



Deutsche
Verkehrswissenschaftliche
Gesellschaft e.V.

Journal für Mobilität und Verkehr

Infrastruktur und Resilienz



Inhaltsverzeichnis

Editorial <i>Prof. Dr. Jan Ninnemann, Präsident</i>	1
SMARTICIPATION Das Smartphone als partizipative Antwort auf Veränderungen im Demokratie- und Planungsverständnis von Verkehrsprojekten <i>Nicole Raddatz</i>	2
Tote Winkel für Ladeinfrastruktur – was bei der Platzierung öffentlicher Ladeinfrastruktur im Detail zu beachten ist <i>Timotheus Klein, Thomas Prill, Daniela Kind</i>	14
Emission Saving Potentials of Freight Transportation in Europe: Shifting Road to Rail Transport? <i>Malte Jahn, Jan Wedemeier, André Wolf</i>	22



Editorial

Prof. Dr. Jan Ninnemann

Der Güterverkehr soll sich gemäß offizieller Prognose in den kommenden Jahren expansiv entwickeln. Bestimmt wird diese Perspektive durch den Lkw, der in Bezug auf Preis und Leistung zumeist den Standard definiert. Trends wie Internationalisierung, Digitalisierung, Standardisierung, eine sich verändernde Güterstruktur (hochfrequent verkehrende Güter, mehr leichte und hochwertige Güter, ein durch B2C- und B2B-Verkehre boomender Internethandel mit spezifisch höheren Emissionswerten) sowie zunehmende Anforderungen der Verladerschaft erhöhen den verkehrs- und umweltpolitischen Anpassungs- und Handlungsdruck.

Auf mittelfristige Sicht wird auch im Personenverkehr mit einem weiteren Wachstum gerechnet. Im Vergleich zum Jahr 2019 wird ein Anstieg des gesamtmodalen Personenverkehrsaufkommens bis zum Jahr 2025 in Höhe von rund 3,1 % prognostiziert; für die Personenverkehrsleistung wird eine Zunahme von insgesamt rund 3,2 % erwartet. Am Wachstum in den kommenden Jahren sollen zwar alle Verkehrsträger partizipieren, allerdings werden nach der Prognose im Jahr 2025 noch nicht alle Verkehrsträger ihre Niveaus aus dem Jahr 2019 erreicht haben.

Vor dem Hintergrund dieser Aussichten wird immer deutlicher, dass die Wachstumsstrategien der Vergangenheit in Zukunft nicht oder nur innerhalb bestimmter Grenzen funktionieren werden. Mehr Verkehr erfordert schlussendlich mehr Infrastruktur, führt zu mehr Abgas und Lärmemissionen sowie zu vielen Unfällen. Mehr Infrastruktur für die Verkehrsträger erhöht wiederum den Flächenbedarf und erhöht die Nutzungskonkurrenz um zunehmend knappe, vergleichsweise naturbelassene Flächen. Der Bedarf an zusätzlicher Infrastruktur wird zuletzt vermehrt mit der Notwendigkeit begründet, die Resilienz der Infrastruktur in Deutschland zu erhöhen.

Großvorhaben insbesondere im Bereich Schiene dauern dabei immer länger. Das hat viele Gründe:

rechtliche Vorgaben, Personalmangel bei Vorhabenträgern und Genehmigungsbehörden, komplexe Umweltverträglichkeitsprüfungen, manchmal schlicht Planungsfehler, oft aber auch mangelnde Akzeptanz von Stakeholdern und unmittelbar Betroffenen. Die Möglichkeit Informationen über Planungsprojekte und -verfahren digital zu verbreiten und Partizipationsprozess online zu gestalten wird in dieser Ausgabe wissenschaftlich beleuchtet. In weiteren Artikeln werden u. a. die Effekte einer Verkehrsverlagerung auf die Schiene unter Emissionsgesichtspunkten evaluiert und das Thema Ausbau der Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Fahrzeuge vertiefend betrachtet.

Eine spannende Lektüre wünscht

Prof. Dr. Jan Ninnemann, Präsident der DVWG

SMARTICIPATION

Das Smartphone als partizipative Antwort auf Veränderungen im Demokratie- und Planungsverständnis von Verkehrsprojekten

Nicole Raddatz

Abstract

Verkehrsprojekte stoßen vermehrt auf Widerstand. Ein Kernproblem ist die Vermittlung von Informationen über Planungsprojekte und -verfahren, analog wie digital. Die vorliegende Arbeit prüft die Probleme in (Online-)Partizipationsprozessen, welche Potenziale mobile Online-Formate haben und welche Kriterien diese für eine aktive Bürgerbeteiligung erreichen müssen. Forschungsprojekte sowie die Ergebnisse einer ersten Umfrage haben gezeigt, dass mobile Online-Formate es schaffen, genau dies zu ermöglichen.

Schlagwörter / Keywords:

Bürgerbeteiligung, Mobile Partizipation, Verkehrsprojekte, Planungsverfahren

1. Einleitung

Verkehrs- und Infrastrukturvorhaben stoßen in der Zivilgesellschaft auf immer mehr Widerstand. Der Bahnhofsumbau rund um Stuttgart 21 (Brettschneider 2013: 319 ff.), der im Bau befindliche Flughafen Berlin-Brandenburg (Aktionsbündnis Berlin Brandenburg ABB: Mitgliederübersicht. (2018)) und der Flughafen ausbau in Frankfurt (ZRM: (o. D.)) sind die bundesweit prominentesten Beispiele, wo sich Protest regt. Das Sinken der Lebensqualität, in Verbindung mit Lärm- und Luftemissionen und die Zerstörung von Umwelt und Natur sind oft genannte Gründe. Vielen BürgerInnen mangelt es an Vertrauen in die Verwaltung und Politik. (vgl. Selle 2019-1:1 ff.) Nicht nachvollziehbare und explodierende Kosten sowie komplexe und intransparente Verfahren bilden die Realität ab, wenn es um die Realisierung von Verkehrs- und Infrastrukturprojekten geht. (vgl. Selle 2019-1: 2 ff.) Die Planungsverfahren und somit das Projekt an sich werden der Zivilgesellschaft nicht früh und einfach genug erörtert. Die Gestaltungs- und Entscheidungsgewalt derartiger Vorhaben liegt bei Politik und Verwaltung. Petitionen, Demonstrationen und Besetzungen werden von der Zivilgesellschaft als Form des Protests gewählt, um ihren Unmut über politische Entscheidungen zu Planungsprojekten zum Ausdruck zu bringen. Der Widerstand hat unterschiedliche Beweggründe.

Ein Kernproblem bleibt die Freigabe und Kommunikation von Informationen über Planungsvorhaben durch Politik und Verwaltung. Die gesetzlichen Vorgaben zur Beteiligung an derartigen Projekten haben nichts mit dem eigentlichen Wunsch nach demokratischer Beteiligung der Zivilgesellschaft zu tun. (vgl. Rottmann 2013: 14) Die BürgerInnen wollen mitentscheiden, mitbestimmen und mitgestalten. Die Digitalisierung und damit die Kommunikation von Informationen zu Planungsvorhaben mit mobilen digitalen Formaten kann einen Lösungsansatz bieten.

Ziel soll es sein, Informationen über Verkehrsprojekte und den damit verbundenen Planungs- und Beteiligungsprozess frühzeitig und verständlich zu vermitteln. Auf diese Weise soll ein Baustein zur Akzeptanzsteigerung von Verkehrsprojekten geliefert werden. Die Bedeutung dieser Arbeit liegt in der anschaulichen Vermittlung von Projektinhalten und darüber hinaus von Planungsverfahren, die bisher nur wenigen Fachleuten vorbehalten ist.

Das Smartphone als ein mobiles Online-Format hat dabei enormes Potenzial, um jederzeit und überall über Planungsprojekte zu informieren und mitzuwirken. Im besten Fall genau dort, wo Planung auch stattfindet und unabhängig von Präsenzveranstaltungen, die im Kontext der COVID19-Pandemie (RKI (o.D.)) kaum und wenn mit erheblichen Einschränkungen stattfinden. Das Smartphone als Beteiligungstool

würde eine breitere Masse an Menschen ansprechen und somit an demokratischen Planungsprozessen teilhaben lassen.

2. Informationshoheit von Politik und Verwaltung

Während BürgerInnen ihre politische Teilhabe mit einem Häkchen regelmäßig demonstrieren, ist es die Politik, die über Planungsvorhaben Entscheidungen fällt und die Verwaltung, die sie genehmigt und in die Wege leitet. BürgerInnen, Nichtregierungsorganisationen und Wirtschaftsverbände dürfen die etablierten Formen der Beteiligung in Politik und Verwaltung, wie Wahlen oder Meinungsumfragen, nutzen. Den BürgerInnen geht es jedoch um mehr als nur VertreterInnen ihrer, wenn vorhanden, politischen Interessen zu wählen. Es geht ihnen um eine generelle direkte demokratische Teilhabe. „[...] laut Bertelsmann-Stiftung bevorzugen dies 78% der Bürger, wobei besonders Infrastrukturprojekte im Fokus des Bürgerinteresses (68%) stehen.“ (Rottmann 2013: 14) Im Bereich der Stadtentwicklung und Verkehrsplanung ist die Beteiligung auf den unteren Ebenen gewährleistet: Information und Konsultation (vgl. BMVI 2014: 13). Dabei kommen die Stakeholder-Organisationen nie über die Grenze der Information und Konsultation hinaus, obwohl dies im Interesse der Zivilgesellschaft ist und sie für die nächsten Stufen der Beteiligung kämpfen. Für diesen Schritt ist eine Änderung des demokratischen Prinzips in der Bundesrepublik notwendig.

Die Mehrheit der BürgerInnen sehen ihre Interessen und Sorgen nicht ausreichend berücksichtigt, fühlen sich nicht frühzeitig, kontinuierlich und transparent genug informiert und sehen parteipolitisch ihre Interessen und Bedürfnisse kaum bis gar nicht vertreten. Die Teilhabe an Planungsprozessen ist dabei nach Aussagen von BürgerInnen und Interessenverbänden stark eingeschränkt. (vgl. BMVI 2014: 5 ff., Göttinger Institut für Demokratieforschung 2011: 4, Rottmann 2013: 10 ff., Stiftung Mitarbeit 2013: 32 f.) Sie kritisieren damit das formale Planungsverfahren und bedienen sich folglich unterschiedlicher Protestformen.

3. Minimale Beteiligung, die zu spät und kaum verstanden wird

Wann erfährt die Zivilgesellschaft etwas über Planungsvorhaben? Meist dann, wenn der Beschluss bereits festgelegt ist und die Umsetzung des Vorhabens beginnt. Dann, wenn die Möglichkeiten der Einflussnahme am geringsten sind, das Engagement und Interesse für ein Vorhaben jedoch wächst und das Vorhaben aus Sicht der Zivilgesellschaft gestoppt werden soll. Dieses Paradox lässt sich bereits im frühen Stadium des Planungsverfahrens eines Projektes abbilden. Während der Analyse- und Entwicklungsstufe eines Projektes sind die Einflussmöglichkeiten am höchsten; die Zivilgesellschaft versteht jedoch zu dem Zeitpunkt (noch) nicht worum es geht. Das Engagement und Interesse sind somit niedrig. Hier zeigt sich das Partizipationsdilemma bzw. das von der Stiftung Mitarbeit entwickelte Partizipationsparadoxon. (vgl. Stiftung

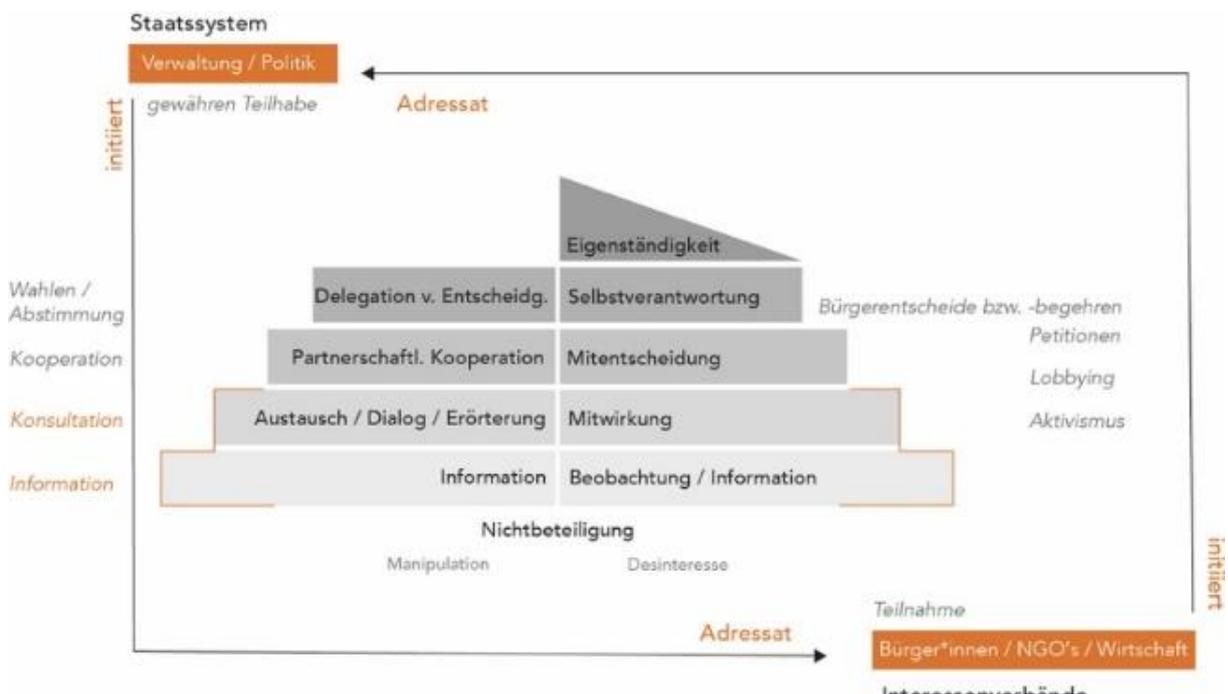


Abbildung 1 Formen und Stufen der Partizipation (Eigene Darstellung auf Grundlage von Arnstein 1969; Kubicek / Lippa / Westholm, in Voss 2014; Lüttringhaus 2003)

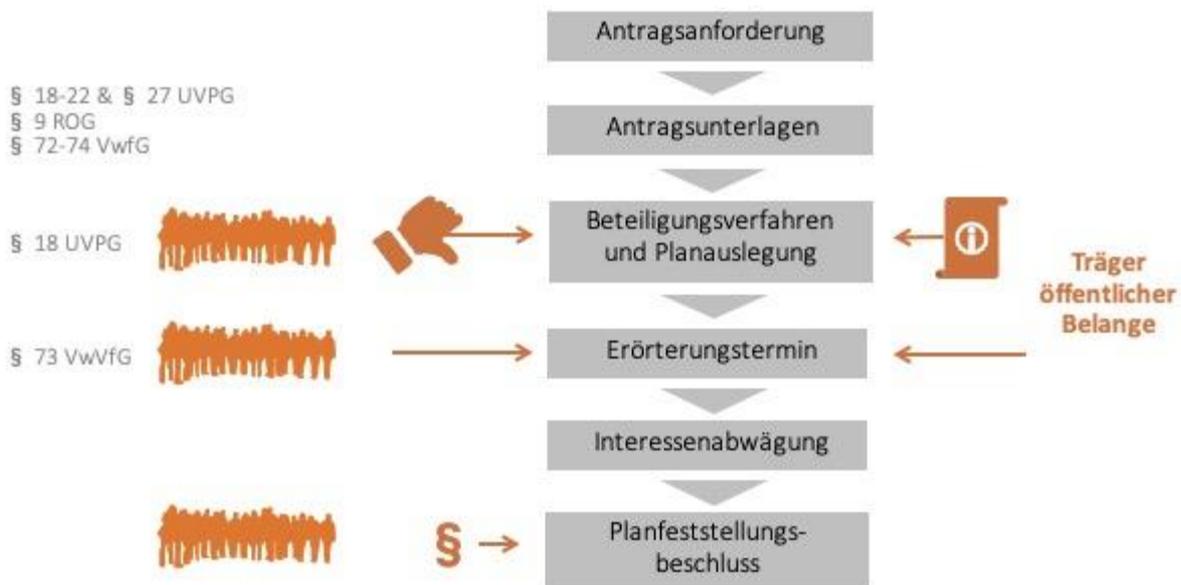


Abbildung 4 Ablauf eines formellen Plan- und Beteiligungsverfahrens, am Bsp. des Planfeststellungsverfahrens (Eigene Darstellung auf Grundlage Stiftung Mitarbeit 2012, Rottmann 2013, BMVI 2014)

Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP), Raumordnungsgesetz (ROG) oder Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) für z.B. Planfeststellungsverfahren¹ sehen eine Information über Vorhaben und Planungsstand sowie Verfahren, eine Abgabe von Äußerungen für die betroffene Öffentlichkeit, eine Gelegenheit zur Stellungnahme für jeden dessen Belang berührt wird und einen Erörterungstermin zu abgebenen Einwendungen und Stellungnahmen vor.

