

Aufbau und Betrieb von Ladeinfrastruktur

Handlungsempfehlungen des Projekts Cities in Charge



CITIESiNCHARGE

Impressum

Autorenschaft:

Fabian Kühnel, ISB RWTH Aachen
Marcel Porschen, ISB RWTH Aachen
Chris VertgeWall, IAEW RWTH Aachen
Hannah Biermann, HCIC RWTH Aachen
Ralf Philippsen, HCIC RWTH Aachen
Christian Seel, Comfortcharge GmbH
Karin Jahn, Fraunhofer IFAM
Sönke Stührmann, Fraunhofer IFAM
Roland Meyer, Fraunhofer IFAM, Bremen
Carl-Friedrich Klinck, ehemals Fraunhofer IFAM, Bremen

Herausgeber und Ansprechpartner:

Christian Seel,
Comfortcharge GmbH
Friedrich-Ebert-Allee 140
53113 Bonn

E-Mail: christian.seel@comfortcharge.de
Web: www.comfortcharge.de

Diese Publikation ist im Rahmen des Förderprogramms „Saubere Luft“ im Verbundprojekt „Cities in Charge“ erstellt worden.
Sie ist kostenfrei erhältlich.

Erscheinungsdatum: Dezember 2023

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Einleitung

Mit dem fortschreitenden Hochlauf der Elektromobilität in Deutschland entwickeln sich die Strukturen weiter. Mehr als eine Million Elektrofahrzeuge sind bereits in Deutschland zugelassen und mehr als 90.000 öffentliche Ladepunkte errichtet worden. Nachdem es in den ersten Jahren der Antriebswende vor allem darum ging, Rollenmodelle sowie die dazugehörigen Prozesse zu entwickeln und sich mit dem Thema Elektromobilität vertraut zu machen, ist es nun an der Zeit, die gewonnenen Erkenntnisse in verbesserte Strukturen zu überführen. Im Bereich des Ladeinfrastrukturaufbaus sind dabei vor allem Ladeinfrastrukturbetreiber, Kommunen, Netzbetreiber und die Regulatorik gefragt.

Die hier vorliegenden Handlungsempfehlungen aus dem Projekt „Cities in Charge“ sollen die Akteure in der Weiterentwicklung der Elektromobilität unterstützen, indem sie die wichtigsten Projektergebnisse in prägnanter Weise zusammenfassen. Das Projekt „Cities in Charge“ wird im Rahmen der Förderprogramms „Saubere Luft 2017 bis 2020“ umgesetzt und vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz gefördert. Die Arbeiten begannen im Jahr 2018 und enden im Dezember 2023. Ziel des Projektes ist es, auf den Telekom Liegenschaften bundesweit Ladepunkte zu errichten, um so dem batterieelektrischen Antrieb in Deutschland zum Durchbruch zu verhelfen und dadurch die Luft- und Lebensqualität in der Bundesrepublik zu steigern. Das Projekt wird wissenschaftlich durch die RWTH Aachen und das Fraunhofer IFAM begleitet.

Auf einen Blick

Handlungsempfehlungen an Ladeinfrastrukturbetreiber

- Umfangreiche Marktanalysen und technische Tests vor der Festlegung auf einen Hersteller sind für den wirtschaftlichen Erfolg entscheidend.
- Den technischen Herausforderungen beim Betrieb von Ladestationen sollte mit einem herstellerunabhängigen Reparaturservice begegnet werden.
- Die lokalen Gegebenheiten des Standorts (Nähe zu Fernverkehrsstraßen, Bevölkerungsdichte) sind für eine geeignete Festlegung der Ladeleistung entscheidend.
- Ein genaues Prüfen der anzubietenden Steckertypen bei der Planung der Ladestation ist erforderlich.
- Der frühzeitige Kontakt zum Netzbetreiber zur Klärung der verfügbaren Netzkapazität ermöglicht eine angepasste Planung oder die zügige Suche nach Standortalternativen.
- Bei begrenzter Netzkapazität ist die Netzverstärkung heute häufig noch wirtschaftlicher als der Einsatz von Batteriespeichern.
- Eine atypische Netznutzung kann zur Wirtschaftlichkeit von Batteriespeichern beitragen.
- Sofern eine Überdachung der Ladestationen vorgesehen ist, sollte auf dieser eine PV-Anlage installiert werden.
- OpenStreetMap Points-of-Interest in den Kategorien Einzelhandel und Gastronomie sind nach stichprobenartiger Prüfung für die Standortauswahl im Rahmen der Standortplanung gut einsetzbar.
- Um Personen mit Behinderung das Laden zu ermöglichen, sollten Ladesäulen barrierefrei gestaltet werden und ausreichend Parkraum, mehrere Optionen der Kommunikation („Design für alle“) und Reservierungsmöglichkeiten bieten.
- Vor dem Einreichen des Antrags sollte der persönliche Kontakt zu den verantwortlichen Stellen in der Kommune gesucht werden, um alle Unterlagen gebündelt einreichen zu können und dadurch das Genehmigungsverfahren zu beschleunigen.
- Um den Informationsaustausch mit den Kommunen zu verbessern, wird empfohlen, bereits in der Planungsphase die Ansprechpartner der Kommune einzubinden.
- Zur Evaluation der errichteten Ladeinfrastruktur eignet sich die umgesetzte Energiemenge besser als die Anzahl der Ladevorgänge pro Tag.
- Für unkomplizierte Ladeerlebnisse müssen die Abläufe beim Laden einfach und selbsterklärend gestaltet und ein Notfallknopf oder eine Servicehotline bereitgehalten werden.

Handlungsempfehlungen an Kommunen

- Kommunen müssen ihrer Lenkungswirkung in der Gestaltung des öffentlichen Raumes durch konsequente und räumlich-funktional angepasste Entwicklung und Umsetzung von Aufbaustrategien nachkommen.
- Öffentliche Ressourcen sollten durch Vermeidung der Konkurrenzsituation zwischen öffentlicher und halb-öffentlicher Ladeinfrastruktur geschont werden.
- Elektromobilitätskonzepte sollten berücksichtigen, dass Schnellladestationen je nach Position und Umgebung auch für Normalladungen genutzt werden.
- Kommunen sollten Informationen zur vorhandenen halb-öffentlichen und privaten Ladeinfrastruktur beim Netzbetreiber erfragen.
- Bei der Entwicklung von Aufbaustrategien sind Informationen über die kleinräumige Verfügbarkeit privater Stellplätze unabdingbar.

- Trotz mangelnder direkter Gestaltungsmöglichkeit sollten Kommunen den privaten Ladeinfrastrukturaufbau an Wohn- und Arbeitsort unterstützen.
- Zielkonflikte bei der Nutzung des öffentlichen Raums zwischen Ladeinfrastrukturaufbau und anderen verkehrspolitischen Maßnahmen sind zu vereinbaren.
- Es bedarf einer strategischen Entscheidung, inwiefern Ladeinfrastruktur als Anreiz zur zukünftigen Verkehrswende und/oder als gegenwärtige Bedarfsdeckung (marktwirtschaftlicher Fokus) dienen soll, da sich unterschiedliche Priorisierungen im Aufbau ergeben können.
- Die Schaffung eines einheitlichen Genehmigungsprozesses mit einem Punkt zur Kontaktaufnahme in der Kommune ermöglicht eine schnellere Bearbeitung.
- Die Transparenz des Genehmigungsprozesses wird durch die Abbildung des aktuellen Standes der Bearbeitung auf einer für alle Beteiligten einsehbaren Plattform verbessert.
- Für eine Beschleunigung der Genehmigungsverfahren und eine zügigere Planung der Ladeinfrastrukturbetreiber sollten sich Kommunen und Netzbetreiber zur Höhe der verfügbaren Netzkapazitäten austauschen.
- Zur effizienten Flächennutzung sollte die Standzeit an Ladestationen im öffentlichen Raum an DC-Ladestationen auf eine Stunde und an AC-Ladestationen auf maximal vier Stunden begrenzt werden.
- Die Emissionsreduktion durch den Ladeinfrastrukturausbau kann mittels weniger Faktoren bewertet werden, wenn die Betreiber der Ladestationen Daten zu den geladenen Energiemengen bereitstellen.

Handlungsempfehlungen an Netzbetreiber

- Bei der Bestimmung des Netzintegrationspotentials sind wissenschaftlich aktuelle Methoden zu verwenden. Die Nutzung von Gleichzeitigkeitsfaktoren kann zu Überdimensionierung führen und unterschätzt die Aufnahmefähigkeit der Bestandsnetze.
- An privaten Ladeorten angewandte Netzintegrationsmaßnahmen können das Netzintegrationspotential elektrischer Fahrzeuge stark erhöhen. An öffentlicher Ladeinfrastruktur ist das Potential für Lastmanagement gering.

