation differenzierter und auch stärker von der zukünftigen Förderkulisse abhängig. Laut CVD sollen 2021 bis 2025 10% und 2026 bis 2030 15% der neu zu beschaffenden schweren Nutzfahrzeuge mit alternativen Antrieben ausgestattet werden.



E-PKW und E-Nutzfahrzeuge auf E-Stellplätzen der BSR, ©BSR

Spitzenlastmanagement

Herausforderungen

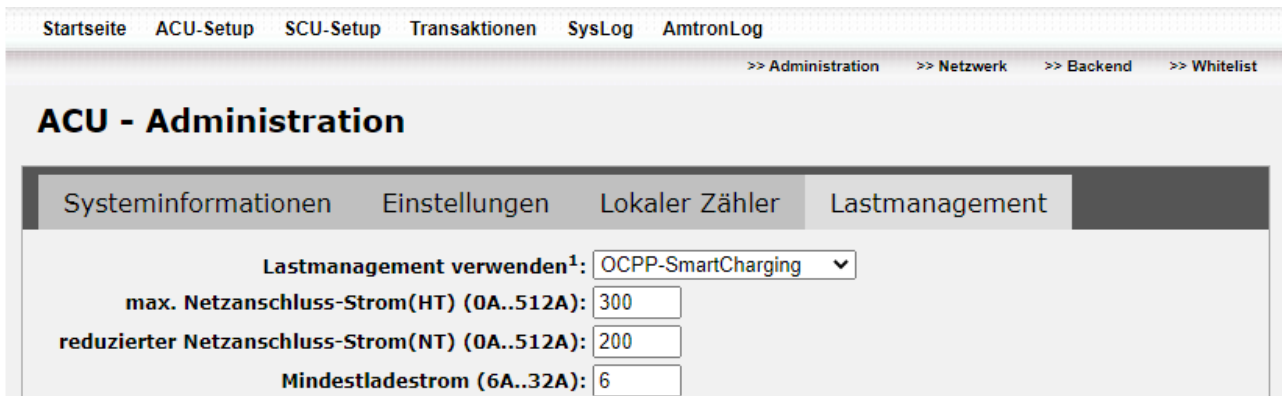
Der E-Fuhrpark der BSR besteht aus unterschiedlichsten Fahrzeugarten mit diversen Einsatzgebieten. Bei der Ladung dieser E-Fahrzeuge müssen je nach Fahrzeugart und Einsatzgebiet verschiedene Anforderungen berücksichtigt werden. Schon das Aufladen der Fahrzeugbatterien besonders mit Wechselstrom (AC) dauert deutlich länger als das bisherige Tanken mit Diesel oder Benzin. Zudem gestaltet sich das Laden von E-Nutzfahrzeugen grundsätzlich schwieriger als das von E-PKW, da der Energiebedarf dieser Fahrzeuge insbesondere auch durch Nebenaggregate wie Pressen zur Verdichtung von Abfällen deutlich höher ist. Für die kommunalen Aufträge gibt es klare Vorgaben, welche Leistung die Touren erbringen müssen. Beispielsweise werden die Touren der großen Abfallsammelfahrzeuge (26t) mit konventionellem Antrieb bereits am Limit ihrer Zuladung geplant, da eine vorgegebene Zahl von Abfallbehältern geleert und anschließend teils weite Strecken zu den Verwertungsanlagen zurückgelegt werden müssen. Übersteigt dann noch die Anzahl der E-Fahrzeuge die der E-Ladestellen, müssen die E-Fahrzeuge an den Ladestellen prozesstechnisch in der Nutzung der Ladestellen gesteuert werden. Eine Abstimmung der Ladevorgänge aufeinander ist also unumgänglich, damit die Tourenvorgaben eingehalten werden können. An den Standorten muss die Wagnumlaufplanung optimiert werden. Die verfügbaren Ladeleistungen an den Standorten orientieren sich am vorgelagerten Verteilnetz, der vorhandenen E-Technik (Trafoleistung) und dem bereits vorhandenen Leistungsbedarf der Standorte. Die BSR verfügt an keinem ihrer Standorte über eine Gebäudeleittechnik. Die vorhandenen Verbraucher sind also nicht übergeordnet steuerbar.

Das ohnehin komplexe Lademanagement gestaltet sich bei zunehmender Anzahl an E-Fahrzeugen auch zur Vermeidung zu hoher Lastspitzen immer komplexer. Daher ist ein Lade- und Spitzenlastmanagement (im fortlaufenden Text als Spitzenlastmanagement zusammengefasst), das alle Anforderungen sowohl der Fahrzeuge als auch der Stromtechnik vor Ort berücksichtigt, zwingend notwendig.

Statisches Spitzenlastmanagement

Zur Vermeidung der Überschreitung von Spitzenlasten nutzte die BSR für die Ladeinfrastruktur zunächst das statische Spitzenlastmanagement von Mennekes, dem Hersteller der Ladeboxen. Dabei ordnet die Steuerung jeder Accounting Control Unit (ACU) - bei Mennekes auch „Gateway“ genannt – auf Basis historischer Standortwerte statische Lastgrenzen zu. Jeder ACU können bis zu 16 Ladepunkte zugeordnet werden. Werden die Lastgrenzen erreicht, regelt das Spitzenlastmanagement automatisch die Leistung der Ladevorgänge herunter. Dabei wird die zuvor festgelegte Ladeenergie auf die verfügbaren Ladepunkte einer mit dem Gateway verbundenen Gruppe zu gleichen Teilen aufgeteilt. Mit der in OCPP-1.6¹⁵ enthaltenen „Smart Charging“ Funktion können nun einzelne Ladepunkte fahrzeugscharf gesteuert werden. Das nutzt die BSR derzeit, indem die verwendete Steuerungssoftware zwei Ladepunkten auf einer Liegenschaft eine höhere Priorität zuordnet. An den beiden Ladepunkten können E-Fahrzeuge daher immer mit voller Ladeenergie (32A/22kW) laden. Die anderen Ladepunkte vor Ort teilen sich die restliche zur Verfügung stehende Ladeenergie auf.

