



TECHNOLOGIE  
STIFTUNG  
BERLIN

# **Daten – Energieeffizienz – Dekarbonisierung**

**Potenziale digitaler Technologien für CO<sub>2</sub>-Einsparungen  
in Bestands-Wohngebäuden des Landes Berlin**

Jörg Lorenz, Siegfried Rehberg und Verena Weiß



NACHODSTRASSE

NACHODSTRASSE

PRAGER STRASSE

KOTYZ STRASSE

BAMBERGER STR

LANDSHUTER STR

HEILBRONNER STR

BARBAROSSA STR

HEILBRONNER STR

PRAGER PLATZ

PRAGER PLATZ

BARBAROSSA STR

TREUCHTLINGER STR

LANDSHUTER STR

ASCHAFFENBURGER STR

BAMBERGER STR

PRINZREGENTEN STR

HELMSTEDTER STR

JEWIERER STRASSE

GUNTZEL STRASSE

ASCHAFFENBURGER STR

GUNTZEL STRASSE

GUNTZEL STRASSE

STURZENSTRASSE

BUNDESALLEE

BUNDESALLEE

THARANDTER STR

HELMSTEDTER STR

JEWIERER STRASSE

BAMBERGER STR

PRINZREGENTEN STR

BUNDESALLEE

BUNDESALLEE

BUNDESALLEE

BUNDESALLEE

BERLINER STRASSE

BERLINER STRASSE

BUNDESALLEE

BUNDESALLEE

BERLINER STRASSE

BERLINER STRASSE

PRINZREGENTEN STR

BABELSPERGER STR

# Vorwort

Für das Erreichen der Klimaziele sind Wohngebäude ein wesentlicher Faktor: Die CO<sub>2</sub>-Bilanz Berlin zeigt, dass diese für knapp 30 Prozent der Berliner CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich sind.

Alleine in den für Berlin besonders relevanten Mehrfamilienhäusern können durch Digitalisierung 0,25 bis 0,5 Mio Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr vermieden werden, wie in der vorliegenden Studie errechnet wurde. Das entspricht immerhin 10-20 Prozent der Emissionen dieser Gebäudeklasse. Die besonders ineffizienten Ein- und Zweifamilienhäuser sind dabei noch gar nicht mitgerechnet.

Die Technologiestiftung hat sich in den letzten Jahren ausführlich mit (Digital-) Technik für intelligente Gebäude und Quartiere und mit der Vernetzung der Energieversorgung von Quartieren befasst. Die zugehörigen Publikationen und eine Reihe von Veranstaltungen belegen, mit welchen Technologien man Gebäude intelligenter macht und sie innerhalb von Stadtquartieren vernetzen kann. Diese Vernetzung macht eine lokale sharing economy möglich, die Ressourcen spart und die Lebensqualität erhöht, indem Ressourcen wie Seminarräume in Gewerbebauten, Gemeinschaftseinrichtungen in Wohnbauten, Stellplätze, Fahrzeuge, Ladepunkte gemeinsam effizient genutzt werden. Wir haben auch Energiesparmöglichkeiten durch Digitalisierung wie Einzelraumregelung der Heizung oder prädiktive Heizkurven für zentrale Anlagen vorgestellt.

Um diese Ergebnisse praktisch umsetzbar zu machen, werden wir in Folge zur vorliegenden Studie noch einen Leitfaden veröffentlichen, der insbesondere kleineren Hausverwaltungen oder Einzelseigentümern die wichtigsten Pfade zur Digitalisierung zeigt.

Wir danken der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe des Landes Berlin, deren Förderung diese Studie ermöglicht hat.



**Nicolas Zimmer**  
Vorstandsvorsitzender  
Technologiestiftung Berlin



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>6</b>
<b>Summary</b> .....	<b>8</b>
<b>1. Studiengegenstand</b> .....	<b>10</b>
<b>2. IST-Zustand – Bilanz der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Berlin</b> .....	<b>11</b>
2.1 Emissionen aus Wohngebäuden im Detail.....	12
2.1.1 Emissionen aus dem Stromverbrauch der Haushalte 2020 insgesamt (inkl. EFH/DHH).....	12
2.1.2 Emissionen aus dem Energieverbrauch für Raumheizung und Warmwasserbereitung – Ein- und Zweifamilienhäuser	12
2.1.3 Emissionen aus dem Energieverbrauch für Raumheizung und Warmwasserbereitung – Mehrfamilienhäuser .....	12
2.2 Entwicklung der Emissionen im kommunalen und genossenschaft-lichen Wohnungsbestand: Seit 1990 62 Prozent CO <sub>2</sub> -Einsparung.....	13
<b>3. Modellierung der Wohnungs- und Gebäudestruktur zur     Abschätzung der Potenziale</b> .....	<b>15</b>
<b>4. Eignung von Methoden zur Abschätzung möglicher Senkungen     von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Digitalisierungstechnologien</b> .....	<b>17</b>
4.1 Abschätzung auf Basis von Gebäudetypologien: Normgerecht aber überholt?.....	17
4.2 Abschätzung auf Basis gemessener Ist-Daten: Digitalisierung macht's möglich und bindet die Nutzer ein. ....	20
4.2.1 Potenzialstudien der Agora-Energiewende .....	20
4.2.2 Potenzialstudien von CO <sub>2</sub> -online zur Online- Erreichbarkeit der Bürger zum Thema Klimawandel. ....	20
4.2.3 Einsparpotenziale durch gering investive Maßnahmen im Wohnungsbestand: Das Projekt „ALFA® – Allianz für Anlageneffizienz“.....	20
4.2.4 Potenzialstudie des Forschungsprojektes BaltBest. ....	22
4.2.5 Zusammenfassung der vier betrachteten Potenzialanalysen .....	24
<b>5. Daten als Hebel für Berechnungen zur CO<sub>2</sub>-Senkung: Verfügbare     Datenquellen und Optimierungsbedarfe</b> .....	<b>26</b>
5.1 ALKIS .....	26
5.2 FIS-Broker .....	26
5.3 Bestandsunterlagen Kehrbezirke .....	27

5.4 Bestandsdaten Verbrauchsausweise „Bedarf“ (B) und „Verbrauch“ (V).....	29
5.5 Feinerfassung zielführender Daten aus Bestandsunterlagen der Kehrbezirke und Daten nicht kehrpflichtiger Gebäude .....	29
<b>6. CO<sub>2</sub>-Benchmarking kommunaler und genossenschaftlicher Bestände Berlin .....</b>	<b>30</b>
<b>7. CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale mit digitalen Technologien: Einzelne Technologien im Kontext unterschiedlicher Nutzung.....</b>	<b>32</b>
7.1 Gemessene Ergebnisse aus realen Wohnungsbauquartieren (Projekt „Meine Wohnung“) .....	32
7.1.1 Künstliche Intelligenz zur Einzelraumregelung .....	35
7.1.2 Autarke Gateways .....	36
7.1.3 Weitere Digitale Früchte nach Installation von Daten-Gateways.....	37
7.1.4 Smart Meter Gateways (SMGW) .....	38
7.2 Vergleich mit Ergebnissen zu Gewerbeimmobilien (Projekt DITRAC) .....	39
7.2.1 Hydraulischer Abgleich als vorgeschaltete „nicht-digitale“ Maßnahme .....	39
7.2.2 Nachtabsenkung, Wochenendabsenkung und Sommerabschaltung .....	39
7.2.3 Regelungstechnische Heizkurvenanpassung .....	39
7.2.4 Addition der Heizkurven-Anpassung mit Wetterprognosen	39
7.2.5 KI: Selbstlernende Algorithmen zur Einzelraumregelung ..	40
7.2.6 Hydraulische Entkopplung .....	40
7.2.7 Optimierung der Wärme-Rückgewinnungs-grade im gesamten RLT-Haushalt .....	40
7.2.8 Teilersatz der angelieferten Fernwärme Externer durch eigene Geothermie-Gewinne .....	40
<b>8. Zusammengefasste Übersicht der Potenziale der digitalen Technologien aus den Gebäude-beständen zur CO<sub>2</sub>-Einsparung .</b>	<b>42</b>
<b>9. Differenzierung der Umsetzungsoptionen in den Wohnungsbau-Beständen .....</b>	<b>44</b>
9.1 IST: Erste Ergebnisse der Klimaschutzmaßnahmen kommunaler und genossenschaftlicher Akteure Business-to-Business (B2B) ..	44
9.2 SOLL: Zielstellung Übertragung auf private Akteure (Mietparteien) .....	44
9.3 Private professionelle Wohnungsunternehmen – groß.....	45
9.4 Private professionelle Wohnungsunternehmen – klein.....	45
9.5 Streubesitz privater Eigentümer .....	45
9.6 EFH/DHH/RH.....	45
9.7 Abgrenzung Milieuschutz-Quartiere .....	45
9.8 Abgrenzung Denkmalschutz-Quartiere und Bestandsbauten....	45
9.9 Betrachtung Umsetzungsoptionen Großquartiere nach Prioritäten der Eigentümer .....	45

<b>10. Ausblick</b> .....	<b>46</b>
10.1 Betrachtung des Ansatzes to CO <sub>2</sub> /WE .....	46
10.2 Betrachtung des Ansatzes kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> Wohnfläche .....	46
10.3 Voraussetzungen für eine berechenbare Potenzialgröße .....	46
10.4 Voraussetzungen im Wohnungsbestand allgemein .....	46
10.5 Voraussetzungen im Wohnungsbestand in Großquartieren .....	46
10.6 Förderbetrachtungen .....	46
10.7 Der Smart Readiness Indicator (SRI) .....	47
10.8 Die neue Heizkostenverordnung 2021 .....	48
<b>11. Empfehlungen</b> .....	<b>49</b>
<b>12. Verzeichnisse</b> .....	<b>52</b>
12.1 Literatur und Quellen .....	52
<b>13. Anhang</b> .....	<b>59</b>
13.1 Der Wohnungsbestand in Berlin .....	59
13.2 Amt für Statistik Berlin-Brandenburg – Mehrfamilienhaus- Anteile .....	59
13.3 Amt für Statistik Berlin-Brandenburg – Anteile EFH/DHH/RH ..	59
13.4 Durchschnittliche Wohnfläche je Wohnung in Berlin bundesweit am niedrigsten .....	60
13.5 Anteil an Ein- und Zweiraumwohnungen in Berlin überdurchschnittlich hoch .....	60
13.6 Hoher Anteil der Wohnungen von landeseigenen Unternehmen in Großsiedlungen – aber auch große Bedeutung von Genossenschaften und Privaten .....	61
13.7 Besonders hohe Potenziale in Großsiedlungen im Nordosten der Stadt .....	61
13.8 Exkurs: Potenziale Wohnungsbestand in Großsiedlungen .....	61
13.9 Potenziale in Einfamilien- und Zweifamilienhäusern – Energieverbrauch und CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	62
13.10 Wohnungswirtschaftliche Statistik .....	63
13.11 Modellierung der Wohnungs- und Gebäudestruktur zur Abschätzung der Potenziale – BEK – Machbarkeitsstudie .....	66
13.12 Zum Gebäudemodell .....	68

# Zusammenfassung

Der Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser in den Berliner Mehrfamilienhäusern verursacht jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 2,6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>. Es ist in verschiedenen Studien nachgewiesen, dass der Energieverbrauch durch gering investive, umlagefähige Maßnahmen mit digitalen Technologien kurzfristig um 10 bis 20 Prozent reduziert werden kann.

In dieser Studie werden Potenziale digitaler Technologien aus Gebäude-Beständen (Schwerpunkt: Wohngebäude in Quartieren) im Rahmen des Stakeholder-Dialogs der Technologiestiftung in Bezug auf die Umsetzung digitaler Technologien in Quartieren (Wohnungsbaubestand) zur Optimierung der Energieeffizienz (Wärme und Warmwasser) quantitativ tiefer untersucht und berechnet, wie viel CO<sub>2</sub> damit im Betrieb eingespart werden kann.

Die in den dokumentierten Berechnungen ausgewiesenen CO<sub>2</sub>-Senkungspotenziale bilden eine untere Senkungsbasis zwischen 38 Prozent im Bestand der Mehrfamilienhaus-Quartiere und 26 Prozent im Bereich gewerblicher Gebäude, wenn diese bereits mit Energie-Managementsystemen vorgerichtet sind.

Dieses Potenzial ist infolge legislativer Entwicklungen wie etwa dem Smart Readiness Indicator (SRI)<sup>1</sup> noch höher und wird in dieser Studie begleitend untersucht. In Kapitel 7 werden zu den insgesamt zu hebenden Potenzialen vertiefende Aussagen gemacht.

Eine sehr pauschale Hochrechnung kommt damit zu einem Einsparpotenzial von 260.000 bis 520.000 Tonnen CO<sub>2</sub> für Berlin, wenn die ersten Maßnahmen umgesetzt werden, die Datengateways ermöglichen. Für den Sektor Haushalte in der CO<sub>2</sub>-Bilanz wäre das eine Reduktion der Emissionen von 5 bis über 10 Prozent.

Das entspricht einem Anteil von etwa 2 bis 3 Prozent der Gesamtemissionen der CO<sub>2</sub>-Bilanz 2019 des Landes. Dies ist ein kurzfristig zu erschließendes Potenzial, das zudem sozial verträglich und in der Lage ist, Bürger bei Klima-Einsparmaßnahmen mitzunehmen.

Nicht ausgeblendet werden darf dabei ein noch weitaus höherer Beitrag einer schnellen Dekarbonisierung der eingesetzten Heiz-Wärme-Energie. Dies hat mittelbar mit der Digitalisierung zu tun: Die erfolgreiche Dekarbonisierung fossiler Energieträger erfordert den Einsatz eines Energiemanagements basierend auf digitaler Technik. Der Bezug zu dieser Studie besteht darin, dass solche Anlagen mit komplexen digitalen Werkzeugen im Sinne der in Kapitel 7 beschriebenen „Helfer“ erschlossen, gesteuert und abgerechnet werden. Die Digitalisierung ist somit deren Schlüsseltechnologie. Bestes Beispiel in Berlin ist dafür der Smart Meter Rollout der Vattenfall Wärme GmbH aus 2017 als privat initiiertes digitales CO<sub>2</sub>-Senkungsinstrument<sup>2</sup>.

In diesem Kontext sollten auch die digitalen Möglichkeiten des Smart Buildings, sprich der vermiertergeführten eingebetteten Maßnahmen zur digitalen Parametrierung der Wohnungen, von den Optionen der im vermieteten Wohnungsbau untauglichen Smart Home Technologien abgegrenzt werden, die von Mietern selbst angeschafft und installiert werden.

Beides sind digitale Prozesse mit aktuell schon deutlich validierbarem Potenzial. Aber nur die Smart-Building-Prozesse sind nachhaltig und ganzheitlich in Zukunft mit Einspar-Quotienten zu hinterlegen, weil nur diese Prozesse über große Vermieterstrukturen auch mess- und vergleichbar werden.

Die nachfolgende in Kapitel 7 ausführlich erläuterte Tabelle skizziert gemessene Einsparererfolge aus langjährigen Quartier-Pilotmaßnahmen zum Thema „digital gestützte Energieeffizienz“:

1 Smart Readiness Indicator Erläuterung.

2 Hintergrund-Information zum Berliner Smart-Meter-Rollout der Vattenfall Wärme Berlin AG.



Tabelle 1<sup>3</sup>**„Leiter des Erfolges“ digital gestützter, gering investiver Maßnahmen**

	Einsparquote Heizwärme %	Nutzenbeschreibung	Sicherheit	Komfort
<b>5</b> Sammel-App	0 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sichere Alternative zu Google &amp; Co.</li> <li>- integrierte App aus ERP- und freien Prozessen</li> <li>- Komfort-, Sicherheits- und Lieferdienste nehmen Mieter mit</li> </ul>	BSI-konform Common criteria	volle digitale Mieterkommunikation
<b>4</b> Smart meter gateway	5 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatz hoch sichere CLS-Schnittstellen</li> <li>- Quartierprozesse für Vermieter und Mieter nach common criteria</li> <li>- telemetrische Speditionsnetze</li> </ul>	BSI-konform Common criteria	100 % safety & security
<b>3</b> Digitale Früchte	5-15 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absenkung Wärmeverträge oder Dimensionen Heizerzeuger</li> <li>- Monitoring/Smart Meter</li> <li>- Energie-Management-Systeme (EMS)</li> <li>- prädiktives Lastmanagement</li> <li>- bidirektionale Steuerung</li> </ul>	nicht-BSI-konform	abteilungsübergreifend
<b>2</b> Digitale Früchte	10-12 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einstieg in die erweiterte digitale Welt null-investiv</li> <li>- Eigenmanagement warme BeKo</li> <li>- Wärme-App für alle Mieter</li> <li>- Handwerkerlenkung</li> </ul>	nicht-BSI-konform	ready for EMS
<b>1</b> Künstliche Intelligenz	20-30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einzelraumregelung funktioniert auch ohne Komplexsysteme</li> <li>- sofortige Einsparung</li> <li>- Mieter sind begeistert</li> <li>- BSI-konform</li> <li>- gering investiv nach ALFA ©</li> </ul>	BSI-konform ULD-Zertifikat	plug and play

Optimierungsmaßnahmen zur Energieeffizienz-erhöhung haben bei nahezu allen bestehenden Wohn- und Nichtwohngebäuden eine besonders große Bedeutung. Zu vergleichsweise geringen Kosten lassen sich hier Potenziale zur Energieeinsparung und Treibhausgasminderung mit digitalen Mitteln erschließen, deren Größenordnung mit den Effekten der thermischen Nutzung der Sonnenenergie konkurrieren kann.

