

Partner:



LANDES-
HAUPTSTADT
STUTT GART



Universität Stuttgart



überlingen



Projektgruppe
Wirtschaftsinformatik



energieagentur
Ravensburg



Assoziierte Partner:



Deliverable 3.1.5

Handlungsempfehlungen auf Basis der geschätzten Strom- und Wärmebedarfsdaten

Erstellt im Verbundvorhaben STADTQUARTIER 2050 im Rahmen der Förderinitiative „Solares Bauen/ Energieeffiziente Stadt“ aus dem 6. Energieforschungsprogramm

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Autoren: Fraunhofer FIT

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Augsburg, 31.03.2021; **Version 1.0**

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

1	Einführung	3
2	Datengrundlage zur Bestimmung der Energiebedarfsprofile	4
2.1	Überlingen	4
2.2	Stuttgart	5
3	Methodischen Vorgehen zur Bestimmung der Energiebedarfsprofile	7
4	Ergebnisse	9
4.1	Überlingen	9
4.2	Stuttgart	11
5	Handlungsempfehlungen	12
5.1	Handlungsempfehlungen für Investoren/ Planer	12
5.2	Handlungsempfehlungen für Bewohner*innen	13
5.3	Handlungsempfehlungen für Energieversorger	14
6	Literaturverzeichnis	15

1 Einführung

Seit März 2018 fördern die Bundesministerien für Bildung und Forschung sowie Wirtschaft und Energie das Projekt „STADTQUARTIER 2050 - Herausforderungen gemeinsam lösen: Beispielgebende Sanierung und Nachverdichtung von Stadtquartieren zu klimaneutralen Wohnsiedlungen mit Leuchtturmanwendungen in Stuttgart und Überlingen“. Das Projektkonsortium besteht auf der Seite der Wissenschaft aus zwei Instituten der Fraunhofer Gesellschaft, der Universität Stuttgart, dem Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien GmbH sowie dem Forschungsinstitut für Wärmeschutz e. V. München, auf der Seite der Kommunen aus der Landeshauptstadt Stuttgart sowie der Stadt Überlingen und auf der Seite der Wirtschaft aus der Baugenossenschaft Überlingen eG, der Stadtwerke Stuttgart GmbH, der Stadtwerk am See GmbH & Co. KG, der Energieagentur Ravensburg gGmbH sowie der puren GmbH.

In Deutschland ist trotz starker Industrie der Immobiliensektor für über ein Drittel des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen verantwortlich, davon ca. 75% allein für Raumwärme (Umweltbundesamt 2020). Die bisher primär auf private Einzelobjekte zielenden Maßnahmen reichen bei weitem noch nicht aus, um die international gegebenen Reduktionszusagen im Immobiliensektor bis 2030 erfüllen zu können. Hierfür wären von 2019 bis 2030 jährliche CO₂-Reduktionen von 4,68% erforderlich, weit mehr als in allen anderen Sektoren (European Environment Agency 2015; acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V 2017). Daher ist in diesem Sektor eine drastische Reduktion der Treibhausgasemissionen von zentraler Bedeutung. Da sich viele Reduktionen in privaten Einzelobjekten trotz der Anreize nicht rechnen bzw. bei einigen Eigentümern häufig auf Umsetzungshemmnisse stoßen, kommt allen Arten von Quartieren eine erhebliche Bedeutung zu. Dies gilt sowohl für den Gebäudebestand als auch für Neubauten. Dabei muss auf eine konsequente hohe bauliche Energieeffizienz und zudem auf eine emissionsarme Energieversorgung gesetzt werden.

Dieses Deliverable dient als Grundlage für spätere Arbeitspakete und in diesem Zusammenhang vor allem für die Entwicklung des Grid-Optimizers. Im Folgenden werden auf Basis der Arbeiten 3.1.1 bis 3.1.4 Strombedarfsdaten für die Wohnquartiere in Überlingen und Stuttgart geschätzt. Wie bereits in den Deliverables 3.1.2. und 3.1.3 beschrieben, ließ die ungenügende Datengrundlage keine Schätzung zu Wärmebedarfsdaten zu. Für den weiteren Verlauf des Projekts, besonders für die Entwicklung des Grid-Optimizers, führt dies jedoch voraussichtlich zu keinen Herausforderungen, da auch der Grid-Optimizer nur Optimierungen des Strombedarfs vornehmen wird. Besonders im Stromnetz muss jederzeit ein Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage herrschen. Durch diese Besonderheit des Stromnetzes sind Prognosen zum Strombedarf sowie eine intelligente Steuerung von Bedarf und Angebot, im Rahmen des Grid-Optimizers, hochrelevant für klimaneutrale Wohnquartiere. Dies gilt besonders, da die Quartiere anstreben, auch

selbst Strom zu erzeugen und einzuspeisen bzw. den selbst erzeugten Strom direkt zu verbrauchen.

