

TRANSFORMING CITIES

2 · 2020

URBANE SYSTEME IM WANDEL. DAS TECHNISCH-WISSENSCHAFTLICHE FACHMAGAZIN

Urbane Transformation



Innovative Konzepte für den Wandel städtischer Quartiere

Stadtentwicklung | Resilienz | Bürgerbeteiligung | Energiewende | Mobilität | Luftqualität | Smart City

Innovative Quartierskonzepte im urbanen Raum

Praxisbeispiele für eine integrierte Energie- und Verkehrswende in Berlin

E-Mobilität, Dezentrales Energiekonzept, Smart City, Ladeinfrastruktur, Intelligentes Laden, Wohnquartiere

Adrian Feltes, Maxim Blankschein, José Mercado

Dieser Fachbeitrag erläutert anhand zweier Berliner Praxisbeispiele innovativer Quartierskonzepte, inwiefern die lokale Systemeffizienz in urbanen Wohnquartieren erhöht und gleichzeitig die Emissionen des Energie- und Verkehrssektors reduziert werden können. Diese Praxisbeispiele stammen aus den Forschungsprojekten LaWoMa und MEISTER, in welchen unter anderem die intelligente Vernetzung dezentraler Energie- und Mobilitätskonzepte analysiert wird. Durch gezielte Implementierung innovativer Kommunikationstechnologien kann der Betrieb beider Konzepte optimal aufeinander abgestimmt werden.

Einleitung und Problemstellung

Der Anteil der Energieproduktion und des Verkehrssektors an den gesamten CO₂-Emissionen ist sowohl in der Europäischen Union [1] als auch in Deutschland [2] erheblich. Um die nationalen [3], aber auch europäischen Klimaschutzziele [4] zu erreichen, ist eine sektorale Dekarbonisierung im Zuge einer Energie- und Verkehrswende nötig. Ein wesentliches Strukturmerkmal der Energiewende ist ein hohes Maß an Dezentralität in der Energieerzeugung. Dieses wird durch die verteilte Erzeugungsstruktur erneuerbarer Energien, der dadurch veränderten Akteursstruktur und durch zuschaltbare Lasten, wie zum Beispiel Wärmepumpen oder Ladestationen für E-Fahrzeuge, bedingt. Innerhalb der Verkehrswende stellt Strom in Bezug auf die voranschreitende Entwicklung der E-Mobilität perspektivisch den wichtigsten Energieträger dar [3], weshalb eine Sektorenkopplung des Energie- und Verkehrssektors zunehmend an Bedeutung gewinnt. Dazu können Wohnquartiere in Städten zukünftig einen wichtigen Beitrag leisten: In sogenannten „Smart Cities“ sind dezentrale Energieerzeugungsanlagen und Verbraucher (auch zuschaltbare Lasten) auf lokaler Ebene intelligent miteinander verbunden, was die Effizienz und Nutzerfreundlichkeit steigern kann [5].

Wird beim Neubau oder der Sanierung eines Wohnquartiers jedoch kein integrativer Ansatz verfolgt, gehen Synergieeffekte zwischen den Sektoren

verloren, was zu einer geringeren Gesamteffizienz des lokalen Systems führt. Ein Beispiel ist das Laden eines E-Fahrzeugs mit Graustrom aus dem Netz, anstatt mit lokal erzeugtem Grünstrom. Es bedarf also integrativer lokaler Energie- und Mobilitätskonzepte (im Folgenden innovative Quartierskonzepte), deren Bestandteile über entsprechende Technologien, wie beispielsweise ein intelligentes Messsystem, lokal vernetzt werden können.

Die Umsetzung innovativer Quartierskonzepte kann durch geringe Wirtschaftlichkeit und veränderte institutionelle Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel neue Akteursstrukturen, mit Herausforderungen verbunden sein. Der dezentrale Charakter ist in klassischen Rollen- und Geschäftsmodellen der Energiewirtschaft nicht berücksichtigt. Der gegenwärtige regulatorische Rahmen berücksichtigt neue technologische Umsetzungen der Sektorenkopplung ebenfalls nur bedingt, was einen direkten Einfluss auf mögliche Geschäftsmodelle dieser Konzepte und demzufolge auf deren Wirtschaftlichkeit hat. So bestehen im derzeitigen Rechtsrahmen beispielsweise keine Privilegierungen für den Einsatz von Elektrodenkesseln (Power-to-Heat-Anlagen) zu Zeiten hoher Grünstromproduktion [6].