Die Entscheidung, "ob" dieses Projekt realisiert wird, obliegt nicht der Zivilgesellschaft, sondern wird von der Politik getroffen. Allerdings ist es erlaubt, sich zu dem Projekt zu äußern, wenn man davon betroffen ist. Das bedeutet, Hinweise zu geben und Kritik zu äußern. Die abgegebenen Kommentare müssen berücksichtigt werden, wenn ihre Anliegen betroffen sind, da sie in die Abwägung einbezogen werden. Der Projektentwurf wird an die abgewogenen Stellungnahmen angepasst und öffentlich erörtert. Damit ist das formale Beteiligungsverfahren für Verkehrsprojekte beispielsweise im Planfeststellungsverfahren abgeschlossen.

Die Anwendung von konventionellen, gesetzlich vorgeschriebenen Verfahren zur Bürgerbeteiligung wird obsolet. Die Universität Leipzig hat eine Umfrage zur Zufriedenheit mit diesem formellen Planungsverfahren durchgeführt (vgl. Rottmann 2013: 35). Befragt wurden Kommunen, Unternehmen und Haushalte. Es ist nicht verwunderlich, dass die Mehrheit der Kommunen und Unternehmen als Projektentwickler mit

dem bestehenden formellen Beteiligungsverfahren sehr zufrieden ist. (ebd.)



Abbildung 5 Plakataufsteller (2018 + 2021) (Eigene Darstellung)

Beide Akteure sehen eine umfassende Beteiligung von Bürgern und Interessengruppen im Vorfeld der Planaufstellung als nicht notwendig an. Sie befürchten Eingriffe in die eigenen Entscheidungsbereiche von Personen bzw. Initiativen mit fehlendem Fachwissen und daraus resultierenden Zeitverzögerungen - sowie den Verlust von Informationshoheit. (vgl. Rottmann 2013: 43)

Interessant ist das Ergebnis der Haushalte. Während fast 40 % der Haushalte mit dem formalen Beteiligungsprozess unzufrieden sind, kennen 30 % diesen überhaupt nicht. Dieser Wert deckt sich beinahe mit dem Ergebnis der Umfrage nach den Hemmnissen für eine erfolgreiche Bürgerbeteiligung (vgl. Rottmann

¹ Das Planfeststellungsverfahren (PFV) ist Bestandteil des Verwaltungsverfahrens zur Planung, Zulassung und Realisierung von Verkehrswegen. Im PFV wird abschließend über die Zulässigkeit des geplanten Verkehrsplanungsvorhaben entschieden.

den. Wenn dem Vorhaben keine Gegenstimmen vorgebracht werden, darf der Vorhabenträger mit dem Planfeststellungsbeschluss sein Vorhaben realisieren.

2013: 51). Hier wurden Kommunen und Unternehmen befragt.

Fast die Hälfte der Befragten stimmt mit den Haushalten überein, dass es ihnen an Wissen über Beteiligungsprozesse mangelt. Interessant ist hier der am häufigsten genannte Grund: Fast zwei Drittel und drei Viertel der Unternehmen und Kommunen sehen ein mangelndes Interesse der Bürger an Entscheidungsprozessen. Das lässt sich leicht sagen, wenn eingeräumt wird, dass Beteiligungsprozesse komplex sind und Informationen über die Prozesse nur unzureichend zur Verfügung gestellt werden. Somit wird weiterhin das klassische Prozedere des Verfahrens durchlaufen bis zum ersten geplanten Spatenstich.

Verschiedenste Studien und Fachveranstaltungen weisen auf einen Kompromiss hin, in dem formelle Beteiligungsverfahren durch informelle, diskursive Formen, wie Bürgerwerkstätten und -foren, Workshops und World Cafés vermehrt ergänzt werden sollen. Die Transparenz relevanter Informationen soll durch ergänzende Informationsveranstaltungen und einen verbesserten Internetauftritt erreicht werden. (vgl. Rottmann 2013: 70 ff.; BMVI 2014: 25 ff.) Um informelle Beteiligungsformate in formelle Planungsverfahren zu integrieren, werden diese zusätzlich in vielen Teilen auch digital durchgeführt. Wie diese zusätzliche Online-Partizipation genau gestaltet werden sollen, bleibt offen. Es werden keine Kriterien für die Bereitstellung von Informationen formuliert. Hat jedes Projekt ein eigenes Online-Portal oder werden die

Projektinformationen in das Online-Portal der Kommune integriert? Hierfür gibt es keine Regeln und einheitlichen Vorstellungen.

4. Online-Partizipation – von stationär zu mobil

4.1. Ein Relaunch für Online-Partizipation muss her

Informelle und formelle Beteiligungsformate werden auf unterschiedliche Weise kommuniziert. Die klassischen Formate stellen dabei die Amtlichen Bekanntmachungen im lokalen Stadtanzeiger sowie Plakataufsteller im öffentlichen Raum dar.

Hinzu kommt mit der Entwicklung digitaler Kommunikationsmedien zu Beginn des 21. Jahrhunderts die Online-Partizipation. Im Bereich der Planung versteht man darunter die „Digitalisierung bereits vorhandener Beteiligungsverfahren und die Entwicklung neuer Möglichkeiten der politischen Teilhabe an Entscheidungs- und Meinungsbildungsprozessen.“ (vgl. Rottmann 2013: 57) Ziel dabei ist die öffentliche Diskussion zu beeinflussen und ein Mitwirken bei Entscheidungsfindungen herzustellen. Informationen zu Bauleitplänen und Planfeststellungsverfahren werden dabei auf der stadteigenen bzw. kommunalen Homepage erläutert. Bei größeren Vorhaben gibt es oft eigene Online-Plattformen für die Zivilgesellschaft mit spielerischen Übersetzungen, so zum Beispiel die Öffentlichkeitsbeteiligung für den Verkehrsentwicklungsplan in Bremen. (Verkehrswende Bremen 2030 (o.D.)) Stellungnahmen dürfen per E-Mail eingehen

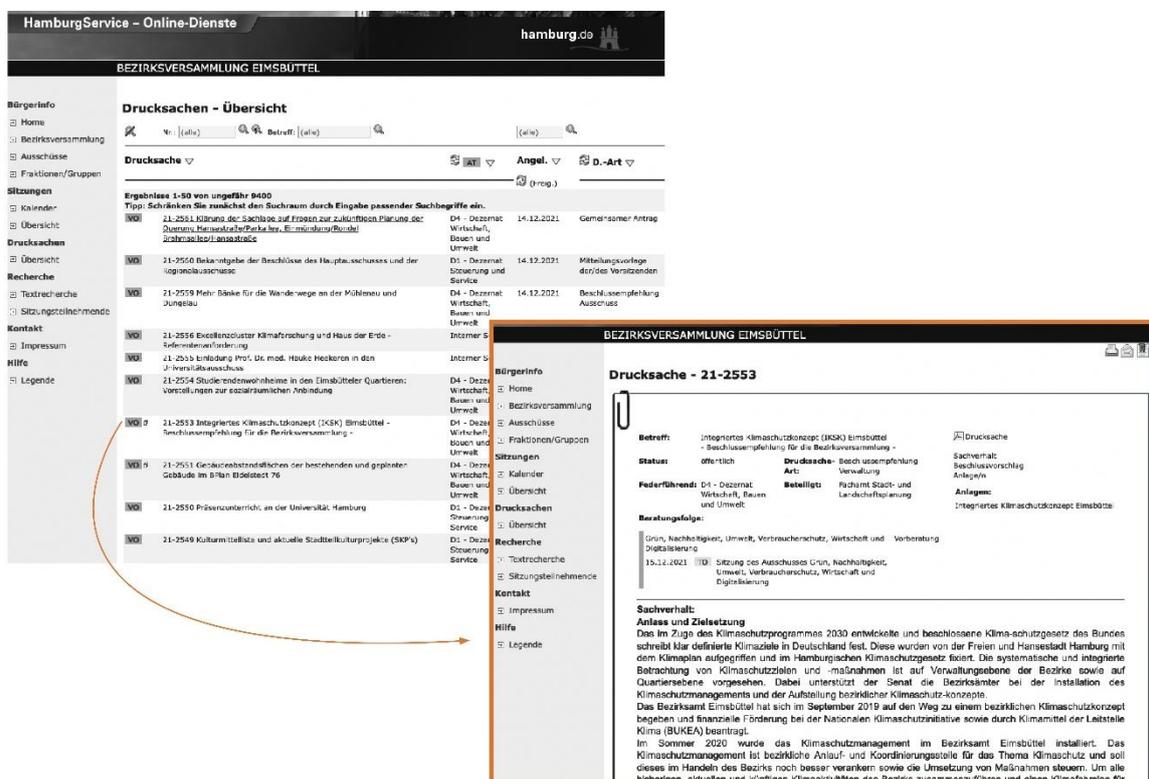


Abbildung 6 Ratsinformationssystem – Drucksachen Bezirksversammlung Eimsbüttel (Quelle: <https://sitzungsdienst-eimsbuettel.hamburg.de/bi/vo040.asp>)

und Beschlüsse können in z.B. Ratsinformationssystemen der Kommunen abgerufen werden. Dabei werden sämtliche Dokumente, von Mitteilungen, über kleine Anfragen aus der Politik an die Verwaltung bis hin zu Empfehlungen und Anträgen in das sogenannte Ratsinformationssystem hochgeladen, inkl. Datum und Gegenstand des Dokuments. (vgl. HamburgService – Online-Dienste (o.D.)) Alle Dokumente zu einem Projekt erfolgen über die Suchfunktion. Die Inhalte der Dokumente sind meist in reiner Textform, teilweise ohne weiterführende Anlagen, jedoch mit Zuständigkeitsbereich, aber ohne direkten Kontakt. (ebd.)

Ist es ausreichend, öffentliche Bekanntmachungen zu stadtinternen Angelegenheiten als Dokument zum Download oder in einem Online-Portal anzubieten oder über Großprojekte mit einer eigenen Website zu informieren und zum Mitmachen anzuregen?

Viele Projekte sind auf den Online-Portalen der Kommunen zu finden und deren Darbietung sollte dringend verbessert werden. Untersuchungen in Deutschland und im internationalen Vergleich zeigen, dass gerade der Großteil der Online-Portale, inkl. für die (Stadt-)Planung, insbesondere von Kommunen, mindestens seit 2005 von geringer Nutzerfreundlichkeit zeugen. (vgl. Bahrke / Kempermann / Schmitt 2016: 78 ff., Bräuer / Biewendt 2005: 3, Stiftung Digitale Chancen 2008: 40) Es wird festgestellt, dass bundesweit Handlungsbedarf im Bereich Breitbandversorgung besteht. (vgl. Bahrke / Kempermann / Schmitt 2016: 92 f.) In Hinblick auf die Inhalte ist das Angebot an Online-Services und Daten weiterhin begrenzt. (ebd.) Der Bereich Nutzerfreundlichkeit ist in der Bundesrepublik als nachteilig zu bewerten. (ebd.) Gründe dafür liegen nach Umfragen von BürgerInnen, in der uneinheitlichen Gestaltung von Bürgerservice-Portalen, deren schweren Auffindbarkeit (Unzufriedenheit bei 46%) und Bedienbarkeit (Unzufriedenheit bei 42%) sowie in Teilen in deren Unverständlichkeit, welches auch die Hauptbarrieren sind. (vgl. Bahrke / Kempermann / Schmitt 2016: 78 ff.) Bei letzterem werden insbesondere die undurchschaubare Struktur der Online-Angebote und die (fach-)sprachlich schwer verständlichen Verfahren als Barrieren genannt. Darüber hinaus sei die reine Informationsbereitstellung auf Online-Portalen (z.B. über Ratsinformationssysteme) keine aktive Bürgerbeteiligung. (vgl. Bräuer / Biewendt 2005: 3) Die Studie fordert eine Verständlichkeit der bereitgestellten Informationen durch die Verwaltungen, um Bürgerbeteiligung zu erleichtern und die Transparenz von Politik zu steigern. (ebd.) Eine andere Studie stellt darüber hinaus fest, dass die Möglichkeiten der Bürgerbeteiligungsverfahren im Internet (auch im Rahmen der Bauleit- und Flächennutzungsplanung) kaum genutzt werden. (vgl. Stiftung Digitale Chancen 2008: 40) Sie geht sogar soweit, dass sie die Mehrheit der Dialogangebote für BürgerInnen eher

als Instrument der Öffentlichkeitsarbeit und nicht als Partizipationsmöglichkeit betrachtet. (vgl. Stiftung Digitale Chancen 2008: 38)

Neben den klassischen Online-Portalen der Kommunen werden digitale Medien, insbesondere soziale Medien, kaum für Planungsverfahren genutzt. (vgl. BBSR 2018: 5) Dabei verändern sie das Zusammenspiel von Verwaltung, Politik und Zivilgesellschaft in positiver Weise. Durch den Einsatz digitaler Medien kann z.B. die Transparenz von Stadtentwicklungsprozessen erhöht, da Daten und Informationen schnell zugänglich und sichtbar gemacht werden. Mit der Implementierung sozialer Medien in die Planungspraxis und dem Aufbau von entsprechendem Know-how kann informiert und die öffentliche Meinung (mit-)gestaltet werden. (ebd.) Die Online-Partizipation ersetzt dabei nicht analoge Beteiligungsformate: Partizipation sollte im Sinne einer crossmedialen Anwendung von Offline- und Online-Formaten geschehen. (vgl. ZebraLog (o.D.)) Problematisch ist, dass Stadtverwaltungen kein organisatorisches sowie technisches Know-how besitzen und entsprechende Ressourcen benötigen. (vgl. BBSR 2018: 9)

Es gibt Möglichkeiten der Partizipation, insbesondere mit digitalen Medien auf Präsenzveranstaltungen, wie bereits in Hamburg am Beispiel der Stadtwerkstatt im Jahr 2018 oder auch der Öffentlichkeitsbeteiligung für die neue U-Bahnlinie 5 im Jahr 2019 sichtbar geworden ist. Via Tablet konnten Fragebögen ausgefüllt und Meinungen geäußert und gleichzeitig dokumentiert und ausgewertet werden. Über ein XXL-



Abbildung 7 Tablet und VR-Brille zur Visualisierung von Planungsvorhaben

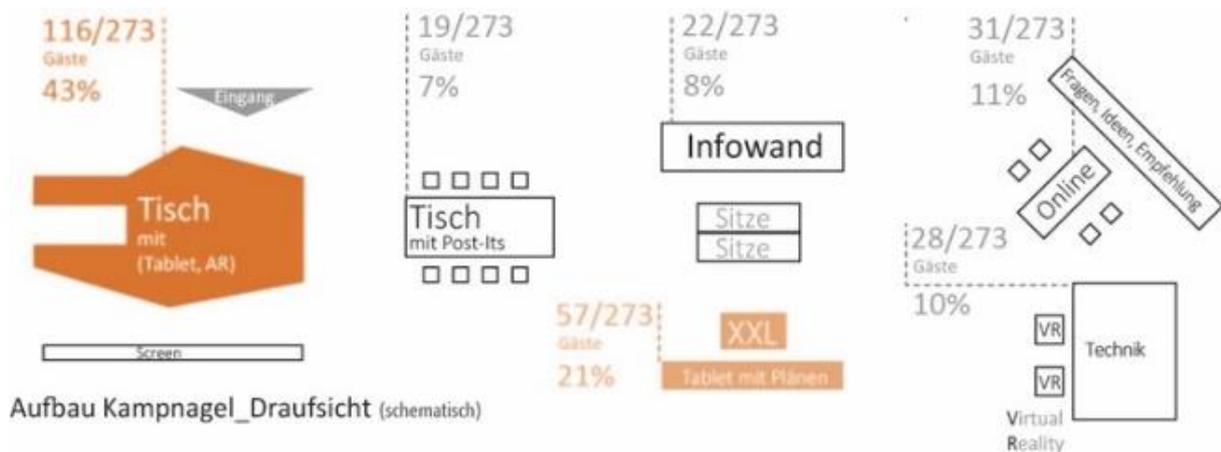


Abbildung 8 Nutzungsintensität der Beteiligungsformate während der Präsenzveranstaltung via Intervallbeobachtung (gesamt)

Tablet konnte sich über verschiedene GIS-basierte Karten, ein Überblick über das Planungsgebiet auf mehreren kategorialen Ebenen verschafft werden. Beteiligung wird digitaler und visueller.