In diesem Deliverable wird zunächst vorgestellt, welche Daten für die Schätzungen der Bedarfsprofile verwendet wurden. Anschließend wird die verwendete Methodik vorgestellt, um darauf aufbauend die Bedarfe zu bestimmen. Am Ende werden entsprechende Handlungsempfehlungen zu den einzelnen Wohnquartieren gegeben.

2 Datengrundlage zur Bestimmung der Energiebedarfsprofile

In Deliverable 3.1.4 wurden verschiedene Energieprofilcluster mit Hilfe eines externen Datensatzes bestimmt. Diese Cluster bilden die Grundlage für die Abschätzungen der Strombedarfe in diesem Deliverable. Die Cluster unterscheiden sich jeweils anhand verschiedener soziodemographischer Eigenschaften der Bewohner*innen und baulicher Eigenschaften der Wohnung. Details zu den verschiedenen Clustern sind in Deliverable 3.1.4 nachzulesen. Die genaue Beschreibung der Methodik ist in Kapitel 3 dieses Deliverables zu finden.

Um in diesem Deliverable mit den Energieprofilclustern aus 3.1.4 arbeiten zu können, ist es in einem ersten Schritt nötig, Daten, die in dem externen Datensatz vorlagen, auch für die beiden Wohnquartiere zu bestimmen.

2.1 Überlingen

Das Wohnquartier in Überlingen war zum Zeitpunkt der Berichtserstellung (Ende 2021) bereits teilweise gebaut (Haus-Nr. 17, 19, 21, 25, 27). Die Schätzung der Strombedarfe des Wohnquartiers in Überlingen erfolgt daher auf Basis der Daten der Mieter*innen die in den neuen Gebäuden zum Zeitpunkt der Berichtserstellung lebten. Diese Daten wurden von der Baugenossenschaft Überlingen erhoben und stammen aus den Bewerbungsunterlagen der Mieter*innen für eine der neu gebauten Wohneinheiten. Den Autor*innen dieses Arbeitspakets lagen diese Bewerbungsdaten in anonymisierter Form vor. So ließen sie eine Schätzung der Strombedarfe des Quartiers zu, konnten aber nicht der/dem einzelnen Mieter*in zugeordnet werden.

Als Grundlage der Berechnungen standen für dieses Deliverable folgende Parameter aus Überlingen zur Verfügung:

- Alter der Hauptmieter*in – Durchschnitt: 50,19 Jahre
- Anzahl der Bewohner*innen – Durchschnitt: 1,83 Personen
- Arbeitsverhältnis der/ des Bewohner*in

- Nettoeinkommen des Haushalts – Durchschnitt: 3509,46 €
- Anzahl der Kinder – Durchschnitt: 0,2 Kinder

2.2 Stuttgart

Da im Wohnquartier in Stuttgart zum Zeitpunkt der Berichterstellung (Ende 2021) planungsgemäß noch keine der Wohneinheiten fertiggebaut war und somit noch keine Daten zu den Bewohner*innen vorlagen, mussten entsprechende Abschätzungen für die Bestimmung der Strombedarfe getroffen werden. Hierzu wurden Daten aus einem vergleichbaren Quartier, sowie allgemeine Daten des Statistischen Landesamts Baden-Württemberg herangezogen. Außerdem konnten erste Abschätzungen bereits auf Basis des Bauplans des Quartiers getroffen werden.

