

Ampeers Energy GmbH

**Erschließung von ökonomischen und ökologischen Potenzialen  
der dezentralen Energiewende durch passgenaue Cloud-Lösungen  
für Unternehmen**

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt, gefördert unter dem Az:  
35500/42-21/2 von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von  
Tobias Müller

München  
12. Februar 2022

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>iii</b>
<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>Hauptteil.....</b>	<b>5</b>
<b>Fazit.....</b>	<b>16</b>
<b>Anhang.....</b>	<b>18</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>23</b>

# Abbildungsverzeichnis

Figure 1: Übersicht Gebäude Deutschland .....	1
Figure 2: Sanierungsanforderungen.....	2
Figure 3: Auswertung Mieterstrom.....	9
Figure 4: CO2 Einsparung durch Mieterstromprojekte nach Jahren .....	10
Figure 5: Auswertung Energiemanagement.....	15

# Zusammenfassung

Dieses Projekt wurde dankenswerterweise von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt im Rahmen des Start-Up Sonderprogramms gefördert. Um die Energiewende im Gebäudebereich sowohl in der Strom- wie auch in der Wärmeversorgung voranzubringen, gilt es, bestehende Hindernisse zu überwinden. Ziel des Vorhabens ist daher Erschließung von ökonomischen und ökologischen Potenzialen der dezentralen Energiewende durch passgenaue Cloud-Lösungen für Unternehmen, insbesondere Immobilieneigentümer und Energiedienstleister.

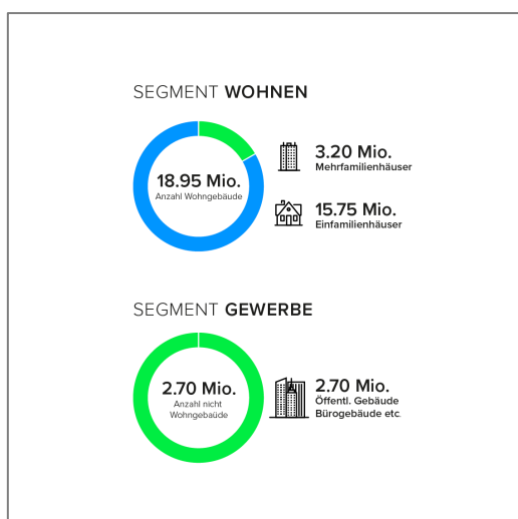
Dieses Ziel wurde durch die (Weiter-)entwicklung und Pilotierung von Software-Lösungen im Bereich Mieterstrommanagement sowie optimiertes Energiemanagement verfolgt. Dabei wurden die funktionalen wie qualitativen Projektziele erreicht und erfolgreich mit Anwendern umgesetzt.

Es zeigt sich, dass durch den zielgerichteten Einsatz von Software-Lösungen bereits in der Projektlaufzeit ein positiver, relevanter Beitrag zur Beschleunigung der Energiewende erreicht werden konnte, da sowohl ein ökonomischer Effekt wie auch ein relevanter positiver Umweltbeitrag erzielt werden kann. Somit wird die dezentrale Energiewende und die Modernisierung von Liegenschaften vom Kostenpunkt zum nachhaltigen Geschäftsmodell.

Diese Erkenntnisse gilt es nun in der Folge im Sinne eines skalierbaren Ansatzes zu verbreiten und so die dezentrale und nachhaltige Energieversorgung der Zukunft zu gestalten.

# Einleitung

Der Klimaschutz ist ein gesamtgesellschaftliches Anliegen und in Anbetracht der Klimaerwärmung eine der wichtigsten Aufgaben des 21. Jahrhunderts. Das am 31. August 2021 novellierte Klimaschutzgesetz sieht vor, dass Deutschland bis zum Jahr 2045 sektorübergreifend Treibhausgasneutralität erreicht (1). Damit das Ziel realisiert werden kann muss das Tempo bei der Dekarbonisierung des Gebäudesektors deutlich beschleunigt werden. Dieser ist mit rund 130 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen für rund 30 % der Emissionen in Deutschland verantwortlich und hat neben dem Verkehrssektor als einzige Sektoren die gesteckten Klimaziele deutlich verfehlt (2), (3). Der deutsche Wohngebäudebestand umfasst 19 Millionen Wohngebäude, die insgesamt über 42,5 Millionen Wohneinheiten verfügen. Von den Wohneinheiten entfallen mehr als die Hälfte auf Mehrfamilienhäuser (MFH), die mehrheitlich von Mieter:innen bewohnt werden (4). Aus technischer Sicht ist die Dekarbonisierung des Gebäudebestands machbar, allerdings sind die ökonomischen Anreize derzeit noch zu gering. Deshalb ist es unerlässlich, dass neue Potenziale erschlossen werden, um den Mietern:innen und Vermietern:innen neue Verhaltensanreize zu geben, damit diese vermehrt auf dezentrale Energiekonzepte aus Erneuerbaren Energien setzen. Zum Gebäudesektor gehören eine Vielzahl von Gebäuden unterschiedlicher Art und Größe sowie Eigentumsverhältnisse. In Deutschland machen die kleinsten Gebäude den zahlenmäßig größten Anteil aus: es gibt 15,75 Mio. Einfamilienhäuser. Hinzu kommen 3,2 Mio. Mehrfamilienhäuser, die privatwirtschaftlich, kommunal oder genossenschaftlich bewirtschaftet werden, sowie 2,7 Mio. Nichtwohngebäude. Zu Letzteren zählen alle öffentlichen Bauten, Bürogebäude, Gewerbe- und Industriegebäude, sowie Logistikzentren.



**Figure 1: Übersicht Gebäude Deutschland**

Um die Umsetzung von Maßnahmen in der Immobilienwirtschaft anzustoßen, sind nun entsprechende Impulse nötig. Für die Sanierung und den Bau von emissionsarmen Einfamilienhäusern reicht es in der Regel aus, Eigentümer und Nutzer in einer Person anzusprechen, um mit Förderprogrammen und Beratungsleistungen Maßnahmen in die

Umsetzung zu bringen. Dagegen sind Anreize bei vermieteten Gebäuden ungleich schwieriger zu schaffen. Professionelle Eigentümer und Betreiber von Gebäudebeständen haben eine andere Herausforderung zu meistern: Sie müssen, um bezahlbaren Wohnraum anzubieten, einerseits sehr profitabel wirtschaften, sollen andererseits erhebliche Investitionen tätigen, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen ihrer Immobilien deutlich zu reduzieren.

Eine praktikable Lösung für die Immobilienwirtschaft muss so oder so her. Es geht immerhin um sechs Mio. Gebäude in Deutschland, verwaltet von etwa 3000 privatwirtschaftlichen Unternehmen, Wohnungsbaugenossenschaften oder auch kommunalen Unternehmen, die jeweils Wohn- und auch Nichtwohngebäude im Bestand haben. Diese sechs Mio. Gebäude mit einem geschätzten Anteil von jährlich 55 Mio. t CO<sub>2</sub> an den Gesamtemissionen bilden einen wichtigen Hebel, die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudesektor zu reduzieren. Ohne sie wird es nicht möglich sein, die nationalen Klima- und Sektorenziele zu erreichen.

Der Blick richtet sich somit auf die professionellen Akteure des Gebäudesektors. Saniert haben sie bisher zu wenig, um ihre Klimaziele zu erreichen. Aktuell liegt die Sanierungsquote, also der Anteil jährlich modernisierter Gebäude im Mietwohnbereich, bei nur etwa einem Prozent. Statistisch würde es also einhundert Jahre dauern, bis alle Gebäude den Anforderungen entsprechen. Dieser einfache Dreisatz zeigt, welche Dynamik entfacht werden muss, wenn die Klimaziele im Gebäudesektor nur ansatzweise erreicht werden sollen. Denn die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Gebäudesektor haben sich trotz der Bemühungen in den letzten Jahren nur wenig verändert. Bei Fortschreiben der aktuellen Vorgehensweise wird das aus dem Pariser Klimaabkommen abgeleitete CO<sub>2</sub>-Budget für den Gebäudesektor bereits 2030 aufgebraucht sein. Um die Klimaziele einzuhalten, müsste die Sanierungsrate bei vier Prozent liegen. Nur dann kann der Gebäudesektor bis 2045 klimaneutral werden.

### SANIERUNGSQUOTE MUSS SICH VERVIERFACHEN damit der Immobiliensektor bis 2045 klimaneutral ist

Aktuelle vs. notwendige Sanierungsrate in Deutschland

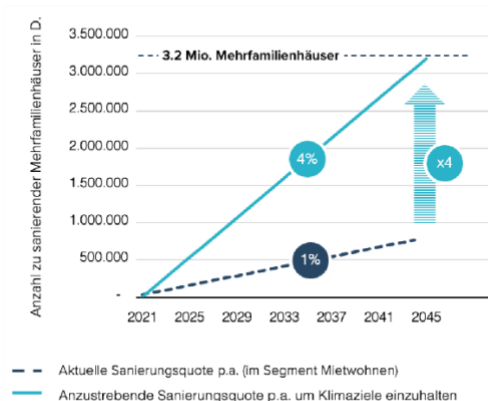


Figure 2: Sanierungsanforderungen

Das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) sieht einen schrittweisen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Bepreisung pro Tonne CO<sub>2</sub> ab 2021 vor. Bisher zahlen nur die Mieter die zusätzlichen Kosten aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung.