Infolge gesetzlicher und eichamtlicher Vorschriften beim Submetering (5-jährige Eichfrist der digitalen Zähler, Pflicht zum Einbau intelligenter Messstellen<sup>4</sup>) wird binnen weniger Jahre in jedem Mehrfamilienhaus ein Gateway installiert sein. Die kommunikative Lücke zwischen Vermietern und Mietern schließt sich damit mit neuer Infrastruktur. Durch gemeinsame klimaschonende Aktionen lässt sich für Vermieter und Endnutzer viel Geld über Heizwärme-Reduzierungen einsparen.

Die damit offenstehenden digitalen Optionen bilden ein wichtiges soziokulturelles und sozioökonomisches Potenzial: In der Erlebniswelt der Endverbraucher war der Komplex „Klimawandel“ häufig mit der Wahrnehmung verknüpft, dass „alles immer teurer“, die Last der CO<sub>2</sub>-Senkungsmaßnahmen auf den Schultern der Bürger lasten würde.

Mit der offensiven Nutzung der in dieser Studie vorgestellten digitalen Technologien wird ein zukünftig offenstehender Handlungsrahmen erkennbar, der bisher durch proprietäre Prozesse verhindert war. Die Akzeptanz digitaler Einspar-technologien erhöht sich, wenn breite Bevölkerungsschichten partizipieren können.

<sup>3</sup> nach: green with IT e. V., 2021, Einzelmaßnahmen der Tabelle erläutert in Kapitel 7.

<sup>4</sup> Information der Bundesnetzagentur.

# Summary

Energy consumption for heating and hot water in Berlin's apartment blocks cause annual carbon emissions of 2.6 million tonnes. Various studies have documented that low-investment measures in which costs can be shared are able to reduce energy consumption by 10 to 20 per cent by means of digital technologies.

In the present study, potential digital technologies in existing buildings are quantitatively examined in depth (focus: residential buildings in city districts) as part of the Technologiestiftung's stakeholder dialogue with reference to the implementation of digital technologies in city districts (existing residential buildings) for optimising energy efficiency (heat and hot water) and calculations determine how much carbon can be saved during their operation are presented.

The carbon reduction potential shown in the documented calculation indicates a lower reduction basis between 38% (in existing apartment block districts) and 26% (in commercial buildings) if they are already equipped with energy management systems.

As a result of legislative developments such as the Smart Readiness Indicator (SRI)<sup>1</sup>, this potential has grown even larger and will also be examined in this study as an accompaniment. In Chapter 7, more detailed statements are made about the potential to ultimately be raised.

A very broad extrapolation arrives at a savings potential for Berlin of 260,000 to 520,000 tonnes of carbon, assuming that the initial measures for enabling data gateways have already been implemented. For the household sector share of the carbon footprint, that would be a reduction in emissions of 5 to 10 or more per cent.

This equals a proportion of around 2 to 3 per cent of total emissions in the State's 2019 carbon footprint. This potential, which is socially viable and able to include citizens in climate saving measures, can be tapped in the short term.

At the same time, a much higher contribution must not be ignored: the fast decarbonisation of the heat energy used. This is indirectly related to digitalisation. The successful decarbonisation of fossil fuels requires the use of energy management based on digital technology. The reference to the present study consists of the fact that such systems are developed, managed and invoiced with complex digital tools in the sense of the 'Aids' described in Chapter 7. Therefore, digitalisation is their key technology. The best example of this in Berlin is the smart meter rollout, a digital carbon reduction instrument privately initiated by Vattenfall Wärme GmbH in 2017.<sup>2</sup>

In this context, the digital possibilities of smart buildings should be distinguished from the options of smart home technologies, which are unsuitable for rented residential buildings. The former are landlord-managed embedded measures for digitally configuring flats, while the latter can be procured and installed by tenants themselves.

Both are digital processes with potential that can clearly be validated right now. But savings targets and savings effects can only be quantified and audited for smart building processes, as only these processes can be measured and compared across large holdings.

The following table is explained in detail in Chapter 7. It outlines measured savings successes from long-term district pilot measures related to 'digitally supported energy efficiency'.

1 Smart Readiness Indicator explanation, EU.

2 Background information on the smart meter rollout by Vattenfall Wärme Berlin AG in Berlin.

Table 1<sup>3</sup>**'Ladder of success' digitally supported, low-investment measure**

	Savings ratio thermal heat %	Description of benefits	Security	Convenience
<b>5</b> Tenant app	0 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Secure alternative to Google, etc.</li> <li>- Integrated app consisting of ERP and free processes</li> <li>- Convenience, security and delivery services appeal to tenants</li> </ul>	BSI-compliant criteria	Fully digital tenant communication
<b>4</b> Smart meter gateway	5 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uses highly secure CLS interfaces</li> <li>- District process for landlord and tenants in accordance with common criteria</li> <li>- telemetric shipping networks</li> </ul>	BSI-compliant criteria	100 % safety & security
<b>3</b> Digital harvest	5-15 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduction in heating contracts or dimensions of heat generators</li> <li>- Monitoring/Smart meters</li> <li>- Energy management systems (EMS)</li> <li>- Predictive load management</li> <li>- Bi-directional control</li> </ul>	Non-BSI-compliant	Interdisciplinary
<b>2</b> Digital harvest	10-12 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entry into the expanded digital world with zero investment</li> <li>- Tenant-controlled operating costs</li> <li>- Heating app for all tenants</li> <li>- Tradesman guidance</li> </ul>	Non-BSI-compliant	Ready for EMS
<b>1</b> Artificial intelligence	20-30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Also functions without complex systems</li> <li>- Instant savings</li> <li>- Tenants are enthusiastic</li> <li>- BSI-compliant</li> <li>- Low investment according to ALFA©</li> </ul>	BSI-compliant ULD certificate	Plug and play

For almost all existing residential and non-residential buildings, optimisation measures to increase energy efficiency play a very important role. For comparatively low costs, potential for energy savings and reducing greenhouse gases can be developed using digital means. Its magnitude can compete with the effects of the thermal use of solar power.

As a result of statutory provisions for sub-metering and those of the Office of Weights and Measures (5-year calibration period for digital meters, duty to install intelligent measuring points<sup>4</sup>), a gateway will be installed in all apartment blocks within a few years. The new infrastructure will close the communication gap between landlords and tenants. Through joint climate-friendly activities, both landlords and tenants can save large sums of money through thermal heat reductions.

The digital options this opens up have significant socio-cultural and socio-economic potential. In the world of consumer experience, the set of issues around climate change is often linked to the perception that 'everything is always getting more expensive and the burden of the carbon reduction measures would be carried by citizens.

With the aggressive use of the digital technologies presented in this study, an open framework for future action becomes apparent. Previously, it was hindered by proprietary processes. The acceptance of digital savings technology will increase if broad levels of the population are able to participate.

<sup>3</sup> Table from: green with IT e.V., 2021, explained in Chapter 7.

<sup>4</sup> Information from the Federal Network Agency.

# 1. Studiengegenstand

Berlin sucht mit Blick auf das Jahr 2045 Wege zur Aktivierung aller CO<sub>2</sub>-Senkungsoptionen des Landes, so auch in den Wohnungsbeständen von Eigentümern, die bis jetzt nur eine geringe Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen vorzuweisen haben. Dieser Wohnungsbestand ist der Betrachtungsgegenstand dieser Studie.

Potenziale der digitalen Technologien aus den Gebäude-Beständen (Schwerpunkt: Wohngebäude in Quartieren) sollen im Rahmen des Stakeholder-Dialogs der Technologiestiftung im Hinblick auf die Optimierung der Energieeffizienz (Wärme und Warmwasser) quantitativ untersucht werden, um zu berechnen, wie viel CO<sub>2</sub> damit im Betrieb eingespart werden kann.

Die kommunikative digitale Grundausstattung der Heizungsanlagen im Altbaubestand und weitere berechenbare Praxisansätze zur Nutzung digitaler Werkzeuge in diesen Gebäuden wurden berücksichtigt. Es erfolgt somit eine vertiefte Betrachtung eines Potenzials, welches von den zum Zeitpunkt der Errichtung der Gebäude oder Anlagen anerkannten Regeln der Technik abweichen muss:

Die nachfolgend näher beschriebenen digitalen Technologien sind in zum Errichtungszeitpunkt gültigen Gesetzen auf Basis der Wärmeschutzverordnung (WSchVo), Energieeinsparverordnung (EnEV) und in der ersten Fassung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) nicht vorgesehen, beschrieben oder als Berechnungsgrundlage verfügbar gewesen.

Experimentell gemessene Ergebnisse aus bisherigen Untersuchungen von Wohnungen werden in der Studie berücksichtigt. Als Quellen werden

dazu die umfangreich vorhandenen Datenbestände der Stakeholder der Region sowie nationaler Kompetenzträger genutzt. Neue Datenqualitäten aus bisher nicht genutzten Quellen werden exemplarisch hinzugefügt, um aktuell vorliegende Wissenslücken speziell zu breit gestreuten Gebäudetypologien und repräsentativ berechenbaren Gebäudetypen zu schließen.

Die Zusammenführung entsprechender Datenquellen der letzten Jahrzehnte dient der Berechenbarkeit zukünftiger Handlungsoptionen. Die Benennung und Analyse aktueller Datenquellen und deren Aussagekraft für diese Studie erzeugen Transparenz und beschreiben Rahmenbedingungen für Potenzialermittlungen.

Dazu werden zunächst die vorliegenden Datenbestände benannt, analysiert und dann im Kontext zu validen digital gestaltbaren Einspar-technologien aufgelistet.

Ziel dieser Studie ist es auch, erweiterte praxisnahe Lösungen speziell unter der Nutzung digital gestützter Werkzeuge zu evaluieren und den Horizont der vorgenannten Methoden zu erweitern. Dabei ist der Frage nachzugehen, wie ein größtmöglicher CO<sub>2</sub>-Einsparerfolg mit den geringstmöglichen Kosten erzielt werden kann. Hier können nicht ausgeschöpfte Potenziale der Digitalisierung den dämmtechnisch verengten Horizont erweitern. Nicht zuletzt die Finanzierbarkeit aller Lösungsansätze gehört auf einen „Prüfstand“ der Vergleichbarkeit im Sinne eines „return-on-invest“-Ansatzes. Vereinfacht bedeutet dies, alle praxisgeprüften digitalen Methoden nach dem Bottom-up-Prinzip, ausgehend von gering investiven Maßnahmen durchzurechnen.

## 2. IST-Zustand – Bilanz der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Berlin

Haushalte (d. h. der Wohnungssektor) verursachen für Raumwärme, Warmwasser und Strom Emissionen in Höhe von **5.061 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>**; das sind **29 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Jahres 2019** in Berlin.

Die für 2019 vom Amt für Statistik Berlin und Brandenburg veröffentlichte „vorläufige Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz Berlin“<sup>5</sup> weist in der „Verursacherbilanz – nicht temperaturbereinigt“ erstmalig die CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Sektor Haushalte aus. In den Vorjahren wurde der Sektor Haushalte immer mit dem Sektor GHD (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) zusammen betrachtet. Für diese Potenzialstudie bedeutet dies: Hier existiert erstmals eine „top-down“-Betrachtung als Quantifizierung aller Haushalte. Zukünftige Potenzialstudien können diesem Ansatz nun einen kleinteilig berechneten „bottom-up“-Ansatz gegenüberstellen. Dabei können Defizite erkannt werden.

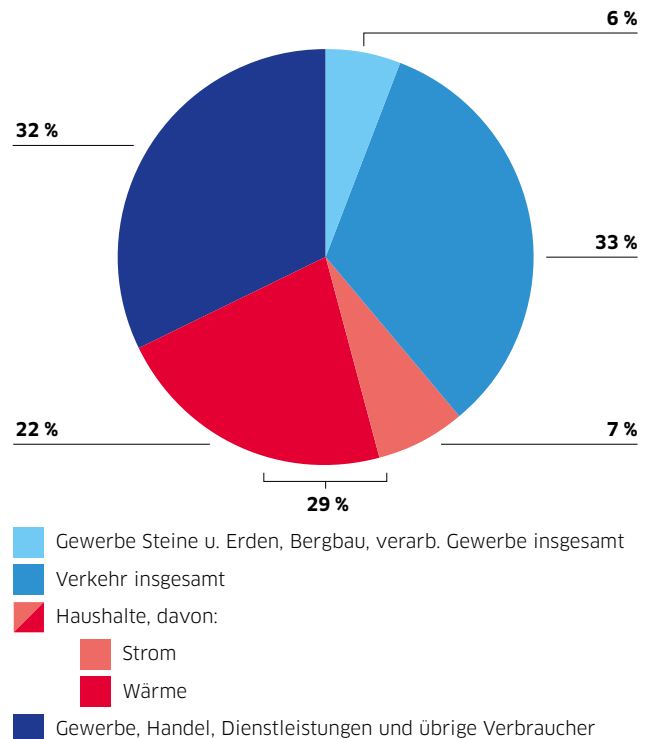
Tabelle 2<sup>6</sup>

### Vorläufige CO<sub>2</sub>-Bilanz Berlin für 2019

CO <sub>2</sub> -Emissionen aus dem Endenergieverbrauch Verursacherbilanz in Berlin 2019	in Millionen Tonnen CO <sub>2</sub>
Gewerbe Steine und Erden, Bergbau, verarb. Gewerbe insgesamt	961
Verkehr insgesamt	5.642
<b>Haushalte</b>	<b>5.061</b>
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher	5.553
<b>Emissionen insgesamt</b>	<b>17.217</b>

Abbildung 17

### Vorläufige CO<sub>2</sub>-Bilanz Berlin für 2019 – Anteile der Sektoren in Prozent



In Folge werden die Anteile der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Stromverbrauch sowie für Raumheizung und Warmwasserbereitung für den Wohnungsbestand auf der Grundlage aktueller Veröffentlichungen ermittelt.

5 Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, November 2020: Energie und CO<sub>2</sub>-Bilanz Berlin 2019, vorläufig Bericht SB\_E04-05-00\_2019j01\_BE.

6 nach: Amt für Statistik Berlin Brandenburg und BBU-Marktmonitor, 2020.

7 nach: Amt für Statistik Berlin Brandenburg und BBU-Marktmonitor, 2020.

## 2.1 Emissionen aus Wohngebäuden im Detail

Die Aufteilung der CO<sub>2</sub> Gesamtemissionen des Wohnungsbestandes nach Verwendungszweck (Strom/Wärme), Gebäudegröße und bei Mehrfamilienhäusern nach Eigentümerstruktur ist in Tabelle 3 zusammengefasst und wird in den folgenden Unterkapiteln erläutert.

### 2.1.1 Emissionen aus dem Stromverbrauch der Haushalte 2020 insgesamt (inkl. EFH/DHH)

In allen 1,983 Mio. Wohnungen in Berlin entstanden aus dem Einsatz von 4,167 Millionen kWh Strom und geschätzten 30 Prozent Anteil für Ökostrom Emissionen in Höhe von 1,17 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr 2019, das sind 23 Prozent der Emissionen des Sektors Haushalte. Umgerechnet sind das rund 0,6 Tonnen CO<sub>2</sub> je Wohnung bzw. bei 73,2 m<sup>2</sup> je Wohnung rund 6 bis 8 kg CO<sub>2</sub> je m<sup>2</sup> Wohnfläche<sup>8</sup>.

### 2.1.2 Emissionen aus dem Energieverbrauch für Raumheizung und Warmwasserbereitung – Ein- und Zweifamilienhäuser

Aus den repräsentativen Studien für die Untersuchungsgebiete Eichkamp und Heerstraße in Berlin Charlottenburg (s. Anhang) können die folgenden Kennwerte für Ein- und Zwei-Familienhäuser mit durchschnittlichem Sanierungsstand und ohne Nutzung erneuerbarer Energien abgeleitet werden. Damit wird eine deutliche Trennschärfe zu MFH-Beständen hergestellt.

#### **Endenergieverbrauch:**

130 bis 180 kWh je m<sup>2</sup> im Jahr

20 bis über 30 MWh im Jahr je Haus

#### **CO<sub>2</sub>-Emissionen:**

45 (40 bis 50) kg CO<sub>2</sub> je m<sup>2</sup> Wohnfläche im Jahr

7 Tonnen (5 bis 9 Tonnen) CO<sub>2</sub> je EFH

Bezogen auf die 188.796 Ein- und 2-Familienhäuser in Berlin im Jahr 2020 emittieren diese Gebäude rund 1.321.527 Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr. Das bedeutet, etwa 10 Prozent der Wohnungen emittieren rund ein Viertel der Emissionen im Sektor Haushalte!

### 2.1.3 Emissionen aus dem Energieverbrauch für Raumheizung und Warmwasserbereitung – Mehrfamilienhäuser

Die in dieser Untersuchung im Vordergrund stehenden Wohnungen in Mehrfamilienhäusern emittieren rund 50 Prozent der Emissionen des Sektors Haushalte, das sind rund 2,6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr. In diesem Sektor sind aber bereits seit 1990 teilweise große Emissionsminderungen im Zusammenhang mit Klimaschutzvereinbarungen (im kommunal/genossenschaftlichen Bestand) erreicht worden.<sup>9</sup>

Demzufolge werden die Emissionen unterschieden in den Wohnungsbestand von 720.000 Wohnungen dieses Bestandes und von 1.023.200 Wohnungen der privaten Eigentümer und Gesellschaften.

Wie in Tabelle 3 dargestellt, können demnach den Berliner Mehrfamilienhäusern jährliche CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Raumheizung und Warmwasserbereitung in Höhe von 2,57 Millionen Tonnen zugeordnet werden. Das sind zwischen 0,8 und 2,5 Tonnen CO<sub>2</sub> je Wohnung, bzw. zwischen 12 und 33 kg CO<sub>2</sub> je m<sup>2</sup> Wohnfläche.

<sup>8</sup> In Veröffentlichungen des rbb vom 22.3.2021 wird der jährliche Stromverbrauch der Haushalte mit 4.167 Millionen Kilowattstunden angegeben. Das sind rund 2.100 kWh je Wohnung. Bei einem CO<sub>2</sub>-Kennwert von 0,401 kg CO<sub>2</sub> je kWh entspräche das Emissionen in Höhe von 1,671 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>. Da aber Haushalte in Berlin einen geschätzten Anteil von 30 Prozent als Ökostrom einkaufen, werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Stromverbrauch mit 1,170 Millionen Tonnen geschätzt.

