

## Mobilstationen als Stadtbaustein der Energie- und Verkehrswende

*Christian Larisch, Jannik Wendorff, Maximilian Birk, Sarah Hermens*

(Christian Larisch, M.Sc., RWTH Aachen University - Lehrstuhl und Institut für Städtebau, larisch@staedtebau.rwth-aachen.de)  
(Jannik Wendorff M.Sc., RWTH Aachen University - Lehrstuhl und Institut für Städtebau, wendorff@staedtebau.rwth-aachen.de)  
(Maximilian Birk, M.Eng., RWTH Aachen University - Lehrstuhl und Institut für Städtebau, birk@staedtebau.rwth-aachen.de)  
(Sarah Hermens, M.Sc., RWTH Aachen University - Lehrstuhl und Institut für Städtebau, hermens@staedtebau.rwth-aachen.de)

### 1 ABSTRACT

Der Klimawandel und die darauf reagierenden Klimaschutzziele bedingen notwendige Transformationsprozesse in allen gesellschaftlichen und technologischen Bereichen. Die Sektoren Energie und Mobilität sind aufgrund ihres signifikanten Anteils an den Treibhausgasemissionen bei der Transformation hin zu einer nachhaltigen Lebens- und Produktionsweise von herausragender Bedeutung.

Die flächendeckende Transition des Energienetzes, beispielweise von einem Wechselstrom- hin zu einem effizienteren Gleichstromsystem, ist eine enorme Herausforderung auf vielen Ebenen. Es gilt Nischen zu finden, in denen sich neue Strukturen etablieren und als Vorreiter hin zu einer breiteren Verwendung von Gleichstromsystemen dienen können. Ladeinfrastruktur für E-Mobilität, deren flächendeckender Ausbau aufgrund des stetigen Zuwachs von E-Mobilitätsangeboten breit forciert wird, würde durch signifikante Effizienzgewinne im besonderen Maße von einer direkten Gleichstromversorgung profitieren und sich somit als eine solche Nische zur experimentellen Umsetzung von Gleichstrominfrastrukturen auf Quartiersebene anbieten.

Die notwendigen Eingriffe in das Mobilitäts- und Energiesystem haben dabei tiefgreifende Auswirkungen auf den urbanen Raum. Infrastrukturelle Transformationsprozesse werden als Bestandteil der Stadtplanung trotzdem selten proaktiv aufgenommen und integrativ gestaltet. Besonders vor dem Hintergrund der stetigen Zunahme der Flächenkonkurrenz im öffentlichen Raum und teils fehlender gesellschaftlicher Akzeptanz neuer Technologien, eröffnet die Berücksichtigung städtebaulicher und gestalterischer Aspekte ein vielversprechendes Werkzeug Transitionsprozesse gesellschaftlich akzeptiert und mehrwertstiftend umzusetzen sowie gleichzeitig die Qualitäten des öffentlichen Raums zu erhöhen.

Dieser Beitrag diskutiert die Potenziale und Synergien der Kombination von Ortsnetzstationen mit Ladeinfrastrukturen im Kontext von Mobilstationen. Durch wegfallende Umwandlungsprozesse von Gleich- zu Wechselstrom können Energieverluste minimiert werden. Diese Effizienzsteigerungen können – nicht nur vor dem Hintergrund aktuell stark steigender Energiepreise – in Mobilstationen gebündelt einen wertvollen Beitrag zur nachhaltigeren Ausgestaltung des Mobilitätssystems leisten. Mobilstationen sind hierbei als mögliche Keimzellen der Transition des Energie- und Mobilitätssystems zu verstehen und können durch eine entsprechende baukulturelle Ausgestaltung und Integration auch städtebauliche Mehrwerte generieren.

Keywords: Infrastruktur, Verkehrswende, öffentlicher Raum, Energiewende, Mobilstation

### 2 HERAUSFORDERUNGEN FÜR MOBILITÄT UND ENERGIE

Der Klimawandel als gemeinsame, zeitkritische Menschheitsaufgabe verlangt die rasche Transition bestehender Systeme in Richtung nachhaltiger Alternativen. Elementare Bestandteile dieses Wandels bilden die Veränderung des Mobilitätsverhaltens und des Energiesystems. Beide Aspekte haben dabei einen signifikanten Einfluss auf Planung, Gestaltung und Funktion von Städten. Emissionen des Verkehr- und Energiesektors sind für einen signifikanten Teil der klimaschädlichen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Der Wechsel hin zu einer dezentralen Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energieträger sowie die Umstellung des Stromnetzes von Wechsel- hin zu einer effizienteren Gleichstromversorgung stellt das Stromnetz vor große Herausforderungen und Umstrukturierungsprozesse, die neben erheblichen finanziellen Investitionen auch signifikante bauliche Eingriffe in die Energieinfrastrukturen auf städtebaulicher Ebene notwendig machen.

Im Bereich Verkehr und Mobilität bedarf es eines Umdenkens und –steuerns von einer planerisch wie gesellschaftlich intentierten Dominanz des motorisierten Individualverkehrs (MIV) hin zu einer Verkehrswende mit einer konsequenten Förderung des Umweltverbundes, sowohl zur Reduzierung der Emissionen im Verkehrssektor, als auch zur Steigerung der Lebens-, Aufenthalts- und Gestaltungsqualität im

städtischen Raum. Durch den stetigen Zuwachs von E-Mobilitätsangeboten gewinnen auch Ladeinfrastrukturen und deren Planung, Gestaltung und Betrieb an Bedeutung.