Immobilienunternehmen sind daher noch nicht von den Kosten betroffen. Es wäre jedoch notwendig, die zusätzlichen

Kosten zu teilen, um Anreize für Maßnahmen zur Energieeinsparung zu erzielen. Eigentümer haben einen größeren Einfluss auf die Anlagentechnik und Effizienz der Gebäudehülle, als die Mieter, damit auch auf die Emissionen. Daher hat die neue Bundesregierung im Koalitionsvertrag vorgesehen, CO<sub>2</sub>-Bepreisungskosten zu teilen: Die

Kosten des BEHG sollen zum 1. Juli 2022 nach Gebäudeenergieklassen gestaffelt anteilig auf Mieter und Vermieter umgelegt werden.

Besonders, wenn Immobilienunternehmen die Sanierungsquote weiterhin geringhalten und das Ziel der CO<sub>2</sub>-Minderung verfehlen, müssen sie mit exponentiell ansteigenden CO<sub>2</sub>-Kosten rechnen. Zusätzlich kommen, wenn viele Eigentümer erst verspätet mit der Sanierung anfangen, enorme Zusatzkosten und Preissteigerungen auf sie zu. Für viele Marktteilnehmer ist bereits klar, dass es immer stärker an Fachkräften und Handwerkern mangeln wird, es an Angeboten von Planungsbüros fehlen und bei Herstellern zu Lieferengpässen kommen wird.

Energetische Sanierungen zu refinanzieren ist die eine Aufgabe, sie wie geplant umzusetzen, eine andere. Die eigentliche Lösung liegt in der „Flucht nach vorn“. Denn wenn Immobilienunternehmen die Chance erkennen, Investitionen in lokale Stromerzeugung oder in das Energiemanagement von Speichern und Laden von E-Fahrzeugen als Teil eines neuen Geschäftsmodells zu betrachten, kann die Dekarbonisierung profitabel werden. Dabei hat die lokale Nutzung von erneuerbaren Energien eine Schlüsselfunktion. Denn sie trägt nicht nur zur CO<sub>2</sub>-Reduktion und zum Erreichen der Wirtschaftlichkeit bei.

Der Schlüssel für eine profitable Reduktion der Emissionen liegt also in zwei wichtigen Faktoren: erstens der Sektorenkopplung über alle Energieträger und zweitens in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit neuen Geschäftsmodellen.

Die Kosten der Erzeugung von PV Strom sind in den vergangenen Jahren stetig gesunken. Im Juni 2021 lagen die Stromgestehungskosten großer PV-Anlagen, nach Angaben des Fraunhofer ISE, zwischen fünf und neun Cent/kWh. Damit bietet die elektrische Sonnenenergie, in Verbindung mit einer Wärmepumpe, in einigen Zeiten des Jahres eine wirtschaftlich attraktive Alternative zum Brennwertkessel. Die Preise für den Bezug von fossilen Brennstoffen oder von Elektrizität aus dem Netz steigen in Zukunft. Wärme aus Solarstrom zu erzeugen, zeichnet sich damit eines der wirksamsten Mittel ab, CO<sub>2</sub> wirtschaftlich zu mindern.

Das Geschäftsmodell hinter der elektrischen Wärmeversorgung erschließt sich schnell, wenn die Gestehungskosten von exemplarisch 10 ct/kWh ins Verhältnis zu einem anlegbaren Wärmestrompreis von z.B. 20 ct/kWh gesetzt werden. Mit jeder kWh können dann schon bei der Bereitstellung der „Primärenergie“ zehn ct Marge generiert werden.

Die PV-Pflicht für Immobiliendächer bestärkt diese Art der Wärmeversorgung und die Rolle der Betreiber, sich aktiv in der Energieversorgung zu engagieren, statt lediglich als Anbieter Verpächter von Dachflächen für Versorgungsmodelle Dritter von Contractoren aufzutreten.

PV zur Wärmeversorgung zu nutzen ist also attraktiv, hat aber wegen der saisonalen Verschiebung zwischen Solarstromangebot und Wärmebedarf auch Grenzen. Zu sonnenarmen Zeiten des Jahres benötigen die Betreiber Netzstrom für die Wärmepumpe.

Insgesamt sorgt der Eigenverbrauch des Solarstroms aber dafür, dass sich die Kosten für die Wärmeversorgung verringern und die Emissionen reduziert werden.

Auch nach Nutzung im Wärmesystem bleibt vor allem außerhalb der Heizperiode ein Überangebot an Solarstrom übrig, wie kann der überschüssige PV Strom genutzt werden? Bis vor wenigen Jahren war die Einspeisung ins Verteilnetz das Mittel der Wahl, weil üppige Vergütungen gezahlt wurden, finanziert über die EEG-Umlage. Dieses Modell ist allerdings Geschichte. Im Dezember 2021 war die Einspeisevergütung für Strom aus PV-Anlagen mit einer Leistung von mehr als 40 kWp z.B. bereits auf 5,27 Cent/kWh gesunken. Überschussenergie wirtschaftlich einzuspeisen – oder gar den Strom vollständig einzuspeisen – ist damit unwirtschaftlich. Deshalb ist die sogenannte Eigenverbrauchsmaximierung des CO<sub>2</sub>-freien Stroms vor Ort elementar.

Bleibt die Einspeisevergütung unattraktiv, wird der Einsatz des lokal erzeugten PV-Stroms für Allgemeinstrom und Verbrauch durch Mieter interessant. Die Nachfrage nach Strom für E-Mobilität wächst, woraus sich weitere interessante Vermarktungsoptionen für die Betreiber der Anlagen ergeben. Das Angebot von „Mieterstrom“, das seit 2017 gesetzlich geregelt ist, hat sich bislang nicht durchsetzen können. Die Umsetzung ist regulatorisch komplex und profilierte sich als eine Dienstleistung, für die Spezialisten notwendig sind. Als notwendiger Bestandteil des Business Cases einer energieoptimierten Liegenschaft spielt Mieterstrom eine feste Rolle. Dazu trägt auch der politische Wille bei, die Umsetzung zu vereinfachen und regulatorische Hürden abzubauen. Unterschiedliche Energiesektoren zu einem System zu integrieren und die Wirtschaftlichkeit ganzheitlich zu betrachten, sind für Immobilienunternehmen also zukünftig Aufgaben, die aktiv angenommen werden müssen. Die reine Verpachtung von Dachflächen stellt wirtschaftlich allenfalls nur die zweitbeste Lösung dar. Sie führt zwar dazu, dass die Mieter ein lokales Stromprodukt kaufen können. Die optimale Nutzung für Wärmeerzeugung, Haushaltsstrom oder Mobilität im Sinne der gesamten Liegenschaft oder gar eines Quartiers wird damit im Regelfall nicht erreicht.

Mit der ganzheitlichen Betrachtung und neuen Geschäftsmodellen entsteht also der Business Case für die Modernisierung und auch für Konzepte im Neubau. Lösungen wie Mieterstrommodelle, der Ersatz fossiler Energien durch Wärmepumpen und der PV Roll-Out, die bisher eher in Pilotprojekten oder von Spezialisten in den Markt gebracht wurden, werden für die große Mehrheit CO<sub>2</sub>-armer Liegenschaften zukünftig zu einem unverzichtbaren Bestandteil.

Es gilt daher diese Vorhaben radikal zu vereinfachen, um eine wirtschaftliche und schnelle Umsetzung der Klimaziele überhaupt erreichen zu können.

Der Inhalt des vorliegenden Projektes waren daher die (Weiter-)entwicklungen von Software & die Pilotierung dessen, um genau diese oben skizzierten Herausforderungen der Branche zu begegnen und somit die wirtschaftliche und einfache Integration von Erneuerbaren Energien in Gebäuden und Quartieren zu fördern.