Handlungsempfehlungen an die Regulatorik

- Der ökonomische Vorteil aus netzdienlichem Laden an öffentlichen Ladeinfrastrukturen erscheint tendenziell gering und dürfte wenig Spielraum für eine effiziente regulatorische Beanreizung lassen.
- Um bei der Ladekundschaft die Bereitschaft für netzdienliches Laden zu schaffen, müssen die Tarifrabatte groß genug sein, um den Komfortverlust zu kompensieren.
- Die Höhe der Netzentgeltreduktionen für netzdienliches Laden sollte durch den Netzbetreiber steuerbar sein, so dass die ökonomischen Anreize die Kostenersparnisse im Netz angemessen widerspiegeln.

Inhaltsverzeichnis

A. Handlungsempfehlungen an Ladeinfrastrukturbetreiber	7
A.I Positionierung und Aufbau von Ladeinfrastruktur.....	8
A.II Genehmigungsverfahren	14
A.III Betrieb von Ladeinfrastruktur.....	15
B. Handlungsempfehlungen an Kommunen	16
B.I Steuerung des Ladeinfrastrukturaufbaus	17
B.II Genehmigungsverfahren	21
B.III Nutzung von Ladeinfrastruktur.....	23
C. Handlungsempfehlungen an Netzbetreiber	24
C.I Lastmanagement.....	25
D. Handlungsempfehlungen an die Regulatorik.....	26
D.I Regulatorische Anreize	27

A. Handlungsempfehlungen an Ladeinfrastrukturbetreiber

Betreiber von Ladeinfrastruktur, sowohl öffentliche als auch private, sind entscheidend für die flächendeckende Verfügbarkeit von Ladestationen und tragen somit dazu bei, dass Elektrofahrzeuge in Deutschland eine breite Marktdurchdringung erreichen. Ohne die Beteiligung privater Unternehmen wird es jedoch schwierig sein, ein flächendeckendes Netzwerk von Ladestationen anzubieten, insbesondere im Hinblick auf der Verfügbarkeit von DC- und HPC-Ladestationen.

In Anbetracht steigender Kosten für Hardware und Bauleistungen ist die sorgfältige Auswahl geeigneter Ladeinfrastruktur (Hardware) für den jeweiligen Einsatzzweck und Standort unerlässlich. Dies wird in Zukunft, insbesondere vor dem Hintergrund immer geringerer Fördermittel, zu einem immer wichtigeren Faktor für den wirtschaftlichen Erfolg von Ladeinfrastrukturbetreibern. Die Kombination von Ladeinfrastruktur mit Batteriespeichern und/oder Photovoltaikanlagen kann zu einem optimierten Einsatz von Ladestationen und kostensparenden Stromanschlüssen führen. Neben dem Aufbau und der Beschaffung von Hardware sehen sich Ladeinfrastrukturbetreiber auch regelmäßig Herausforderungen bei Genehmigungsverfahren gegenüber, um schnell einsatzfähige Standorte errichten zu können.

Für einen wirtschaftlichen Betrieb ist auch die nutzerfreundliche Konzeption und Ausführung von Ladestationen entscheidend. Nur wenn diese den Nutzeranforderungen entsprechen, wird die erforderliche Auslastung der Stationen erreicht. Über den Projektzeitraum wurden diese Fragen durch die wissenschaftlichen Partner des Projektes analysiert und durch die Erfahrungen eines CPOs überprüft.

Tabelle 1: Übersicht der Handlungsfelder für Ladeinfrastrukturbetreiber

Handlungsfeld I: Positionierung und Aufbau von Ladeinfrastruktur
Auswahl geeigneter Hardware – wirtschaftliche Aspekte
Auswahl geeigneter Hardware – technische Aspekte
Auswahl geeigneter Hardware – Leistung der Ladeeinrichtung
Auswahl geeigneter Hardware - Auswahl von Steckertypen
Frühzeitige Prüfung der Netzkapazität
Installation von Batteriespeichern zur Netzunterstützung
Wirtschaftlichkeit von Batteriespeicherung durch atypische Netznutzung
Kopplung der Ladestation mit einer Photovoltaik-Anlage
Nutzung von Geodaten bei der Auswahl von Standorten
Services an der Ladesäule sicherstellen
Ladestationen behindertengerecht gestalten
Handlungsfeld II: Genehmigungsverfahren
Genehmigungsverfahren beschleunigen
Informationsaustausch mit Kommunen zu Planungsverfahren
Handlungsfeld III: Betrieb von Ladeinfrastruktur
Messung der Nutzungshäufigkeit von Ladeinfrastruktur
Unkomplizierte Ladeerlebnisse ermöglichen

A.I Positionierung und Aufbau von Ladeinfrastruktur

Auswahl geeigneter Hardware – wirtschaftliche Aspekte

Problemstellung:

Bei der Auswahl von Ladestationen müssen Ladeinfrastrukturbetreiber neben den technischen Aspekten auch wirtschaftliche Kennzahlen beachten. Neben den reinen Kosten für die Hardware und deren Errichtung entstehen Folgekosten für den laufenden Betrieb und eventuelle Instandsetzung.

Lösung und Empfehlung:

Vor dem Erwerb von Ladeinfrastruktur empfiehlt sich eine umfangreiche Markterkundung. Um auf eventuelle Lieferengpässe reagieren zu können und den Komplettausfall eines Herstellers zu begegnen, ist es empfehlenswert, auf mehrere Hersteller zu setzen.

Die Auswahl der Ladeinfrastruktur sollte vor jeder neuen Roll-Out-Phase neu bewertet werden. Dadurch kann auf Entwicklungen am Markt und mit eventuell geänderten Anforderungen an die Ladeinfrastruktur reagiert werden.

Für die Comfortcharge hat es sich außerdem als zielführend erwiesen, ein eigenes Serviceteam in Kooperation mit der Telekomtechnik aufzubauen, um einfache Reparaturen selbst durchzuführen. Dadurch können kleinere Störungen schnell behoben und eine hohe Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur sichergestellt werden.

Auswahl geeigneter Hardware – technische Aspekte

Problemstellung:

Obwohl es schon seit mehreren Jahren Anbieter für Ladeinfrastruktur gibt, ist die verbaute Ladeinfrastruktur anfällig für Defekte und Ausfallzeiten.

Lösung und Empfehlung:

Vor dem Erwerb von Ladeinfrastruktur sollte die zu verbauende Ladeinfrastruktur umfangreichen Tests unterzogen werden. Dabei sollte neben der rein technischen Funktionalität auch die Kompatibilität mit dem verwendeten Backend überprüft werden, damit ein reibungsloser Einsatz der Ladeinfrastruktur möglich ist.

Insgesamt ist festzustellen, dass die Hersteller von Ladeinfrastruktur nach wie vor mit technischen Problemen zu kämpfen haben und ein intensiver Austausch mit den Produzenten notwendig ist, um technisch hochwertige Produkte auszuwählen.

Durch das spezielle Eichrecht in Deutschland und die kontinuierliche Anpassung der Ladesäulenverordnung ergeben sich veränderte Anforderungen an die Hersteller von Ladeinfrastruktur. Dieser Umstand sollte bei der Auswahl von Ladeinfrastruktur berücksichtigt werden. Es sind daher leistungsstarke Hersteller mit genügend finanziellen Ressourcen und technischem Knowhow vorzuziehen.

Zudem empfiehlt es sich Hersteller zu wählen, die im Einsatzgebiet einen eigenen Reparaturservice anbieten und lokale Lagerbestände vorweisen können, um eine schnelle Behebung von Störungen sicherzustellen.

Auswahl geeigneter Hardware – Leistung der Ladeeinrichtung

Problemstellung:

Bei der Auswahl von Ladestationen müssen sich Ladeinfrastrukturbetreiber neben den technischen und wirtschaftlichen Faktoren auch auf einen Leistungstyp der Ladeeinrichtung festlegen (AC, DC, HPC). Die Herausforderung besteht darin, für jeden Standort die passende Leistung bzw. Ladestation zu errichten.

Lösung und Empfehlung:

Um eine standortspezifische Entscheidung über die Leistung der Ladeinfrastruktur treffen zu können, ist eine umfangreiche Analyse des Standortes notwendig. Nicht an jedem Standort ist ein HPC-Lader die richtige Wahl. Vereinfacht kann festgestellt werden, dass Standorte in der Nähe zu Fernverkehrsstraßen für den Einsatz von HPC-Ladern sinnvoller sind, während wohnortnahe Standorte sich mehr für den Einsatz von AC-Ladern eignen. Dies ist aber immer von den Gegebenheiten vor Ort abhängig. Daher sollte in jedem Fall eine standortgenaue Betrachtung vollzogen werden, die insbesondere die Points-of-Sales in die Analyse mit einbezieht. Je nach Verfügbarkeit der eingesetzten Hardware kann auch eine Kombination zwischen AC und DC-Ladern an bestimmten Standorten sinnvoll sein.

Ein Blick auf die aktuellen Neuzulassungen zeigt zudem, dass die maximal abrufbare AC-Ladeleistung der Fahrzeuge sinkt. Viele Fahrzeuge können mittlerweile lediglich 11 kW über die AC-Stecker abrufen. Beim Einsatz von AC-Ladern sollte dies berücksichtigt werden.