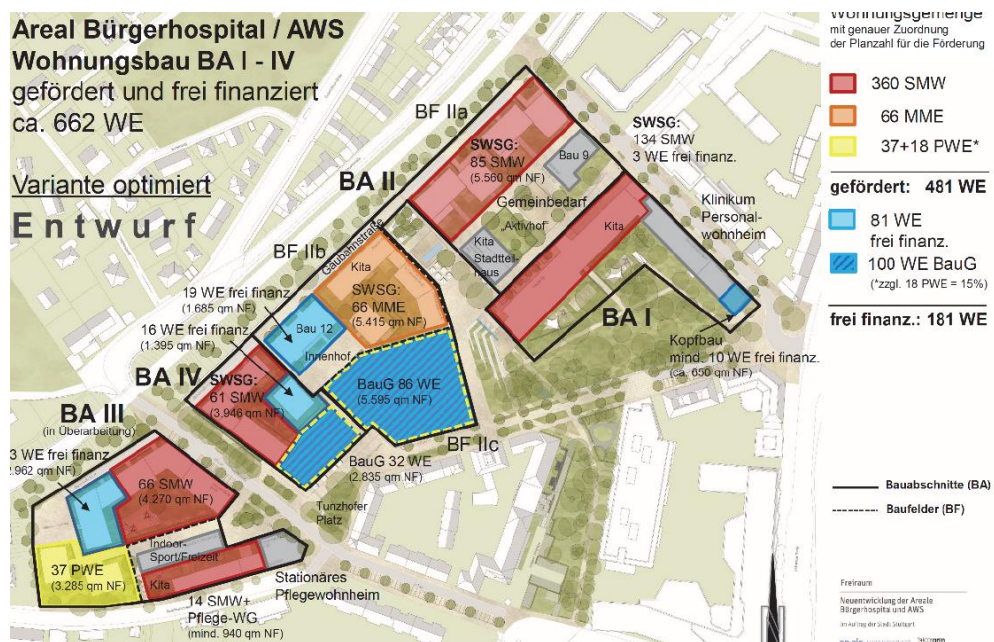


Abbildung 1: Aktueller Bauplan des Quartiers in Stuttgart

Der Bauplan in Abbildung 1 gibt Aufschluss über grundlegende Daten zum Wohnquartier die für die Abschätzung der Strombedarfe notwendig sind. Aktuell sind 662 Wohneinheiten geplant von denen aktuell 532 vermietet werden sollen. Der Rest der Wohneinheiten soll auf dem Wohnungsmarkt angeboten werden. Hier ist somit noch nicht genau bestimmbar, ob ein Mietverhältnis bestehen wird. Daher wird für die folgenden Betrachtungen für diese 130 verbleibenden Wohnungen angenommen, dass sie dem Durchschnitt in Deutschland (53%) entsprechend vermietet werden (Statistisches Bundesamt Deutschland 2020a). Somit ergeben sich folgende **Abschätzungen zum Mietverhältnis**:

- 601 Mietwohnungen und 61 Eigentumswohnungen

Abbildung 1 gibt zudem Auskunft darüber, wie viele der Wohnungen staatlich gefördert sind. Dabei sind 360 Sozialwohnungen, 66 Wohnungen für mittlere Einkommen und 55 Wohnungen der Kategorie „Preiswertes Eigentum“ geplant. Die verbleibenden 181 Wohnungen unterstehen keiner besonderen Förderung. Da für die Bestimmung der Strombedarfe das Einkommen der Bewohner*innen relevant ist, enthält die Art der Förderung der Wohnung für dieses Arbeitspaket relevante Informationen. Wir ordnen Bewohner*innen von Sozialwohnungen ein „niedriges Einkommen“, Bewohner*innen von Wohnungen für mittlere Einkommen „niedriges bis mittleres Einkommen“ und auch Bewohner*innen von Preiswertem Eigentum „niedriges bis mittleres Einkommen“ zu. Die nicht geförderten Wohnungen werden mit Hilfe von Daten des statistischen Landesamtes in Baden-Württemberg den verschiedenen Einkommensklassen zugeordnet (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2020). Somit ergibt sich folgende **Einteilung der Wohnungen**:

- 360 Wohnungen mit niedrigen Einkommen
- 223 Wohnungen mit niedrigen bis mittleren Einkommen
- 53 Wohnungen mit mittleren bis hohen Einkommen
- 26 Wohnungen mit hohen Einkommen

Aus diesen Abschätzungen zur Einteilung kann nun der Anteil der Wohnungen mit Arbeitslosigkeit abgeschätzt werden. Der Anteil der Wohnung mit Arbeitslosigkeit ist relevant für das Abschätzen der Strombedarfe, da hier tagsüber mehr Energie verbraucht wird. Die Arbeitslosigkeit liegt landesweit bei 4,5% (Statistisches Bundesamt Deutschland 2020b). Auf Grund des hohen Anteils von Sozialwohnungen wird jedoch angenommen, dass in 15% der Wohnungen Arbeitslosigkeit besteht. Daher ergibt sich für die **Anzahl der Wohnungen mit Arbeitslosigkeit**:

- 100 Wohnungen mit arbeitslosen Bewohner*innen

Zusätzlich zu diesen Daten wurden auf Basis der Daten des Vergleichsquartiers in Stuttgart Informationen zum Alter der Bewohner*innen, zur Anzahl der Bewohner*innen in einer Wohnung und zur Anzahl der Kinder, die in einer Wohnung leben, geschätzt. Außerdem werden die Flächen der Wohnungen des Vergleichsquartiers übernommen. So ergeben sich folgende Mittelwerte:

- Wohnflächen: Durchschnitt: 73,4 m²
- Anzahl Zimmer: Durchschnitt: 3,1
- Anzahl Bewohner*innen: Durchschnitt: 3,0

- Alter der Hauptmieter*innen: Durchschnitt: 41,9

3 Methodischen Vorgehen zur Bestimmung der Energiebedarfsprofile

Das methodische Vorgehen in diesem Deliverable baut auf dem Vorgehen in Deliverable 3.1.4 auf. So werden den verschiedenen Wohnungen mithilfe von Bayes-Klassifikatoren Wahrscheinlichkeiten für die Zugehörigkeit zu den jeweiligen Energieprofil-Clustern zugeordnet. Bayes-Klassifikatoren finden sehr häufig Anwendung in der Praxis auf Grund ihrer einfachen Umsetzbarkeit. Der Grund hierfür liegt in der Annahme zur stochastischen Unabhängigkeit der Wahrscheinlichkeitsfunktionen der Zugehörigkeiten zu den verschiedenen Clustern. Diese ermöglicht das Schätzen eindimensionaler Wahrscheinlichkeitsfunktionen auch auf Basis einer relativ kleinen Datengrundlage.