### 3 TRANSFORMATION DES VERKEHRSSSEKTORS

#### 3.1 Mobilität, Energie und Klimawandel

Die Rahmenbedingungen für den Verkehr im urbanen Raum haben sich in der jüngeren Vergangenheit erheblich verändert (vgl. Bläser et al. 2015: 516). Triebfedern sind neben dem Klimawandel u. a. anhaltende Diskussionen zur Reduzierung des Flächenverbrauchs, stetige gesellschaftliche Veränderungen sowie der demographische Wandel und steigende Energiepreise (vgl. ARL 2011: 1; Bartholomew u. Ewing 2013: 6). Der Verkehrssektor ist in Deutschland einer der größten Treibhausgasemittenten und muss zum Erreichen des Pariser Klimaschutzabkommens seine Emissionen in den kommenden Jahren signifikant reduzieren. Bis 2030 sollen die Emissionen in Bezug auf das Jahr 2019 fast halbiert werden (-48 %) (vgl. UBA 2022a). Noch deutlicher werden die im Bundesklimaschutzgesetz verankerten Ziele: Hier wird eine Treibhausgasneutralität bis 2045 formuliert (vgl. ebd.). Für den Verkehrssektor, welcher bis heute stark auf fossilen Energieträgern aufbaut und sich durch einen stetig steigenden Verkehrsaufwand auszeichnet, stellt die notwendige Transformation hin zu mehr Nachhaltigkeit eine große Herausforderung dar (vgl. Statista 2022a; UBA 2022b).

Erste Tendenzen eines Systemwandels sind jedoch zu erkennen: Der Marktanteil von ökologisch vorteilhafteren Hybrid- und Elektrofahrzeugen lag 2019 bei 8,39 % - knapp das Vierfache des Marktanteils von 2016 (1,85 %) (vgl. UBA 2022c). Der Trend zum Elektroantrieb wird sich in den kommenden Jahren, nicht nur aufgrund der langfristig steigenden Benzinpreise, weiter fortsetzen. Auch im Radverkehr ist ein steigender Marktanteil von E-Bikes zu beobachten (vgl. Statista 2022b). Damit einhergehend ist, neben der Reduzierung der lokalen Emissionen, die steigende Nachfrage nach entsprechender (Lade-)Infrastruktur – eine Aufgabe für die Stadt- und Verkehrsplanung.

#### 3.2 Mobilstationen als Schnittstelle

Mit Stärkung und Ausbau des Umweltverbundes besteht eine steigende Notwendigkeit von multimodalen Umstiegspunkten im urbanen Raum (vgl. Bläser et al. 2015: 518). Als multimodale Schnittstellen leisten Mobilstationen einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigeren Abwicklung des Verkehrs und bieten Ansatzpunkte für den Ausbau der immer notwendigeren Ladeinfrastruktur z. B. bei den klassischen Nutzungsbausteinen Bike- und Car-Sharing, sowie bei Radabstell- oder Stellplatzanlagen (vgl. Bläser et al. 2015: 519-520). Der Begriff „Mobilstation“ ist in der Fachliteratur dabei nicht abschließend definiert. Andere Begriffe wie Mobilitätshub, Mobilitätsstation oder Verknüpfungsanlagen werden im vorliegenden Beitrag als Synonyme verstanden. Das Zukunftsnetz-Mobilität NRW hat im Rahmen seines Handbuchs Mobilstationen Nordrhein-Westfalen vier wesentliche Grundaufgaben von Mobilstationen formuliert:

Verknüpfung von Verkehrsangeboten

- Kommunikation und Marketing
- Information/Service
- Treffpunkt/Aufenthaltsbereiche

Die Verknüpfungsfunktion von Verkehrsangeboten bildet hierbei den Kern, welcher um weitere Funktionen ergänzt wird und sich dadurch vom reinen intermodalen Verknüpfungspunkt abgrenzt (vgl. Zukunftsnetz-Mobilität NRW 2017: 8). Die an Bedeutung gewinnende Ladeinfrastruktur kann unter Service subsumiert werden, sollte allerdings nach Meinung der Autoren künftig eine zentralere Rolle bei der Ausgestaltung von Mobilstationen einnehmen.

#### 3.3 Mobilstationen als Anker im Quartier

Mobilstationen fungieren als Stadtbausteine zur verträglicheren Abwicklung des Verkehrs und als Infrastrukturen zur Verringerung der Abhängigkeit vom MIV. Die Mehrwerte eines höheren Anteiles des Umweltverbundes im Modalsplit, sowie geringerer lokaler Emissionen durch E-Mobilität für die Stadtentwicklung, sowie die örtliche Lebensqualität wurde in zahlreichen Publikationen bereits hinreichend erörtert: Beispielfhaft seien an dieser Stelle Bartholomew & Ewing 2013 und Gehl 2016 genannt. Die

räumliche Bündelung von Stellplätzen und Infrastrukturangeboten an Mobilstationen – auch im Kontext der immer populäreren Idee der Quartiersgarage und verwandter Konzepte - und die damit einhergehenden Potenziale für die Ausgestaltung des öffentlichen Raumes sollen an dieser Stelle jedoch noch mal hervorgehoben werden (vgl. Aichinger 2019: 165 u. 172; UBA 2017: 8).

Vielmehr sollen folgend kurz die Funktionen von Mobilstation für Quartiere und Nachbarschaften dargelegt werden. Mobilstationen sind, wie in Kapitel 3.2 beschrieben, neben ihrer Funktion als intermodaler Umstiegspunkt, Orte sozialer Interaktion und Aufenthaltsbereiche. Sie sind, variierend nach Nutzungsintensität, integraler Bestandteil des Alltags, auch abseits reiner Mobilitätszwecke. Zur Maximierung des Einzugsbereiches respektive zur Minimierung des zurückzulegenden Weges sollten Mobilstation zentral innerhalb von Quartieren oder an gut erreichbaren ÖV-Haltestellen errichtet werden. Wegelängen haben einen signifikanten Einfluss auf die Nutzung des öffentlichen Verkehrs und daraus abgeleitet auch auf die Frequentierung von Mobilstationen (vgl. BMVIT u. Walk-space.at 2012: 113; Bartholomew u. Ewing 2013: 32). Aus diesen zentralen Lagen ergibt sich gleichzeitig ein Gestaltungsanspruch: Eine qualitative Ausgestaltung kann den öffentlichen Raum und das Ortsbild aufwerten und somit einen wertvollen Beitrag zur städtebaulichen Integration von Verkehrsinfrastruktur leisten (vgl. Bläser et al. 2015: 521).