¹⁵ Open Charge Point Protocol: Freier Ladepunkt Kommunikationsstandard



The screenshot shows the 'ACU - Administration' web interface. At the top, there are navigation links: 'Startseite', 'ACU-Setup', 'SCU-Setup', 'Transaktionen', 'SysLog', and 'AmtronLog'. Below these are sub-navigation links: '>> Administration', '>> Netzwerk', '>> Backend', and '>> Whitelist'. The main heading is 'ACU - Administration'. Below the heading is a tabbed interface with four tabs: 'Systeminformationen', 'Einstellungen', 'Lokaler Zähler', and 'Lastmanagement'. The 'Lastmanagement' tab is active. Under this tab, there are four settings:

- 'Lastmanagement verwenden¹:' with a dropdown menu set to 'OCPP-SmartCharging'.
- 'max. Netzanschluss-Strom(HT) (0A..512A):' with a text input field containing '300'.
- 'reduzierter Netzanschluss-Strom(NT) (0A..512A):' with a text input field containing '200'.
- 'Mindestladestrom (6A..32A):' with a text input field containing '6'.

Einstellung des statischen Spitzenlastmanagements in der Web-Bedienoberfläche der LIS, BSR

Dynamisches Spitzenlastmanagement

Effizienter wäre ein dynamisches, also an der Hauptlast der Liegenschaft ausgerichtetes Spitzenlastmanagement auf den Standorten mit Mittelspannungsanschluss. Für die dafür benötigte Leistungszeitmessung müssen hochauflösende Zähler am Einspeisepunkt des Verteilnetzbetreibers installiert werden. Die bisherigen Stromzähler der BSR erfassen lediglich Werte im 15-Minuten-Raster. Damit kann das dynamische Spitzenlastmanagement rechtzeitig auf Lastschwankungen reagieren und die Energie für die Ladevorgänge entsprechend anpassen. Die BSR schreibt die hochauflösenden Zähler derzeit aus. Sobald sie installiert sind, wird die verwendete Steuerungssoftware die komplette Steuerung des Spitzenlastmanagements übernehmen. Um das dynamische Spitzenlastmanagement optimal nutzen zu können, müssen Ladeprofile identifiziert werden, die Informationen über den Einsatz der E-Fahrzeuge und ihren zwingenden Ladebedarf beinhalten. Dazu ordnet die BSR jedem E-Fahrzeug ein Ladeprofil zu, das von dem Spitzenlastmanagement über den RFID-/Magnet-Chip des E-Fahrzeugs abgerufen wird. Mit diesen Profilen und der Orientierung an der Hauptlast der Liegenschaft kann die BSR dann auf die statischen Begrenzungen des Ladestroms verzichten und das Spitzenlastmanagement fahrzeugscharf steuern. Im besten Fall geben die E-Fahrzeuge zukünftig Informationen über ihren State of Charge, also den aktuellen Ladestand der Batterie aus, sodass dieser von der Steuerungssoftware berücksichtigt werden kann.

Zeitlich verschobener Strombezug für Ladevorgänge / Flexible Last

Vertragsschluss mit einem Stromlieferanten

Während das Spitzenlastmanagement lediglich an Voraussetzungen vor Ort geknüpft ist, muss für die zeitliche Bezugsoptimierung ein Stromlieferant eingebunden werden, was die Gestaltung eines entsprechenden Vertrags einschließt. Die BSR hat mit Unterstützung der Energiewirtschaftsstelle des Landes Berlin einen entsprechenden Vertrag mit ihrem Lieferanten abgeschlossen. Der Vertrag sieht täglich mit Blick auf den folgenden Tag die Übermittlung eines Flexibilitätsbandes, also Mindest- und Maximalleistung zu bestimmten Zeiten, durch die BSR an den Stromversorger vor. Auf dieser Grundlage generiert der Stromversorger eine optimierte Gesamtladekurve, welche an die BSR zurückgemeldet wird. Wird die vorgegebene Gesamtladekurve innerhalb gewisser Grenzen eines Toleranzbands eingehalten, errechnet der Stromversorger den Kostenvorteil aus der Strombeschaffung auf Grundlage von veröffentlichten Börsenpreisen und teilt ihn zwischen BSR und Stromversorger auf. Grundlage für das an den Versorger gemeldete Flexibilitätsband sind die bereits genannten Nutzungsprofile der E-Fahrzeuge (siehe Kap. „Dynamisches Spitzenlastmanagement“). Der Datenaustausch erfolgt über eine speziell dafür eingerichtete webbasierte Schnittstelle des Stromversorgers. Dabei umfasst die Vereinbarung mit dem Versorger lediglich

die Stromverbräuche der E-Fahrzeuge, sodass weitere Lasten der Liegenschaften keine Rolle spielen. Aufgrund der dezentralen Abrechnung der E-Mobilität entsteht also kein zusätzlicher Modellierungsaufwand für weitere Stromverbräuche.