Mit Blick auf zukünftige Entwicklungspfade der Mobilität und dem Ausbau von Ladeinfrastruktur (LIS) für E-Fahrzeuge stellt die Flächenverfügbarkeit bei der Planung und Umsetzung innovativer

Wohnquartiere eine weitere Herausforderung dar [7]. Nicht jeder Anwohner besitzt Zugang zu einem privaten Stellplatz und somit auch nicht zu einem privaten Ladepunkt. Auch die Nutzungskonkurrenz an Ladeinfrastrukturen nimmt zu, da zunehmend weitere Akteure, wie zum Beispiel E-Car- oder E-Ridesharing-Anbieter, die Nutzung der Ladeeinrichtungen beanspruchen [8].

Diese Herausforderungen bestehen auch in zwei Berliner Wohnquartieren – dem Wohnpark Mariendorf und der Wasserstadt Oberhavel. Das IKEM analysiert und erprobt in diesen Quartieren mit diversen Praxispartnern konkrete Lösungsansätze innovativer Quartierskonzepte, die hier vorgestellt werden.

Dimensionen und Bestandteile eines innovativen Quartierskonzepts

Das Gesamtsystem möglicher Lösungen eines innovativen Quartierskonzepts ist in **Bild 1** dargestellt und besteht aus drei Dimensionen: dem Energiekonzept, dem Mobilitätskonzept und dem Kommunikationssystem. Das lokale Energiekonzept besteht in erster Linie aus verschiedenen Anlagen zur Erzeugung bzw. Speicherung von elektrischer und/ oder thermischer Energie, welche in der Theorie unterschiedlich miteinander kombiniert werden können. Für diesen Beitrag wird beispielhaft das Energiekonzept des Berliner Smart City-Projektes in Mariendorf skizziert [9].

Das lokale Mobilitätskonzept verfolgt das Ziel, die Marktdurchdringung von E-Mobilität lokal zu erhöhen. Dementsprechend umfasst dieses Konzept neben der Umsetzung spezifischer Sharingangebote vor allem die kosteneffiziente Implementierung öffentlich zugänglicher LIS, deren Betrieb anhand von Parkraumdetektions-, Informations- und Kommunikationstechnologien nutzerfreundlich gestaltet wird. Die vorgestellten Mobilitätsinnovationen stammen aus den Projekten LaWoMa [10] und MEISTER [11].

Die dritte Dimension eines innovativen Quartierskonzepts liegt in einem Kommunikationssystem, welches Informationen aus dem Energie- und Mobilitätssystem an die Nutzer*innen des Quartiers übermittelt. Gleichzeitig ermöglicht das Kommunikationssystem die intelligente Übermittlung von Informationen zwischen dem Energie- und Mobilitätssystem sowie innerhalb der einzelnen Systeme.

Die Stromproduktion der in Mariendorf installierten Photovoltaikanlage ist aufgrund von Witterung fluktuierend und periodisch. Mittels eines Batteriespeichers kann die produzierte elektrische Energie zwischengespeichert und somit besser an die Stromnachfrage angepasst werden. Strom wird zusätzlich auch in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) lokal produziert. In diesem wird durch Zufuhr eines Brennstoffs (zum Beispiel: Erdgas, Biogas oder Biomasse) durch Kraft-Wärme-Kopplung neben elektrischer Energie auch thermische Energie

