

Kurzbeschreibung der Methodik des StandortTOOL zur Prognostizierung des Ladebedarfs bis 2030

Das vom BMVI geförderte StandortTOOL unterstützt die Nationale Leitstelle Ladeinfrastruktur bei der Planung des Ausbaus von Ladeinfrastruktur (LIS) in Deutschland. Das StandortTOOL gibt Auskunft über die bundesweite Verortung des prognostizierten Bedarfs an zusätzlicher Ladeinfrastruktur.

Die Identifikation aus bedarfssicht geeigneter Standorte für den Aufbau von Ladeinfrastruktur basiert auf räumlichen, soziodemografischen und sozioökonomischen Faktoren, Verkehrsverflechtungen sowie Fahrzeugmarktinformationen.

Differenzierte Analyse des Ladebedarfs im Nah- und Fernverkehr

Das StandortTOOL dient der Planung des Ladeinfrastrukturausbaus in Deutschland. Der prognostizierte Ladebedarf wird in Gitterzellen mit einer Kantenlänge von 500 m ausgegeben. Die Ladebedarfsprognose wird für drei Prognosehorizonte ermittelt (2022, 2025 und 2030). Jeder Prognose liegen Annahmen zur zukünftigen Elektromobilität, u. a. zum Bestand von Elektrofahrzeugen, zur technologischen Entwicklung von Elektrofahrzeugen, zur Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur und zum Ladeverhalten der Nutzer:innen zugrunde. Kritische Einflussfaktoren können mittels unterschiedlicher Regler variiert werden. Dadurch kann das StandortTOOL flexibel auf marktliche und technologische Entwicklungen reagieren, wie z. B. auf einen dynamischen Markthochlauf von Elektrofahrzeugen. In der Webversion des StandortTOOL können folgende Einflussfaktoren durch Regler bei den Ladebedarfsprognosen für die Jahre 2025 und 2030 variiert werden: Anzahl Elektrofahrzeuge, Anteil Fahrzeuge mit privater Lademöglichkeit, Aufbaustrategie der Ladeinfrastruktur.

Bei der räumlichen Verortung des Ladebedarfs in Deutschland wurden zwei unterschiedliche methodische Ansätze kombiniert, um unterschiedliches Ladeverhalten und öffentliche Ladeinfrastrukturbedarfe im Nah- und Fernverkehr modellseitig abzubilden. Zum Nahverkehr gehören Pkw-Fahrten von bis zu 100 km Wegelänge. Längere Fahrten werden dem Fernverkehr zugeordnet. Basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen findet das Laden eines Elektrofahrzeugs im Nahverkehr überwiegend zu Hause oder während anderer Aktivitäten im Tagesverlauf statt (z. B. bei der Arbeit, beim Einkaufen, bei Freizeitaktivitäten). Entsprechend verteilt sich der Ladebedarf im Nahverkehr abhängig von der Siedlungsstruktur und dem Pkw-Verkehrsaufkommen auf die Siedlungsfläche in Deutschland. Anders verhält es sich mit dem Ladebedarf im Fernverkehr. Dieser wird entlang des Autobahnnetzes (zzgl. einiger fernverkehrsrelevanter Bundesstraßen) auf bewirtschafteten Rastanlagen, Autohöfen, Rastplätzen und Anschlussstellen verortet. Für beide Ansätze (nah und fern) gelten die

gleichen Annahmen hinsichtlich des Fahrzeugbestands und der technischen Fahrzeugauslegung (Reichweite, Batteriekapazität und Verbrauch). Dieses kohärente Vorgehen erlaubt im StandortTOOL den räumlich verorteten Ladebedarf aus Nah- und Fernverkehr auf Gitterzellenebene zu aggregieren und auszugeben.