Das Projekt teilt sich dabei in zwei Projektteile: Mieterstrom & Energiemanagement



# Hauptteil

## 2.1 Projektteil 1 – Mieterstrom

### Gegenstand und Ziele

Unter Mieterstrom versteht man somit ein Stromprodukt, das außerhalb des öffentlichen Stromnetzes dezentral innerhalb einer Immobilie / eines Quartiers erzeugt und in Kombination mit Reststrom aus dem öffentlichen Stromnetz an Mieter vermarktet wird. Solche Mieterstromangebote werden bisher von ersten Pionieren, wie bspw. Stadtwerken und spezialisierten Energiedienstleistern oder der Wohnungswirtschaft selbst realisiert. Während der ökologische Nutzen dezentraler Energieversorgung unumstritten ist, scheitern viele Akteure jedoch bisher an folgenden Herausforderungen in der Umsetzung:

- Vielzahl neuer, kleinteiliger und spezieller Prozesse
- Aufwändige Integration in bestehende Systeme (Schnittstellen zu bestehendem CRM, Debitorenmanagement, etc.)
- Komplexe und aufwändige Messinfrastruktur und Messwerterfassung
- Notwendigkeit zum Aufbau von mieterstromspezifischem Know-How

Da verbreitete energiewirtschaftliche Softwarelösungen nicht auf die kleinteilige, dezentrale Energieversorgung ausgelegt sind und die entsprechenden Prozesse somit nicht abbilden können, müssen viele Prozesse manuell abgewickelt werden. Dies resultiert in hohen Handling-Kosten für den Mieterstromanbieter, was eine Vielzahl an bisherigen Projekten unwirtschaftlich macht. Infolgedessen bleiben großen Potenziale für Mieterstromlösungen und den damit verbundenen Ausbau der erneuerbaren Energien ungenutzt. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie beziffert das Potenzial auf bis zu 3,8 Millionen Wohnungen, die in Deutschland mit PV-Mieterstrom versorgt werden können.<sup>1</sup> Weitere Potenziale ergeben sich durch Gewerbeimmobilien und die Verbindung mit energieeffizienter Kraft-Wärme-Kopplung.

Aus diesem Grund entwickelte Ampeers Energy eine spezialisierte, automatisierte Softwarelösung zum Management von Mieterstromprojekten. Die hochautomatisierte Software bildet sämtliche Prozesse und das spezifische Know-How in einer Cloud-Lösung ab und senkt durch die starke Vereinfachung die oben beschriebenen Hürden der Umsetzung.

Ziel des Projektes war zunächst die Pilotierung dieser Software, um verschiedene Anwendungsfälle zu erproben und den Einsatz der Softwarelösung an realen Projekten zu testen. Nach erfolgreicher Pilotierung des *Minimum Viable Product* (MVP) sollte anschließend sukzessive über die Projektlaufzeit das Produkt in der Funktionalität verbessert und Funktionalitätsumfang erweitert/ getestet sowie weitgehend automatisiert werden.

---

<sup>1</sup> <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/mieterstrom.html>

Folgende Teile wurden vorab als Teil des Projekts definiert:

- Die **Pilotierung** der bestehenden MVPs an realen Beispielprojekten
- Die **Fehlerbehebung innerhalb dieses MVPs** durch Programmierung
- Die sukzessive **Weiterentwicklung** und Erprobung der Lösung durch softwareseitige Umsetzung neuer Funktionalitäten in folgenden Bereichen:
  - o **Energiedatenmanagement** einer Kundenanlage, insb. Mengenerrechnungen, automatisierte Wechselprozesse und Erstellung energiewirtschaftlicher Reports
  - o **Abrechnung** von Anlagenbetreibern, Mieterstromkunden sowie das Forderungsmanagement für Mieterstromanbieter
  - o **Erstellung eines Kundenportals** zur Bereitstellung von Kundeninformationen, insbesondere der Abrechnung und Visualisierungen zum Stromverbrauch sowie der Umweltwirkung
  - o Abwicklung der Prozesse für die notwendige **Marktkommunikation** sowie relevante Netzaabrechnungen und das Belieferungsmanagement
  - o **Bilanzkreismanagement** speziell für Mieterstromprojekte und Kundenanlagen

### **Vorarbeiten und Maßnahmen vor Projektbeginn**

Vor Projektstart wurden mit Anwendern in einer Vielzahl von intensiven Gesprächen mit relevanten Nutzergruppen weitreichende Anforderungen ermittelt und die wichtigsten Anforderungen für das Energiedatenmanagement sowie die Abrechnung in einem Softwarebackend durch das Fraunhofer IOSB-AST entwickelt. Diese Entwicklungen wurden speziell für das Spin-Off Ampeers Energy umgesetzt und sind im Besitz der Ausgründung. Darüber hinaus wurden von Ampeers Energy das dazugehörige User Interface entworfen.

### **Arbeitsschritte & Vorgehen im Projekt**

Grundsätzlich wurde für sämtliche Arbeitsschritte im Projektbereich 1 ein agiles Vorgehen im Rahmen der kundenzentrierten Produktentwicklung gewählt. Dies bedeutet im Konkreten, dass insbesondere in der Pilotierung, Fehlerbehebung und Weiterentwicklung kurzfristig auf neue Erkenntnisse & Marktanforderungen eingegangen wurde, was sicherstellte, dass die oben beschriebene Herausforderungen tatsächlich zielgerichtet gelöst werden konnten. In der Softwareentwicklung selbst wurde dabei zudem auch die Methodik nach SCRUM angewandt (5)

Die **Pilotierung** der Lösung an realen Beispielprojekten wurde erfolgreich durchgeführt. Für die erste Pilotierung wurden drei verschiedene Projekte genutzt, welche sich durch ihre Verschiedenheit in folgenden Punkten gut eigneten:

- Verschiedene Messkonzepte
- Verschiedene Orte und somit auch Verteilnetzgebiete
- Verschiedene Vertragspartner

Die Pilotierung hat dabei geholfen, Fehler frühzeitig zu erkennen, Weiterentwicklungen anzustoßen sowie weitere Use Cases der Software zu identifizieren. Die **Fehlerbehebung**

erfolgte sukzessive und eventgetrieben. Fehler wurden bei Aufkommen systematisch erfasst und die die Entwicklungsroadmap eingesteuert. So konnten auch Fehleranfälligkeiten in anderen Bereichen frühzeitig erkannt werden.

Innerhalb der Projektlaufzeit wurde die Mieterstrom-Lösung zudem bei dreizehn weiteren Unternehmen implementiert. Diese beinhalten alle relevanten Nutzergruppen im Mieterstrom: Energiedienstleister, Wohnungswirtschaft selbst sowie Energieversorger. Dadurch konnte die Lösung weiter in der Breite stark verbessert werden, wodurch die Pilotphase (Pilotierung & Fehlerbehebung MVP) erfolgreich abgeschlossen wurde.

Die **sukzessive Weiterentwicklung** stellt einen Elementaren Bestandteil des Projekts durch. Folgende Funktionen konnten (weiter-)entwickelt und bereitgestellt werden:

- **Energiedatenmanagement** einer Kundenanlage, insbesondere
  - o Mengenberechnungen (Energie)
  - o Wechselprozesse und Zählermanagement
  - o Erstellung energiewirtschaftlicher Reports, z.B. die Ausweisung der energiewirtschaftlichen Kennwerte pro Kundenanlage
  
- **Abrechnung** von Anlagenbetreibern, Mieterstromkunden sowie das Forderungsmanagement für Mieterstromanbieter, u.a.:
  - o Verbesserung des Abrechnungswflows zum Mieterstromspezifischen Prozess inkl. Autarkieberechnungen
  - o Realisierung eines generellen Konzepts zur Interaktion mit verschiedenen Buchhaltungssystemen
  - o Abrechnung von Wärmepumpen und Ladesäulen im Mieterstrom zur direkten Belieferung mit PV-Strom
  
- **Erstellung eines Kundenportals:** Die Entwicklung eines direkten Kundenportals wurde nicht wie geplant durchgeführt, da hier kein generalisierbares Vorgehen gefunden werden konnte. Um diese Anforderung im Sinne relevanter Verbreitung der Lösung und der Kommunikation Richtung Endkunden (Mieter) für vertragliche Themen, aber auch Umweltwirkungen nachzukommen, wurde stattdessen eine automatisierte Schnittstelle zum Datenabruf (REST-API) entwickelt.
  
- Abwicklung der Prozesse für die notwendige **Marktkommunikation** sowie relevante Netzaabrechnungen und das Belieferungsmanagement
  - o Vollständige Realisierung und Pilotierung der Prozesskette
  
- **Bilanzierung**<sup>1</sup> speziell für Mieterstromprojekte und Kundenanlagen, insbesondere

---

<sup>1</sup> Hinweis: Dies entspricht nicht dem klassischen Bilanzkreismanagement von Energieversorgern, sondern einer spezialisierten Herangehensweise für Mieterstromanbieter

- Umsetzung verschiedener Bilanzierungsmethoden und Messkonzepte für die Energie-Markt-konforme Abrechnung
- Dynamische Ausweisung des Strommixes inkl. CO<sub>2</sub>-Emissionen auf der individuellen Stromrechnung

## **Diskussion der Ergebnisse**

Im Gesamten konnten die Projektziele des Teilprojekts klar erreicht werden. Es hat sich gezeigt, dass im und durch das Forschungsprojekt Weiterentwicklungen für die funktionale, einfache Abwicklung von Mieterstromobjekten über alle Zielgruppen hinweg getätigt werden konnten. Marktseitige und regulatorische Anforderungen haben sich über die Projektlaufzeit zum Teil verändert oder spezifiziert, was im Einzelnen zu einer Anpassung geführt hat (Beispiel: Datenschnittstelle statt Kundenportal), im Gesamten aber somit auch durch das agile Vorgehen zu einer verbesserten Erreichung des Ziels beitragen konnte.