<sup>9</sup> Die rund 720.000 Wohnungen des Bestandes an kommunalen/genossenschaftlichen Wohnungen emittieren jährlich rund 980.000 Tonnen CO<sub>2</sub>; das sind 1,36 Tonnen je Wohnung. Je nach Wohnungsbestand der Unternehmen beträgt die Bandbreite der Emissionen im Unternehmensdurchschnitt 0,72 bis über 2 Tonnen CO<sub>2</sub> je Wohnung. Das sind bei durchschnittlich 63 m<sup>2</sup> je Wohnung je m<sup>2</sup> Wohnfläche etwa 11,4 bis 33 kg CO<sub>2</sub> je m<sup>2</sup> Wohnfläche.

Tabelle 3<sup>10</sup>

### Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz Berlin 2019, Aufteilung der Emissionen im Sektor Haushalte auf Ein- und Mehrfamilienhäuser

	Gebäude	Wohnungen	Tonnen CO <sub>2</sub>	Tonnen je Wohnung i. M.	Tonnen je Wohnung von	Tonnen je Wohnung bis	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> Wohnfläche von	kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> Wohnfläche bis	in Prozent
<b>Emissionen gem. Energie +Klimabilanz 2019</b>			<b>5.061.000</b>	<b>2,6</b>					<b>100 %</b>
<b>Haushaltsstrom (bei 30 Prozent Ökostromanteil)</b>		<b>1.982.825</b>	<b>1.169.700</b>	<b>0,6</b>	<b>0,59</b>	<b>0,59</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>23 %</b>
Raumheizung u. Warmwasser									
Alle Wohngebäude (2020)	330.641	1.982.825							
<b>davon:</b>									
EFH und 2 FH	188.796	188.796	1.321.572	7	5	9	40	55	26 %
Mehrfamilienhäuser	141.845	1.743.100	2.569.728	1,47	0,8	2,5	12	33	51 %
<b>davon:</b>									
im Bestand der kom/geno-Unternehmen	k. A.	720.000	979.200	1,36	0,8	2,2	12	33	19 %
im Bestand weiterer privater Unternehmen	k. A.	1.023.100	1.700.000	1,66	1	2,5	13	40	32 %

## 2.2 Entwicklung der Emissionen im kommunalen und genossenschaftlichen Wohnungsbestand: Seit 1990 62 Prozent CO<sub>2</sub>-Einsparung

Bereits 2011 präsentierte der BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen als erster Verband in Deutschland eine Energie- und Klimabilanz: Gegenüber 1990, dem Basisjahr des Kyoto-Protokolls, konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen der rund 720.000 Wohnungen der kommunalen und genossenschaftlichen Bestände um mehr als 60 Prozent gesenkt werden.

Hochgerechnet emittierten diese Wohnungen im Jahr 2018 aus Heizung, Warmwasser und Hausstrom rund 0,980 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>; das sind knapp 5 Prozent der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Landes Berlin.

Allein zwischen den Berichtsjahren 2016 und 2018 reduzierten sich die Emissionen der dokumentierten Unternehmen im Durchschnitt von 1,55 auf 1,36 Tonnen CO<sub>2</sub> je Wohnung oder rund 12 Prozent. Je nach Unternehmen beträgt die Bandbreite der Emissionen im Unternehmensdurchschnitt 0,72 bis 1,96 Tonnen CO<sub>2</sub> je Wohnung.

Mit dem von der kommunalen und genossenschaftlichen Wohnungswirtschaft selbst entwickelten CO<sub>2</sub>-Monitoring wird nachgewiesen, dass in deren Bestand in Berlin die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Wohnung im Durchschnitt von 2,09 Tonnen im Jahr 2006 auf 1,36 Tonnen im Jahr 2018 reduziert wurden. Einzelne Unternehmensanalysen über das Jahr 2020 zeigen, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf unter 1 Tonne CO<sub>2</sub> je Wohnung gesenkt werden konnten. Ursächlich hierfür sind ein aktives Energiemanagement, eine moderate und sozial verträgliche Modernisierung der Wohnungen und Gebäude sowie der Einsatz von Fern- und Nahwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung unter Verwendung von erneuerbaren Energieträgern.

Die Klimabilanzen in Tabelle 5 zeigen den Rückgang des durchschnittlichen Energieverbrauches der rund 720.000 Wohnungen in Mehrfamilienhäusern in Berlin in den Jahren 2010 bis 2018 von 144 auf 129 kWh je m<sup>2</sup> im Jahr für Raumheizung und Warmwasser. Sie zeigen aber auch die Bedeutung der Fernwärme, mit der rund 60 Prozent der Wohnungen versorgt werden.

10 nach: Amt für Statistik Berlin Brandenburg und BBU-Marktmonitor, 2020.

Tabelle 4<sup>11</sup>

### Hochrechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Endenergiekennwerte für den Gesamtbestand der BBU-Mitgliedsunternehmen im Land Berlin bezogen auf die Wohneinheiten (720.000 Wohnungen)

Jahr	CO <sub>2</sub> -Emissionen		Endenergieverbrauch	
	Gesamt t/a	Je Wohnung t/a	HZG/ WW kWh/m <sup>2</sup>	Hausstrom kWh/m <sup>2</sup>
1990	2.478.000	3,54		
2006	1.463.000	2,09	149	5
2010	1.302.000	1,86	144	5
2012	1.148.000	1,64	137	5
2014	1.071.000	1,53	131	5
2016	1.085.000	1,55	133	5
<b>2018</b>	<b>979.000</b>	<b>1,36</b>	<b>129</b>	<b>4</b>
Veränderung 1990 zu 2016	-1.498.800	-2,18		
<b>Zielstellung des Landes Berlin</b>				
2030*	991.200*	1,41*		
<b>Zielstellung der Bundesrepublik Deutschland</b>				
2030**	1.115.100**	1,59**		

\* erklärtes Ziel des Landes Berlin: Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 60 Prozent gegenüber 1990;  
\*\* erklärtes Ziel der Bundesrepublik Deutschland: Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 55 Prozent gegenüber 1990.  
Die BBU-Mitgliedsunternehmen haben den Zielwert schon 2018 unterschritten;  
HZG/ WW – Raumheizung und Warmwasser; t/a – Tonnen pro Jahr; kWh/m<sup>2</sup> = Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche.

Tabelle 5<sup>12</sup>

### Energieverbrauch nach Energieträgern in den Jahren 2010 bis 2018 in den Wohnungen kommunal-genossenschaftlicher Unternehmen

	2010		2012		2014		2016		2018	
	kWh/m <sup>2</sup>	Anteil	kWh/m <sup>2</sup>	Prozent	kWh/m <sup>2</sup>	Prozent	kWh/m <sup>2</sup>	Prozent	kWh/m <sup>2</sup>	Prozent
Fernwärme	123	66 %	117	66 %	115	66 %	117	66 %	115	60 %
Gas	171	25 %	175	25 %	172	25 %	166	25 %	165	23 %
Öl	165	4 %	158	4 %	155	4 %	138	4 %	150	2 %
<b>Insgesamt</b>	<b>144</b>		<b>137</b>		<b>131</b>		<b>133</b>		<b>129</b>	

Diese Auswertung zeigt, dass der Einsatz erneuerbarer Energieträger insbesondere für Raumheizung, Warmwasser und Strom einen entscheidenden Beitrag zur Senkung der Emissionen leistet. Digitale Techniken sind zur Unterstützung eines kontinuierlichen Energiemanagements systemisch erforderlich.<sup>13</sup> Dies stellen die Folgekapitel dar.

11 nach: BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V., 2021.

12 nach: BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V., 2021.

13 Energie-Managementsysteme (EMS) als zentrales Steuerungs-Instrument zukünftiger Einträge aus Null-Emissionen der Anlage 9 des GEG.



# 3. Modellierung der Wohnungs- und Gebäudestruktur zur Abschätzung der Potenziale

Für die Sicht auf Berlin als Ganzes ist eine abgestimmte Modellierung zielführend. In diese Modellierungen müssen Daten zu Alter, Typ, Brennstoffen bzw. Gewichtsäquivalent in CO<sub>2</sub>, Geschosshöhe und künftig besser Wohnfläche im m<sup>2</sup> eingehen. Weitere Differenzierungen wie Denkmalschutz, Milieuschutz etc. sind im Anhang unter 13. ff. ausführlich erläutert. Den Einfluss solcher Aspekte auf die Digitalisierungsoptionen stellt Kapitel 9 vor.

## Praxisbeispiel Gebäudemodell zur Darstellung der Potenziale:

Im Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (BEK)<sup>14</sup> wurde ein 3-D-Gebäudemodell entwickelt mit den Parametern

- Baujahr,
- Gebäudetyp,
- Geschosshöhe,
- Denkmalschutzstatus.

Dieses Modell ist sehr komplex und letztlich nur für Berechnungen auf der Grundlage des geschätzten Energiebedarfes geeignet. Außerdem ist der Anteil des denkmalgeschützten Bestandes für diese Studie weniger bedeutend.<sup>15</sup>

Da in dieser Studie die Energieverbräuche und die daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen betrachtet werden, muss ein einfacheres Gebäudemodell (vgl. Anhang 13.13) angewandt werden, mit den Parametern:

- Baujahr (vor 1919, 1919 bis 1948, 1949 bis 1978, 1979 bis 1995, 1996 bis 2020 und Neubau ab 2021)
- Energieträger (Erdgas, Heizöl, Fernwärme, Sonstige und Erneuerbare) und dem entsprechenden CO<sub>2</sub>-Gewichtsäquivalent in Anlehnung an das GEG Anlage 9.

Tabelle 6<sup>16</sup>

## Grundlagen zur Betrachtung der Gewichtsäquivalente CO<sub>2</sub> je kWh

	Erdgas	Heizöl	Fern-/Nahwärme	Sonstige fossile Energieträger	Erneuerbare Energieträger
<b>Emissionfaktoren für Berlin in kg CO<sub>2</sub> je kWh:</b>	0,211	0,266	0,05-0,216 i. M. 0,120	0,211-0,35	0,00-0,100

Mit diesem Modell lassen sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Raumwärme und Warmwasserverbrauch, die etwa 60 bis unter 70 Prozent der Gesamtemissionen von Wohnungen ausmachen, abschätzen (gesamt und als Kennwerte je m<sup>2</sup> Wohnfläche und je Wohnung).

Zu dem vereinfachten Gebäudemodell wird eine Aufteilung der Gebäude nach Baualter und Energieverbrauch zur Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Potenziale von digital basierten Energiesparmaßnahmen vorgeschlagen. Betrachtet werden die Parameter:

- Energieverbrauch IST
- CO<sub>2</sub>-Emissionen IST
- Geschätztes Einsparpotenzial.

<sup>14</sup> Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Machbarkeitsstudie „Klimaneutrales Berlin 2050“, Berlin, März 2014.

<sup>15</sup> In der o. g. Machbarkeitsstudie wird im Anhang auf den Seiten 327 und 328 ausgeführt, dass insgesamt 17,6 Prozent der Bruttogeschossfläche der Gebäudearten Wohnungen, Nichtwohngebäude und Industrie unter Denkmalschutz stehen bzw. ein denkmalrechtlicher Genehmigungsvorbehalt besteht. Nur für den Bereich Wohnungen wird in dieser Studie ein Anteil von unter 10 Prozent angenommen.

<sup>16</sup> green with IT e. V., 2019.

Tabelle 7<sup>17</sup>

**Muster für das Segment „1949 - 1978“ eines vereinfachten Gebäudemodells**

1949-1978						Anteil in Prozent
<b>Energieverbrauch IST</b>	150-200	150 - 220	90-150	130-180	0-50	kWh/m <sup>2</sup> * a
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen IST</b>						kg/m <sup>2</sup> * a
<b>Geschätztes Einsparpotenzial</b>						Prozent

Festzustellen ist, dass aus der sich ergebenden praxisnahen Kennzahl der Emissionen und die der zu erschließenden Potenziale (to CO<sub>2</sub> je WE) auch eine feiner granuliert Kennzahl (kg CO<sub>2</sub> je m<sup>2</sup> Wohnfläche) ermittelt werden kann, die künftig den Bewirtschaftungsstrategien zu Grunde gelegt werden kann. Die Voraussetzungen dazu sind mit der Einführung und Anwendung digitaler Techniken gegeben.

<sup>17</sup> green with IT e. V., 2019.

# 4. Eignung von Methoden zur Abschätzung möglicher Senkungen von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Digitalisierungstechnologien

## 4.1 Abschätzung auf Basis von Gebäudetypologien: Normgerecht aber überholt?

Als Grundlage für systemische Betrachtungen der Gebäude-Typologien wurden in der Vergangenheit umfangreiche, sehr detailliert recherchierte Studien herangezogen. Diese Studien bauen allerdings auf DIN-konformen Berechnungsgrundlagen auf. Doch längst fragten sich immer mehr Experten, warum Mieter in gut gedämmten Neubauten teils höhere Energieverbräuche generieren als Mieter in schlecht gedämmten Altbauten; warum DIN-konform berechnete Heizkessel häufig „takten“ müssen, da sie zu groß dimensioniert sind usw. Sozialinstitute erhoben Potenzialstudien, die das Nutzerverhalten abseits der anerkannten Regeln der Technik, sprich der etablierten Berechnungsgrundlagen hinterfragten. Exemplarisch seien hier folgende Quellen benannt:

Viele Potenzial-Berechnungsansätze fußten auf einer IWU-Studie „Deutsche Wohngebäudetypologie, Beispielhafte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz von typischen Wohngebäuden“ aus 2015<sup>18</sup> sowie weiterer Studien des IWU<sup>19</sup> (siehe Tabelle 8).

Im Stakeholder-Dialog der Technologiestiftung erklärten Vertreter der kommunalen Wohnungswirtschaft, dass

- diese Gebäude-Typologieansätze suboptimal seien, da im Bestand bereits feiner granulierte Daten vorlägen;
- ganze Bestände in Berlin schon mit digital gestützten Analysewerkzeugen über Gateways bestückt seien, die feiner granulierte Daten im 15-min-Takt ausgeben;
- Letzteres der Weg in die Zukunft sei, da hier das Nutzerverhalten von der Typologie unabhängig gemanagt werde;
- somit ein deutlich praxisnäheres Werkzeug als überholte DIN-Berechnungsgrundlagen auf veralteten Annahmen zur Verfügung stünde.

So schrieb das IWU selbst in der o. g. Studie dazu, dass die Berechnung der dort entwickelten Standard-Bilanz-Verfahren lediglich eine einfache Bewertung der energetischen Qualität und der möglichen Einsparung erlaubt (Hervorhebungen durch die Autoren dieser Studie):

<sup>18</sup> Deutsche Gebäudetypologie IWU 2015.









































<sup>19</sup> Strategische Entwicklung des Gebäudebestandes.

„Dabei wird von idealisierten Verhältnissen und Standard-Bedingungen ausgegangen. In der Praxis findet sich jedoch bei Einzelgebäuden eine große Bandbreite von Randbedingungen sowie von baulichen und anlagentechnischen Parametern, woraus sich natürlich eine große Variationsbreite der Energiekennwerte und der erzielbaren Einsparungen im Einzelfall ergibt. Aber auch die Mittelwerte des Energieverbrauchs einer großen Gebäudegesamtheit können systematisch von den theoretischen Werten abweichen. Ein Grund hierfür ist, dass beim Referenz-Rechenverfahren davon ausgegangen wird, dass die Bedingungen gewissen thermischen bzw. hygienischen Standards entsprechen (Raumtemperatur, Luftwechsel, Warmwasserbedarf). Werden im Gebäudebestand diese Standards nicht erreicht, so liegen die gemessenen Energiekennwerte systematisch niedriger als die unter Standardbedingungen berechneten. Genauso ist es natürlich möglich, dass die Standard-Effizienzwerte für die baulichen und anlagentechnischen Komponenten systematisch von den real vorhandenen abweichen.