Auswahl geeigneter Hardware - Auswahl von Steckertypen

Problemstellung:

Im Rahmen der Auswahl der Ladeinfrastruktur stellt sich die Frage, welche Steckertypen die Ladestation anbieten sollte. Die ausgewählten Steckertypen sollten sowohl den Use-Case der Ladestation als auch den aktuellen und zukünftigen Fahrzeugbestand beachten. Bei Schnellladestationen stellt sich insbesondere die Frage, ob ein CHAdeMO-Stecker zusätzlich zu einem CCS-Stecker eingerichtet werden sollte.

Lösung und Empfehlung:

Die Ladungen an den im Projekt errichteten Ladestationen sowie die Ausstattung der neu zugelassenen Fahrzeuge können ein Bild über die Nutzungshäufigkeit der Steckertypen geben. Es zeigt sich, dass der Anteil der Ladungen mittels CHAdeMO-Stecker stark rückläufig ist. Eine Analyse der Neuzulassungen der Fahrzeuge zeigt zudem, dass viele Fahrzeugtypen diesen Stecker nicht mehr unterstützen. Diese aktuelle Entwicklung sollte bei der Steckerauswahl berücksichtigt werden.

Frühzeitige Prüfung der Netzkapazität

Problemstellung:

Bei der Auswahl von Standorten für Ladestationen - sowohl im öffentlichen Raum als auch im halb-öffentlichen oder privaten Bereich - spielt die Verfügbarkeit der erforderlichen Netzkapazität eine wichtige Rolle für die Realisierbarkeit bzw. die angepasste Konzeption der Ladestationen. Dies gilt insbesondere, wenn mehrere Ladestationen an einem Ort errichtet werden oder ein späterer Ausbau möglich sein soll.

Lösung und Empfehlung:

Es wird empfohlen, bereits in einer frühen Planungsphase Kontakt zum Netzbetreiber aufzunehmen, um die Informationen zur verfügbaren Netzkapazität zu erhalten. Dies bietet im Fall beschränkter Kapazitäten die Möglichkeit, die Planung frühzeitig entsprechend anzupassen, z.B. durch die Beantragung der Netzverstärkung bzw. die Integration von Speichern, oder nach Standortalternativen zu suchen.

Installation von Batteriespeichern zur Netzunterstützung

Problemstellung:

Die zum Laden von Elektrofahrzeugen benötigte Leistung übersteigt oftmals die verfügbare Kapazität des vorhandenen Netzanschlusses. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn mehrere Ladestationen an einem Standort errichtet werden, wie beispielsweise an Lade-Hubs, oder ein späterer Ausbau erfolgen soll. Um eine Überlastung des Netzes zu vermeiden, können als Alternative zu einem Netzausbau Batteriespeicher installiert werden, die den Netzanschluss in Zeiten hoher Ladebedarfe unterstützen. Beide Lösungsmöglichkeiten sind mit vergleichsweise hohen Kosten verbunden und Errichter bzw. Betreiber von Ladeinfrastruktur stehen häufig vor der Frage, welche Alternative an einem individuellen Standort die sinnvollere ist.

Lösung und Empfehlung:

Mithilfe einer probabilistischen Simulationsumgebung und verschiedener Annahmen zur zukünftigen Nutzung in Planung befindlicher Standorte können die beiden Alternativen genauer betrachtet und miteinander verglichen werden. Dies liefert bereits im Rahmen der Planung eine fundierte Entscheidungsbasis für die Bewertung beider Alternativen.

So hat sich beispielsweise bei der Betrachtung verschiedener Standorte herausgestellt, dass die aktuell mit der Installation von Batteriespeichern zur Netzunterstützung verbundenen Gesamtkosten die Kosten des Netzausbaus in der Regel überschreiten. Allerdings können Batteriespeicher bei (weiter) sinkenden Speicherpreisen, welche auch durch den Second-Life-Speichermarkt beeinflusst werden, und ggf. weiterhin hohen Wartezeiten für den Netzausbau in Zukunft eine valide Alternative darstellen.

Wirtschaftlichkeit von Batteriespeicherung durch atypische Netznutzung

Problemstellung:

Batteriespeicher können an Ladestandorten zur Netzunterstützung eingesetzt werden, allerdings ist insbesondere deren Anschaffung mit hohen Kosten verbunden. Gleichzeitig können sie auch zur atypischen Netznutzung eingesetzt werden. Bei der atypischen Netznutzung reduziert ein in der Regel großer Stromverbraucher den Bedarf an elektrischer Energie zu bestimmten Spitzenlastzeiten. Er kann dann ein vermindertes Netzentgelt geltend machen. Es stellt sich jedoch die Frage, wie hoch der zusätzliche Nutzen von Batteriespeichern hierbei sein kann.

Lösung und Empfehlung:

Mithilfe einer probabilistischen Simulationsumgebung wurden verschiedene Simulationsrechnungen durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass – wenn die Kosten für den Speicher nicht berücksichtigt werden – durch die Anwendung der atypischen Netznutzung eine leichte Steigerung der Wirtschaftlichkeit erreicht werden kann. Da für eine gleichbleibende Zufriedenheitsquote bei Anwendung der atypischen Netznutzung allerdings Speicher mit höheren Kapazitäten benötigt werden, führen die damit verbundenen Mehrkosten dazu, dass unter Annahme aktueller Speicherpreise kein wirtschaftlicheres, sondern ein schlechteres Ergebnis erreicht wird.

Kopplung der Ladestation mit einer Photovoltaik-Anlage

Problemstellung:

Elektrofahrzeuge sollen dabei helfen, die Treibhausgasemissionen des Verkehrssektors nachhaltig zu reduzieren. Allerdings ist dafür eine grundlegende Voraussetzung, dass das Laden der Fahrzeuge mit Strom aus regenerativen Energiequellen erfolgt. Hier könnte eine Photovoltaik-Anlage (PV-Anlage), die mit dem Ladestandort gekoppelt ist, interessant sein. Es stellt sich jedoch die Frage, ob die Investition am Ladestandort wirtschaftlich sinnvoll ist.

Lösung und Empfehlung:

Mithilfe der entwickelten probabilistischen Simulationsumgebung konnte der Mehrwert von PV-Anlagen betrachtet werden. Durchgeführte Simulationsrechnungen mit PV-Anlagen auf Parkplatzüberdachungen zeigen, dass es grundsätzlich empfehlenswert ist, eine PV-Anlage am Ladepark zu errichten, wenn eine Überdachung der Parkplätze auch unabhängig von der Errichtung einer PV-Anlage gewünscht ist. Hingegen ist aufgrund von vergleichsweise großen Unsicherheiten in der Wirtschaftlichkeit davon abzuraten, eine Überdachung ausschließlich zur Montage einer PV-Anlage zu errichten.

Nutzung von Geodaten bei der Auswahl von Standorten

Problemstellung:

Georeferenzierte Informationen über Points-of-Interest (z.B. Supermärkte, Freizeiteinrichtungen) liefern die Grundlage für die Auswahl geeigneter Standorte von Ladestationen. Diese Informationen kann der Ladeinfrastrukturbetreiber entweder von kommerziellen Anbietern einkaufen oder aus OpenData-Portalen (z.B.: OpenStreetMap) beziehen. Die Qualität der jeweiligen Daten ist jedoch ungewiss.

Lösung und Empfehlung:

Im Umkreis von Ladestationen wurden Vollerhebungen der Points-of-Interest durchgeführt und mit den Informationen aus OpenStreetMap verglichen. Es stellte sich heraus, dass die Vollständigkeit der OpenStreetMap-Datenbank von der Kategorie der Points-of-Interest abhängt. Daten zu Dienstleistungseinrichtungen mit Kundenverkehr (z.B. Frisiersalons, Rechtsvertretungen) und medizinischen Einrichtungen (z.B. ärztliche Praxen, Apotheken) sind unvollständig. Die Informationen zu Einzelhandelseinrichtungen (z.B. Supermärkte, Modegeschäfte) und gastronomischen Einrichtungen (z.B. Restaurants, Cafés) sind dagegen weitgehend vollständig und eignen sich als Eingangsdaten für die Standortwahl.

Die hinterlegten Informationen müssen jedoch nicht aktuell sein. Teilweise sind bereits geschlossene Betriebe noch hinterlegt, dafür neue eröffnete Betriebe nicht. Diese Effekte gleichen sich in vielen Fällen aus. Dennoch sollten vor Nutzung der Points-of-Interest aus OpenStreetMap stichprobenartige Prüfungen des Untersuchungsgebiets durchgeführt werden.

Services an der Ladesäule sicherstellen

Problemstellung:

Bisherige Untersuchungen und die Umfragen im Rahmen des Projekts „Cities in Charge“ zeigen, dass bei der Bezahlung und der Verlässlichkeit der Ladeinfrastruktur noch häufig Probleme auftreten. Eine wichtige Ursache dafür sind auch unzureichend umgesetzte Anpassungen von Schnittstellen zwischen den Systemen, z.B. Fahrzeuge, Ladeinfrastruktur, Bezahlungssysteme und Backend.