Die Zuordnung in diesem Arbeitspaket basiert auf dem externen Datensatz, der in 3.1.4 näher beschrieben wird. Mit Hilfe der Wahrscheinlichkeiten kann ein erwarteter Strombedarf der jeweiligen Wohnung bestimmt werden.

Die Zugehörigkeiten werden wie folgt berechnet. Zuerst wird die Auftretenswahrscheinlichkeit eines Haushalts für jedes Cluster berechnet.

$$P_{C_k}(x_h) = \frac{O_{C_k}(x_h)}{S_{C_k}}$$

Mit:

- $P_{C_k}(x_h)$ als Wahrscheinlichkeit von Haushalt h [%] in Cluster C_k aufzutreten
- $O_{C_k}(x_h)$ als Anzahl von Haushalten in Cluster C_k , die den Merkmalsvektor x_h aufweisen
- S_{C_k} als Anzahl der Haushalte in Cluster C_k

Im zweiten Schritt wird die Zuordnung auf 100% normiert:

$$P(C_k|X = x_h) = \frac{P_{C_k}}{\sum_k^K P_{C_k}}$$

Mit:

- $P(C_k|X = x_h)$ als Wahrscheinlichkeit von Haushalt h [%] dem Cluster C_k zugehörig zu sein
- K als Anzahl von möglichen Clustern

Mithilfe dieser Formeln wird die Zugehörigkeit eines Haushalts zu jedem Cluster berechnet.

Hierbei ist $P(C_k|X = x_h)$ ein Ausdruck für die Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit eines Haushalts h zu einem bestimmten Cluster i . $O_{C_k}(x_h)$ ist die Anzahl der Wohnungen in Cluster k mit den gleichen soziodemographischen und baulichen Eigenschaften im externen Datensatz. S_{C_k} ist die Anzahl der Haushalte in Cluster k im externen Datensatz. Um für $O_{C_k}(x_h)$ Werte größer null erhalten zu können, war es nötig, Parameter mit kontinuierlichem Charakter, wie beispielsweise der Wohnungsfläche oder dem Alter der Bewohner*innen, in diskrete Intervalle umzuwandeln. Die Intervalle dieser Untersuchung sind wie folgt definiert:

- Wohnfläche: < 50qm, 50 - 75qm, 75 - 100, >100
- Anzahl der Zimmer: 1, 2, 3, 4, 5 oder mehr Zimmer
- Anzahl der Bewohner*innen: 1, 2, 3 oder mehr Personen
- Alter des Hauptmieters: <26, 26 - 35, 36 - 45, 46 - 55, 56 - 65, >65
- Einkommensklassen: hohes Einkommen, hohes bis mittleres Einkommen, mittleres bis niedriges Einkommen, niedriges Einkommen
- Arbeitsverhältnis: arbeitet (nicht Rentner, nicht arbeitslos), arbeitslos, Rentner
- Wohnungsbesitz: Eigentum, Miete
- Kinder: keine, 1, 2 oder mehr

Mit Hilfe der berechneten Wahrscheinlichkeiten wurden erwartete Strombedarfe analog zu Deliverable 3.1.4 in einer stündlichen Auflösung berechnet. Da der externe Datensatz viele nicht klimaneutrale Wohnungen beinhaltet, ist davon auszugehen, dass die beiden Wohnquartiere in Überlingen und Stuttgart einen effizienteren Gebäudestandard haben und dadurch jeweils einen signifikant niedrigeren durchschnittlichen jährlichen Strombedarf haben werden. Um die Höhe der Strombedarfe des externen Datensatzes auf die klimaneutralen Quartiere dennoch übertragen zu können, wurden die Strombedarfe aus Irland entsprechend skaliert. Der Faktor für die Skalierung wurde so gewählt, dass das Ergebnis der Schätzung der Strombedarfe dieses Arbeitspakets im jährlichen Durchschnitt dem prognostizierten Strombedarf des Energiekonzepts in Stuttgart bzw. Überlingen entspricht. An dieser Stelle sollte erwähnt werden, dass diese Skalierung zwar Einfluss auf die absolute Höhe des Strombedarfs hat, jedoch keine Auswirkung auf dessen relative Verteilung.