Ein Weg die Diskrepanz zwischen Bedarf und Verbrauch zu minimieren besteht darin, die Einzelelemente der Energiebilanzen möglichst stimmig zu justieren, sodass bei der Bilanzierung eines typischen Gebäudes sich auch typische Verbrauchswerte ergeben – insbesondere durch Verwendung ‚typischer Nutzungsbedingungen‘ (siehe [IWU 2001]). Für die mittleren Raumtemperaturen in der Heizzeit gibt es beispielsweise messtechnisch belegte Anhaltspunkte für die Abhängigkeit von der energetischen Qualität der Gebäude [IWU 2003b]. **Bezüglich des Luftwechsels ist das empirische Wissen sehr viel schlechter, da dessen Messung sehr aufwändig ist.** Aber auch für andere Parameter ist die Datenlage derzeit unzureichend (Verschattungssituation, Betriebstemperaturen des Heizwärmenetzes, ...). Hinzu kommen die **Unsicherheiten bezüglich der energetischen Qualität der Einzelkomponenten (thermische Hülle: Wärmeleitfähigkeiten, Schichtdicken, Inhomogenitäten, Anschlüsse, Übergangskoeffizienten; Wärmeverteilung: Wärmetransfer- und Übergangskoeffizienten, tatsächliche Längen).** Aufgrund dieser vielen Unsicherheiten ist man bei der Anpassung der Einzelbilanzanteile zur Angleichung des Bedarfs an den Verbrauch auf viele Schätzungen angewiesen. Im Fall eines Ländervergleichs müsste man die komplette Energiebilanz immer zweimal berechnen: einmal mit Standard-Randbedingungen (für den Vergleich) und einmal mit individuellen Nutzungsbedingungen (für länderbezogene Aussagen zu typischen Verbrauchswerten und realistischen Einsparungen).“

Tabelle 8<sup>20</sup>

**Wohnflächen und Häufigkeit im deutschen Wohnungsbestand**

Auswertung der Gebäude- und Wohnungszählung 2011 Stichtag: 9.5.2011		Baualterklassen										Summe	Anteil
		bis 1860	1861 - 1918	1919 - 1948	1949 - 1957	1958 - 1968	1969 - 1978	1979 - 1983	1984 - 1994	1995 - 2001	2002 - 2009		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
<b>EFH</b>													
Anzahl Wohngebäude in Tsd.		330	966	1.131	859	1.509	1.507	704	1.160	1.035	775	<b>9.976</b>	55%
Anzahl Wohnungen in Tsd.		399	1.213	1.389	1.060	1.948	1.915	881	1.397	1.204	858	<b>12.263</b>	31%
Wohnfläche in Mio. m <sup>2</sup>		46	135	150	116	218	233	110	178	158	119	<b>1.463</b>	41%
<b>RH</b>													
Anzahl Wohngebäude in Tsd.		148	492	710	447	633	611	335	652	619	384	<b>5.030</b>	28%
Anzahl Wohnungen in Tsd.		181	617	840	546	749	685	374	722	674	409	<b>5.796</b>	15%
Wohnfläche in Mio. m <sup>2</sup>		19	62	82	52	76	79	45	85	80	52	<b>633</b>	18%
<b>MFH</b>													
Anzahl Wohngebäude in Tsd.		54	442	388	356	586	412	146	309	244	85	<b>3.023</b>	17%
Anzahl Wohnungen in Tsd.		214	2.177	1.911	2.003	3.348	2.313	852	1.826	1.390	461	<b>16.495</b>	42%
Wohnfläche in Mio. m <sup>2</sup>		16	163	129	125	225	169	64	133	104	39	<b>1.168</b>	33%
<b>GMH</b>													
Anzahl Wohngebäude in Tsd.		0,6	28,7	7,4	17,3	34,0	50,1	15,0	28,7	20,9	7,6	<b>210</b>	1%
Anzahl Wohnungen in Tsd.		11	526	126	308	818	1.366	356	605	408	151	<b>4.674</b>	12%
Wohnfläche in Mio. m <sup>2</sup>		0,7	35,8	7,9	17,0	47,1	86,7	21,9	34,8	25,5	10,4	<b>288</b>	8%
<b>Anzahl Wohngebäude in Tsd.</b>		<b>533</b>	<b>1.929</b>	<b>2.236</b>	<b>1.679</b>	<b>2.762</b>	<b>2.580</b>	<b>1.200</b>	<b>2.150</b>	<b>1.919</b>	<b>1.251</b>	<b>18.239</b>	
<b>Anteil</b>		3%	11%	12%	9%	15%	14%	7%	12%	11%	7%	<b>18.239</b>	
<b>Anzahl Wohnungen in Tsd.</b>		<b>806</b>	<b>4.533</b>	<b>4.265</b>	<b>3.915</b>	<b>6.863</b>	<b>6.279</b>	<b>2.463</b>	<b>4.550</b>	<b>3.675</b>	<b>1.880</b>	<b>39.228</b>	
<b>Anteil</b>		2%	12%	11%	10%	17%	16%	6%	12%	9%	5%	<b>39.228</b>	
<b>Wohnfläche in Mio. m<sup>2</sup></b>		<b>82</b>	<b>396</b>	<b>370</b>	<b>309</b>	<b>567</b>	<b>569</b>	<b>240</b>	<b>431</b>	<b>368</b>	<b>220</b>	<b>3.552</b>	
<b>Anteil</b>		2%	11%	10%	9%	16%	16%	7%	12%	10%	6%	<b>3.552</b>	

Gewählte Zuordnung: EFH: freistehende Ein-/Zweifamilienhäuser; RH: Ein-/Zweifamilienhäuser als Doppelhaushälfte, Reihenhaus oder sonstiger Gebäudetyp  
MFH: Mehrfamilienhäuser mit 3-12 Wohnungen, GMH: Mehrfamilienhäuser ab 13 Wohnungen  
Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf Wohngebäude (ohne Wohnheime, ohne "sonstige Gebäude mit Wohnraum", ohne "bewohnte Unterkünfte")

20 Abbildung aus: IWU - Institut Wohnen und Umwelt, 2015.

## 4.2 Abschätzung auf Basis gemessener Ist-Daten: Digitalisierung macht's möglich und bindet die Nutzer ein.

### 4.2.1 Potenzialstudien der Agora-Energiewende

Anders als in den meist technologisch dominierten Ansätzen anderer Fachinstitute prüfen die Studien der Agora Energiewende<sup>21</sup> verstärkt die Einbeziehung der Bürger:

*„Vieles spricht dafür, dass der Wunsch nach gesellschaftlicher Teilhabe an der Energiewende und Autonomie in der Energieversorgung über kommunale Unternehmen realisiert werden kann. Insoweit die Partizipation der Bürger an politischen Prozessen als allgemeingültiges staats-theoretisches Ziel verstanden wird, impliziert die wirtschaftliche Betätigung kommunaler Unternehmen auch in dieser politischen Dimension Chancen.“*

### 4.2.2 Potenzialstudien von CO<sub>2</sub>-online zur Online-Erreichbarkeit der Bürger zum Thema Klimawandel

Völlig andere Wege zur Hebung von CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzialen werden beim CO<sub>2</sub>-online<sup>22</sup> begangen:

*„Digitale Kanäle bieten hervorragende Wege, unsere Zielgruppen dort zu erreichen, wo sie immer mehr Zeit verbringen. Dort, wo sie nach Antworten suchen. Dort, wo sie sich mit anderen Menschen austauschen.“*

Eine Broschüre wurde erarbeitet und stellt den Abschluss des Projekts „Klimaschutz auf Platz 1“ dar, bei dem Umwelt- und Klimaschutzorganisationen sowie Akteure aus dem Themenbereich Energieeffizienz im Bereich Reichweitensteigerung durch Suchmaschinen-Optimierung (SEO) beraten wurden.

Darüber hinaus stellt das Portal Informationen, Studien und eine Vielzahl von Energiespar- und Modernisierungs-„Rechnern“ zur Verfügung, die angabegemäß<sup>23</sup> auf Energiedaten von über 1 Mio. Gebäuden beruhen.

### 4.2.3 Einsparpotenziale durch gering investive Maßnahmen im Wohnungsbestand: Das Projekt „ALFA® – Allianz für Anlageneffizienz“<sup>24</sup>

Bei diesem zwischen 2007 und 2016 durchgeführten Projekt wurden 20 Mehrfamilienhäuser unterschiedlichen Modernisierungsgrades mit insgesamt 1.700 Wohneinheiten untersucht. Es wurde nachgewiesen, dass sich durch nachträgliche Optimierung der Anlagen 15 bis 20 Prozent des Endenergieverbrauchs für Heizung und Warmwasser einsparen lassen: Die Energieverschwendung in Heizungs- und Warmwasseranlagen in bestehenden Gebäuden kann mit mehr Aufmerksamkeit und geringem finanziellen Aufwand gestoppt werden. Das Projekt bestätigte die Erfahrungen des von der Bundesstiftung Umwelt geförderten „Optimus-Projektes“ der Fachhochschule Wolfenbüttel.<sup>25</sup>

#### Die Erfahrungen aus dem ALFA®-Projekt

Immobilien Eigentümer investieren aufgrund staatlicher Vorgaben oder Förderprogrammen in technisch hochwertige Heizungs- und Warmwasseranlagen. Investitionen in diese Maßnahmen sind aber nur dann erfolgreich, wenn auch der Betrieb so energieeffizient wie geplant ist und bleibt; doch das ist gerade in bestehenden Gebäuden meist nicht der Fall. Es ist mittlerweile – leider – Allgemeinwissen<sup>26</sup>, dass moderne Anlagen wie z. B. Brennwertkessel nur zu einem Drittel im geplanten Betriebszustand (Brennwertbereich) „laufen“.

Die von den Wohnungsunternehmen benannten Gebäude mit unterschiedlichen zentralen Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlagen, die entweder mit Fernwärme oder mit Erdgas versorgt werden, wurden von den „Hausingenieurbüros“ der Wohnungsunternehmen hinsichtlich des

21 Agora Energiewende, verschiedene Studien.

22 CO<sub>2</sub>-online, Klima-Themenportal.

23 <https://www.co2online.de/statistik/>.

24 BBU – „ALFA® – Allianz für Anlageneffizienz“.

25 Wolff Prof, Dr. Dieter und Jagnow, K., Optimus-Optimierung-von-Heizanlagen, Wolfenbüttel, 2016.

26 eZeit Ingenieure 2018, Kap. I.I S. 14 ff. Energiewende – Irrtümer aufbrechen, Wege aufzeigen.

Zustands der Anlagen, ihres Betriebs und des Energieverbrauchs erfasst und in gemeinsamen Runden aller Beteiligten analysiert und die jeweiligen Optimierungsschritte erarbeitet. Ohne Einsatz von digitalen zentralen Energiemanagementsystemen (EMS) wurden hier mit viel Einzel-Engagement (umgangssprachlich „analog“) schon Zielstellungen dieser Studie vorweggenommen und Ergebnisse erarbeitet, die sich nun nach Messungen mit digitalen Methoden bestätigen. Die Analyse der ALFA-Anlagen führte zu einer bisher nicht gekannten Transparenz für die Wohnungsunternehmen, aber auch für die Ingenieure. Es bestätigte sich die Annahme, dass die Anlagen technisch funktionsfähig waren und alle mietrechtlichen Anforderungen erfüllten. Aber alle Anlagen boten erhebliche Optimierungspotenziale zur Steigerung der Energieeffizienz

und Verringerung des Energieverbrauchs. Mit 15–20 Prozent tauchte erstmals ein erkennbarer Quotient auf.

#### Der ALFA®-Prozess

Wesentlicher Erfolgsfaktor des Projektes ist die Kooperation von Wohnungswirtschaft, Planern und Industriepartnern. Für den Betrieb der Gebäude und das Energiemanagement wurde es ermöglicht, ein Monitoring einzurichten und prozesshaft vorzugehen. Der ALFA®-Prozess mit einem strukturierten Vorgehen von der Grobanalyse, über die Umsetzung von Maßnahmen, dem Einrichten eines kontinuierlichen Monitorings bis hin zur Schulung von Handwerkern, Mitarbeitern von Wohnungsunternehmen und Mietern hat sich bewährt und belastbare Einzeldaten für die Zielstellung dieser Studie geliefert.

Abbildung 2<sup>27</sup>

#### Beschreibung des ALFA®-Prozess



27 Abbildung aus: BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V., 2016.

Das ALFA®-Projekt weist ein Energieeinsparpotenzial in bestehenden Anlagen in Mehrfamilienhäusern von 15 bis 20 Prozent nach. Die Erfolgsdaten sind:

**Energieeinsparung Heizung und Warmwasser**

- Bis zu 54 kWh je m<sup>2</sup> Wohnfläche, im Mittel rund 22 kWh je m<sup>2</sup> im Jahr
- Max. Energieeinsparung 32 Prozent im Mittel rund 16,5 Prozent

**Investitionskosten (einmalig)**

- Im Mittel 6,47 Euro je m<sup>2</sup> Wohnfläche; in einer Bandbreite von 1,49 bis 13,18 Euro je m<sup>2</sup>.

Für das darauf fußende Projekt „ALFA-Nord“ des VNW Verband norddeutscher Wohnungsunternehmen<sup>28</sup> wurden die Ergebnisse in einer Energiekonferenz im Jahr 2014 vorgestellt:

Tabelle 9<sup>29</sup>

**Beispielhafte Ergebnisse aus dem Projekt „ALFA-Nord“**

Empfohlene Maßnahmen (65 Objekte)			
Maßnahme	Anzahl	Einsparpotential	Investitionskosten
Nachtabsenkung programmieren	53	1 – 2%	50 – 100 €
Wärmedämmung (Anlagentechnik und Verteilung) nach EnEV vervollständigen	49	0,5 – 2%	300 – 800 €
hydraulischen Abgleich durchführen	42	3 - 6%	1 - 6 €/m <sup>2</sup> Wfl
Heizkurve einstellen	35	1%	75 – 100 €
Pumpenleistung einregulieren	21	1%	50 – 100 €
Anschlusswert (Fernwärme) ermitteln und ggf. reduzieren	18	20% <sup>1</sup>	400 €
Speicherfühler prüfen (WW)	17	k.A.	k.A.
Änderung der Kesselfolgeschaltung	17	1 – 4%	k.A.
Speichertemperatur auf 60° einstellen (WW)	13	0,5%	50 €
Einstellen der Kesselleistung	12	2 – 6%	70 - 800 €

<sup>1</sup> Nur Kostenreduzierung, keine Energieeinsparung

Alle ALFA®-Projekte basieren auf dem Wissen, dass der optimale Einsatz von Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung, das Monitoring von Pumpenregelung und Ventilen erhebliche Beiträge zur Senkung des Energieverbrauchs erbringen kann. Die Maßnahmen sind ein wesentlicher Baustein zur Bewältigung der Energie- und Klimawende, ohne Wohnungsunternehmen oder ihre Mieter wirtschaftlich und technisch zu überfordern.

**4.2.4 Potenzialstudie des Forschungsprojektes BaltBest<sup>30</sup>**

Sieben Wohnungsbau-Unternehmen hatten ihre Heizungskeller einem Konsortium aus Wissenschaft, Energiedienstleistern und Herstellern für wissenschaftliche Untersuchungen geöffnet. Im vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Projekt „Einfluss der Betriebsführung auf die Effizienz von Heizungsanlagen im Bestand (BaltBest)“ werden 100 Mehrfamilienhäuser mit Hilfe umfangreicher Datenerfassung dahingehend analysiert, welche

28 VNW Verband norddeutscher Wohnungsunternehmen aus 2014.

29 nach: Raschper, 2014.

30 Balt Best Veröffentlichung, EBZ Bochum.



Effizienzpotenziale in der Anlagentechnik stecken. Die Auswahl der Gebäude ist repräsentativ, im Wesentlichen sind es

- die Standardgebäude der Wohnungswirtschaft mit 10–12 Wohneinheiten,
- deren Baujahre reichen von 1950 bis 1960 und
- der U-Wert der Gebäudehülle liegt zwischen 0,8 bis 1,2

Das Projekt ist Teil der Digitalisierungsstrategie in der Wohnungswirtschaft und unterstützt die Aktivitäten zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in den wohnungswirtschaftlichen Beständen.

Die Betriebsführung wurde durch kontinuierliche Messungen über mehrere Heizperioden untersucht. Hierzu erhielten die Heizungskeller und Wohnungen

- eine umfangreiche Messinfrastruktur mit über 5.800 Sensoren, die Werte im Abstand von 110 Sekunden liefern und so einen bisher nicht vorhandenen Einblick in die Wärmeversorgung und die Effizienzpotenziale in Mehrfamiliengebäuden ermöglichen.
- Basis für die Datenerfassung ist die Infrastruktur eines Anbieters proprietärer

Messdienstleistungen, daher ist diese Struktur auf autarke Cloudlösungen nicht 1:1 übertragbar.

- Datenschutz: Die Daten werden in anonymisierter Form einer wissenschaftlichen Datenbank unter der Leitung der TU Dresden für Auswertungen zur Verfügung gestellt.
- Zusätzlich werden Mieter während der Projektlaufzeit zu ihrem Heizverhalten befragt, sodass sich eine hohe Transparenz über die Verhältnisse in den untersuchten Gebäuden ergibt.

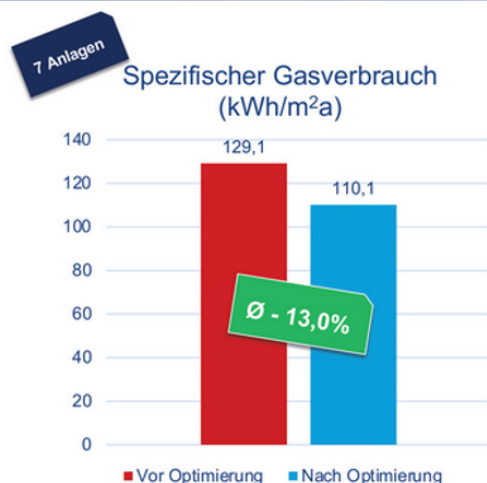
Auch in diesem Projekt wurde belegt,<sup>31</sup> dass sich wohnungswirtschaftliche Prozesse rund um die Gebäudeheizung mit digitaler Unterstützung deutlich optimieren lassen. Die kontinuierliche Diagnose der Anlagentechnik ist dabei ein wichtiger Baustein, ergänzt werden muss dies durch einen gut organisierten Service bei Problemen in der Anlage und bei Beschwerden seitens der Mieter durch eine objektiv oder subjektiv eingeschätzte Unterversorgung der Wohnungen mit Heizenergie.

Die Ergebnisse stimmen mit den Erfahrungen Projekt ALFA-Nord überein, in welchem 68 unterschiedliche Wohnbautypen untersucht wurden.<sup>32</sup>

Abbildung 3<sup>33</sup>

### Festgestellte Potenziale digitaler Techniken im Projekt BaltBest

#### BaltBest Überschuss runter, Effizienz rauf



#### Berechnung des Endenergieverbrauches:

$$\text{Spezifischer Gasverbrauch (kWh/m}^2\text{a)} = \frac{\text{Gasverbrauch je Jahr (kWh/a)}}{\text{Beheizte Fläche (m}^2\text{)}}$$

**Die Optimierung der Betriebsführung führt mit wenig Aufwand zu erheblichen Einsparungen des Endenergieverbrauchs!**

**Es besteht ein großes Potential mit wenig Aufwand den Endenergiebedarf von Liegenschaften zu senken!**

31 Ergebnisse aus BaltBest im Überblick.

32 Ergebnisse ALFA Nord.

33 Abbildung aus: EBZ Bochum, 2021.

#### 4.2.5 Zusammenfassung der vier betrachteten Potenzialanalysen

Heizkessel passen üblicherweise die Vorlauf-temperatur an die Außentemperatur an. Die Messungen im Projekt BaltBest zeigen, dass moderne Niedertemperatur- und Brennwert-Heizungsanlagen durch mangelhafte Sorgfalt bei den Einstellungen unerkannt zu Konstant-Temperaturkesseln mutieren können, mit entsprechenden negativen Konsequenzen auf die Energieeffizienz und das Verschwendungspotenzial.