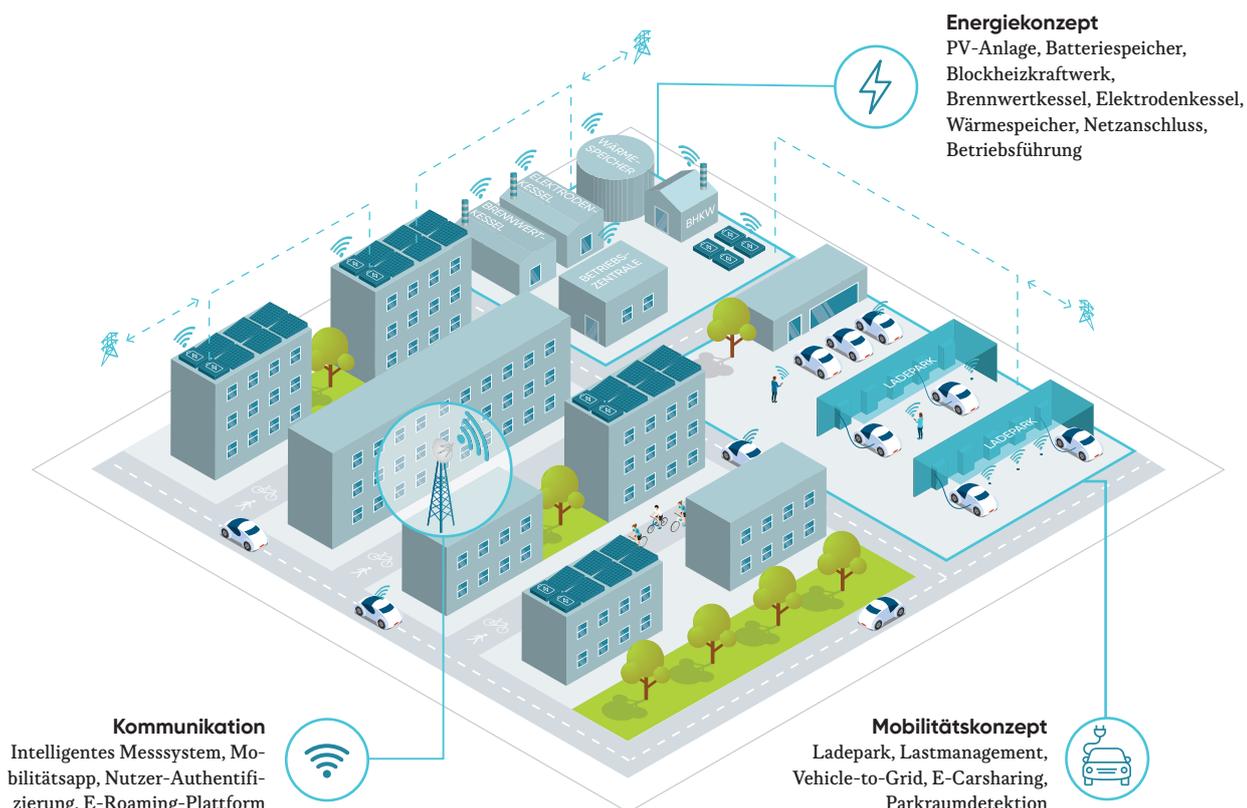


Bild 1: Bestandteile und Dimensionen eines innovativen Quartierskonzepts in Berliner Pilotprojekten. © Odile Stabon, Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität, 2020

erzeugt. In dem Mariendorfer „Smart City Quartier“ wird Wärme zudem auch in Brennwertkesseln und einem Elektrodenkessel produziert. In einem Elektrodenkessel wird durch elektrische Energie thermische Energie mit geringen Wirkungsgradverlusten erzeugt. In einem dezentralen Energiesystem kann ein Elektrodenkessel auch mit der lokal erzeugten elektrischen Energie betrieben werden. Anhand eines Wärmespeichers kann die thermische Energie zudem zwischengespeichert und somit stärker mit der Wärmenachfrage in Einklang gebracht werden.

Wesentliche Entscheidungen hinsichtlich des Betriebs der in Mariendorf installierten Energieerzeugungs- und -speicheranlagen werden in der Betriebsführung festgelegt. Zunächst wird auf Basis eines Fahrplans bestimmt, wann welche Kraftwerkstypen eingeschaltet und somit zur Deckung des lokalen Strom- und Wärmebedarfs genutzt werden. Gleichzeitig wird in der Betriebsführung auch entschieden, wann der Batteriespeicher geladen und entladen, bzw. wann der Wärmespeicher gefüllt oder geleert wird. Weiterhin wird festgelegt, wann Strom aus dem Netz zur Deckung des lokalen Strom- und Wärmebedarfs zu verwenden ist. Grundsätzlich kann die Fahrweise des BHKW in der Betriebsführung nach dem lokalen Strom- oder Wärmebedarf sowie bei der Möglichkeit einer Netzeinspeisung auch nach dem aktuellen Strommarktpreis ausgerichtet sein [12]. Die Entscheidungen, welche im Rahmen der Betriebsführung getroffen werden, sind also maßgeblich für die Zusammensetzung der Energiebilanz der lokalen Strom- und Wärmenachfrage. Perspektivisch kann die Betriebsführung durch eine intelligente Vernetzung vollkommen automatisiert erfolgen, was die Umsetzung bestimmter Optimierungsansätze – wie beispielsweise ein minimaler Bezug von Netzstrom – nochmals verbessern kann [13, 14]. Ferner kann den Mieter*innen durch im Quartier effizient erzeugten Strom ein im Vergleich zum konventionellen Strombezug günstigerer Stromtarif angeboten werden [9].