Zur Veranschaulichung der Ergebnisse dieses Arbeitspakets wird im Folgenden jeweils der Durchschnitt aller Arbeitstage (Montag bis Freitag) sowie der Durchschnitt aller Tage des Wochenendes jeder Jahreszeit (Frühling, Sommer, Herbst, Winter) präsentiert. Diese Aufteilung basierte auf meteorologische Jahreszeiten:

- Winter: Dezember, Januar, Februar
- Frühling: März, April, Mai
- Sommer: Juni, Juli, August
- Herbst: September, Oktober, November

4 Ergebnisse

4.1 Überlingen

Folgende Abbildung zeigt die täglichen Strombedarfe des Wohnquartiers in Überlingen zu 8 repräsentativen, beispielhaften Tagen. In diesem Zusammenhang wurden jeweils 2 Tage (Arbeitstag und Wochenendtag) zu 4 verschiedenen Jahreszeiten gewählt (Frühling, Sommer, Herbst und Winter).

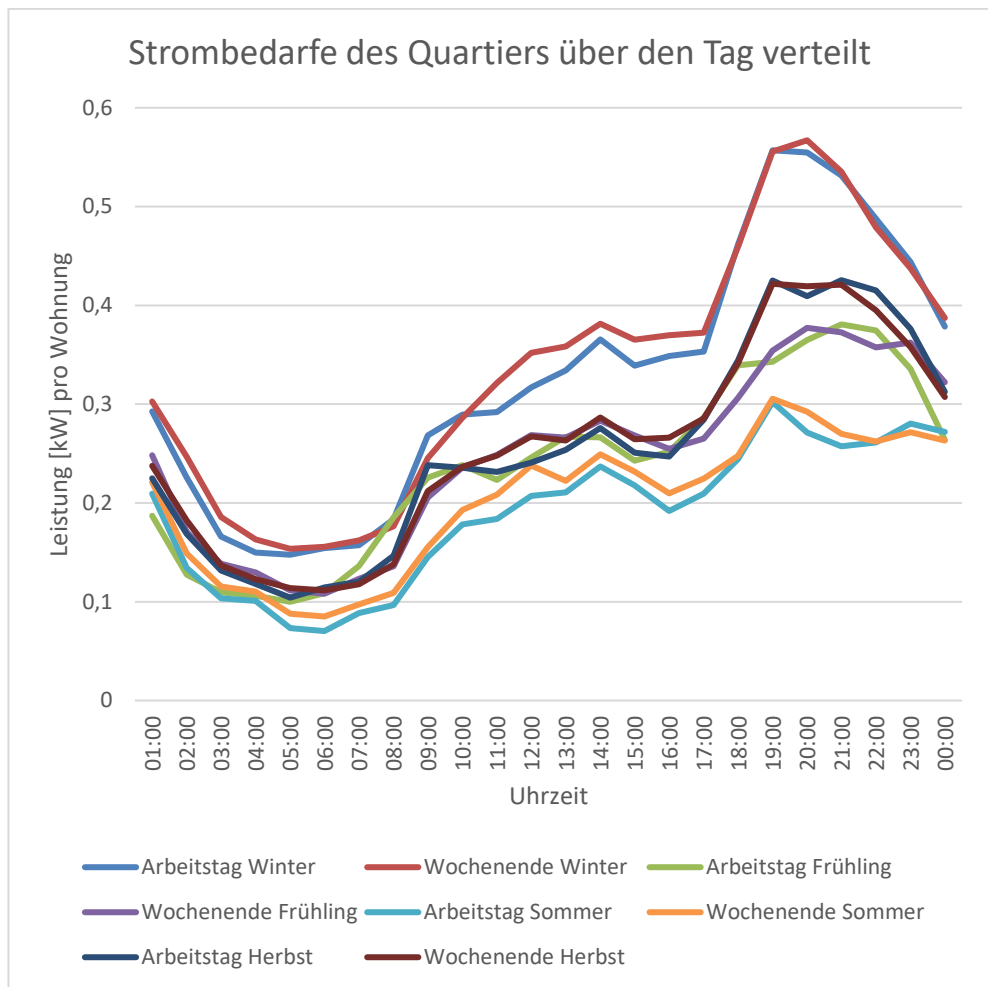


Abbildung 2: Tägliche Strombedarfe im Wohnquartier Überlingen

Unabhängig von der Jahreszeit oder dem Wochentag zeigt sich für das Quartier in Stuttgart ein eindeutiger Peak zwischen 18:00 Uhr und 21:00 Uhr. Auch zur Mittagszeit, zwischen 13:00 Uhr und 14:00 Uhr gibt es einen kleinen Peak, der am Wochenende nochmal höher ist als an Tagen zwischen Montag und Freitag. Nachts ist der Strombedarf im Quartier erwartungsgemäß am niedrigsten. In Bezug auf die verschiedenen Jahreszeiten, wird im Sommer ein wesentlich geringerer Strombedarf erwartet als im Winter.