Auch ist hier das große unausgeschöpfte Potenzial prädiktiver Lastkurven mit eingebetteter Wetterprognose erkennbar: Diese Anwendung ist aktuell in der Wohnungsbranche noch unüblich, schöpft aber an vergleichbaren Einsatzorten im Gewerbe höhere Potenziale des Brenner/Sekundärkreislauf-Managements über digitale Verbundregler aus als ein hydraulischer Abgleich.

Die Erfahrungen des („analogen“) ALFA-Projektes bestätigt das („digital-proprietäre“) Projekt BaltBest, das mit einem wesentlich höheren Fördermittelbudget durch Industriebeteiligung ausgestattet ist: Der Großteil der untersuchten Bestandsanlagen ist derzeit überdimensioniert und sorgt für eine Überversorgung der Immobilien. Wärme wird oftmals einfach „weggelüftet“. Smart Building Systeme existieren noch nicht in den Beständen, mieter-eigene Smart-Home-Komponenten und KNX-geführte Assistenzsysteme lassen sich in vermierergesteuerte Prozesse nicht integrieren und können von den Bewohnern oft nicht zielführend bedient werden. Eine durchaus mögliche energieeffiziente Arbeitsweise der Heizungsanlagen scheitert – in den hier untersuchten Beständen und auch sonst – bereits schon in der technischen Betriebshandhabung vor Ort durch die Bewohner und Installateure.

Die Feststellungen im Einzelnen zeigen die Potenziale im Immobilienbestand:

- Nur bei 14 Prozent der im Projekt untersuchten Anlagen konnte eine optimale Einstellung attestiert werden.
- Bei 44 Prozent wurde Handlungsbedarf,
- bei 42 Prozent sogar dringender Handlungsbedarf erkannt.

- Nach einer Kesselsanierung durch die Installateure befinden sich die Anlagen oftmals in der Standardeinstellung.
- „Optimierungen“ werden in der Regel dann durchgeführt, wenn es zu Beschwerden von Mietern oder Störungen in der Anlage kommt.
- Einzelne Räume lassen sich objektiv oder subjektiv nicht ausreichend heizen.

Ursachen können in der lokalen Regelungstechnik (Thermostatventilen), einem fehlenden hydraulischen Abgleich oder in den Einstellungen der Heizungsanlage liegen. Das um eine schnelle Problemlösung bemühte Wartungspersonal reagiert oftmals mit der Anpassung von Regelparametern der Heizungsanlage, wodurch es zu der vorher beschriebenen Überversorgung der Liegenschaft kommt (dann hören die Beschwerden auf). Die vorgenommenen Änderungen werden kaum protokolliert und lassen sich zu einem späteren Zeitpunkt nur schwer nachvollziehen, da die digitalen Mittel (EMS) dazu fehlen bzw. noch unüblich sind. Im Projekt wurden anhand der über ein Gateway in die EMS-Datenbank übertragenen Messergebnisse Performance-Indikatoren für die Heizungsanlage entwickelt, welche dem Servicepersonal zur Verfügung gestellt werden. Anhand dieser Parameter kann der Zustand der Anlage richtig eingeschätzt und die positiven sowie negativen Wirkungen bei Veränderungen der Anlagenparameter unmittelbar beobachtet werden. Aber auch der Nutzung der Daten zur Assistenz der Mieter, hin zu einem energiesparenden Verhalten, widmet sich das Projekt.

Optimal wäre eine automatisierte Installation prädiktiver Lastkurven mit automatisierter Fehlerverfolgung und Rückkopplung der Maßnahmen der Wartungstechniker (extern oder intern). Dies würde bedeuten, dass eine medienbruchfreie Permanentfahrweise bidirektional verfolgt und über entsprechende Gateways und digitale Kommunikationskanäle gemanagt werden kann.

In diesem Kontext hat das Netzwerk green with IT über Berlin hinaus viele Erst-Anwender komplexer gatewaybasierter EMS-Systeme befragt und die Erkenntnisse ausgewertet.<sup>34</sup> Exemplarisch sei hier ein Statement zu erwähnen, welches

34 green with IT e. V. - Interviews mit WoWi-Vorständen zur Veranstaltung „Wohnungswirtschaft und Klimawandel 4.0“ am 24.02.2021.

die Aussagen der Berliner Stakeholder und der BaltBest-Ergebnisse nicht nur bestätigte, sondern noch weiter präzierte: Das Fachinterview mit der GBG Mannheim mit konkreter Benennung von 10–15 Prozent digitalem Einspar-Potenzial nach Einführung von Gateways nur aus optimierter Fahrweise von Heizanlagen<sup>35</sup>: In der Fachveranstaltung des Netzwerks green with IT vom 24.02.2021<sup>36</sup> wurden diese – und auch viele weitere – Ergebnisse auch in einem der zahlreichen Poster<sup>37</sup> zusammengefasst.

Das BMWi-Förderprogramm „Einsparzähler“ förderte neue, digital gestützte Potenziale zutage und untersetzte diese mit validen Ergebnissen, die wiederum den DIN-konformen Potenzialberechnungen widersprachen.

Kurzum: Praxisüberholte DIN-Berechnungsparameter spiegeln noch eine althergebrachte, doch pragmatisch gelebte Wirklichkeit wider und beruhen auf erwarteten Durchschnittswerten. Die Kernaussage dieser Studie setzt genau an diesem Punkt der analog gelebten aktuellen Praxis an, da mittlerweile digital gestützte Einzelinformationen aus allen

einzelnen Wohnungen zur Verfügung stehen und gatewaygestützt Einsparungen bewirken können. Diese werden in den nachfolgenden Auswertungen detailliert beschrieben und quantifiziert.

Sozusagen „unterwegs“, d. h. im laufenden Betrieb und Prozess der gatewaygestützten Datenerfassung im EMS-Systemen, können darüber hinaus Betriebsfehler verhindert werden und prädiktive Praxishilfen zur Fehlervermeidung und zur Feinjustierung der Anlagen mit Wetterprognose-Daten u. Ä. mitlaufen. In diesem Zusammenhang sei auf die neue Heizkostenverordnung (HeiKVo) verwiesen und hier speziell auf die 12-fach jährlich vorzusehende Heizwärmeinformation des Vermieters an die Mietparteien (siehe separates Kapitel), die die erforderliche Digitalisierung mehr oder weniger erzwingt.

Diese digitale Aufrüstung der Bestände praktizieren die ersten kommunalen Wohnungsunternehmen bereits, schreiben dazu Wettbewerbe aus, beteiligen sich an Start-Ups, bilden Digitalmanager aus und widmen sich so der Wirklichkeit abseits überkommener Berechnungsverfahren.

---

35 green with IT e. V. – Interview Gateway-Ersteinführung in Großquartieren Veranstaltung „Wohnungswirtschaft und Klimawandel 4.0“ am 24.02.2021.

36 green with IT e. V. – Startseite Veranstaltung „Wohnungswirtschaft und Klimawandel 4.0“, 2021.

37 green with IT e. V. – Posterinhalte GBG Mannheim, Fachtagung 24.02.2021.

# 5. Daten als Hebel für Berechnungen zur CO<sub>2</sub>-Senkung: Verfügbare Datenquellen und Optimierungsbedarfe

Dieses Kapitel fokussiert auf verfügbare Daten für Potenzialanalysen auf Quartiers- und Stadtebene und für Benchmarkingzwecke. Deshalb sind eigene Daten im Bestand der Gebäudeeigentümer, ausführlich dargestellt in den Kapiteln 4, 7 und 8, hier nicht weiter dargestellt. Dies schließt zusätzliche wünschenswerte Beiträge zur Verbesserung der verfügbaren Datenlage durch öffentlich zugängliche Datenspenden von Wohnungsunternehmen ausdrücklich nicht aus.

## 5.1 ALKIS

Die ALKIS-Datenbank<sup>38</sup> kann grundsätzlich zur Erfassung, Analyse und Auswertung bestimmter Potenziale genutzt werden. Seit dem 1. Dezember 2015 werden die Daten des Liegenschaftskatasters im Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem ALKIS geführt. Damit steht ein flächendeckender, blattschnittfreier Datenbestand zur Verfügung, der alle beschreibenden Daten des Liegenschaftskatasters umfasst.

Hierbei wurden u. a. auch bestimmte Aufgabenstellungen zu Testzwecken abgestimmt und umgesetzt, wobei hier bereits eine Anonymisierung der Daten vorrangig berücksichtigt wurde. Die bereits vorhandene Klassifizierung ist gleichzeitig eine belastbare Basis, um Potenziale bestimmter Gebäudebestände zu gezielten Zwecken zu filtern. So sind Bebauungstypen wie z. B. „freistehende Gebäudeblocks“ unter der Kennziffer 1200 erfasst, nach Wertearten sortiert, in Untergruppen der „Bezeichner“ katalogisiert (1100 freistehendes Haus, 1200 freistehender Gebäudeblock, 2100 DHH, 2200 RH usw.). Die Objekte sind darüber hinaus nach Arten wie etwa

„Siedlung“ (41001) oder „Bauwerke Einrichtung in Siedlungsflächen“ etc. sortiert und weisen eine große Anzahl an Grundlagen zur weiteren Feingranulierung von Abfrageinhalten auf.

Auch weitere Informationen, wie z. B. die Anzahl oberirdischer Geschosse, ist erfasst; nicht jedoch die für die zur Berechnung der hier adressierten Potenziale wichtige Grundfläche. Wäre diese vorhanden und könnte diese mit der in den Bestandsbüchern der Schornsteinfeger vorhandenen Erfassung der Wärmeerzeugung nach Anl. 9 GEG zusammengeführt werden, so ergäbe sich ein weiterer wertvoller Erkenntnisgewinn für alle zukünftigen Studien und Maßnahmenplanungen. Dazu fehlt aktuell eine Rechtsgrundlage.

Im ALKIS werden zu Testzwecken erfolgreich Testdaten erhoben und einem Wissensziel untergeordnet. Zukünftig könnten wichtige Erkenntnisse für CO<sub>2</sub>-Werte nach m<sup>2</sup> und Feuerungsart differenziert ausgelesen werden, wenn diese Datenanalyse ebenfalls getestet würde.

In jedem Fall ist ALKIS eine „reiche“ Wissensbasis des Landes.

## 5.2 FIS-Broker

Der umfangreiche Berliner Geodatenkatalog „FIS-Broker“<sup>39</sup> bietet vom Land aufbereitete Karten, Pläne und andere Daten mit Raumbezug. Hier kann räumlich, z. B. über Adressen und inhaltlich, u. a. nach Schlagworten gesucht werden. Die datenbereitstellenden Dienste sind bei den Datensätzen genannt.

<sup>38</sup> ALKIS Datenbank „ALKIS-05“ der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen, 2020.

<sup>39</sup> Geodatenkatalog „FIS-BROKER“ der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen.

In einem Viewer können Karten angesehen, überlagert und mit Sachdaten verknüpft werden. Über die Dossierfunktion können schnell viele Informationen für ein Grundstück abgerufen werden.

Dieser Service wird von der Stadtgesellschaft intensiv genutzt, um kartierte Liegenschaftsinformationen zu erhalten und auszuwerten. FIS-Broker ist ebenfalls eine „reiche“ Wissensbasis.

Allerdings kann weder mittels FIS-Broker noch in der Basiskarte ALKIS eine Information zu „m<sup>2</sup> Wohnfläche“ oder einfacher „Grundfläche Wohnen“ oder „beheizte Fläche“ ermittelt werden; und auch aus anderen Datenquellen nicht. Die einfache Nutzung als Multiplikator für die ebenfalls erfasste Anzahl der Geschosse sowie die „Feuerungsart“ und dem CO<sub>2</sub>-Gewichtsäquivalent nach GEG Anlage 9 ist deshalb auch mit dem FIS-Broker nicht möglich, sodass die Ziele dieser Studie mit dem FIS-Broker nicht ausreichend fein erhoben werden können (siehe auch Kapitel „Empfehlungen“).

### 5.3 Bestandsunterlagen Kehrbezirke

Daten der „Nicht-Fernwärme“-Bestände aus den Kehrbezirken der Schornsteinfeger fließen in die internen Bestandsunterlagen der Bezirks-Schornsteinfegermeister ein, d. h. die an anderer Stelle differenzierten Heizungsdaten aus fernwärmeverSORgten Wohnungsbeständen können von allen „klassisch“ beheizten Beständen gemäß den nachfolgenden Details abgegrenzt werden:

Mit den jährlich durchgeführten bundesweiten Erhebungen durch das Schornsteinfegerhandwerk zu Anzahl, Alter und Anlagenart von Öl- und Gasfeuerungsanlagen sowie Feststofffeuerungsanlagen, CO-Messungen an Gasfeuerstätten, Messungen nach der 1. BImSchV an Öl- und Gasfeuerungsanlagen, Emissionsmessungen an Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe, Anzahl der Einzelraumfeuerungsanlagen und Mängel an Feuerungsanlagen sowie Mängel an Lüftungsanlagen, werden den Landes- und Bundesbehörden, den Fachfirmen und den Fachverbänden unabhängige und fachgerechte Informationen zu jedem einzelnen Grundstück

vorgelegt. Die vorhandene Lücke im FIS-Broker/ALKIS könnte mit diesen Daten optional geschlossen werden.

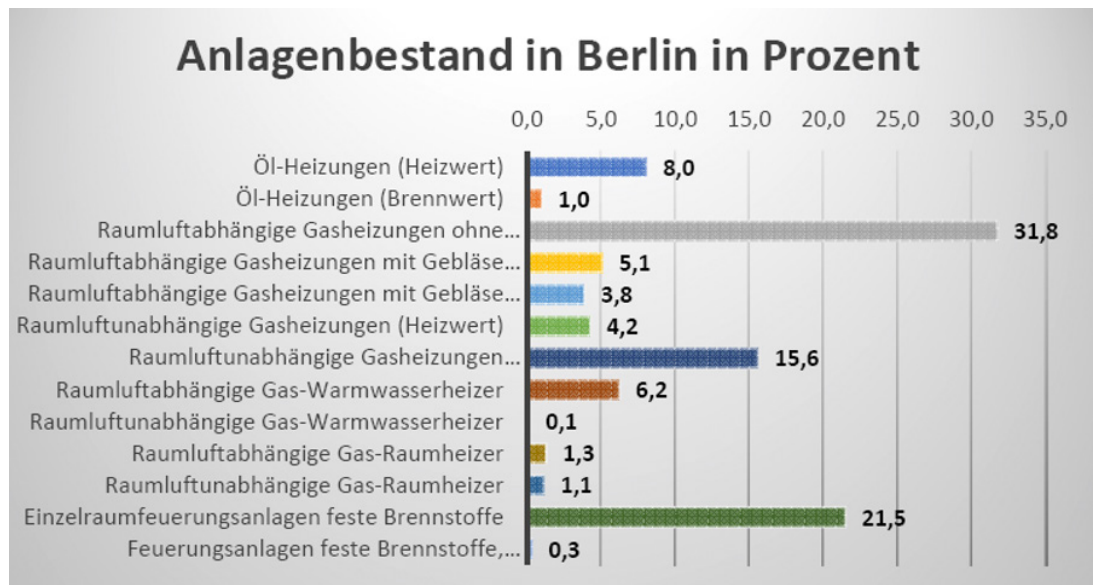
„Eine Vielzahl an Daten wird jährlich für die bundesweiten Erhebungen von den rund 7.700 bevollmächtigten Bezirksschornsteinfegern erfasst. Diese anonymisierten Daten werden zunächst bei den Innungen gesammelt. Aus diesen Zusammenfassungen erstellen dann die Landesinnungsverbände jeweils landesweite Übersichten. Der Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband (ZIV) – sammelt die Ergebnisse der 16 Länder und erstellt die Bundesübersicht.

Die Ergebnisse der Messungen nach der Ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) müssen vom Schornsteinfegerhandwerk den jeweiligen für den Immissionsschutz zuständigen obersten Landesbehörden sowie dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit alljährlich vorgelegt werden. Am 19. Juni 2019 wurde die „Verordnung zur Einführung der Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen (44. BImSchV)“ sowie zur Änderung der „Ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV)“ im Bundesgesetzblatt verkündet. Eine Trennung der Anlagen konnte für die Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks 2020 noch nicht vorgenommen werden. Somit sind die Anlagen, die nun unter die 44. BImSchV fallen, in den nachfolgenden Tabellen und Diagrammen zur 1. BImSchV enthalten. Eine Trennung der beiden Bereiche ist für die Erhebung des Schornsteinfegerhandwerks 2021 vorgesehen.<sup>40</sup>

<sup>40</sup> <https://www.schornsteinfeger.de/anlagenbestand-in-deutschland.aspx>.

Abbildung 4<sup>41</sup>

**Schornsteinfeger-Daten 2020 Berlin**



Neben den gemessenen Anlagen wurden auch die zwar nach 1. BImSchV wiederkehrend messpflichtigen, aber wegen der geänderten 1. BImSchV nicht jährlich gemessenen Anlagen erfasst. Im Jahr 2020 waren demnach in Deutschland über 4,6 Millionen Ölfeuerungsanlagen und über 6,8 Millionen Gasfeuerungsanlagen vorhanden. Es wurde festgestellt, dass von den wiederkehrend messpflichtigen Ölfeuerungsanlagen etwa 70 Prozent älter als 20 Jahre sowie von den wiederkehrend messpflichtigen Gasfeuerungsanlagen etwa 60 Prozent älter als 20 Jahre sind. Da sich die Feuerungs- und Heizungstechnik zwischenzeitlich erheblich weiterentwickelt hat, deutet dies auf ein enormes Energieeinsparungspotential

hin. Im Folgenden wird dargestellt, wie sich die vorgenannten Daten in Berlin aufschlüsseln.