## 4 TRANSITION ENERGIESYSTEM

### 4.1 Wandel des Energiesystems Strom

Aktuell ist das deutsche Energiesystem hauptsächlich durch zentrale Großkraftwerke charakterisiert. Diese erzeugen planbar große Mengen an Wechselstrom, welcher über verschiedene Spannungsebenen durch die Region transportiert wird (vgl. Hofman 2019: 98; Dalheimer 2011: 1). In Anbetracht der Bestrebungen zur Eindämmung des Klimawandels sind große Einsparungen von Treibhausgasemissionen im Energiesektor zu realisieren. 2019 hat die deutsche Bundesregierung mit dem Klimaschutzgesetz erstmalig ihr nationales Klimaschutzziel verbindlich festgehalten. Für die Energiewirtschaft wird eine Treibhausgasreduktion um über 60 % bis zum Jahr 2030 angestrebt (vgl. BMUV 2022). Durch den Bedarf nachhaltiger Energiequellen steigt die Bedeutung der Erzeugung regenerativer Energie. Die in der Regel deutlich dezentraler verorteten nachhaltigen Energieerzeugungsanlagen stellen dabei das bestehende Energienetz, auch aufgrund ihrer volatilen Einspeisecharakteristik, vor große Herausforderungen. Gleichzeitig lässt die angestrebte Elektrifizierung des Mobilitäts- oder Wärmesektors den Bedarf nach elektrischer Energie weiter steigen. Studien prognostizieren eine mögliche Vervierfachung des Stromverbrauchs in Deutschland bis 2050 (vgl. Fraunhofer IEE 2019). Die Transformation des bisherigen Energiesystems erscheint hinsichtlich neuer Einspeisecharakteristika, sowie eines stark wachsenden Energieverbrauchs unvermeidbar. Die russische Invasion in der Ukraine und die damit einhergehenden Veränderungen für die Energieversorgung wirken wie eine Art Katalysator für den notwendigen Wandel im Energiesektor, dies zeigt auch der signifikante Anstieg der Energiepreise in den letzten fünf Monaten (vgl. Statistisches Bundesamt 2022: 45ff.).

### 4.2 Potenziale dezentraler (Gleichstrom-) Energienetze

Neben den bereits angesprochenen regenerativen Energieerzeugungsanlagen, wie z. B. Photovoltaik- (PV), Windkraft- oder Biogasanlagen, erfahren auch weitere Energieinfrastrukturen eine hohe Bedeutung für die Energiewende: Speichertechnologien auf Gebäude-, Straßen- oder Quartiersebene ermöglichen es beispielsweise den (regenerativen und dezentral) erzeugten Strom zu speichern und nutzbar zu machen. Ergänzend zu den neuen Infrastrukturen der Energieerzeugung und –speicherung drängen neue Verbraucher in das Energiesystem. Die E-Mobilität benötigt beispielsweise private wie öffentliche Netzanschlüsse und Infrastrukturen, die eine hohe Ladeleistung und damit einen schnelleren Ladevorgang ermöglichen. Wie eingangs angesprochen, ist das aktuelle Energiesystem durch Wechselstrom geprägt. Viele der neuen Technologien für die Energie- und Verkehrswende produzieren, speichern oder verbrauchen jedoch Gleichstrom. Anders als Wechselstrom, welcher durch seine Entstehung mittels rotierenden Elektromagneten eine wiederkehrende Änderung der Fließrichtung der Elektronen charakterisiert ist, weist Gleichstrom eine konstante Bewegungsrichtung der Elektronen über die Zeit auf (vgl. Clausert u. Wiesemann 2005: 18ff.). U. a. die aktuell notwendige (mehrfache) Umwandlung von Wechsel- zu Gleichstrom und andersherum, führt zu großen Verlusten im bestehenden Energiesystem. Gleichstromnetze bieten in der Theorie ein hohes Potenzial, die regenerativ erzeugte Energie in dezentral aufgestellten Netzen effizienter zu nutzen. In

Gebäuden mit gekoppelten Gleichstromtechnologien (Gleichstromnetz, Photovoltaikanlage und Batteriespeichern) kann ein Energieeinsparpotenzial von über 15 % realisiert werden (vgl. Pantano et al. 2016: 6). Die flächendeckende Transition hin zu einer Gleichstromversorgung in Deutschland ist allerdings aufgrund der starken Lock-in-Effekte des aktuellen Systems sehr beschwerlich. Es gilt vielmehr Nischen zu finden, in denen sich neue Systeme etablieren und anderen Ansätzen als Vorbild dienen können.

### 4.3 Städtebauliche Integration von Energieinfrastrukturen

Die aktuellen und zukünftigen Bestandteile dezentraler Energiesysteme stellen nicht nur aus energietechnischer, sondern auch aus städtebaulicher Perspektive eine Herausforderung dar. „Grundsätzlich hat jeder Eingriff im Stadtraum eine Auswirkung auf dessen Funktion und Ästhetik“ (Besier 2016: 408). Die hohe Anzahl neuer Infrastrukturen gilt es mehrwertstiftend und gesellschaftlich akzeptiert in unsere Städte zu integrieren. So sollen, wie z. B. bei der der Windkraft, wahrnehmbare Protestbewegungen vermieden werden (vgl. UBA 2019: 66f.). Erste Ansätze, wie beispielsweise Quartierspeicher städtebaulich integriert werden können, existieren bereits (z. B. vgl. Stratmann et. al 2021). Bei der städtebaulichen Integration von technischen Infrastrukturen sind grundsätzlich zwei Gestaltungsprinzipien denkbar: Eine dezente, einfügende Integration sowie eine stadtbildprägende Integration (z. B. vgl. Besier 2016). Während der erste Ansatz die Erhaltung des Stadtbildes priorisiert, fördert Letztgenannter den gesellschaftlichen Austausch über die neuen Stadtbestandteile. Der Integrationsansatz ist entsprechend den stadtplanerischen und gesellschaftlichen Zielen zu wählen.