Ermittlung des Optimierungszeitfensters

Jedem Fahrzeug ist über einen RFID/Magnet-Chip eine eindeutige Kennung zugeordnet, die bei jedem Anschluss an die Ladeinfrastruktur erfasst wird. Die Verfügbarkeiten der E-Fahrzeuge für die Ladestromoptimierung ergeben sich aus den tatsächlichen Ankunftszeiten und gegebenen Nutzungszeitfenstern der Fahrzeuge. Die E-Fahrzeuge der BSR werden vorwiegend im Schichtbetrieb eingesetzt. Das bedeutet, dass diese Fahrzeuge in der Regel in einem definierten Zeitfenster an den Ladestationen abgestellt werden und zu einer im Vorhinein genau bekannten Zeit wieder vollgeladen sein müssen. In der Zwischenzeit setzt die BSR den Ladevorgang soweit möglich als flexible Last ein. Die wichtigste Nebenbedingung dabei ist eine ausreichende Batterieladung zum nächsten Schichtbeginn.

Um eine optimale flexible Last zu gewährleisten, werden jedoch auch hier die genauen Nutzungsprofile der E-Fahrzeuge benötigt. Da diese jedoch noch nicht bestehen, hat die BSR vorübergehend ein unbedenkliches Zeitfenster für die Bezugsoptimierung von 18:00 bis 23:00 Uhr definiert, in dem die meisten E-Fahrzeuge nicht in den Einsatz müssen. Fahrzeuge, die mit diesem Zeitfenster nicht kompatibel sind, können von der flexiblen Last ausgenommen werden, indem sie an Ladepunkten, die nicht an der Optimierung beteiligt sind, laden.

Bei der Festlegung von Optimierungszeitfenstern ist ebenfalls zu beachten, dass die BSR auf eine 1:1 Beziehung zwischen E-Fahrzeug und Ladepunkt bewusst verzichtet. Es gibt also mehr E-Fahrzeuge als Ladepunkte, sodass sich die E-Fahrzeuge an den Ladepunkten (zu bestimmten Zeiten) abwechseln müssen. Daher müssen einige Ladepunkte zeitweise von der Flex-Optimierung ausgenommen werden, da die E-Fahrzeuge möglichst schnell ihren Ladeprozess beenden müssen, um Platz für das nächste E-Fahrzeug zu machen. Durch den weiteren Ausbau der Ladeinfrastruktur und durch die höhere Auslastung der Ladepunkte, steigt die Gesamtladeleistung. Um damit umgehen zu können, müssen der Ausbau der Anschlussleistungen geprüft und Ladevorgänge an den Orten zeitlich flexibel gehalten werden, an denen kein dringender Ladebedarf wartender E-Fahrzeuge besteht.

Erkenntnisse

Mit der flexiblen Last kann die BSR Ladezeitpunkt und Ladeleistung so steuern, dass Stromspitzen aus hoher Stromnachfrage ausgeglichen werden. Auch ein Stromüberangebot kann die BSR sinnvoll nutzen. Die an allen sieben mit Ladeinfrastruktur ausgestatteten Standorten installierte maximale Ladeleistung entspricht derzeit in Summe 86 Ladepunkte x 22kW Ladeleistung = 1,892MW. Das Potenzial der flexiblen Fahrzeugladung hat die BSR im Rahmen von WindNODE gemeinsam mit der Projektpartnerin ÖKOTEC Energiemanagement GmbH energiewirtschaftlich untersucht und ausgewertet und dabei folgende Erkenntnisse gewonnen:

- Für die BSR ist die Verwendung der flexiblen Fahrzeugladung für das Spitzenlastmanagement sinnvoll, um ungünstige Konditionen bei der Netznutzung zu vermeiden, z.B. durch zu hohe Lastspitzen oder durch das Laden während des Hauptlastzeitfensters.
- In einer Auswertung konnte die BSR ihre Beschaffungskosten für Ladestrom (ohne Netzentgelte und EEG-Umlage) mit einem täglichen Optimierungszeitfenster von 18 bis 23:00 Uhr bereits um ca. 16 Prozent senken.
- Aus folgenden Gründen empfiehlt es sich, die Flexibilitäts-Funktion gemeinsam mit dem Spitzenlastmanagement zu implementieren:

- Für einen großen E-Fuhrpark wird ohnehin ein effektives Spitzenlastmanagement benötigt. Der Entwicklungsaufwand und damit einhergehende Kosten für die zusätzliche Flexibilitäts-Funktion sind vergleichsweise gering.
- Der Bedarf an Flexibilitäten wird bis 2035 deutlich ansteigen¹⁶. Daher ist anzunehmen, dass bis dahin Großunternehmen zur Einführung einer Flexibilitäts-Funktion verpflichtet werden.
- Noch erfolgt die Optimierung jeweils DayAhead, also am Vortag. Eine Optimierung im IntraDay-Handel, also am gleichen Tag, böte noch mehr Einsparpotential, da Schwankungen nicht mehr nur in Stunden, sondern im 15-Minuten-Takt gehandelt werden. Für den Stromlieferanten ergäben sich daher mehr Auswahlmöglichkeiten für bessere Preise. Der IntraDay-Handel kommt für die BSR jedoch erst mit steigender Fahrzeugzahl und Strommenge in Frage, da sowohl die tatsächlich geladenen Strommengen als auch das Optimierungszeitfenster zu klein sind.
- Ein Einsatz am Regelleistungsmarkt erscheint auf Grund der erforderlichen Zeitscheiben und des Preisniveaus wenig attraktiv. In diesem Fall müsste die BSR einen verbindlich prognostizierten Fahrplan der Ladevorgänge einhalten. Die BSR kann jedoch kein entsprechendes Leistungsband garantieren. Zudem sind die Erlöspotentiale weniger attraktiv als die einfacher umzusetzende Lösung am Intra-Day-Markt.