Lösung und Empfehlung:

Schon bei der Planung von neuen Ladestationen wird empfohlen, eine große Bandbreite an Bezahlverfahren zu ermöglichen und die Kosten des Ladens vor Ladebeginn besser zu kommunizieren. Darüber hinaus wünschen sich knapp zwei Drittel der Nutzenden eine Anzeige der Belegung der Ladestationen in Echtzeit, damit der Ladevorgang besser geplant werden kann. Insbesondere die Umsetzung von Reservierungsmöglichkeiten von Ladesäulen würde hier eine weitere Verbesserung darstellen. Hinsichtlich der Schnittstellenproblematik wird empfohlen, sich streng an die ISO-Normen zu halten und die Ladesäulenhersteller darauf zu verpflichten und mit den OEMs eine bessere Abstimmung der Systeme anzugehen.

Ladestationen behindertengerecht gestalten

Problemstellung:

Menschen mit Behinderung haben häufig Schwierigkeiten, Ladeinfrastruktur zu nutzen, da diese bislang größtenteils nicht barrierefrei gestaltet sind. Rollstuhlfahrer können beispielsweise Probleme haben, da Ladesäulen nicht immer auf einer für sie erreichbaren Höhe platziert sind, die Parkplätze nicht ausreichend breit und eben sind oder die Kabelführung nicht so positioniert ist, dass sie ausreichend Unterstützung gibt. Gehörlose Menschen können Schwierigkeiten haben, da bei Problemen an der Ladesäule die Kommunikation über die Hotline nicht in Gebärdensprache oder in schriftlicher Form verfügbar ist. Bislang gibt es wenige Ladestationen, die auf die Bedürfnisse von Menschen mit Behinderung eingehen. Es mangelt sowohl an der technischen Implementierung in die Ladesäulen als auch in der konkreten Planung.

Lösung und Empfehlung:

Im Rahmen der Leitfadeninterviews in „Cities in Charge“ hat sich gezeigt, dass eine barrierefreie Gestaltung im Rahmen von Genehmigungsverfahren nur von wenigen Kommunen regelmäßig geprüft wird. Gleichzeitig muss man feststellen, dass der Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur im urbanen Raum bereits ohne Berücksichtigung der Barrierefreiheit große Herausforderungen an die Planung stellt. Wertvolle Hinweise liefert hier der Leitfaden der NOW „Einfach laden ohne Hindernisse“. Hier werden verschiedene Themen adressiert, u. A. die barrierefreie Gestaltung der Ladesäulen, verschiedene Kommunikationsformen („Zwei-Sinne-Prinzip“, „Design für alle“), die Sensibilisierung und Schulung von Mitarbeitenden im Service und/oder in Call Centern und die barrierefreie Gestaltung von Parkplätzen.

A.II Genehmigungsverfahren

Genehmigungsverfahren beschleunigen

Problemstellung:

Der Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge kann durch unterschiedliche Genehmigungsverfahren in den Bundesländern verzögert werden. In Deutschland gibt es keine einheitlichen Regelungen oder Standards für den Genehmigungsprozess, was zu einer Heterogenität zwischen den Bundesländern führt. Dies führt zu längeren Wartezeiten und bürokratischen Hindernissen, die den Ausbau der Ladeinfrastruktur behindern.

Lösung und Empfehlung:

Um die Verfahren zu beschleunigen, empfiehlt es sich, alle notwendigen Unterlagen gebündelt bei der genehmigenden Behörde einzureichen. Außerdem ist es empfehlenswert, direkt den persönlichen Kontakt aufzunehmen, insbesondere wenn schon ähnliche Vorhaben von der gleichen Behörde genehmigt wurden.

Informationsaustausch mit Kommunen zu Planungsverfahren

Problemstellung:

Kommunen haben keine Informationen über geplante Vorhaben zur Installation von Ladeinfrastruktur im halb-öffentlichen und privaten Raum. Dies erschwert die strategische Planung für den Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur und kann zu Konkurrenz und Fehlinvestitionen führen.

Lösung und Empfehlung:

Es wird empfohlen, bereits in der Planungsphase die Ansprechpartner für den Aufbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur in den Kommunen einzubinden.

A.III Betrieb von Ladeinfrastruktur

Messung der Nutzungshäufigkeit von Ladeinfrastruktur

Problemstellung:

Zeitgleich mit den steigenden Verkaufszahlen der Elektrofahrzeuge entstehen auch mehr öffentliche Schnellladpunkte, um ausreichende Lademöglichkeiten zu schaffen. Der Ladeinfrastrukturbetreiber geht dabei ein hohes finanzielles Risiko ein, obwohl über die Nutzungshäufigkeit der errichteten Ladestationen noch wenig bekannt ist. Aussagekräftige *Key Performance Indicator* sind für die Evaluation der Infrastruktur notwendig.

Lösung und Empfehlung:

Für jeden Ladevorgang steht eine Fülle an Informationen zur Verfügung. Zur Evaluation der Ladestationen ist die Summe aller Ladevorgänge in einem definierten Zeitintervall (z.B. pro Tag) ein beliebiger Indikator. Die Auswertung der Nutzungsdaten der im Projekt errichteten Ladeinfrastruktur zeigt, dass eine Vielzahl der Ladevorgänge nicht mit einer regulären Nutzung der Ladeinfrastruktur einhergeht. Die Ladevorgänge sind entweder sehr kurz (teilweise nur wenige Sekunden), sehr lange (bis zu mehreren Tagen) oder übertragen nur wenig Energie aufgrund technischer Probleme. Aufgrund dieser Ungenauigkeiten erscheint die Anzahl der Ladevorgänge keine geeignete Größe zu sein, um die Nutzung der Ladeinfrastruktur zu bewerten. Es erscheint sinnvoller, die abgegebene Energiemenge in dem jeweiligen Zeitintervall zu untersuchen, da diese zum einen weniger stark durch zeitliche Ungereimtheiten beeinflusst wird und zum anderen Ausreißer durch technische Fehler der Infrastruktur einfacher identifiziert werden können.

Unkomplizierte Ladeerlebnisse ermöglichen

Problemstellung:

Der Hochlauf der Elektromobilität hat jüngst an Dynamik gewonnen. Die Erreichung der Ziele im Verkehrsbereich erfordert aber einen weiteren Ausbau der Ladeinfrastruktur. Und dieser muss auch zuverlässig funktionieren. Immer noch stellen technische Defekte der Ladeinfrastruktur die Kunden vor Herausforderungen beim Laden. Zwar wird in vielen Apps oder auf einschlägigen Internetseiten angezeigt, wenn Ladestationen defekt oder besetzt sind. Die Analyse der Ladedaten und Umfragen im Projekt zeigen jedoch, dass zahlreiche Ladeversuche abgebrochen wurden, weil ein Neustart erforderlich, die Ladesäule doch nicht betriebsbereit war oder Probleme beim Lade- und Bezahlvorgang auftraten.

Lösung und Empfehlung:

Das Laden eines Elektroautos muss genauso einfach und bequem funktionieren wie das Tanken. Hierfür müssen sowohl die Apps als auch die einschlägigen Internetseiten und das Navigationssystem der Fahrzeuge immer den aktuellen Zustand der Ladestationen und der einzelnen Ladepunkte anzeigen, d.h. in Funktion oder defekt, besetzt oder frei. Die Abläufe beim Laden müssen einfach und selbsterklärend gestaltet sein. Kurze Anleitungen mit entsprechenden Symbolen auf den Displays der Ladesäulen können eine Hilfestellung geben. Gut sichtbare Informationen zu den Bezahlmöglichkeiten und den jeweiligen Tarifen sollten angezeigt werden. Wenn beim Laden oder Bezahlen dennoch Probleme auftreten, ist ein Notfallknopf oder eine Servicehotline, über den man Hilfe anfordern kann, sinnvoll.

B. Handlungsempfehlungen an Kommunen

Die zunehmende Verbreitung von Elektrofahrzeugen stellt Kommunen vor neue Herausforderungen. Die Koordination der Errichtung von Ladeinfrastruktur für die Fahrzeuge ist für den Erfolg der Elektromobilität auf kommunaler Ebene entscheidend. Nachdem die Pilotphase in den meisten Kommunen bereits abgeschlossen ist, gilt es nun, die bestehenden Prozesse zu optimieren, um die begrenzten Ressourcen bestmöglich einzusetzen. Im Rahmen des Projektes „Cities in Charge“ konnten drei Handlungsfelder identifiziert werden, in denen Verbesserungsbedarf besteht. Im ersten Schritt steht die bedarfsgerechte Steuerung des Ladeinfrastrukturaufbaus an. Dabei geht es sowohl darum, die Potentiale privater Ladestationen zu erkennen, als auch geeignete Zielwerte für den Ladeinfrastrukturausbau zu entwickeln. Das zweite Handlungsfeld bilden die Genehmigungsverfahren. Diese unterscheiden sich teilweise zwischen einzelnen Kommunen enorm und sollten im Zuge der Weiterentwicklung kommunaler Kompetenzen beschleunigt werden. Das Handlungsfeld Nutzung von Ladeinfrastruktur beschließt die Handlungsempfehlungen für Kommunen. In diesem Handlungsfeld werden erste Erkenntnisse der aktuellen Nutzungsmuster für die Weiterentwicklung kommunaler Konzepte dargelegt.