Die Altersklassifizierung der Bestandsanlagen zur Erfassung der Potenziale nach Anlage 9 des GEG (ohne mechanisch oder manuell beschickte Feuerungsanlagen) in Tabelle 10 zeigt zum einen, dass rund 20 Prozent der Gas-Feuerstätten keine 15 Jahre alt sind und somit bereits digital ansteuerbar sein sollten. Die hohen Anteile von Feuerungsanlagen, die > 20 Jahre alt sind, zeigen die hohe Anzahl von Anlagen, die in den nächsten Jahren durch neue Anlagen ersetzt werden müssen, die dann allein auf Grund des Standes der Technik digitalisierungsfähig sind.

Tabelle 10<sup>42</sup>

**Altersangaben fossile Feuerstätten-Daten 2020 Berlin**

Gas-Feuerstelle	Anlagen	%	Öl-Feuerstelle	Anlagen	%
über 5	242.798	90,4	über 5	52.308	98,3
über 10	214.682	79,9	über 10	50.444	94,8
über 15	185.596	69,1	über 15	46.334	87,1
über 20	146.786	54,7	über 20	38.458	72,3

41 Abbildung aus: Schornsteinfegerinnung Berlin, 2020.

42 nach Schornsteinfegerinnung Berlin, 2020.

## 5.4 Bestandsdaten Verbrauchsausweise „Bedarf“ (B) und „Verbrauch“ (V)

Alle Gebäude in Berlin – und in allen anderen Bundesländern – sind in Bezug auf den Heizenergie-Verbrauch (und auch auf die Warmwassererzeugung) komplett erfasst. Sie sind, je nach gesetzlicher Erfordernis, nach B (Bedarfsberechnung) und V (Verbrauchswerte) in einer Jahres-Erfassungszahl kWh/m<sup>2</sup>/a beim Eigentümer dokumentiert und müssen zur Information für Gebäudenutzer vorgehalten werden. Eine landesweite Erfassung dieser Daten liegt nicht vor (siehe auch „Empfehlungen“). Eine umfangreiche Sammlung vorhandener Quelldaten ist in der Veröffentlichung „Das intelligente Quartier – Gebäudedaten im urbanen Kontext“ aufgelistet.<sup>43</sup>

Die Schornsteinfeger hatten im Zuge der Einführung der ersten Energieeinsparverordnung (EnEV) die Aufgabe übernommen, bundesweit den Zustand jedes einzelnen Gebäudes in Bezug auf die Dämmung der obersten Geschoßdecke festzustellen und den Gebäudebesitzern diese Dämmung dann zu empfehlen, wenn noch keine Maßnahmen erkannt werden konnten. In eingeschränktem Maße galt und gilt das auch für die Dämmung der Kellerdecke, die recht häufig in der Praxis mit aufgenommen und berichtet wurde.

Hintergrund war die erstmals in der EnEV gesetzlich verankerte Verpflichtung der Eigentümer, mit gering investiven Maßnahmen eine erste und effiziente Verbesserung der Hüllflächenwerte (oberste Geschossdecke) in Angriff zu nehmen.

In diesem Zuge haben die Schornsteinfeger wertvolle Daten erfasst, die nun auch – auf Basis jedes einzelnen Gebäudes mit „Kehrpflicht“ – zur Feingranulierung im FIS-Broker Eingang finden könnten. Wichtig ist die tatsächlich vorhandene Quantifizierung des CO<sub>2</sub>-Gewichts-Äquivalents (Feuerungsart) in den erwähnten Bestandsunterlagen. Anhand einer – zunächst noch groben – m<sup>2</sup>-Einschätzung kann der CO<sub>2</sub>-Wert nach Anlage 9 GEG multipliziert werden. So lässt sich ein erster IST-Pfad bei der landesweiten Erhebung der CO<sub>2</sub>-Bilanz aus der Heizwärme/Warmwassererzeugung eröffnen. Das angestrebte Wärmekataster geht ähnliche Wege.

## 5.5 Feinerfassung zielführender Daten aus Bestandsunterlagen der Kehrbezirke und Daten nicht kehrpflichtiger Gebäude

Die o. g. Feinerfassung der Heizerzeugung (Brennstoffe, Anlage 9, GEG) ist aktuell in Berlin keine beauftragte Offenlegungsleistung der Bezirksschornsteinfeger, sondern liegt als Erkenntnis aus dem Kehralltag und der vertrauensvollen Kommunikation mit den Eigentümern aller Wohnungsgrößen vor. Doch die Arbeit des Lesens und die Übertragung in eine Landes-Datenbank ist eine komplexe Zusatzaufgabe, vergleichbar mit der Erschließung der Erkenntnisse aus den Energieausweisen. In Verbindung mit dem Berliner Energiewendungesetz und der angestrebten Erfassung eines Wärme-Katasters könnten hieraus aber fein granuliert, sehr wertvolle Daten geschöpft werden.

Daten zu den mit Fernwärme versorgten MFH liegen bei den Schornsteinfegern nicht vor. Die Werte der fernwärmeverborgten Bestände wurden zunächst vom Landesverband der kommunalen und genossenschaftlichen Wohnungsunternehmen repräsentativ dokumentiert. Deren Auswertung ist jedoch nicht repräsentativ für alle vergleichbaren Wohnungsbestände in Berlin, da diese Bestände – im Vergleich zu nichtkommunalen Eigentümern – mit teils deutlich höheren Alt-Investitionen in die Hüllfläche und auch in die Optimierung der Sekundär-Kreisläufe in den Hausanschlussstationen (HAST) verknüpft worden waren. Kurzum: Die Privaten hinken hinterher.

Eine Feinerhebung der noch recht umfangreichen Bestände außerhalb des Monitorings der kommunalen und genossenschaftlichen Unternehmen könnte optional eine wichtige Kette zur Erkenntnis feingranulierter landesweiter Gesamtdaten erbringen. Auch hier gilt: Die konkreten Häuser sind bereits mit einem Verbrauchsausweiswert versehen. Natürlich kann eine erste anonymisierte Erfassung all dieser Gebäude im Land zunächst nur eine grobe Potenzial-Einschätzung erbringen. Doch ist dieser Pfad erst einmal eröffnet, können im Laufe der Folgejahre immer feinere Erkenntnisse zum Ziel erklärt und eingeholt werden. Über ALKIS und FIS-Broker können diese Daten öffentlich zugänglich gemacht werden.

43 Erbstöber, A.-C., Intelligente Quartiere, Technologiestiftung Berlin, 2020.

# 6. CO<sub>2</sub>-Benchmarking kommunaler und genossenschaftlicher Bestände Berlin

Das bereits langjährig vorhandene CO<sub>2</sub>-Benchmarking des kommunalen und genossenschaftlichen Wohnungsverbandes in Berlin orientiert sich an den Empfehlungen der nachstehend erläuterten „AH 85“ des Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e. V. (GdW) und der „Geislinger Konvention“. Der Berechnungsansatz beruht auf dem Bottom-Up-Prinzip, der die tatsächlichen Verbräuche für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nutzt. Diese Methode ermöglicht es – als lokale Besonderheit in Berlin – anhand verschiedener Indikatoren die Wärmeversorgung (Achtung Abgrenzung Fernwärme), das Alter der Gebäude und die Lage (Milieuschutzgebiet usw.) herauszufiltern. So wird offenbar, wo die meisten Minderungspotenziale zu erwarten und wie diese mit den digitalen Methoden in der hier vorgestellten Potenzialanalyse zu heben sind.

Neben dem Vergleich von eigenen CO<sub>2</sub>-Emissionen am Durchschnitt anderer Wohnungsunternehmen gibt ein Benchmarking das deutliche Signal, etwas in den Beständen zu tun und steigert die Sanierungsrate. Mit diesem Ansatz werden alle aktiven Datenlieferanten sensibilisiert, bevor es in die fein granuliert Analyse der Bestände geht. Die neuen digitalen Technologien können diesen Prozess vereinfachen und weitere Hürden nehmen. Ein unterjähriges Benchmarking wäre dann auch möglich, sodass die Optimierung der Heizanlagen oder der Gebäudetechnik zeitnah erfolgen kann. Aufbauend auf diese Erkenntnisse kann dann auch eine Förderkulisse geschaffen werden, die gezielt die Eigentümer anspricht, bei denen noch die größten Hemmungen, monetär wie auch auf Grund fehlenden Wissens, gegenüber einer energetischen Ertüchtigung der Bestände bestehen.

## **Treibhaus-Monitoring – Aktivitäten der Wohnungswirtschaft: Geislinger Konvention und die „Arbeitshilfe 85“ des GdW**

Vertreter der Wohnungswirtschaft haben mit der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU) vor mehr als 20 Jahren das Benchmarkingverfahren „Geislinger Konvention“ entwickelt, mit dem Wohnungsverwalter ihre Nutzerdaten anonymisiert eingeben und die Ergebnisse matchen können.<sup>44</sup> Waren zu Beginn die reinen Verbrauchsdaten und deren Benchmark im Fokus, so änderte sich die Zielstellung zur vierten Überarbeitung der Konvention hin zum **CO<sub>2</sub>-Benchmarking**.

Der GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen hat im Jahr 2020 eine „Arbeitshilfe 85“ zum Treibhausgasbenchmarking erstellt.<sup>45</sup> Die Arbeitshilfe regt an, dass die Transparenz der „eigenen“ CO<sub>2</sub>-Verantwortlichkeit gefördert und in ein Benchmark überführt wird. Dazu hat der Verband z. B. ein einfaches Beispiel zur Selbsterhebung einer Energie- und Klimabilanz dargestellt.

<sup>44</sup> Geislinger Konvention zum Betriebskostenbenchmarking.

<sup>45</sup> GdW.



Tabelle 11<sup>46</sup>**Potenziale eines Beispiel-Wohnungsunternehmens**

ENERGIE- UND CO <sub>2</sub> -BILANZ	Gebäudebestand		Endenergieverbrauch		CO <sub>2</sub> - Emissions- faktor	CO <sub>2</sub> -Ausstoß		
	Anzahl	Wohn- fläche						
EIGENVERSORGTER BESTAND	Einheiten	m <sup>2</sup>	kWh/a	kWh/m <sup>2</sup> a	g/kWh	t/a	kg/m <sup>2</sup> a	t/WE
Fernwärme	2.000	130.000	15.990.000	123	164	2.622	20	1,3
Gaskessel	1.000	65.000	9.880.000	152	201,6	1.992	31	2,0
BHKW	100	6.500	1.046.500	161	201,6	211	32	2,1
Wärmepumpen	35	2.800	78.400	28	466	37	13	1,0
Holzpellettheizungen	35	2.800	532.000	190	0	0	0	0,0
<b>Summe bzw. Mittelwert</b>	<b>3.170</b>	<b>207.100</b>	<b>27.526.900</b>	<b>133</b>	<b>179</b>	<b>4.855</b>	<b>23</b>	<b>1,5</b>

46 Tabelle aus: GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e. V., 2020.

# 7. CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale mit digitalen Technologien: Einzelne Technologien im Kontext unterschiedlicher Nutzung

Digitalisierungstechnologien werden selten als Einzelmaßnahme realisiert. Das Potenzial einzelner Digitalisierungs-Technologien kann deshalb nur aus Ergebnissen größerer Studien und Projekte ermittelt werden, bei denen mehrere Digitaltechnologien im Kontext mit anderen Maßnahmen eingesetzt wurden.

## 7.1 Gemessene Ergebnisse aus realen Wohnungsbauquartieren (Projekt „Meine Wohnung“)

In selbst initiierten Pilotstudien konnten gering investive, vorberechnete Maßnahmen mit Blick auf die zunehmend digital ausgestatteten Quartiere mehrjährig untersucht und evaluiert werden.<sup>47</sup> Untersucht wurden 4 Mehrfamilienhäuser (MFH) in der typischen Blockbauweise, die Züge der Systembauweise kN 0,8 erkennen lassen. Zwei dieser Bauten in der Lutherstadt Eisleben sind ungedämmt, zwei Gebäude in Lützen verfügen bereits über eine Dämmung der Außenhülle. Hinzu kamen zwei klassische Mauerwerksbauten – ungedämmt – der 30er Jahre in Berlin-Bohnsdorf. Abgerundet wurde das Testbett durch einen Gewerbebau der 20er Jahre auf einem Campus in Berlin-Buch. Ausgehend von der Tatsache, dass langfristig eine immer umfassendere Ausstattung aller Wohnungen mit einem Smart Meter Gateway stattfinden wird, wurden die Konsequenzen dieser Chancen um einige Jahre vorweggenommen und untersucht.

Dabei stand das „Smart Meter Gateway“ (SMGW) im Zuge seines „Strom“-Roll-Outs nicht in seiner

eigentlichen Einführungsform als Verpflichtung für diese Studien im Raum. Vielmehr wurde rechtzeitig erkannt, dass das SMGW auch im Bereich der Gebäudetelematik einschließlich der Raumwärme, der Kommunikation von Gebäudedaten über sichere CLS-Kanäle und bei der Gestaltung zukünftiger Einbezüge der Endverbraucher eine große Rolle spielen, ja weitaus mehr Nutzen erbringen wird als von den gesetzlichen Kennlinien zur Einführung (große Stromverbraucher zuerst, je kleiner desto später die Ausstattungspflicht).

Ist der Begriff „Smart Meter Gateway“<sup>48</sup> eindeutig definiert, so trifft dies auf den Begriff „Gateway“ nicht zu. Gleich vorweg: Das Wort „Gateway“ bezeichnet in der Informatik eine Rechner-Komponente, welche zwischen zwei Netzwerken eine Verbindung herstellt. Häufig wird synonym der Begriff „Router“ verwendet, so beim BSI, das auch von „Modul“ spricht. In der Telekommunikationsbranche sind für funktionsähnliche Geräte weitere Bezeichnungen wie Basisstation, Anschlussbox, Kabelmodem usw. verbreitet. Gateways können optional auch Daten bearbeiten, z. B. Daten sammeln, aggregieren, vorverarbeiten und danach in unterschiedlichen Sicherheitsstufen weiterleiten. Die Weiterleitung kann, muss aber nicht, unter Nutzung des abgesicherten CLS-Kanals eines Smart Meter Gateways erfolgen. Auch die Implementierung von Regelungsfunktionen direkt im Gateway (statt über das EMS des Wohnungsunternehmens) ist technisch denkbar.

Ein „Smart Meter Gateway“ ist der Nutzung nach ein Gateway wie viele andere. Durch gesetzliche Anforderungen erhielt dieses spezielle Gerät

<sup>47</sup> green with IT e. V. – Ergebnisbericht green with IT aus fünf Untersuchungsjahren, 2020.

<sup>48</sup> Wikipedia Definition – SMGW.

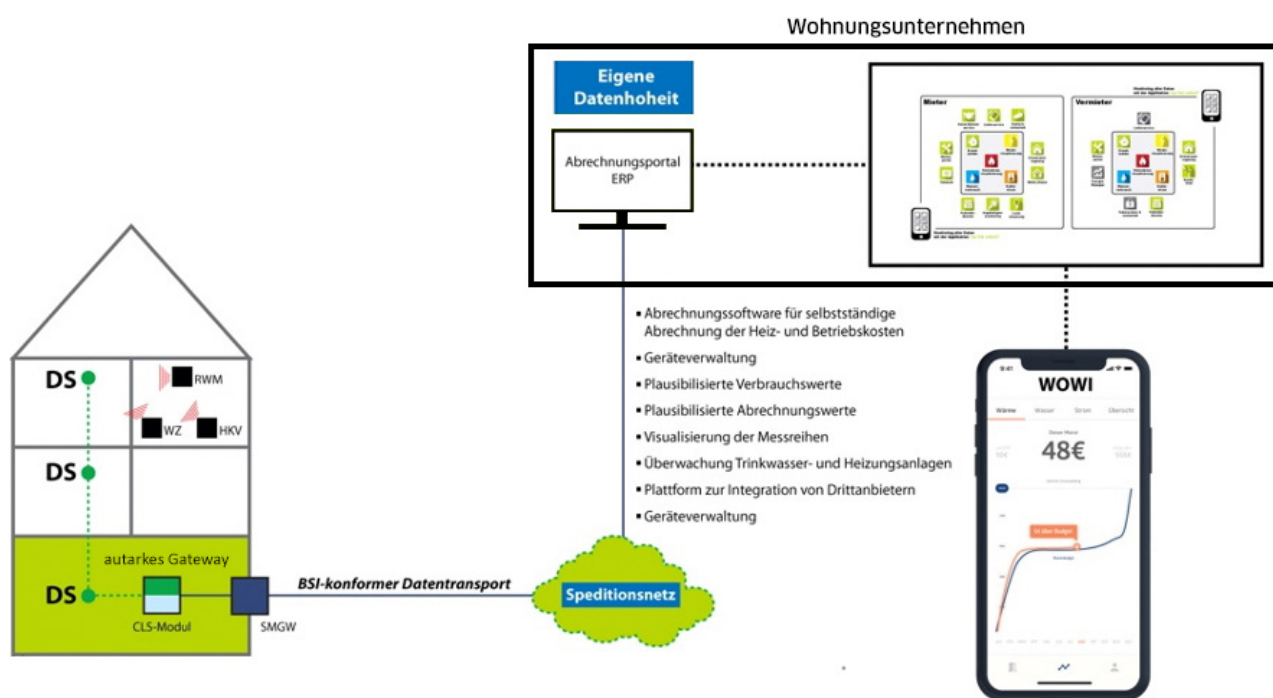
seine trennscharfe Begrifflichkeit, die es von allen anderen „Gateways“ auch technisch unterscheidet. Der Unterschied besteht vor allem in der streng regulierten und zertifizierungspflichtigen sicheren Kommunikation nach außen. Bis 2032 sollen sämtliche Haushalte mit „Smart Meter Gateways“ ausgestattet sein. Der zwischenzeitlich liberalisierte CLS-Rückkanal am SMGW kann dann auch Wärmedaten gleich ohne Mehrkosten mitkommunizieren, was den ursprünglichen Fokus auf Stromdaten erweitert.