Einbindung eigener Photovoltaik-Anlagen und Blockheizkraftwerke (BHKW)

Um den Strombezug noch flexibler zu gestalten, denkt die BSR außerdem über die Einbindung von eigenen Photovoltaik-Anlagen (PV) und BHKW nach. Derzeit verfügt die BSR über 11 PV-Anlagen und 6 BHKW, die für die Einbindung in Frage kommen könnten. Der Zeitpunkt der Einbindung wird zu gegebener Zeit geprüft. Er ist abhängig von der EEG-Vergütung der Anlagen.

Software zur zentralen Steuerung der Ladeinfrastruktur EnEffCo®

Das Spitzenlastmanagement und die flexible Last werden mit einer Software mit automatisierten Funktionen zur Vernetzung, Steuerung, Datenaustausch und Controlling gesteuert. Auch eigene Energieerzeugungseinheiten lassen sich mit der Software in das E-Mobilitätssystem integrieren. Grundsätzlich auf das Energiemanagement von Anlagen ausgerichtet, hat die WindNODE-Partnerin ÖKOTEC Energiemanagement GmbH die Energiemanagementsoftware EnEffCo® im Rahmen von WindNODE für die BSR weiterentwickelt und auf die Bedürfnisse im Rahmen der E-Mobilität angepasst. Im Folgenden wird der Funktionsumfang und das Umsetzungsprinzip der Funktion Flexibilitätsmanagement in EnEffCo® dargestellt.

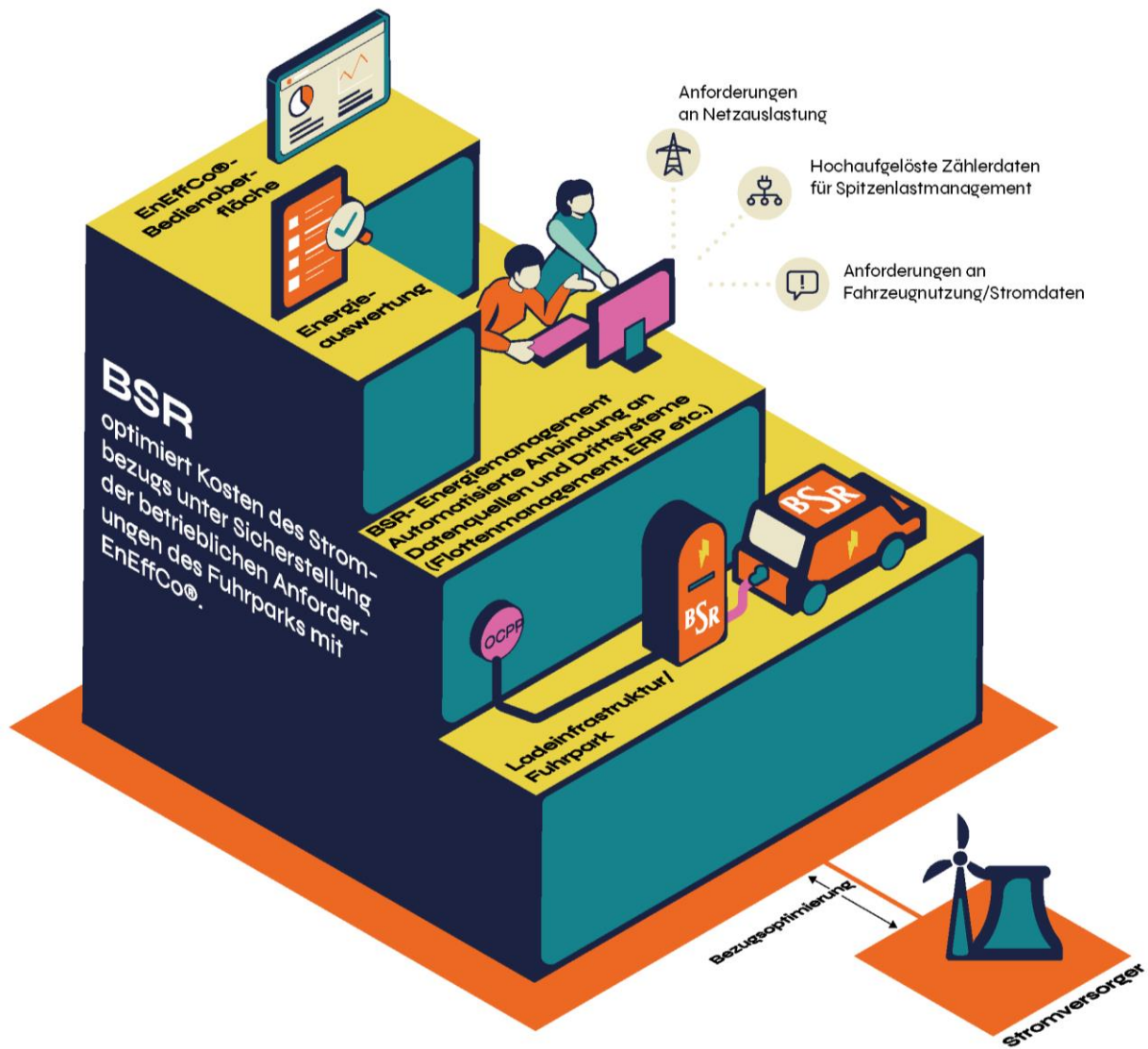
¹⁶ Siehe Kapitel „Entstehung des vorliegenden Dokumentes – Der Rahmen“

