Schlussbericht des Verbunds

- öffentlich einsehbar -

ELEMENT – Energiemanagementsystem für das gesteuerte Laden von Elektrofahrzeugen in Mehrparteienhäusern auch unter der Nutzung von selbsterzeugtem Strom zur Reduzierung des Aufwands für den Netzausbau

(Förderkennzeichen 01ME21003 A-E)

Wenn zur Wahrung berechtigter Interessen des Zuwendungsempfängers (ZE) oder Dritter oder aus anderen sachlichen Gesichtspunkten bestimmte Einzelheiten aus dem Bericht vertraulich zu behandeln sind (z. B. Wahrung der Priorität bei Schutzrechtsanmeldungen), so hat der ZE den Zuwendungsgeber (ZG) ausdrücklich darauf hinzuweisen.

Zuwendungsempfänger: Die Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft eG (DSW) GETEC mobility solutions GmbH (GETEC) DiLiCo engineering GmbH (DiLiCo) Institut für Automation und Kommunikation e.V. (ifak) Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OVGU)	Förderkennzeichen: 01ME21003 A-E
Kontakt Konsortialführer: Jens Schneider Julia Brandt	Tel.: 0391 568 4976 Fax: 0391 568 4960 E-Mail: julia.brandt@diestadtfelder.de
Laufzeit des Vorhabens: von: 09/2021 bis: 08/2024	
Datum Bericht: 23. Januar 2025	

Inhalt

1. Kurzdarstellung ... 3
1.1. Aufgabenstellung ... 6
1.2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde ... 9
1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens ... 10
1.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde ... 14
Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden ... 16
Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste ... 17
1.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen ... 19
2. Eingehende Darstellung ... 20
2.1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele ... 20
2.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises ... 25
2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit ... 34
2.4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans ... 38
2.5. Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen ... 41
2.6. Erfolgte oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 11 der Nebenbestimmungen ... 44

1. Kurzdarstellung

Die zunehmende Vielfalt an verfügbaren batterieelektrischen Fahrzeugmodellen macht E-Fahrzeuge trotz der – im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor – noch höheren Anschaffungskosten zunehmend attraktiver. Damit wächst der Druck auf die Wohnungswirtschaft, auch im Wohnungsbestand zügig geeignete Lademöglichkeiten zu schaffen, um Mieterinnen und Mieter nicht von dieser Entwicklung auszuschließen und damit die Energie- und Mobilitätswende insgesamt auszubremsen. Dies gilt insbesondere für Gebäude mit mehreren Wohn- bzw. Nutzungsparteien.

Der Aufbau einer konventionellen Ladeinfrastruktur, an der alle Mieterinnen und Mieter ohne übergreifende Koordination ihre Elektrofahrzeuge aufladen können, führt bei Bestandsgebäuden zu sehr hohen Netzanschlusskosten, da die bestehende Anbindung der Gebäude an das öffentliche Stromverteilnetz nicht für diese zusätzlichen Leistungen ausgelegt ist. Zusätzlich zu den Investitionskosten für die Vermieter entstehen hohe Kosten auf Seiten der Verteilnetzbetreiber (die über die Netzentgelte von allen Stromkunden getragen werden müssen), da unkoordiniertes Laden zu einer Überlastung der Netzbetriebsmittel führen kann und somit einen kostenintensiven und langwierigen Netzausbau notwendig macht.

Das Projekt ELEMENT wurde ins Leben gerufen, um eine der zentralen Herausforderungen im Bereich der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge (E-Fahrzeuge) zu adressieren. Insbesondere in Mehrfamilienhäusern, vor allem im Geschosswohnungsbau, stehen den Mieterinnen und Mietern oft nur unzureichende Lademöglichkeiten zur Verfügung. Angesichts des notwendigen schnellen Ausbaus der Ladeinfrastruktur besteht zudem die Gefahr von Netzüberlastungen.

Die Hauptzielsetzung des Projekts ELEMENT war die Schaffung kostengünstiger, komfortabler und benutzerfreundlicher Lademöglichkeiten für E-Fahrzeuge in Mehrfamilienhäusern. Die Mieterinnen und Mieter sollten in die Lage versetzt werden, sich gemeinschaftlich klimafreundlich und netzdienlich zu verhalten. Hierbei wurden bereits vorhandene technische Lösungen weiterentwickelt und moderne, wasserstoffbasierte Blockheizkraftwerke sowie Solaranlagen einschließlich stationärer Stromspeicher zur dezentralen Stromerzeugung integriert. Ziel war es ebenfalls, eine intelligente Lösung zu entwickeln, die den erhöhten Ladebedarf zu bestimmten Tageszeiten organisiert und ein netzdienliches Verhalten der Mieterinnen und Mieter fördert. Im Rahmen des Projekts wurde von Beginn an eine aktive Einbeziehung der Bewohnerinnen und Bewohner in den Entwicklungsprozess gewährleistet. Durch die Durchführung von Befragungen und Workshops konnten wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden, welche in die Gestaltung der Lademöglichkeiten einflossen. Die Resultate der beiden realisierten Projektstandorte wurden mit der Wohnungswirtschaft geteilt, um eine breite Implementierung der entwickelten Lösungen zu fördern.

Das Projekt ELEMENT präsentiert sowohl technische als auch organisatorische Lösungen auf Haus- und Quartiersebene. Die entwickelten Lösungen sind dabei speziell auf die Bedürfnisse der Mieterinnen und Mieter, sowohl privat als auch gewerblich, ausgerichtet. Die Implementierung intelligenter Ladesysteme optimiert die Gleichzeitigkeit der Ladevorgänge, wodurch ein geringerer Netzausbau erforderlich wird.

Die Maßnahmen des Projekts ELEMENT zielen auf eine nachhaltige Mobilität ab, welche die Energiebereitstellung sowie die lokale Emissionsminderung im Verkehrssektor umfasst. Die Nutzung von Elektrofahrzeugen wird somit auch in Wohnsiedlungen und Quartieren mit Mietwohnungen in Deutschland ermöglicht, was ein erhebliches Potenzial zur Senkung der klima- und umweltschädlichen Emissionen bietet.

Die Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft eG strebte an, ihren Mieterinnen und Mietern zeitgemäße Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge bereitzustellen. Die intelligente Funktionserweiterung für Brennstoffzellen-BHKW-Systeme stellte für DiLiCo engineering GmbH einen entscheidenden Schritt zur besseren Vermarktung dieser Systeme in Wohnsiedlungen dar.

Im Projekt ELEMENT wurde von der DiLiCo engineering GmbH die Konzeptionierung, Auswahl, Anpassung und Integration eines Energiemanagementsystems (EMS) zur optimierten Nutzung der lokal erzeugten Energie aus Photovoltaik (PV) und Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerk (BZ-BHKW) übernommen. Gerade die anfängliche Recherche und Auswahl des Energiemanagementsystems stellte eine große Herausforderung dar, da schnell festgestellt werden musste, dass fast alle Hersteller die Anpassung ihrer Systeme durch Externe nicht zuließen oder dadurch enorme Kosten entstanden. Fehlende einheitliche Standards bei den Kommunikationsschnittstellen der verschiedenen Geräte machten solche Anpassungen jedoch nötig, da nie sämtliche Schnittstellen und Protokolle von Herstellern der Energiemanagementsysteme unterstützt wurden. Auch das im Projekt verwendete EMS konnte nur in enger Zusammenarbeit an die Anforderungen angepasst werden, der gewählte Hersteller bot jedoch von allen betrachteten die flexibelste Lösung. Darüber hinaus waren auch die Hersteller weiterer Komponenten, wie beispielsweise der Anbieter des Lastmanagements in die Integration des Systems involviert.

Ein weiterer Bestandteil war die Erweiterung der Steuerbarkeit des Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerkes. Durch diese konnte das BZ-BHKW je nach Anforderung des Energiemanagementsystems bedarfsgerecht gesteuert werden. So war es beispielsweise möglich, das BZ-BHKW prinzipiell bei erhöhtem Energiebedarf durch Elektrofahrzeige entsprechend anzupassen. Allerdings ist dies nur dann sinnvoll, wenn die dabei entstehende Wärme auch effizient genutzt wird.

Im Rahmen des Teilprojekts der Otto-von-Guericke Universität wurden sowohl qualitative als auch quantitative Untersuchungen durchgeführt, um eine ganzheitliche Einschätzung der Akzeptanz und praktischen Umsetzungsmöglichkeiten von Elektromobilität und Energieeinspeisungsmodellen in einem Mietumfeld zu gewinnen. Die qualitative Analyse basierte auf einer umfassenden Befragung der Mieterinnen und Mieter und lieferte wertvolle Einblicke in deren Einstellung zur Elektromobilität. Die Resultate legten nahe, dass die Akzeptanz der Elektromobilität seitens der Mieterinnen und Mieter derzeit noch verhalten ist. Dies ist insbesondere auf die hohen Anschaffungskosten für Elektrofahrzeuge und die als unzureichend empfundene Ladeinfrastruktur zurückzuführen. Dennoch wurde das Konzept einer unterstützenden App, die vorwiegend der Verwaltung von Reservierungen dient, von den Befragten positiv bewertet. Des Weiteren bekundeten die Mieterinnen und Mieter ein signifikantes Interesse an einem Betreibermodell, bei dem Ladevorgänge unmittelbar über die App abgerechnet werden können. Dies würde eine nutzerfreundliche und unkomplizierte Zahlungsabwicklung ermöglichen. Die Minimierung der Ladekosten stellt für die Mieterinnen und Mieter ein zentrales Anliegen dar und ist ein wesentlicher Faktor in ihrer Ladeplanung.

Zur Optimierung der Erlösmodelle für die Einspeisung von Strom wurde ein Algorithmus entwickelt, der auf aktuellen Strompreis- und Verbrauchsdaten basiert. Der Algorithmus bietet Betreibern von Energieerzeugungsanlagen die Möglichkeit, zwischen verschiedenen Erlösmodellen (Einspeisevergütung, Marktprämienmodell bzw. Direktvermarktung) zu wählen und auf dieser Grundlage eine monatliche Profitabilitätsanalyse durchzuführen. Unter Berücksichtigung von Prognosen sowie einer individuellen Bewertung der Modelle präsentiert der Algorithmus schließlich das jeweils optimale Erlösmodell für eine spezifische Periode. Die Verarbeitung von Echtzeitdaten ermöglicht dem Algorithmus zudem die Funktion als Monitoring-Instrument. Dieses Instrument erlaubt es Betreibern, ihre Strategie kontinuierlich anzupassen und auf aktuelle Marktveränderungen zu reagieren.

Die Ergebnisse der qualitativen und quantitativen Analysen lieferten wesentliche Erkenntnisse, die zur Entwicklung eines bedarfsgerechten und ökonomisch sinnvollen Angebots für Mieter und Betreiber beitragen. Der Vorschlag eines App-basierten Reservierungs- und Abrechnungssystems sowie die Implementierung eines flexiblen Optimierungsalgorithmus zur Modellwahl bilden gemeinsam eine nachhaltige Basis zur Förderung von Elektromobilität und dezentraler Energieerzeugung in Mietverhältnissen.

Eine der größten Herausforderungen bestand in der Sicherstellung der Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Systemkomponenten, insbesondere in Bezug auf die Schnittstellen zu den Ladesäulen. Die Entwicklung eines dynamischen Preismodells war eine innovative Maßnahme, die es den Nutzern ermöglichte, Ladezeiten flexibel an die Verfügbarkeit von lokal erzeugter Energie

anzupassen und dadurch Kosten zu sparen. Gleichzeitig wurden Anreize geschaffen, um das Ladeverhalten der Nutzer netzdienlich zu gestalten, was sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile bietet.

Das Projekt ELEMENT fokussierte sich auf die wesentlichen Fortschritte in der Entwicklung einer nachhaltigen Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Mehrparteienhäusern. Die Kombination aus technischer Innovation und der Einbeziehung der Mieterinnen und Mieter resultierte in der Konzeption eines zukunftsfähigen Modells, welches den individuellen Bedürfnissen der Bewohnerinnen und Bewohner entspricht und darüber hinaus einen Beitrag zur Reduktion von Emissionen sowie zur Förderung einer klimafreundlichen Mobilität leistet.

1.1. Aufgabenstellung

Im Rahmen des ELEMENT-Projekts wurde eine umfassende Aufgabenstellung in mehreren Arbeitspaketen (AP) verfolgt, die sich auf die Entwicklung und Implementierung eines innovativen Energiemanagementsystems für Mehrfamilienhäuser konzentrierte. Das Projektmanagement, geleitet von der Wohnungsgenossenschaft, war verantwortlich für die Planung, Steuerung und Kontrolle des gesamten Vorhabens. Es fungierte als erster Ansprechpartner für alle Projektbeteiligten und sorgte für die fristgerechte Erstellung von Berichten sowie die Qualitätssicherung der Kommunikation nach außen.

Ein zentrales Ziel des Projekts ELEMENT war die Entwicklung eines technisch ausgereiften Energiemanagementsystems. Zu Beginn des Projektes wurde eine detaillierte Anforderungsanalyse durchgeführt, um die spezifischen Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer und die technischen Anforderungen an das EMS zu ermitteln. Hierbei wurden auch die Rahmenbedingungen der untersuchten Wohnobjekte berücksichtigt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt des Projekts war die Entwicklung einer Kommunikationsschnittstelle zwischen dem EMS und dem Verteilnetzbetreiber, um aktuelle Netzrestriktionen zu berücksichtigen. Dies geschah durch die Analyse technischer Anforderungen und die prototypische Implementierung der Schnittstelle. Parallel dazu wurde das EMS selbst weiterentwickelt, um die Koordinierung der Ladevorgänge zu optimieren und den Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Systemkomponenten zu ermöglichen.

Zusätzlich wurde ein Lademanagementsystem entwickelt, welches die Nutzung von selbst erzeugtem Strom berücksichtigt. Die Tarif- und Anreizmodelle wurden ebenfalls untersucht, um ein gerechtes

Lastmanagement zu gewährleisten. Die operativen Rahmenbedingungen für den Betrieb des Systems wurden konzipiert und implementiert, wobei die Mieterinnen und Mieter die Ladepunkte flexibel nutzen konnten.

Ein wichtiger Bestandteil des Projekts war die Entwicklung einer User-App, die den Mieterinnen und Mietern sowie Vermietern ermöglicht, sich über Verbrauchsdaten zu informieren und Steuerungspräferenzen zu definieren. Schließlich wurde das gesamte System durch bauliche Maßnahmen, technische Installationen und umfassende Tests evaluiert, um die Leistungsfähigkeit und Akzeptanz des Systems zu gewährleisten. Das regulatorische Umfeld wurde ebenfalls analysiert, um rechtliche Fragestellungen im Zusammenhang mit der Installation von Ladeinfrastruktur in gemeinschaftlich genutzten Objekten zu klären und Handlungsempfehlungen abzuleiten.

Im Rahmen des Projekts ELEMENT oblag der GETEC Mobility solutions GmbH (GETEC) die zentrale Verantwortung für die Konzeption und Implementierung einer Ladeinfrastruktur sowie der zugehörigen Abrechnungs- und Managementsysteme für Mehrparteienhäuser. In diesem Kontext kooperierte GETEC intensiv mit den Projektpartnern, insbesondere im Hinblick auf die Integration der Ladeinfrastruktur in die energetische Gesamtsystemarchitektur. Das Ziel bestand in der Entwicklung effizienter, netzdienlicher und skalierbarer Ladeinfrastrukturkonzepte, welche sowohl ökonomischen als auch ökologischen Nachhaltigkeitskriterien entsprechen und den Anforderungen der Mieterinnen und Mieter in Mehrparteienhäusern gerecht werden.

Die Aufgaben der GETEC mobility solutions GmbH lassen sich in drei wesentliche Bereiche gliedern: Der erste Bereich umfasste das E-Mobility Setup und Abrechnungssystem. GETEC entwickelte und implementierte ein System zur dynamischen Preisgestaltung für Ladevorgänge. Das implementierte System integrierte variable Strompreise, welche auf der Verfügbarkeit lokal erzeugter Energie, wie beispielsweise Photovoltaikanlagen und Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerken sowie der Netzlast basierten. Des Weiteren wurde ein verbraucherscharfes Abrechnungssystem entwickelt, welches eine transparente und faire Abrechnung für die Nutzer gewährleistet.