Es hat sich gezeigt, dass das Projektziels der Vereinfachung von Prozessen für unterschiedliche Umsetzer aufgrund vielseitiger Bestandssysteme und Prozesse sehr herausfordernd war und zu höheren Anforderungen als initial geplant geführt hat. Dies war herausfordernd, jedoch konnten durch dauerhaftes Nachsteuern im Sinne des agilen Projektmanagements, einem starken Projektteam sowie der finanziellen Absicherung durch das Entwicklungsprojekt die Ziele trotzdem erreicht bzw. sogar übertroffen werden.

## **Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung**

Ziel des Vorhabens war immer, eine Grundlage zu erarbeiten, um das ökologische Geschäftsmodell Mieterstrom und dessen Umsetzung durch Vereinfachung zu fördern und somit langfristig über eine Skalierung von Projekten sowohl ökologische wie wirtschaftlich zu erreichen, da dies nur in Kombination erfolgen kann. Mieterstrom führt grundsätzlich zum Ausbau erneuerbarer Energien, da Immobilieneigentümer, infolge attraktiver Geschäftsmodelle, ungenutzte Dach- und Fassadenflächen für den Zubau erneuerbarer Energien nutzen. Dieser Prozess verläuft umso schneller, je attraktiver das Mieterstromangebot für Mieter (Mieterstrompreis) und Vermieter (Projektrendite) ist. Zudem eröffnet die effiziente Zusammenführung von lokaler Erzeugung und lokalem Verbrauch in Mietimmobilien weitere Potentiale mit großer Umweltsrelevanz im Kontext der Sektorenkopplung. Durch den Einsatz von erneuerbaren Energien (insbesondere Photovoltaik) und effizienten sektorübergreifenden Technologien (Kraft-Wärme-Kopplung durch Blockheizkraftwerke, Betrieb von Wärmepumpen, Versorgung von Elektrofahrzeugen) können so insbesondere klimarelevante CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden.

Qualitativ konnten alle Punkte erreicht wie oben beschrieben erreicht werden. Quantitativ wurden folgende Auswertungen zur Zielerreichung durchgeführt:

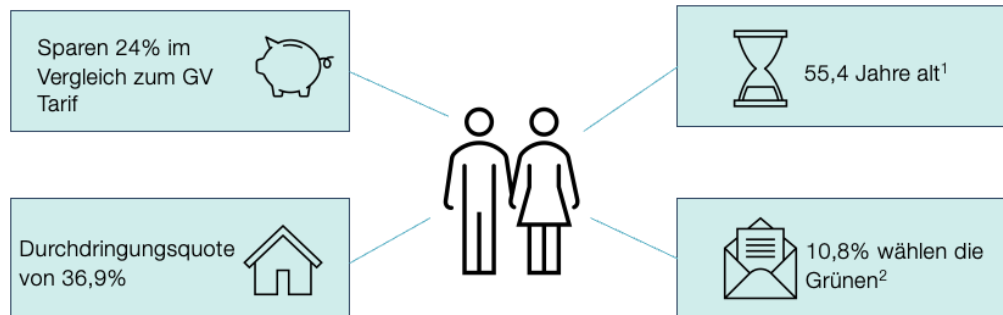
## **Sozio-ökonomische Analyse von Mieterstromdaten**

Auf Basis von über 2000 Kundenprofilen wurde untersucht, wie sich unterschiedliche Faktoren wie Alter, Regionalität, Wahlverhalten, wirtschaftliche Tarife und weitere Faktoren auf die Durchdringungsquote und somit den Erfolg von Mieterstromobjekten auswirken. Die

Ergebnisse zeichnen ein Bild, dass insbesondere ökonomische Faktoren oftmals im Vordergrund stehen und ökologische Kriterien in der Tarifauswahl eine untergeordnete Rolle spielen könnten.

## DER DURCHSCHNITTLICHE MIETERSTROMNUTZER

Untersuchung von 2084 Kundenprofilen.



1 Durchschnittsalter Deutschland: 44,5 Jahre. Stichprobe 64 Mieterstromnutzer | 2 Gesamtergebnis Bundestagswahl: 14,8%

**Figure 3: Auswertung Mieterstrom**

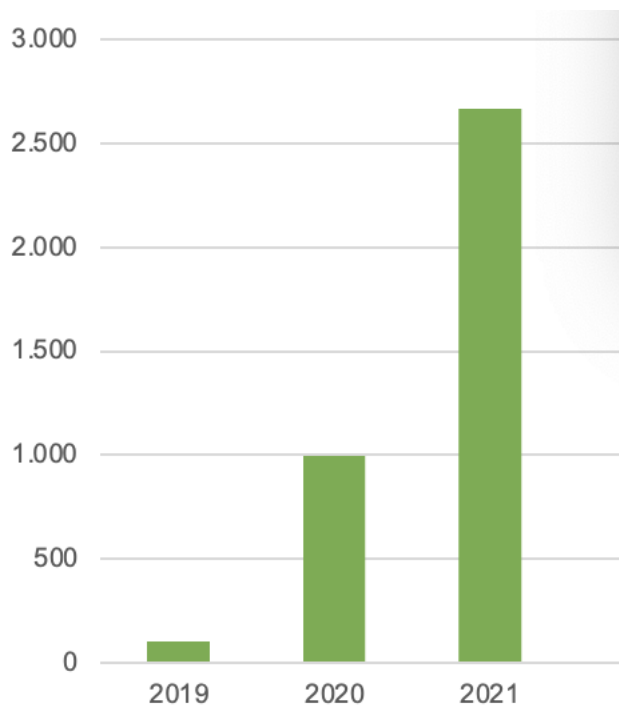
Da Mieterstromobjekte i.d.R. in großen Mehrfamilienhäusern im urbanen Raum umgesetzt werden, verfügt die Zielgruppe im Vergleich zum Bundesdurchschnitt über ein unterdurchschnittliches Einkommen. Dies kann einen Erklärungsansatz liefern, dass ökonomische Motivationen im Vordergrund stehen. Dies bestätigt jedoch auch, dass Mieterstrom ein effektives Mittel darstellt, die Energiewende im Urbanen Raum voranzutreiben und so Endkunden über wirtschaftliche Anreize von einem ökologischen Stromprodukt überzeugt.

Aufgrund der Wichtigkeit dieser Thematik wird die Untersuchung über das Projekt hinaus wissenschaftlich weitergeführt, um die Erfolgsfaktoren weiter qualitativ wie quantitativ zu bewerten und zu fördern.

### Umweltwirkung

Die Umweltwirkung ergibt sich somit durch die Nutzung umweltfreundlicher Stromerzeugung im Vergleich zur Versorgung mit Netzstrom. Der durchschnittliche Strommix im Jahr 2020 betrug 352 g CO<sub>2</sub>-Äqu./kWh. Die Daten wurden daraufhin intern weiter ausgewertet.

Im Durchschnitt können je Kundenanlage eine Autarkie (= Anteil ökologischer Lokalstrom) von 43% erreicht werden. Der Durchschnittliche Mieterstromkunde verbraucht 2200 kWh p.a. Strom, woraus sich ein ökologischer Anteil von 946 kWh pro Jahr und Zählpunkt im Mieterstrom ergibt. Daraus ergibt sich eine durchschnittliche Einsparung von 332 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente.



**Figure 4: CO2 Einsparung durch Mieterstromprojekte nach Jahren**

Innerhalb der Projektlaufzeit konnten nach internen Hochrechnungen entsprechend 3.700 t/CO2 eingespart werden. Eine kritische Würdigung dessen erfolgt in Kapitel 3.