Dies scheint der richtige Weg zu sein, um die Beteiligung an Planungsprozessen im Rahmen von Präsenzveranstaltungen zu verbessern. Allerdings kann ein derartiger Aufwand nicht für jedes kleine Quartiersentwicklungs- und Straßenplanungsprojekt betrieben werden.

Mit der COVID19-Pandemie konnten weder Präsenzveranstaltungen in Bürgerbeteiligungsverfahren noch Sprechstunden in der Verwaltung zur Einsicht in Planungsunterlagen im Frühjahr 2020 stattfinden. Seit 14. Mai 2020 gibt es in Deutschland ein Gesetz zur Sicherstellung ordnungsgemäßer Planungs- und Genehmigungsverfahren während der COVID19-Pandemie. (vgl. PlanSiG 2020 § 1) Die Online-Beteiligung ist somit

vorübergehend bis zum 31. Dezember 2022 gesetzlich vorgeschrieben. (PlanSiG 2020 § 2 Abs. 1)

4.2. Potentiale mobiler Online-Formate für Verkehrsplanungsprozesse

Während Online-Portale von Kommunen mit ihrer Nutzerunfreundlichkeit in Hinblick auf Planungs- und Beteiligungsprozesse kämpfen, gibt es bereits Erfolg versprechende Formate in Richtung einer besseren Beteiligung. 2019 wurde eine von vier öffentlichen Veranstaltungen im Rahmen der Planungen für die neue U-Bahnlinie 5 in Hamburg untersucht. Es sollte herausgefunden werden, welche Rolle digitale Formate im Vergleich zu analogen Formaten bei einer Präsenzveranstaltung spielen. Methodisch wurde eine Intervallbeobachtung aller vorhandenen Formate sowie eine Befragung mittels eines analogen Fragebogens durchgeführt.



Abbildung 9 Tisch mit Hamburg-Map und U-Bahnlinie 5 sowie Augmented-Reality-Funktion via Tablet

Festgestellt werden konnte die hohe Dichte am Augmented-Reality-Tisch und dem XXL-Tablet. Die Nutzung der Online-Portale war weniger gut besucht.

Ergebnis der Intervallbeobachtung ist, dass der Augmented-Reality-Tisch am häufigsten besucht wurde von allen Altersgruppen. Was hat dieses Medium so besonders gemacht? Es ist ein mit einem Hamburger Stadtplan zurechtgeschnittener Tisch, der einen Abschnitt der neuen U-Bahnlinie zeigt.

Mit bereitgestellten Tablets und personellem Support für die Technik konnten sich via Augmented Reality die neuen U-Bahnstationen mittels 3D-Animationen angeschaut werden. Das zweithäufigste genutzte Medium war das XXL-Tablet mit unterschiedlichem Kartenmaterial. Fast zwei Drittel der während der Intervallbeobachtung festgehaltenen Besucher nutzten digitale Formate in dieser Veranstaltung. Warum wurde dieses Medium am häufigsten benutzt? Die Ergebnisse aus der Umfrage haben ergeben: Das Medium ist verständlich, klar, anschaulich und am einfachsten zu bedienen. Die Hälfte der Befragten hat es mind. 3 Minuten benutzt, sprich ausprobiert und ist der Meinung, dass dieses Medium bei ähnlichen Veranstaltungen unbedingt wieder eingesetzt werden sollte. Insgesamt betrachtet findet die Mehrheit der Befragten, dass Sie sich durch die Veranstaltung besser informiert fühlt als vorher und ihre Interessen berücksichtigt wurden. Fast die Hälfte der Befragten gab an, dass ihre individuellen Einwände gegen die Planungen der U-Bahn Linie 5 aufgehoben werden konnte. 28 % haben weiterhin Bedenken aus den unterschiedlichsten individuellen Gründen.

Was ist mit den Personen, die jedoch keine Zeit haben, zu den Veranstaltungen zu gehen, sich auf den Online-Portalen der Kommunen nicht zurechtfinden und/oder nun während der COVID19-Pandemie Präsenzveranstaltungen nicht besuchen konnten?

Ist es nicht möglich, an dem Ort teilzunehmen, an dem die Projekte geplant werden? Welche Rolle kann mobile Partizipation mit den Medien Smartphone und Tablet dabei spielen? Verschiedene Studien zeigen, welche Rolle das Smartphone in Planungsprozessen spielen kann. (vgl. Regenbrecht 2011; Höffken 2014, Geerse / Vogt / Guschl 2018) Dr. Stefan Höffken untersucht das Smartphone als Instrument der mobilen Partizipation und dessen Mehrwert in der Stadtplanung. Das Spektrum und der Einfluss der mobilen Partizipation ist groß. Einerseits können sich die Nutzer überall, schnell und einfach austauschen und organisieren, ohne an einem bestimmten Ort zu sein. (vgl. Höffken 2014: 119) Andererseits werden die Nutzer zu Datenlieferanten oder DatenempfängerInnen an bestimmten Orten, die in der Folge durch Crowdsourcing (GeoWeb) gespeichert und visualisiert werden können. (vgl. Höffken 2014: 142 ff.) So werden neben der eigenen Datenproduktion, Daten gespeichert, Informationen generiert und Wissen über räumliche

Gegebenheiten weitergetragen. Dies im Prinzip des Open Data bedeutet für die Stadtplanung (Verwaltung wie Unternehmen) ungemeines Wissen zum weiteren Planen und Gestalten.

4.3. Untersuchung - Entwicklung und Anwendung eines digitalen Prototypen am Beispiel der Unteren Königsstraße in Kassel

Im Rahmen eines Studierendenprojektes der Bereiche Stadtplanung, Architektur und Kommunikationstechnik der Universität Kassel im Sommersemester 2021 wurde ein digitaler Prototyp, App-Mockups, entwickelt und angewendet. Dazu wurde ein Planungsverfahren und Beteiligungsprozess am Beispiel eines lebendigen Straßenraums in Kassel simuliert und neben verschiedenen Kommunikationskanälen, Visualisierungen und testweise Augmented-Reality genutzt, um das gesamte Verfahren verständlich und anschaulich zu gestalten; an dem Ort, wo geplant wird.

Dafür wurden insgesamt 119 Beteiligungsapps (mobil und Desktop) recherchiert und anhand von Kriterien und entsprechenden Indikatoren gegenübergestellt und ausgewertet. Die Beteiligungsapps sind bundesweit und international verortet. Es handelt sich dabei um real anwendbare Apps, um Forschungsprojekte und kleinere anwendungsorientierte Studien. Die Kriterien, mit denen die Apps verglichen wurden, sind abgeleitet aus den Grundproblemen von Planungsprozessen sowie Online-Formaten und Online-Portalen. Es sind Kriterien wie Partizipationsstufe, Beteiligungsdauer, Erreichbarkeit, Kommunikationskanal, Benutzerfreundlichkeit oder auch die Anwendung von Augmented/Virtual Reality.

Insgesamt lässt sich aus der Gegenüberstellung folgendes ziehen: Beteiligungsapps ...

- gehen kaum über die Partizipationsstufe Information und Mitwirkung hinaus. In seltenen Fällen geht es um Petitionen, wo die nutzende Person über ein Vorhaben mitentscheiden darf.
- werden kaum für den direkten Austausch zwischen den verschiedenen Nutzern (wie BürgerIn, Verwaltung, Institutionen, Unternehmen) genutzt. Die nutzenden Personen verwenden mobile Anwendungen überwiegend zum Abrufen und Liefern von Informationen, nicht zum Mitgestalten.
- sind in Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit auf einem mittleren bis niedrigen Niveau. Das liegt zum Beispiel an unverständlichen Informationen und unübersichtlicher Navigation.
- Die wenigsten Beteiligungsapps nutzen Kommunikationskanäle, die One-Way sind. Sichtbare Kommentare oder Chats werden häufiger genutzt.

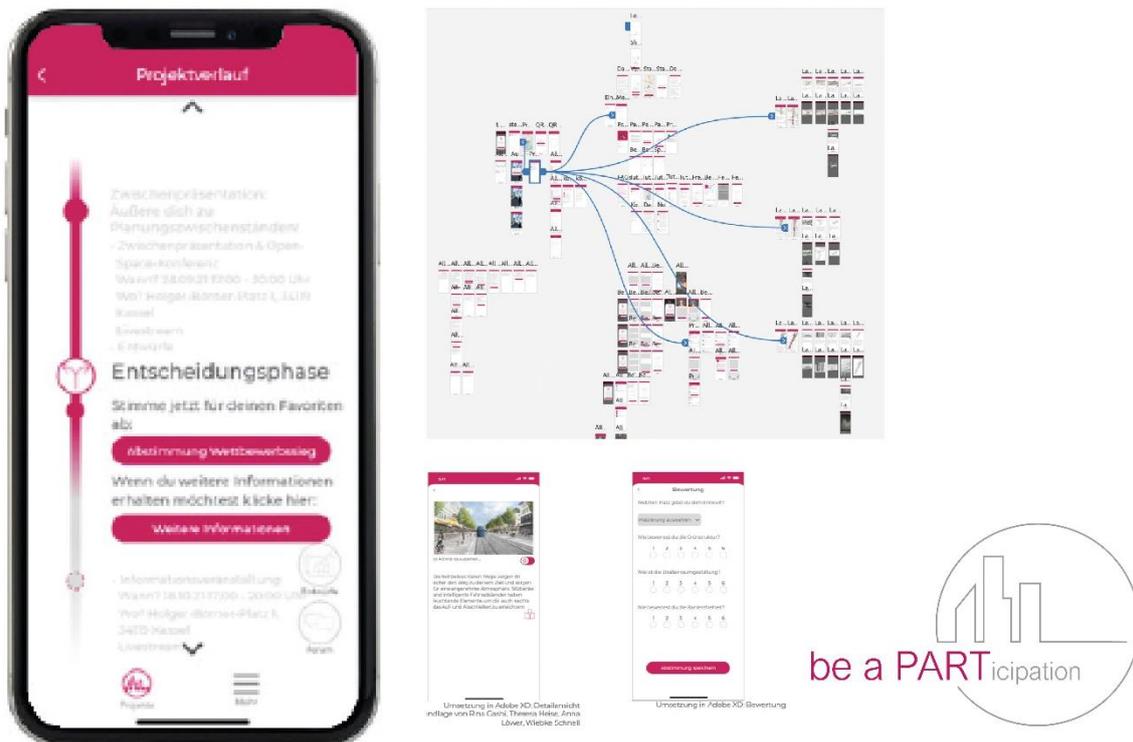


Abbildung 10 Entwicklung der Beteiligungsapp „be a PARTicipation“ (Eigene Darstellung auf Grundlage Studierendenprojekt SoSe 2021)

- 80% der Beteiligungsapps benennen den Planungshintergrund. Eine Transparenz ist gegeben.
- 50% der mobilen Beteiligungsapps nutzen Augmented Reality zur Veranschaulichung des Vorhabens.

Aus den Schlussfolgerungen und unter Berücksichtigung der abgeleiteten Grundprobleme von Partizipationsprozessen sowie Online-Formaten und –Portalen, wurden Ziele abgeleitet, die der zu entwickelnde Prototyp erfüllen soll. Die Ziele umfassen die verständliche Aufbereitung und Vermittlung von Informationen des jeweiligen Planungsvorhabens. Alles um das Planungsvorhaben und deren Prozess soll transparent kommuniziert werden. Beteiligung soll an sich überhaupt stattfinden, analog und digital. Die Benutzerfreundlichkeit sowie das gemeinsame Gestalten mit anderen Personen stehen im Fokus. Auch die Verbesserung der Kommunikation zwischen den BürgerInnen an sich und den VorhabenträgerInnen und zuständigen Personen soll verbessert werden.

Daraus ableitend wurde ein Kriterienkatalog mit korrespondierenden Indikatoren erstellt, der als Grundgerüst zur Entwicklung des digitalen Prototyps dient. Um das am Beispiel der Unteren Königsstraße in Kassel simulierte Planungsverfahren mit Beteiligungsprozess und damit für Laien abstrakten und komplexen Vorgang einfach zu vermitteln, wurde ein sogenannter „Beteiligungstracker“ entwickelt. Dieser gibt alle formellen und

informellen Planungsschritte bekannt und zeigt gleichzeitig, wann sich BürgerInnen wie beteiligen können. Die Beteiligungsformate sind in die App integriert und es bedarf keiner weiteren App-unabhängigen Anwendung.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass folgende Kriterien zur inhaltlichen Entwicklung einer erfolgreich anzuwendenden Beteiligungsapp für mobile Endgeräte erfüllt werden müssen:

1. Verständliche und intuitive Aufbereitung des Planungsvorhabens und -prozesses
2. Transparente Gestaltung des Planungsvorhabens und -prozesses
3. Vielfältige Kommunikationsmedien (One-to-one, Many-to-Many)
4. Hohe, mindestens mittellange Beteiligungsdauer
5. Mindestens Partizipationsstufe Information und Mitwirkung, wenn möglich Mitentscheidung
6. Hohe, mindestens mittlere Reichweite des Planungsvorhabens und -prozesses
7. Inhalte zur politischen Agenda verständlich zusammenfassen, mindestens bereitstellen
8. einfache Zugänglichkeit und Benutzerfreundlichkeit gewährleisten
9. eine Diskursarchitektur implementieren und nutzerbezogen anwenden
10. Online-Verfügbarkeit der Informationen zum Vorhaben und Prozess



Abbildung 11 Beteiligungsapp „be a PARTicipation“ – Befragung und Anwendung

11. Zeigen der Einflussnahme der Beteiligung auf die finale Entscheidung zum Vorhaben

An drei Tagen (Samstag, 2 x Dienstag) im Zeitraum von 15 bis 18 Uhr wurde die Anwendung der App angeboten und eine Umfrage durchgeführt. Von 52 BürgerInnen, die die App angewandt haben, füllten 36 Personen zwischen 10 und 60 Jahren den Fragebogen aus. Die Umfrage hat ergeben, dass das Interesse an der App sehr groß ist und die befragten Personen die App für Planungsprozesse nutzen würden (82,5 %) sowie der Planungs- (81%) und Beteiligungsprozess (87%) mittels der einfachen und ansprechenden Visualisierungen von der Mehrheit der Befragten gut verstanden wurde.