4.2 Stuttgart

Folgende Abbildung zeigt, analog zum Kapitel der Ergebnisse aus Überlingen, die täglichen Strombedarfe des Wohnquartiers in Stuttgart zu 8 repräsentativen beispielhaften Tagen. Auch hier wurden jeweils 2 Tage (Arbeitstag und Wochenende) zu 4 verschiedenen Jahreszeiten gewählt (Frühling, Sommer, Herbst und Winter).

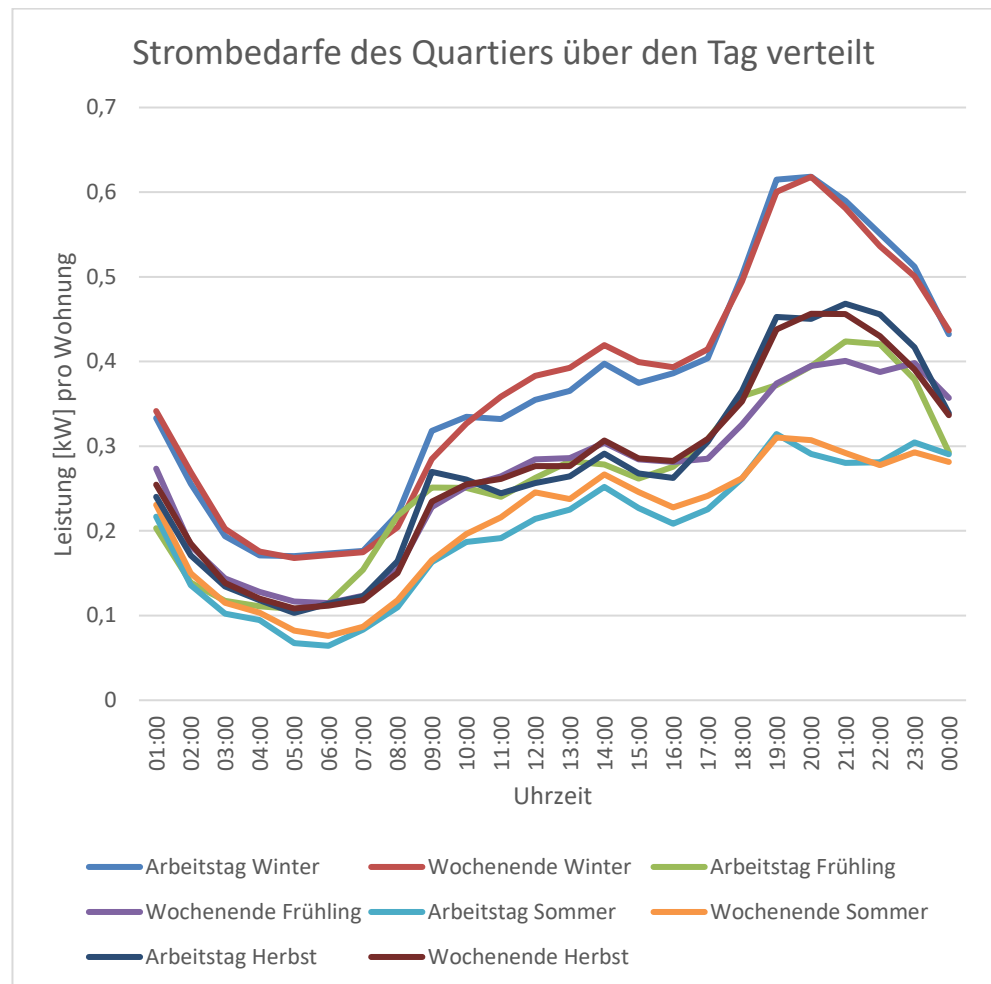


Abbildung 3: Tägliche Strombedarfe im Wohnquartier Stuttgart

Die Verläufe gleichen stark den Verläufen des Wohnquartiers in Überlingen. Unabhängig von der Jahreszeit oder dem Wochentag zeigt sich auch für das Quartier in Stuttgart ein eindeutiger Peak zwischen 18:00 Uhr und 21:00 Uhr. Auch der Mittagspeak kann in den Ergebnissen zu Stuttgart beobachtet werden. Nachts ist der Strombedarf im Quartier erwartungsgemäß am niedrigsten. Der Unterschied zwischen den Strombedarfen im Winter und Sommer ist im Wohnquartier in Stuttgart etwas höher.

5 Handlungsempfehlungen

Auf Basis der zuvor vorgestellten Strombedarfe werden in diesem letzten Kapitel Handlungsempfehlungen abgeleitet und vorgestellt. Die Handlungsempfehlungen werden dabei sowohl für die Bewohner*innen der jeweiligen Wohnquartiere, dem Investor bzw. Planer des Quartiers, als auch für die jeweiligen Stromversorger gegeben.