### Technische Analyse

Die technische Analyse erfolgte in der Projektlaufzeit (jedoch außerhalb des Projektbudgets) durch externe Agenturen, u.a. mit folgenden Zielen und Ergebnissen:

- 100%ige Konformität mit DSGVO Richtlinien
- Erfolgreicher Cyber-Security Test (Penetration Testing)
- Erfolgreicher Load Test zur Sicherstellung der Betriebsfähigkeit bei Skalierung
- Sicherstellung von einer Verfügbarkeit von mindestens 98%
- State-of-the-Art Unit & Integration Test Coverage

### Maßnahmen zur Verbreitung der Vorhabensergebnisse

Folgende Maßnahmen wurden u.a. getroffen:

- Produktvideo des entwickelten Front-Ends und öffentlichkeitswirksame Verbreitung: <https://www.youtube.com/watch?v=vrwVDF-AFFA>
- Vorträge
  - Webinar Digital Talk: [https://www.youtube.com/watch?v=1ngAy-w\\_FLw](https://www.youtube.com/watch?v=1ngAy-w_FLw)
  - Weitere Vorträge auf Fachveranstaltungen

- Veröffentlichungen im sozialen Netzwerk linked.in

## 2.2 Projektteil 2 - Energiemanagement

### **Gegenstand und Ziele**

Im Projektteil zwei soll die Quartiers-Energiemanagement-Software AE District Manager (Q-EMS) aufgesetzt, pilotiert & weiterentwickelt werden. Das Q-EMS trägt entscheidend dazu bei, das übergeordnete Ziel der Liegenschaft zu erreichen: Die wirtschaftliche Systemintegration lokaler Erneuerbarer Energien auf Liegenschaftsebene zur umweltfreundlichen, kostenneutralen Energieversorgung der Mieter. Aus dieser Zielstellung lassen sich drei Unterziele ableiten:

### **Emissionsarme Energieversorgung durch Eigenverbrauchsoptimierung**

Durch die sektorenübergreifende Verknüpfung von Prognose, Optimierung und koordinierter Steuerung (Anlagenbetriebsführung) kann sichergestellt werden, dass ein Maximum an erneuerbaren Energien lokal und effizient genutzt wird. Einschränkungen könnten aus Anforderungen zur Maximierung der Wirtschaftlichkeit resultieren. Damit sichergestellt wird, dass die Wünsche des Auftraggebers vollständig und effektiv umgesetzt werden, wird die globale Zielstellung der Optimierung in enger Zusammenarbeit zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer im Rahmen der Pflichtenhefterstellung gemeinschaftlich erarbeitet.

### **Ökonomische Energieversorgung**

Das Ziel eines wirtschaftlich optimalen Betriebs der Anlagen stellt den Hauptanwendungsfall des AE District Managers dar. Die Erfüllung dieser Zielstellung wird durch die gemeinsame Erarbeitung der Optimierungsmodelle durch Auftraggeber und Auftragnehmer gewährleistet.

### **Zukunftsfähigkeit**

Das Q-EMS muss zudem flexibel ausgelegt sein, wodurch gewährleistet wird, dass zukünftige, bislang unbekannte Anforderungen des Auftraggebers oder des Energiemarkts durch bereits erprobte Schnittstellen, z.B. zur Bereitstellung von Regelenergie, umgesetzt werden können. Das System muss zudem einfach skalier- und erweiterbar sowie auf eine Vielzahl an Quartieren bzw. Liegenschaften übertragbar sein.

### **Teil des Projektes sind:**

- **Umsetzung** des Quartiersenergiemanagements
- **Integration neuer Anlagen** im Projektzeitraum
- **Entwicklung eines Front-Ends** für die Visualisierung

## **Vorarbeiten und Maßnahmen vor Projektbeginn**

Vor dem Projekt wurden mit der Jost Unternehmensgruppe die Anforderungen an die Lösung ermittelt und dokumentiert. Zudem standen Funktionalitäten des EMS-EDM PROPHET, welches vom Fraunhofer IOSB-AST entwickelt wurde, zur Verfügung.

### **Arbeitsschritte & Vorgehen im Projekt**

Die Umsetzung des Piloten ist in die drei Phasen unterteilt. In Phase 1 werden die Kernfunktionalitäten implementiert, welche anschließend in Phase 2 nach Datensammlung, Feinabstimmung und entsprechender Einrichtung sowie Training der Algorithmen um Optimierungsfunktionalitäten und weitere Features ergänzt werden. Nach erfolgreicher Abnahme wird in Phase 3 der Regelbetrieb aufgenommen (nicht Teil des Projekts).

**Hinweis:** Aufgrund von Schwierigkeiten in der Umsetzung der Konnektivität im ursprünglich geplanten Quartiersprojekt Brucklyn in Erlangen wurde der Fokus der Pilotierung verlegt und die Pilotierung anhang der Sicherheitsakademie in Traiskirchen (AT) vorgenommen. Der Umfang sowie auch die technische Ausgestaltung ist dabei gleich geblieben, wodurch auch die Projektziele keineswegs gefährdet wurden. Die nachfolgende Betrachtung der Umsetzung bezieht sich somit auf das aktualisierte Pilotobjekt.

### **Kernfunktionen des Q-EMS**

In Phase 1 wurden die notwendigen Kernfunktionen des Q-EMS implementiert. Diese beinhalten die Anbindung der verfügbaren Anlagen sowie grundlegende Steuerungs- und Monitoring-Funktionalitäten. Die Phase 1 setzt sich dabei zusammen aus Konzeption, Umsetzung und Inbetriebnahme. Die Konzeptionsphase wird grundsätzlich mit der Finalisierung der Spezifikation des Piloten abgeschlossen.

Im Rahmen dieser Phase erfolgen das Customizing des bestehenden Systems zur Bereitstellung der Funktionalitäten, die bei Inbetriebnahme nötig sind. Dies beinhaltet insbesondere:

- a. Implementierung der Schnittstellen
- b. Anpassung der Prozesse und Datenmodelle
- c. (Weiter-) Entwicklung notwendiger Features
- d. Modellierung der Betriebsführungsprozesse
- e. Durchführung und Dokumentation von Funktionstests

Die Umsetzungsphase wird, basierend auf den Ergebnissen eines Integrations- und Systemtests der Schnittstellen und Funktionalitäten des Q-EMS komplettiert.

### **Feinjustierung des Q-EMS**

In Phase 2 wurden, ab Go-Live, bestehende Funktionen feinjustiert und ggf. zusätzliche Features ergänzt. Diese betreffen insbesondere Funktionalitäten der Prognose und



Optimierungsmodelle Die Phase ist unterteilt in Initialbetrieb/ Feinabstimmung, Schulung/ Dokumentation sowie Umsetzung und Endabnahme.

In der Regel ist es aufgrund fehlender historischer Daten notwendig, das Q-EMS für mehrere Wochen zu betreiben und erste Optimierungsansätze zu erproben. In dieser Zeit kann es zu signifikanten Abweichungen in der Betriebsführung kommen und keine optimierte Betriebsführung der DER durch das Q-EMS gewährleistet werden. Diese Phase dient dem Training und Anlernen des Q-EMS. Erst nach Anpassung und Weiterentwicklung der Modelle wird ein optimierter Betrieb sichergestellt. Ergänzend erfolgte eine weitere Feinabstimmung zwischen den Projektpartnern, indem Detailfragen auf Grundlage erster Erkenntnisse aus dem Initialbetrieb analysiert und Ableitungen festgelegt werden.

Folgende Funktionalitäten konnten wie geplant in der Pilotierung umgesetzt werden:

### **Prognosen**

- Vorhersage Strom-, Wärme- und Kältebedarf Wohneinheiten
- Vorhersage Strom-, Wärme- und Kältebedarf Gewerbe
- Vorhersage der benötigten Leistung für die Elektromobilität
- Vorhersage der PV-Stromerzeugung

### **Optimierung**

Zur Optimierung wurden geeignete mathematische Modelle erstellt, welche folgende relevante Eingangsdaten berücksichtigen:

- Prognosezeitreihen (Verbrauch und Erzeugung)
- Externe Wetterprognosezeitreihen (Temperatur)
- Preiszeitreihen
- Zustandsinformationen zu den technischen Einheiten (PV, BHKW, Speicher, Ladesäulen, usw.)
- Informationen zu bestehenden (Energie-)Lieferverträgen
- Berechnung optimierter Fahrpläne (Einsatzplanung) unter Berücksichtigung definierter Anforderungen/ Randbedingungen
- Export der Fahrpläne

### **Betriebsführung**

- Automatisierte Ableitung einer ganzheitlich optimierten Betriebsführungsstrategie
- Steuerungsvorgaben für alle steuerbaren Erzeuger und Verbraucher im Quartier
- Automatisierte Betriebsüberwachung des Energiemanagements

### **Entwicklung der Visualisierung**

- Übersichtliche und moderne Ansicht der erzielten ökologischen und ökonomischen Einspareffekte und energiewirtschaftlicher Kennwerte

- Bereitstellung individueller Handlungsempfehlungen zur weiteren Verbesserung der Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit

### **Diskussion der Ergebnisse**

Es konnten wie geplant alle Funktionen umgesetzt werden. Dabei zeigte sich ebenfalls wie in Projektteil 1, dass oftmals kurzfristig auf neue Erkenntnisse reagiert werden musste. Dies bezieht sich sowohl auf die Entwicklungsseitigen Anpassen wie auch auf neue Erkenntnisse mit Projektpartnern im Pilotprojekt.

