



# Realisierung von Effizienzpotenzialen in Quartieren mithilfe des bidirektionalen Ladens

## Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Science (M. Sc.)“ im Studiengang  
Wirtschaftsingenieur der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität  
Hannover

vorgelegt von

Alexander Babilas

Prüfer:  
Prof. Dr. Michael H. Breitner

Betreuer:  
M.Sc. Maximilian Heumann

Hannover, den 31. März 2025

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>i</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>ii</b>
<b>Abkürzungsbezeichniss</b>	<b>iii</b>
<b>Abstract</b>	<b>v</b>
<b>Research Summary</b>	<b>vi</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Forschungsdesign und methodisches Vorgehen</b>	<b>2</b>
2.1 Forschungsprozess . . . . .	2
2.2 Literaturanalyse . . . . .	3
2.3 Qualitative Inhaltsanalyse von Experteninterviews . . . . .	4
<b>3 Literaturanalyse</b>	<b>8</b>
3.1 Was sind Quartiere? . . . . .	8
3.1.1 Relevanz von Quartieren . . . . .	8
3.1.2 Definition Quartiere . . . . .	10
3.1.3 Arten Quartiere . . . . .	13
3.1.4 Quartiere in der Masterarbeit . . . . .	17
3.2 Beteiligte im Quartier . . . . .	18
3.2.1 Immobilienwirtschaft . . . . .	18
3.2.2 Mietende und Nutzende . . . . .	18
3.2.3 Netzbetreiber . . . . .	19
3.2.4 Energieversorger und -Dienstleister . . . . .	19
3.3 Nachhaltigkeit im Quartier . . . . .	20
3.3.1 Nachhaltigkeitsziele des Gebäudesektors . . . . .	20
3.3.2 Wärmewende im Quartier . . . . .	22
3.3.3 Stromerzeugung im Quartier . . . . .	25
3.3.4 Elektromobilität im Quartier . . . . .	28
3.3.5 Netzdienlichkeit von Quartieren durch intelligente Sektor- kopplung . . . . .	35

---

3.4	Bidirektionales Laden . . . . .	43
3.4.1	Aktueller Stand der Technik . . . . .	43
3.4.2	Potenziale und Herausforderungen des bidirektionalen Ladens	52
<b>4</b>	<b>Deskription der Interviewergebnisse</b>	<b>59</b>
4.1	Rolle des Quartiers . . . . .	59
4.2	Nachhaltigkeit im Quartier . . . . .	61
4.3	Elektromobilität im Quartier . . . . .	62
4.4	Bidirektionales Laden . . . . .	65
<b>5</b>	<b>Zusammenhänge zwischen der Fachliteratur und den Interviews</b>	<b>69</b>
5.1	Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	69
5.2	Interpretation der Ergebnisse . . . . .	71
<b>6</b>	<b>Limitationen</b>	<b>78</b>
<b>7</b>	<b>Implikationen und Handlungsempfehlungen</b>	<b>79</b>
<b>8</b>	<b>Fazit</b>	<b>81</b>
	Literaturverzeichnis	I
<b>A</b>	<b>Anhang</b>	<b>XII</b>



---

# Research Summary

## 1 Einleitung

Quartiere spielen eine wachsende Rolle bei der Erreichung der Klimaziele des Immobiliensektors. Durch das Zusammenspiel von Gebäudemanagement, Energieversorgung und Mobilität entstehen Synergieeffekte, die die Energieeffizienz im urbanen Raum steigern (Deutsche Energie-Agentur, 2022). Der Anstieg der Elektromobilität führt zu einer steigenden Anzahl an Mieter\*innen die zu Hause laden im Wohnbereich (Kühnbach, Plötz u. a., 2024). Dies erfordert den Ausbau von erneuerbare Energien (EE) und eine effiziente Nutzung des erzeugten Stroms. Die zunehmende Dezentralisierung der Energieversorgung belastet die Netze (Reibsch, Gemassmer und Katerbau, 2024). Bidirektionales Laden bietet hier eine vielversprechende Lösung. Batterien von Elektrofahrzeugen können hierdurch als Energiespeicher genutzt werden. Insbesondere in Quartieren kann diese Technologie den Eigenstromverbrauch optimieren und die Netze entlasten (Stepien, 2023).