Der Stromverbrauch des Ladeparks, bei welchem in Mariendorf sieben Ladepunkte an einem Netzanschluss angeschlossen sind, wird durch ein statisches Lastmanagementsystem (LMS) gesteuert. Das LMS ermöglicht die Installation mehrerer Ladepunkte mit unveränderter Anschlusskapazität. Ein solches LMS verteilt eine für alle Ladepunkte vorgegebene Ladeleistung gleichmäßig auf mehrere angeschlossenen E-Fahrzeuge, in Abhängigkeit davon, in wie viele E-Fahrzeuge gleichzeitig elektrische Energie übertragen wird [15]. Durch ein LMS können kostenintensive, einmalige Erhöhungen der Anschlusskapazität und hohe Lastspitzen vermieden werden.

Allerdings kann die Errichtung eines Ladeparks auf vorher anders genutzten Parkflächen (zum Beispiel: Mieterparkplätzen) die lokale Flächenkonkurrenz („Parkdruck“) stark erhöhen. Um die Nutzungseffizienz und gleichzeitig die Nutzerfreundlichkeit zu erhöhen, werden die Ladestellplätze mittels geeigneter Detektionstechnik überwacht. Parkraumdetektoren identifizieren über Sensoren den Belegstatus der Parkplätze innerhalb des Wohngebiets. Mit Hilfe von Kommunikations-Hardware und einer intelligenten Buchungs- und Roaming-Plattform [16], welche über eine Mobilitäts-App (MoA) aufgerufen werden kann, könnten die Nutzer*innen von E-Fahrzeugen freie Parkplätze in Echtzeit ausfindig machen und buchen. Auf diese Weise wird die Nutzungsintensität der LIS und somit deren Wirtschaftlichkeit gesteigert. Zudem können die Nutzer*innen in der MoA zukünftig auch die aktuell maximal mögliche Ladeleistung der Ladepunkte ermitteln, welche in Abhängigkeit der derzeitigen Nachfrage in dem Ladepark bereitgestellt werden kann. Perspektivisch können die Nutzer*innen zudem Informationen zu den derzeitigen Stromquellen der Ladevorgänge in der MoA abrufen.

Darüber hinaus wird den Mieter*innen in den MEISTER-Pilotstandorten in Berlin Falkenberg und Mariendorf Zugang zu einer Flotte von quartiers-eigenen E-Carsharing-Fahrzeugen ermöglicht, wodurch wiederum die Flächenkonkurrenz beim Parken gesenkt und gleichzeitig die Nutzungseffizienz der Ladestellplätze erhöht werden kann. Die Umsetzung derartiger E-Carsharing-Modelle kann zudem zu einer erheblichen Senkung der Fahrzeuggesamtkosten und der CO₂-Emissionen beitragen, da sich verschiedene Nutzer*innen die gemeinsamen Ausgaben der E-Fahrzeuge teilen und Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren ersetzt werden.

Die Nutzungsintensität des Ladeparks kann durch eine intelligente Buchungs- und Abrechnungsplattform gesteigert werden, welche in MEISTER gegenwärtig konzipiert und getestet wird. Die Entwicklung dieser Plattform verfolgt das Ziel, Verbindungen zu den bestehenden Betreibern von Abrechnungspunkten herzustellen, um Endkund*innen perspektivisch einen anbieter- und betreiberunabhängigen, EU-weiten Zugang zu den Ladepunkten zu ermöglichen. Die Plattform kann auf diese Weise externen Nutzer*innen verschiedener, nichtlokaler Betreiber ermöglichen, ihre Fahrzeuge an den Ladepunkten im Wohnquartier aufzuladen. Die Nutzer*innen von E-Fahrzeugen können so anbieterübergreifende Abrechnungsprozesse, insbesondere über die MoA oder eine RFID-Karte, vornehmen.