Die größte Herausforderung zur Sicherstellung des Projektziels war der Wechsel des Pilotobjekts nach bereits erfolgten Abstimmungen. Diese konnte erfolgreich durchgeführt werden, was jedoch auch zu Mehraufwänden führte. Durch dadurch bedingte Verzögerungen sowie bauseitige Verzögerungen während der Corona-Pandemie war es bis zum Projektzeitraum nicht möglich, eine detaillierte Auswertung im Betrieb während der Projektlaufzeit zu gewährleisten. Dies wird jedoch auch nach Projektende weitergeführt und gefährdet somit auch den langfristigen Projekterfolg nicht.

### **Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung**

Ziel des Vorhabens war es, bestehende und neue Komponenten zu verbinden, um einen komplett neuen Ansatz von Energiemanagement im Gebäudebereich zu erproben und damit zur wirtschaftlichen und ökologischen Systemintegration von Gebäuden und Quartieren im Energiesystem beizutragen. Im Pilotprojekt wurde dieses Ziel erreicht und viele Erkenntnisse zur nachfolgenden Weiterentwicklung bzw. Vereinfachung hinzu einem skalierbaren Ansatz gezogen.

Qualitativ konnten alle Funktionalitäten erreicht wie oben beschrieben erreicht werden. Quantitativ wurden folgende Auswertungen zur Zielerreichung durchgeführt:

#### **Ökonomische Analyse**

Eine detaillierte ökonomische Analyse über die Wirkungsweise im Piloten ist nur nach Regelbetrieb möglich und wird dort durchgeführt. Um jedoch die Wirkungsweisen im Projektumfang zu verstehen und wirtschaftlich wie ökologisch bewerten zu können, wurde der Betrieb des Energiesystems mit tatsächlichen Zeitreihen und gleicher Optimierungslogik im Projekt simuliert und bewertet. Es hat sich dabei gezeigt, dass der optimierte Betrieb durch einen Eigenverbrauch von lokal erzeugtem Strom eben nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll ist. Aufgrund der Vertraulichkeit der wirtschaftlichen Daten können diese an dieser Stelle nicht weiter beschrieben werden.

#### **Umweltwirkung**

Die positive Umweltwirkung des Piloten im Gesamten ergibt sich aus der Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen im Vergleich zum Status vor dem ganzheitlichen Modernisierungsobjekt. Diese ergeben sich aus der Strom- und Wärmeversorgung, welche vor Projektstart mit gasbasiert auf der Wärmeseite (Referenzwert: 200 g CO<sub>2</sub>/kWh) sowie stromseitig mit Netzstrom (Referenzwert: 260 g CO<sub>2</sub>/kWh, Österreichischer Strommix) konventionell erfolgte.

Durch das angestoßene Maßnahmenpaket auf der Anlagenseite (PV-Anlage, Wärmepumpe, Blockheizkraftwerk, Wärmespeicher, elektrischer Wärmeerzeuger für Spitzenlast) können die Emissionen in den Simulationsszenarien von 510 t CO<sub>2</sub> p.a. um 397 t p.a. gesenkt werden. Durch den Einsatz der optimierten Betriebsführung kann dieser Wert um weitere 67 t p.a. gesenkt werden.

### ERGEBNISSE TRAIISKIRCHEN: EFFEKT DER OPTIMIERUNG

	Optimiert	Unoptimiert
Eigenverbrauch	98 %	65 %
Autarkie	68 %	43 %
CO <sub>2</sub> Ersparnis (Strom und Wärme)	464 t	397 t

**Figure 5: Auswertung Energiemanagement**

Die Effekte und Kennzahlen werden zudem in der Software dauerhaft erfasst und im Betrieb dauerhaft bewertet.

#### Technische Analyse

Die technische Analyse erfolgte in der Projektlaufzeit (jedoch außerhalb des Projektbudgets) durch externe Agenturen, u.a. mit folgenden Zielen und Ergebnissen:

- Erfolgreicher Cyber-Security Test (Penetration Testing)
- Erfolgreicher Load Test zur Sicherstellung der Betriebsfähigkeit bei Skalierung
- Sicherstellung von einer Verfügbarkeit von mindestens 98%
- State-of-the-Art Unit & Integration Test Coverage Optimierung & Prognose
- Geringe Fehlerrate bzw. hohe Präzision Optimierung & Prognose (Testsystem)

#### Maßnahmen zur Verbreitung der Vorhabensergebnisse

Folgende Maßnahmen wurden u.a. getroffen:

- Produktvideo des entwickelten Front-Ends und öffentlichkeitswirksame Verbreitung: <https://www.youtube.com/watch?v=tEKx9kBODag>
- Vorträge
  - Webinar Digital Talk: [https://www.youtube.com/watch?v=1ngAy-w\\_FLw](https://www.youtube.com/watch?v=1ngAy-w_FLw)
  - Energieforen Leipzig (geplant)
- Veröffentlichungen im sozialen Netzwerk linked.in: <https://www.linkedin.com/company/ampeersenergy/mycompany/?viewAsMember=true>

## **Fazit**

Im Gesamten kann das Projekt als sehr erfolgreich eingeordnet werden. Sowohl Projektteil 1 wie auch Projektteil 2 wurden erfolgreich in der Projektlaufzeit und in der geplanten Qualität und Umfang bearbeitet und erfolgreich abgeschlossen.

Allerdings handelt es sich bei beiden Projektteilen um Piloten und grundsätzliche Entwicklungen. Es muss somit sichergestellt werden, dass diese Entwicklungen weitergetrieben werden, um die abgezielte Umweltwirkung in der Breite zu erreichen, sodass die sektorübergreifende Energiewendewende im Gesamten durch die Entwicklungen

in Deutschland und darüber hinaus positiv und signifikant vorangetrieben wird. Hierfür gilt es weiterhin Prozesse zu vereinfachen, sodass z.B. auch kleinere Liegenschaften wirtschaftlich dekarbonisiert werden können.

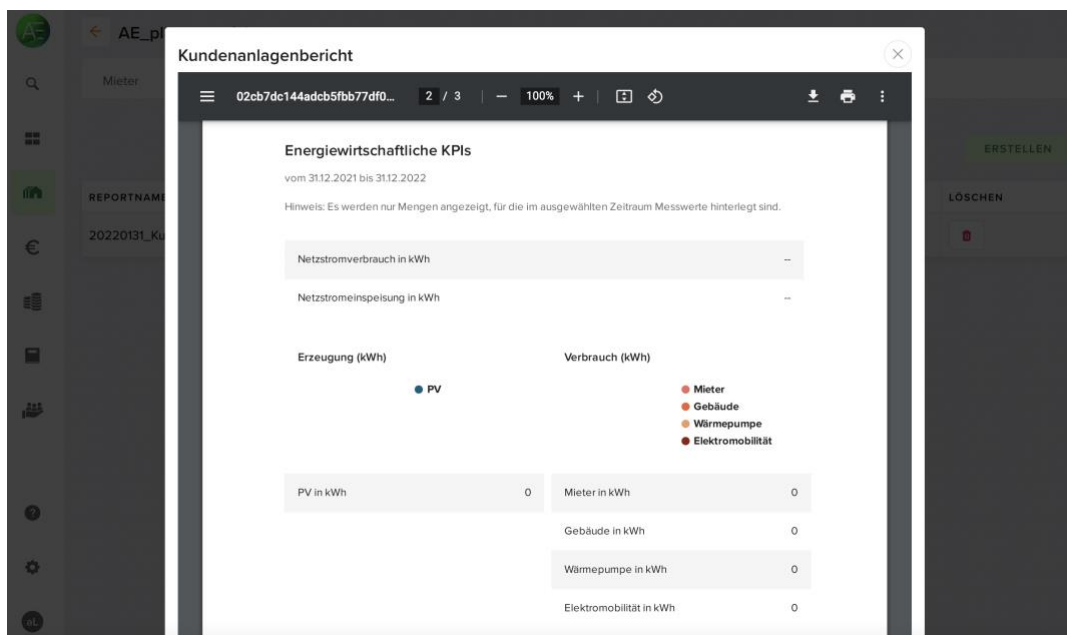
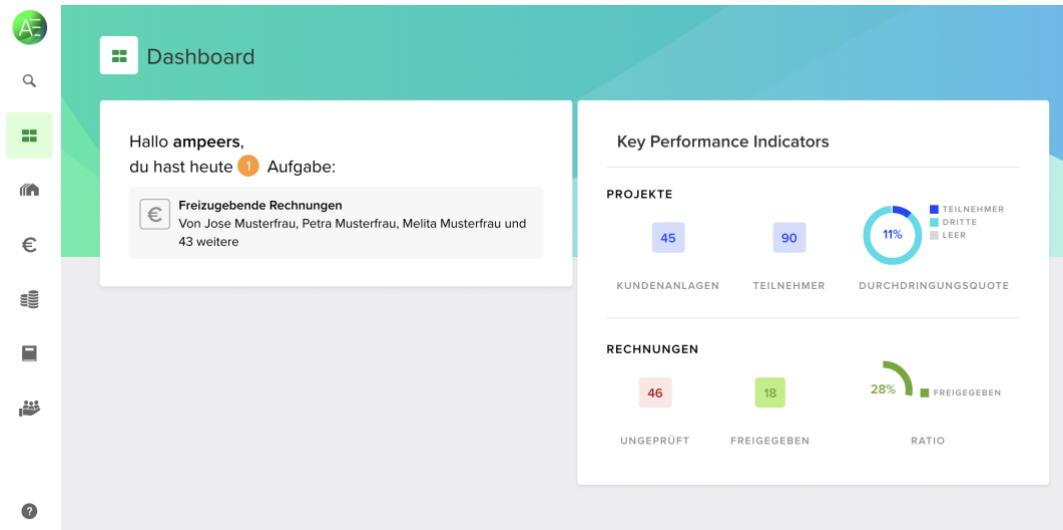
Die Umweltwirkung wurde in beiden Projektteilen mit aktuellen Daten und teilweise Simulationen untersucht, muss aber natürlich auch langfristig im Betrieb und in der Breite überwacht und ausgebaut werden. Hierbei ist insbesondere sicherzustellen, dass die Datengrundlage so erweitert wird, dass bauseitige und software-seitige Effekte erfasst und separat ausgewiesen werden können. Hierfür ist bereits eine wissenschaftliche Arbeit zur Ökobilanzierung der Umsetzungsprojekte (inkl. aller Maßnahmen) im Allgemeinen in Arbeit. So kann dieser Prozess und die Aussagekraft noch weiter verbessert werden.