## 5 SYNERGIEN VON VERKEHRS- UND ENERGIEINFRASTRUKTUR

Der Anteil der erneuerbaren Energien, insbesondere der aus der Erzeugung mittels Photovoltaik, hat in den letzten Jahren zugenommen. Dies hat Auswirkungen auf den Preis des Stroms durch die EEG-Umlage und die Belastung der Verteilnetze (vgl. Primus 2014: 29). Durch den Abruf von Strom durch Nutzende (Konsumierende) und die Einspeisung von überschüssigem Strom in das Netz (Produzierende) kommt es zu zwei Stromrichtungen (vgl. BMWI 2019) (siehe Abb. 1).

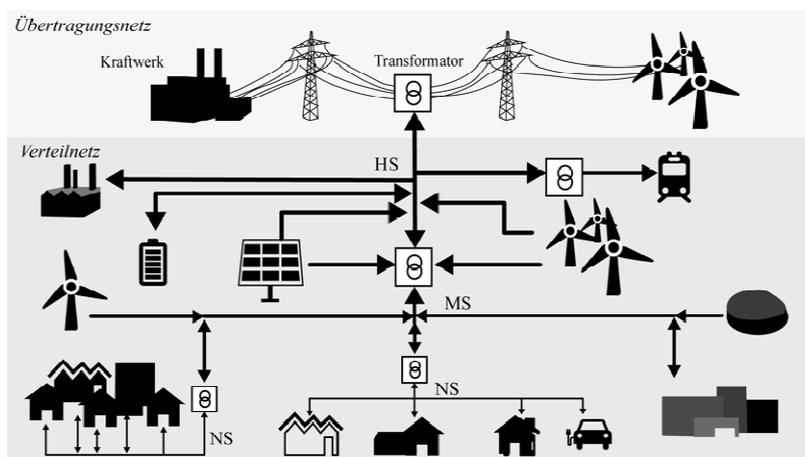


Abb. 1: Veränderung der Stromwege durch erneuerbare Stromerzeugung (Eigene Darstellung nach E.DIS AG o. J.: 31)

Das in Kapitel 4.1 aufgezeigte Wachstum an dezentralen Energieerzeugern, die nicht zu jeder Zeit dieselben Energiemengen in das Netz einspeisen, stellt das Stromnetz vor Schwierigkeiten (vgl. ebd.). Daher bedarf es u. a. Anpassungen auf der Verteilebene; Ansätze für die Mittel- und Niederspannungsebene wie ein Smart Grid oder intelligente Ortsnetzstationen sind in diesem Zuge aufgekommen (vgl. Primus 2014: 30).

Ein Smart Grid ist ein Ansatz, um die Erzeugung und den Verbrauch von Strom durch moderne Kommunikationstechnik wirksamer zu koordinieren, um die Überschüsse besser ins Netz einzubinden und für eine gute Netzauslastung zu sorgen (vgl. BMWI 2019). In einem solchen System können aus erneuerbaren Energien erzeugte Überschüsse beispielsweise zu Zeiten, in denen die Energie nicht benötigt wird, in Batterie-Technologien zwischengespeichert werden (vgl. ebd.). Intelligente Ortsnetzstationen spielen dabei eine entscheidende Rolle. Diese können durch zusätzliche Technik Netzzustände ermitteln und diese über moderne Kommunikationstechnik weitergeben, sodass der Lastfluss in dem Gebiet gesteuert und Energiemengenaustausche vorgenommen werden können. Zudem ist es so möglich, auftretende Störungen oder Fehlermeldungen aus der Ferne zu beheben (vgl. Primus 2014: 43).

Ortsnetzstationen können entsprechend einen Startpunkt für die Energietransition darstellen. In Abbildung 2 ist am Beispiel der Stadt Aachen die Dichte der Ortsnetzstationen im Stadtgebiet aufgezeigt.

Wie in Kapitel 3 beschrieben, zeigt sich ein Trend zur Elektrifizierung der Verkehrsmittel. Allerdings ist die bestehende Ladeinfrastruktur aktuell hierfür noch ungenügend. Die deutsche Bundesregierung fördert daher den Bau von einer Million Ladestationen bis 2030. Elektrofahrzeuge bzw. die in diesen verbauten Batterien können zu einer wichtigen Komponente der Energiewende werden. Die Batterien können als mobile, temporär verfügbare Zwischenspeicher von Energieüberschüssen Last- und Einspeisespitzen aufnehmen. Dadurch begünstigen und attraktivieren Sie den Ausbau und den Einsatz der Technologien (vgl. BMWK o. J.).

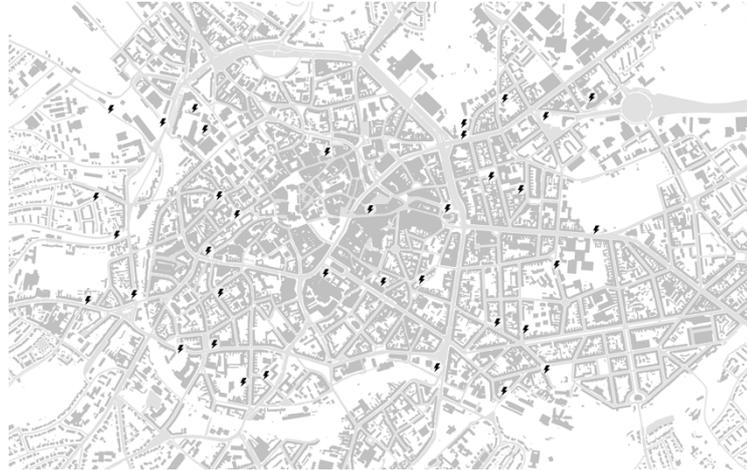


Abb. 2: Standorte Ortsnetzstationen in der Stadt Aachen (Eigene Darstellung nach Reiners o. J.)