Tabelle 2: Übersicht der Handlungsfelder für die Kommunen

Handlungsfeld I: Steuerung des Ladeinfrastrukturaufbaus
<i>Wie viele öffentliche Ladepunkte müssen aufgebaut werden? Es gibt nicht die eine Lösung!</i>
<i>Aufbau von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur auf halb-öffentlichen Flächen</i>
<i>Öffentliche Schnellladeinfrastruktur wird nicht nur zum Schnellladen genutzt</i>
<i>Ermittlung des Status quo vorhandener Ladeinfrastruktur</i>
<i>Lokale Informationen über private Parkmöglichkeiten in Wohngebäuden notwendig</i>
<i>Bekräftigung des privaten Ladeinfrastrukturaufbaus</i>
<i>Ladeinfrastrukturaufbau im Kontext der Verkehrswende</i>
<i>Ladeinfrastrukturaufbau im Kontext der Fahrzeug-Anschaffungsbereitschaft</i>
Handlungsfeld II: Genehmigungsverfahren
<i>Etablierung einer Lenkungsgruppe Ladeinfrastruktur in der Verwaltung</i>
<i>Standardisierte Verfahren für zügige Genehmigungsprozesse</i>
<i>Transparenz in den Genehmigungsverfahren</i>
<i>Austausch zwischen Kommune und Netzbetreiber</i>
Handlungsfeld III: Nutzung von Ladeinfrastruktur
<i>Begrenzung der Standzeiten im öffentlichen Raum</i>
<i>Emissionsreduktion durch Ausbau Ladeinfrastruktur bewerten</i>

B.I Steuerung des Ladeinfrastrukturaufbaus

Wie viele öffentliche Ladepunkte müssen aufgebaut werden? Es gibt nicht die eine Lösung!

Problemstellung:

Ein öffentlicher Ladepunkt je 10 Elektrofahrzeuge - diese angepeilte Ausbaugröße stößt bei kleinräumigen Anwendungen an ihre Grenzen. Aufgrund der Raumstruktur, Verkehrsverflechtung und vorhandener Ladeinfrastruktur ergibt sich eine große Spannweite, der in einer Kommune benötigten, (halb-)öffentlichen Ladeinfrastruktur.

Lösung und Empfehlung:

Im System sich wechselseitig beeinflussender Lademöglichkeiten üben einzelne Kommunen nur auf kleine Bereiche direkten Einfluss aus. Der Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur sollte daher ergänzend zu privater und halb-öffentlicher Infrastruktur gesteuert werden. Hierbei ist durch Berücksichtigung verschiedener Verweildauern und Ladeleistungen ein bedarfsgerechter Ausbau zu erreichen. Die konsequente und räumlich-funktional angepasste Umsetzung der Konzepte ist für den Erfolg maßgebend. Zur Vermeidung von wirtschaftlichen Ungleichgewichten sind strategische Konzepte mit Leitlinien für die Gestattung der Sondernutzung des öffentlichen Raumes sinnvoll. Der Aufbau ist mit Wirkungen über die administrativen Grenzen hinaus verbunden. Interkommunale Zusammenarbeit und Austausch kann langfristig einen Doppelausbau sowie eine etwaige Unterversorgung verhindern.

Aufbau von öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur auf halb-öffentlichen Flächen

Problemstellung:

Zur Errichtung öffentlich zugänglicher Ladeinfrastruktur stehen neben Flächen im öffentlichen (Straßen-)Raum vor allem auch die sogenannten halb-öffentlichen Flächen zur Verfügung. Es ist zu erwarten, dass die Sichtbarkeit der Elektromobilität (durch Ladestationen im öffentlichen Straßenraum) für eine zukünftige Standortwahl keine Rolle mehr spielen wird.

Lösung und Empfehlung:

Von Seiten der Kommunen sollte geprüft werden, inwiefern das Angebot im öffentlichen Straßenraum in Konkurrenz zu Ladeinfrastruktur auf halb-öffentlichen Flächen steht oder diese systemisch ergänzen kann. Insbesondere in Bereichen, in denen eine Vielzahl von halb-öffentlichen Parkmöglichkeiten vorhanden ist, sollte von Seiten der öffentlichen Hand sparsam mit der Ressource öffentlicher Raum umgegangen werden.

Eine direkte Konkurrenz zu Ladeinfrastruktur im halb-öffentlichen Raum sollte möglichst vermieden werden. Beobachtungen und Modellberechnungen zeigen, dass die Infrastruktur auf halb-öffentlichen Flächen einen Großteil des öffentlichen Ladebedarfs decken können.

Insbesondere bei einer privatwirtschaftlichen Konzentration auf lukrativere Schnellladeinfrastruktur kann dies zu jedoch einer Benachteiligung einkommensschwacher Gruppen, die in schlecht angebundenen Mehrfamilienhäusern ohne einen privaten Stellplatz wohnen, führen. An diesen Standorten kann eine Grundversorgung mit öffentlicher Normalladeinfrastruktur sinnvoll sein.

Öffentliche Schnellladeinfrastruktur wird nicht nur zum Schnellladen genutzt

Problemstellung:

Zeitgleich mit den steigenden Verkaufszahlen der Elektrofahrzeuge entstehen auch mehr und mehr öffentliche Schnellladepunkte, um ausreichende Lademöglichkeiten zu schaffen. Im Projektverlauf zeigte sich, dass die Ladeleistung zwar steigt, aber immer noch viele längere Ladevorgänge mit Leistungen unter 50 kW durchgeführt werden. Die errichtete Schnellladeinfrastruktur scheint auch für Laden bei längeren Aktivitäten genutzt zu werden.

Lösung und Empfehlung:

Gelingt es einerseits ein flächendeckendes Schnellladeangebot zu schaffen und andererseits das Nutzerverhalten so zu steuern (siehe Begrenzung der Standzeiten im öffentlichen Raum), dass die Schnellladeinfrastruktur für kurze Ladevorgänge mit hoher Ladeleistung genutzt werden, erhalten insbesondere auch Elektromobilisten ohne eigenen Ladepunkt zügige und verfügbare Lademöglichkeiten.

Dies kann den zusätzlichen Aufbau von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum vermeiden. Elektromobilitätskonzepte der Kommunen sollten daher auf die räumlich-funktionale Positionierung der Ladeinfrastruktur achten.

Ermittlung des Status quo vorhandener Ladeinfrastruktur

Problemstellung:

Kommunen stehen vor der Herausforderung, dass für den Ausbau der Elektromobilität auch die entsprechende Ladeinfrastruktur zur Verfügung stehen muss. Ausgangspunkt für die Bestimmung des Ausbaubedarfs an Ladeinfrastruktur ist die Erhebung des Ist-Stands. Informationen über existierende Ladestationen im öffentlichen und halb-öffentlichen Bereich sind in der Regel in der einschlägigen Liste der Bundesnetzagentur zu finden. Zur Zahl der Ladestationen im privaten Bereich liegen dagegen meist keine oder nur unvollständige Informationen vor. Der Bedarf an öffentlicher Ladeinfrastruktur hängt jedoch stark vom Ausbau der Ladeinfrastruktur im privaten Bereich ab – sowohl bei Wohngebäuden als auch für Arbeitnehmerladen.

Lösung und Empfehlung:

Kommunen können sich bei den Netzbetreibern über den aktuellen Ausbaustand der halb-öffentlichen und privaten Ladestationen informieren, da diese über Informationen zu vorhandenen Ladestationen verfügen. Netzbetreiber sollten den Kommunen diese Informationen für die Planung der öffentlichen Ladeinfrastruktur zur Verfügung stellen. Falls gebäudescharfe Informationen aus Datenschutzgründen nicht möglich sind, können auch aggregierte Angaben auf Baublock- oder Stadtteilebene wichtige Datengrundlage für die weitere Ausbauplanung darstellen.

Lokale Informationen über private Parkmöglichkeiten in Wohngebäuden notwendig

Problemstellung:

Die Verfügbarkeit und insbesondere das Potenzial für den Ausbau von privater Ladeinfrastruktur am Wohn- oder Arbeitsort sind vielerorts unbekannt. Die Verfügbarkeit privater Ladeinfrastruktur hat aber große Auswirkungen auf die Dimensionen des Ladeinfrastrukturaufbaus im öffentlichen und halb-öffentlichen Raum. Im Rahmen des Projektes konnten mit Hilfe von globalen, raumtypischen Anteilen grundsätzliche Aussagen über die Wahrscheinlichkeiten der Verfügbarkeit getroffen werden. Für eine weitere Ausdifferenzierung und Berücksichtigung lokaler Besonderheiten bedarf es allerdings Informationen über den tatsächlichen Bestand an privaten Parkmöglichkeiten.