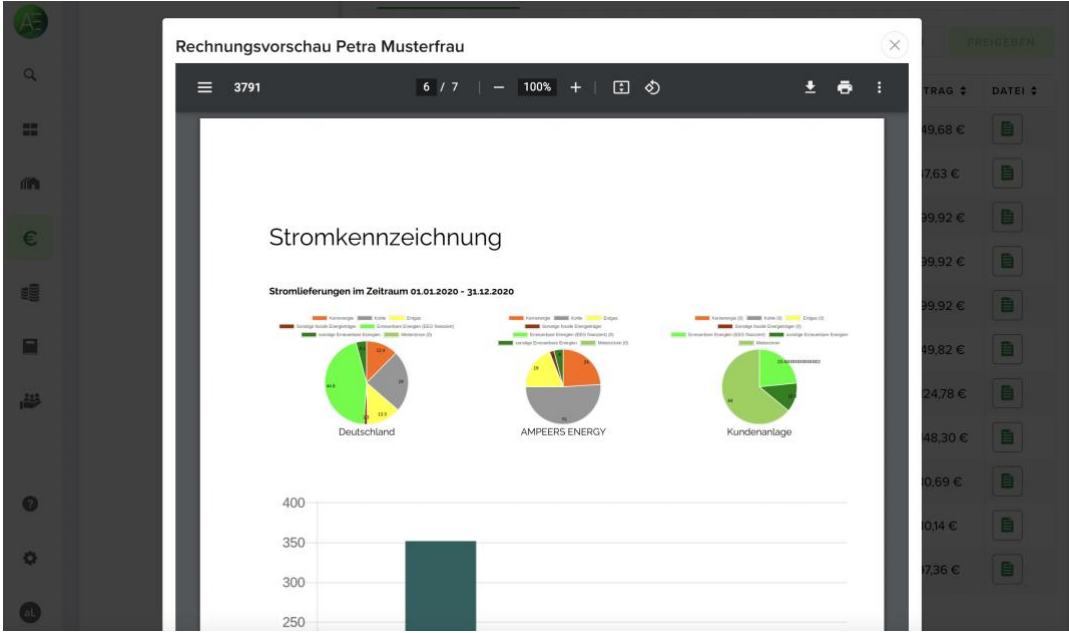
Ein weiteres Potenzial bietet die CO<sub>2</sub>-Optimierung. Während heute die Zielgröße von Optimierungen i.d.R. primär wirtschaftlicher Natur sind, gilt es noch weiter CO<sub>2</sub>-getriebene Optimierungsmodelle zu entwickeln und anzuwenden. Hierzu ist derzeit ein Forschungsprojekt mit Anwendungspartnern aus der Wohnungswirtschaft in Planung.

Abschließend sei an dieser Stelle noch erwähnt, dass dieses Entwicklungsprojekt dem Unternehmen Ampeers Energy in einer frühen Start-Up-Phase entscheidend geholfen hat, heutige Projekte umzusetzen und so dazu beizutragen, dass insbesondere der Immobilienbestand sukzessive dekarbonisiert werden kann. Hierfür ist das Unternehmen Ampeers Energy der Deutschen Bundesstiftung Umwelt zutiefst dankbar. Ampeers Energy leitet daraus den Auftrag zum langfristigen positiven Beitrag im Sinne der Dekarbonisierung ab und nimmt diesen sehr gerne an.