Ferner könnte der Stromverbrauch der Ladevorgänge zukünftig durch ein intelligentes Messsystem, bestehend aus einem Gateway und intelligenten Zählern, digital registriert werden. Das intelligente Messsystem kann gleichzeitig die Authentifizierung unterschiedlicher Nutzer*innen an den Ladepunkten erlauben. Durch diesen digitalen Informationsaustausch erfolgt im Anschluss auch die Abrechnung der Ladevorgänge [5]. Der Preis eines Ladevorgangs könnte für die Nutzer*innen wiederum sofort in der MoA sichtbar sein [17].

Diskussion und Fazit

Der integrative Ausbau der zuvor vorgestellten Konzepte kann einen wesentlichen Beitrag zur Treibhausgasminde rung, insbesondere in urbanen Wohnquartieren, leisten, indem lokal erzeugter (grüner) Strom direkt im Wohnquartier genutzt wird. Dieses Potenzial ist einerseits von den Erzeugungstechniken und den verwendeten Brennstoffen, andererseits aber auch von der Harmonisierung der lokalen Stromerzeugung und -nachfrage abhängig. Erfolgt keine Harmonisierung durch entsprechende Kommunikation, Lastmanagement oder angepasstes Nutzerverhalten (wie in Bild 1 dargestellt), wird in solchen Systemen zunehmend „Graustrom“ aus dem Netz bezogen, was sich negativ auf die Treibhausgaseinsparung auswirken kann. Wenn überschüssiger Strom aus Wohnquartieren in das allgemeine Stromnetz eingespeist wird, könnten zudem zunehmend konventionelle Kraftwerke aus dem nationalen Kraftwerkspark gedrängt werden, was einen positiven Einfluss auf die Gesamtemissionen Deutschlands hätte.

Die Umsetzungsmöglichkeiten innovativer Quartierskonzepte sind von deren Wirtschaftlichkeit abhängig, welche die lokalen Akteure im Rahmen neu entworfener Geschäftsmodelle erzielen können. Quartierskonzepte sind vergleichsweise mit hohen Investitionskosten verbunden. Die Amortisationszeit dieser Investitionen, insbesondere mit Blick auf LIS, ist stark von der Nachfrageentwicklung abhängig, die derzeit nur bedingt prognostizierbar ist [18, 19]. Weiterhin sind Privilegierungen des Betriebs innovativer Energie- und Mobilitätskonzepte häufig nicht im Rechtsrahmen abgebildet, was einen direkten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hat. Folglich ist eine Anpassung des derzeitigen Rechtsrahmens und der Rollenmodelle notwendig, um den Mehrwert innovativer Konzepte berücksichtigen zu können [20].

Aus Nutzerperspektive zeigen sich schon heute positive Vorteile dieser Konzepte. Für die Stromkund*innen in einem Quartier besteht im

Hinblick auf die Stromherkunft im Vergleich zum Netzbezug ein hohes Maß an Transparenz. Weiterhin ist durch Smart Meter oder einer MoA eine direkte Kommunikation mit den Nutzer*innen möglich, was ebenfalls die Transparenz der Verbräuche erhöht und eine höhere Planungssicherheit (beispielsweise für notwendige Ladevorgänge) schafft. Die Planungssicherheit kann zum Beispiel durch ein fahrplan-basiertes Lastmanagement unterstützt werden. Dieses berücksichtigt neben der Auslastung des Netzanschlusses ebenso Faktoren wie den eigentlichen Energiebedarf sowie Fahrpläne von Flotten oder einzelnen Fahrzeugen [21].