5. Fazit

Die bisherige Auswertung von Handbüchern und Studien hat ergeben, dass die bestehende Informations- und auch Konsultationspraxis von Verkehrsplanungsvorhaben - offline wie online - ungenügend ist. Informationen zu Planungsstand und Verfahren werden zu spät und unverständlich vermittelt, mit experimentellen Ausnahmen wie zum Beispiel der Hochbahn AG oder die Stadtwerkstatt in Hamburg, die ihre Informationen zum Planungsvorhaben visuell erlebbar gestalten, das Medium an sich jedoch höchst unflexibel ist, wenn es um die ganzheitliche oder weiterführende Planung geht. Eine aktive Beteiligung der Zivilgesellschaft, um mitgestalten oder mehr noch mitentscheiden zu dürfen, wird kaum geboten. Die digitalen Medien gewinnen dabei vermehrt an Bedeutung und spielen eine wichtige Schlüsselrolle, wenn es darum geht, Informationen schnell und frühzeitig zu erhalten. Eine aktive Beteiligung der Bürger wird aufgrund der mangelnden Nutzerfreundlichkeit, hier von Online-Portalen der Kommunen, selten erreicht. Bei der Nutzung digitaler, insbesondere sozialer Medien fehlt den Kommunen das technische Know-How sowie die organisatorischen, personellen und zeitlichen Mittel. Wenn Online-Beteiligung über Online-Portale stattfinden, haben diese meist eine, als informelles

Beteiligungsmedium, reine Unterstützungsfunktion zum formellen Planungsprozess. Ein Ersetzen der bisherigen Beteiligungsformate durch digitale Medien wird von ExpertInnen und Ministerien zudem nicht angeregt – ein medialer Mix vor-Ort und im Remote-Zustand wird empfohlen.

Mobile Formate, wie das Smartphone spielen dabei eine wesentliche Rolle. Beteiligung kann somit allgegenwärtig stattfinden, wenn auch manche Ebenen der Partizipation aufgrund ihrer Komplexität schwer zu vermitteln sind. Der Bereich Geoinformation in der Raumplanung schafft es bereits mittels interaktiven Karten und den dort eingespeisten städtischen und weiteren sektoralen Daten komplexe Sachverhalte, wie räumliche Funktionszusammenhänge visuell nachvollziehbar zu machen. Das ist ein erster Schritt in die richtige Richtung, wenn auch technisch geschultes Personal für die Vermittlung von Informationen mittels so genannter XXL-Tablets bereitgestellt werden muss. Die müssen das entsprechende Kartenmaterial (er-)kennen und an geeigneter Stelle einsetzen können.

Die bisherigen Ergebnisse aus Forschungsprojekten und Öffentlichkeitsbeteiligungen zeigen, dass mobile Online-Formate, wie das Tablet oder das Smartphone, unabhängig von Alter und Geschlecht, bei Offline-Veranstaltungen oder im öffentlichen Raum beliebt in ihrer Anwendung sind. Besonders in Kombination mit Augmented Reality können konkrete Stadt- und Verkehrsplanungsvorhaben anschaulicher und verständlicher vermittelt werden und so einen besseren Informationstransfer generieren. Sie sind dabei nutzerfreundlich, anschaulich und Informationen sind verständlich.

Das Smartphone als Partizipationstool für den Empfang von Informationen von Planungsvorhaben sowie Konsultationsoptionen im öffentlichen Raum einzusetzen, birgt noch technische Herausforderungen, wie z.B. relevante aber eine noch ungenaue Geolokalisierung bei Mobile Augmented Reality oder begrenzte Speicherkapazitäten beim mobilen Abrufen von Datensätzen.

Das Smartphone steckt bisher als Beteiligungstool noch in den Kinderschuhen, birgt jedoch immenses Potential eine einfache planerische Informations- und Übersetzungshilfe mit aktivem Handlungsmodus zu sein. Es wird weiterhin qualitative wie quantitative Erkenntnisse im Umgang mit dem Smartphone als potentiell Partizipationsmedium sowie technologische

Fortschritte benötigt, um dieses konkret anwenden zu können.

Literatur

Aktionsbündnis Berlin Brandenburg ABB: Mitgliederübersicht. (2018). Aktionsbündnis Berlin Brandenburg ABB. [abgerufen am 21. Januar 2021], von <https://www.abb-ber.de/>

Bahrke, M. / Kempermann, H. / Schmitt, K. (2016): eGovernment in Deutschland. Bedeutung und Potenzial für das deutsche Innovationssystem, IW Consult GmbH Köln, [abgerufen am 17. Januar 2019], in Studien zum deutschen Innovationssystem No. 14-2016, von https://www.econstor.eu/bitstream/10419/156642/1/StuDIS_2016-14.pdf

Brettschneider, F. (2013): Großprojekte zwischen Protest und Akzeptanz: Legitimation durch Kommunikation. In: Brettschneider, F. / Schuster, W. (eds.) Stuttgart 21: Ein Großprojekt zwischen Protest und Akzeptanz, Wiesbaden

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (2018): Webbasierte Medien in der Stadtentwicklung: Bürgerbeteiligung und Bürgerengagement in der digitalen Gesellschaft, BBSR-Online-Publikation Nr. 28/2017, im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, [abgerufen am 17. Januar 2019], von <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2017/bbsr-online-28-2017.html>

BMVI - Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2014): Handbuch für eine gute Bürgerbeteiligung, Planung von Großhaben im Verkehrssektor, Berlin

Bräuer, M / Biewendt, T. (2005): Elektronische Bürgerbeteiligung in deutschen Großstädten 2005 - Zweites Website-Ranking der Initiative eParticipation, Initiative eParticipation, Berlin, [abgerufen am 17. Januar 2019], von http://www.initiative-eparticipation.de/Studie_eParticipation2005.pdf

Geerse, A. / Vogt, M. / Guschl, L. (2018): How to develop a New Public Service, Projekt „smarticipate“, Horizon 2020 Forschungs- und Innovationsprogramms der Europäischen Union, [abgerufen am 14. April 2018], von https://www.smarticipate.eu/wp-content/uploads/08032021_SMARTICIPATE_This_is_how_to_develop_a_public_service.pdf

Göttinger Institut für Demokratieforschung (2011): Die Proteste gegen den Flughafen

Berlin Brandenburg (BER/BBi) - Eine explorative Analyse der Protestteilnehmer, Göttingen, [abgerufen am 15. Januar 2020], von <http://www.demokratie-goettingen.de/studien/die-proteste-gegen-den-flughafen-berlin-brandenburg>

HamburgService – Online-Dienste (o.D.): Drucksachen Bezirksversammlung Eimsbüttel, [abgerufen am 12. Februar 2021], von <https://sitzungsdienst-eimsbuettel.hamburg.de/bi/vo040.asp>

Höffken, Dr. Stefan (2014): Mobile Partizipation. Wie Bürger mit dem Smartphone Stadtplanung mitgestalten, Dissertation im Fachbereich Raum- und Umweltplanung TU Kaiserslautern

Lütcke & Wolff (o.D.): Amtlicher Anzeiger [abgerufen am 12. Februar 2021], von <https://www.lu-ewu.de/anzeiger/>

Regenbrecht, Holger (2011): Smart-Phone Augmented Reality for Public Participation in Urban Planning, University of Otago, New Zealand, [abgerufen am 15. Mai 2018], von https://www.researchgate.net/publication/254002931_Smart-phone_augmented_reality_for_public_participation_in_urban_planning

RKI - Infektionskrankheiten A-Z - COVID-19 (Coronavirus SARS-CoV-2). (o. D.). RKI - Infektionskrankheiten A-Z - COVID-19. [abgerufen am 13. Juni 2021], von https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/nCoV.html

Rottmann, Oliver Dr. (2013): Optionen moderner Bürgerbeteiligung bei Infrastrukturprojekten: Ableitungen für eine verbesserte Beteiligung auf Basis von Erfahrungen und Einstellungen von Bürgern, Kommunen und Unternehmen, Universität Leipzig, Kompetenzzentrum Öffentliche Wirtschaft, Infrastruktur und Daseinsvorsorge e.V., [abgerufen am 10. Mai 2018], von <https://docplayer.org/384153-Optionen-moderner-buergerbeteiligung-bei-infrastrukturprojekten.html>

Selle, Klaus (2019-1): Intransparent und Inhaltsleer? Was aus partizipativen Mindeststandards in der Praxis werden kann, pnd | online - ein Magazin mit Texten und Diskussionen zur Entwicklung von Stadt und Region, [abgerufen am 15. Januar 2020], von

<https://www.baufachinformation.de/intransparent-und-inhaltsleer-was-aus-partizipativen-mindeststandards-in-der-praxis-werden-kann/z/2019069016816>

Stiftung Digitale Chancen (2008): E-Partizipation – Elektronische Beteiligung von Bevölkerung und Wirtschaft im E-Government, Stiftung Digitale Chancen, Bremen, [abgerufen am 17. Januar 2019], von <https://www.digitale-chancen.de/content/downloads/index.cfm/secid.137/secid2.0/key.847/lang.1>

Stiftung Mitarbeit (Hrsg.) (2012): Bürgerbeteiligung als Teil der lokalen Demokratie, [abgerufen am 27. Juli 2018], <http://www.buergergesellschaft.de/politische-teilhabe/modelle-und-methoden-der-buergerbeteiligung/warum-und-wozu-buergerbeteiligung/buergerbeteiligung-als-teil-der-lokalen-demokratie/buergerinnenbeteiligung-als-teil-der-lokalen-demokratie-seite-4/105571/>

Verkehrswende Bremen 2030 (o.D.): Bremen bewegen - Bürgerbeteiligung Verkehr 2030, [abgerufen am 20. Januar 2019], von <https://www.bremen-bewegen.de/Zebalog> – Agentur für crossmediale Bürgerbeteiligung (o.D.): Homepage der Agentur, [abgerufen am 15. Januar 2019], <https://www.zebralog.de/>

ZRM: (o. D.). Initiative „Zukunft Rhein-Main“ (ZRM). [abgerufen am 21. Januar 2021], von <https://www.zukunft-rhein-main.de/>

AutorInnenangaben

Nicole Raddatz
Universität Kassel
Gottschalkstraße 22
34127 Kassel, Deutschland

Tote Winkel für Ladeinfrastruktur – was bei der Platzierung öffentlicher Ladeinfrastruktur im Detail zu beachten ist

Timotheus Klein*, Thomas Prill, Daniela Kind

Abstract

Der Ausbau der Ladeinfrastruktur für batterieelektrische Fahrzeuge erfordert die Identifikation von Bereichen, in denen Ladeinfrastruktur viele Nutzer bedient und wirtschaftlich betrieben werden kann. Oft werden dabei Bedarfs-Hotspots auf einer Rasterzellenebene von einigen hundert Quadratmetern bestimmt. In dieser Studie war das Ziel, Nutzungsrelevante Faktoren innerhalb solcher Hotspots zu identifizieren. Dafür wurden Nutzung und Umgebung von benachbarten Ladestationen verglichen.

Schlagwörter / Keywords:

Standort, Erreichbarkeit, Elektromobilität, HeatMap

1. Einleitung

Nachdem Deutschland zunächst das Ziel verfehlt hat, bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf die Straße zu bringen (Bundesregierung 2009), verlagert sich die deutsche Automobilindustrie in letzter Zeit verstärkt auf batterieelektrische Fahrzeuge (BEV) (Wappelhorst 2020), wodurch die Erweiterung der Ladeinfrastruktur zunehmend dringlicher wird (Routes de France; ERF, FNTP; FIEC; CICA 2020). Die Verfügbarkeit von Lademöglichkeiten wird im Hinblick auf die Kaufentscheidung zugunsten eines Elektrofahrzeugs als elementar erachtet (Buckstegen 2017; PwC Strategie & 2020; Wolbertus 2020). In Hamburg waren Anfang 2022 nur 13078 BEV registriert (KBA 2022), aber eine aktuelle Studie rechnet für Hamburg bis 2030 mit bis zu 320000 BEV, die bis zu 23000 normale und mehr als 1000 öffentliche Gleichstrom-Schnellladestationen benötigen würden (Nicholas & Wappelhorst, 2020).

Die Stadt Hamburg hat bereits 2014 einen Masterplan für öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur verabschiedet (Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg 2014), der den Aufbau von 592 Ladepunkten im öffentlichen Raum für voraussichtlich 4900 Fahrzeuge im Jahr 2016 vorsieht. Im Dezember 2019 hat die Zahl der öffentlichen Ladepunkte im gesamten Stadtgebiet 1000 überschritten. Kurzfristig kann es zu Engpässen kommen, wenn eine Quote über 10 Fahrzeugen pro öffentlichem Ladepunkt überschritten

wird, die in der europäischen Verordnung für alternative Kraftstoffe als Obergrenze empfohlen wird. Andere Regionen bieten attraktivere Kennzahlen – z.B. 5,5 – 7,0 in den vier großen Stadtregionen der Niederlande (Wolbertus 2020). Die aktuellen Entwicklungen in Hamburg und im Rest Deutschlands erfordern daher einen zeitnahen Ausbau der Ladeinfrastruktur.

Die öffentliche Ladeinfrastruktur in Hamburg wurde mithilfe einer Heatmap lokalisiert, in der das Nachfragepotential für öffentliches Laden anhand einer Reihe von Umgebungsattributen beurteilt wurde. Eine Auswertung der Ladedaten ergab jedoch niedrige Korrelationskoeffizienten zwischen den in der Heatmap berücksichtigten Umgebungsattributen und dem beobachteten Ladebedarf. Im Rahmen des Projektes „E-MetropoLIS“, in dem öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur in Ballungsräumen evaluiert wird, soll diese Studie Faktoren identifizieren, die einen Standort mit hoher Nachfrage von einem Standort mit geringer Nachfrage unterscheiden, sofern sich die bisher betrachteten Merkmale nicht wesentlich unterscheiden. Die hierfür gewählte Methode ist der Vergleich öffentlicher Ladestationen in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander, die ähnliche oder identische Umgebungseigenschaften aufweisen, deren Auslastung jedoch stark voneinander abweicht. Mit diesem Vergleich sollen Faktoren identifiziert werden, die bisher nicht berücksichtigt wurden, aber für die Auslastung öffentlicher Ladeinfrastruktur relevant sein können.

Der nächste Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über den bisherigen Standortwahlansatz in Hamburg, die zugrunde liegenden Überlegungen und die Ergebnisse der Evaluation. Der folgende Abschnitt beschreibt die Daten und den methodischen Ansatz dieser Studie. Der dritte Abschnitt und die darauf folgenden präsentiert die Ergebnisse, die im letzten Abschnitt diskutiert werden.

2. Lokalisierung der bestehenden öffentlichen Ladestandorte in Hamburg

Zielsetzung des ursprünglichen Ansatzes für die Standortwahl für öffentliche Ladeinfrastruktur in Hamburg war neben einer maximalen Auslastung auch strategische Überlegungen wie die Unterstützung intermodaler Wegeketten mit batterieelektrischen Carsharing-Fahrzeugen und dem ÖPNV. Für über 50.000 wabenförmige Zellen mit einem maximalen Durchmesser von 150 Metern wurden dementsprechende Umgebungsvariablen bewertet. Die Bewertung berücksichtigte die Erreichbarkeit mit öffentlichen und privaten Verkehrsmitteln, die Dichte der Wohn-, Gewerbe- und Freizeitnutzung, die Entfernung zu Points of Interest (POI) mit Einkaufsgelegenheiten und verschiedene Einrichtungen wie Bibliotheken, Ämter usw. Für vordefinierte Klassen der unterschiedlichen Attributskategorien wurden Punkte vergeben und durch Addition zu einer Gesamtpunktzahl aggregiert (Tabelle 1). Gebiete, die ausweislich einer hohen Gesamtpunktzahl ein hohes Ladebedarfspotenzial aufweisen, wurden vor Ort unter Berücksichtigung der straßenräumlichen Situation, des urbanen Umfelds und der elektrischen Infrastruktur untersucht.