Die Kopplung der beiden Bausteine Mobilität und Energie bietet die Möglichkeit, dezentral erzeugte Energie besser nutzbar zu machen. Daraus ergibt sich der Ansatz, diese aus energetischer Sicht wichtigen Punkte für die Quartiere mit dem Thema Mobilität zusammen zuführen und an solchen Stellen eine Mobilitätsstation zu errichten. Diese bieten zum einen einen Netzanschluss für die immer mehr an Bedeutung gewinnende Ladeinfrastruktur und zum anderen das Potenzial, selber Energie erzeugen zu können. Ein intelligentes Management ermöglicht eine Zwischenspeicherung von Energie in Elektrofahrzeugen zur Abfederung von Lastspitzen.

Der Ansatz, eine Mobilitätsstation mit einer Ortsnetzstation zu einem Energy-Mobility-Hub zu koppeln, um Synergieeffekte zu bündeln, wird im folgenden Kapitel konkretisiert. Bei der Lage der Ortsnetzstationen muss im Einzelfall überprüft werden, ob die Standorte lediglich aus energetischer Sicht sinnvoll erscheinen oder ob sie auch den Anforderungen aus verkehrsplanerischer und städtebaulicher Sicht gerecht werden. Eine integrierte Betrachtung könnte bei der Planung von Neubauquartieren frühzeitig Synergien für die Stadtbausteine Energie und Mobilität sicherstellen. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, oftmals versteckte Infrastrukturen wie die Ortsnetzstationen im öffentlichen Raum stärker sichtbar zu machen und deren Nutzen hervorzuheben.

## 6 BAUSTEINE UND AUSGESTALTUNGSMÖGLICHKEITEN VON MOBILSTATIONEN

Mobilstationen als infrastrukturelle, multifunktionale Stadtbausteine bedürfen einer zweckmäßigen und gleichzeitig sensiblen Integration in den städtebaulichen Kontext. Planung, Dimensionierung und Gestaltung von Mobilstationen müssen dabei insbesondere die Aspekte intendiertes Mobilitätsangebot, Nachfragepotenzial und Mobilitätsbedarf sowie städtebauliche Verträglichkeit auf Basis einer spezifischen Standortanalyse und Potenzialabschätzung berücksichtigen. Neben der Notwendigkeit einer solchen passgenauen Gestaltungslösung für jeden Standort erscheint gleichzeitig eine Standardisierung einzelner Gestaltungselemente durch modularisierte Ausstattungsmerkmale zur Erhöhung von (Planungs-) Effizienz, Wiedererkennung, Corporate Design und Etablierung qualitativer (Mindest-) Standards sinnvoll. Auf Basis modularisierter Angebots-, Ausstattungs- und Gestaltungselemente lassen sich verschiedene Stationstypen konfigurieren, die jeweils auf die Spezifika des Standortes reagieren können. Relevante Standortmerkmale sind u. a. ÖPNV-Anbindung, Einwohnerdichte, PKW-Besitzquote, Dienstleistungen und Gewerbe (vgl. Bläser et al. 2015: 519 ff.).

Anhand dieser Merkmale kann ein theoretisches Nachfragepotenzial abgeleitet und damit ein passender Stationstyp mit spezifischen Angebots- und Ausstattungsmerkmalen zugeordnet werden. Mittels eines hierarchisierten Systems unterschiedlicher Stationstypen kann ein funktionales Stationsnetz von Mobilstationen etabliert werden. Das Konzept von modularisierten und hierarchisierten Stationstypen findet sich u. a. in IGES 2021, ARUP (o. J.), CoMoUK 2019 und Zukunftnetz Mobilität NRW 2017. Die vom Zukunftnetz Mobilität NRW identifizierten Grundfunktionen: Verknüpfung von Verkehrsangeboten, Kommunikation und Marketing, Information/Service, Treffpunkt/Aufenthaltsbereiche (vgl. Zukunftnetz Mobilität NRW 2017: 8) bedürfen einer gestalterischen und je nach Ausprägung auch städtebaulichen Auseinandersetzung mit dem Ziel, die Funktionalität der Mobilstation zu ermöglichen und gleichzeitig den umgebenden Stadtraum qualitativ und gestalterisch aufzuwerten (vgl. Bläser et al. 2015: 521). Die Adaption an die verschiedenen Raum- und Siedlungstypen und den draus abgeleiteten Angebots- und Ausstattungsmerkmalen erfordert und ermöglicht eine große Bandbreite verschiedener architektonischer und städtebaulicher Gestaltungsmöglichkeiten.