Der Begriff „autarke Gateways“ bezeichnet in dieser Studie Gateways, die entweder im Eigentum des Wohnungsunternehmens stehen oder

über deren Daten das Wohnungsunternehmen zumindest uneingeschränkte Hoheit hat. „Autark“ ist hier keine technische Eigenschaft, sondern bezieht sich auf das Wohnungsunternehmen, das damit unabhängig von einem vendor lock-in durch die technischen Ökosysteme der Messdienstleister wird. Technisch handelt es sich um Gateways wie andere auch. Der Begriff wurde gewählt, weil im Zuge der Liberalisierung im Messwesen<sup>49</sup> im § 21b des „Gesetzes zur Öffnung des Messwesens bei Strom und Gas für Wettbewerb“ die Voraussetzungen zur freien Wahl des Messdienstleisters geschaffen wurde. Dies nutzen Wohnungsunternehmen verstärkt zur Übernahme von Submetering-Prozessen in den Eigenbetrieb.

Abbildung 5

### Kontextdarstellung Gateways mit Darstellung eines sicheren Speditionsnetzes



DS = Datensammler  
CLS-Modul = CLS-Proxykanal  
WZ = Wärmezähler  
HKV = Heizkostenverteiler  
SMGW = Smart Meter Gateway

49 Wikipedia Definition - Liberalisierung des Messwesens.

Im Verlauf der Recherche wurden viele Interviews mit Investitionsverantwortlichen großer Wohnungsunternehmen, Leitern von Fachausschüssen und Digitalisierungsexperten der Fachverbände geführt. Hier wurden als unterste Grenze eines

Einsparpotenzials aus allein aus gateway-geführtem Anlagenmonitoring (gemäß 7.1.2) i. H. v. **10-15 Prozent vom 100 Prozent Heiz- und Warmwasserverbrauch** berichtet.

Tabelle 12

### Interviewergebnisse mit wohnungswirtschaftlichen Partnern

Zusammenfassung Erfahrungs- und Abschätzung-Aussagen WoWi Einsparquotienten Gateways			
WoWi/Experten	Gateways Anzahl	Einsparung gem. 6.1.1.2	Bautypen
GBG Mannheim	500	10-15 %	Großquartiere Bj ab 70 Mannheim
HOWOGE	k. A.	8-12 %	Großquartiere Berlin div. Bautypen
metr.	1000	10-15 %	Großquartiere Bj ab 70 GHG Köln, WBM, Akelius
BGW Bielefeld	k. A.	8-15 %	kommunale Nachkriegs-Bautypen
WBG Werdohl	k. A.	10-12 %	diverse Bautypen ab Bj. 60
KUGU	550	10-15 %	5 untersch. Unternehmen, Einheiten 5 bis 150 WE
Erste Suhler Bew-Geno	k. A.	10-12 %	genossenschaftliche Bestände
Mülheimer Whgsbau eG	k. A.	10-12 %	genossenschaftliche Bestände

Das Projekt „Meine Wohnung“ des green-with-IT e. V. hat aufgrund seiner Zukunfts-Orientierung und der weit geführten Evaluation mit mehreren, auch Berliner Unternehmen den Zukunftspreis 2021 der Immobilienwirtschaft<sup>50</sup> gewonnen. Die Details des Projektes sind zur weiteren Umsetzung

in vielen Quartieren empfohlen worden.<sup>51</sup> Die im Projekt „Meine Wohnung“ referenzierten digitalen Prozesse sind mit benchmark-ähnlichen Ergebnissen bewertet worden, was in Tabelle 13 differenziert dargestellt ist:

50 green with IT e. V. - Zitatgrundlage für valide Einspar-Aussagen in % durch Vermieter und Akzeptanzaussagen durch Mietparteien, 2021.

51 green with IT e. V. - Aussage des GdW-Präsidenten Axel Gedaschko am 10.06.2021 in einem Statement o. g. Film.

Tabelle 13<sup>52</sup>

**Stufe der Erfolgsleiter „Energieeffizienz“**

	Einsparquote Heizwärme %	Nutzenbeschreibung	Sicherheit	Komfort
<b>5</b> <b>Sammel-App</b>	0 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sichere Alternative zu Google &amp; Co.</li> <li>- integrierte App aus ERP- und freien Prozessen</li> <li>- Komfort-, Sicherheits- und Lieferdienste nehmen Mieter mit</li> </ul>	BSI-konform Common criteria	volle digitale Mieterkommunikation
<b>4</b> <b>SMGW</b>	5 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einsatz hoch sichere CLS-Schnittstellen</li> <li>- Quartierprozesse für Vermieter und Mieter nach common criteria</li> <li>- telemetrische Speditionsnetze</li> </ul>	BSI-konform Common criteria	100 % safety & security
<b>3</b> <b>Digitale Früchte</b>	5-15 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absenkung Wärmeverträge oder Dimensionen Heizerzeuger</li> <li>- Monitoring/Smart Meter</li> <li>- Energie-Management-Systeme (EMS)</li> <li>- prädiktives Lastmanagement</li> <li>- bidirektionale Steuerung</li> </ul>	nicht-BSI-konform	abteilungsübergreifend
<b>2</b> <b>Digitale Früchte</b>	10-12 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einstieg in die erweiterte digitale Welt null-investiv</li> <li>- Eigenmanagement warme BeKo</li> <li>- Wärme-App für alle Mieter</li> <li>- Handwerkerlenkung</li> </ul>	nicht-BSI-konform	ready for EMS
<b>1</b> <b>Künstliche Intelligenz</b>	20-30 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einzelraumregelung Funktioniert auch ohne Komplexsysteme</li> <li>- sofortige Einsparung</li> <li>- Mieter sind begeistert</li> <li>- BSI-konform</li> <li>- geringinvestiv nach ALFA ©</li> </ul>	BSI-konform ULD-Zertifikat"	plug and play

Die digitalen Potenziale im Sinne des Studien-Gegenstandes der o. g. Projektergebnisse betreffen die nach gesetzlichen Grundlagen aufgestellten und (aktuell noch) jährlich abgerechneten warmen Betriebskosten, gemäß der allen (privaten wie gewerblichen) Mietparteien zugestellten Abrechnungen. Der CO<sub>2</sub>-Pfad aus der verwendeten Heizenergie ist aktuell aus den in den Vorkapiteln benannten Gründen noch verschwommen. Diese Potenziale werden wie folgt aufgelistet:

**7.1.1 Künstliche Intelligenz zur Einzelraumregelung**

Die „unterste Stufe“ der sogenannten „Erfolgsleiter der Digitalisierung“ wurde mit einem sogenannten „energy harvesting“-Prozess begangen. Ohne Kabel und Batterien und nur unter Nutzung der Umwelt-Energie wurde hier mithilfe der „Künstlichen Intelligenz“ (KI) ein digital gestützter Einsparprozess als „Smart Building-Maßnahme“ aufgebaut, von dem Mieter letztendlich mit 20-30 Prozent Heizenergie-Einsparung profitieren. KI meint hier, dass der Regelkreis routinemäßige Raumnutzung erkennt und sich dadurch einzelraumspezifisch automatisiert selbst verbessert. Nutzerseitige Programmierungen entfallen dadurch und Nutzereingriffe werden nur in wenigen Ausnahmefällen erforderlich.

52 nach: green with IT e. V., 2019.

Abbildung 6<sup>53</sup>

### Energieautarke Einzelraum-Regelung auf Basis Künstlicher Intelligenz<sup>54</sup>



#### 7.1.2 Autarke Gateways

Hier wurden die proprietären Gateways der Standard-Zulieferer der Wohnungswirtschaft durch **autarke** Gateways ersetzt, die wiederum den zuvorderst wichtigsten Prozess der Wohnungswirtschaft (nach der Nettokaltmiete) neu gestalten: Die Prozesse der „warmen Betriebskosten“. Diese Autarkie entsteht durch die Ablösung von der Abhängigkeit der Standard-Messdienstleister. Dies ist dabei keine klassische „Investition“ im landläufigen Sinne für die Immobilienwirtschaft, da dieses Gateway „sowieso“ bereits in den Beständen vorhanden sein wird (nur gehört es üblicherweise den Messdienstleistern) und dabei kostentechnisch umlagefähig ist. Von besonderem Interesse ist hier die sofortige Verfügbarkeit für die Optimierung aller Erzeugeranlagen und damit – wie in den vorherigen Absätzen beschrieben – die so geschaffenen Voraussetzungen für das „Ernten“ der tief hängenden Digitalen Früchte der

verbesserten Anlagen-Kommunikation. Dies führt hin zu verbesserter Vermieter-/Mieterkommunikation entlang erfolgversprechender Einsparprozesse gemäß der Auflistung im Folgepunkt 7.1.3.

Zunehmend erhalten die Schwachstellen auch konkrete Namen: So wurde bei vielen der in Deutschland verbauten Fernheizungsregler der Mangel an einer Möglichkeit festgestellt, diese modellübergreifend mit dem Internet zu verbinden, die Regler also kommunikativ zu machen.

Ein Berliner Start-Up hat – ganz in der ALFA-Tradition – eine Lösung entwickelt, die genau das ermöglicht. So können Heizungsanlagen ganz einfach aus der Ferne überwacht werden und kommunizieren in Echtzeit über Störungen, Fehlerquellen, Orte und Konsequenzen. Gleichzeitig konnte hier ein zusätzlicher automatisierter Legionellenschutz mit eingebaut werden.

53 Abbildung aus: green with IT e. V., 2019.

54 EnOcean Inc.

Abbildung 7<sup>55</sup>

### Dashboard eines Energie-Management-Systems (EMS) als Sammler gateway-basierter gesammelter telemetrischer Daten



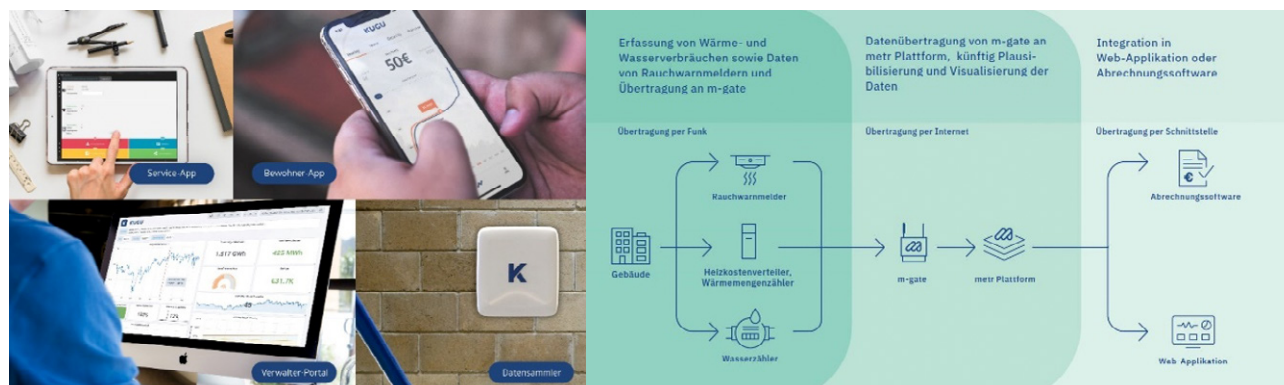
#### 7.1.3 Weitere Digitale Früchte nach Installation von Daten-Gateways

Nach der Installation von Daten-Gateways konnten umgehend weitere Erkenntnisgewinne und valide Einsparungen beim Monitoring, beim Einsatz prädiktiver Lastkurven, beim Ausbau der Gateway-Informationen zu Energie-Management-Systemen (EMS), bei der gestrafften bidirektionalen Steuerung mit automatisiertem Fehler- und Alarm-Management und bei der Vorbereitung von

Reduktionsvolumina der zugelieferten Fernwärme-Vertragsmengen erzielt werden. Noch nicht gemessen wurde der kommunikative Zugewinn durch ausbleibende Alarmfahrten von Heizstation-Dienstleistern, durch automatisierte Handwerkerkopplungs-Prozesse und durch medienbruchfreie Finanz-Abwicklungsprozesse mit Dienstleistern aller Art. Diese Prozesse werden aktuell untersucht.

Abbildung 8<sup>56</sup>

### Submetering- und Meteringlösungen



55 Abbildung aus: green with IT e. V., 2021.

56 Abbildung aus: green with IT e. V., 2021.

### 7.1.4 Smart Meter Gateways (SMGW)

Der größte kommunikative Zugewinn für den hier fokussierten Studien-Gegenstand „Heizwärme“ wird in der Nutzung von SMGW in eben solchen Heizwärme-Prozessen erwartet. Die Brücke dazu ist ohne Zweifel der CLS-Rückkanal. Die Nutzung dieses, nach den Vorschriften des „Bundesamtes für die Sicherheit in der Informationstechnik“ (BSI) zertifizierten sicheren Kanals eröffnet Horizonte, die aktuell noch nicht validiert werden können. Vermieter haben hier in der Zukunft die Option, den Transport von Daten ihrer Mieter abzusichern, sodass Datenmissbrauch ohne größere Investitionen unterbunden werden könnte. Harte Einsparungen durch den Rückkanal ergeben sich in der Prozesskette der telemetrischen Datensammlung der einzelnen Heizkörper-Sammelprozesse: Hier genügt die Nutzung der vorhandenen Treppenhaus-Stromleitungen, um alle telemetrischen (und ggf. auch sonstigen) Daten sicher zu transportieren, ohne zusätzliche Transportwege unterhalten zu müssen. Die Annahme von 5 Prozent Einsparung ist noch nicht validiert, da die Zeiträume noch zu kurz sind. Es handelt sich außerdem um eine prognostizierte Kosteneinsparung, von der noch nicht klar ist, ob sie zu entsprechenden CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch nicht mehr benötigte Telekommunikationsleistungen führt.

### 7.1.5 Mieter-Apps

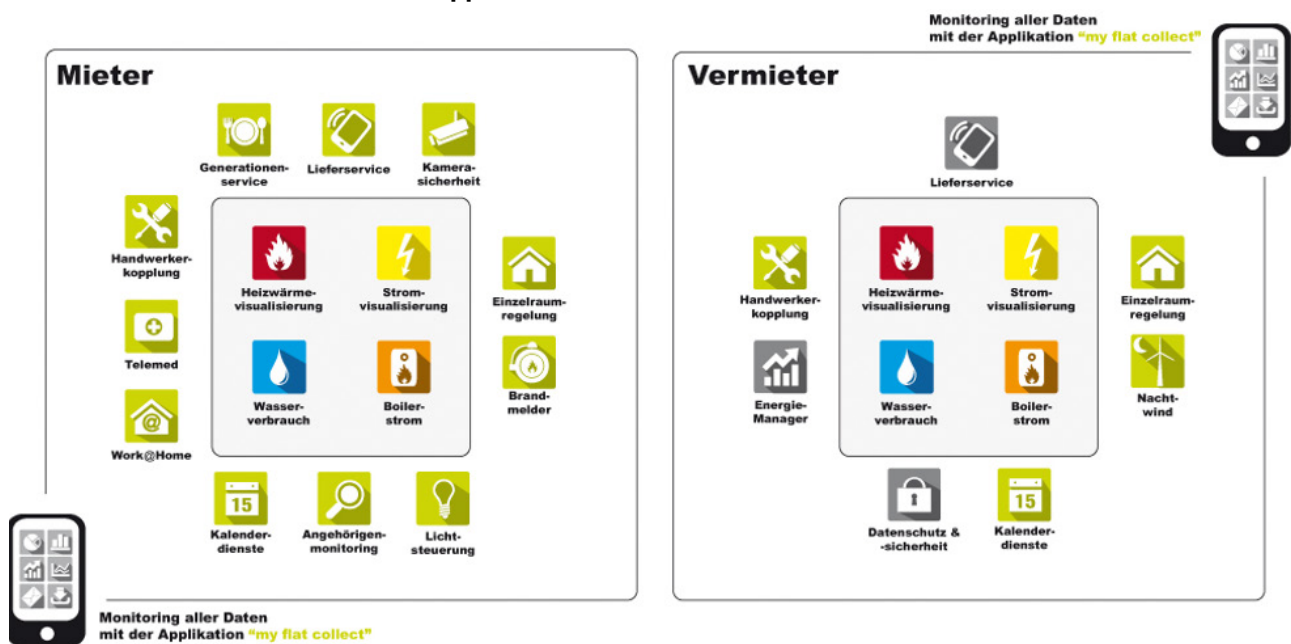
Die Digitalisierung ist in diesem Prozessdetail eine Art Pforte für künftige Alltagsprozesse. Alles beginnt mit dem Studiengegenstand: Aus den Gateways und den EMS entstehen die für die Abrechnung warmer Betriebskosten notwendigen Informationen.

Ist dieser Datenschutz digital-autark gehütet, können die Heizwärme-Verbrauchsdaten zwölfmal im Jahr auf die Smartphones aller Mietparteien zugestellt werden.<sup>57</sup>

Das Interesse an diesem Prozess eint Vermieter und Mieter. Doch dieser Datenschutz eröffnet eine breite Option an weiteren digitalen Gestaltungen im Quartier, die nicht vordergründig den Studiengegenstand betreffen und daher nur am Rande erwähnt werden: Lieferboxen und Zustell-Informationen im Quartier, ehrenamtliche Helferprozesse und weitere nützliche Austauschformate der Mietparteien untereinander usw. Die Mieter-App spart zwar kein CO<sub>2</sub> ein, sie erscheint aber als ausgesprochen wichtiges Element, um Mieter dazu zu bewegen, Energieeinsparungsmöglichkeiten auch zu nutzen. Daraus können ganze Ketten neuer Wertschöpfungen entstehen, deren Untersuchung ein lohnender Gegenstand sein wird.