Analysen im Nahverkehr

Die Berechnung und die räumliche Verortung des Ladebedarfs auf Siedlungsflächen baut auf dem am Institut für Stadtbauwesen und Stadtverkehr (ISB) der RWTH Aachen University entwickelten Modell STELLA auf. Erweitert wurde dieses Modell unter anderem durch Analysen des Ladeinfrastrukturbedarfs, der mit dem Modell CURRENT („Charging infrastructure for electric vehicles analysis tool“) des Instituts für Verkehrsforschung des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ermittelt wurde. Dadurch wurde es möglich, mit zeitlich differenzierten Mobilitätsanalysen einen aktivitätsspezifischen öffentlichen Ladeinfrastrukturbedarf zu bestimmen. Die Ladebedarfsanalysen im StandortTOOL verbinden beide Modellansätze und basieren auf einem mehrstufigen Ansatz: Quartierstypisierung (1), Verkehrserzeugung (2), Elektrifizierung des Pkw-Verkehrs (3), Ladeverhaltensanalysen (4) und Ermittlung des Ladepotenzials (5). Die Quartierstypisierung (1) findet auf Postleitzahlebene-5 statt und nutzt räumlich differenzierte Daten zur Siedlungsstruktur, Verkehrsinfrastruktur, Soziodemografie und Sozioökonomie. Hierauf aufbauend und unter Einbezug von Mobilitätsanalysen aus den Studien Mobilität in Deutschland (MiD) 2008 und 2017 findet je Quartierstyp eine nach Verkehrsmitteln und Wegezwecken differenzierte Verkehrserzeugung (2) statt. Anschließend werden die Pkw-Fahrten entsprechend des aktuellen und prognostizierten Bestandes an Elektrofahrzeugen in der Gesamtflotte elektrifiziert (3). In einem nächsten Schritt finden zeitlich und nach Wegezwecken (Wohnen, Arbeiten, Einkaufen, Freizeit und Sonstiges) differenzierte Analysen des Ladeverhaltens (4) statt, um den öffentlichen Ladeinfrastrukturbedarf zu ermitteln. Mit der Umlegung des ermittelten öffentlichen Ladeinfrastrukturbedarfs auf Gitterzellen mit einer Kantenlänge von 500 m ist eine deutschlandweite Vergleichbarkeit der prognostizierten Ladebedarfe möglich (5).

In einem nachgelagerten Schritt werden die modellierten Ladebedarfe um die bereits durch die Nachfrage, die bereits durch vorhandene Ladeinfrastruktur abgedeckt ist, reduziert.

Analysen entlang der Fernverkehrsachsen

Das Modell STELLA ist methodisch erweitert worden, um den Ladebedarf des Fernverkehrs räumlich zu verorten. Für die Hauptverkehrsachsen im Fernverkehr in Deutschland (Bundesautobahnen zzgl. einzelner Bundesstraßen) wurde auf Grundlage der Verkehrsverflechtungsprognose 2030 des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) sowie der o.g. Annahmen zur Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland das Ausbaupotenzial

für Ladeinfrastruktur bestimmt und verortet. Dazu wurde wiederum ein mehrstufiger Ansatz verwendet: Verkehrsbeziehungen auf Kreisebene nach der Verkehrsverflechtungsprognose als Datenbasis (1), Identifikation und Quantifizierung von Fernverkehrsfahrten (2), Elektrifizierung des Pkw-Verkehrs (3), Identifikation von Lademöglichkeiten (4), Auswahl von Lademöglichkeiten (5), Ermittlung des Ladepotenzials (6), Umrechnung auf Gitterzellen (7) und Einbeziehung errichteter Ladeinfrastruktur (8). Die Nachfrage je Verkehrsbeziehung aus der Verkehrsverflechtungsprognose (1) gibt einen Jahresgesamtwert an. Um von diesem Jahresgesamtwert auf den Wert eines Untersuchungstages zu kommen (typischer Werktag), werden aus der MiD 2017 Faktoren abgeleitet und mit dem Jahresgesamtwert verrechnet. Durch ein Routing jeder Kreis-zu-Kreis-Verkehrsbeziehung können die Routen und Streckenlängen zwischen den potenziellen Start- und Zielpunkten der Fernverkehrsfahrten ermittelt werden. Durch Verknüpfung dieser Informationen je Fahrzeugsegmentgruppe mit der Annahme einer vollgeladenen Batterie können solche Fernverkehrsfahrten identifiziert werden, die mindestens einer Nachladung bedürfen und so ein Ladepotenzial entlang der Fernverkehrsachse verursachen (2). Anschließend wird der Anteil der elektrifizierten Pkw-Fahrten abhängig vom aktuellen und vom prognostizierten Bestand an Elektrofahrzeugen in der Gesamtflotte ermittelt (3). In diesem Schritt werden die Anforderungen unterschiedlicher Fahrzeuggrößen sowie ihrer entsprechend unterschiedlichen technischen Auslegungen an die Ladeinfrastruktur berücksichtigt. Parallel werden auf den betrachteten Fernverkehrsachsen Lademöglichkeiten (bewirtschaftete Rastanlagen, Autohöfe, Rastplätze und Anschlussstellen) identifiziert (4). Durch die anschließende Kombination der Schritte 1 bis 4 ist es mit Hilfe von Routing-Algorithmen möglich, einerseits die Lademöglichkeiten auf einer Route (5) sowie andererseits die potenziellen Ladebedarfe im Fernverkehr zu identifizieren. Dabei gilt die Annahme, dass bewirtschaftete Rastanlagen und Autohöfe aufgrund ihrer Lage und Ausstattung zum Laden bevorzugt werden. Mittels Überlagerung aller Routen kann für jede Lademöglichkeit so das Ladepotenzial der gesamten elektrischen Fahrzeugflotte ermittelt werden (6). Die Ergebnisse des Fernverkehrs werden wiederum auf die gleichen Gitterzellen mit Kantenlängen von 500m umgelegt und mit den Potenzialen aus dem Nahverkehr verrechnet (7).