Der zweite Aufgabenbereich umfasste die Entwicklung einer User-App zur Kundenintegration, welche darauf abzielte, den Nutzern von Elektrofahrzeugen in Mehrparteienhäusern die Verwaltung ihrer Ladevorgänge zu erleichtern. Die Anwendung ermöglicht den Nutzerinnen und Nutzern die Steuerung ihrer Ladevorgänge, die Planung von Ladezeiten sowie die Nutzung dynamischer Preismodelle. Des Weiteren bietet die App die Möglichkeit, Einsicht in die Energieflüsse zu nehmen, wodurch Anreize für die Nutzung von lokal erzeugtem Strom zur Ladung der Fahrzeuge geschaffen werden.

Der dritte Aufgabenbereich umfasste die Verknüpfung von Energiemanagement- und Lademanagementsystemen. Die Integration erlaubt eine optimierte Steuerung der Ladevorgänge in Echtzeit, wobei Netzrestriktionen sowie die Verfügbarkeit von lokal erzeugter Energie berücksichtigt werden.

DiLiCo hatte im Rahmen des Projekts die Aufgabe, das Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerk (BZ-BHKW) um eine Steuerbarkeit zu erweitern sowie ein Energiemanagementsystem anzupassen, sodass eine Integration des BZ-BHKW, einer Photovoltaikanlage, eines Batteriespeichers und des Lademanagementsystems zur Steuerung der Kfz-Ladesäulen möglich war. Das übergeordnete Ziel bestand in der Realisierung einer optimalen Koordination zwischen den lokalen Energieerzeugern und der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. Die Funktion des Energiemanagementsystems besteht in der dynamischen Steuerung der Ladeleistung, wodurch eine Minimierung der Netzbelastung sowie eine Erhöhung der Anzahl der in Wohnquartieren installierbaren Ladepunkte erreicht werden soll.

Die Innovation des Projektvorhabens verband bestehende Ansätze mit neuen Aspekten. Das Lademanagement für Elektrofahrzeuge war zum einen mit der lokal vorhandenen Stromerzeugung aus teilweise regelbaren Erzeugungsanlagen wie z. B. Brennstoffzellen-BHKWs zu integrieren. Zum anderen war durch das Projektvorhaben sicherzustellen, dass das Lademanagement die zeitlich variablen Restriktionen des Stromnetzes dynamisch berücksichtigt. Dadurch könnten zukünftig Netzausbaumaßnahmen vermieden und zukünftige regulatorische Randbedingungen eingehalten werden. Über ein Smart-Meter-Gateway sollten Informationen über die aktuellen Restriktionen bzw. Reserven des Stromnetzes ausgetauscht werden. Diese gesamthafte Integration unterschiedlicher Anforderungen wurde durch das Energiemanagementsystem realisiert. Des Weiteren sollte das kooperative netzdienliche Verhalten der Nutzer verstärkt angeregt werden, anstatt nur ihr "normales" Verhalten zu beobachten und darauf zu reagieren. Dies sollte durch die maximale Ausnutzung regenerativ erzeugter Energie erreicht werden. Gleichzeitig konnte so ein minimaler Netzausbau realisiert werden mit gerecht verteilten Erträgen und Lasten. Im Gesamtansatz des Projekts wurde großes Potenzial gesehen, die Schaffung von Ladeinfrastruktur für Mieter besonders kostengünstig und zeitsparend umzusetzen.

Die Nutzer sollten dabei kooperieren und folgende Punkte beachten:

(a) Sie sollten einen Bedarfskalender pflegen, damit die gewünschten Ladezustände für ein optimales Lademanagement mitgeteilt werden können.

(b) Sie sollten die Batterie ihres eigenen E-Fahrzeugs als steuerbaren Energiespeicher bereitstellen. Der Netzbetreiber hätte in dem Fall einen finanziellen Ausgleich für die in (a) und (b) erbrachten Leistungen

zu zahlen. Dies könnte beispielsweise über unterschiedliche Tarife für die Bereitstellung von Ladeleistung (z. B. "Cap and Pay" und "Cap and Pray") und eingesparte Netzausbaukosten erfolgen. Insbesondere Mieterinnen und Mieter in Objekten mit mehreren Mietparteien und sich stark voneinander unterscheidenden Tagesabläufen könnten hier enorm voneinander profitieren.

1.2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Projekt ELEMENT wurde unter spezifischen technischen, organisatorischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen durchgeführt. Diese Voraussetzungen hatten wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung, Umsetzung und den Erfolg des Vorhabens.

Technisch: Das Projekt wurde in Mehrparteienhäusern mit bestehender elektrischer Infrastruktur umgesetzt. Dabei musste berücksichtigt werden, dass die Hausanschlüsse oft nicht auf die gleichzeitige Ladung mehrerer Elektrofahrzeuge ausgelegt sind. Smarte Zähler, Energiemanagementsystem und Ladestationen wurden während der Projektlaufzeit beschafft, wenn auch in unterschiedlicher Reife und Interoperabilität. Ein leistungsfähiges Kommunikationsnetzwerk (LAN/WLAN) war in den ausgewählten Pilotstandorten vorhanden, um die Steuerung und Datenerfassung zu gewährleisten.

Organisatorisch: Das Projekt ELEMENT wurde in enger Abstimmung mit den Mieterinnen und Mieter durchgeführt. Eine reibungslose Kommunikation war entscheidend für die erfolgreiche Implementierung. ELEMENT wurde von einem interdisziplinären Team aus Energieexperten, Ökonomen und IT-Spezialisten durchgeführt. Geeignete Mehrparteienhäuser mit kooperationsbereiten Eigentümern und Mietern wurden als Testumgebungen ausgewählt.

Rechtlich: Die Umsetzung erfolgte unter Berücksichtigung des deutschen Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG), des Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetzes (GEIG), der Ladesäulenverordnung (LSV), des Gesetzes über das Inverkehrbringen und die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt, ihre Verwendung und Eichung sowie über Fertigpackungen (Mess- und Eichgesetz – MessEG) sowie Vorgaben aus der EU-Gebäuderichtlinie, die Vorgaben für Ladeinfrastruktur in Mehrparteienhäusern regelt. Die Steuerung und Überwachung der Ladevorgänge musste konform mit der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) erfolgen.

Gesellschaftlich: Die zunehmende Akzeptanz von Elektrofahrzeugen in der Gesellschaft sowie die unzureichend vorhandene Ladeinfrastruktur insbesondere in urbanen Quartieren bildeten die Grundlage für das Projekt. Grundsätzlich wächst auch bei Mieterinnen und Mieter der Bedarf an Ladelösungen in ihren Quartieren, wodurch ein hohes Interesse der Zielgruppe am Projekt ELEMENT bestand.

Externe Einflussfaktoren: Während der Projektlaufzeit kam es zu einer dynamischen Entwicklung im Bereich der Elektromobilität, die sowohl technische als auch wirtschaftliche Aspekte des Projekts beeinflusste. Dazu zählten die durch den Überfall Russlands auf die Ukraine explodierenden Energiekosten 2022 und das plötzliche Auslaufen des Umweltbonus 2023. Das Projekt ELEMENT wurde durch Fördermittel unterstützt, die sowohl finanzielle als auch zeitliche Vorgaben beinhalteten.

1.3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Projekte ELEMENT startete mit einer eingehenden Analyse der Anforderungen an das Gesamtsystem (Arbeitspaket 2). Anschließend begannen die Entwicklungsarbeiten an den einzelnen Systemkomponenten (Arbeitspakete 3 - 8). Bereits frühzeitig im Projekt sollten erste Lademöglichkeiten für die Mieterinnen und Mieter geschaffen werden, um insbesondere Daten zum Nutzungsverhalten zu sammeln. Sukzessive wurden dann die Verbesserungen (auch in Zwischenstufen) integriert. Im Rahmen abschließender Feldtests wurde die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems evaluiert.

Die Arbeitspakete dienten zur Erreichung der im Projekt festgelegten Meilensteine.

Tabelle 1: Übersicht der Meilensteine im ELEMENT-Projekt

Meilenstein Nr.	Projektmonat	Ziel
M1	7	Systemkonzept mit Schnittstellen erstellt
M2	12	Ladepunkte errichtet und für Mieter nutzbar
M3	28	Systemkomponenten implementiert und getestet
M4	31	Gesamtsystemintegration abgeschlossen

Balkenplan:

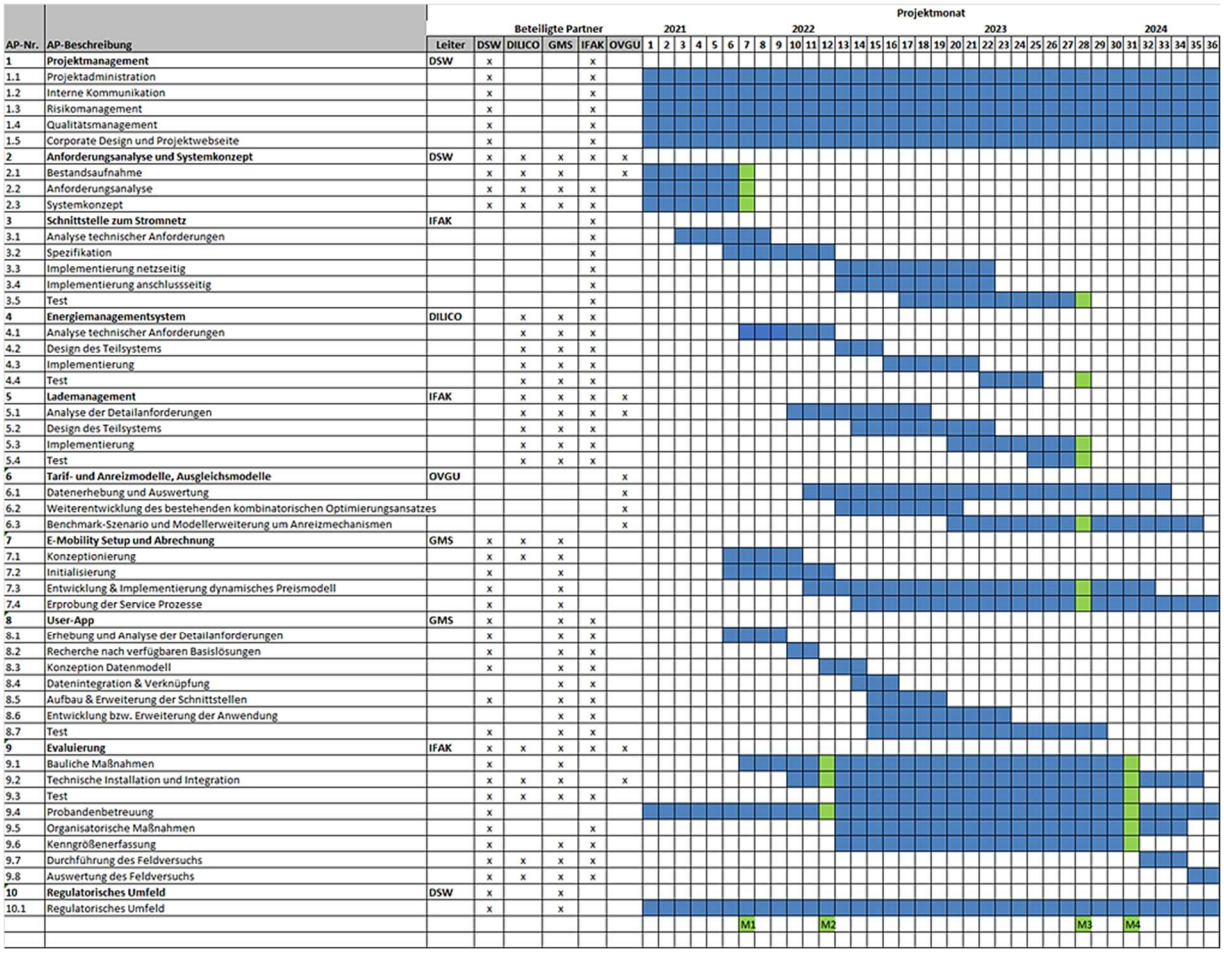

Abbildung 1: Übersicht der geplanten Arbeitspakete im ELEMENT-Projekt einschließlich der beteiligten Partner

Das Arbeitspaket 1 – Projektmanagement – war für die Planung, Steuerung und die Kontrolle des Vorhabens ELEMENT verantwortlich. Die Projektleitung stand dem Projektträger als erste Ansprechperson für das Vorhaben ELEMENT zur Verfügung. Das Projektmanagement sorgte für eine dem Zeit- und Arbeitsplan entsprechende Projektbearbeitung und stellte die Qualität und fristgerechte Erstellung von Berichten sicher. Das Projektmanagement agierte bei Konflikten als schlichtende Instanz. Des Weiteren koordinierte die Projektleitung entsprechende Änderungen und Verzögerungen innerhalb des Projektverlaufs und kommunizierte diese ebenfalls gegenüber dem Projektträger.

Ziel des Arbeitspakets 2 war die detaillierte Analyse der Anforderungen an das Gesamtsystem und der einzelnen Komponenten sowie deren detaillierte Spezifikation, so dass die Voraussetzungen für die Systementwicklung geschaffen werden konnten. Ergebnis war eine Übersicht des Gesamtsystems (vergleiche Abbildung 2) sowie das gemeinsame Verständnis über die einzelnen Komponenten und deren Funktionsweise, technischen Anforderungen und deren Interaktion.

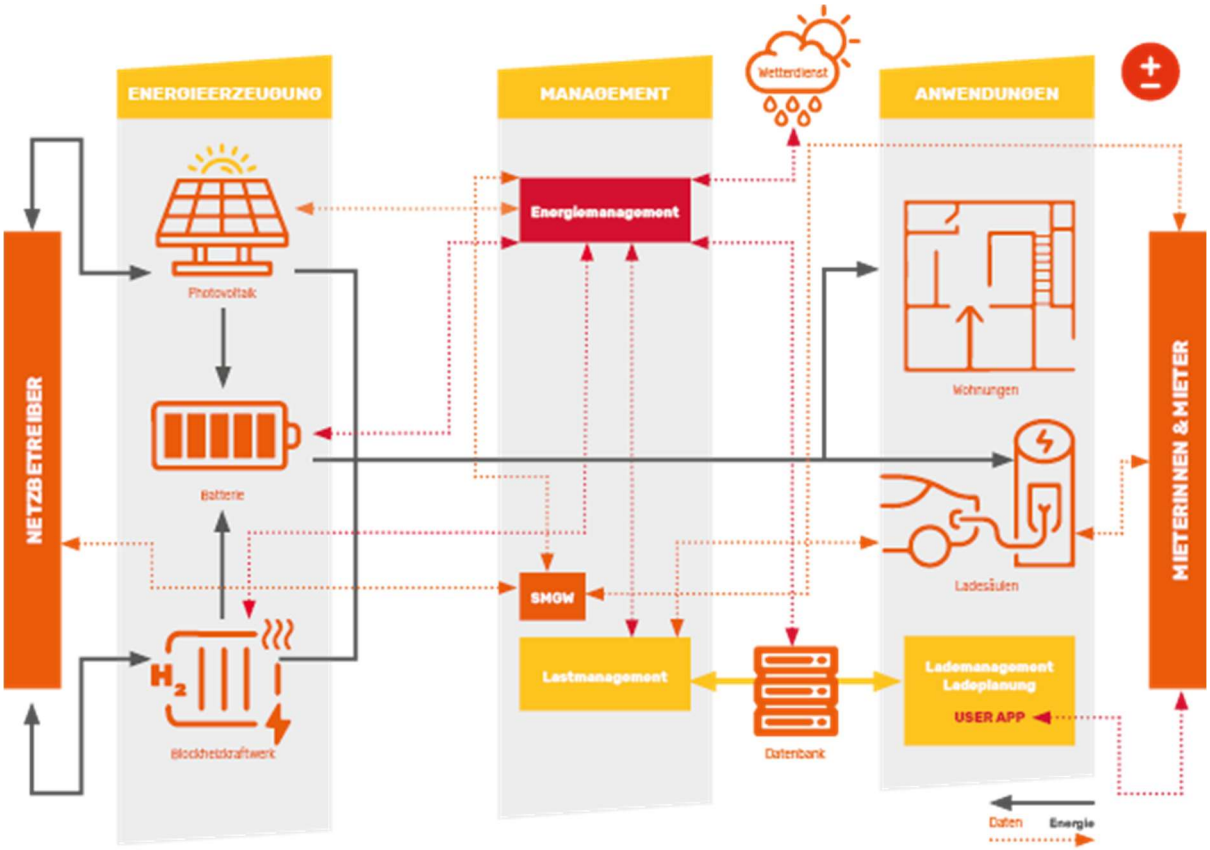

Abbildung 2: Gesamtsystem des ELEMENT-Projekts

Zur Berücksichtigung der aktuellen Auslastung der Stromnetze musste das Energiemanagementsystem mit dem zuständigen Verteilnetzbetreiber (VNB) über das Smart-Meter-Gateway kommunizieren können. Konkret ging es im Arbeitspaket 3 darum, die aktuellen sowie für die nächsten Stunden zu erwartenden Netzrestriktionen vom Verteilnetzbetreiber an das Energiemanagementsystem zu übermitteln. Die Netzrestriktionen ergeben sich insbesondere aus drohenden Überlastungen der Ortsnetzstationen sowie der vorgelagerten Netze. Das Ziel dieses APs bestand somit in der Entwicklung einer Kommunikationsschnittstelle einschließlich der erforderlichen Protokolle und Datenstrukturen, welches die aktuellen und zukünftigen regulatorischen Randbedingungen berücksichtigt. Im Rahmen der prototypischen Umsetzung wurde eine Ortsnetzstation mit Mess- und Kommunikationstechnik ausgestattet, um reale Messdaten für die Berechnung der Netzbelastung gewinnen zu können.