Funktionsumfang:

- **Controlling:**
 - Live-Auswertung des Gesamtsystems
 - Ermittlung von Kennzahlen
 - Identifikation von Handlungsbedarfen
- **Steuerung:**
 - Automatisches Spitzenlastmanagement
 - Automatische zeitliche Optimierung der Ladevorgänge bezüglich Niedrigtarifzeiten
 - Automatische Integration selbst erzeugter Energien
 - Handeingriff möglich
- **Monitoring:**
 - Live-Monitoring
 - Automatische Erstellung individuell angepasster Berichte
 - Automatischer Austausch von Flexibilitätsinformationen, Preisen und Fahrplänen mit dem Stromlieferanten
- **Schnittstellen:**
 - OCPP-1.5, besser 1.6
 - API-Schnittstellen zur Verknüpfung und Datenaustausch mit anderen IT-Systemen (z.B. Flottenmanagement, Tankmanagement, Datenbanken, ...)

Flexibilitätsmanagement bei der BSR

Wie der Fuhrpark genutzt wird und im Hintergrund trotzdem Daten und Kostenvorteile entstehen.



„Flexibilitätsmanagement bei der BSR“ ©WindNODE/Ellery¹⁷

¹⁷ WindNODE-Verbundkoordination, 2020, S. 44

Roadmap

In der folgenden Roadmap sind die zukünftigen Meilensteine zum Einsatz des E-Fuhrparks der BSR als flexible Last dargestellt, damit die BSR für die Entwicklung des Strommarktes für den weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien gerüstet ist. Der Ausbau der E-Mobilität spielt dabei eine wichtige Rolle, da er einen direkten Einfluss auf den Flexibilitäts-Bedarf des Strommarktes bzw. das Flexibilitäts-Potential eines Unternehmens wie der BSR hat.



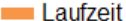
Bis Ende 2021 werden vom BSR-Fuhrpark voraussichtlich annähernd alle PKW und mehr als 10% der Nutzfahrzeuge elektrisch sowie die wichtigsten 15 BSR-Liegenschaften mit intelligenter AC/DC-Ladeinfrastruktur und einem dazugehörigen dynamischen Spitzenlastmanagement ausgestattet. DC-Ladepunkte kommen bei der BSR aufgrund der kürzeren Ladeprozesse und der hohen Wechselfrequenz der E-Fahrzeuge voraussichtlich nicht oder nur nachts für die Flex-Optimierung in Frage. Alle intelligenten AC-Ladepunkte werden aber in das System der flexiblen Last eingebunden sein. Dennoch müssen während der Dienstzeiten mehrere Ladepunkte von der Flex-Optimierung ausgenommen werden, da sich die E-Fahrzeuge auch an den AC-Ladepunkten abwechseln müssen. Das theoretische Flexibilitätspotential entspricht bis Ende 2021 ohne die DC-Ladepunkte maximal 2,7 MW. Die E-Fahrzeuge können allerdings nur teilweise die volle Ladeleistung der Ladepunkte in Anspruch nehmen. Außerdem müssen Schwankungen der Ladeleistung berücksichtigt werden. Daher muss das tatsächlich verwendbare Flexibilitäts-Potential deutlich geringer geschätzt werden. Das höchste Flexibilitätspotential wird kurz nach Dienstschluss erwartet, da die E-Fahrzeuge voraussichtlich länger an den Ladepunkten verbleiben werden.

In WindNODE wurden die Standardanforderungen an AC-Ladeinfrastruktur für die BSR definiert. Das Projektteam hat diese Standards an die für den Bau und den Betrieb von Infrastruktur verantwortlichen Fachabteilungen übergeben. Der weitere Ausbau der AC-Ladeinfrastruktur für die E-Mobilität ist somit an die Linienorganisation übergeben und wird künftig als Standard bei Neubauten oder Instandsetzungsarbeiten berücksichtigt. Die BSR gewährleistet damit, dass künftig ihre gesamte AC-Ladeinfrastruktur grundsätzlich für die Lastverschiebung genutzt werden kann.

Darüber hinaus will die BSR Neufahrzeuge bis 2030 gemäß der Clean Vehicles Directive (CVD) der europäischen Union beschaffen. Von August 2021 bis Ende 2030 sollen 38,5% der neuen PKW- und Kleintransporter CO₂-emissionsreduziert oder mit alternativen Antrieben ausgestattet sein. Von 2021 bis 2025 sollen 10% und von 2026 bis 2030 15% der neuen schweren Nutzfahrzeuge mit alternativen Antrieben ausgestattet sein. Sofern es sich dabei um E-Fahrzeuge handelt, muss ggf. weitere Ladeinfrastruktur aufgebaut werden und das Flexibilitäts-Potential der BSR wird steigen. Die Beschaffung von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben wird allerdings nur möglich sein, wenn die staatlichen Förderbedingungen auch zukünftig aufrechterhalten werden. Bei Nutzfahrzeugen liegen die Mehrkosten für alternative Antriebe derzeit - je nach Fahrzeuggruppe - beim Faktor zwei bis drei. Des Weiteren müssen die im Einsatz befindlichen Nutzfahrzeuge mit alternativen Antrieben ihre operationale Einsatzfähigkeit unter Beweis stellen.