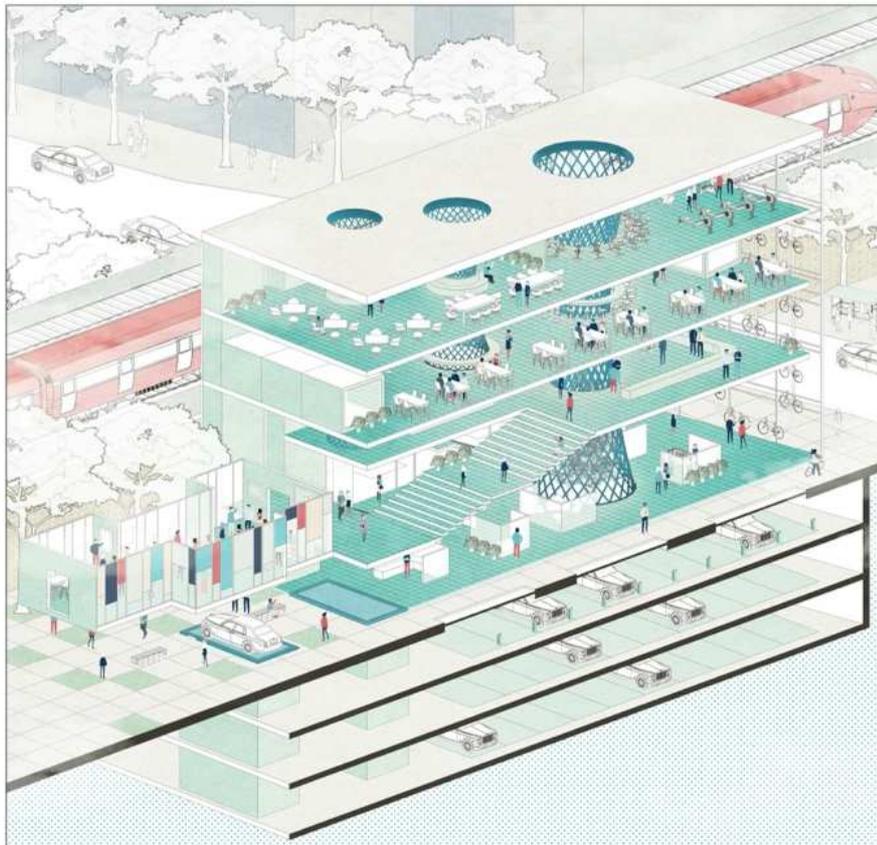


Abb. 3: Entwurf einer Mobilstation am Bahnhof Aachen Schanz am Standort einer Ortsnetzstation (Jialun Yao, Shihui Li, Zixi Zhao)

Als Beitrag zur Diskussion um die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten – und Potenziale von Mobilstationen, die sowohl Verkehrs- als auch Energieinfrastrukturen städtebaulich integrieren, wurden im Rahmen einer Lehrveranstaltung am Lehrstuhl für Städtebau der RWTH Aachen experimentelle Entwürfe in verschiedenen räumlichen Kontexten entwickelt. Abbildung 3 und 4 zeigen exemplarisch die Vielfalt der Entwürfe inkl. deren spezifischen Antworten auf den jeweiligen städtebaulichen Kontext.

Der folgende Entwurf einer Mobilitätsstation ist für die Ortsnetzstation am Bahnhof Aachen Schanz (SPNV Haltepunkt) entworfen worden. Das Konzept umfasst sowohl verkehrstechnische, als auch energetische Aspekte. Das Gesamtenergiekonzept des Entwurfes setzte sich aus diversen Energieerzeugungsarten (wie beispielsweise PV- und Windkraftanlagen) zusammen. Das Gebäude, welches direkt an den Bahnsteig angrenzt, fungiert zudem als multimodaler Knoten. Es verbindet den Bahnsteig mit Park- und Lademöglichkeiten für unterschiedlichste Fahrzeuge. Zudem bietet darüber hinaus weitere städtebauliche Mehrwerte, wie beispielsweise einem Fitnessstudio, Restaurants und Cafés.

Der nachfolgende Entwurf ist für ein Quartier am Stadtrand mit offener Bauweise erarbeitet worden. Das energetische Konzept sieht hierbei PV-Anlagen auf dem Dach der Station vor, sowie Lademöglichkeiten für

verschiedene Fahrzeuge. Bei Bedarf könnte die Station noch mit einem Quartiersenergiespeicher erweitert werden. Die Station bietet zudem Stellplätze für PKW und Fahrräder. Daran grenzt ein Spielplatz für das Quartier an.



Abb. 4: Entwurf Mobilstation im kleineren Maßstab (Dominique Reyes Viteri , Sandra Agnieszka Kik).

Die verschiedenen Entwürfe zeigen mögliche Bestandteile einer Mobilitätsstation auf. Allgemein lassen sich diese in drei Kategorien unterteilen: Energie, Mobilität und Städtebau (siehe Abb. 5). Unter die Kategorie Energie fallen z. B. PV- oder Windkraftanlagen. Unter Mobilität lassen sich Parkplätze für unterschiedlichste Fahrzeuge, ÖV Haltepunkte als auch Sharing-Angebote und Lademöglichkeiten subsumieren. Städtebauliche Komponenten beleben den Ort und laden zum Verweilen ein. Darunter fallen beispielsweise gastronomische Angebote, Spielplätze, Grünelemente oder auch Co-Working Spaces.

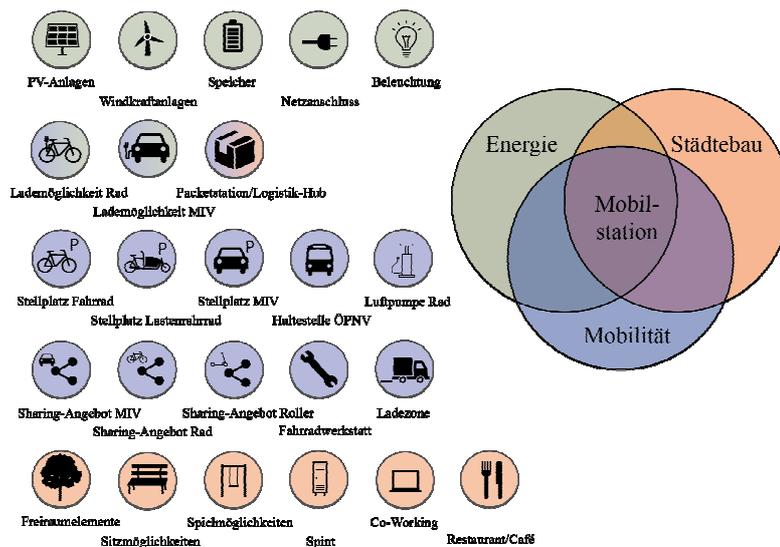


Abb. 5: Bausteine Mobilitätsstation (Eigene Darstellung nach Arup o.J.:7)

Die Bandbreite an möglichen Nutzungsbausteinen und die gezeigten Ausgestaltungsvarianten zeigen die Vielfältigkeit von Mobilstationen und die Möglichkeiten, diese qualitativ städtebaulich in verschiedene räumliche Strukturen zu integrieren. Die Entwürfe verstehen sich dabei aber explizit nicht als anzustrebendes Gestaltungsideal, sondern als visueller Debattenbeitrag hin zu einer funktionalen und gestalterischen Sektorenkopplung im städtebaulichen Kontext.