Ziel des Arbeitspaketes 4 war die Erweiterung eines Basissystems (Hard- und Software) für das Energiemanagement, einschließlich Koordinierung der Ladevorgänge. Hierfür musste der Informationsaustausch zwischen EMS, Smart-Meter-Gateway, Ladepunkten, Lademanagement, den Energieerzeugern im Haus (Photovoltaik-Anlage und BZ-BHKW) sowie den Verbrauchern ermöglicht werden. Die Ermittlung der Energiebedarfe für Wärme und Strom zur Berechnung der Energieverläufe unter Berücksichtigung von Ladeinfrastruktur und Ableitung von Betriebsdaten und Kosten sowie die

Ermittlung der optimalen Leistungs- und Energiedaten für das BZ-BHKW waren dabei für einen wirtschaftlichen Einsatz essenziell.

Arbeitspaket 5 hatte die Entwicklung eines Softwaremoduls zur Koordinierung der Ladevorgänge mit Hilfe von Künstlicher Intelligenz (KI) und unter Nutzung des Bedarfskalenders aus AP 7 als Zielstellung. Dies berücksichtigte auch die direkte Nutzung des selbsterzeugten Stroms vor Ort aus der Photovoltaik-Anlage sowie dem Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerk.

Da die Bereitschaft zum netzdienlichen Verhalten einen wesentlichen Baustein des ELEMENT-Lademanagements darstellte, waren aus Sicht der Projektbeteiligten konkrete Tarif- und Ausgleichsmodelle zu entwickeln, die für eine gerechte Verteilung der Erträge und Lasten sorgen. Hierfür sollte im Arbeitspaket 6 ein geeigneter Optimierungsansatz (weiter-)entwickelt werden, der bestehende Zielkonflikte zwischen knapper Ladeinfrastruktur auf der einen und konkurrierenden Ladebedarfen auf der anderen Seite bestmöglich harmonisiert. Außerdem sollte die Wirkung unterschiedlicher Anreizmodelle untersucht beziehungsweise simuliert werden.

Im Arbeitspaket 7 sollten die operativen Rahmenbedingungen für den Betrieb des Systems konzeptioniert, implementiert und optimiert werden. Dabei konnten die Mieterinnen und Mieter grundsätzlich alle Ladepunkte des jeweiligen Pilotstandorts beliebig nutzen – es bestand keine feste Bindung an einen bestimmten Ladepunkt.

Eine App sollte den Mieterinnen und Mietern sowie dem Vermieter die Möglichkeit geben, sich über Kennzahlen des EMS (z. B. aktuelle und historische Verbräuche, Einspeisung aus PV, BHKW und Fahrzeugbatterien sowie die dabei entstandenen Kosten oder Einsparungen) zu informieren. Die App sollte ebenfalls dazu genutzt werden, proaktiv Steuerungspräferenzen zu definieren und zu speichern. Anhand seines bisherigen Verhaltens werden dem Mieter Vorschläge zu den nächsten Ladevorgängen seines E-Kfz unterbreitet. Der Mieter hat die Möglichkeit, die Vorschläge zu modifizieren (Bedarfskalender). Die Apps wurden durch zwei Partner, ifak und GETEC, im Arbeitspaket 8 entwickelt.

Entsprechend des Arbeitspakets 9 wurden bereits frühzeitig im Projekt erste Lademöglichkeiten für die Mieterinnen und Mieter geschaffen, um insbesondere Daten zum Nutzungsverhalten zu sammeln. Die Errichtung der Ladeinfrastruktur sowie der Erzeugungsanlagen waren die die baulichen Grundvoraussetzungen für die Umsetzung des Gesamtprojekts. Sukzessive wurden dann die Verbesserungen (auch in Zwischenstufen) integriert. Im Rahmen eines abschließenden Feldtests mit einer erhöhten Anzahl an E-Kfz wurde die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems evaluiert.

Im Kontext des Ladens von E-Fahrzeugen in Mehrparteienhäusern sind diverse rechtliche Fragen relevant, z. B. die Zustimmungsregelung von Wohnungseigentümern bei der Installation einer

Ladeinfrastruktur in einem gemeinschaftlich genutzten Objekt, die Abrechnung und Nutzung des Mieterstroms. Diese Aufgabe war in Arbeitspaket 10 durchzuführen. Dabei sollten daher Erfahrungen der Partner, vorhandene und sich anbahnende nationale und internationale Standards, Verordnungen, Richtlinien und Gesetze, bestehende Lösungen sowie zukünftige Anforderungen und Ziele im Kontext des Projektes bewertet, evaluiert und ggf. weitere Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

1.4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Die Akzeptanz von Ladesäulen in Wohnsiedlungen war zum Zeitpunkt des Beginns der Projektdurchführung durch hohe Infrastrukturkosten und eine mangelnde Bereitschaft vieler Vermieter stark eingeschränkt. Die Wirtschaftlichkeit einer Ladesäule pro Mieter war in vielen Fällen nicht gegeben, was die Notwendigkeit einer gemeinschaftlichen Nutzung von Ladesäulen mit anderen Mietern oder externen Nutzern unterstreicht. Ohne einen kooperativen Ansatz gestaltet sich die Integration von Ladesäulen in Wohnanlagen als äußerst herausfordernd und fand bzw. findet bislang nur in begrenztem Umfang Anwendung.

Die Möglichkeit einer einfachen Integration und Nachrüstung von Ladesäulen könnte jedoch dazu beitragen, die mit Investitionen in diese Infrastruktur verbundenen Hürden signifikant zu senken. Die Installation konventioneller Ladeinfrastruktur, welche es sämtlichen Mietern erlaubt, ihre Elektrofahrzeuge ohne übergreifende Koordinierung zu laden, geht in bestehenden Wohngebäuden vielfach mit hohen Netzanschlusskosten einher. Diese Kosten resultieren aus der unzureichenden Anbindung der Gebäude an das öffentliche Stromverteilnetz, welches nicht für die zusätzlichen Anforderungen ausgelegt ist.

Eine Vielzahl von Forschungsprojekten, darunter ALaPuN, BDL, chargeBIG, ELBE, E-Mobility-Hub und LINOx BW, hatte sich bereits mit den genannten Herausforderungen auseinandergesetzt. Auf dem Markt waren zudem verschiedene Lademanagementsysteme verfügbar, welche ein koordiniertes Laden ermöglichen und somit eine Überlastung des Netzanschlusses vermeiden.

Einige Projekte, wie WINNER und WINNER Reloaded, integrierten bereits vorhandene Photovoltaikanlagen und berücksichtigen dynamische Restriktionen des Stromnetzes. Im Rahmen der Novellierung von § 14a EnWG erfolgte die Weitergabe dieser Restriktionen durch den Verteilnetzbetreiber in Form einer zeitlich variierenden Anschlussleistung an die Netznutzer. Die Projekte BDL und teilweise eSpeicher fokussierten auf die Nutzung von Elektrofahrzeugen als steuerbare Energiespeicher, während das Projekt E-Mobility-Hub Nutzerprofile analysierte, um die

Auslastung der Ladeinfrastruktur zu optimieren. Das Projekt d-E-mand zielte darauf ab, den Ladebedarf bei Elektromobilität mithilfe von KI-basierten Prognosen zu ermitteln.

Im Rahmen des Projekts 3E wurde ein innovatives Energiesystem entwickelt, welches die wirtschaftliche Optimierung von Photovoltaik, stationären Batteriespeichern, CarSharing-Elektrofahrzeugen sowie Blockheizkraftwerken in Mehrfamilienhäusern zum Ziel hat. Die Projekte WINNER und WINNER Reloaded fokussierten sich spezifisch auf die Anforderungen der Wohnungswirtschaft. Im Rahmen des Projekts WINNER erfolgte eine Untersuchung eines Quartiers mit acht Wohnblöcken und 280 Wohneinheiten, in dem der aus Photovoltaikanlagen erzeugte Strom direkt an die Mieter vermarktet wird. Überkapazitäten wurden durch ein auf Informations- und Kommunikationstechnologie basierendes, aktives Lastmanagement zur Stromspeicherung in Elektrofahrzeugen genutzt.

Die Erkenntnisse aus dem WINNER-Projekt wurden in WINNER Reloaded weiterverfolgt, um eine bedarfsgerechte Ladeinfrastruktur für Mieter, Gewerbetreibende und Drittnutzer in einem Micro-Smart-Grid mit dynamischem Netzbetrieb und zeit- sowie lastabhängigen Abrechnungsmodellen zu entwickeln. Die Projektpartner des ELEMENT-Projekts wiesen jedoch darauf hin, dass zeitabhängige Abrechnungsmodelle, welche günstigen Strom bei hohem Angebot an Sonnenstrom bieten, eine schnelle Überlastung der Netzbetriebsmittel zur Folge haben könnten. Aus der Perspektive der Projektpartner erwiesen sich derartige Modelle als inadäquat, um das Ziel der rechtzeitigen Ladung von Elektrofahrzeugen unter Berücksichtigung der Netzrestriktionen zu erreichen.

Die Implementierung von Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerken als regelbare Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen stellte eine vielversprechende Lösung für Wohnobjekte und Quartiere dar. In dieser Konstellation nahm der Partner DiLiCo die Rolle des Vertriebs- und Entwicklungspartners ein. Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerke eignen sich in besonderem Maße für die Grundlastversorgung von thermischer und elektrischer Energie, da sie mit hohen Wirkungsgraden, geringen Emissionen sowie reduzierten Energiekosten aufwarten. Die Kopplung von BZ-BHKWs mit der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge erschien nicht nur aus energetischer Sicht sinnvoll, sondern könnte ebenfalls zu einer Entlastung des Niederspannungsnetzes beitragen.

Die Innovation des vorliegenden Projektvorhabens bestand in der Verknüpfung bestehender Ansätze mit neuen Aspekten. Das Lademanagement für Elektrofahrzeuge wurde mit der lokal vorhandenen Stromerzeugung aus teilweise regelbaren Erzeugungsanlagen, wie beispielsweise Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerken, integriert. Des Weiteren wurden die zeitlich variablen Restriktionen des Stromnetzes in das Lademanagement integriert, um Netzausbaumaßnahmen zu vermeiden und

zukünftigen regulatorischen Anforderungen gerecht zu werden. Ein Austausch von Informationen über aktuelle Netzrestriktionen und -reserven erfolgt über ein Smart-Meter-Gateway.

Ein zentrales Ziel des Projekts bestand somit in der Förderung eines kooperativen, netzdienlichen Verhaltens der Nutzerinnen und Nutzer. Anstatt lediglich das Verhalten der Nutzer zu beobachten, wurde das Ziel verfolgt, die maximale Ausnutzung regenerativ erzeugter Energie zu erreichen und gleichzeitig den Netzausbau zu minimieren. Die Kooperationspartner von ELEMENT erachteten diesen Ansatz als vielversprechend, um die Errichtung von Ladeinfrastruktur für Mieterinnen und Mieter sowohl kosteneffizient als auch zeitsparend zu gestalten. Das kooperative Verhalten der Nutzer sollte die Pflege eines Bedarfskalenders umfassen, in dem die gewünschten Ladezustände mitgeteilt werden, sowie die Bereitstellung der Batterie des eigenen Elektrofahrzeugs als steuerbaren Energiespeicher. Der Netzbetreiber erhält für die Bereitstellung von Ladeleistung eine finanzielle Kompensation, welche sich aus unterschiedlichen Tarifen für die Bereitstellung von Ladeleistung sowie eingesparten Netzausbaukosten zusammensetzt. Der Ansatz bot insbesondere für Mieterinnen und Mieter in Mehrfamilienhäusern mit unterschiedlichen Tagesabläufen eine vielversprechende Möglichkeit.

Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden

keine

Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste

[1] Yu, Y. "Smart Electric Vehicle Charging Strategy in Direct Current Microgrid." 2023. Available at: https://core.ac.uk/download/pdf/578153144.pdf.

[2] Martins, J. C., Pinheiro, M. D. "Energy Communities and Electric Mobility as a Win–Win Solution in Built Environment." Energies, vol. 17, no. 12, 2024. Available at: https://www.mdpi.com/1996-1073/17/12/3011/pdf.

[3] Javanroodi, K., Perera, A. T. D., Nik, V. M. "Towards Resilient Interconnected Urban Infrastructures: The Nexus Between Energy System, Urban Morphology, and Transportation Network." In: Lecture Notes in Civil Engineering, Springer, 2022. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-9822-5_292.

[4] Lützenberger, M., Masuch, N., Küster, T., Freund, D. "A Common Approach to Intelligent Energy and Mobility Services in a Smart City Environment." Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 2015. Available at: https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-015-0263-1.

[5] Shepero, M., Lingfors, D., Widén, J., Bright, J. M. "Estimating the Spatiotemporal Potential of Self-Consuming Photovoltaic Energy to Charge Electric Vehicles in Rural and Urban Nordic Areas." Journal of Renewable Energy, 2020. Available at: https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1451397/FULLTEXT01.pdf.

[6] Tang, H., Wang, Y., Li, C. "Energy-Flexibility Strategy for Residential Blocks with Multiple Morphologies Based on Energy, Economy, and Carbon Reduction Performance." Building and Environment, 2024. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm?abstractid=4905249.

[7] Chandra, I., Singh, N. K., Samuel, P. "A Comprehensive Review on Coordinated Charging of Electric Vehicles in Distribution Networks." Journal of Energy Storage, 2024. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X24012441.

[8] Chowdhury, J. I., Hu, Y., Balta-Ozkan, N., Gil, O. "Optimizing Renewable Energy Integration in New Housing Developments with Low Carbon Technologies." Renewable Energy, 2021. Available at: https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10119214/1/Accepted%20manuscript_CaMKOx.pdf.

[9] Giglio, E., Luzzani, G., Terranova, V., Trivigno, G. "An Efficient Artificial Intelligence Energy Management System for Urban Building Integrating Photovoltaic and Storage." IEEE Access, 2023. Available at: https://ieeexplore.ieee.org/iel7/6287639/6514899/10049578.pdf.

[10] Wu, T., Fainman, E., Maïzi, Y., Shu, J., Li, Y. "Allocate Electric Vehicles' Public Charging Stations with Charging Demand Uncertainty." Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2024. Available at: https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm?abstractid=4537082.

[11] Lv, G., Zhao, Z., Zhao, K., Ge, J. "The Building Decarbonization in High Density Cities: Challenges and Solutions." ASME Sustainable Buildings Journal, 2024. Available at:

https://asmedigitalcollection.asme.org/sustainablebuildings/article/doi/10.1115/1.4066503/1205405.

[12] Darvish, S., Jahic, A., Schulz, D., Magdowski, A., & Wilmes, M. (2021). Projekt „ELBE “ – Erprobung und Analyse des netzdienlichen Ladens.

[13] Saliari, T. "Bewertung und Entwicklung von Konzepten zur verbraucherseitigen Regelung im Niederspannungsnetz von nichtöffentlichen Ladestationen für Elektroautos" (Dissertation, FH Vorarlberg)

[14] Göhlich, D., & Raab, A. F. (Eds.). (2021). “Mobility2Grid-Sektorenübergreifende Energie- und Verkehrswende” (p. 21ff). Springer Vieweg.

[15] Wahl, M., Sprey, J., Maercks, M., Sieberichs, M., & Moser, A. (2018). "Einfluss einer elektrischen Ladeinfrastruktur in städtischen und ländlichen Niederspannungsnetzen auf die Netzplanung ".