Lösung und Empfehlung:

Die Grundlage für den Aufbau privater Ladeinfrastruktur bildet zusätzlich zur technischen Umsetzbarkeit am konkreten Standort das Vorhandensein privater Stellplätze. Im Rahmen des Projekts fiel auf, dass Informationen zu privaten Stellplätzen nur sehr selektiv zur Verfügung stehen. Daher wird empfohlen, dass vorhandene Informationsquellen im Hinblick auf private Stellplätze ausgewertet werden und darüber hinaus ein Konzept der Erfassung des Inventars an privaten Parkmöglichkeiten erstellt wird. Diese Informationen können synergetisch bei Fragestellungen in Bezug auf öffentliche Parkflächen hilfreich sein.

Bekräftigung des privaten Ladeinfrastrukturaufbaus

Problemstellung:

Ein Großteil der Pkw in Deutschland verfügt über einen privaten Stellplatz. Insbesondere in Gebieten mit knappem öffentlichem Parkraumangebot ist es bedeutsam, dass die vorhandenen privaten Stellplätze elektrifiziert werden. Aktuell bestehen Vorbehalte bei der Installation von Wallboxen in Garagen oder Tiefgaragen sowie generell beim Aufbau in Mietobjekten. Modellergebnisse zeigen, dass die Errichtung von privater Ladeinfrastruktur sich auf verschiedene Weisen mildernd auf den Ladebedarf an öffentlichen Ladestationen auswirkt. Seitens der Städte und Gemeinden besteht allerdings keine Möglichkeit, direkt auf den Ausbau und die Ausgestaltung von privater Ladeinfrastruktur einzuwirken.

Lösung und Empfehlung:

Mit Hilfe von Informations- und Beratungsangeboten können etwaige Vorbehalte abgebaut und der Ausbau der privaten Ladeinfrastruktur unterstützt werden. Im Sinne einer ressourcenschonenden Herangehensweise ist es insbesondere bei Gebäuden mit mehreren Parteien und größeren Parkplätzen/Tiefgaragen sinnvoll, die entsprechenden Akteure (Besitzende/Mietende) zu Kooperationen bei Betrieb und Nutzung der Ladeinfrastruktur zu ermutigen. Informationen über relevante Förderprogramme, die bestenfalls die Nutzung eigenerzeugter erneuerbarer Energien unterstützen, können zusätzliche Optionen zur Finanzierung privater Ladeinfrastruktur aufzeigen.

Ladeinfrastrukturaufbau im Kontext der Verkehrswende

Problemstellung:

Der Aufbau von Ladeinfrastruktur, etwa in Innenstädten, steht möglicherweise im Widerspruch zu weiteren verkehrspolitischen Zielen und Maßnahmen. Aufgebaute Ladeinfrastruktur könnte, trotz Bedingungen und Befristungen der Sondernutzung, Maßnahmen zur Umgestaltung des öffentlichen Straßenraumes (z.B. Verbesserung der Fuß- und Radinfrastruktur) verzögern. Bereiche, die Ziel vieler Wege sind, bieten sich grundsätzlich für Aufbau von Ladeinfrastruktur an. Insbesondere multifunktionale Räume ermöglichen eine hohe Auslastung im Tagesverlauf. In diesen Bereichen besteht allerdings auch häufig hohe Flächenkonkurrenz mit anderen Verkehrsträgern, insbesondere dem Nicht-Motorisierten Individualverkehr.

Lösung und Empfehlung:

Vor dem Aufbau von Ladeinfrastruktur ist zwingend zu prüfen, ob dies weiteren Zielen oder bereits in Planung befindlichen Maßnahmen zuwiderläuft. Eine notwendige Demontage, auch wenn rechtmäßig veranlasst, sollte zur Vermeidung von Irritationen bei der Bevölkerung sowie bei aufbauenden Akteuren nach Möglichkeit vermieden werden. Eine vorausschauende, integrierte Planung der Ladeinfrastruktur, aber auch der gesamten Mobilität, der zugehörigen Infrastruktur und des Raumes vermeidet verkehrliche Planungen mit entgegengesetzten Zielen. Insgesamt lässt sich der zukünftige Ladebedarf und damit auch die benötigte Anzahl von öffentlicher Ladeinfrastruktur durch eine Reduzierung der Pkw-Fahrleistung in größeren Agglomerationen vermindern. In ländlichen Gebieten, in denen eine Reduzierung schwerer umzusetzen ist, ist eine Versorgung der Fahrzeuge mit privater Ladeinfrastruktur in deutlich größerem Umfang möglich. So kann die Antriebswende ohne zusätzliche Inanspruchnahme von öffentlichen Flächen umgesetzt werden.

Ladeinfrastrukturaufbau im Kontext der Fahrzeug-Anschaffungsbe- reitschaft

Problemstellung:

Die für eine Adoption von E-Fahrzeugen durch die Bevölkerung wahrgenommenen Hemmnisse betreffen neben Fahrzeugparametern auch die Ausgestaltung und Positionierung von Ladeinfrastruktur (LIS). Diese Anforderungen unterscheiden sich in Abhängigkeit der Vorerfahrung, d.h. Nicht-Nutzende haben andere Anforderungen an die LIS als Nutzende. Dies betrifft insbesondere die Dichte des erwarteten Ladenetzes und die Positionierung der LIS.

Lösung und Empfehlung:

Politik und Kommune müssen sich der Herausforderung stellen, das Paradox zwischen der Errichtung von LIS für zukünftige Nutzer, um deren Nutzungshemmnisse zu reduzieren, und Errichtung, die sich an den Bedürfnissen der gegenwärtigen Nutzer orientiert, zu überwinden. Hier ergeben sich Differenzen hinsichtlich der Positionierung, wie z.B. Erwartungen hinsichtlich LIS in Wohngebieten (Nicht-Nutzende) und an Points-of-Interest (Nutzende), die im Wesentlichen aus unterschiedlichen mentalen Modellen der Integration des Ladevorgangs in den Alltag resultieren (klassisches Tanken vs. parallele Tätigkeit zu anderen Erledigungen). Die Politik muss dabei entscheiden, inwieweit beide Facetten (Anreiz vs. Bedarf) wichtig sind. Aufgrund rein marktwirtschaftlicher Überlegungen ist zu erwarten, dass ein LIS-Aufbau rein nach den Erwartungen der tatsächlichen Benutzer zu bevorzugen ist, jedoch könnten damit Anreizwirkungen für Nicht-Nutzende fehlen.

B.II Genehmigungsverfahren

Etablierung einer Lenkungsgruppe Ladeinfrastruktur in der Verwaltung

Problemstellung:

In den öffentlichen Verwaltungen sind häufig verschiedene Dezernate und Referate mit dem Thema Ladeinfrastruktur befasst. Teilweise finden daher keine effektive Bündelung und Koordination statt. Dies führt zu einer ineffizienten Nutzung der Ressourcen und zu fehlender Zusammenarbeit zwischen den Stellen.

Lösung und Empfehlung:

Um diese Herausforderung zu bewältigen, ist es wichtig, eine Struktur zu schaffen, die eine Bündelung und Koordination ermöglicht. Bei den Interviews mit den Städten hat sich herausgestellt, dass sich eine Lenkungsgruppe für Ladeinfrastruktur als zentrale Austauschplattform bewährt hat, um die verschiedenen Dezernate zusammenzubringen, Informationen auszutauschen und gemeinsame Strategien zu entwickeln. Als ein weiterer wesentlicher Erfolgsfaktor erweist sich dabei die Unterstützung dieser Maßnahmen durch höchste politische Stellen (z.B. Verwaltungsleitung).

Standardisierte Verfahren für zügige Genehmigungsprozesse

Problemstellung:

Ladeinfrastrukturbetreiber benötigen Transparenz über die Genehmigungsverfahren, um den Ausbau der Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum effizient zu planen. Da in den nächsten Jahren ein starker Ausbau der Ladeinfrastruktur zusätzlich zur Erweiterung von Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen erwartet wird, werden bei Kommunen und Netzbetreibern viele Genehmigungsverfahren durchgeführt werden. Aufgrund der bundesländerspezifischen Rechtslage existiert bei den Genehmigungsverfahren derzeit kein bundesweit einheitlicher Standard. Selbst innerhalb eines Bundeslandes unterscheiden sich die Fachverfahren von Kommune zu Kommune.

Lösung und Empfehlung:

Die Prozesse sollten so standardisiert werden, dass sowohl die verwaltungsinterne Beteiligung als auch die verwaltungsübergreifende Abstimmung beschleunigt wird und die Verfahren digitalisiert werden. Eine Vereinheitlichung der Verfahren innerhalb der Bundesländer ermöglicht es, die Realisierungsrate zu erhöhen, da sich die Antragsteller auf eine Vorgehensweise einstellen können. Gleichzeitig wäre es hierdurch ggf. möglich, auf dieser Basis auch eine integrierte strategische Planung zwischen Städten und den umliegenden Gemeinden vorzunehmen.

Transparenz in den Genehmigungsverfahren

Problemstellung:

Weder für die Bevölkerung noch für die Anbieter von Ladelösungen ist transparent, ob

1. bereits eine Prüfung eines Standortes stattgefunden hat,
2. warum dieser ggf. verworfen wurde und
3. in welchem Status sich ggf. ein Antrag befindet.