## 7 FAZIT

Der Handlungsbedarf in den Bereichen Mobilität und Energie ist offenkundig. Mobilstationen als systemische und städtebauliche Schnittstelle zwischen den beiden Sektoren bilden in Kombination mit Ortsnetzstationen einen vielversprechenden Ansatzpunkt zur Weiterentwicklung des Energienetzes und zum notwendigen Ausbau der E-Mobilitätsinfrastruktur. Die in Kapitel 4 und 5 aufgezeigten energetischen Einsparpotenziale durch wegfallende Umwandlungsprozesse, sowie die höhere Geschwindigkeit bei Ladeprozessen wirken vielversprechend und können als Pull-Faktoren fungieren. Speziell Ersterem kommt

im Kontext der Energiepreisentwicklung und den gesteckten Klimaschutzziele eine besondere Bedeutung zu.

Die räumliche Bündelung technischer Infrastruktur in Kombination mit den baukulturellen Anforderungen von zentralen Quartiersbausteinen birgt ein enormes Potenzial zur räumlichen Integration bisher versteckter Energieinfrastruktur. Damit einhergehend erhöhen sich jedoch auch die Anforderungen an Stadt- und Verkehrsplaner. Ortsnetzstationen und ggf. ergänzende kleinteilige Bausteine zur Energiegewinnung und -speicherung rücken durch die Bündelung mit Mobilstationen aus ihren räumlichen Nischen ins Zentrum des Quartiers – oder an andere vergleichbar gut erreichbare und verkehrsplanerisch sinnvolle Lagen. Neben den gestalterischen Herausforderungen ergibt sich auch die Notwendigkeit, etwaige Emissionen zu minimieren und so die Akzeptanz dieser Quartiersbausteine nicht zu gefährden. Dies gilt insbesondere für besonders prominente Lagen, wie z. B. Quartiersplätze.

Hinsichtlich einer möglichen Umsetzung und den genauen Einsparpotenzialen im Kontext der E-Mobilität besteht weiterhin Forschungsbedarf. Speziell die Integration in Bestandsstrukturen ist stark abhängig von der Lage der derzeitigen Ortsnetzstationen und deren städtebaulicher Integration. Eine Bündelung adressiert langfristig die bestehenden Herausforderungen in den Bereichen Energie und Mobilität und bietet bei einer adäquaten Umsetzung vielfältige Potenziale für die Lebensqualität in unseren Städten und zur Erreichung der gesteckten Klimaschutzziele.

## 8 ACKNOWLEDGEMENTS

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Forschungskollegs "ACCESS!", das durch das Förderprogramm "NRW Forschungskollegs" des Ministeriums für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen unterstützt wird (FK 321-8.03.07-127598), das BMWK-geförderte Projekt 5Gain (FK 03EI6018D) und das BMBF-geförderte Projekt DC-Sozio-Ökonomik (FK 03SF0592) erstellt.

## 9 LITERATURVERZEICHNIS

- AICHINGER, WOLFGANG: Straßenräume für Fußgängerinnen und Fußgänger gestalten. In: Ute Bauer (Hrsg.): So geht's - Fußverkehr in Städten neu denken und umsetzen. Berlin, pp. 163-174, 2019.
- ARL (AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG) (Hrsg.): Postfossile Mobilität und Raumentwicklung. Positionspapier aus der ARL Nr. 89. Hannover, 2011.
- ARUP: Future Mobility Hubs. Abgerufen von: <https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/future-mobility-hubs> (zugegriffen am 18.07.2022), o. J..
- BARTHOLOMEW, KEITH; Erwing Reid: Pedestrian- and Transit-Oriented Design. Washington DC, 2013.
- BESIER, STEPHAN: Städtebauliche Integration und Gestaltung der Infrastrukturanlagen von Stadt- und Straßenbahn. In: Informationen zur Raumentwicklung (4), S. 407–420, 2016.
- BLÄSER, DANIEL; Frensemeier, Eva; Garde, Jan; Jansen, Hendrik: Städtische Mobilstationen Funktionalität und Gestaltung von Umsteigeorten einer intermodalen Mobilitätszukunft. In: Proff, Heike (Hrsg.): Entscheidungen beim Übergang in die Elektromobilität. Wiesbaden, pp. 515-532, 2015.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, INNOVATION UND TECHNOLOGIE (BMVIT), Walk-space.at: Fußverkehr in Zahlen. Wien, 2012
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, NUKLEARE SICHERHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (BMUV): Bundes-Klimaschutzgesetz. Abgerufen von: <https://www.bmuv.de/themen/klimaschutz-anpassung/klimaschutz/bundes-klimaschutzgesetz>, (zugegriffen am 22.07.2022), 2022.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWI): Was sind eigentlich "Smart Grids"?. In: Energiewende direkt. Ausgabe 05/2019, Abgerufen von: <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2019/05/Meldung/direkt-erklart.html> (zugegriffen am 22.07.2022), 2019.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ (BMWK): Elektromobilität in Deutschland. Abgerufen von: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/elektromobilitaet.html> (zugegriffen am 22.07.2022), o. J..
- CLAUSERT, HORST; Wieseemann, Gunther: Grundgebiete der Elektrotechnik 1. Gleichstromnetze, Operationsverstärkerschaltungen, elektrische und magnetische Felder. 9. Auflage. Oldenbourg Wissenschaftsverlag München, 2005.
- COMOUK: Mobility Hub Guide. Abgerufen von: <https://como.org.uk/wp-content/uploads/2019/10/Mobility-Hub-Guide-241019-final.pdf>, (zugegriffen am 22.07.2022), 2019.
- DALHEIMER, MATHIAS: Power to the People – Das Stromnetz der Zukunft. Berichte aus dem Fraunhofer ITWM, Nr. 200, 2011.
- E.DIS AG, zit. n. Primus, Illo-Frank: Netzstationen. Hrsg. v. Rolf Rüdiger Cichowski. Anlagentechnik für elektrische Verteilungsnetze. 2. Auflage, Berlin; Offenbach: VDE-Verl. - Frankfurt, M.; Berlin; Essen: EW Medien und Kongresse, o. J.
- FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT UND ENERGIESYSTEMTECHNIK: Das Barometer der Energiewende. Endenergiebedarf 2050 nach Szenarien 2018 und 2019. Abgerufen von: [https://www.herkulesprojekt.de/de/Barometer/barometer\\_2019/endenergiebedarf2050.html](https://www.herkulesprojekt.de/de/Barometer/barometer_2019/endenergiebedarf2050.html) (zugegriffen am 06.07.2022), 2019.