Tabelle 1: Umgebungsvariablen, Datenquellen und dimensionslose Bewertung der Rasterwaben für die Ladeinfrastruktur (Klein & Scheler, 2018). ALKIS = Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem, BGF = Bruttogeschossfläche

Umgebungsvariable [Einheit]	Quelle	0 Punkte	+1 Punkt	+2 Punkte
Wohndichte [ha BGF / km ²]	ALKIS (Gebäudetabelle)	< 30	30-75	>= 75
Gewerbedichte [ha BGF / km ²]		< 10	10-100	>= 100
Dichte Freizeitnutzungen [ha BGF / km ²]		< 7,5	7,5-50	>= 50
Einkaufsgelegenheiten (Einkaufszentren und Supermärkte) [m Entfernung zum Centroid der Rasterwabe]	OpenStreetMap, bearbeitet und ergänzt	< 150	150-300	>= 300
Verschiedene Nutzungen (Universität, Bibliothek, Sportzentrum, Museum, Zoo, Theater, Öffentliche Einrichtung) [m Entfernung zum Centroid der Rasterwabe]		< 150	150-300	>= 300
Bedienungshäufigkeit öffentlicher Verkehr in der Hauptverkehrszeit [Minuten zwischen Abfahrten]	Fahrplandaten Werktag	> 10 / keine	5-10	<= 5

Quelle: ARGUS

Dieser allgemeine Ansatz und die zur Abschätzung des potenziellen Ladebedarfs verwendeten Umgebungsvariablen spiegelten den Stand von Forschung und Praxis wider. Methodiken zur Lokalisierung von

Ladeinfrastruktur auf städtischer oder lokaler Ebene orientieren sich an nutzerInnenspezifischen Anforderungen und berücksichtigen das tatsächliche Verkehrsaufkommen, die Verkehrsbeziehungen, das potenzielle NutzerInnenverhalten und die räumlichen Strukturen (Brost, Funke, & Lembach 2018; Csaba, Bálint, Földes, Wirth, & Lovas 2019; Niels, Bogenberger, Gerstenberger & Hessel 2020). Grundlage dieser Praxis sind Erhebungen zum potenziellen, beabsichtigten oder praktizierten Ladeverhalten (BuW 2017; Kontou, Liu, Xie, & Wu 2019; Csaba et al. 2019). 70 % der NutzerInnen von Elektrofahrzeugen gaben an, mindestens monatlich öffentliche Ladeinfrastrukturen zu nutzen. Zudem fanden mehrere Studien heraus, dass Parkdauern von mindestens 15 Minuten für einen Ladevorgang attraktiv sind, sodass sich Aktivitäten mit entsprechender Dauer für eine nutzerzentrierte Auswertung besonders eignen (BuW 2017; Csaba et al. 2019). Grober, Janßen, & Küçükay (2020) beobachteten, dass BEV-FahrerInnen jede Gelegenheit zum Aufladen nutzen, egal ob notwendig oder nicht. Mögliche Motive sind die Angst vor leeren Akkus, exklusives Parken zum Aufladen von Fahrzeugen und die obligatorische Aufladung bei der Anmietung. Es überrascht daher nicht, dass größere Städte mehr Ladevorgänge pro Station aufweisen als kleinere Städte (Ziem-Milojevic & Wanitschke 2020). Allerdings schätzen Wirges, Linder & Kessler (2012) ein, dass nur ein kleiner Teil aller Ladevorgänge in der öffentlichen Infrastruktur stattfinden wird. Der überwiegende Teil tritt im privaten Bereich auf, zum Beispiel in Garagen mit hauseigenen Wallboxen. Dieser Umstand erfordert einen Kompromiss zwischen einer sichtbaren, also möglichst hohen Anzahl von Ladestationen und deren Auslastung. In jedem Fall muss die öffentliche Ladeinfrastruktur attraktiv sein und in einem Umfang genutzt werden, der die öffentlichen Investitionen in Infrastruktur und Stadtraum rechtfertigt.

Der Planungsprozess in Hamburg wurde 2018 evaluiert. Im Fokus der Evaluation stand der Zusammenhang zwischen quantifizierbaren Umweltmerkmalen und Ladebedarf auf der Ebene der hexagonalen Gitterzellen. Der Ladebedarf wurde anhand von Ladeereignissen und dem Energieverbrauch quantifiziert. Alle Korrelationskoeffizienten lagen für den gesamten Datensatz unter 0,36 und für eine Teilmenge von Ladestationen mit einer speziellen Markierung auf dem Boden der entsprechenden Parkplätze unter 0,62 (Klein & Scheler 2018).

2. Methode und Daten

Grundlage dieser Analyse ist ein Datensatz von ca. 150.000 Ladeereignissen an öffentlichen Ladepunkten in Hamburg in den Jahren 2018 und 2019, der vom lokalen Netzbetreiber Stromnetz Hamburg (SNH) für das Forschungsprojekt E-MetropoLIS bereitgestellt

wurde. Die Tabelle der Ladeereignisse enthält die entsprechende Ladestation, Zeitstempel für Start und Stopp des Ladevorgangs und die verbrauchte Energie in Kilowattstunden. Die Ladedaten wurden für Ladestationen aggregiert. Parameter zur Quantifizierung des Ladebedarfs sind die Anzahl der Ladevorgänge, die Dauer aller Ladevorgänge und die verbrauchte Energie. Es wurden zwei Jahre, 2018 und 2019, analysiert und alle Parameter durch die Anzahl der Betriebstage im jeweiligen Jahr dividiert. Saisonale Schwankungen wurden nicht analysiert.

Um zu erkennen, wo die lokale Variation der Umgebung zu großen Unterschieden im Ladebedarf führt, wurden Gradienten zwischen Paaren von Ladestationen nach Gleichung (1) berechnet.

$$g = \frac{m_2 - m_1}{d} \quad (1)$$

mit g: Gradiente
 m: Maßeinheit (z.B. Kilowattstunden);
 index: Nummer der Ladestationen in
 Tabellen 2 und 3.
 d: Distanz [m]

Diese Gradienten setzen die Differenz des Ladebedarfs ins Verhältnis zur Entfernung zwischen zwei Ladestationen. Es wurden nur Paare von Ladestationen im Abstand von weniger als 300 m zueinander berücksichtigt. Ladestationen mit Wechselstrom (AC) wurden nicht mit Stationen, die Gleichstrom (DC) liefern, gepaart, um Auswirkungen der Ladegeschwindigkeit zu eliminieren. Sowohl AC- als auch DC-Ladestationen im Datensatz verfügen im Allgemeinen über zwei Ladepunkte, mit einer Ausnahme, die nicht in den nachfolgend erörterten Einzelfällen vorkommt.

Auch die mit aktuellen Landnutzungsdaten und der Gewichtung von Klein et al. (2018) berechneten Bewertungen wurden verglichen, indem die Gradienten zwischen den benachbarten Bewertungen berechnet wurde (Tabellen 2 und 3). Diese weisen vor allem auf Unterschiede in der Flächennutzungsdichte (Wohnen, Gewerbe) hin. In geringerem Maße berücksichtigt der Standort-Score auch die Frequenz des ÖPNV, Entfernungen zu Einkaufs-, Freizeit- und Privatangelegenheiten sowie zu Ausfallstraßen, da diese Faktoren in den ursprünglichen Standort-Score einfließen. In dieser Form wurden quantitative Kennwerte berücksichtigt. Vor allem zielt diese Studie hingegen auf eine individuelle Untersuchung von Einzelfällen ab, die möglicherweise besser geeignet ist, den tatsächlichen Planungsprozess zu unterstützen als beispielsweise eine Regressionsanalyse von Umgebungsvariablen.

Unter den Paaren von AC-Ladestationen wurden die fünfzehn höchsten Gradienten für den Energieverbrauch untersucht. Da ein offensichtlicher Zusammenhang zwischen Energieverbrauch einerseits und

Verbindungsdauer bzw. Anzahl Ladeereignissen andererseits besteht, wurden die Gradienten zwischen letzteren nach einem ersten Screening nicht separat untersucht. Unter den DC-Ladestationen wurden nur fünf Paare ausgewählt, da es für weitere Beispiele nicht genügend DC-Ladestationen in hinreichender Nähe zueinander gab.

Der allgemeine Arbeitsablauf dieser Studie lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- 1) Aggregation der Ladedaten für 2018 und 2019.
- 2) Berechnung der Gradienten für AC- und DC-Ladestationen.
- 3) Auswahl von bis zu 15 Paar Ladestationen mit den höchsten Gradienten.
- 4) Untersuchung der lokalen Umgebung ausgewählter Ladestations-Paare auf potenziell relevante Aspekte.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse für die AC-Ladesäulen sind in Tabelle 2 dargestellt, die für die DC-Ladesäulen in Tabelle 3. In beiden Tabellen ist die erste Ladesäule (Nr. 1) diejenige, an der weniger Energie verbraucht wurde. Im Allgemeinen sind die Unterschiede zwischen den normalisierten Scoring-Werten gering, nur zwei von fünfzehn liegen über 0,1. Insgesamt zeigen die ausgewählten Daten einen deutlichen Anstieg der Nachfrage von 2018 bis 2019. Generell ist eine Tendenz zu mehr Ladeereignissen, längeren Ladezeiten und höherem Energieverbrauch zu erkennen, trotz des Ausbaus der öffentlichen Ladeinfrastruktur von 413 Ladestationen Ende des Jahres 2018 auf 473 Ende 2019.

Die örtliche Umgebung der in den Tabellen 2 und 3 aufgeführten Paare öffentlicher Ladestationen werden im folgenden Abschnitt detaillierter beschrieben.

Die Unterschiede zwischen quantifizierbaren Umgebungsvariablen, wie sie im normalisierten Scoring-Wert zusammengefasst sind, sind im Allgemeinen gering, mit zwei Ausnahmen. Die Vorzeichen der Gradienten der normalisierten Scores stimmen nicht immer mit denen der Gradienten des Energieverbrauchs überein. In fünf von fünfzehn Fällen fiel ein höherer Score mit einem niedrigeren Energieverbrauch zusammen. Dies bestätigt die Annahme, dass allein quantifizierbare Umgebungsvariablen nicht die ideale Position für eine Ladestation im fußläufigen Umfeld berechnen können.

Tabelle 2: Unterschiede beim Energieverbrauch [kWh/Tag] zwischen benachbarten AC-Ladestationen und andere Ladestationsnummern für 2019 und 2018 (zweite Zeile). Auswahl der fünfzehn AC-Ladesäulenpaare mit dem höchsten Gradienten für Energieverbrauch bezogen auf die Entfernung im Jahr 2019.

Station		Distanz [m]	Energieverbrauch [kWh/d]		Gradienten [kWh/d/m]	Diff. Score	Ladevorgänge [Vorgänge/d]		Ladedauer [s/d]	
Nr. 1	Nr. 2		Nr. 1	Nr. 2			Nr. 1	Nr. 2	Nr. 1	Nr. 2
402	267	55	22.9	39.7	0.31	0.02	2.4	3.8	20942	32934
			8.9	31.1			1.0	3.2	10025	28859
901	231	56	19.7	29.3	0.17	-0.25	1.9	3.3	32207	25791
			13.8	20.0			1.6	2.7	28296	20418
531	474	78	4.3	16.5	0.16	0.04	0.4	2.0	7502	37129
			0.6	6.1			0.4	0.9	1843	14526
556	249	225	19.6	51.6	0.14	0.05	1.4	3.1	21380	41244
			6.0	27.3			0.8	2.6	10512	28585
693	351	139	6.9	26.6	0.14	0.02	0.7	2.2	7482	32049
			n/a	22.7			n/a	2.0	n/a	34937
218	446	260	10.4	46.6	0.14	-0.06	1.1	3.8	21598	62285
			8.1	26.9			0.9	2.3	21088	36061
635	300	199	16.0	40.3	0.12	-0.09	1.8	2.6	18795	32970
			n/a	25.7			n/a	2.2	n/a	28556
527	351	130	11.0	26.6	0.12	0.05	1.3	2.2	31711	32049
			2.6	22.7			0.3	2.0	4264	34937
326	212	195	7.3	27.9	0.11	-0.05	1.0	2.5	15681	28737
			2.0	17.2			0.3	1.8	2583	21555
568	438	78	7.9	15.7	0.10	0.03	0.9	1.4	7455	24309
			n/a	7.4			n/a	0.8	n/a	15766
551	203	200	3.3	22.8	0.10	-0.03	0.3	2.2	5731	23539
			0.6	17.7			0.3	1.7	9174	18907
468	222	233	7.3	29.6	0.10	0.22	0.9	2.7	5503	26256
			3.0	20.7			0.4	2.3	3528	24839
644	523	288	2.0	29.0	0.09	0.01	0.3	1.8	2351	41931
			n/a	24.4			n/a	1.5	n/a	32702
362	463	220	0.0	19.4	0.09	0.01	0.0	1.1	1	24611
			0.1	12.1a			0.0	0.9	79	18799
586	393	246	1.3	22.9	0.09	0.01	0.1	1.4	1400	34785
			n/a	13.5			n/a	0.9	n/a	17483

Quelle: ARGUS

Tabelle 3: Unterschiede beim Energieverbrauch [kWh/Tag] zwischen benachbarten DC-Ladestationen und andere Ladestationsnummern für 2019 und 2018 (zweite Zeile). Auswahl der fünfzehn DC-Ladesäulenpaare mit dem höchsten Gradienten für Energieverbrauch bezogen auf die Entfernung im Jahr 2019.

Station		Distanz [m]	Energieverbrauch [kWh/d]		Gradienten [kWh/d/m]	Diff. Score	Ladevorgänge [Vorgänge/d]		Ladedauer [s/d]	
Nr. 1	Nr. 2		Nr. 1	Nr. 2			Nr. 1	Nr. 2	Nr. 1	Nr. 2
37	32	237	33.5	76.1	0.18	0.04	2.9	5.3	8122	12888
			6.0	25.7			0.5	1.8	1284	9780
22	37	196	1.1	33.5	0.17	0.01	1.5	2.9	4893	8122
			0.1	6.0			0.6	0.5	3353	1284
49	37	196	21.4	33.5	0.06	0.01	0.9	2.9	4638	8122
			n/a	6.0			n/a	0.5	n/a	1284
81	25	279	20.1	24.4	0.02	-0.02	1.8	1.8	5408	5261
			n/a	12.6			n/a	1.7	n/a	8361
81	47	279	20.1	23.4	0.01	0.12	1.8	1.6	5408	4687
			n/a	7.1			n/a	0.9	n/a	2639

Quelle: ARGUS

Die detailliertere Betrachtung der Leistungsfähigkeit und des lokalen Umfelds benachbarter Ladesäulen offenbart ein wiederkehrendes Thema für eine attraktive Ladeinfrastruktur: gute Anfahrbarkeit für AutofahrerInnen und Erreichbarkeit für FußgängerInnen sowie Sichtbarkeit für möglichst viele regelmäßig und zufällig vorbeifahrende potenzielle NutzerInnen. Insbesondere die Lage der Ladeinfrastruktur in Einbahnstraßen, die lange Umwege erfordern, erscheint einer

wirtschaftlichen Nutzung abträglich. Folglich sollten Kennwerte der Erreichbarkeit zur Identifizierung von Ladeinfrastrukturstandorten idealerweise das Pkw-Routing auf Hausnummernebene berücksichtigen und dabei nicht nur Einbahnstraßen, sondern auch zulässige Abbiegebewegungen und Fahrtrichtungsteiler berücksichtigen.

Darüber hinaus scheinen eine gute Sichtbarkeit und die Möglichkeit, den Ladevorgang mit Besorgungen oder alltäglichen Freizeitaktivitäten zu kombinieren, zur Attraktivität einer öffentlichen Ladestation beizutragen. Dies setzt jedoch eine gute fußläufige Erreichbarkeit solcher Nutzungen von der Ladestation voraus.

4. Detailbetrachtung für AC-Ladestationen

402 und 267: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 267 um 74% höher als an Ladestation Nr. 402. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Ladestation Nr. 267 liegt in der eher ruhigen innerstädtischen Erschließungsstraße Altstädter Straße mit vielen Parkplätzen und einigen Dienstleistungs- und Einkaufsmöglichkeiten im Erdgeschoss. Nr. 402 liegt am „Johanniswall“, einer Sammelstraße gegenüber dem „City-Hof“, dessen Abriss im April 2019 begann.

901 und 231: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 231 um 49% höher als an Ladestation Nr. 901. Auch die Anzahl der Ladevorgänge war höher, die Ladezeit jedoch kürzer. Ladestation Nr. 231 liegt am Alstertor, einer innerstädtischen Erschließungsstraße mit zahlreichen Geschäften im Erdgeschoss, gegenüber von einem der renommiertesten Theater Hamburgs (Thalia). Nr. 901 befindet sich in einer Garage eines Einkaufszentrums.