[16] Vopava, J. (2021). "Synergieeffekte zwischen E-Mobilität und Photovoltaik-Potenzialen". Dissertation, Montanuniversität Loeben

[17] Reibsch, R. (2024). "Niederspannungsnetze im erneuerbaren und sektorengekoppelten Energiesystem: Herausforderungen und Lösungen unter Einbeziehung von stationären Batteriespeichern, Wärmepumpen und Elektrofahrzeugen." Dissertation, Technischen Universität Berlin

[18] Oberfeier, P., Surmann, A., Hain, N., Rothenhäusler, A., Groß, A., Köpfer, B., & Kühnbach, M. (2024). "Dezentrales vs. zentrales Lademanagement von Elektroautos im Quartier". 18. Symposium Energieinnovation, 14.-16.02.2024, Graz/Austria

[19] Bachmann, R. (2020). "Möglichkeiten der Verteilnetzstabilisierung durch E-Mobilitäts-Infrastruktur und Batterien". Realisierung Utility 4.0 Band 1: Praxis der digitalen Energiewirtschaft von den Grundlagen bis zur Verteilung im Smart Grid, 805-818.

[20] Gesetz zum Aufbau einer gebäudeintegrierten Lade- und Leitungsinfrastruktur für die Elektromobilität (Gebäude-Elektromobilitätsinfrastruktur-Gesetz - GEIG), 18.03.2021

[21] Gesetz über das Inverkehrbringen und die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt, ihre Verwendung und Eichung sowie über Fertigpackungen (Mess- und Eichgesetz - MessEG), 25.07.2013

[22] Sangswang, A., & Konghirun, M. (2020). "Optimal strategies in home energy management system integrating solar power, energy storage, and vehicle-to-grid for grid support and energy efficiency". IEEE Transactions on Industry Applications, 56(5), 5716-5728.

1.5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

In Deutschland gab es – mit Stand 2018 – 1790 Wohnungsgenossenschaften, welche ca. 2,2 Millionen Wohnungen verwalten, in denen mehr als 5 Millionen Menschen leben. In der sachsen-anhaltinischen Landeshauptstadt Magdeburg gibt es insgesamt acht Wohnungsgenossenschaften, die alle an dem Thema von ELEMENT interessiert sind. Es wurde daher während des Projektes ein kontinuierlicher Austausch zwischen den Magdeburger Wohnungsgenossenschaften und dem ELEMENT-Projekt betrieben. Des Weiteren wurden die Erfahrungen des Projekts in die Dachverbände der Wohnungswirtschaft auf Landes- und Bundesebene getragen. Der Transfer von Wissen fand hierbei nicht ausschließlich gegenüber Wohnungsgenossenschaften statt, da der Ansatz und die Erfahrungen des Projekts ebenfalls für weite Bereiche der gesamten Wohnungswirtschaft von Interesse sind.

Des Weiteren ergaben sich im Projektverlauf mehrere Gelegenheiten, weiteren Akteuren, wie beispielsweise der Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt oder auch der Ingenieurkammer Sachsen-Anhalt zum Stand des Projekts zu berichten und auf die Erfahrungen aus dem Projekt in den Austausch zu treten. Die Projektbeteiligten nahmen überdies an Veranstaltungen teil, die vom zuständigen Ministerium für Wirtschaft und Klimaschutz sowie der Begleitforschung für die Projekte organisiert wurden und konnten sich auch hier mit anderen Projekten austauschen und intensiv vernetzen.

2. Eingehende Darstellung

2.1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

Tabelle 2.1: Verwendung Teilvorhaben Konsortialführer Die Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft eG

Geplantes Ergebnis	Verwendung der Zuwendung	Erzieltes Ergebnis
Durchführung des Projekts - Projektmanagement	Projektleitung	Die Realisierung des Projekts erfolgte in einer sehr zielgerichteten Vorgehensweise. Im Rahmen des Projekts wurde eine barrierefreie Projektwebseite erstellt und in regelmäßigen Abständen aktualisiert. Das Projektmanagement hatte die Aufgabe, das Projekt zu strukturieren, die Umsetzung der einzelnen Arbeitspakete zu gewährleisten, projektinterne Risiken zu bewerten, eine Zusammenstellung der Berichterstattung zu erstellen sowie eine Koordination der Öffentlichkeitsarbeit vorzunehmen. Zudem oblag ihm die Durchführung und Teilnahme an Fachveranstaltungen und Tagungen.
Analyse der Vor-Ort-Gegebenheiten und Erstellung eines Gesamtkonzepts für die Umsetzung der beiden Pilotstandorte.	Projektleitung	Im Rahmen der Erarbeitung und Erfassung der technischen Anforderungen an das Gesamtkonzept erfolgte die Berücksichtigung der folgenden Punkte: die Einbindung der elektrischen Erzeugungs- und Speichereinheiten, der Einsatz eines Energiemanagementsystems sowie eines Smart Meter Gateways, die Verknüpfung mit den Ladepunkten als Verbraucher sowie die Einbindung einer Lade-App. Diese Grundlagen bildeten die Basis für die Umsetzung des Gesamtprojekts.
Erstellung und Nutzung eines E-Mobility Abrechnungssystems	Projektleitung	Der Projektpartner GETEC wurde in Hinblick auf das notwendige

		Abrechnungssystem unterstützt. Im Rahmen der Umsetzung des Systems wurden die Bedürfnisse der Mieterinnen und Mieter berücksichtigt. Das System zur regulären Abrechnung der Ladevorgänge wird an den beiden Pilotstandorten im regulären Einsatz betrieben.
Mobile Anwendung (User App) für die Mieterinnen und Mieter, die ihr Elektrofahrzeug laden	Projektleitung	Für die Erfassung und Diskussion der unterschiedlichen Anforderungen erfolgte eine Rückkopplung der Bedarfe der möglichen Nutzenden an die beiden Partnerinnen GETEC und ifak. Ziel war es, die Ergebnisse in die App einzuarbeiten.
Evaluierung der Funktionalität des Gesamtsystems sowie Planung, Errichtung, Bau und Inbetriebnahme der Hardwarekomponenten	Projektleitung Bauleitung Vorhabenbezogene Abschreibungen Sonstige unmittelbare Vorhabenkosten	Für die Nutzung der beiden Pilotstandorte war zunächst eine detaillierte Planung und Beschaffung der PV-Anlage, des BZ-BHKW, des Speichers sowie der Ladeinfrastruktur erforderlich. Die Ausstattung der beiden Standorte mit den erforderlichen Komponenten konnte erfolgreich abgeschlossen werden, ebenso die Inbetriebnahme. Des Weiteren wurde am Standort Peter-Paul-Straße 32 ein Energiemanagementsystem durch die Partnerin DiLiCo implementiert und in das Gesamtsystem integriert. Des Weiteren wurde an beiden Standorten jeweils die Smart-Meter-Technik einschließlich des Smart-Meter-Gateways installiert. Nach Abschluss der baulichen Maßnahmen wurden die Komponenten in Betrieb genommen und miteinander verknüpft, sodass eine Prüfung der Funktionalitäten sowie der Datenbereitstellung und -auswertung im laufenden Betrieb möglich war. Dies erfolgte in enger Abstimmung

		und Zusammenarbeit mit sämtlichen Projektpartnern.
Evaluierung des regulatorischen Umfelds	Projektleitung	Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfolgte eine Zusammenstellung der für die Errichtung von Ladeinfrastruktur im Quartier relevanten regulatorischen Bedingungen. Diese wurden mit dem im Projekt verfolgten Anwendungsfall abgeglichen.

Tabelle 2.2: Verwendung Teilvorhaben Institut für Automation und Kommunikation e.V.

Geplantes Ergebnis	Verwendung der Zuwendung	Erzieltes Ergebnis
Netzdienliche Integration der Ladeinfrastruktur in das örtliche Stromverteilnetz	Wissenschaftliche Mitarbeiter, Unterauftrag an Netze Magdeburg	Eine Kommunikationsschnittstelle zwischen dem Energiemanagementsystem und dem Verteilnetzbetreiber unter Einbeziehung des Smart-Meter-Gateways wurde konzipiert und umgesetzt. Eine Masterarbeit zu diesem Thema wurde betreut („Integration von Ladeinfrastruktur in das Stromnetz durch Interaktion zwischen Energiemanagement und Netzbetrieb“). Eine Ortsnetzstation wurde mit Mess- und Kommunikationstechnik ausgestattet, Messdaten im Echtzeitbetrieb gesammelt und in einem Web-Portal für die Projektpartner verfügbar gemacht. Die Messdaten wurden analysiert und die netzseitigen Auswirkungen des Energiemanagements bewertet. Das regulatorische Umfeld wurde analysiert. Für spezifische Entwicklungs- und Arbeitsleistungen wurden die Netze Magdeburg GmbH als Unterauftragnehmer eingebunden.
Entwicklung und Erprobung einer Smartphone-App zur Organisation der Ladebedarfe der Nutzer	Wissenschaftliche Mitarbeiter	Smartphone-App zur Organisation der Ladebedarfe der Nutzer

Entwicklung eines intelligenten Lademanagement-Algorithmus für eine ganzheitliche Optimierung der Ladevorgänge	Wissenschaftliche Mitarbeiter	Lademanagement-Algorithmus für eine ganzheitliche Optimierung der Ladevorgänge

Tabelle 2.3: Verwendung GETEC mobility solutions GmbH

Geplantes Ergebnis	Verwendung der Zuwendung	Erzieltes Ergebnis
Integration von Lade- und Energiemanagement sowie Aufbau von Ladeinfrastruktur an den zwei Pilotstandorten der DSW.	Projektmanager und –leiter	Ladepunkte inkl. Lademanagementsystem wurden an den beiden Pilotstandorten errichtet und erfolgreich in das Gesamtsystem integriert.
Entwicklung und Erprobung eines dynamischen Preismodells und Abrechnungsprozesses	Projektmanager und –leiter	Das Preismodell wurde entwickelt und in die Infrastruktur der Pilotstandorte integriert. Eine Bachelorarbeit zu diesem Thema wurde betreut („Betreibermodell zur dynamischen Bepreisung des Ladestromtarif“). Aufgrund fehlender Schnittstellen konnte nur eine statische Replika des dynamischen Preismodells nach Stunden abgebildet werden. Der Ladebackendanbieter plant nicht, diese Schnittstellen in Zukunft zu entwickeln bzw. zur Verfügung zu stellen. Die Abrechnungssysteme und Prozesse zur dynamischen Preisgestaltung laufen stabil und wurden erfolgreich getestet.
Entwicklung und Implementierung einer User-App zur Steuerung und Verwaltung von Ladevorgängen.	Projektmanager und –leiter. Externe Dienstleister zur Abbildung der Abrechnungsprozesse.	Entwicklung einer User-App, die den Nutzern Reservierungen ermöglicht, Anreize für netzdienliches Laden bietet und flexible Stornierungen unterstützt. Die Implementierung einer zweiten User-App ermöglicht Nutzern den Zugriff auf Echtzeitinformationen zur Verfügbarkeit und zu den Kosten, die Verwaltung von Zahlungsmethoden sowie die Einsicht in Abrechnungsdokumente und

		Ladehistorien. Aufgrund bestehender Schnittstellenproblematiken war es nicht möglich, die verschiedenen App-Lösungen zu einer einheitlichen Plattform zusammenzuführen.

Tabelle 2.4: Verwendung Teilvorhaben DiLiCo engineering GmbH

Geplantes Ergebnis	Verwendung der Zuwendung	Erzieltes Ergebnis
Ermittlung, Beschaffung und Integration eines Energiemanagementsystems für zwei Standorte	Projektleitung Energiemanagementsystem	EMS wurde identifiziert und für einen Standort beschafft. Ein baugleiches EMS kann prinzipiell für weitere Standorte genutzt werden. Die Integration am Standort Peter-Paul-Str. ist abgeschlossen. Die Ausstattung des zweiten Standortes konnte durch bauliche Verzögerungen und unerwartete Mehrkosten nicht während der Projektlaufzeit erfolgen.
Kommunikation von EMS mit allen relevanten Geräten	Projektleitung	Das EMS kann mit folgenden Geräten Daten austauschen. PV-Wechselrichter, Batterie (Hersteller Tesla), BZ-BHKW, Lademanagement, Stromzähler, Cloud. Eine Verbindung zum SMGW ist zum Stand des Abschlussberichts vorbereitet doch aufgrund technischer Unklarheiten beim Netzbetreiber noch nicht umsetzbar.
Validierung der Steuerbarkeit des BZ-BHWK	Projektleitung	Das BZ-BHKW kann durch das EMS bedarfsgerecht angesteuert werden. Durch die aktuelle Gesetzgebung ist momentan nur ein wärmegeführter Betrieb sinnvoll.
Steuerung der Ladeleistung einzelner Ladesäulen durch das EMS	Projektleitung	Das EMS ist in der Lage die angeschlossenen Ladesäulen je nach Planung in der Ladeleistung anzupassen.

Tabelle 2.5: Verwendung Teilvorhaben OVGU

Geplantes Ergebnis	Verwendung der Zuwendung	Erzieltes Ergebnis
Katalog zu Preismodellen, Eigenschaften von Bedarfskalendern und E-Kfz	Personalmittel	Katalog über E-Kfz mit verschiedenen Eigenschaften (Leistung, Reichweite, Verbrauch, Batteriekapazität, und weitere) Katalog mit systematischer Literaturübersicht
Übersicht über Kompatibilitätsanforderungen und Schnittstellen zwischen den einzelnen Arbeitspaketteilnehmern	Personalmittel	Integration eines Reservierungsmanagements statt eines Bedarfskalenders im Zuge der Entwicklung einer App. Aufstellung der benötigten Daten für den Optimierungsalgorithmus und Festlegung der Form der Daten.
Datenerhebung und Auswertung zur Feststellung potenzieller Nachfrage nach Lademöglichkeiten und Bereitschaft zur Datenweitergabe, sowie Ableitung von Anforderungen	Personalmittel Sachausgaben (Druckkosten für Einleger mit Aufruf zur Teilnahme an der Befragung in Mietzeitschrift)	Befragung der Mietenden mit 120 vollständig ausgefüllten Fragebögen sowie Ableitung der Informationen, die für die weitere Bearbeitung benötigt wurden.
Angepasster Optimierungsansatz	Personalmittel	Angepasster Algorithmus zur Optimierung der Wahl des Erlösmodells
Benchmark Szenario	Personalmittel	Vergleich zwischen EEG-Vergütung und optimierter Wahl des Erlösmodells mit potentiellem Wechsel
Technische Integration	Personalmittel	Integration sämtlicher Komponenten (Input-Dateien, Optimierungsalgorithmus, Simulation der Großhandelspreise, etc.)
Öffentliche Sichtbarkeit der im Projekt entwickelten Lösungen in Fachöffentlichkeit und Gesellschaft	Dienstreise Ausland (Teilnahme und Vortrag beim Workshop der GOR AG Financial Management and Investments)	Fachvortrag der Projektergebnisse auf dem GOR AG Financial Management and Investments Workshop in Paris

2.2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Tabelle 2.4: zahlenmäßiger Nachweis Teilvorhaben Konsortialführer Die Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft eG

Position	Benennung im Antrag (AZK/AZA)	Verwendung

1	847/848 Solaranlage Stolzestraße 6/6a	Vorhabenspezifische Abschreibungen für die am Pilotstandort Stolzestraße errichtete PV-Anlage mit einer installierten Leistung von 29,64 kWp, welche am 21.02.2023 in Betrieb gegangen ist. *Abweichung:* Die Errichtung einer PV-Anlage mit einer Leistung von 13 kWp war bereits zu Beginn des Projekts im Jahr 2022 vorgesehen. Infolge einer im Projektbeginn vorgenommenen, detaillierteren Planung wurde eine PV-Anlage mit einer wesentlich größeren Leistung errichtet. Dadurch sollte möglichst viel des von den Ladesäulen benötigten Stroms durch vor Ort erzeugte Energie tagsüber zur Verfügung gestellt werden. Des Weiteren ist zu vermerken, dass sich der Bauablauf durch diverse Lieferschwierigkeiten verzögerte. Diese Schwierigkeiten sind sowohl auf die Corona-Pandemie als auch auf den Angriffskrieg gegen die Ukraine zurückzuführen.
2	847/848 Stellplätze mit Ladeeinrichtung Stolzestraße 6/6a	Vorhabenspezifische Abschreibungen für die Planung, Errichtung und Inbetriebnahme von 6 Ladepunkten mit je 11 kW Ladeleistung, einschließlich der dafür auszubauenden Ladeplätze sowie elektrischer Infrastruktur und Lastmanagement zur intelligenten Steuerung der Ladeinfrastruktur. Der Quartiersladepark ging am 13.03.2023 in Betrieb. *Abweichung:* Ursprünglich waren eine Errichtung und Fertigstellung zu einem früheren Zeitpunkt geplant. Jedoch führten eine detaillierte Planung sowie diverse Verzögerungen im Bauablauf und die Klärung technischer Details zu einer Verlängerung der Bauzeit.
3	847/848 Solaranlage Peter-Paul-Straße 32	Vorhabenspezifische Abschreibungen für die am Pilotstandort Peter-Paul-Straße 32 errichtete PV-Anlage mit einer installierten Leistung von 27,3 kWp, welche am 24.02.2022 in Betrieb gegangen ist sowie der mit der PV-Anlage beschaffte und in Betrieb genommene Stromspeicher mit einer Kapazität von 26,4 kWh. *Abweichung:* In der ursprünglichen Konzeption war lediglich die Errichtung einer PV-Anlage vorgesehen. Im Rahmen der Gesamtkonzeption wurde festgestellt, dass – wie am anderen Pilotstandort ebenfalls vorgesehen – die gleichzeitige Errichtung und Einbindung eines PV-Stromspeichers auch an diesem Pilotstandort sinnvoll ist. Dadurch kann die vor Ort erzeugte Energie zeitlich entkoppelt und zwischengespeichert werden, sodass sie zusätzlich für das Laden der Elektrofahrzeuge zur Verfügung gestellt werden kann.
4	847/848 Stromspeicher Stolzestraße 6/6a	Vorhabenspezifische Abschreibung für den mit der PV-Anlage in der Stolzestraße am 21.02.2023 in Betrieb gegangenen PV-Stromspeicher mit einer Kapazität von 26,4 kWh.