Lösung und Empfehlung:

Als wichtigstes Element ist hier die Schaffung eines einheitlichen Prozesses zu sehen, der an alle Akteure kommuniziert werden kann. Dieser Prozess sollte idealerweise so gestaltet werden, dass es nur einen Punkt der Kontaktaufnahme zwischen der genehmigenden und anfordernden Stelle gibt. Mittels einer Plattform, auf der dieser Prozess abgebildet wird, könnten sich dann alle mit dem Prozess befassten Personen jederzeit einen Überblick über den Status machen. Ein erster Schritt in diese Richtung ist das Flächentool der NOW, das verschiedene Interessengruppen zusammenbringt.

Austausch zwischen Kommune und Netzbetreiber

Problemstellung:

Netzbetreiber prüfen erst zum Zeitpunkt der Anfrage für die Installation einer Ladestation, ob die Netzanschlusskapazität ausreichend ist. Vorab ist aber teilweise schon ein längerer Verwaltungsprozess in den zuständigen Genehmigungsstellen gelaufen. Dies führt zu Verzögerungen und Unsicherheiten für die potenziellen Betreiber von Ladestationen, da sie nicht rechtzeitig über die Verfügbarkeit des Netzanschlusses informiert werden. Gleichzeitig verfügen die Netzbetreiber über die Anmeldung der Netzanschlüsse und damit über ein besseres Gesamtbild der Planung von öffentlicher und privater Ladeinfrastruktur, die für die strategische Planung öffentlicher Ladeinfrastruktur wichtige Anhaltspunkte liefern würde.

Lösung und Empfehlung:

Durch eine frühzeitige Kommunikation zwischen der Kommune und dem Netzbetreiber sowie die Bereitstellung von Informationen, an welchen Standorten noch welche Netzkapazitäten vorhanden sind, können potenzielle Betreiber von Ladestationen besser planen und gegebenenfalls alternative Lösungen suchen, falls die Netzanschlusskapazität nicht ausreicht. Dies führt zu einer effizienteren Installation von Ladestationen, indem nicht-zielführende Verfahren vermieden werden. Dies ermöglicht die schnellere Elektrifizierung des Verkehrs.

B.III Nutzung von Ladeinfrastruktur

Begrenzung der Standzeiten im öffentlichen Raum

Problemstellung:

Ladestationen im öffentlichen Raum stehen in Flächenkonkurrenz zu anderen vielfältigen Nutzungsansprüchen. Daher ist es wichtig, dass die Stationen auch effizient genutzt werden. Dies ist nur gegeben, wenn die zugehörigen Stellflächen nicht durch Verbrennerfahrzeuge blockiert werden und Elektrofahrzeuge den Ladeplatz möglichst schnell nach Ende der Ladung verlassen. Hierfür müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden.

Lösung und Empfehlung:

Für E-Fahrzeuge sollte die Standzeit an den Ladestationen begrenzt werden. Die durchschnittliche Ladedauer an DC-Ladestationen betrug im Projekt „Cities in Charge“ rund 30 Minuten, an AC-Ladestationen lag sie im Durchschnitt zwischen drei und sechs Stunden. Daher wird eine Begrenzung der Standzeit auf max. eine Stunde an DC-Ladestationen und tagsüber max. vier Stunden an AC-Ladestationen im öffentlichen Raum empfohlen. Hierfür eignet sich die Kombination aus einer entsprechenden Beschilderung und eine Erhebung einer Parkgebühr nach Ablauf der begrenzten Standzeit.

Emissionsreduktion durch Ausbau Ladeinfrastruktur bewerten

Problemstellung:

Der Ausbau der Elektromobilität ist ein zentraler Aspekt zur Erreichung der Klimaschutzziele auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene. Daher setzen sich viele Kommunen Ziele für den Ausbau von Ladestationen. Der Beitrag, den neue Ladeinfrastruktur zur Emissionsreduktion leisten kann, lässt sich jedoch nur mittelbar abschätzen.

Lösung und Empfehlung:

Eine Herausforderung im Projekt „Cities in Charge“ war die Abschätzung der Reduktion der NO_x-Emissionen durch den Aufbau der Ladestationen, da nur Daten zu den Ladevorgängen verfügbar waren, nicht jedoch zu den ladenden E-Fahrzeugen und den ersetzten Verbrennerfahrzeugen. Im Projekt wurde daher eine Methodik erarbeitet, mit der auf Basis von Ladedaten und öffentlich verfügbarer Fahrzeugdaten die Reduktion von NO_x-Emissionen und anderer Emissionsarten, z.B. CO₂, weitere Treibhausgase oder Feinstaub, berechnet werden kann. Kommunen, die die Reduktionseffekte des Ladeinfrastrukturausbaus bewerten wollen, sollten mit den Betreibern der Ladestationen die Bereitstellung der Daten zu den Ladevorgängen vereinbaren. Es sollten mindestens Angaben zur jährlich geladenen Strommenge zur Verfügung gestellt werden. Die vermiedenen Emissionen können dann mittels weniger Faktoren abgeschätzt werden. Für detailliertere Analysen wie z.B. die Nutzung einzelner Ladesäulen oder unterjährigere Analysen wären räumlich und zeitlich aufgelöste Daten erforderlich.

C. Handlungsempfehlungen an Netzbetreiber

Der erwartete Hochlauf elektrischer Fahrzeuge stellt vor allem Verteilnetzbetreiber vor neue Herausforderungen. Die zusätzlichen Ladevorgänge resultieren in einer höheren Belastung der elektrischen Netze. Bei einer vollständigen Substitution von PKW mit Verbrennungsmotor durch elektrische PKW würde der elektrische Energiebedarf etwa um 25 % steigen. Aus Sicht von Verteilnetzbetreibern stellt sich daher die Frage, wie und mit welchen Methoden die zukünftige Belastung der Netze durch Elektromobilität abzuschätzen ist. Darüber hinaus ist bisher ungeklärt, welche Maßnahmen zur flächendeckenden Integration elektrischer Fahrzeuge ergriffen werden müssen. Hierbei ist zusätzlich der Einfluss dieser Maßnahmen auf die Mobilität der Fahrzeuge zu betrachten. Durch zu starke Abregelung von Ladevorgängen besteht die Gefahr, dass geplante Fahrten mit den betroffenen Fahrzeugen nicht durchgeführt werden können. Darüber hinaus ist die Praxistauglichkeit verschiedener Lastmanagementansätze zu berücksichtigen. Insbesondere Verfahren, die eine große Menge von Messwerten des Netzes benötigen, sind vor dem Hintergrund eines noch nicht gut digitalisierten Verteilnetzes in Deutschland voraussichtlich nicht in naher Zukunft anwendbar.

Tabelle 3: Übersicht der Handlungsfelder für die Netzbetreiber

<i>Handlungsfeld I:</i>	Lastmanagement
<i>Auswirkungen von Ladevorgängen auf die Netzbelastung</i>	
<i>Netzdienliches Lastmanagement</i>	

C.I Lastmanagement

Auswirkungen von Ladevorgängen auf die Netzbelastung

Problemstellung:

Die aus dem Hochlauf elektrischer Fahrzeuge resultierenden Ladevorgänge stellen eine zusätzliche Belastung der Verteilungsnetze dar. Für Netzbetreiber stellt sich die Frage, wie diese ansteigende Last in der Planung zukünftiger Netze zu berücksichtigen ist. Kurzfristig ist hier insbesondere die Frage des Netzintegrationspotentials von Ladeinfrastruktur in die bestehenden Netze von Interesse, da der flächendeckende Ausbau der Netze aufgrund von Fachkräftemangel und Genehmigungsprozessen eher mittelfristig erreichbar ist.

Lösung und Empfehlung:

Im Rahmen des Projektes wurden Auswirkungen von Ladevorgängen auf Nieder- und Mittelspannungsnetze mithilfe von Zeitreihensimulationen bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, dass die klassische Planung mit Gleichzeitigkeitsfaktoren zu einer Überschätzung der Netzbelastung führt, da diese das gleichzeitige Auftreten von Lastspitzen mehrerer Technologien unterstellen. Die Wahrscheinlichkeit solcher extremer Lastsituationen ist sehr gering und Betriebsmittel sind im Allgemeinen in der Lage, für kurze Zeit Leistungen oberhalb der Nennleistung zu übertragen. Unter Berücksichtigung einer weniger konservativen Planung der Netze stellt sich heraus, dass die aktuellen Netze über einen gewissen Puffer für die Aufnahme neuer Fahrzeuge verfügen. Die Anwendung moderner Netzplanungsverfahren sorgt für eine effizientere Auslegung der elektrischen Netze für zukünftige Versorgungsaufgaben.

Netzdienliches Lastmanagement

Problemstellung:

Eine (kurzfristige) Alternative zum Ausbau der elektrischen Netze ist der Einsatz von netzdienlichem Lastmanagement zur Netzintegration von Ladeinfrastruktur. Aus diesem Grund erwägt die Bundesnetzagentur die verpflichtende Teilnahme an netzorientiertem Lastmanagement basierend auf Echtzeitmesswerten in der Niederspannung. Die Ausgestaltung und ihre Wirksamkeit sind jedoch, insbesondere vor dem Hintergrund nicht ausreichend digitalisierter Netze, zu untersuchen.