# Anhang

## Auswahl Screenshots AE Local Supplier (Mieterstrom)

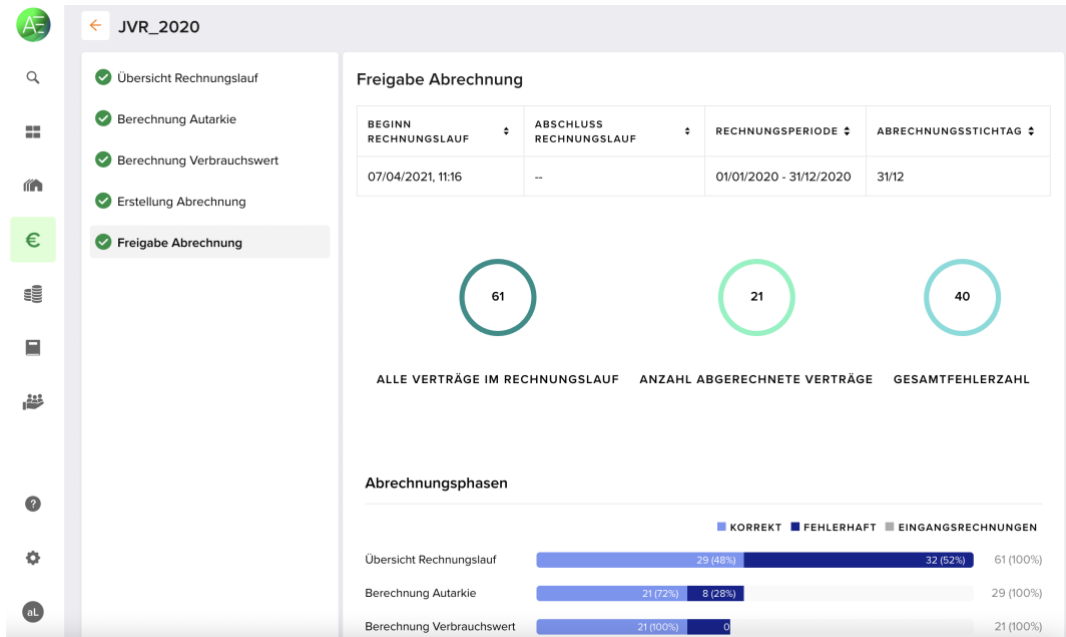




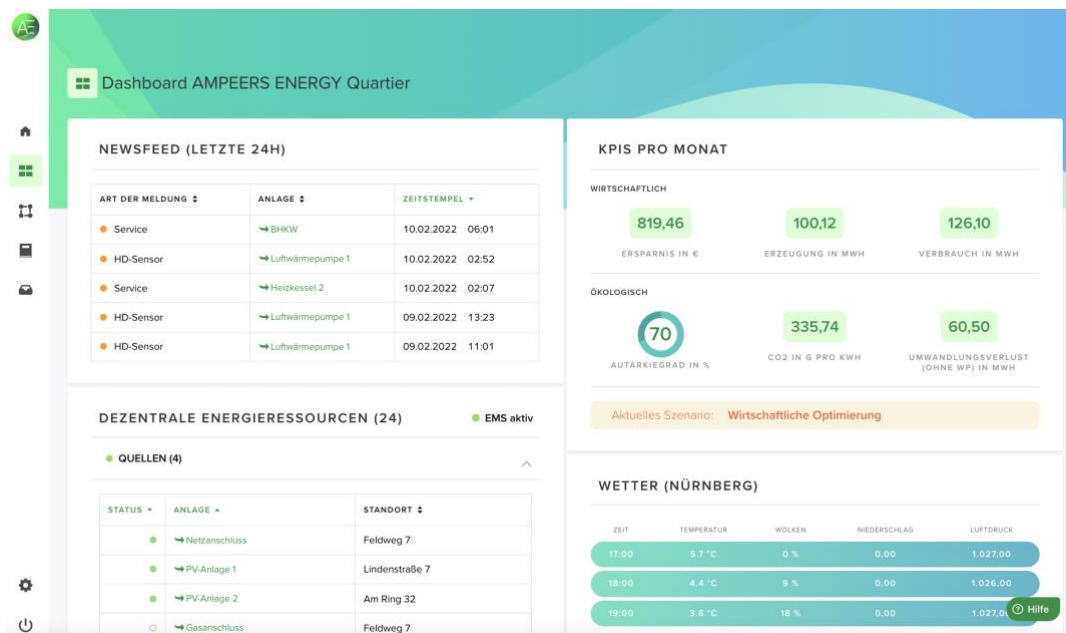
Reports EXPORT ERSTELLEN

KUNDENBASISBERICHT

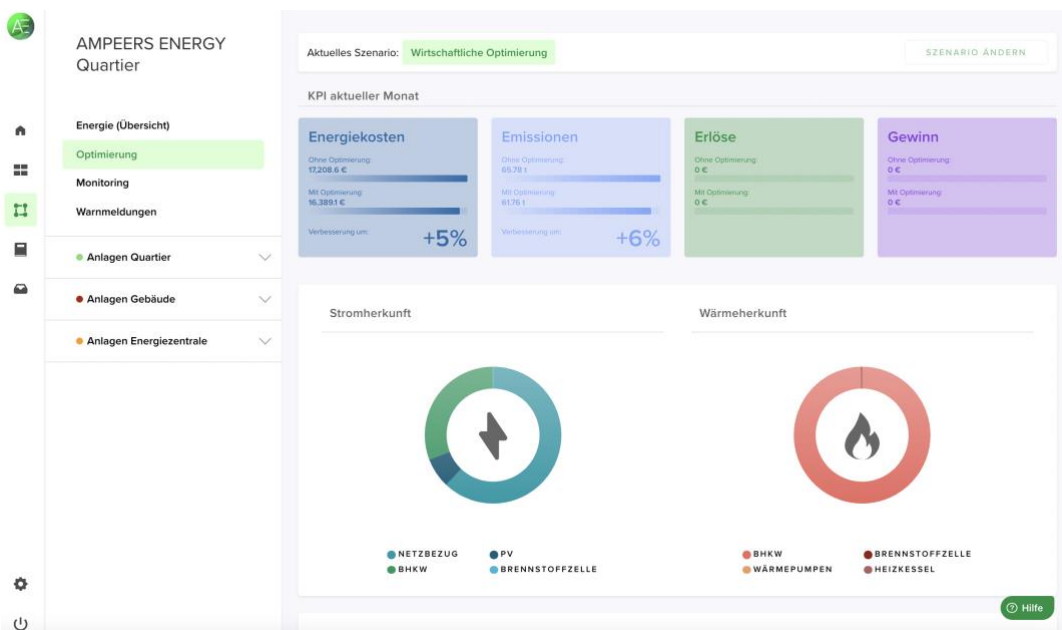
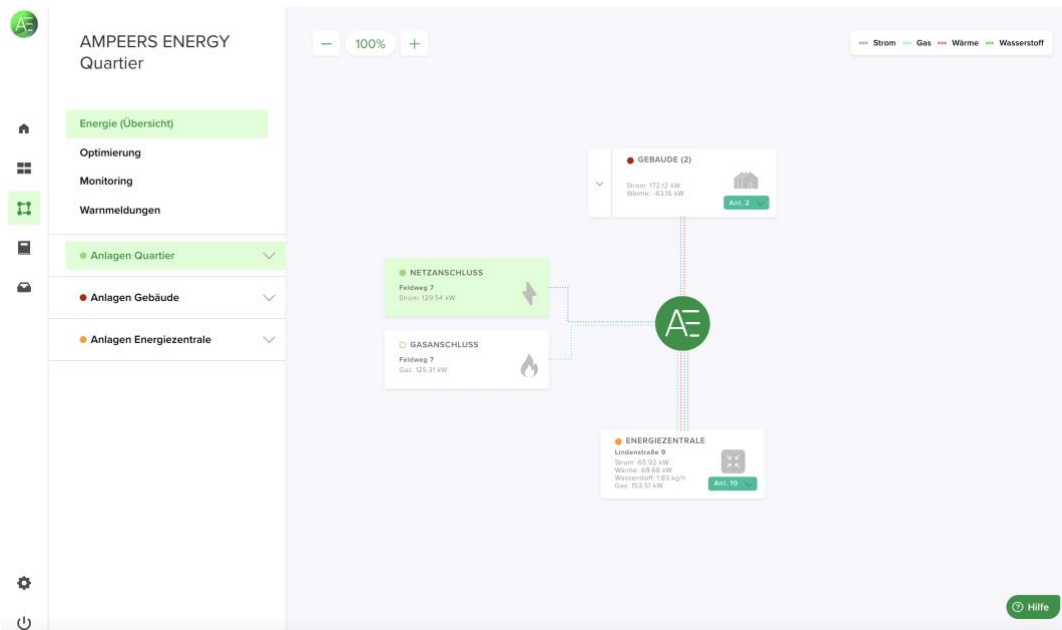
REPORTNAME	ERSTELLUNGSDATUM	DATEI	LÖSCHEN
20211206_Kundenbasisbericht_AMPEERS.csv	06/12/2021		
20211206_Kundenbasisbericht_AMPEERS.csv	06/12/2021		
20211206_Kundenbasisbericht_AMPEERS.csv	06/12/2021		
20211206_Kundenbasisbericht_AMPEERS.csv	06/12/2021		
20211206_Kundenbasisbericht_AMPEERS.csv	06/12/2021		
20211206_Kundenbasisbericht_AMPEERS.csv	06/12/2021		
20211206_Kundenbasisbericht_AMPEERS.csv	06/12/2021		
20211206_Kundenbasisbericht_AMPEERS.csv	06/12/2021		
20211109_Kundenbasisbericht_AMPEERS.csv	09/11/2021		
20220110_Kundenbasisbericht_AMPEERS.csv	10/01/2022		

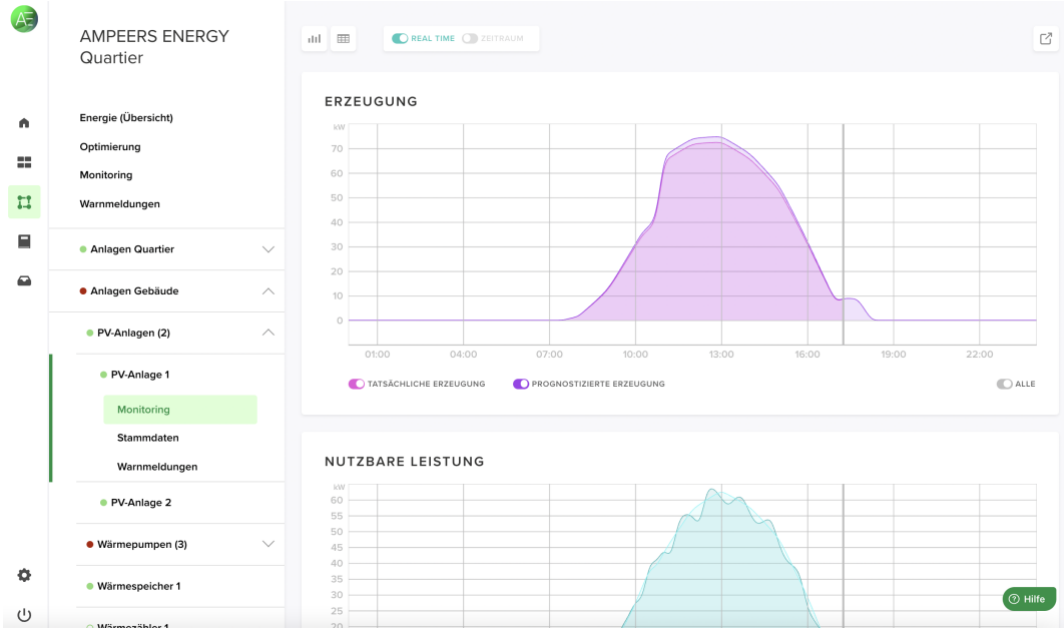


## Auswahl Screenshots AE District Manager (Energiemanagement)









# Literaturverzeichnis

1. **Bundesregierung.** *Generationenvertrag für das Klima.* Berlin : s.n., 2021.
2. **UBA.** *Energiesparende Gebäude.* Berlin : s.n., 2020.
3. **Zeit.** *Gebäude- und Verkehrssektor verfehlen Klimaziele.* Hamburg : s.n., 2022.
4. **dena.** *Gebäudereport - Fokusthemen zum Klimaschutz im Gebäudebereich.* Berlin : s.n., 2021.
5. **SCRUM.** s.l. : <https://scrumguides.org/>, 2020.
6. **BMWi.** *Gesamtausgabe der Energiedaten.* Berlin : s.n., 2021.
7. **BMWi .** *Mieterstrom: Energiewende im eigenen Haus.* Berlin : s.n., 2020.
8. **Fraunhofer ISE.** *Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland.* Freiburg : s.n., 2021.
9. **Institut für Solarenergieforschung.** *Solare Systeme.* Hannover : s.n., 2021.