		Abweichung: Die Errichtung des Stromspeichers war bereits zu Beginn des Projekts im Jahr 2022 vorgesehen. Infolge einer im Projektbeginn vorgenommenen, detaillierteren Planung wurde eine PV-Anlage mit einer wesentlich größeren Leistung errichtet. Dadurch sollte möglichst viel des von den Ladesäulen benötigten Stroms durch vor Ort erzeugte Energie tagsüber zur Verfügung gestellt werden. Des Weiteren ist zu vermerken, dass sich der Bauablauf durch diverse Lieferschwierigkeiten verzögerte. Diese Schwierigkeiten sind sowohl auf die Corona-Pandemie als auch auf den Angriffskrieg gegen die Ukraine zurückzuführen.
5	847/848 Installationsarbeiten Elektro Stolzestraße bauseits 6/6a	Vorhabenspezifische Abschreibung für die zum Anschluss an den Netzverknüpfungspunkt notwendigen elektrischen Arbeiten für die PV-Anlage in der Stolzestraße. Das Gesamtwerk ging zum 21.02.2023 in Betrieb. Die Kosten für die elektrischen Installationsarbeiten für den Anschluss der Ladeinfrastruktur sowie der Einbindung des BZ-BHKWs wurden den einzelnen Gewerken entsprechend zugeordnet und hier nicht weiterberechnet. *Abweichung:* Die Errichtung der PV-Anlage und somit der elektrischen Infrastruktur war bereits zu Beginn des Projekts im Jahr 2022 vorgesehen. Infolge einer im Projektbeginn vorgenommenen, detaillierteren Planung wurde eine PV-Anlage mit einer wesentlich größeren Leistung errichtet. Dadurch sollte möglichst viel des von den Ladesäulen benötigten Stroms durch vor Ort erzeugte Energie tagsüber zur Verfügung gestellt werden. Des Weiteren ist zu vermerken, dass sich der Bauablauf durch diverse Lieferschwierigkeiten verzögerte. Diese Schwierigkeiten sind sowohl auf die Corona-Pandemie als auch auf den Angriffskrieg gegen die Ukraine zurückzuführen.
6	847/848 Installationsarbeiten Elektro Peter-Paul-Straße 32	Vorhabenspezifische Abschreibung für die zum Anschluss an den Netzverknüpfungspunkt notwendigen elektrischen Arbeiten für die PV-Anlage in der Peter-Paul-Straße 32. Das Gesamtwerk ging zum 24.02.2022 in Betrieb. Die Kosten für die elektrischen Installationsarbeiten für den Anschluss der Ladeinfrastruktur sowie der Einbindung des BZ-BHKWs wurden den einzelnen Gewerken entsprechend zugeordnet und hier nicht weiterberechnet. *Abweichung:* Die Komplexität des Vorhabens bedingte eine Konkretisierung der elektrischen Planung, was zu einer entsprechenden Kostensteigerung führte. Zum Zeitpunkt der Antragsstellung waren noch nicht alle technisch notwendigen Details bekannt. Des Weiteren war eine Verzögerung im Bauablauf zu verzeichnen, die auf diverse Lieferschwierigkeiten zurückzuführen ist.

		Diese Lieferschwierigkeiten stehen in Zusammenhang mit der Corona-Pandemie sowie dem Angriffskrieg gegen die Ukraine.
7	850 Durchführung Mieterumfragen	Kosten für die Durchführung mehrerer Befragungen der Mietenden in den Quartieren um die beiden Pilotstandorte.
8	850 Sicherung Dachfläche Stolzestraße 6/6a	Errichtung, Unterhaltung und Rückbau eines Gerüsts zur Errichtung der PV-Anlage in der Stolzestraße. *Abweichung:* Die Kosten für den Gerüstbau sind in Anbetracht der gestiegenen Kosten im Handwerkerbereich (Material- wie Lohnkosten), welche mit der Corona-Pandemie in Verbindung gebracht werden, im Vergleich zu den ursprünglich kalkulierten Kosten signifikant angestiegen.
9	850 Sicherung Dachfläche Peter-Paul-Straße 32	Die Dachfläche auf dem Nebengebäude der Peter-Paul-Straße war entsprechend zu sichern und für die Aufnahme und den Aufbau der PV-Anlage entsprechend vorzubereiten und zu sichern. *Abweichung:* Die Kosten für der Dachsanierung sind in Anbetracht der gestiegenen Kosten im Handwerkerbereich (Material- wie Lohnkosten), welche mit der Corona-Pandemie in Verbindung gebracht werden, im Vergleich zu den ursprünglich kalkulierten Kosten signifikant angestiegen.
10	837 Personalkosten	In der ursprünglichen Planung waren ein Projektleiter, ein Sachbearbeiter sowie ein Bauleiter der Genossenschaft vorgesehen, um die Arbeitspakete abzuwickeln. Ihr Aufgabenbereich umfasste die Projektkoordination, die Begleitung der Bautätigkeiten sowie die Betreuung der Mietenden und die Umsetzung von Öffentlichkeitsmaßnahmen. In Abhängigkeit von den spezifischen Anforderungen des Projekts konnte auf ein breites Spektrum an qualifizierten Fachkräften aus dem Mitarbeiterstamm der Genossenschaft zurückgegriffen werden. Des Weiteren wurde auch Personal zur Umsetzung von Öffentlichkeitsmaßnahmen integriert. *Abweichung:* Im Projektantrag wurde von einer konstanten Personalstärke über die gesamte Projektlaufzeit ausgegangen. Jedoch machte die unterschiedliche Phasenabfolge der Projektumsetzung einen differenzierten Personaleinsatz erforderlich, um den Aufgabenstellungen innerhalb des Projektverlaufs gerecht zu werden. Im weiteren Verlauf des Projekts wurden zudem Höhergruppierungen der jeweiligen Projektleitung vorgenommen, welche zunächst als Sachbearbeitung im Projekt fungierte, jedoch sehr schnell die Leitung und damit einhergehende Aufgaben des Projekts übernahm. Der Personaleinsatz wurde

		zudem in Bezug auf die jeweiligen Bedarfe innerhalb des Projektverlaufs stundenmäßig flexibel gestaltet.

Tabelle 2.5: zahlenmäßiger Nachweis Teilvorhaben Institut für Automation und Kommunikation e.V.

Position	Benennung im Antrag (AZK/AZA)	Verwendung
1	Personal	Wissenschaftliches Personal für die Unterstützung beim Projektmanagement, für die Entwicklungsarbeiten am Bedarfskalender sowie für die Entwicklung der Schnittstelle zum Stromverteilnetz über ein Smart-Meter-Gateway
2	FuE-Fremdleistungen	Magdeburger Stromnetzbetreiber Netze Magdeburg GmbH mit den Leistungen • Netzseitige Begleitung des Projektes ELEMENT in den Projektphasen Anforderungsanalyse, Entwicklung, Pilotbetrieb und Evaluierung • Netzseitige Installation, Konfiguration und Anpassung von Mess- und Steuerungstechnik

Tabelle 2.6: zahlenmäßiger Nachweis Teilvorhaben GETEC mobility solutions GmbH

Position	Benennung im Antrag (AZK/AZA)	Verwendung
0813	Material	Initial war die Verwendung von Evelix EX2 Connectivity und Connector geplant, um das Onboarding der Elektrofahrzeuge im Arbeitspaket 5 zu ermöglichen. Zu Projektantrag war Evelix der einzige Anbieter, der eine Standardschnittstelle zwischen E-Fahrzeug und Ladesäule bot und so die Erfassung des Nutzerverhaltens ermöglichen sollte. *Änderungen:* Aufgrund einer Liquidation der Evelix Technology GmbH und einer Neuausrichtung der Buchungslogik für Ladeslots innerhalb des ELEMENT-Projektes wurden die Materialkosten nicht in Anspruch genommen. Ein Minderbedarf wurde bereits in den letzten Zwischenberichten angekündigt, die nicht genutzten Mittel allerdings aufgrund der Unabsehbarkeit der (technischen) Entwicklungen nicht umgewidmet.
0823	FE-Fremdleistungen	Externe Forschungs- und Entwicklungsleistungen zur Implementierung und Testung des Preismodells und der Lademanagementsysteme. Auch diese Leistungen sollten ursprünglich durch die Evelix Technology GmbH erbracht werden. Diese umfassten die Bereitstellung der Standardschnittstellen zwischen den Elektrofahrzeugen und den Ladesäulen sowie die Entwicklung von Datenmodellen und Integrationen als Basis für die Entwicklung einer User-App. *Änderungen:*

		Die bereits erwähnte Liquidation der Evelix Technology GmbH Anfang 2022 hat zu einer erneuten Marktrecherche und der Vergabe der Leistungen an einen alternativen Anbieter geführt. Nach ausführlichem Benchmark wurden die Leistungen an zwei Unternehmen vergeben. Dieses Vorgehen erfolgte in direkter Absprache mit dem Fördermittelgeber. Das vorkalkulierte Budget wurde leicht unterschritten, eine Mittelumwidmung der verbleibenden Mittel ist nicht vorgenommen worden.
0837	Personalkosten	Ursprünglich waren ein Projektleiter, ein Projektmanager und ein Werkstudierender (letzterer nicht als Teil der Personalkosten) der GETEC mobility solutions GmbH eingeplant, um die Arbeitspakete abzuwickeln. Sie waren zuständig für die Projektkoordination, die technische Entwicklung sowie die Implementierung der Ladeinfrastruktur, des Preismodells und der User-App. Je nach Projektanforderungen konnte hier auf verschiedene qualifizierte Personen aus dem Mitarbeiterkreis der GETEC mobility solutions GmbH zurückgegriffen werden. Dies ermöglichte es, auf Spezialwissen aus unterschiedlichen Bereichen zuzugreifen, Engpässe im Projektverlauf zu vermeiden und alle anstehenden Aufgaben effizient zu erfüllen. *Änderungen:* In den Jahren 2021 und 2022 lagen die tatsächlichen Personalkosten geringfügig unter den kalkulierten Werten, während sie in den Jahren 2023 und 2024 infolge gestiegener Anforderungen und Lohnanpassungen die ursprünglich geplanten Kosten überschritten. Während der Projektlaufzeit zeigte sich, dass eine zusätzliche Einbindung von Spezialwissen aus verschiedenen Abteilungen erforderlich war. Diese Maßnahme ermöglichte eine flexiblere Aufgabenverteilung, was sich insbesondere in technischen und administrativen Bereichen als vorteilhaft erwies und wesentlich zur effizienten Erreichung der Projektziele beitrug.
0838	Reisekosten	Geplante Reisekosten deckten mehrere Reisen zu den Pilotstandorten, Veranstaltungen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) sowie zu Koordinationstreffen ab. Diese Reisen waren notwendig, um gemeinsam mit dem Konsortium die Entwicklung und Implementierung des Projektes weiter voranzutreiben und sich mit anderen Projekten auszutauschen. *Änderungen:* Wie bereits in den Zwischenberichten angekündigt hat sich hier ein Minderbedarf ergeben. Virtuelle Meetings haben die Reisen insgesamt reduziert und die Strecke nach Magdeburg bzw. Berlin ist von Hannover aus ohne

		Probleme an einem Tag zu bewerkstelligen. Entsprechend wurden nur ca. 30% der ursprünglich veranschlagten Kosten abgerufen, die nicht genutzten Reisemittel wurden nicht für andere Zwecke umgewidmet.
0847	Vorhabenspezifische Abschreibungen	Abschreibungen auf projektbezogene Anlagen und Investitionen, die für die Infrastruktur und Software-Systeme verwendet wurden. *Änderungen:* Diese Position wurde nicht in Anspruch genommen.
0850	Sonstige unmittelbare Vorhabenkosten	Diese Position umfasste wesentliche Kosten für die Entwicklung der B2C-App für Mieter und EV-Fahrer sowie die API-Entwicklung zur Verbindung der verschiedenen Energiemanagement- und Lademanagementsysteme. Diese Komponenten waren von zentraler Bedeutung, um die Ladeinfrastruktur effizient und nutzerfreundlich zu gestalten. *Änderungen:* Während des Projektverlaufs stellte sich heraus, dass die Schnittstellen-Entwicklung zwischen Energie- und Lademanagementsystem nicht benötigt wurde, da die vorhandenen Systeme bereits über die entsprechenden Schnittstellen verfügten und die Kompatibilität durch Änderungen an der Konfiguration hergestellt werden konnte. Allerdings wurde während der App-Konzeptionierung festgestellt, dass das Ladeinfrastrukturbackend keine Schnittstelle zum Abrufen der Rechnungen bietet und der Anbieter keine Pläne hat, diese Funktion zu unterstützen. Da die Abrechnung der Ladevorgänge essenziell für den Betrieb der Ladeinfrastruktur ist, wurde entschieden, eine externe Abrechnungsplattform zu integrieren. Diese Plattform sollte eine Brücke zwischen der App und der Ladeinfrastruktur schlagen und die App langfristig unabhängig von einem spezifischen Backendanbieter machen. Der Fördermittelgeber stimmte zu, dass diese Lösung sowohl technisch als auch ökonomisch sinnvoll und zur Erreichung der Projektziele notwendig ist. Aufgrund der zusätzlichen Kosten für die Integration der externen Abrechnungsplattform wurden ein Teil der ursprünglich gesperrten Mittel entsperrt, um diese Maßnahme zu finanzieren. Die verbleibende Restsperre wurde einvernehmlich gekürzt.

Tabelle 2.7: zahlenmäßiger Nachweis DiLiCo engineering GmbH

Position	**Benennung im Antrag (AZK/AZA)**	**Verwendung**
0813	Material	*Ursprünglich vorgesehen*

		Beschaffung von zwei Energiemanagementsystemen sowie Kleinteile für die Anbindung des Systems für die beiden Standorte der DSW in der Peter-Paul-Straße 32 und in der Stolzestraße in Magdeburg. *Änderungen/Abweichung* Während der Projektlaufzeit kam es bei der Einbindung und Implementierung der EMS am ersten Standort in der Peter-Paul-Str. 32 zu Verzögerungen. Diese kamen auf Grund von IT-infrastrukturellen Problemen bei der Anbindung an die Peripheriegeräte zustande. Aufgrund dieser Probleme wurde gemeinsam mit dem Konsortium entschieden, dass am zweiten Standort in der Stolzestraße zunächst kein EMS installiert werden soll und der Rest der Projektlaufzeit für den Fokus auf die Inbetriebnahme und Test des EMS in der Peter-Paul-Straße 32 liegen soll. Dadurch wurde nur etwas über die Hälfte der geplanten Materialkosten ausgegeben.
0837	Personalkosten	*Ursprünglich vorgesehen* 36 PM für einen Projektleiter/Projektmitarbeiter (Entwicklungsingenieur Elektrotechnik) zur Koordinierung und Bearbeitung des Projektes seitens DiLiCo. *Änderungen/Abweichung* Es gab geringfügige Abweichungen in der Einteilung der PM zu dem jeweiligen Arbeitspaket. Diese Abweichung entstand durch neue entstandene Aufgaben während der Implementierung des EMS, welche vorab nicht planbar waren.