Ebenso wie im Nahverkehr werden in einem nachgelagerten Schritt die modellierten Ladebedarfe um die bereits durch die vorhandene Ladeinfrastruktur abgedeckte Nachfrage reduziert (8).

Anschlussverfügbarkeit Mittelspannung

Der zu erwartende Ausbaur Aufwand für LIS hängt stark davon ab, ob der vorhandene Mittelspannungsanschluss noch ausreichend leistungsfähig oder ggf. bereits ausgelastet ist. Zusätzlich muss beachtet werden, auf welcher Straßenseite die LIS positioniert werden soll. Ist eine Straßenunterführung nötig, um die LIS anzuschließen, erhöht sich der finanzielle

Aufwand deutlich. Diese Informationen sollten bei der Planung von LIS berücksichtigt und vom entsprechenden Netzbetreiber eingeholt werden.

Der zu erwartende Anschlussaufwand von Ladeinfrastruktur an das Mittelspannungsnetz wurde für das StandortTOOL modelliert und wird als Zusatzinformation angezeigt. Diese Information ist nicht in den Algorithmus für die Potenzialbestimmung eingebunden. Die Informationen zur Anschlussverfügbarkeit ans Mittelspannungsnetz werden auf die Gitterzellen mit einer Kantenlänge von 500 m aggregiert und unter Berücksichtigung des drei Stufen-System (niedrig, mittel, hoch) ausgegeben.

Methodisch wird für die Bestimmung des zu erwartenden Anschlussaufwands der Abstand zwischen der potenziellen Ladeinfrastruktur und der jeweils nächstgelegenen Mittelspannungsleitung ermittelt. Je größer der Abstand ist, desto höher ist der zu erwartende Aufwand für den Anschluss an das Stromnetz. Da aktuell keine flächendeckenden Stromnetzdaten zur Verfügung stehen, werden die nötigen Stromnetzverläufe synthetisiert und die Verortung von Mittelspannungsleitungen angenähert. Dies geschieht mit Hilfe des Modells SOLID des Reiner Lemoine Instituts (RLI).

Der Netzausbau in Deutschland wird dabei als vollständig angenommen. Die Verortung der Leitungsverläufe wird auf vorhandene Straßen beschränkt. In einem ersten Schritt werden für alle Straßen, die sich innerhalb von Siedlungs- bzw. Verkehrsflächen befinden, eine nutzbare Mittel- oder Niederspannungsleitung (entlang der jeweiligen oder einer nah gelegenen Straße) verortet. Anschließend wird an jeder Straßenkreuzung der Abstand zur nächstgelegenen Anbindung an die Mittelspannungsversorgung bestimmt. Auf dieser Grundlage wird für jeden potenziellen LIS-Standort / Gitterzelle die benötigte Anschlusslänge an das Mittelspannungsnetz ermittelt. Daraus wird abgeleitet, welche baulichen und finanziellen Aufwände mit diesem LIS-Standort / Gitterzelle voraussichtlich verbunden sind. Die Aufwände werden anhand eines drei Stufen-Systems angegeben: niedrig, mittel und hoch.

Interpretation und Nutzung der Ergebnisse

Das StandortTOOL dient dazu, Ladeinfrastrukturausbaubedarfe zu identifizieren und unterstützt damit den bedarfsgerechten Ladeinfrastrukturausbau. Eine Übersicht der für die Ladebedarfsanalyse zugrundeliegenden Datensätze finden Sie zum Download auf der Webseite des StandortTOOL. Die Ladebedarfsanalysen im StandortTOOL beziehen sich auf den Personenverkehr. Das modellseitige Vorgehen bei der Ladebedarfsermittlung erzeugen eine hohe Vergleichbarkeit der Ergebnisse. Lokale Gegebenheiten können jedoch zu Abweichungen der prognostizierten Ladebedarfe führen. Die Analysen ersetzen keine Mikrostandortplanung.

Zur Nutzung der Ergebnisse wird seitens der Nationalen Leitstelle Ladeinfrastruktur auf der Webseite des StandortTOOL ein GIS-Download zur Verfügung gestellt. In der Spalte

„Potentiale“ der GIS-Datei wird der Ladebedarf anhand der online abgebildeten Farbskala dargestellt. Die unterschiedlichen Farben lassen sich jeweils durch die folgende Anzahl an Ladevorgängen beschreiben:

Die jeweilig prognostizierte Anzahl an Ladevorgängen sollen einen Einblick in die bundesweite Ladeinfrastrukturstrategie geben und der Akteurslandschaft ermöglichen ein gemeinsames Verständnis zu entwickeln. Sowohl die ausgewiesenen Bedarfe, als auch der zu erwartende Anschluss an das Stromnetz basieren auf Modellierungen und können von der realen Nachfrage und des tatsächlichen Netzanschlusses vor Ort abweichen. Es wird keinerlei Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben übernommen.