In dieser Arbeit wird untersucht, inwiefern bidirektionale Ladelösungen zur Effizienzsteigerung in Quartieren beitragen können. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf der Sektorenkopplung in Quartieren aus Wärme, Strom und Elektromobilität sowie welche technischen und regulatorischen Rahmenbedingungen bidirektionale Ladelösungen erfüllen müssen, um zur Sektorenkopplung beizutragen. Hieraus ergibt sich die zentrale Forschungsfrage: **Wie können durch bidirektionale Ladelösungen Effizienzpotenziale in Quartieren realisiert werden?**

Das Ziel ist es, die Potenziale und Herausforderungen des bidirektionalen Ladens zu identifizieren und konkrete Handlungsempfehlungen zu formulieren. Hierfür wird eine systematische Literaturanalyse nach Webster und Watson (2002) und eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring und Fenzl (2019) von Experten\*inneninterviews durchgeführt.

Die Arbeit ist in acht Kapitel aufgeteilt. Nach der Einleitung folgt die Vorstellung der Methodik. Kapitel 3 und 4 beinhalten die Ergebnisse der Literaturanalyse und der Expert\*inneninterviews. In Kapitel 5 werden die Erkenntnisse in einer Diskussion zusammengefügt, bevor in Kapitel 6 Limitationen und in Kapitel 7 Implikationen und Handlungsempfehlungen aufgezeigt werden. Schließlich fasst Kapitel 8

die zentralen Ergebnisse in einem Fazit zusammen und gibt einen Ausblick auf die zukünftige Forschung.

## **2 Methodisches Vorgehen und Forschungsdesign**

Diese Arbeit kombiniert zwei methodische Ansätze zur Beantwortung der Forschungsfrage, wie durch bidirektionales Laden Effizienzpotenziale in Quartieren realisiert werden können. Es wird eine systematische Literaturanalyse nach Webster und Watson (2002) sowie eine qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring und Fenzl (2019) von Expert\*inneninterviews durchgeführt. Beide Methoden zielen darauf ab, zunächst den Ist-Zustand in Quartieren zu analysieren, um anschließend zu bewerten, wie bidirektionales Laden zur Effizienzsteigerung beitragen kann. Durch die Kombination der Erkenntnisse aus der Literatur und der Erfahrung der Expert\*innen entsteht eine fundierte Analyse zur Bewertung der Forschungsfrage.

In der Literaturanalyse wurde im Zeitraum von Oktober 2024 bis März 2025 relevante Literatur identifiziert. Hierfür wurden die Datenbanken Google Scholar, ScienceDirect, SpringerLink, IEEE Xplore und JSTOR verwendet. Zudem wurden auch die künstlichen Intelligenzen ChatGPT-4-turbo, Consensus und ReserachRabbit zur Quellensuche verwendet. Schlüsselbegriffe, nach denen gesucht wurde, waren: „Quartier“, „Definition“, „Entwicklung“, „Effizienz“, „Immobiliensektor“, „Sektorkopplung“, „Nachhaltigkeit“, „Wärmewende“, „Stromversorgung“, „Elektromobilität“, „Netzstabilität“, „bidirektionales Laden“, „Potenziale“ und „V2X“. Diese wurden einzeln und in Kombination verwendet. Es wurden hauptsächlich deutsch- und englischsprachige Quellen betrachtet, die einen Fokus auf deutsche Quartiere gelegt haben.

Um ergänzend zu der Literatur Einblicke aus der Praxis zu erhalten, wurden Interviews mit neun Expert\*innen aus der Immobilienwirtschaft geführt. Hierbei handelt es sich um Kund\*innen aus dem Bereich Elektromobilität der enercity AG. Die enercity AG hat für diese Arbeit die Erlaubnis erteilt, die Expert\*innen zu kontaktieren. Ansonsten hat die enercity AG keinen Einfluss auf diese Arbeit genommen. Vor den Interviews erhielten die Expert\*innen eine Einwilligungserklärung (siehe Anhang A.1.2) und die Interviewfragen (siehe Anhang A.1.1). Die Interviews wurden im Januar und Februar 2025 per Microsoft Teams oder per Telefonat durchgeführt, und die Audioaufnahmen wurden aufgezeichnet und an-

Die Energiedienstleister müssen aus den bisherigen Erfahrungen mit der Ladeinfrastruktur der Expert\*innen lernen. Wie auch bei der konventionellen Ladeinfrastruktur ,müssen sie zukünftig die technischen und regulatorischen Rahmenbedingungen erfüllen und in Zusammenarbeit mit den Netzbetreibern an attraktiven Lösungen für die Vermieter\*innen und Mieter\*innen arbeiten, sowie es z. B. durch § 14a EnWG ermöglicht wird. Die Steuerbarkeit der Wallboxen ermöglicht es den Energiedienstleistern, den Mieter\*innen günstigere Ladestromtarife anzubieten. Aus den Befragungen geht hervor, dass sie bei den Lösungen für das bidirektionale Laden den Mieter\*innen Transparenz und Kontrolle über den Ladestand geben müssen, verbunden mit finanziellen Anreizen zur Erhöhung der Akzeptanz der Mieter\*innen. Dadurch kann das Potenzial der Technologie bestmöglich ausgeschöpft werden.