Tabelle 2.4: zahlenmäßiger Nachweis Teilvorhaben OVGU

Position	**Benennung im Antrag (AZK/AZA)**	**Verwendung**
0812/0822	Entgeltgruppe E 12 - 15/ Beschäftigungsentgelte	*Ursprünglich vorgesehen* 26 PM Wissenschaftliche Mitarbeiterin zur Bearbeitung des Projekts 19 PM Studentische Hilfskraft zur Unterstützung bei der Projektarbeit *Änderungen/Abweichung* 21 PM Wissenschaftliche Mitarbeiterin zur Bearbeitung des Projekts

		15 PM Studentische Hilfskraft zur Unterstützung bei der Projektarbeit Es gab eine Verzögerung bei der Einstellung der für das Projekt vorgesehenen wissenschaftlichen Mitarbeiterin, wodurch in Summe weniger Mittel abgefragt wurden. Durch die Verzögerung der Einstellung der wissenschaftlichen Mitarbeiterin hat sich auch die Einstellung der studentischen Hilfskraft verzögert. Hierdurch hat sich der Bedarf für diese Position zeitlich verschoben. Im Projektverlauf hat sich herausgestellt, dass eine Zuordnung von Ladeslots auf Basis einer Optimierung und eines Bedarfskalenders in der Praxis nicht umsetzbar ist. Stattdessen wurde im Konsortium entschieden, ein Reservierungsmanagement im Zuge der entwickelten App zu integrieren. Dies führte dazu, dass ein Algorithmus zur Optimierung der Zuordnung der Ladeslots obsolet wurde. Stattdessen wurde eine Optimierung über die Erlösmodelle entwickelt, die bestimmen, welche Vergütung für eingespeisten Strom der Betreiber erhält. Durch die Änderung der Zielsetzung des Optimierungsalgorithmus ergab sich ein geringerer Aufwand sowohl bei AP 6.3 als auch bei AP 9.2.
0840	Sachausgaben	*Ursprünglich vorgesehen* Es war vorgesehen, die Ausgaben dieser Position für Fachliteratur zu verwenden. *Änderungen/Abweichungen* Druckkosten für Einleger mit Aufruf zur Teilnahme an der Befragung in der Mieterzeitschrift der DSW Im Verlauf des Projektes wurde es notwendig, Einleger für die Mieterzeitschrift zu drucken. Nach Rücksprache mit dem DLR konnten wir die Mittel hierfür verwenden, um eine erfolgreiche Durchführung der Befragung zu gewährleisten.
0845	Dienstreise Ausland	*Ursprünglich vorgesehen* Teilnahme an Fachkonferenzen zur Erhöhung der Öffentliche Sichtbarkeit der im Projekt entwickelten Lösungen in Fachöffentlichkeit und Gesellschaft *Änderungen/Abweichungen* Dienstreise zur Teilnahme und Vortrag beim Workshop der GOR AG Financial Management and Investments

		Bei der Planung wurden pauschal 2 % der Personalkosten für Dienstreisen ins Ausland angenommen, da keine genauere Annahme getroffen werden konnte, wie hoch die Kosten sein werden. Die Kosten sind abhängig von den Gebühren, die für jede Konferenz, bzw. jeden Workshop unterschiedlich sind, sowie von den Reisekosten, die abhängig von dem Austragungsort sind. Die vorgenommenen Dienstreisen waren zum einen Reisen zu Projekttreffen nach Hannover zu unserem Projektpartner GETEC mobility solutions GmbH. Zum anderen wurde an einem Workshop in Paris teilgenommen, der dazu diente, den Optimierungsalgorithmus vorzustellen und sich mit anderen Wissenschaftlern darüber auszutauschen, um den Algorithmus weiter zu verbessern.

2.3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Teilvorhaben Konsortialführer Die Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft eG:

Die erfolgreiche Realisierung des ELEMENT-Projekts bedingte die Installation einer Photovoltaikanlage einschließlich Stromspeicher und der notwendigen Infrastruktur sowie eines Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerks an zwei Pilotstandorten. Letzteres wurde durch eine investive Förderung außerhalb des Projekts realisiert. Zudem wurde an den Standorten die entsprechende Ladeinfrastruktur geplant, errichtet und in Betrieb genommen. Auf diese Weise konnte das Gesamtkonzept des Projekts in der Praxis an den genannten Standorten evaluiert werden. Die für die Umsetzung des Projekts erforderlichen Komponenten, einschließlich der damit in Verbindung stehenden Bautätigkeiten, waren durch die Genossenschaft zu beschaffen und entsprechend aufzubauen. Die entstandenen Kosten waren dementsprechend angemessen, da andernfalls die Realisierung der Projektziele, insbesondere die Herstellung zweier funktionierender Pilotstandorte, nicht möglich gewesen wäre.

Des Weiteren war die Durchführung zweier Befragungen der Mietenden in den beiden betreffenden Quartieren wesentlich für die Weiterentwicklung eines möglichen Geschäftsmodells zum Ausbau der Ladeinfrastruktur in den Quartieren. Diesbezüglich war insbesondere die Bereitstellung von geteilter Ladeinfrastruktur gegenüber dem öffentlich immer wieder aufgegriffenen System der je Stellplatz zur Verfügung zu stellenden Ladeinfrastruktur sowohl erklärungsbedürftig als auch innovativ. Dies setzt jedoch die Akzeptanz der späteren Nutzenden voraus. Folglich waren die hierfür veranschlagten Kosten angemessen und erforderlich.

Teilvorhaben Institut für Automation und Kommunikation e.V.:

Die Notwendigkeit des Ansatzes resultierte aus den Herausforderungen, die die zunehmende Elektrifizierung des Straßenverkehrs mit sich bringt. Mit der Zunahme der Anzahl an Elektrofahrzeugen ist eine steigende Belastung der Stromnetze, insbesondere in Wohngebieten, zu verzeichnen. Ohne adäquate Steuerungsmechanismen ist mit Netzengpässen und in extremen Fällen mit lokalen Stromausfällen zu rechnen. Die im Rahmen des Projekts entwickelte Kommunikationsschnittstelle erlaubt eine effektive Interaktion zwischen Verteilnetzbetreibern und Energiemanagementsystemen, wodurch eine gezielte Steuerung der Ladevorgänge in Abhängigkeit von der Netzkapazität ermöglicht wird. Diesbezüglich ist festzuhalten, dass eine Vermeidung von Lastspitzen sowie die Aufrechterhaltung der Stabilität des Stromnetzes gewährleistet werden kann.

Des Weiteren stellt die Entwicklung der Smartphone-App zur Organisation der Ladebedarfe eine entscheidende Ergänzung dar. Die Anwendung ermöglicht den Nutzerinnen und Nutzern eine flexible und gleichzeitig netzschonende Planung ihrer Ladevorgänge. Hierbei werden die lokal verfügbare Leistung der installierten PV-Anlage, die verfügbaren Netzkapazitäten sowie die individuellen Ladebedarfe berücksichtigt.

Die erbrachten Leistungen waren folglich nicht nur erforderlich, um den zunehmenden Herausforderungen der Elektromobilität zu begegnen, sondern auch in ihrer Breite und Tiefe angemessen. Die erarbeiteten Lösungen adressieren sowohl technische Anforderungen an das Stromnetz als auch die praktischen Bedürfnisse der Endnutzer. Sie leisten somit einen wesentlichen Beitrag zur sicheren und nachhaltigen Integration von Elektrofahrzeugen in das lokale Verteilnetz.

Teilvorhaben GETEC mobility solutions GmbH:

In Anbetracht der politischen Ziele, wie dem EU-weiten Verbot von Verbrennungsmotoren ab 2035 und dem deutschen Bundes-Klimaschutzgesetz, welches eine signifikante Reduktion der CO_2-Emissionen im Verkehrssektor fordert, erfährt der Aufbau einer flächendeckenden Ladeinfrastruktur eine entscheidende Bedeutung für den Erfolg der Energiewende. Das Projekt ELEMENT war erforderlich, um die genannten Anforderungen auf Quartiersebene und in Mehrparteienhäusern zu berücksichtigen und konkrete Lösungen zu entwickeln, die die technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen über die Eigenheimlogik hinaus abdecken.

Die Entwicklung und Umsetzung einer netzdienlichen, kostengünstigen und benutzerfreundlichen Ladeinfrastruktur sowie die Etablierung eines dynamischen Preismodells stellten zentrale Maßnahmen zur Förderung der Elektromobilität im urbanen (Wohn-)Umfeld dar. An den Pilotstandorten wurde eine Ladeinfrastruktur errichtet, die sich durch eine hohe Benutzerfreundlichkeit sowie eine optimale

Integration in das Gesamtsystem aus EMS, Erzeugungsanlagen und einem Batteriespeicher auszeichnet. Die Integration des dynamischen Preismodells als Anreiz für netzdienliches Ladeverhalten trägt zur Vermeidung von Lastspitzen im Stromnetz bei. In diesem Zusammenhang leistete das Projekt nicht nur einen Beitrag zur Förderung der Elektromobilität, sondern unterstützte auch die nachhaltige Nutzung vorhandener Netzressourcen. Die entwickelte Infrastruktur wurde dabei so konzipiert, dass sie den spezifischen Bedürfnissen der Mieterinnen und Mieter entspricht und ihnen einen einfachen Zugang zur Elektromobilität ermöglicht. Die Integration einer externen Abrechnungsplattform gewährleistet zudem die Unabhängigkeit von spezifischen Backend-Anbietern und erhöht somit die Zukunftssicherheit des Systems.

Die implementierten Maßnahmen waren sowohl technisch als auch gesellschaftlich erforderlich und angemessen, um die Elektromobilität im urbanen Raum voranzutreiben. Die im Projekt ELEMENT entwickelten Konzepte verdeutlichen, wie moderne Informations- und Kommunikationstechnologien dazu beitragen können, die Herausforderungen im Bereich der Ladeinfrastruktur zu bewältigen, den Umweltschutz zu fördern und gleichzeitig die Kosten für die Nutzer zu senken. Der reduzierte Hardwareeinsatz sowie die Nutzung selbst erzeugten Stroms resultieren in einer ökologischen und ökonomischen Entlastung, wodurch ein essenzieller Beitrag zur Mobilitätswende geleistet wird.

Teilvorhaben OvGU:

Im ersten Schritt wurden durch Internet- und Literaturrecherchen grundlegende Informationen für die weiteren Arbeiten gesammelt. Dabei wurde eine Übersicht der zu diesem Zeitpunkt auf dem Markt verfügbaren E-Fahrzeuge erstellt und deren Eigenschaften detailliert aufgeführt. Diese Recherche diente auch dazu, Informationen zu Preismodellen und den notwendigen Daten für einen Bedarfskalender zu sammeln.

Auf Basis dieser Recherche sowie einer initialen Befragung am Projektstandort wurde im nächsten Schritt eine umfassende Befragung der Mietenden konzipiert, die zusätzlich um spezifische Fragen zu ELEMENT erweitert wurde. Die Ergebnisse dieser Befragung bieten vielfältigen Nutzen:

1. *Akzeptanz des Projekts:* Die Befragungsergebnisse zeigen, dass die Akzeptanz des Projekts innerhalb der Mietendenschaft variiert. Die Daten bieten Einblicke in die allgemeinen Einstellungen der Mieterinnen und Mieter zum Projekt und identifizieren spezifische Bedenken und Fragen. Diese Informationen ermöglichen es der Wohnungsgenossenschaft, gezielte Maßnahmen zu entwickeln, um die Akzeptanz des Projekts zu erhöhen. Beispielsweise können Informationskampagnen oder Verbesserungen an den angebotenen Dienstleistungen geplant werden, um auf die geäußerten Bedenken einzugehen.

2. *Nachfrage an Ladekapazitäten:* Die Befragung liefert wertvolle Informationen zur aktuellen Nutzung von E-Fahrzeugen durch die Mieterinnen und Mieter sowie deren Pläne zur Anschaffung weiterer Fahrzeuge und deren technischen Merkmalen wie Kapazität und Reichweite. Diese Daten sind entscheidend, um die zukünftige Nachfrage an Ladekapazitäten planen und simulieren zu können. Eine genaue Bedarfsermittlung unterstützt die effiziente Gestaltung der Ladeinfrastruktur und verhindert Engpässe oder Überkapazitäten.

3. *Bereitschaft zur Datenfreigabe:* Die Bereitschaft der Mieterinnen und Mieter zur Preisgabe von Daten wurde ebenfalls untersucht. Dabei wurde die Meinung der Mieterinnen und Mieter zu zwei gegenübergestellten App-Konzepten erfasst, die im Zuge der Gestaltung und Einführung einer Buchungsapp relevant sind. Diese Erkenntnisse helfen, die Akzeptanz und Nutzungsbereitschaft der App zu verbessern, indem die Präferenzen und Bedenken der Nutzenden berücksichtigt werden.

4. *Meinung zu einem Preismodell für den Ladetarif:* Die Befragungsergebnisse enthalten auch Rückmeldungen der Mieterinnen und Mieter zu einem erstellten Preismodell für den Ladetarif. Diese Rückmeldungen sind wichtig, um ein faires und akzeptiertes Preismodell zu entwickeln, das sowohl die Bedürfnisse der Mieterinnen und Mieter als auch die wirtschaftlichen Anforderungen der Wohnungsgenossenschaft berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Befragung ermöglichten zudem eine thematische Anpassung für eine weitere Befragung am Projektstandort. Ein Einleger in der Mieterzeitschrift der Wohnungsgenossenschaft wurde erstellt und gedruckt, um die Mieterinnen und Mieter zur Teilnahme an der Befragung zu motivieren und eine breite Verteilung zu gewährleisten.

Im Projektverlauf wurde festgestellt, dass die automatische Zuordnung von Ladeslots unpraktikabel und für Mieter unattraktiv ist. Daher entschied man im Konsortium, ein manuelles Reservierungsmanagement in die App zu integrieren. Der Optimierungsalgorithmus für Ladeslots entfiel, und der Fokus des Optimierungsalgorithmus verlagerte sich auf die Maximierung der Einnahmen durch überschüssigen Strom. Dieser wird ins Netz eingespeist, wobei zwischen verschiedenen Vergütungsmodellen wie Einspeisevergütung, Marktprämien oder Direktvermarktung temporär gewechselt werden kann. Ein Optimierungsansatz wurde entwickelt, um das jeweils beste Geschäftsmodell zu ermitteln und die Erlöse zu maximieren. Das mathematische Modell dieses Optimierungsalgorithmus wurde im Rahmen eines Workshops der GOR AG Financial Management and Investments in Paris vorgestellt. Der Algorithmus kann neben der Prognosefunktion auch als Monitoring Instrument verwendet werden, mit dem kontinuierlich geprüft werden kann, ob und wann ein Wechsel zwischen den verschiedenen Erlösmodellen sinnvoll ist.

Die Aufwände waren für das Ergebnis angemessen.

Teilvorhaben DiLiCo engineering GmbH:

Im ersten Schritt wurde eine Analyse für den Einsatz des Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerks anhand von Messdaten der Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft für die zwei Pilotstandorte erstellt. In der Folge wurde die erforderliche Grundlast definiert und ein geeignetes BZ-BHKW ausgewählt. Die Installation und Inbetriebnahme des BZ-BHKW wurde durch die Firma inhouse engineering GmbH, den Hersteller aus Berlin, begleitet. Im weiteren Verlauf wurde der Markt nach geeigneten Anbietern von Energiemanagementsystemen sondiert, wobei die Firma enisyst GmbH als passender Anbieter für den Einsatz in Mehrfamilienhäusern und Quartieren identifiziert wurde. Nach der Lieferung des EMS oblag es DiLiCo, das System in die IT-Infrastruktur der Wohnungsbaugenossenschaft zu integrieren und eine reibungslose Kommunikation mit sämtlichen Komponenten des Energiesystems sicherzustellen. Dazu zählen die Ladeinfrastruktur, das Blockheizkraftwerk, der Batteriespeicher, der Wechselrichter der Photovoltaikanlage, das Einlesen der Stromzähler, die Kommunikation mit dem Wetterdienst, die Anbindung an den Server des ifak sowie die Cloudanbindung. Die Anbindung des Standorts in der Peter-Paul-Straße in Magdeburg konnte erfolgreich umgesetzt werden.

Die aufgewendeten Ressourcen stehen in einem angemessenen Verhältnis zu den erzielten Resultaten.