Mit diesen Maßnahmen geht die BSR bereits frühzeitig einen wichtigen Schritt in Richtung der Klimaziele Berlins und wird für die derzeit absehbaren Vorgaben gerüstet sein. Außerdem leistet sie proaktiv einen Beitrag zum Ausbau der Erneuerbaren Energien sowie zur Senkung der Schadstoffe. Sollten die Vorgaben verschärft werden oder kommen neue hinzu, wird die BSR dank der umfangreichen Vorarbeit frühzeitig in der Lage sein, aus der bisherigen Erfahrung zu schöpfen und geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Meilensteine																
der europäischen Union (Clean Vehicles Directive)																
38,5% der neu zu beschaffenden PKW- und Kleintransporter sollen CO ₂ -emissionsreduziert oder mit alternativen Antrieben ausgestattet sein.																
10% der neu zu beschaffenden schweren Nutzfahrzeuge sollen mit alternativen Antrieben ausgestattet sein																
15% der neu zu beschaffenden schweren Nutzfahrzeuge sollen mit alternativen Antrieben ausgestattet sein																
der Bundesregierung																
65% Anteil Erneuerbarer Energien am Strommix																
7-10 Mio. E-Fahrzeuge																
laut Szenarien der Bundesnetzagentur																
9-15 Mio. E-Fahrzeuge																
75-100% der E-Fahrzeuge flexibel ladefähig																
4-8 GW Flexibilisierungspotential																
der Berliner Stadtreinigung (BSR)																
Weitere LIS auf 15 Liegenschaften in Bezugsoptimierung implementiert																
Dynamisches Spitzenlastmanagement auf 15 Liegenschaften implementiert																
Ausbaustufe ca. 100% E-PKW/Kleintransporter & >10 % E-LKW erreicht																
Ausweitung des Flex-Zeitfensters auf ganztägig & zusätzl. Nutzung IntraDay-Handel																
38,5% der neuen PKW- und Kleintransporter werden CO ₂ -emissionsreduziert oder mit alternativen Antrieben beschafft																
10% der neuen LKW werden mit alternativen Antrieben beschafft																
15% der neuen LKW werden mit alternativen Antrieben beschafft																
Zukünftige Projekte der BSR																
Bei Bedarf Nachsteuerung Ausweitung Ladeinfrastruktur und E-Fuhrpark sowie Implementierung in das Optimierungssystem																

 Meilenstein
 aktueller Zeitpunkt
 Laufzeit

“Roadmap Flexible Last E-Mobilität“, ©BSR

Fazit

Stromproduktion und -verbrauch müssen auch beim Ausbau von Erneuerbarer Energien immer in Balance bleiben. Je höher der Anteil Erneuerbarer Energien am Strommix ist, desto mehr muss der Strommarkt auf Flexibilitäten zurückgreifen können. Die BSR hat anhand des vorliegenden Best Practice Manuals gezeigt, dass auch die E-Mobilität als wachsende Speichertechnologie in Form von elektrifizierten kommunalen bzw. gewerblichen Fahrzeugflotten eine Rolle als Flexibilität spielen kann. Dazu wurden die Anforderungen aufgeführt, die bei der Implementierung zunächst eines Spitzenlastmanagements und darauf aufbauend einer flexiblen Last berücksichtigt werden sollten.

Es hat sich gezeigt, dass für die BSR die Verwendung der flexiblen Fahrzeugladung für das Spitzenlastmanagement sinnvoll ist, um ungünstige Konditionen bei der Netznutzung - z.B. durch zu hohe Lastspitzen oder durch das Laden während des Hauptlastzeitfensters - zu vermeiden. Durch die energiewirtschaftliche Optimierung konnte die BSR im Auswertungszeitraum ihre Beschaffungskosten für Ladestrom (ohne Netzentgelte und EEG-Umlage) bei einem täglichen Optimierungszeitfenster von 18 bis 23:00 Uhr bereits um ca. 16 Prozent je Kilowattstunde senken.

Eine Ausweitung der Flexibilitätsfenster bietet ebenso wie eine Optimierung im IntraDay-Handel höhere Flexibilitäten und damit auch höhere Einsparpotentiale als bisher über den DayAhead-Handel, da Schwankungen nicht mehr nur in Stunden, sondern im 15-Minuten-Takt gehandelt werden. Dem Stromversorger böten sich daher mehr Auswahlmöglichkeiten für bessere Preise. Der IntraDay-Handel kommt für die BSR jedoch erst mit steigender Anzahl zuverlässiger E-Fahrzeuge, einer belastbaren Fahrprofildatenbank, der Ausweitung der Optimierungszeitfenster und damit verbunden einer größeren verschiebbaren Last in Frage.