- GEHL, JAN: Städte für Menschen. 3. Auflage in deutscher Fassung. Berlin: Jovis Verlag, 2016.
- HOFMANN, LUTZ: Elektrische Energieversorgung – Band 1 Grundlagen, Systemaufbau und Methoden, Berlin, Boston: DeGruyter Oldenbourg, 2019.
- INSTITUT FÜR GESUNDHEITS- UND SOZIALFORSCHUNG (IGES): MobistaR - Grundlagenpapier für Mobilitätsstationen in städtischen Randlagen. Abschlussbericht. im Auftrag von Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin. Abgerufen von: [https://www.berlin.de/sen/uvk/\\_assets/verkehr/verkehrspolitik/forschungs-und-entwicklungsprojekte/mobistar\\_grundlagenpapier\\_iges.pdf](https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/verkehr/verkehrspolitik/forschungs-und-entwicklungsprojekte/mobistar_grundlagenpapier_iges.pdf) (zugegriffen am 27.07.2022), 2021.
- PANTANO, STEPEN, May-Ostendorp, Peter, Dayem, Katherine, 2016. Demand DC : Adoption Paths for DC Power Distribution in Homes. DC Distribution 101, pp. 1- 12. 2016.
- PRIMUS, ILLO-FRANK: Netzstationen. Hrsg. v. Rolf Rüdiger Cichowski. Anlagentechnik für elektrische Verteilungsnetze. 2. Auflage, Berlin; Offenbach: VDE-Verl. - Frankfurt, M.; Berlin; Essen: EW Medien und Kongresse, 2014.
- REINERS, DETLEV (Hrsg.): Stromnetz-Karte. Abgerufen von: <https://www.flosm.de/html/Stromnetz.html?lat=50.7669074&lon=6.06548209&r=13468.793&st=0&sw=cabledistributoncabinet,powerbay,powerbusbar,powercompensator,powerconverter,powerline380k,powerline400k,powerline420k,powerline750k,powerline765k,powerlinedchhigh,powerpole,powersubstation,powerswitch,powertower,transformer> (zugegriffen am 18.07.2022), o. J..
- STATISTA: Anzahl der Personenkraftwagen in Deutschland nach Kraftstoffarten von 2017 bis 2022. Abgerufen von: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/4270/umfrage/pkw-bestand-in-deutschland-nach-kraftstoffarten/> (zugegriffen am 19.07), 2022a.
- STATISTA: Absatz von E-Bikes in Deutschland von 2011 bis 2021. Abgerufen von: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/152721/umfrage/absatz-von-e-bikes-in-deutschland/> (zugegriffen am 19.07.2022), 2022b.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (Destatis): Preise Daten zur Energiepreisentwicklung. - Lange Reihen von Januar 2005 bis Mai 2022. Abgerufen von: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Publikationen/Energiepreise/energiepreisentwicklung-pdf-5619001.pdf;jsessionid=D27C3117EEA43AAA83C46F9E6608A1A3.live722?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Preise/Publikationen/Energiepreise/energiepreisentwicklung-pdf-5619001.pdf;jsessionid=D27C3117EEA43AAA83C46F9E6608A1A3.live722?__blob=publicationFile) (zugegriffen am 28.07.2022), 2022.
- STRATMANN, ANTONIA; Wendorff, Jannik; Hermens, Sarah: Städtebau und elektrische Speicher – ein Zusammenspiel im Energiequartier. In: Schrenk, M.; Popovich, V. V.; Zeile, P.; Elisei, P.; Beyer, C.; Ryser, J.; Stöglehner, G. (Eds.) (2021): CITIES 20.50 - Creating Habitats for the 3rd Millennium: Smart – Sustainable – Climate Neutral, 2021.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (Hrsg.): Straßen und Plätze neu denken. Des-sau-Roßlau, 2017.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA) (Hrsg.): Entwicklung und Umsetzung eines Monitoringsystems zur Analyse der Akteursstruktur bei Freiflächen-Photovoltaik und der Windenergie an Land. Teilbericht: Methodik zur Erhebung der Akteursstruktur. Abgerufen von: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-04-16\\_cc\\_16-2021\\_methodikbericht\\_uba-akteursvielfalt.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-04-16_cc_16-2021_methodikbericht_uba-akteursvielfalt.pdf), 2019.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA): Klimaschutz im Verkehr. Abgerufen von: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/klimaschutz-im-verkehr#nutzfahrzeuge> (zugegriffen am 15.07.2022), 2022a.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA): Fahrleistungen, Verkehrsleistung und "Modal Split". Abgerufen von: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/fahrleistungen-verkehrsaufwand-modal-split#fahrleistung-im-personen-und-guterverkehr> (zugegriffen am 19.07.22), 2022b.
- UMWELTBUNDESAMT (UBA): Marktdaten: Bereich Mobilität. Abgerufen von: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/konsum-produkte/gruene-produkte-marktzahlen/marktdaten-bereich-mobilitaet#motorisierter-individualverkehr> (zugegriffen am 22.07.2022), 2022c.
- ZUKUNFTSNETZ-MOBILITÄT NRW: Handbuch Mobilstationen Nordrhein-Westfalen. 2. aktualisierte und überarbeitete Auflage. Köln, 2017, Abgerufen von: <https://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de/downloadFile/RG93bmxvYWRzL0hhbmRidWVjaGVyLUxlaXRmYWVkbWZw4vSGFuZGJlY2ggTW9iaWxzdzGF0aW9uZW4gMi4gQXVmbGFuZS5wZGY=> (zugegriffen am 18.07.2022), 2017.