2.4. Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

Tabelle 2.8: Verwertung Teilvorhaben Konsortialführer Die Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft eG

Projektergebnis/ Inhalt	**Nutzen/ Verwertung**
Hohe Akzeptanz von Mietern in Mehrfamilienhäusern für die Elektromobilität, wenn die Integration von Ladeinfrastruktur auf Mieterparkplätzen angeboten wird.	Verbesserung der Leistungsfähigkeit; Schaffung von Grundlagen für Kooperationen, Stärkung des Genossenschaftsgedankens und Sensibilisierung der Bewohnerinnen und Bewohner für technische Lösungen zur Erreichung der Klimaziele Nutzung der vorhandenen Ladeinfrastruktur an den beiden Pilotstandorten auch über den Projektzeitraum hinaus
Neue Geschäftsmodelle und Partnerschaften	Verbesserung der Wettbewerbssituation durch die Erstellung eines für die Wohnungsgenossenschaft nutzbaren E-Mobilitätskonzepts zum Ausbau von Ladeinfrastruktur auf Quartiersebene unter Einsatz von Erneuerbaren Energien und Berücksichtigung der Projektergebnisse
Erhöhung der Attraktivität des eigenen Wohnungsbestands	Verbesserung der Wettbewerbssituation durch die Schaffung von “Quartierstankstellen” damit auch

	Mieterinnen und Mieter, die bereits ein E-Fahrzeug besitzen oder planen, eines zu kaufen, die Möglichkeit erhalten, wohnortnah und im Preis akzeptabel ihr Fahrzeug zu laden
Praxistauglichkeit	Weiterführung des Projektes in den Beständen der Wohnungsgenossenschaft und Ausbau der Ladeinfrastruktur in den Quartieren für einen bedarfsgerechten und bezahlbaren Hochlauf der wohnortnahen Ladeinfrastruktur
Zugang zu neuen Kundengruppen	Verbesserung der Wettbewerbssituation durch Einbeziehen der möglichen zukünftigen Bedarfe anderer Wohnungsgenossenschaften in Quartieren in denen die eigenen Bestände mit fremden Beständen Quartierslösungen für Ladeinfrastruktur benötigen

Tabelle 2.9: Verwertung Teilvorhaben Institut für Automation und Kommunikation e.V.

Projektergebnis/ Inhalt	**Nutzen/ Verwertung**
Schnittstelle zwischen Verteilnetzbetreiber und Energiemanagementsystem	Aufträge für spezifische Anpassungsarbeiten; Lizenzeinnahmen bei Integration in Produkte Dritter ab 2024
Smartphone-App zur Organisation der Ladebedarfe	Aufträge für spezifische Anpassungsarbeiten; Lizenzeinnahmen bei Integration in Produkte Dritter ab 2024
Machbarkeitsstudien und Beratungsdienstleistungen	Aufträge ab 2024
Lademanagement von Elektrofahrzeugen	Lizenzeinnahmen, Aufträge für spezifische Anpassungsarbeiten; Lizenzeinnahmen bei Integration in Produkte Dritter ab 2024

Tabelle 2.10: Verwertung Teilvorhaben GETEC mobility solutions GmbH

Projektergebnis/ Inhalt	**Nutzen/ Verwertung**
Neue Geschäftsmodelle	Verbesserung der Wettbewerbssituation durch die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle zur Integration von Ladeinfrastruktur in Mehrparteienhäusern, einschließlich innovativer Abrechnungs- und Nutzerverwaltungssysteme.
Zugang zu neuen Kunden	Verbesserung der Wettbewerbssituation und Erweiterung des Kundenstamms durch Zusammenarbeit mit der Wohnungswirtschaft, Erschließung neuer Marktsegmente für Dienstleistungen im Bereich Ladeinfrastruktur und Energiemanagement, insbesondere in städtischen Wohngebieten mit mehreren Mietparteien. Vernetzung mit Vertretern der Wohnungswirtschaft bei der Fachveranstaltung des ELEMENT Projekts am 14.11.2023 zum Thema “Ladelösungen für Elektrofahrzeuge an Mehrfamilienhäusern”.
Öffentlichkeitswirksamkeit	Erhöhung der Sichtbarkeit von Elektromobilität und deren Integration in den Alltag von Bewohnern von

	Mehrparteienhäusern, Förderung der Teilhabe von Mietern, Bewusstseinsschaffung in der Öffentlichkeit, insbesondere zur Bedeutung der Elektromobilität in urbanen Wohngebieten.
Folgeprojekte	Nutzung der im Projekt gewonnenen Erkenntnisse als Grundlage für weitere Projekte im Bereich Elektromobilität und Energiewende und Ausweitung der erprobten Lösungen auf andere Wohnobjekte. Aufbau von Quartiersladesäulen zur Erschließung von Wohnquartieren an neun initialen Standorten mit unterschiedlichen Tarifen für Anwohner und Gäste aktuell in der Umsetzung, weitere befinden sich in Planung.
Praxistauglichkeit der Lösungen	Aufbau eines stabilen Betriebs der Ladeinfrastruktur an Pilotstandorten, Validierung der Praxistauglichkeit der verschiedenen Systeme, einschließlich der Lade- und Energiemanagementsysteme unter realen Bedingungen und Sammlung von Betriebsdaten und Austausch mit Beteiligten zur Weiterentwicklung.
Erweiterbarkeit von Standardlösungen innerhalb der Elektromobilität und Wohnungswirtschaft	Verwendung und kontinuierliche Optimierung von Standardlösungen für die Ladeinfrastruktur, um Kosten zu senken und die Effizienz zu steigern, Fokus auf benutzerfreundliche Implementierung, die sowohl technische als auch wirtschaftliche Anforderungen erfüllt.

Tabelle 2.6: Verwertung Teilvorhaben OVGU

Projektergebnis/ Inhalt	**Nutzen/ Verwertung**
Optimierungsalgorithmus	Der entwickelte Optimierungsalgorithmus stellt ein wertvolles Werkzeug dar, das in weiteren Drittmittelprojekten als Basis dienen kann, insbesondere in solchen, die sich mit der Optimierung von Energiesystemen befassen. Der Algorithmus ermöglicht es, verschiedene Vergütungsmodelle für die Einspeisung von überschüssigem Strom zu bewerten und das für die aktuelle Situation optimale Modell zu ermitteln. Dadurch können die Erlöse durch eingespeisten Strom maximiert werden. Zudem kann der Algorithmus als Monitoring-Instrument eingesetzt werden. Mit seiner Hilfe lässt sich kontinuierlich prüfen, ob und wann ein Wechsel zwischen den verschiedenen Erlösmodellen sinnvoll ist, um so die wirtschaftliche Effizienz der Energieeinspeisung zu steigern.
Befragungsergebnisse	Die Ergebnisse der Befragung der Mietenden bieten eine wertvolle Grundlage für verschiedene Anwendungsbereiche. Einerseits können die gewonnenen Informationen genutzt werden, um die Kommunikation mit den Mieterinnen und Mieter zu verbessern. Durch ein besseres Verständnis der Bedenken und Wünsche der Mieterschaft kann die Wohnungsgenossenschaft gezielter auf deren Bedürfnisse eingehen und die Akzeptanz des Projekts

	erhöhen. Andererseits stellen die Befragungsergebnisse auch eine wertvolle Datenbasis für weitere Forschung dar. Sie können genutzt werden, um vertiefende Analysen durchzuführen, beispielsweise zur Akzeptanz von E-Fahrzeugen und Ladeinfrastrukturen oder zur Bereitschaft zur Datenfreigabe. Diese Erkenntnisse können in zukünftigen Studien und Projekten verwendet werden, um die Entwicklung und Implementierung ähnlicher Projekte zu optimieren.

Tabelle 2.11: Verwertung Teilvorhaben DiLiCo engineering GmbH

Projektergebnis/ Inhalt	**Nutzen/ Verwertung**
Steuerbarkeit des BZ-BHKW über EMS	Durch die im Projekt erlangten Kenntnisse zur Steuerbarkeit des BZ-BHKWs können dem Kunden im Vertriebsprozess neue Optimierungen des Systems in Kombination mit anderen Teilnehmern seines Energiesystem angeboten werden. Das entsprechende Geschäftsmodell soll bis Q1/2025 erarbeitet werden.
Anbindung aller Teilnehmer des Energiesystems an das EMS	Die Anbindung aller Teilnehmer des Energiesystems hat sich als sehr herausfordernd gestaltet. Zum einen ist das Einbinden in die vorhandene IT-Infrastruktur der Wohnungsbaugenossenschaft schwierig gewesen, zum anderen sind keine Kommunikationsstandards bei den Herstellern zu erkennen. Was den Aufwand für die Einbindung stark erhöht. Dadurch ergab sich die Erkenntnis, vorerst keine eigenes EMS anzubieten.
Erfahrungen durch die Einbindung des BZ-BHKW in die Mehrfamilienhäuser	Durch die Begleitung aller Prozesse bei der Einbindung des Brennstoffzellen-BHKW in die Quartiere oder Mehrfamilienhäuser konnten wertvolle Erkenntnisse für den gesamten Vertriebsprozess des BZ-BHKW gesammelt werden. Diese Erkenntnis werden bereits intensiv in den Verkaufsprozessen angewandt und haben bereits einen hohen Nutzen gestiftet, um Kunden und Interessenten besser und intensiver beraten zu können.

2.5. Während der Durchführung des Vorhabens dem ZE bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Die Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft eG:

kein Fortschritt bekannt geworden

Teilvorhaben Institut für Automation und Kommunikation e.V.:

Während der Projektlaufzeit gab es Anpassungen sowohl im Bereich der Regulatorik als auch im Bereich der Standardisierung der Kommunikation über das Smart-Meter-Gateway. Bei der Regulatorik ist insbesondere die Neuregelung des §14a EnWG zu nennen, die im Januar 2024 in Kraft trat und die netzorientierte Steuerung von steuerbaren Verbrauchseinrichtungen fordert. Die neuen Regelungen zum §14a EnWG fördern die Flexibilisierung des Stromverbrauchs und die Integration erneuerbarer Energien. Die Steuerbarkeit kann über ein Energiemanagementsystem oder eine separate Steuerbox realisiert werden. Bei der Standardisierung ist die neue Technische Richtlinie BSI-TR-03109-5 des BSI zu nennen. Sie befasst sich mit Kommunikationsadaptern im Smart-Meter-Gateway (SMGW) und definiert Anforderungen an diese Adapter, um die Sicherheit und Interoperabilität im Smart-Metering-System zu gewährleisten. In Folge dieser neuen Richtlinie wurde auch das VDE FNN Lastenheft Steuerbox an die geänderten Rahmenbedingungen angepasst. Hinsichtlich der Integration des SMGW in ein EMS bleibt festzustellen, dass die Technische Richtlinie BSI TR-03109-1 für das SMGW bei den HAN-Kommunikationsprotokollen weiterhin unvollständige Vorgaben macht, so dass keine herstellerunabhängige Anbindung in ein EMS erfolgen kann, um z.B. die Messdaten der lokalen Zähler digital über das SMGW einzulesen. Dadurch muss entweder redundante Messtechnik eingesetzt oder Zähler-spezifische Kommunikationsadapter integriert werden, was die Kosten, den Engineering-Aufwand und die Zeit für die Inbetriebnahme unnötig erhöht.

Teilvorhaben GETEC mobility solutions GmbH:

Während des Vorhabens wurden bedeutende regulatorische Fortschritte im Bereich der Ladeinfrastruktur erzielt, insbesondere durch die Veröffentlichung des Masterplans Ladeinfrastruktur II im Jahr 2022, der insgesamt 68 Maßnahmen zur Förderung des Ladeinfrastrukturausbaus umfasst. Der Masterplan verfolgt das Ziel, das Laden von Elektrofahrzeugen an Gebäuden, insbesondere in Wohnimmobilien, zu erleichtern. Diese regulatorischen Maßnahmen sowie die begleitende öffentliche Debatte haben wesentlich zur Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung beigetragen und die Akzeptanz der Elektromobilität gestärkt.

Gleichzeitig waren jedoch auch Rückschläge zu verzeichnen. So führte das Auslaufen bzw. die Reduzierung der Förderung von Elektrofahrzeugen im Jahr 2023 zu einer Abschwächung der Nachfrage nach Elektrofahrzeugen. Hinzu kam die Erhöhung der Strompreise im Jahr 2022, die das Laden von Elektrofahrzeugen teurer machte und den Kostenvorteil gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren verringerte. Darüber hinaus besteht weiterhin ein Mangel an Standardisierung der Ladeinfrastruktur und Abrechnungssysteme, was die Nutzerfreundlichkeit beeinträchtigt.

Diese Entwicklungen verdeutlichen, dass trotz der erzielten Fortschritte noch erhebliche Herausforderungen beim Ausbau der Elektromobilität bestehen, die es zu überwinden gilt, um eine flächendeckende und nachhaltige Umsetzung sicherzustellen.

Teilvorhaben OVGU

Während des Vorhabens wurden andere Drittmittelprojekte bewilligt bzw. beendet sowie Studienergebnisse veröffentlich, welche Bezüge zu dem Teilvorhaben der OvGU hatten. Diese sind im Einzelnen:

MAGGIE und SAMM-Projekte: Das Projekt MAGGIE ("Energetische Modernisierung des genossenschaftlichen Wohnquartiers Margaretenau in Regensburg") zielte auf die energetische Modernisierung und sozialverträgliche Sanierung eines Wohnquartiers ab. Die Sozialstudie SAMM („Sanierungsmanagement Margaretenau“), durchgeführt vom Institut für Sozialforschung und Technikfolgenabschätzung der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg, untersuchte die Interessen und Bedürfnisse der Bewohner. Hierbei kam ein Methoden-Mix aus schriftlichen Befragungen, Informationsveranstaltungen sowie persönlichen Interviews zum Einsatz. Ziel war es, die Lebensqualität zu verbessern und eine sozialverträgliche Sanierung zu gewährleisten. Die Ergebnisse zeigen, dass eine hohe Energieeffizienz die Akzeptanz der Maßnahmen erhöht hat, da die Warmmieten konstant gehalten werden konnten, was bezahlbaren Wohnraum sicherstellt.

WINNER Projekte (WINNER Reloaded, WINNER Final): Das Ziel des WINNER Reloaded Projekt war die Umsetzung von bedarfsgerechter Ladeinfrastruktur, Mieterstrom und dezentraler Energieerzeugung für Mieter, Gewerbetreibende und sonstige Drittnutzer. Das WINNER Final Projekt beschäftigt sich mit dynamischem Last- und Lademanagement und der Integration von bidirektionalen Ladepunkten.

acatech Mobilitätsmonitor 2024: Eine repräsentative Umfrage vom Institut für Demoskopie (IfD) Allensbach im Auftrag von acatech. Sie liefert Ergebnisse zu folgenden Fragen: Was denken die Deutschen über die Mobilitätswandel? Wo klaffen Wunsch, Wirklichkeit und Erwartungen auseinander? Was halten sie vom ÖPNV, vom 49-Euro-Ticket, von der E-Mobilität?

Teilvorhaben DiLiCo engineering GmbH:

Während der Projektlaufzeit sind uns keine signifikanten Verbesserungen der Standardisierung der Kommunikationsschnittstellen für EMS bekannt geworden. In der Industrie sind solche Systeme und eine einheitliche Kommunikation bereits Standard. Dies ist in der Niederspannungsebene nicht der Fall. Es gibt eine Hand voll Anbieter von EMS für den privaten Gebrauch. Auf die Anwendung für Mehrfamilienhäuser und Quartiere haben sich die wenigstens Anbieter spezialisiert. Wahrscheinlich

aus den hier genannten Gründen. Im Bereich der Brennstoffzellen-BHKW wurden zwischen Start und Ende der Projektlaufzeit keine neuen Marktteilnehmer in der Leistungsklasse des BZ-BHKW festgestellt. Der Konkurrent SolydEra mit seinem Blue-Gen BZ-BHKW für Mehrfamilienhäuser hat sich im Jahr 2023 vom deutschen Markt zurückgezogen. Hintergrund war die Streichung des KfW-Förderprogramms 433, was den Markthochlauf von Brennstoffzellen-BHKW nachhaltig erschwert.