Der Einsatz am Regelleistungsmarkt ist aufgrund der erforderlichen Zeitscheiben und des Preisniveaus aktuell wenig attraktiv und birgt aufgrund der geltenden Regelungen das Risiko, dass einzelne Fahrzeuge ggf. zu Schichtbeginn nicht über den erforderlichen Ladezustand verfügen.

Darüber hinaus hat sich als sinnvoll erwiesen, die Flexibilitätsfunktion bereits gemeinsam mit dem Spitzenlastmanagement zu implementieren. Für einen großen E-Fuhrpark wird ohnehin ein effektives Spitzenlastmanagement benötigt. Die Kosten und der Entwicklungsaufwand für die zusätzliche Flexibilitätsfunktion sind vergleichsweise gering. Außerdem wird der Bedarf an Flexibilitäten bis 2035 deutlich steigen.

Aus der Roadmap wird deutlich, welche derzeit absehbaren politischen Meilensteine die Entwicklung des Strommarktes bei Flexibilitäten im E-Mobilitätssektor gesetzt werden und wie sich voraussichtlich der Bedarf an Flexibilitäten entwickeln wird. Durch ihre bisherigen und zukünftigen Maßnahmen zeigt die BSR als kommunales Unternehmen, wie sie bereits frühzeitig einen wichtigen Schritt auf die Klimaziele zugeht und sich für die erwarteten Vorgaben rüstet. Damit leistet sie einen Beitrag zum Gelingen der Energiewende, zur Dekarbonisierung der innerstädtischen Mobilität sowie zur Senkung von verkehrsbedingten Luftschadstoffen.

Anhang

Zusammenfassungen der Anforderungen

Anforderungen an die Ladeinfrastruktur für die Verwendung mit einem Spitzenlastmanagement und als flexible Last

- Mit M-Bus-Schnittstelle ausgestattete NSHV-Leistungsabgänge für die Ladeinfrastruktur, um die Zähler in das Energiemanagement einbinden zu können
- Vernetzung der Ladepunkte vor Ort untereinander über eine Masterbox oder ein Gateway über eine feste Leitung (BUS RS-485 oder Ethernet).
- Die Ladepunkte müssen über eine OCPP 1.5, besser 1.6 Schnittstelle an ein Backend über LAN einzubinden und zu steuern sein. Gateway / Master und Ladestationen können über einen seriellen Bus (RS485) vernetzt werden.
- Ausstattung der Ladepunkte bzw. Gateways oder Mastergeräte mit Schnittstellen und Eingriffsmöglichkeiten, die eine entsprechende Kommunikation und Interaktion ermöglichen. Die verwendeten Komponenten sollten offene Systeme sein, die über die OCPP- Schnittstelle mit Cloudbasierten Backends herstellerneutral kommunizieren können.
- Ausstattung der Ladepunkte mit einem lokalen, statischen Lastmanagement zum Monitoring und zur Steuerung der Ladepunkte (z.B. bis ein Backend erfolgreich angebunden ist)
- Gewährleistung der Masterbox / des Gateways, dass mindestens folgende essentielle Daten zu Systemstatus der Ladepunkte und zu Ladevorgängen zentral von einem geeigneten Backend über eine OCPP-Schnittstelle erfasst werden können:
 - o Systemstatus der Ladepunkte:
 - Ladung aktiv/inaktiv
 - Ladepunkt verfügbar
 - Störungen
 - o Ladevorgänge:
 - Ladeanfangs- und -endzeitpunkt je Ladepunkt, die der mit dem Ladevorgang verbundenen RFID-Karte zugeordnet sind
 - Aktuelle Ladeleistung
 - Geladene Energie im derzeitigen Ladevorgang
 - Geladene Energie in Summe je Ladepunkt
- Gewährleistung der Steuerbarkeit der Ladepunkte über ein Backend:
 - o Zeitliche Verschiebung von Ladevorgängen
 - o Änderung der Ladeleistung der Ladepunkte (z.B. schrittweise Reduzierung des Ladestroms bis zum voreingestellten Mindestladestrom)
- Vollständige Datenübertragung, um Datenverlust bei Ausfällen der Verbindung bei der Datenübertragung zu vermeiden.
- Zentrale Benutzerführung aus der Ferne wie Anzeige der wichtigsten Betriebsinformationen und der wichtigsten Fernsteuerungsmöglichkeiten
- Lokale Autorisierung der Ladevorgänge über fahrzeuggebundene RFID zur Zugriffskontrolle und Identifikation der E-Fahrzeuge