531 und 474: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 474 um 283% höher als an Ladestation Nr. 531. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Ladestation Nr. 474 befindet sich in der Marktstraße, einer Erschließungsstraße und beliebten Einkaufsstraße mit Einrichtungsverkehr. Nr. 531 befindet sich in der „Laeiszstraße“, einer Sackgasse, die früher an die „Marktstraße“ anschloss und gesperrt wurde (vgl. LGV FHH 2020), vermutlich um den Durchgangsverkehr zu reduzieren.

556 und 249: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 249 um 164% höher als an Ladestation Nr. 556. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Ladestation Nr. 249 liegt an der Seilerstraße, einer Erschließungsstraße, die auf ihrer Südseite als Zufahrt zu den Veranstaltungsorten der Reeperbahn dient und auf der Nordseite von mehrgeschossigen Wohnhäusern gesäumt wird. Am westlichen Ende der Straße befindet sich ein großes Parkhaus unterhalb eines Büroturms

mit einer Autovermietung. Der Standort ist über die Bundesstraße B4 gut zu erreichen. Nr. 556 liegt an der Clemens-Schultz-Straße, einer Erschließungsstraße in einem Wohngebiet mit mehreren Geschäften, Bars und Restaurants. Sie ist auf dem größten Teil ihrer Länge eine nach Osten ausgerichtete Einbahnstraße, jedoch nicht auf dem Abschnitt, wo sich Ladestation Nr. 556 befindet (Abbildung 1). Ladestation Nr. 556 ist für das Längsparken auf der Nordseite der Straße vorgesehen, so dass die Benutzer Richtung Westen fahren müssen, um StVO-konform zu parken.

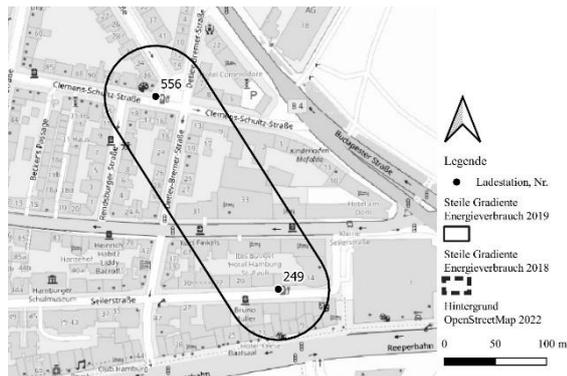


Abbildung 1: Lage der Ladestationen Nr. 556 und Nr. 249 (Quelle ARGUS)

693 und 351: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 351 um 285% höher als an Ladestation Nr. 693. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Ladestation Nr. 351 liegt an einer Hauptverkehrsstraße im Zentrum von Altona, der Barnerstraße, gegenüber dem Kultur- und Konzerthaus „FABRIK“. Nr. 693 liegt an der Bahrenfelder Straße, einer Sammelstraße, die orthogonal zur Barnerstraße verläuft und aus dem Zentrum herausführt. In der Bahrenfelder Straße gibt es wesentlich mehr Geschäfte und Dienstleistungen. Allerdings wurde Nr. 693 erst im August 2019 installiert (Abbildung 2).

218 und 446: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 446 um 349% höher als an Ladestation Nr. 218. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Die Ladestation 218 befindet sich an der Erschließungsstraße Bornstraße, in der Nähe der Sammelstraße Grindelhof. Das Gebiet ist durch den angrenzenden Universitätscampus, ein Programmkino und entsprechende Geschäfte und Dienstleistungen geprägt. Es wurde ein hoher Parkdruck in der Umgebung beobachtet (ARGUS 2004). Die Bornstraße ist ohne Linksabbieger an die Grindelallee, eine Hauptverkehrsstraße, und an den Grindelhof, eine Einbahnstraße zwischen Grindelallee und Bornstraße, angeschlossen. Ladestation Nr. 446 liegt weiter nördlich am Grindelhof und ist über mehrere Sammelstraßen (Hallerstraße, Rothenbaumchausee) leichter zu erreichen.

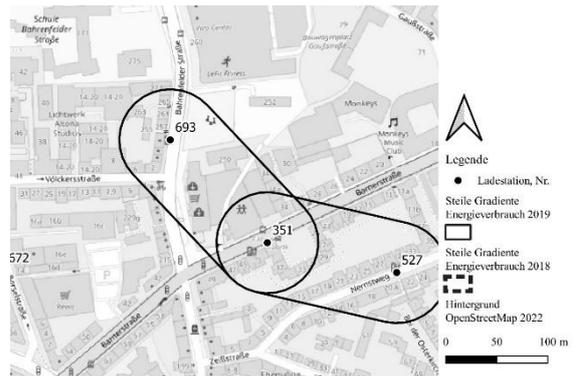


Abbildung 2: Lage der Ladestationen Nr. 351, 693 und 527 (Quelle ARGUS)

635 und 300: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 300 um 152% höher als an Ladestation Nr. 635. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Beide Ladestationen befinden sich in Erschließungsstraßen nahe der Bundesstraße B431 „Bahrenfelder Chaussee“ / „Stremannstraße“ in der Nähe eines umgenutzten Fabrikgeländes. Beide Erschließungsstraßen sind Sackgasen. Es gibt eine moderate Anzahl von Dienstleistungen, Geschäften und Gastronomiebetrieben in der Umgebung. Der Hauptvorteil der Station Nr. 300 über Station Nr. 635 ist, dass erstere vom Bahrenfelder Steindamm aus gut zu erreichen ist, der das Ortszentrum Ottensen im Süden mit dem Bornkampsweg verbindet, der weiter nördlich zur Autobahn A7 führt (Abbildung 3).

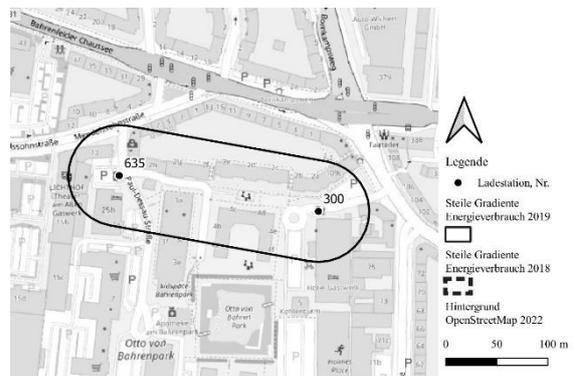


Abbildung 3: Lage der Ladestationen Nr. 635 und 300 (Quelle ARGUS)

527 und 351: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 351 um 141% höher als an Ladestation Nr. 527. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Ladestation Nr. 351 liegt an einer Hauptstraße im Zentrum von Altona, Barnerstraße, gegenüber dem Kultur- und Konzerthaus „FABRIK“. Nr. 527 befindet sich im Nernstweg, einer ruhigen Anliegerstraße mit kaum Geschäften und Dienstleistungen (Abbildung 2).

326 und 212: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 212 um 280% höher als an Ladestation Nr. 326. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Ladestation Nr. 326 befindet sich in der „Präsident-Krahn-Straße“, einer Einbahnstraße, die die Sammelstraße „Julius-Leber-Straße“ mit dem Altonaer Fernbahnhof verbindet. Aufgrund von Bauarbeiten an der Unterführung der Julius-Leber-Straße unter dem Bahnhof war die Zufahrt zur Präsident-Krahn-Straße seit 2016 noch weiter eingeschränkt. Nr. 212 liegt an der Max-Brauer-Allee, einer großen Ringtangente, die Altona mit dem Norden Hamburgs verbindet. Nur wenige Gehminuten von Ladestation Nr. 212 befindet sich eine Fußgängerzone.

568 und 438: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 438 um 99% höher als an Ladestation Nr. 568. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Die Ladestation 568 ist eine neue Anlage auf der Ostseite der Kellinghusenstraße, einer Sammelstraße mit regelmäßigem ÖPNV-Busverkehr. Nr. 438 befindet sich auf einem Parkplatz auf der gegenüberliegenden (westlichen) Seite. Ebenfalls auf der Westseite, in unmittelbarer Nähe, befinden sich eine Schule und ein Schwimmbad. Weiter westlich befindet sich in fußläufiger Entfernung ein Marktplatz („Marie Jonas-Platz“) mit einem Supermarkt und weiteren Geschäften, Restaurants und einem dreiwöchentlichen Bio-Bauernmarkt. Die Fahrbahn der Kellinghusenstraße ist ca. 12 m breit. Die nächste signalisierte Quermöglichkeit befindet sich 200 m von der Ladestation Nr. 568 entfernt, wodurch die Straße zu einer effektiven Barriere zwischen der Ladestation und den Einrichtungen wird, die NutzerInnen anziehen könnten.

551 und 203: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 203 um 595% höher als an Ladestation Nr. 551. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Die Ladestation 551 befindet sich in der Scharjestraße, einer Einbahnstraße, die nur über Rechtsabbieger mit der Max-Brauer-Allee verbunden ist, einer Haupttangente, die Altona mit dem Hamburger Norden verbindet. Nr. 203 befindet sich in der Schillerstraße, einer Zufahrtsstraße zum Parken und Anliefern südlich der Fußgängerzone „Neue Große Bergstraße“.

468 und 222: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 222 um 303% höher als an Ladestation Nr. 468. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Die Ladestation 468 befindet sich in der Buckmannstraße, einer Einbahnstraße in St. Georg unweit des Hamburger Hauptbahnhofs. Nr. 222 liegt auf der Südseite des Steindamms, dem innerstädtischen Ende einer Hauptverkehrsstraße zum Nordwesten Hamburgs. In unmittelbarer Nähe von Nr. 222 gibt es einen Supermarkt,

ein großes Bürogebäude und verschiedene andere Läden und Dienstleistungen.

644 und 523: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 523 um 1332% höher als an Ladestation Nr. 644. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Die Ladestation 644 befindet sich in der Lichtwarkstraße, einer Erschließungsstraße in einem Wohngebiet. Die Straße ist auf der Südseite bebaut, während die Nordseite an ein Stadtbahngleis grenzt. Nr. 523 befindet sich am Looeplatz an der Südseite des ÖPNV-Knotens Kellinghusenstraße (Bus- und Stadtbahnlinien U1 und U3).

362 und 463: In den Jahren 2019 und 2018 wurde die Ladestation Nr. 362 kaum genutzt. Möglicherweise war sie aufgrund von Wartungsarbeiten oder angrenzenden Bauarbeiten nicht zugänglich. Die Ladestation 362 befindet sich an der „Schwarzen Straße“, einer Einbahnstraße, die zur Sammelstraße „Sievekingsdamm“ führt. Die Ladestation 463 befindet sich an der Bundesstraße B5 Burgstraße, direkt neben der Stadtbahnstation Burgstraße (U2 und U4).

586 und 393: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 393 um 1709% höher als an Ladestation Nr. 586. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Die Ladestation 586 befindet sich in der Semperstraße, einer Erschließungsstraße in einem Wohngebiet von Barmbek. Nr. 393 liegt an der Bundesstraße und Bundesstraße B5 „Barmbeker Straße“. In der Umgebung gibt es mehrere soziale Dienste (Kindertagesstätte, Spielplatz) sowie Freizeiteinrichtungen (Sportvereinsheim, Kleingärten). Nördlich von Nr. 393, Richtung Stadtbahnstation Borgweg (U3), befinden sich mehrere Geschäfte.

4. Detailbetrachtung für DC-Ladestationen

37 und 32: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 32 um 127% höher als an Ladestation Nr. 37. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Ladestation Nr. 32 befindet sich in der Sackgasse ‚Beim Grünen Jäger‘. In unmittelbarer Nähe befinden sich zahlreiche beliebte Geschäfte, Dienstleistungen, Bars und Restaurants. Vor Covid-19 war die Gegend eine der beliebtesten Gegenden Hamburgs für „Cornering“ (Schipkowski 2015). Laut Augenzeugenbericht wurde die Station oft von Fahrzeugen des in Hamburg inzwischen eingestellten CleverShuttle genutzt. Die Straße ‚Beim Grünen Jäger‘ ist an die Richtungsfahrbahn zu Innenstadt der Bundesstraße B4 „Neuer Pferdemarkt“ / „Budapester Straße“ angebunden. Nr. 37 liegt in einer Sackgasse in einem reinen Wohngebiet.

22, 49 und 37: Im Jahr 2019 war der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 37 um 2894% höher als an Ladestation Nr. 22, und 56% höher als an Ladestation

Nr. 49. Die Anzahl der Ladevorgänge war höher und die Ladezeit war länger. Beide Ladestationen Nr. 22 und Nr. 49 liegen oder befanden sich in einer Wohngebiets-Sackgasse. Nr. 49 ersetzte 2019 Nr. 22, vier Monate nachdem diese geschlossen worden war.

81 und 25, 47: Der Energieverbrauch an Ladestation Nr. 25 war um 21% höher als an Ladestation Nr. 81. Auch die Anzahl der Ladevorgänge war höher, die Ladezeit jedoch kürzer. An der Ladestation Nr. 47 war der Energieverbrauch 16% höher als an der Ladestation Nr. 81. Die Ladezeit war ebenfalls länger, aber die Anzahl der Ladevorgänge war geringer. Die Ladestation 81 ist die dritte Installation vor der St. Michaelskirche. Während sie ähnlich gut angebunden ist wie ihre konkurrierenden Stationen Nr. 25 („Zeughausmarkt“) und 47 („Schaarsteinweg“) könnten die wiederholten Sperrungen aufgrund von Wartungsarbeiten potenzielle NutzerInnen abgeschreckt haben.

5. Diskussion und Schlussfolgerung

Ziel dieser Studie war es, Aspekte des lokalen Umfelds zu identifizieren, die die Nutzung öffentlicher Ladeinfrastruktur beeinflussen. Dazu wurden Gradienten berechnet, die das Verhältnis von der Differenz im Energieverbrauch und der direkten Entfernung zwischen verschiedenen Ladestationen mit ähnlicher Ladeleistung und -geschwindigkeit messen. Dieser Ansatz war erfolgreich, um schnell Paare benachbarter Ladestationen mit großen Unterschieden im Energieverbrauch zu identifizieren. Die Verwendung einer anderen Distanzmetrik im Nenner der Gradienten wäre möglich, z.B. die geroutete Geh- oder Fahrstrecke oder die Fahrzeit. Auch könnte eine lineare oder nicht-lineare Ableitung der Distanzmetrik hilfreich sein, um die Steigung der Gradienten an sich zu interpretieren. Die im Ergebnis dargestellte Stichprobe von Ladesäulenpaaren mit hohen Gradienten ist nicht groß genug, um die Auswirkungen eines der lokalen Faktoren zu quantifizieren. Sie zeigt allerdings, dass die Variation im lokalen Maßstab beträchtlich sein kann. In den

Literatur

ARGUS (2004), Quartiersgarage Allendeplatz - Standortuntersuchung, Hamburg: s.n.

Brost, W., Funke, T. & Lembach, M. (2018), Spatial Analysis of the Public Transport Accessibility for Modelling the Modal Split in the Context of Site Identification for Charging Infrastructure. *infrastructures*, 04.07., Ausgabe 2018, 3, 21, S. 1-15.

Buckstegen, N. (2017), Großes E-Mobility-Potenzial liegt brach: Gefahr für deutsche Autobauer wächst. [Online] Download von <https://yougov.de/news/2017/01/05/grosses-e-mobility-potenzial-liegt-brach-gefahr-fu/> [Zugriff am 15.9.2017].

meisten Beispielfällen hatte die attraktivere Ladestation trotz allgemein steigender Nachfrage mehr als den doppelten Energieverbrauch gegenüber der weniger attraktiven.

Ein wichtiger Faktor dürfte die Beobachtung sein, dass BEV-Fahrer dazu neigen, jede Lademöglichkeit zu nutzen (Grober et al. 2020). Dies kann auch daran liegen, dass das Aufladen bei einem durchschnittlichen Ladezustand viel schneller ist als das Aufladen des Autos auf 100 % (FASTNED 2020). Zudem raten die Betreiber zunehmend von langen Ladevorgängen ab, z. ENBW (EnBW 2020).

Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass es Faktoren bei der Standortwahl gibt, die mit einem Standort-Lokalisierungstool, insbesondere einem für eine ganze Stadt oder noch größere Gebiete konzipierten, kaum berücksichtigt werden können und im Einzelfall eine suboptimale Platzierung zur Folge haben können: das Vorhandensein einer elektrischen Infrastruktur zur Stromversorgung und eine Vielzahl von potenziellen räumlichen Konflikten aufgrund der Knappheit des öffentlichen Raums in dicht besiedelten Stadtgebieten. Der sowohl automobilen als auch fußläufigen Erreichbarkeit muss im Lichte dieser Ergebnisse ein größeres Gewicht bei der Platzierung eingeräumt werden.

Im Hinblick auf die Bevorzugung gut erreichbarer Ladestationen an beliebten Standorten stellt sich mit den Ergebnissen dieser Studie jedoch auch die Frage, ob die flächendeckende Bereitstellung von Ladeinfrastruktur in verdichteten urbanen Wohnquartieren ohne private Parkplätze wichtig genug ist, um entsprechende Konflikte in solchen Gebieten zu rechtfertigen. Vielleicht ist die Idee einer gleichmäßig über die ganze Stadt verteilten öffentlichen Elektroladeinfrastruktur genauso verfehlt wie die des leichten Elektrofahrzeugs vor einigen Jahren. Es könnte effektiver sein, bestehende und beliebte Ladestationen zu Ladehubs zu entwickeln.

Bundesregierung (2009), Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. [Online] Download von https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nep_09_bmu_bf.pdf [Zugriff am 10.11.2020].

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2014), Drucksache 20/12811 - Masterplan Ladeinfrastruktur. Hamburg: s.n.

BuW (2017), Bedarfsorientierte Ladeinfrastruktur aus Kundensicht. Handlungsempfehlungen für den flächendeckenden Aufbau benutzerfreundlicher Ladeinfrastruktur, Frankfurt am Main: Deutsches Dialog Institut GmbH.

Council of the European Union; European Parliament (2014), Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the deployment of alternative fuels infrastructure Text with EEA relevance. [Online] Download von <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d414289b-5e6b-11e4-9cbe-01aa75ed71a1/language-en>

Csaba, C. et al. (2019), Urban public charging station locating method for electric vehicles based on land use approach. *Journal of Transport Geography*, January, Band 74, S. 173-180.

EnBW (2020), Damit Ladepunkte für alle verfügbar sind: Blockiergebühr für EnBW mobility+. [Online] Download von <https://www.enbw.com/blog/elektromobilitaet/enbw-news/damit-ladepunkte-fuer-alle-verfuegbar-sind-blockiergebuehr-fuer-enbw-mobility/>

[Zugriff am 04. November 2020].

FASTNED (2020), Vehicles & charging tips. [Online] Download von <https://support.fastned.nl/hc/en-gb/sections/115000180588-Vehicles-charging-tips>

[Zugriff am 07.7.2020].

Grober, F., Janßen, A. & Küçükay, F. (2020), Einflüsse auf das Ladeverhalten von Elektrofahrzeug-Nutzern. *Internationales Verkehrswesen*, Ausgabe (72)3.

KBA (2022), Bestand nach Zulassungsbezirken (FZ 1). [Online] Download von https://www.kba.de/DE/Statistik/Produktkatalog/produkte/Fahrzeuge/fz1_b_uebersicht.html

[Zugriff am 20.5.2022].

Klein, T. & Scheler, C. (2018), Evaluation eines Standortpotenzialmodells für E-Ladeinfrastruktur. *Internationales Verkehrswesen*, Ausgabe (70)1, S. 32-37.

Kontou, E., Liu, C., Xie, F. & Wu, X. (2019), Understanding the linkage between electric vehicle charging network coverage and charging opportunity using GPS travel data. *Transportation Research Part C Emerging Technologies*, Band 98, S. 1-13.

LGV FHH (2020), Historische Karten 1: 5000 - Auswahl. [Online] Download von <https://meta-ver.de/trefferanzeige?cmd=doShow-Document&docuuid=7A32A730-8B7A-4BB1-9D7F-D0BB37805696>

Nicholas, M. & Wappelhorst, S. (2020), Regional Charging Infrastructure Requirements in Germany through 2030, Beijing, Berlin, San Francisco, Sao Paulo, Washington: icct.

Niels, T., Bogenberger, K., Gerstenberger, M. & Hessel, C. (2020), Modellbasiertes Vorgehen zur Ermittlung von Standorten öffentlicher Ladeinfrastruktur - Methodik und Anwendung am Fallbeispiel Landkreis München. *Straßenverkehrstechnik*, Ausgabe 11.2020, S. 739-746.

PwC strategy& (2020), e-Readiness Study Survey Report. s.l.:s.n.

Routes de France; ERF, FNTP; FIEC; CICA (2020), New Mobility & Road Infrastructure. International Benchmark 2020. [Online] Download von https://www.routesdefrance.com/wp-content/uploads/ERF_Etude_Benchmark_VF.pdf

Schipkowski, K. (2015), Ein bisschen wie in der Bronx. *DIE ZEIT*, 10.6.

Wappelhorst, S. (2020), The end of the road? An overview of combustion-engine car phase-out announcements across Europe, Beijing, Berlin, San Francisco, Sao Paulo, Washington: icct.

Wirges, J., Linder, S. & Kessler, A. (2012), Modelling the Development of a Regional Charging Infrastructure for Electric Vehicles in Time and Space. *European Journal of Transport and Infrastructure Research (EJTIR)*, Ausgabe 12(4), S. 391-416.

Wolbertus, R. (2020), Evaluating Electric Vehicle Charging Infrastructure Policies. Delft: s.n.

Ziem-Milojevic, S. & Wanitschke, A. (2020), Data Insights aus dem Förderprogramm EM vor Ort. Berlin: s.n.

AutorInnenangaben

Timotheus Klein*
ARGUS Stadt und Verkehr
t.klein@argus-hh.de

Thomas Prill
HafenCity Universität Hamburg (HCU)
tommyprill@gmail.com

Daniela Kind
ARGUS Stadt und Verkehr
d.kind@argus-hh.de

Emission Saving Potentials of Freight Transportation in Europe: Shifting Road to Rail Transport?

Malte Jahn, Jan Wedemeier*, André Wolf

Abstract

This paper aims at investigating the savings potential of increasing the share of rail transport in the European freight transport sector regarding greenhouse gas emissions. This paper sets itself apart by using the realized modal shift instead of the potential as the starting point for calculating the associated potential reductions in GHG emissions. The expected emission reductions associated with shifting long-distance freight transport from road to rail until 2030, as considered in this paper, are estimated using the modal shift of EU-member states with the base year 2017 and national growth rates of rail share from 2005 to 2017. The expected emission reductions are relatively small compared to the total emissions of the growing freight transport sector although (very) ambitious scenarios were assumed. To achieve a substantial reduction in greenhouse gas emissions, transport initiatives must be complemented by a reduction in the specific emissions of the respective modes of transportation. The paper closes with a short outlook for the development of the transportation sector.

Keywords:

Freight transport, Modal shift, Greenhouse gas emissions, Emission reduction

Acknowledgment

We would like to thank Paul Schumacher (University of California, UCLA) and Jan-Niklas Mueller (University of Bremen, UHB) for his contribution to data collection and literature research. The article was written as part of the EU research project "Strengthening Combined Transport in the Baltic Sea Region" (INTERREG Baltic Sea Region, grant no. #R099 COMBINE).

* Corresponding author: Jan Wedemeier, Hamburg Institute of International Economics (HWWI), wedemeier@hwwi.org

1 Introduction

You can't make a silk purse out of sow's ear – Or you can't make all solutions out of rail transport.

The freight transport sector accounts for almost a quarter of Europe's greenhouse gas emissions (GHG). Within this sector, road transport is the largest emitter, making up approximately 70% of the sector's total GHG emissions (European Commission, 2016, 2014). This paper's objective is to quantify and simulate the savings potential in terms of GHG emissions of shifting shares of road freight transport to rail (and combined) transport.

The literature on the subject of transport-related externalities and emission reduction in general is broad in content and continuously expanding. For example, Demir et al. (2015) deal with the quantitative assessment of negative externalities from freight transportation and investigates different pricing studies to internalize these (social) costs. Others simply

discuss the individual performance, advantages, and disadvantages of different transportation modes or their competition in the freight sector (Reis et al., 2013; Resor et al., 2004). In contrast to previous literature, however, this paper uses the EU-related shift potential of freight traffic from road to rail transport as the starting point for calculating the associated potential reductions in GHG emissions from the freight transport sector.

The European White Paper on transport states – this statement from 2011 is still valid – that freight transport by truck will dominate over short and medium distances (below 300 km) (European Commission, 2011). This prediction of the European White Paper is reinforced by looking at more recent data on the modal split in the EU, showing that the share of road transportation in the total inland freight transport is slowly – but constantly – growing since 2012 and reached a new high at 76.3% in 2019 (based on tonne-

kilometres performed) (Eurostat, 2021). Additionally, another report states that the volume growth in the European land freight transport market expected by 2030 will most likely have a high affinity to road transport (Rail Freight Forward, 2018). One strategy to reduce GHG emissions is to shift long-distance road freight (over 300 kilometres) to transport modes with lower CO₂-emissions.

The article consists of four main sections. After the introduction, Section 2 briefly discusses the various modes of transport in terms of logistical, financial, and environmental challenges; and makes a political classification in the EU-context. In the third section, the paper presents different scenarios for the future development of the emissions of freight transportation and provides quantitative data on the emission savings potential of truck transportation in the EU27 until 2030. The last section concludes the article.

2 EU-Policy strategy and facts on freight transport mode choice

2.1 EU-Policy strategy on transportation

In its strategy for low-emission mobility, the European Commission demands a reduction in GHG emissions from transport by at least 60 % by mid-century compared to 1990 (European Commission, 2016, 2014). Accordingly, the European Green Deal, among others, seeks to realize cleaner private (and public) transport and accelerate the decarbonisation of energy-intensive sectors (European Commission, 2020; Wyns and Khandekar, 2019). Aiginger and Schratzenstaller (2016) propose seven game changing policy drivers for the decarbonization of the EU, with the fifth being support for new, efficient technologies to decouple energy and material inputs from output and output growth. As stated by the authors of the European White Paper and confirmed by recent data, freight transport in Europe is dominated by truck transportation until today, although there is a growing demand for greater integration of different modes of transport, such as rail or waterborne transport (European Commission, 2011; Eurostat, 2021; Eurostat, 2018).

In the future, both low economic and environmental costs will be crucial for actors in the freight transportation sector to remain competitive and succeed on the market in the long term, drawing growing attention and importance to the concept of intermodal freight transportation and the reduction of road freight transport. Mathisen and Hanssen (2014) found that the academic interest in the form of published articles dealing with intermodal freight transport grew from 2000 onwards presumably to a large extent due to a stronger political focus on intermodal transport as a promising concept to reduce external costs of freight truck transport. In this context, Islam et al.

(2016) added the influence of the European White papers on competitive prices of combined freight transport, heavier and longer trains, wider loading gauges, higher speeds, and better utilization of wagon spaces as further explanations for the recent strengthening of intermodal transport.

The political ambitions also have an increasing macroeconomic dimension. While minimizing firm-level (i.e., internal) costs has always been a common corporate practice and target, the issue of reducing negative (environmental) externalities from using certain freight transport modes has gained attention only in the last decades.

2.2 The logistical, financial and environmental dimensions of freight transport modes

The determination of the most cost-effective transport mode for a certain good depends on three concerns: logistical, financial, and environmental. In this section, we shortly analyse the strengths and weaknesses of the individual modes of transport regarding each of these concerns. The observed modes of freight transport are road, rail, and inland waterway transportation. The unit of measure is usually in (metric) tonne-kilometres (transportation of one ton of good over one kilometre) or absolute volume (tonnes), values (Euro) or number of containers transported in shares of transport modes (Eurostat, 2019). In 2017, road transportation was still the dominant freight transport mode (77%) within the EU, followed by railway (17%), and waterways (6%). Just a few countries have road shares below 50%. These are Latvia (74% rail), Lithuania (67% rail), Romania (30% rail, 27% inland waterways), and the Netherlands (6% rail, 45% inland waterways) (Eurostat, 2020).

From a logistical perspective, transportation on road has three main advantages (Reis et al., 2013). Firstly, carriers can reach almost every node in Europe directly. Secondly, the high compatibility of European road systems allows an actor to use the same type of freight truck on almost every road on the European continent. And third, on medium and short distances of up to 300 km (Carboni and Dalla Chiara, 2018), goods cannot be transported faster by any other mode of transport. However, road freight transport also faces significant limitations, with the most important one being the capacity limits of motorways.

Contrary to the road system used by trucks, railroads do not always have universal specifications (track gauge, etc.) and regulations (traffic control systems, etc.), even within the European Union. For example, cross-border rail freight transport is often hampered by varying rail gauges (e. g. Spain; Puffert, 2002). Other differences between truck and rail

freight traffic include the presence of mixed traffic especially for rail freight transport (i.e., a high reliance on night trips due to the exploitation of the (same) rail network by passenger trains during the day in many countries) and a wide speed range of freight trains (with averages of 45 km/h up to 230 km/h) across European countries (Teuber et al., 2015; UIC, 2020; UN/ECE, 2001).

Compared to inland vessels, trucks using the road networks (e.g., highways, main roads) have higher velocities. Further restrictions on inland shipping include the lack of year-round navigable waterways, such as the Elbe and Oder rivers, and passage restrictions due to bridge heights (Teuber et al., 2015).

In their quantitative analyses regarding the internal costs of freight transportation, Black et al. (2003), Kim et al. (2011), and Carboni and Dalla Chiara (2018) estimate the price of freight transportation by truck at 0.58–1.37 euros per kilometre, referring to the transport of a 40-foot container (ITU 40') and assuming a vehicle utilization rate of 0.85. With regard to rail freight transport, the estimated transport costs per kilometre are between 0.46 and 1.35 euros. However, additional costs are incurred due to the transshipment process in the terminals, amounting to 27 euros and 36–60 euros per rail-rail and rail-road transfer of an ITU (40'), respectively (Black et al., 2003; Kim et al., 2011; Carboni and Dalla Chiara, 2018; European Commission, 2002). In addition, due to the mandatory handling of goods at terminals for rail and water transportation, organizational and management costs are lower for road transportation than for both rail and inland waterway transport (Reis et al., 2013).

Besides private (financial) costs, which are referred to as internal costs, main challenges arise from the impact of transportation activities on the environment. Environmental effects can be regarded as externalities as they are usually not considered by profit-focused firms in their price setting unless they have already been internalized, for example, through regulatory measures. In the case of freight transport, the negative externalities show up in the form of air, water and noise pollution, congestion, accidents, and land use. In what follows, we focus on CO₂ emissions as a particular severe type of long-term externality.

3 Freight transportation in the EU and future scenarios

Although the European White Paper (2011) on transport states that freight transport by truck will still dominate over short and medium distances (roughly, below 300 km), which can be confirmed by recent data on the modal split (Eurostat, 2021), it also states that 30 % and more than 50 % of road freight over 300 km shall be shifted to other modes of transport, such

as rail or waterborne transport, by 2030 and 2050, respectively. This goal is still relevant for the conversion of freight traffic. Against this background, the authors analyse whether and how combining the individual advantages of different transport modes (i.e., intermodal, or combined transport) can develop into a new best fit model for the transportation of freight.

3.1 The 'modal shift potential'

The 'modal shift potential', as an indicator of Eurostat (tran_im_mosp), provides information on the share of freight containers transported by road over long distances (300 kilometres or more) in the total number of containers transported in road freight transport. These containers could theoretically be shifted to rail or inland waterways, thus contributing to the reduction of CO₂ emissions from the transport sector. Note that these numbers do not take into account general changes in the total transport volumes and solely refer to the emission reduction potential associated with a modal shift from road to rail. *Ceteris paribus*, this means that all other (technological) factors – such as drive technology, units – remain constant.

In the EU28, the share of such long-distance container transport by road was 41.2% in 2017 when measured in terms of the transport performance (tonne-kilometres). When measured in terms of volumes (tonnes), the share is much lower (8.2%). Since, by definition, the performance is the product of volume and distance, the large discrepancy between the two indicators can only mean that the average container is transported over relatively short distances. The less frequent long-distance transports over 300 km or more, however, contribute more to the transport performance (measured in tkm) (Figure 1).