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass innovative Quartierskonzepte durch Effizienzsteigerung des jeweiligen Systems und durch das Ausschöpfen von Synergieeffekten einen Beitrag zu „Transforming Cities“ und zum Erreichen der Klimaziele leisten können. Welche Effekte und Synergien der einzelnen Konzepte an den Pilotstandorten entstehen, wird aktuell in den Projekten LaWoMa und MEISTER analysiert. Inwiefern eine Skalierbarkeit innovativer Quartierskonzepte gegeben ist, muss weiter untersucht werden. Auch der Markthochlauf der E-Mobilität und die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle haben einen großen Einfluss auf die Umsetzbarkeit sowie Skalierbarkeit solcher Konzepte und stellen demnach einen weiteren Forschungsbedarf dar.

LITERATUR

- [1] Europäische Kommission: Greenhouse Gas Emission Statistics – Emission Inventories. Brüssel, 2019. Online abrufbar unter: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1180.pdf>. Letzter Zugriff am 20. April. 2020.
- [2] Umweltbundesamt: Emissionen Ausgewählter Treibhausgase nach Kategorien. Dessau-Roßlau, 2018. Online abrufbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung-1990-bis-2017>. Letzter Zugriff am 20. April 2020.
- [3] Agora Verkehrswende: 12 Thesen zur Verkehrswende. Berlin, 2017. Online verfügbar unter: https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017/12_Thesen/Agora-Verkehrswende-12-Thesen-Kurzfassung_WEB.pdf. Letzter Zugriff am 20. April 2020.
- [4] Europäische Kommission: The European Green Deal. Brüssel, 2019. Online abrufbar unter: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf. Letzter Zugriff am 20. April 2020.
- [5] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): Gutachten Digitalisierung der Energie-wende. Topthema 3: TK-Netzinfrastruktur und TK-Regulierung. Berlin, 2018. Online abrufbar unter: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/digitalisierung-der-energie-wende-thema-3.pdf?__blob=publicationFile&v=10. Letzter Zugriff am 18. April 2020.