Anforderungen an das Spitzenlastmanagement

- Technische Anforderungen:
 - Über OCPP-1.5, besser 1.6 mit Smart Charging - Funktion, vernetz- und zentral steuerbare Ladeinfrastruktur
 - Mindestens eine Ladeinfrastruktur mit statischem Lastmanagement; bei zunehmender Größe des E-Fuhrparks wird eine mit der Ladeinfrastruktur verknüpfte Software empfohlen, die in der Lage ist, das statische Spitzenlastmanagement durch Priorisierungen zu ergänzen oder besser ein fahrzeugscharfes, dynamisches Spitzenlastmanagement durchzuführen.
 - „Echtzeitmessung“ des Lastgangs am Netzanschlusspunkt des Verteilnetzbetreibers mittels hochauflösender Stromzähler für die Ausrichtung der Ladeenergie für E-Fahrzeuge an der Hauptlast (Anschluss an Hauptnetz-Anschlusspunkt) der jeweiligen Liegenschaft im Rahmen des dynamischen Spitzenlastmanagements
 - E-Fahrzeuge:
 - Berücksichtigung der Anforderungen an die betrieblichen Einsätze der E-Fahrzeuge (insbesondere Reichweite, verfügbare Nutzlast, Ladedauer, Ladezeitpunkt)
 - Ladefähigkeit an der vorhandenen vernetzten Ladeinfrastruktur
 - Unterbrechung und Wiederaufnahme des Ladevorgangs, Möglichkeit der Reduzierung des Ladevorgangs auf den Mindestladestrom OA
 - Möglichst: Übermittlung des Ladestandes („State of Charge“)
- Betriebliche Voraussetzungen:
 - Planung der Verkehrswege und Wagenumlaufplanung
 - Freigabe des Ladestellplatzes nach Ende des Ladevorgangs (am Ladepunkt abwechseln), sofern weniger Ladepunkte als E-Fahrzeuge vorhanden sind
 - Einsatzprofile der E-Fahrzeuge
- Regulatorische Voraussetzungen:
 - Keine, da privater Einsatz der LIS

Anforderungen an die Flexible Last / Bezugsoptimierung:

- Technische Voraussetzungen:
 - Über OCPP-1.5, besser 1.6 mit Smart Charging - Funktion, vernetzte und zentral steuerbare Ladeinfrastruktur
 - Hochauflösende Stromzähler für die Kontrolle der Abrechnung des Strombezugs
 - Mit der Ladeinfrastruktur verknüpfte Software, die geeignet ist, vernetzt mit einem Stromlieferanten eine Bezugsoptimierung automatisiert durchzuführen.
 - E-Fahrzeuge:
 - Ladefähigkeit an der vorhandenen vernetzten Ladeinfrastruktur
 - Fahrzeuge müssen auf OA herunterregelbar sein und danach die Ladung wieder aufnehmen können.
 - Möglichst: Übermittlung des Ladestandes („State of Charge“)

- Betriebliche Voraussetzungen:
 - Freigabe des Ladestellplatzes nach Ende des Ladevorgangs (am Ladepunkt abwechseln), sofern weniger Ladepunkte als E-Fahrzeuge vorhanden sind
 - Einsatzprofile der E-Fahrzeuge
 - Als Grundlage für eine fahrzeugscharfe Steuerung der flexiblen Last
 - Als Grundlage für das an den Stromlieferanten zu meldende Flexibilitätsband
 - Alternativ Festlegung eines unbedenklichen Zeitfensters für die Bezugsoptimierung:
 - In welchem Zeitfenster müssen die meisten E-Fahrzeuge nicht mehr zum Einsatz aufbrechen?
 - E-Fahrzeuge, die mit dem Zeitfenster nicht kompatibel sind, müssen an Stationen laden, die von der Bezugsoptimierung ausgenommen sind.
 - Verschiebbares Ladepotential in Zeiten, die für eine flexible Last geeignet sind. Um Stromkosten zu senken, geht es vor allem darum, Ladevorgänge aus Zeiten des Hauptlastzeitfensters in ein Nebenlastzeitfenster zu verschieben.
- Regulatorische Voraussetzungen:
 - Vertragliche Regelung mit einem Stromlieferanten, der sich bereit erklärt, die Strommengen der E-Mobilität im Rahmen einer Bezugsoptimierung abzurechnen.
 - Bei einer Ausschreibung der Strommengen: Schaffen eines geeigneten regulatorischen Rahmens, z.B. durch eine Öffnungsklausel in der Ausschreibung, die es Stromkunden ermöglicht, gesondert genannte Unterzähler durch einen Dritten beliefern zu lassen

Anforderungen an die Software für flexibles - und Spitzenlastmanagement:

- Controlling:
 - Live-Auswertung des Gesamtsystems
 - Ermittlung von Kennzahlen
 - Identifikation von Handlungsbedarfen
- Steuerung:
 - Automatisches Spitzenlastmanagement
 - Automatische zeitliche Optimierung der Ladevorgänge in Niedrigtarifzeiten
 - Automatische Integration selbst erzeugter Energien
 - Handeingriff möglich
- Monitoring:
 - Live-Monitoring
 - Automatische Erstellung individuell angepasster Berichte
 - Automatischer Austausch von Flexibilitätsinformationen, Preisen und Fahrplänen mit dem Stromlieferanten
- Schnittstellen:
 - OCPP-1.5, besser 1.6
 - API-Schnittstellen zur Verknüpfung zum Datenaustausch mit anderen IT-Systemen (z.B. Flottenmanagement, Tankmanagement, Datenbanken, ...)

Quellenverzeichnis

- Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (2020). Genehmigung des Szenariorahmens 2021-2023. Bonn, Deutschland.
- Die Bundesregierung (16.11.2020). Klimaschutzprogramm 2030. Abgerufen 16.11.2020, von <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/klimaschutzprogramm-2030-1673578>
- WindNODE-Verbundkoordination (2020). Let's Talk About Flex - Best-Practise-Manual – Flex Identifizieren!. Berlin, Deutschland.
- Europäische Kommission (25.11.2020). Clean Vehicles Directive. Abgerufen 25.11.2020, von https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/clean-vehicles-directive_en
- Europäische Union (20.06.2019). Richtlinie (EU) 2019/1161 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 zur Änderung der Richtlinie 2009/33/EG über die Förderung sauberer und energieeffizienter Straßenfahrzeuge. Ort: keine Angabe.