Grundlage für die verschiedene Handlungsempfehlungen war ein digitaler Workshop Anfang Dezember 2020. In diesem Workshop nahmen 12 wissenschaftliche Mitarbeiter des Fraunhofer FIT (auch außerhalb des Projektkontexts) teil. Die Teilnehmer qualifizierten sich für den Workshop durch ihren fachlichen Hintergrund im Bereich der Strom- und Wärmeversorgung. So beschäftigten sich die Teilnehmer in ihrer Forschung mit relevanten Realweltproblemen dieser Themenbereiche, arbeiteten in verwandten öffentlich geförderten Grundlagenforschungsprojekten oder in angewandten Forschungsprojekten mit Praxispartnern zur Energieversorgung.

5.1 Handlungsempfehlungen für Investoren/ Planer

- Der Stromverbrauch in den beiden Wohnquartieren ist abends jeweils am höchsten. Dies entspricht dem üblichen Strombedarf von vergleichbaren Haushalten. Ziel der Wohnquartiere ist es, möglichst klimaneutrales Wohnen zu ermöglichen. Einen entscheidenden Anteil hierzu soll die eigene Erzeugung von Strom durch PV Anlagen ausmachen. Dieses Vorgehen ist besonders umweltschonend, wenn der Strom auch direkt vor Ort vom Quartier selbst verbraucht wird. PV Anlagen erzeugen allerdings ausschließlich tagsüber Strom. Für Planer des Wohnquartiers, die daran interessiert sind das Quartier umweltschonend mit Strom zu versorgen, ist es somit von Interesse den Verbrauch tagsüber zu erhöhen und abends zu senken. Dies könnte beispielsweise durch **eine intelligente Steuerung der Ladestationen für Elektroautos** (wenn vorhanden) unterstützt werden.
- Ein weiteres naheliegendes und wirkungsvolles Mittel, um den Verbrauch des selbsterzeugten Stroms zu erhöhen, kann die **Installation geeigneter Speicher** sein. Mit diesen kann überschüssige Energie in Perioden geringen Strombedarfs (z.B. nachmittags) gespeichert werden, um die Lastspitze am Abend auch teilweise mit klimaneutralem Strom bedienen zu können.
- Um den Verbrauch der eigenerzeugten Energie tagsüber weiter zu erhöhen, kann zudem das **Entwickeln eines geeigneten Anreizsystems** für die Bewohner*innen ein wirkungsvolles Instrument sein. Die Ergebnisse der beiden Quartiere zeigen, dass ohne ein solches Anreizsystem Strom vor allem dann verbraucht wird, wenn er nicht umweltschonend ist.

- Zudem können sich Planer und Investoren darum bemühen, die Bewohner*innen zu informieren und den Stromverbrauch des Quartiers transparent auf einer entsprechenden **Informationsplattform** zu zeigen.
- Durch eine entsprechende Softwarelösung können Planer und Investoren durch die Bewertung der wohnungsspezifischen Strombedarfe ihren Bewohner*innen entsprechende **Einsparpotenziale aufzeigen**. Die Entwicklung einer solchen Software kann ein entscheidender Baustein eines klimaneutralen Quartiers sein, um Bewohner*innen zu klimabewussterem Verhalten zu motivieren.
- Basis der oben beschriebenen Handlungsempfehlungen und dem Erfassen von Strombedarfsprofilen allgemein ist ein Konzept für die technische **Infrastruktur zur Datenerfassung**. Nur mit dieser lassen sich Strombedarfe und Energiebedarfsprofile ganz allgemein in Zukunft weiterhin belastbar erheben und auswerten.
- Die Lastspitze am Abend in den Ergebnissen lässt vermuten, dass für das Quartier hohe Netzentgelte entfallen werden. Um diese Netzentgelte entsprechend senken zu können, lohnt sich ggf. der Aufbau **eines eigenen smarten Stromnetzes (Microgrids)** im Wohnquartier. Mit Hilfe der Erzeugung im Quartier, einer Speicherung und ggf. auch einer entsprechenden Steuerung flexibler Lasten kann das Wohnquartier danach optimiert werden, Lastspitzen des Bezugs aus dem Netz zu minimieren, um Netzentgelte zu senken.

5.2 Handlungsempfehlungen für Bewohner*innen

- Bewohner*innen, denen ein niedriger Emissionsausstoß wichtig ist, wird auf Basis der Ergebnisse aus Kapitel 4 empfohlen, **Verbräuche von den Stunden am Abend in den Nachmittag zu verschieben**. Wie bereits beschrieben, kann so der Verbrauch von selbsterzeugtem Strom maximiert werden, was den Ausstoß umweltschädlicher Emissionen verringert.
- Um dem Planer des Wohnquartiers und auch dem Energieversorger die Möglichkeit zu bieten zusätzliche Services, wie ein Anreizsystem oder ein besonders nachhaltigen Stromtarif, anbieten zu können, wird Bewohner*innen die Empfehlung gegeben, ein Erheben und Auswerten **des Energiebedarfs durch Dritte zuzulassen**. Auch wenn diese Daten Einblick in den persönlichen Alltag der Bewohner*innen geben, können nur durch ein individuelles Erheben der Strom- und Energiebedarfsdaten Dienste, wie oben beschrieben, angeboten werden.