- [6] *Doderer, H., Steffensen, S., Schäfer-Stradowsky, S.*: Positionspapier. Power-to-Heat. Eine Chance für die Energiewende. Berlin, 2018. Online abrufbar unter: https://www.ikem.de/wp-content/uploads/2018/03/20180306_IKEM_Positionspapier_Power-to-Heat.pdf. Letzter Zugriff am 18. April 2020.
- [7] *Notz, J. N.*: Die Privatisierung öffentlichen Raums durch parkende Kfz. Von der Tragödie einer Allmende – über Ursache, Wirkung und Legitimation einer gemeinwohlschädigenden Regulierungspraxis. Berlin, 2017. Online abrufbar: https://www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP10_Notz_Privatisierung_%C3%B6ffentliche_n_Raums_durch_parkende_Kfz.pdf. Letzter Zugriff am 18. April 2020.
- [8] *Gewobag: Sharing is Caring: Gewobag und Volkswagen-Sharing-Tochter WeShare starten E-Mobility Kooperation.* Berlin, 2019. Online abrufbar unter: <https://www.gewobag.de/ueber-uns/presse-und-medien/sharing-is-caring-gewobag-und-volkswagen-sharing-tochter-weshare-starten-e-mobility-kooperation/>. Letzter Zugriff am 20. April 2020.
- [9] *Ernst, R.*: Smarte Technologien im Quartier – Energetische Modernisierung des „Wohnparks Mariendorf“ der Gewobag in Berlin. In: Wohnungswirtschaft heute. digital. Jahrgang 2019. Ausgabe 9. 7 Seiten. Bosau, 2019. Online abrufbar unter: <https://wohnungswirtschaft-heute.de/wp-content/uploads/2019/09/Smarte-Technologien-Energetische-Modernisierung-Wohnpark-Mariendorf-Berlin-Gewobag.pdf>. Letzter Zugriff am 20. April 2020.
- [10] *Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V.: LaWoMa – Energieversorgungskonzept für den Wohnpark Mariendorf.* Berlin. Online abrufbar unter: <https://www.ikem.de/portfolio/lawoma/>. Letzter Zugriff am 20. April 2020.
- [11] *EU-Projekt Meister: Pilots. Solutions Tested in Each City,* 2018. Online abrufbar unter: <https://meisterproject.eu/pilots/>. Letzter Zugriff am 20. April 2020.
- [12] *Arbeitsgemeinschaft für Sparsamen und Umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.: BHKW Grundlagen.* Hamburg, 2010. Online abrufbar unter: https://www.asue.de/sites/default/files/asue/themen/blockheizkraftwerke/2010/broschueren/06_06_10_bhkw-grundlagen-2010.pdf. Letzter Zugriff am 20. April 2020.
- [13] *Pehnt, M. et al.*: Wärmenetzsysteme 4.0. Endbericht – Kurzstudie zur Umsetzung der Maßnahme „Modellvorhaben erneuerbare Energien in hoch-effizienten Niedertemperaturwärmenetzen“. Heidelberg, Berlin, Düsseldorf, Köln, 2017. Online abrufbar unter: <https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/W%C3%A4rmenetze-4.0-Endbericht-final.pdf>. Letzter Zugriff am 18. April 2020.
- [14] *Schneller, A., Frank, L., Töpfer, K.*: Wärmenetze 4.0 im Kontext der Wärmewende. Analyse der Regelungs- und Förderlandschaft innovativer Wärmenetzsysteme. Berlin, 2017. Online abrufbar unter: <https://www.adelphi.de/en/system/files/mediathek/bilder/W%C3%A4rmenetze%204.0%20im%20Kontext%20der%20W%C3%A4rmewende%20-%20adelphi.pdf>. Letzter Zugriff am 18. April 2020.
- [15] *Kompetenzzentrum Elektromobilität Nordrhein-Westfalen: Wie steuert man mehrere Ladestationen?* Düsseldorf, 2020. Online abrufbar unter: <https://www.elektromobilitaet.nrw/infos/lastmanagement/>. Letzter Zugriff am 18. April 2020.
- [16] *EU-Projekt Meister: Project Objectives,* 2018. Online abrufbar unter: <https://meisterproject.eu/project-objectives/>. Letzter Zugriff am 20. April 2020.
- [17] *Marqués, A., Bellver, P.*: MEISTER: fostering smart e-mobility large scale adoption in European cities. In: Proceedings of 8th Transport Research Arena TRA 2020, April 27-30, 2020. Helsinki. Online abrufbar unter: <https://zenodo.org/record/3747347#.XpbpOv37REZ>. Letzter Zugriff am 20. April 2020.
- [18] *Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) und STETE Planung: Elektromobilitätskonzept Stadt Ludwigshafen am Rhein.* Heidelberg und Darmstadt, 2019. Online abrufbar unter: <https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/elektromobilitaetskonzept-Ludwigshafen-2019.pdf>. Letzter Zugriff am 18. April 2020.
- [19] *Nationale Plattform Elektromobilität: Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland Statusbericht und Handlungsempfehlungen 2015.* AG 3 – Ladeinfrastruktur und Netzintegration. Berlin, 2015. Online abrufbar unter: http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/NPE_AG3_Statusbericht_LIS_2015_barr_bf.pdf. Letzter Zugriff am 18. April 2020.
- [20] *Schäfer-Stradowsky, S., Kalis, M., Yilmaz, Y.*: Experimentierklauseln für Verbesserte Rahmenbedingungen Bei Der Sektorenkopplung. Juristische Studie. Berlin, 2018. Online abrufbar unter: <https://www.ikem.de/wp-content/uploads/2019/03/Experimentierklauseln-f%C3%BCr-verbesserte-Rahmenbedingungen-bei-der-Sektorenkopplung.pdf>. Letzter Zugriff am 18. April 2020.
- [21] *Kiesbauer, G.*: Intelligentes Lademanagement: Lastspitzen vermeiden, bedarfsgerecht laden. Mannheim, 2019. Online abrufbar unter: <https://partner.mvv.de/blog/intelligentes-lademanagement-lastspitzen-vermeiden-bedarfsgerecht-laden>. Letzter Zugriff am 18. April 2020.

AUTOREN



Adrian Feltes, M. Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Energiewende im Verkehr

Institut f. Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM)
Kontakt: adrian.feltes@ikem.de



Maxim Blankschein, M. Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Energiewende im Verkehr

Institut f. Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM)
Kontakt: maxim.blankschein@ikem.de



Dr.-Ing. José Mercado
Wissenschaftlicher Referent
Energiewende im Verkehr

Institut f. Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V. (IKEM)
Kontakt: jose.mercado@ikem.de