Schließlich werden auch Anreize für die Betreiber\*innen der Quartiere benötigt. Neben finanziellen Förderungen schlagen unter anderem I3 und I5 vor, dass auch die Emissionseinsparungen bidirektionaler Ladelösungen in die Sektorziele der Unternehmen einfließen sollten. Deshalb wird empfohlen, dass der Gesetzgeber diese Möglichkeit prüft, um Quartiersbetreibern die Investition in solche Lösungen attraktiver zu gestalten.

## 8 Fazit

In der vorliegenden Arbeit wurden die Potenziale des bidirektionalen Ladens in Quartieren zur Steigerung der Energieeffizienz untersucht. Durch eine systematische Literaturanalyse und einer qualitativen Inhaltsanalyse von Expert\*inneninterviews konnten sowohl theoretische als auch praktische Erkenntnisse zur Bedeutung des Quartiers, des Stands der Nachhaltigkeit in Quartieren und zu Potenzialen von bidirektionalem Laden in Quartieren gewonnen werden. Die Ergebnisse zeigen, dass Quartiere zunehmend an Bedeutung gewinnen, aufgrund ihrer vielfältigen Synergieeffekte im Bereich Wärme, Strom und Mobilität. Aus der Literatur ging hervor, dass vorrangig die Kombination von EE in Quartieren großes Potenziale bietet, den Eigenstromverbrauch zu steigern und die Belastung auf das Netz zu reduzieren. Der Bedarf an Elektromobilitätslösungen wird mit dem wachsenden Bestand an Elektrofahrzeugen weiter steigen. Die aktuelle Geset-

zeslage sichert den steigenden Bedarf derzeit nicht ausreichend ab. In Quartieren erlauben Elektrofahrzeuge, mithilfe von intelligenten Energiemanagementsystemen den lokal erzeugten PV-Strom zu laden und somit die Netzbelastung zu reduzieren. Die Auswertung der Interviews hat ergeben, dass der aktuelle Ausbau der Elektromobilität noch einige Herausforderungen mit sich bringt. Die Vermieter\*innen tragen hohe Investitionskosten mit geringer Möglichkeit zur Refinanzierung, und der Bedarf der Mieter\*innen ist zurzeit bislang nicht hoch.

Die Untersuchung von bidirektionalen Ladelösungen hat gezeigt, dass sie das Potenzial haben, den Eigenstromverbrauch von Quartieren zu optimieren, und durch die Bereitstellung der Fahrzeugbatterien können Lastspitzen reduziert und die Netze entlastet werden können. Gleichzeitig wurden die Bedingungen identifiziert, die erfüllt werden müssen, um bidirektionale Ladelösungen in Quartieren umzusetzen. Die Befragten fordern Fahrzeuge und Wallboxen, die V2X-fähig sind, sowie Energiemanagementsysteme, die den Mieter\*innen Transparenz und Kontrolle über den Ladestand der Batterie geben. Des Weiteren benötigt es einen klaren gesetzlichen Rahmen und finanzielle Anreize für die Betreiber von Quartieren sowie die Endnutzer\*innen.

Mithilfe der Untersuchung sollte eine Antwort auf die folgende Forschungsfrage gefunden werden: **Wie können durch bidirektionale Ladelösungen Effizienzpotenziale in Quartieren realisiert werden?**. Ziel dieser Masterarbeit war es, diese Potenziale zu identifizieren und Handlungsempfehlungen für die Beteiligten im Quartier abzuleiten. Die Zielsetzung wurde erreicht, indem durch die Literaturanalyse und die qualitative Inhaltsanalyse der Interviews festgestellt wurde, dass durch bidirektionales Laden Elektrofahrzeuge als Energiespeicher in Quartieren genutzt werden können und dadurch der lokal erzeugte Strom effizienter genutzt werden kann. So können Investitionen in feste Energiespeicher reduziert und die Netzauslastung hierdurch minimiert werden. Allerdings müssen hierfür erst noch die technischen und regulatorischen Rahmenbedingungen geschaffen werden, um anschließend in Quartieren eine Lösung anzubieten, die sowohl für die Betreiber\*innen der Quartiere als auch für die Mieter\*innen eine attraktive Lösung darstellt. Die Ergebnisse dieser Arbeiten bestätigen somit, dass bidirektionales Laden zur Effizienzsteigerung in Quartieren beitragen kann, jedoch weiterführende Maßnahmen notwendig sind, um die vorhandenen Hemmnisse zu überwinden.