Lösung und Empfehlung:

Es wurden die Auswirkungen von netzdienlichem Lastmanagement für sowohl private als auch öffentliche Ladeinfrastruktur simulativ untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass Lastmanagement an öffentlicher Ladeinfrastruktur nur sehr begrenzt Einfluss auf die Netzbelastung hat. Dies ist darin begründet, dass die geladene Energie und Leistung an öffentlicher Ladeinfrastruktur bezogen auf die gesamte Ladeenergie und -leistung relativ gering sind. Darüber hinaus ist die elektrische Flexibilität bei öffentlichen Ladevorgängen aufgrund kürzerer Aufenthaltsdauern deutlich geringer als im privaten Bereich. Im privaten Bereich zeigt sich, dass eine flächendeckende Reduzierung der Ladeleistung zu einer massiven Erhöhung des Netzintegrationspotentials führen kann. Dies kann durch mehrere Lastmanagements, wie Ladezeitfenster, P(U)-Regelung oder die Reduzierung der installierten Ladeleistung erreicht werden. Das vielversprechendste Lastmanagement ist das Aufladen mit der minimalen Ladeleistung, welche noch zum Vollladen während Standzeit führt. Die Rückwirkungen der genannten Maßnahmen auf die Fahrzeugmobilität sind dabei gering.

D. Handlungsempfehlungen an die Regulatorik

Mit dem Anstieg des Stromverbrauchs durch zunehmende Elektromobilität kann die Vermeidung von Stromnetzengpässen durch netzdienliches Laden an Bedeutung gewinnen. Der Regulierungsrahmen muss die richtigen Anreize setzen, damit der volkswirtschaftliche Nutzen netzdienlichen Lademanagements, in Form einer Verringerung oder Verzögerung des Netzausbaubedarfs, in effizienter Weise gegen dessen Bereitstellungskosten abgewogen wird. Letztere bestehen in erster Linie aus dem Komfortverlust der Mobilitätskunden und den Umsetzungskosten auf Seiten der Ladesäulenbetreiber.

Ein Hauptaugenmerk liegt auf den geplanten Regelungen für steuerbare Verbrauchseinrichtungen nach § 14a EnWG, die Netzentgeltreduktionen für Anlagen in der Niederspannungsebene vorsehen. Eine direkte Übertragung der bundeseinheitlichen Regelungen auf die Mittelspannungsebene erscheint schon deshalb kritisch, weil dies den unterschiedlichen Netzsituationen und monetären Nutzen der Netzdienlichkeit nicht gerecht würde. Überdies legt die ökonomische Auswertung der exemplarischen Netzsimulation nahe, dass der Nettonutzen aus dem netzdienlichen Laden eher gering und ggf. sogar negativ sein wird. Um Fehlanreize zu vermeiden, sollte die Höhe der Netzentgeltreduktionen stärker durch den Netzbetreiber steuerbar sein, so dass die gewährten Ersparnisse auch die Kostenersparnisse im Netz angemessen widerspiegeln.

Tabelle 4: Übersicht des Handlungsfelds der Regulatorik

<i>Handlungsfeld I:</i>	Regulatorische Anreize
<i>Nutzen und Kosten netzdienlichen Ladens ermitteln</i>	
<i>Regulatorische Anreize schaffen Akzeptanz für netzdienliches Laden</i>	
<i>Netzspezifische Unterschiede erfordern flexible regulatorische Anreize</i>	

D.I Regulatorische Anreize

Nutzen und Kosten netzdienlichen Ladens ermitteln

Problemstellung:

Netzdienliches Lademanagement ist gesamtwirtschaftlich vorteilhaft, wenn der monetäre Nutzen für das Stromnetz die Kosten für Ladekunden und Infrastrukturbetreiber abdeckt. Beide Komponenten müssen für die Beurteilung der regulatorischen Anreize bestimmt werden.

Lösung und Empfehlung:

Der Nutzen netzdienlichen Ladens lässt sich durch die Einsparungen in den Stromnetzkosten bemessen. Eine bessere Netzauslastung und damit geringere Zahl an Grenzwertverletzungen kann den Netzausbaubedarf verringern und damit zu niedrigeren Netzkosten führen. Im Fall des durch die RWTH Aachen simulierten exemplarischen Netzgebiets zeigte sich, dass durch netzdienliches Lademanagement ein deutlicher Anteil der durch die E-Mobilität verursachten Netzausbaukosten bis 2030 eingespart werden kann. Absolut gesehen sind die Kosteneinsparungen jedoch gering und können im betrachteten Fallbeispiel die Bereitstellungskosten für netzdienliches Laden bei weitem nicht decken.

Die Bereitstellungskosten bestehen insbesondere aus dem Komfortverlust für die Ladekunden, da diese in Netzengpasssituation von einer Abregelung des Ladestroms betroffen sind und ihnen dadurch Zeitkosten durch häufigeres oder längeres Aufladen entstehen. Die Zeitkosten dürften individuell und situationsabhängig recht unterschiedlich sein und sind daher schwer allgemein abzuschätzen. Der gesamtwirtschaftliche Nettonutzen für netzdienliches Lademanagement erscheint aber auch bei vorsichtiger Schätzung der Kosten gering, so dass der finanzielle Spielraum für eine Beanreizung netzdienlichen Ladens begrenzt ist.

Regulatorische Anreize schaffen Akzeptanz für netzdienliches Laden

Problemstellung:

Die Umsetzung netzdienlichen Ladens erfordert die Bereitschaft der Kundschaft, netzdienliche Ladetarife zu akzeptieren. Dazu müssen die Tarifrabatte groß genug sein, um die Kundschaft für den erwarteten Komfortverlust zu kompensieren. Der zentrale Hebel liegt in den regulatorischen Vorgaben zur Weitergabe der eingesparten Netzkosten an die Netzkunden (Ladesäulenbetreiber) und von diesen an die Ladekundschaft.

Lösung und Empfehlung:

Die Akzeptanz für netzdienliches Laden lässt sich in Form der „Willingness to Accept“ bemessen, die angibt, wie hoch eine Kompensationszahlung sein muss (hier: Rabatt auf den Ladetarif), um einen bestimmten Nachteil (hier: Komfortverlust) auszugleichen. Die Regulierung sieht über die geplante Konkretisierung von § 14a EnWG Netzentgeltreduktion für steuerbare Verbrauchseinrichtungen in der Niederspannungsebene vor, die bis zu 60 % der Netzentgelte umfassen. Für öffentliche Ladestationen, die häufig an der Mittelspannungsebene angeschlossen sind, gilt diese Regelung jedoch nicht und eine direkte Übertragung würde zu überhöhten Anreizen führen. Im simulierten Fallbeispiel lägen die Netzentgeltreduktionen deutlich über den geschätzten Akzeptanzkosten der Ladekundschaft.

Netzspezifische Unterschiede erfordern flexible regulatorische Anreize

Problemstellung:

Die regulatorischen Anreize für netzdienliches Laden sollten so ausgestaltet sein, dass die Bereitstellung der Netzdienlichkeit in dem Ausmaß erfolgt, in dem sie volkswirtschaftlich optimal ist. Effiziente Anreize setzen somit voraus, dass die marginale Vergütung der Netzdienlichkeit (Netzentgeltreduktion) den marginalen Kosten (Bereitstellungskosten) entspricht. Sind die Anreize zu gering, besteht die Gefahr, dass sich netzdienliches Verhalten nicht lohnt, selbst wenn der Nettonutzen positiv ist. Umgekehrt können zu hohe Anreize dazu führen, dass netzdienliches Verhalten selbst dann gefördert wird, wenn der Nettoeffekt negativ ist. Die Abwägung muss den netzspezifischen Gegebenheiten (Kosten und Nutzen der Netzdienlichkeit) Rechnung tragen, um Fehlanreize zu vermeiden.

Lösung und Empfehlung:

Die geplante Netzentgeltreduktion für steuerbare Verbrauchseinrichtungen in der Niederspannungsebene erscheint nicht geeignet für eine direkte Übertragung auf netzdienliches Lademanagement in der Mittelspannung. Angesichts der zu erwartenden Unterschiede in den Netzgebieten ist eine Beanreizung durch eine pauschale oder verbrauchsabhängige, relative Netzentgeltreduktion zu undifferenziert, um effiziente Anreize zu setzen. Die Höhe der Netzentgeltreduktion, die darüber entscheidet, in welchem Ausmaß Netzdienlichkeit bereitgestellt wird, steht in keinem direkten Bezug zu deren monetären Nutzen.

Eine Verbesserung der Effizienz könnte durch eine flexiblere Ausgestaltung der Regulatorik erreicht werden, die es dem Netzbetreiber ermöglicht, die Netzentgeltreduktion konkreter an die jeweilige Netzsituation anzupassen und damit einen Ausgleich zwischen (Grenz-)Nutzen und -Kosten der Netzdienlichkeit sicherzustellen.