2.6. Erfolgte oder geplanten Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 11 der Nebenbestimmungen

Tabelle 2.12: Veröffentlichungen gemeinsam

Titel	**Datum**	**Ort** **(Zeitungsname, ISBN, ggf. Link etc.)**	**Inhalt (kurz)**
Projektwebsite	fortlaufend	https://www.projekt-element.com	Vorstellung des Projektes ELEMENT und fortlaufende Veröffentlichung von Ergebnissen
elementUPLOAD	17.06.2022	https://www.diestadtfelder.de/wp-content/uploads/2022/06/01-2022-Newsletter-Projekt-ELEMENT-upload.pdf	Erste Ausgabe der projekteigenen Veröffentlichung, welche einen Einblick in die Arbeit des Projekts und der Projektpartnerinnen und -partner gibt.
elementUPLOAD	01.04.2023	https://www.diestadtfelder.de/wp-content/uploads/2023/03/02-2022-Forschungsprojekt-ELEMENT-upload.pdf	Zweite Ausgabe der projekteigenen Veröffentlichung, welche einen Einblick in die Arbeit des Projekts und der Projektpartnerinnen und -partner gibt.
elementUPLOAD	30.04.2024	https://www.diestadtfelder.de/wp-content/uploads/2024/05/03-2024-Newsletter-Projekt-ELEMENT-upload-WEB.pdf	Dritte Ausgabe der projekteigenen Veröffentlichung, welche einen Einblick in die Arbeit des Projekts und der Projektpartnerinnen und -partner gibt.
Fachveranstaltung „Ladelösungen für Elektrofahrzeuge an Mehrfamilienhäusern	14.11.2023	Magdeburg	Fachvorträge und Besichtigung der Projektstandorte

– Das ELEMENT-Projekt stellt sich vor“			

Tabelle 2.13: Veröffentlichungen Teilvorhaben Konsortialführer

Titel	**Datum**	**Ort** **(Zeitungsname, ISBN, ggf. Link etc.)**	**Inhalt (kurz)**
Mieteinander	09-2021	https://www.diestadtfelder.de/wp-content/uploads/2022/03/Mieteinander_Ausgabe_September_2021_Internetausgabe.pdf Seite 4-13 – Titelstory -	Umfassender Artikel, welcher den Mietenden das Projekt ELEMENT sowie weitere Aktivitäten der Genossenschaft im Bereich Klimaschutz vorstellt.
Mieteinander	08/2022	https://www.diestadtfelder.de/wp-content/uploads/2022/07/mieteinander-Ausgabe-August-2022.pdf Seite 8 – 11 – Mobilität der Zukunft: Der aktuelle Stand beim ELEMENT-Projekt	Bericht über den aktuellen Stand des ELEMENT-Projekts
Mieteinander	08/2023	https://www.diestadtfelder.de/wp-content/uploads/2023/08/mieteinander-Magazin_Ausgabe-August-2023.pdf Titelseite zum Mieterfest am Pilotstandort Stolzestraße Seiten 16 + 17: Projekt ELEMENT: wichtige Schritte Richtung Klimaneutralität	Bericht vom Mieterfest anlässlich der Fertigstellung der Ladeinfrastruktur und Freigabe zur Nutzung durch die Mieterinnen und Mieter in der Stolzestraße
Mieteinander	08/2024	https://www.diestadtfelder.de/wp-content/uploads/2024/07/DSW-Mieteinander-Ausgabe-02-2024_August-web.pdf Seiten 12 + 13: Projekt ELEMENT: Klima- und Nutzerfreundliches Laden auf der Zielgeraden	Insbesondere Darstellung einiger Ergebnisse der durchgeführten Mieter:innenbefragungen
Projektfilm zur Fachveranstaltung	14.11.2023	https://youtu.be/_VaR6OzY_m0	Interview mit der Projektleiterin Julia Brandt über das ELEMENT-Projekt und die Inhalte der Fachveranstaltung
Projektfilm der Begleitforschung zum ELEMENT-Projekt	30.08.2024	https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Kurzmeldungen/Aktuelles/2024/IKT/240827_Projektfilm_ELEMENT.html	“Das vom Technologieprogramm „IKT für Elektromobilität“ geförderte Projekt ELEMENT zeigt in

			Magdeburg, wie genossenschaftliches Wohnen individuelle Mobilität ermöglicht. Dabei setzt das Konsortium auf smarte Lösungen für klimaschonendes Laden vor mehrgeschossigen Mietwohnungshäusern und arbeitet mit einem Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerk sowie Photovoltaik-Anlagen auf den Dächern der Mietobjekte. Mehr dazu erfahren Sie im Projektvideo.”
Julia Brandt, Sebastian Naumann: Study Case from Germany - Regulatory Framework and Tools for Private Charging Infra-structure Development with Focus on Condominiums	9.12.2024	Vortrag beim Online-Workshop “Drivers and Barriers for Scaling-Up E-Mobility: Lessons Learned from Israel and Germany” der Deutschen Energieagentur (dena) im Rahmen der Deutsch-Israelischen Energiepartnerschaft	Vorstellung der wesentlichen Projektergebnisse

Tabelle 2.14: Veröffentlichungen Teilvorhaben Institut für Automation und Kommunikation e.V.

Titel	**Datum**	**Ort** **(Zeitungsname, ISBN, ggf. Link etc.)**	**Inhalt (kurz)**
Sebastian Naumann, Julia Brandt, Kaja Cordes, Elmar Lukas: Community Charging of Electric Cars in Residential Areas with Multi-Story Buildings	10.09.2024	20th Scientific and Technical Conference "Transport Systems. Theory and Practice 2024", Katowice, September 10-11	Vorstellung ausgewählter Projektergebnisse
Projektfilm der Begleitforschung zum ELEMENT-Projekt	30.08.2024	https://www.digitale-technologien.de/DT/Redaktion/DE/Kurzmeldungen/Aktuelles/2024/IKT/240827_Projektfilm_ELEMENT.html	siehe Konsortialführer

Sebastian Naumann: Nicht nur zur Miete – Elektromobilität als Teil moderner Wohnkultur	30.05.2024	Kolloquium des Instituts für Automation und Kommunikation e.V. und Vortrag im Rahmen des Mittelstandszentrums Digital Magdeburg	Vorstellung ausgewählter Projektergebnisse
Laden von E-Autos im urbanen Mietwohnumfeld	19.11.2024	Workshop im Rahmen des Mittelstandszentrums Digital Magdeburg	Vorstellung ausgewählter Projektergebnisse
Sebastian Naumann, Christian Hübner: Laden von Elektro-Pkw im mehrgeschossigen Wohnungsbestand	2022	Mitteldeutsche Mitteilungen 4/2022	Vorstellung der Lösungsansätze von ELEMENT
Bachelorarbeit Thul, S. (Hochschule Magdeburg-Stendal) Energiemanagement system für das gesteuerte Laden von Elektrofahrzeugen in Mehrparteienhäusern. Betreuer: S. Naumann	2022		
Bachelorarbeit Adak, T. (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg) Laden von Elektro-PKW in Mehrparteienhäusern mit selbsterzeugtem Strom. Betreuer: S. Naumann	2022		
Masterarbeit Massimi, C. (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg) Integration von Ladeinfrastruktur in das Stromnetz durch Interaktion zwischen Energiemanagement und Netzbetrieb. Betreuer: C. Hübner	2023		
Julia Brandt, Sebastian Naumann: Study Case from	9.12.2024	Vortrag beim Online-Workshop “Drivers and Barriers for Scaling-Up E-Mobility: Lessons Learned from	Vorstellung der wesentlichen Projektergebnisse

Germany - Regulatory Framework and Tools for Private Charging Infrastructure Development with Focus on Condominiums		Israel and Germany" der Deutschen Energieagentur (dena) im Rahmen der Deutsch-Israelischen Energiepartnerschaft	
Sebastian Naumann, Julia Brandt, Kaja Cordes, Elmar Lukas - Community Charging of Electric Cars in Residential Areas wie Multi-Story Buildings –	September 2024	Veröffentlichung in Lecture Notes in Networks and Systems 1257: Transport Systems and Urban Logistics, Springer Nature ISBN: 978-3-031-81776-2	Überblick über das Projekt sowie Entwicklung einer Lade-App durch den Partner ifak und Nutzung und Test an den Pilotstandorten

Tabelle 2.15: Veröffentlichungen Teilvorhaben GETEC mobility solutions GmbH

Titel	**Datum**	**Ort** (Zeitungsname, ISBN, ggf. Link etc.)	**Inhalt (kurz)**
Nachhaltigkeit, E-Mobilität und Nutzer verbinden?	14.06.2022	https://www.getec-energie.de/nachhaltigkeit-e-mobilitaet-und-nutzer-verbinden/	Pressemitteilung Magdeburg, 14.06.2022 – Erstes Meilensteintreffen beim Förderprojekt ELEMENT: Das Konsortium um GETEC mobility solutions zeigt Wege auf, wie sich Elektromobilität in Mehrparteienhäusern nachhaltig und effizient realisieren lässt.

Tabelle 2.8: Veröffentlichungen Teilvorhaben DiLiCo engineering GmbH

Titel	**Datum**	**Ort** (Zeitungsname, ISBN, ggf. Link etc.)	**Inhalt (kurz)**
Brennstoffzellen-BHKW: Das Puzzlestück für die zukünftige Gebäudeenergieversorgung	17.11.22	Vortrag bei der Wasserstofftagung Rheinland-Pfalz in Worms	Vorstellung des ELEMENT-Projekts sowie Erläuterungen zu den Herausforderungen der Wärmewende in der Gebäudeenergieversorgung.

Elektromobilität mit Strom aus Sonne und Wasserstoff für Mieter	Aug-Sep 22	Der Markt in Mitteldeutschland (IHK-Zeitschrift)	Vorstellung des ELEMENT-Projekts, die Herausforderungen im Projekt sowie Darstellung des genutzten Energiesystems für Strom- und Wärmegewinnung sowie zum Laden von Elektroautos

Tabelle 2.8: Veröffentlichungen Teilvorhaben OVGU

Titel	**Datum**	**Ort** **(Zeitungsname, ISBN, ggf. Link etc.)**	**Inhalt (kurz)**
Community Charging of Electric Cars in Residential Areas with Multi-Story Buildings	Vstl. Ende 2024/ Anfang 2025	Transport Systems and Urban Logistics. Selected Papers of the 20th Scientific and Technical Conference "Transport Systems. Theory and Practice 2024", Katowice, September 10-11, 2024, Springer	Vorstellung eines effizienten und kostengünstigen Ansatzes zur Koordinierung der Ladevorgänge in einem Mehrparteienhaus, um die begrenzte Ladeleistung mit Hilfe einer Smartphone-App zu teilen. Unter anderem werden auch die Kernerkenntnisse aus der Befragung der Mietenden dargestellt.

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN -	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht

3. Titel
ELEMENT – Energiemanagementsystem für das gesteuerte Laden von Elektrofahrzeugen in Mehrparteienhäusern auch unter der Nutzung von selbsterzeugtem Strom zur Reduzierung des Aufwands für den Netzausbau

4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]	5. Abschlussdatum des Vorhabens 08/2024
Brandt, Julia Schneider, Jens Cordes, Kaja Breuste, Selma-Paulina Lukas, Elmar Rinne, Christian Wenske, Michael Hübner, Christian Naumann, Sebastian	6. Veröffentlichungsdatum Voraussichtlich 05/2025
	7. Form der Publikation Schlussbericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Die Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft eG, Peter-Paul-Straße 32, 39106 Magdeburg GETEC mobility solutions GmbH, Lange Laube 20, 30159 Hannover DiLiCo engineering GmbH, Lorenzweg 43, 39124 Magdeburg Institut für Automation und Kommunikation e.V., Werner-Heisenberg-Straße 1, 39106 Magdeburg Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg	9. Ber. Nr. Durchführende Institution -
	10. Förderkennzeichen 01ME21003 A-E
	11. Seitenzahl 49
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) 11019 Berlin	13. Literaturangaben 22
	14. Tabellen 22
	15. Abbildungen 2

16. Zusätzliche Angaben
-

17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)
-

18. Kurzfassung
Im Rahmen des Projektes wurden kostengünstige, komfortable und benutzerfreundliche Lademöglichkeiten für E-Fahrzeuge in Mehrfamilienhäusern geschaffen. Ziel war es, Netzüberlastungen durch intelligente Ladesysteme zu vermeiden. Die Mieter wurden in den Entwicklungsprozess durch Befragungen und Workshops einbezogen. Zudem wurden wasserstoffbasierte Blockheizkraftwerke und Solaranlagen zur dezentralen Stromerzeugung integriert. Mit den technischen und organisatorischen Lösungen wurden intelligente Ladesysteme zur Optimierung der Gleichzeitigkeit der Ladevorgänge entwickelt, ein Energiemanagementsystem zur Nutzung vor Ort erzeugter Energie konzipiert und integriert, die Steuerbarkeit des wasserstoffbasierten Blockheizkraftwerks erweitert, um eine bedarfsgerechte Energieerzeugung zu ermöglichen, sowie ein dynamisches Preismodell zur flexiblen Anpassung der Ladezeiten an die Verfügbarkeit von lokal erzeugter Energie zu testen. Im Folgenden wurden die Ergebnisse und Erkenntnisse präsentiert. Zunächst wurde eine App zur Verwaltung von Reservierungen und Abrechnung von Ladevorgängen evaluiert. Des Weiteren wurde ein Algorithmus zur Optimierung der Erlösmodelle für die Einspeisung von Strom entwickelt. Es wurden Erkenntnisse aus qualitativen und quantitativen Analysen zur Akzeptanz und praktischen Umsetzungsmöglichkeiten von Elektromobilität in Mietumfeldern gewonnen. Mit dem Projekt wurde ein bedarfsgerechtes und ökonomisch sinnvolles Angebot zur Förderung von Elektromobilität und dezentraler Energieerzeugung entwickelt. Die Kombination aus technischer Innovation und Einbeziehung der Mieter zur Reduktion von Emissionen und Förderung klimafreundlicher Mobilität ist ein wesentlicher Aspekt des vorliegenden Konzepts.

19. Schlagwörter
E-Mobilität, Erneuerbare Energien, Quartier, Mehrfamilienhaus, Mehrparteienhaus, Ladeinfrastruktur

20. Verlag -	21. Preis -

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN -	2. type of document (e.g. report, publication) report

3. title
ELEMENT – Energy management system for the controlled charging of electric vehicles in multi-party buildings, also using self-generated electricity to reduce the cost of grid expansion
(Energiemanagementsystem für das gesteuerte Laden von Elektrofahrzeugen in Mehrparteienhäusern auch unter der Nutzung von selbsterzeugtem Strom zur Reduzierung des Aufwands für den Netzausbau)

4. author(s) (family name, first name(s))	5. end of project August 2024
Brandt, Julia Schneider, Jens Cordes, Kaja Breuste, Selma-Paulina Lukas, Elmar Rinne, Christian Wenske, Michael Hübner, Christian Naumann, Sebastian	6. publication date May 2025
	7. form of publication report
8. performing organization(s) (name, address) Die Stadtfelder Wohnungsgenossenschaft eG, Peter-Paul-Straße 32, 39106 Magdeburg GETEC mobility solutions GmbH, Lange Laube 20, 30159 Hannover DiLiCo engineering GmbH, Lorenzweg 43, 39124 Magdeburg Institut für Automation und Kommunikation e.V., Werner-Heisenberg-Straße 1, 39106 Magdeburg Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg	9. originator's report no. -
	10. reference no. 01ME21003 A-E
	11. no. of pages 49
12. sponsoring agency (name, address) (Federal Ministry for Economy and Climate Protection) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) 11019 Berlin	13. no. of references 22
	14. no. of tables 22
	15. no. of figures 2

16. supplementary notes

17. presented at (title, place, date)

18. abstract

.
As part of the project, cost-effective, convenient and user-friendly charging options were created for electric vehicles in apartment blocks. The aim was to avoid grid overloads through intelligent charging systems. Tenants were involved in the development process through surveys and workshops. Hydrogen-based combined heat and power plants and solar systems for decentralised power generation were also integrated. The technical and organisational solutions were used to develop intelligent charging systems to optimise the simultaneity of charging processes, to design and integrate an energy management system for the use of locally generated energy, to expand the controllability of the hydrogen-based combined heat and power plant to enable demand-based energy generation and to test a dynamic pricing model for the flexible adjustment of charging times to the availability of locally generated energy. The results and findings were presented below. Firstly, an app for managing reservations and billing charging processes was evaluated. In addition, an algorithm was developed to optimise the revenue models for feeding electricity into the grid. Insights were gained from qualitative and quantitative analyses on the acceptance and practical implementation possibilities of electromobility in rental environments.

The project has developed a needs-based and economically viable offer to promote electromobility and decentralised energy generation. The combination of technical innovation and the involvement of tenants to reduce emissions and promote climate-friendly mobility is a key aspect of this concept.

19. keywords
E-mobility, renewable energies, neighbourhood, apartment building, multi-party house, charging infrastructure

20. publisher -	21. price -