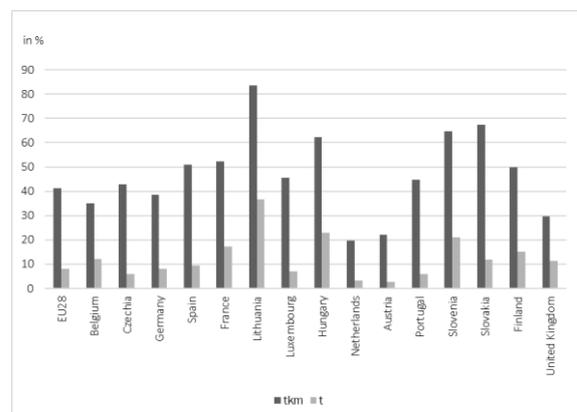


Figure 1: Modal shift potential of long-distance road freight in containers (t, tkm), 2017, Source: Eurostat (2020), HWWI

The modal shift potential as provided by Eurostat does not consider whether the long-distance road freight can actually be shifted to rail. No information on the railway network is reflected in the indicator. Therefore, to obtain more realistic scenarios for the future development, the “realized” modal shift is analysed instead. It is computed from the observed increase of rail in the modal split of freight transport in each country. Figure 2 shows the median increase in the share of rail freight transport between 2005 and 2017. Most countries did not manage to increase the share of rail freight during the observed period.

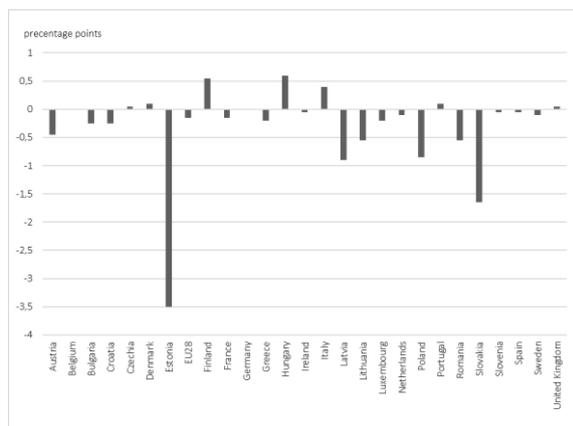


Figure 2: Observed share of rail in modal split (2006-2017), Source: Eurostat (2020), HWWI

3.2 Carbon dioxide scenarios

Given the recently growing public awareness and concern about adverse environmental developments, it can be expected that countries will be increasingly pressured and more ambitious to reduce the share of road freight transportation in the future than they have been in the past. However, realistic scenarios should still be based on the observed development in the past. The median shown in Figure 2 corresponds to the 50%-quantile which means that, in roughly half of the considered years, the respective country achieved at least the displayed increase in the rail share. It seems natural to consider higher quantiles (which are larger) to construct optimistic scenarios for the future growth rates of the rail share.

Therefore, with regard to the ambitious modal shift scenario described in this paper, a constant annual increase in the rail freight share corresponding to the 75%-quantile of the observed median annual change in the EU-28 countries looked at in Figure 2 between 2005 and 2017 is considered. The very ambitious modal shift scenario is calculated under the assumption of an even higher annual increase equal to the 90%-quantile. This means that countries are assumed to achieve an increase in the rail share every

year which they have only achieved very rarely in the past.

For both scenarios, it is assumed that the modal share of inland waterway transport remains constant at the 2017 level and that the increase in the modal share of rail corresponds to the (relative) reduction in the share of road freight transport. The rail share in the base year 2017 together with the calculated potential rail shares in 2030 according to the ambitious and very ambitious scenarios are presented in Figure 3 and 4, respectively.

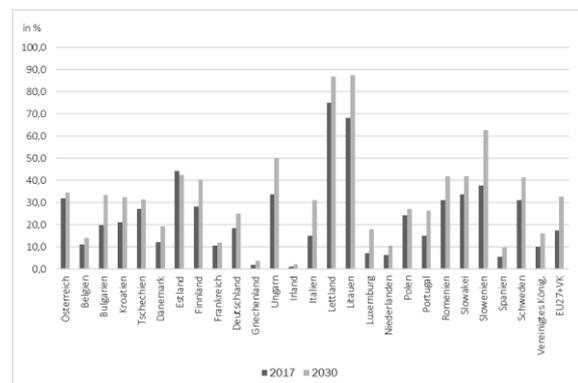


Figure 3: Increase of rail share in freight transport (ambitious modal shift scenario), Source: Eurostat (2020), HWWI

With respect to all countries considered, the rail share would increase on average from 23.3% in 2017 to 32.6% under the ambitious scenario and to 41.7% under the very ambitious scenario. In the following, the objective is to assess what these modal shift scenarios imply for the reduction of GHG emissions from freight transport in the EU.

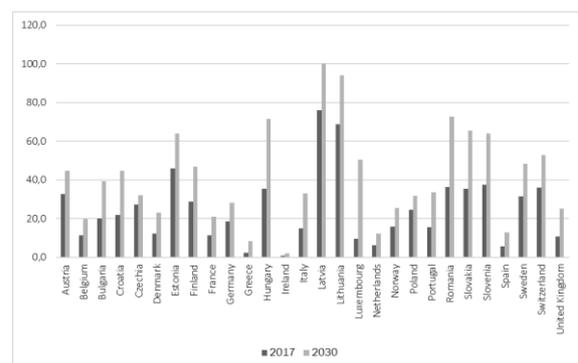


Figure 4: Increase of rail share in freight transport (ambitious modal shift scenario), Source: Eurostat (2020), HWWI

To evaluate the GHG emissions from freight transportation in the EU, we employ recent emission values of the individual modes of transportation calculated for Germany: road 103 CO₂ emissions/tkm, rail 19 CO₂ emissions/tkm, and inland waterways 32 CO₂

emissions/tkm (German Environmental Agency, 2018). First, the CO₂ emission saving potential is calculated based on the officially published modal shift potential (see Table 1) and the difference in the individual emission values between road and rail. The resulting volume of emission savings can then be multiplied by a conservative estimate of the social cost of carbon (SCC) (40 euros/t) to quantify the macroeconomic benefits of the estimated emission reduction associated with such a modal shift. The 151.3 million euros indicated in Table 1 constitute a lower bound for the benefits of reducing CO₂ emissions according to the modal shift potential in all EU28 countries.

	million tkm	CO ₂ e (tonnes)	Emission cost saving potential (million euros)
EU-28	45,041	3,783,444	151.3
Belgium	1,360	114,240	4.6
Czechia	1,316	110,544	4.4
Germany	15,989	1,343,076	53.7
Spain	4,594	385,896	15.4
France	3,108	261,072	10.4
Lithuania	1,057	88,788	3.6
Luxembourg	282	23,688	0.9
Hungary	481	40,404	1.6
Netherlands	1,636	137,424	5.5
Austria	182	15,288	0.6
Portugal	3,504	294,336	11.8
Slovenia	518	43,512	1.7
Slovakia	848	71,232	2.8
Finland	834	70,056	2.8
United Kingdom	2,443	205,212	8.2

Tab. 1: Modal shift potential, emission saving potential and social cost saving potential, 2017, Source: Eurostat (2020); German Environmental Agency (2018).

If the modal shift potential (according to the Eurostat indicator) is fully exploited, the total emissions from the transport sector would be reduced by less than 1%, taking into consideration that the total annual emissions from the transport sector in the EU amount to more than 1 billion tons and the emissions saving potential is around 3.8 million tons.

Furthermore, as argued previously, the modal shift potential does not consider enough information to determine realistic future development trajectories for the modal shift. Therefore, in the following, we consider the emission savings potential referring to the empirically constructed “ambitious” and “very ambitious” modal shift scenarios. We calculate transport-emissions indices for each EU28 country based on the modal split in 2017 and the mode-specific emission values (Table 2, column 1). This results in an emission value per tkm which is a weighted average of the three mode-specific values. The weights correspond to the respective share in the modal split. For easy comparisons between countries and over time, the index is scaled in a way that the modal split

of the EU28 in 2017 corresponds to an emission index of 100. Countries with a lower index value have a less emission-intensive modal split than on average, i.e., an above average rail or inland waterway share. The “ambitious” and “very ambitious” modal shift scenarios can also be expressed using the emission index. Regarding the EU28, the ambitious and very ambitious modal shift scenarios correspond to a decrease of GHG emissions from the transport sector of 3.2% and 6.5% by 2030, respectively.

	2017	ambitious 2030	very ambitious 2030
EU28	100.0	96.8	93.5
Austria	88.2	85.6	75.3
Belgium	98.5	95.3	89.4
Bulgaria	82.9	68.0	62.1
Croatia	97.0	84.6	72.3
Czechia	95.5	91.0	90.3
Denmark	110.9	103.1	99.2
Estonia	78.0	80.0	58.6
Finland	94.8	81.9	75.4
France	109.9	108.6	99.5
Germany	97.1	90.0	86.8
Greece	120.5	118.6	114.0
Hungary	85.9	68.4	47.0
Ireland	121.4	120.1	120.1
Italy	108.8	91.3	89.3
Latvia	48.5	35.5	22.6
Lithuania	55.8	35.0	28.6
Luxembourg	111.2	99.5	67.1
Netherlands	78.7	74.2	72.3
Poland	98.4	95.2	90.6
Portugal	108.3	95.9	88.8
Romania	69.1	57.4	26.8
Slovakia	86.5	77.4	54.0
Slovenia	86.9	59.7	58.4
Spain	117.2	112.7	109.5
Sweden	92.2	81.2	74.0
United Kingdom	112.8	106.3	97.2

Tab. 2: Indices of GHG emissions from transport sector (scenarios), Source: Eurostat (2020); German Environmental Agency (2018).

4 Conclusion

A modal shift in freight transportation in the EU28 is not able to decrease total GHG emissions of the transport sector significantly. Even under the very ambitious modal shift scenario and assumed constant total freight volumes, the emissions of the freight transport sector would only be reduced by 6.5% in 2030 compared to 2017. Even though the emission reduction effects with respect to the considered modal shift scenarios are rather limited, it should be borne in mind that rail freight transport also has a positive impact on other transport-related externalities such as land use, congestion, and noise pollution. The investigation of other beneficial effects of rail transport and potential reductions in social costs associated with other transport externalities could be subject of future research.

Due to the low emission saving potentials linked to the considered modal shift scenarios, we conclude

that additional measures must be taken to significantly improve the transport sectors' carbon footprint. Since a decrease in transport volume seems unlikely in the future, the remaining option for action would be to reduce the emission values of the individual modes of transport. This, however, requires the implementation of additional policies aimed at internalizing the social costs of transport sector emissions. In its recent "Fit for 55" regulatory package, the European Commission proposes an array of such measures, including market-based instruments (integration of the shipping sector in EU emissions trading, own trading scheme for emissions from road traffic), harmonization of minimum energy tax rates and promotion of the roll-out of a filling station infrastructure for low-carbon fuels (Alternative Fuel Infrastructure Regulation). Investigating the climate efficiency of these measures from the perspective of freight transport will constitute an important avenue for future research.

Sources

- Aiginger, K. and Schratzenstaller, M. (2016), "A New Strategy for Europe", *Intereconomics*, 51(4), 185-194. DOI: 10.1007/s10272-016-0600-4.
- Black, I., Seaton, R., Ricci, A. and Enei, R. (2003), "Actions to Promote Intermodal Transport, Final report of RECORDIT", <https://trimis.ec.europa.eu/project/real-cost-reduction-door-door-intermodal-transport#tab-outline> (accessed 13 January 2019).
- Carboni, A. and Dalla Chiara, B. (2018), "Range of technical-economic competitiveness of rail-road combined transport", *European Transport Research Review*, 10(2), 45.
- Demir, E., Huang, Y., Scholts, S., and Van Woensel, T. (2015), "A selected review on the negative externalities of the freight transportation: Modeling and pricing", *Transportation research part E: Logistics and transportation review*, 77, 95-114.
- Economic Commission for Europe (UN/ECE) (2001), "Terminology on Combined Transport, European Conference of Ministers of Transport and European Commission", <https://unece.org/DAM/trans/wp24/documents/term.pdf> (accessed 15 December 2020).
- European Commission (2002), "Real Cost Reduction of Door-to-door Intermodal Transport, RECORDIT, Transport Research and Innovation Monitoring and Information System (TRIMIS)", <https://trimis.ec.europa.eu/project/real-cost-reduction-door-door-intermodal-transport#tab-outline> (accessed 13 January 2019).
- European Commission (2011), "European White Paper - Roadmap to a Single European Transport Area - Towards a competitive and resource efficient transport system", https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/doc/2011_white_paper/white-paper-illustrated-brochure_en.pdf (accessed 25 May 2020).
- European Commission (2014), "Transport emissions, Energy, Climate change, Environment, Climate Action, EU-Action", https://ec.europa.eu/clima/policies/transport_en (accessed 16 December 2020).
- European Commission (2016), "A European Strategy for Low-Emission Mobility", <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/a-european-strategy-for-low> (accessed 25 May 2020).
- European Commission (2020), "A European Green Deal, Striving to be the first climate-neutral continent", https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en (accessed 26 May 2020).
- Eurostat (2018), Freight transport statistics - modal split, <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/> (accessed 21 May 2020).
- Eurostat (2019), Transport mode, Eurostat statistics explained, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Transport_mode (accessed 13 January 2019).
- Eurostat (2020), Statistic on intermodal transport, <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> (accessed 16 December 2020).
- Eurostat (2021), Freight transport statistics - modal split, Freight transport statistics - modal split - Statistics Explained (europa.eu) (accessed 19 July 2021).
- International Union of Railways (UIC) (2020), 2020 "Report on Combined Transport in Europe", UIC Freight Department (eds.), Paris, https://uic.org/IMG/pdf/2020_report_on_combined_transport_in_europe.pdf (accessed 16 December 2020).
- Kim, N. S. and Van Wee, B. (2011), "The relative importance of factors that influence the break-even distance of intermodal freight transport systems", *Journal of Transportation Geography*, 19, 859-875. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2010.11.001.
- Mathisen, T. A. and Hanssen, T. E. S. (2014), "The academic literature on intermodal freight

transport", *Transportation Research Procedia*, 3, 611-620.

Puffert, D. J. (2002), "Path dependence in spatial networks: the standardization of railway track gauge", *Explorations in Economic History*, 39(3), 282-314.

Rail Freight Forward (2018), "30 by 2030 - Rail Freight strategy to boost modal shift". Rail Freight Forward Coalition. https://www.railfreightforward.eu/sites/default/files/usercontent/white_paper-30by2030-150dpi6.pdf (accessed 18 November 2021).

Reis, V., Meier, J. F., Pace, G. and Palacin, R. (2013), "Rail and multi-modal transport", *Research in Transportation Economics*, 41(1), 17-30.

Resor, R. R.,
Blaze, J. R., &

Morlok, E. K. (2004), "Short-haul rail intermodal: can it compete with trucks?". *Transportation Research Record*, 1873(1), 45-52.

Teuber, M., Wilke, C., Wedemeier, J. and Yadegar, E. (2015), „Wirtschaftsverkehre zwischen dem Hamburger Hafen und Polen – Perspektiven für die Entwicklung der Kammerunion Elbe/Oder (KEO)“, *HWWI Policy Report*, 20, Hamburg.

Wyns, T. and Khandekar, G. (2019), "Industrial Climate Neutrality in the EU: Outline of an Integrated Industrial Green Deal", *Intereconomics*, 54(6), 325-332. DOI: 10.1007/s10272-019-0848-6.

Authors

Dr. Malte Jahn, Helmut Schmidt University (HSU),
Fächergruppe Mathematik/Statistik, Helmut-Schmidt-Universität, Postfach 700822, DE-22008 Hamburg, jahnma@hsu-hh.de

Dr. Jan Wedemeier, Hamburg Institute of International Economics (HWWI), Stellv. Leiter Räumliche Ökonomik, Fahrenheitstr. 1, DE-28359 Bremen, wedemeier@hwwi.org

Dr. André Wolf, Centrum für Europäische Politik (cep), Fachbereichsleiter, Schiffbauerdamm 40, DE-10117 Berlin, wolf@cep.eu