- Zusätzlich zu den Maßnahmen, die Wohnquartiere treffen können, um den Strombedarf der Eigenerzeugung anzupassen, wird Bewohner*innen empfohlen, ihre **Energieverbräuche selbstständig zu analysieren**. Die Auswertungen in diesem Arbeitspaket haben gezeigt, dass Bewohner*innen signifikant unterschiedliche Strombedarfe haben können. Als Bewohner*in lediglich auf Basis allgemeiner Empfehlungen zu handeln kann im Einzelfall nicht effektiv sein. Daher empfiehlt sich den eigenen Energiebedarf zu analysieren und für sich selbst Handlungsempfehlungen abzuleiten, die sich ggf. von diesen allgemeinen Handlungsempfehlungen unterscheiden.

5.3 Handlungsempfehlungen für Energieversorger

- Wie bereits beschrieben entfallen Netzabgaben auf Basis der Lastspitzen. Diese sind in den beiden Quartieren aller Voraussicht nach abends. Für den Energieversorger kann es somit attraktiv sein, den Stromtarif so zu gestalten, dass ein Verschieben von Verbräuchen weg vom Abend incentiviert wird. So hat der Energieversorger die Möglichkeit im Wohnquartier die Kosten für Energie im Durchschnitt zu senken und seine Attraktivität zu steigern. Eine Möglichkeit hierfür besteht darin, einen **zweistufigen Stromtarif** anzubieten. So könnte ein Stromverbrauch zwischen 17:00 Uhr und 21:00 Uhr teurer sein als zu anderen Zeiten des Tages.
- Neben diesem zweistufigen Stromtarif bietet es sich auch an, einen komplett **flexiblen Stromtarif** anzubieten. Ein flexibler Stromtarif könnte so zum Beispiel davon abhängen wie viel Strom aus eigener Erzeugung zur Verfügung steht. In Zeiten, in denen viel eigenproduzierter Strom zu Verfügung steht, ist der Stromtarif niedriger als in Zeiten mit wenig PV-Strom. So wird der/ die Bewohner*in incentiviert, klimafreundlichen Strom zu verbrauchen und der Energieversorger kann mit einer grünen CO₂- Bilanz werben.
- Die Auswertungen aus Kapitel 4 zeigen zudem, dass Bewohner*innen ein Interesse an einer transparenten Darstellung ihrer Energieverbräuche haben. Nur so können sie umweltfreundlich Strom beziehen und sich an den eigen erzeugten Strom anpassen. Grundlage hierfür ist die Aufbereitung der Energieverbräuche der Bewohner*innen in **Kombination mit zusätzlichen Services**. Aufbauende Services können z.B. eine benutzerfreundliche Darstellung des Stromverbrauchs der Bewohner*innen und der Eigenerzeugung sein. Darüber hinaus könnte der Energieversorger auch eine Prognose für den zukünftigen Tag abgeben, auf die sich die Bewohner*innen einstellen können. Schließlich ist das Angebot eines digitalen Service der ganzheitlich Energieverbräuche darstellt, auswertet, prognostiziert und spezifische Handlungsempfehlungen gibt attraktiv. Klimaneutrale Quartiere ziehen voraussichtlich besonders Bewoh-

ner*innen an, die Wert auf einen umweltfreundlichen Lebensstil legen. Durch solche Services können Energieversorger somit neue Umsatzkanäle erschließen und zusätzliche Gewinner erwirtschaften.

6 Literaturverzeichnis

acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e. V (2017): »Sektorkopplung« – Optionen für die nächste Phase der Energiewende.

European Environment Agency (2015): Trends and projections in Europe 2015. EEA Report No 4.

Statistisches Bundesamt Deutschland (2020a): Daten zum Wohnen in Deutschland. Available online at https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Wohnen/_inhalt.html, checked on 12/15/2020.

Statistisches Bundesamt Deutschland (2020b): Erwerbslosigkeit. Available online at https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbslosigkeit/_inhalt.html;jsessionid=69336B3251B2F1F169474A95A0B309F2.internet8732.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2020): Haus- und Grundbesitz nach Haushaltsmerkmalen. Available online at <https://www.statistik-bw.de/PrivHaushalte/AusstattVermoegen/EVS-HausGrundbes.jsp?path=/Wohnen/GebaeudeWohnungen/>, checked on 12/15/2020.

Umweltbundesamt (2020): Indikator: Energieverbrauch für Gebäude. Available online at <https://www.umweltbundesamt.de/indikator-energieverbrauch-fuer-gebaeude#die-wichtigsten-fakten>.