Abbildung 9<sup>58</sup>

### Icons für die Mieter- und Vermieter App



57 siehe auch Kapitel EED/HeizKVo.

58 Abbildung aus: green with IT e. V., 2019.



## 7.2 Vergleich mit Ergebnissen zu Gewerbeimmobilien (Projekt DITRAC)<sup>59</sup>

Auch in der größten Berliner Liegenschaft, dem **Campus Berlin-Buch (CBB)**, wurden gering investive, vorberechnete Maßnahmen in ähnlicher Art und Weise ausprobiert. Allerdings baute dieses Projekt auf bereits weitreichende digitale Strukturen in Form eines campus-„eigenen“ Monitorings und EMS auf. Hier liegt der Unterschied zur Wohnungsbau-Branche: Die dort erzielbaren Potenziale sind zwar fast identisch, doch steht der in gewerblichen Einheiten bereits übliche Einsatz von EMS in der Wohnungswirtschaft erst ganz am Anfang.

Die rein digital geführten Prozesse wurden vorab in ausschließlich energetische Prozesse ohne Digital-Bezug eingebettet, um die Gebäude-Sicht umfassend abzubilden und entsprechende Benchmark-Werte erheben zu können.<sup>60</sup> Die ersten vier Maßnahmen folgen alle den anerkannten Regeln der Technik.

### 7.2.1 Hydraulischer Abgleich als vorgeschaltete „nicht-digitale“ Maßnahme

Eine Minderung der Verbräuche der statischen Heizung nach einem erfolgten **hydraulischen Abgleich** wurden als erste Maßnahme konservativ mit 5 Prozent berechnet, da die Wärmenetze auf dem Campus CBB langjährig stets straff geführt wurden und eine Vertragsanpassung vorab schon erfolgt war. Diese Maßnahme wird als **„nicht digital“** bezeichnet, um eine Trennschärfe der in dieser Studie priorisierten **„digital gestützten Effizienzmaßnahmen“** von **„nicht digital gestützten Effizienzmaßnahmen“** zu ermöglichen. Die erste Maßnahme ist, wie es der Name bereits sagt, eine „hydraulische“ Maßnahme und somit den digitalen Maßnahmen nicht zuordnungsfähig. Zwar existieren mittlerweile Komponenten am Markt, die den hydraulische Abgleich auch „digitalisieren“ könnten, doch verfügen diese Methoden noch nicht über eine nennenswerte Marktdurchdringung.

### 7.2.2 Nachtabsenkung, Wochenendabsenkung und Sommerabschaltung

Die Kombination aus den benannten Maßnahmen wurde vom Campusbetreiber als erfolgreich umsetzbar angesehen, weil die Kommunikation mit den weiteren Nutzern auf hohem und in Richtung Effizienz-Maximierung orientiertem Niveau besteht. Daher wurde eine kombinierte Energieeinsparung von insgesamt 20 Prozent für die statische Heizung angesetzt.

Nachstehend folgen Maßnahmen, die durchweg **auf Basis digitaler Unterstützung** erfolgen und sozusagen als „tief hängende Früchte“ der Digitalisierung angesehen werden. Da die „Smart Meter“ des Fernwärme-Lieferanten Vattenfall Wärme sukzessive in allen Hausanschlussstellen (HAST) auf dem Campus verbaut werden, die Primärenergie-Werte der Fernwärme per App innerhalb eines neuen Kundenportals ebenfalls durch den Lieferanten Vattenfall Wärme belastbar geliefert werden, stimmen die Voraussetzungen für eine lohnende Ernte dieser Früchte.

### 7.2.3 Regelungstechnische Heizkurvenanpassung

Die regelungstechnische Anpassung der Heizkurven kann auf Basis neu gelieferter Informationsqualitäten der Lastgänge erfolgen. Waren früher 1-h-Takte die Norm, so können nun 15-min-Werte eingeholt und in angepassten Heizkurven verarbeitet werden. Dabei wird speziell das „Matching“ mit den Außentemperaturwerten im Tagesverlauf wichtig, um eine valide Feinjustierung zur Effizienzreife zu bringen.

### 7.2.4 Addition der Heizkurven-Anpassung mit Wetterprognosen

Dies soll durch eine vorausblickende Berücksichtigung valider Wetterprognosen weiter optimiert werden. Dabei kann der Sekundär-Regler automatisch erfahren, dass in einem nahen Zeitprofil z. B. hohe Sonneneinträge zu erwarten sind. Der Regler wird folglich die Raumtemperaturen vor Eintritt des zu erwartenden Sonneneintrages schon vorausblickend (prädiktiv) tiefer orientieren.

<sup>59</sup> DITRAC-Ergebnisbericht aus BENE-Förderung „Digitale Transformation im Campus“.

<sup>60</sup> Abschluss-Präsentation Projekt CBB.

### 7.2.5 KI: Selbstlernende Algorithmen zur Einzelraumregelung

Durch Einzelraum-Präsenzerkennung in Büroräumen konnten – wie im Wohnungsbau – 30 Prozent Heizwärme eingespart werden. Dies erfolgt durch Einsatz künstlicher Intelligenz, die Raumprofile für jeden einzelnen Wochentag einstellt und bei ausbleibender Präsenz die Heizwärme-Voreinstellung des Thermostats um 4° absenkt. Die gemessene Absenkungsrate war – wie bereits in 7.1.1 beschrieben – zwar 30 Prozent. Da die Büroflächen-Anteile nur geschätzt werden können (hohe Volatilität durch permanente Umnutzung durch Mieter), wird hier konservativ nur ein mögliches Drittel aller Flächen insgesamt angesehen. Folglich wird der Minderungseffekt nur mit 10 Prozent insgesamt bewertet.

### 7.2.6 Hydraulische Entkopplung

Die hydraulische Entkopplung (Fernwärme und Raumlufttemperierung) der Primär- von der Sekundärseite der Wärmeübertragung (**nicht digital**) hat den Vorteil, dass die Sekundärseite mit geringeren Betriebsdrücken und geringeren Temperaturen betrieben würde. Dies würde die Möglichkeit des hydraulischen Abgleichs auch bei der Lüftung schaffen. Es folgen noch weitere Maßnahmen, die allesamt den Haushaltstitel „Strom“ betreffen und den anerkannten Regeln der Technik folgen.

Ferner wurden dort im Campus CBB weitere lohnenswerte Inhalte identifiziert, die hier in diesem Rahmen im Kontext mit erwähnt werden, auch wenn sie für den Wohnungsbaubestand eine untergeordnete Rolle spielen.

### 7.2.7 Optimierung der Wärme-Rückgewinnungsgrade im gesamten RLT-Haushalt

Hier geht es um Investitionen in die neuen Generationen von Wärmerückgewinnungs-Anlagen, die relativ einfach gegen die zu erwartenden Gewinne gegengerechnet werden können. In diesen gewerblichen Fällen ist dies deshalb so bedeutend, weil hier Raumlüftungsanlagen auch als basische Raumheizungs-Grundlagen sozusagen „missbraucht“ werden, d. h. die eigentlich zugrunde liegenden Beheizungsgrundlagen aus den klassischen Heizkörpern substituieren und so den Gesamt-Energieaufwand zur Raumheizung verschwimmen lassen.

### 7.2.8 Teilersatz der angelieferten Fernwärme Externer durch eigene Geothermie-Gewinne<sup>61</sup>

Hier handelt es sich um einen strategisch wichtigen Ansatz zur Dekarbonisierung, der aber dem Studiengegenstand „digitale Potenziale“ nicht zugeordnet werden kann und daher nur eingebettet erwähnt wird.

Die Potenziale aus digital gestützten Energieeffizienz-Prozessen wurden hier kleinteilig analysiert, in ein EMS implementiert und sehr konservativ ausgewertet. Da es sich beim Campus Berlin-Buch (CBB) um die größte Berliner Landes-Liegenschaft handelt, kann dies durchaus als Vorlage für weitere Potenzial-Betrachtungen und als Benchmark für Folgeprojekte dienen.

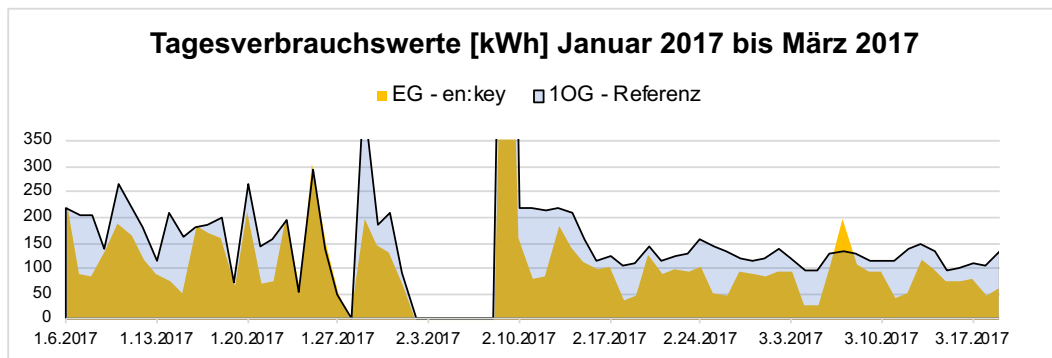
Ein Potenzial von 26 Prozent Heiz- und somit CO<sub>2</sub>-Einsparung wurde mit Berechnungsparametern untersetzt.<sup>62</sup> Verschiedene weitere Optionen wurden entlang dieser Senkungspotenziale dokumentiert. Die zentrale Datenbank (das hauseigene EMS) dieses Beispiels kann 1:1 auf die aktuellen Anforderungen des Wohnungsbaus übertragen werden. Viele Einzelauswertungen erbrachten fast identische Ergebnisse wie im Wohnungsbau, hier ein Beispiel:

61 aus Tiefen-Geothermie in Abstimmung mit dem GFZ Potsdam.

62 Siehe Tab. 18.

Abbildung 10<sup>63</sup>

### Vergleichsdarstellung der Einsparerfolge Künstlicher Intelligenz in Einzelräumen



### 7.3 Das Vorbild: CO<sub>2</sub>-neutrale Raumheizung und Warmwasserbereitung in Berlin-Neukölln durch Dekarbonisierung der Brennstoffe

Die Fernwärmeversorgung der rund 20.000 Wohnungen in der Gropiusstadt erfolgt seit 2006 aus dem Holzheizkraftwerk Berlin-Neukölln von innogy SE.<sup>64</sup> Hier liegt – speziell mit Blick auf die Ziele dieser Potenzialstudie – ein exemplarisches Großquartier-Beispiel aus der Vergangenheit für die Zukunftsbetrachtung der Konsequenzen einer Umstellung emissionsbehafteter Energieerzeugung auf regenerative Erzeugung vor: Würde ein mittlerer Heizwärmeverbrauch von 150 kWh/a/m<sup>2</sup> im statistischen Mittel unterstellt, so ergäbe sich ein Jahresverbrauch von 20.000 WE x (Annahme) 62 m<sup>2</sup> im Mittel = 1.240.000 m<sup>2</sup> x 150kWh/a = 186 MWh Heizwärmeverbrauch ohne WW-Bereitung.

Diese 186 MWh wurden damals üblich auf Kohlebasis erzeugt, was nach heutigem GEG-Berechnungsstand 400 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent je kWh entspräche. Die damalige CO<sub>2</sub>-Bilanz müsste folglich 74.400 to CO<sub>2</sub>/a ausweisen.

Dies bedeutet – nach erfolgter Umstellung der Erzeugung auf regenerative Energien – eine Einsparung von insgesamt 70.680 to CO<sub>2</sub>/a oder von knapp 3,72 to je WE (alt) auf 0,19 to 3720 to CO<sub>2</sub> neu (Holz mit 20 g CO<sub>2</sub>-Gewichtsäquivalent nach GEG Anl. 9).

Nachdem das alte BEWAG-Kraftwerk durch ein neues Kraftwerk auf der Basis regenerativer Energieerzeugung ersetzt war (Spitzenlastkessel – Leistungen auf Basis Gas bleiben zunächst unberücksichtigt), konnten also 70.680 to jährlich für die Berliner Klimabilanz eingespart werden; noch zu bereinigen durch einen unbekanntem zusätzlichen Zählerfaktor aus der tatsächlichen Inanspruchnahme von Gasfeuerung für Spitzenlasten.

Dieses Ergebnis kann mitnichten als unverändert übertragbarer Berechnungsansatz für alle Mietwohnungen in Berlin herangezogen werden. Fakt ist aber, dass bereits 2006 ein Beispiel geliefert wurde, wie im Großbestand ein Ziel (3,72 to CO<sub>2</sub>-Einsparung je WE oder 24,8 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent je m<sup>2</sup>/a auf 0,19 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent je m<sup>2</sup>/a) erreicht wurde, indem Steinkohle durch Holz und Siedlungsabfälle ersetzt wurde. 2006 war dies noch kein umfassender Klima-Aspekt, eine Anlage 9 des GEG noch in weiter Ferne.

Die Wohnungen der Wohnungsgenossenschaften und der kommunalen Wohnungsgesellschaften in Berlin-Lichtenberg und in Marzahn sind seit den 90er Jahren weitestgehend modernisiert worden. Diese werden nahezu vollständig mit Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung von Vattenfall versorgt. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen je Wohnung liegen zwischen 0,5 und 1,0 Tonnen CO<sub>2</sub>, das sind 8 bis 16 kg CO<sub>2</sub> je m<sup>2</sup> Wohnfläche.

63 Abbildung aus: green with IT e. V., 2019.

64 „Nach Angaben des Betreibers stellt das Kraftwerk 65 Megawatt thermische Leistung und 20 Megawatt elektrische Leistung bereit. Zusätzlich stehen drei gasbefeuerte Spitzenlastkessel mit jeweils 33 Megawatt thermisch zur Verfügung. Der erzeugte Strom wird nach den Regelungen im Erneuerbare-Energien-Gesetz in das Stromnetz eingespeist. Das Kraftwerk benötigt etwa 240.000 Tonnen Holz pro Jahr, das sich aus Frischholz und Altholz der Kategorien A1 bis A4 zusammensetzt. Die Rauchgasreinigung erfolgt nach Eindüsung von Aktivkoks und Kalkhydrat durch einen Gewebefilter. Dabei werden Emissionswerte erreicht, die weiten teils erheblich unter den genehmigten Werten liegen.“ aus: Wikipedia, [Holzheizkraftwerk Berlin-Neukölln/Gropiusstadt](#)

# 8. Zusammengefasste Übersicht der Potenziale der digitalen Technologien aus den Gebäudebeständen zur CO<sub>2</sub>-Einsparung

Alle der in der nachstehenden Tabelle genannten Maßnahmen setzen als „digitale Helfer“ voraus, dass

- eine Gateway-Einheit sämtliche telemetrischen Daten aus einer Einheit (ein Haus, ein Aufgang...) zusammenfasst und
- in die Datenbank eines ebenfalls obligatorischen EMS einspeist, in welche alle Informationen einfließen und in welcher die nachfolgend beschriebenen Anwendungen umfassend ausgewertet werden können.

Es gibt ebenso hinreichend positive Beispiele aus gewerblichen dezentralen Gebäudebeständen, die

- vor Ort mit digitalen Mitteln (Aktoren, Sensoren, Gateways) ausgestattet und
- in einer zentralen Monitoring-Datenbank als Cloudlösung zusammengeführt werden:

Viele sogenannte „Filialisten“ wie etwa große bundesweite Discounter, die viele dezentrale Gebäudekomplexe verwalten, haben sich solche digitalen Systeme angeschafft (oder nutzen spezialisierte Dienstleister) und nutzen dies zur Optimierung und zum Benchmark.

In der Wohnungswirtschaft werden – wie in dieser Studie zusammengefasst – solche zentralen cloudbasierten Verwaltungsstrukturen erstmalig angeschafft, um die Früchte der Digitalisierung ernten zu können. Angestrebt wird hier ein möglichst autarker Betrieb, damit Abhängigkeiten von Messdienstleistern aufgelöst und die neuen Wertschöpfungen selbst verwaltet werden können. Dieser Prozess ist ganz am Anfang, kann aber als stabiler Trend bezeichnet werden.<sup>65</sup>

Auch in den Fachmedien der Immobilienwirtschaft wird dieser Prozess detailliert beschrieben.<sup>66</sup>

<sup>65</sup> Digitalisierung in der Wohnungswirtschaft: Das sind die Prioritäten der Unternehmen, 2019.

<sup>66</sup> Frank Urbansky, Artikel DW „Die Wohnungswirtschaft“ Smart Meter Rollout: was bringt er der Wohnungswirtschaft?.

Tabelle 14<sup>67</sup>

### Zusammengefasste Einspar-Potenziale in Wohnungs- und Gewerbegebäuden

Wohnungswirtschaft: Differenzierung Praxiswerte digitaler und nichtdigitaler Potenziale zur Senkung von CO <sub>2</sub> -Aktiva in % gemäß Berichtswerten				
Bezeichnung	Einsparung % digital	Einsparung % nicht digital	verbleibt % kumuliert	Erläuterung
7.1.1. Künstliche Intelligenz Einzelraumregelung	20-30		80	B2C Bürgereinbezug, Prozess: siehe auch 7.2.7
7.1.2. Autarke Gateways	10-15		72	Wichtiger Schlüsselprozess, Anlagenwächter, Verbundregler, Legionellenschutz
7.1.3. Monitoring, Energie-Managementsysteme (EMS)	10-15		65	Autarkes Submetering, Prädiktive Lastkurven, Schlüssel für Mieterprozesse, Handwerkerkopplung, Alarm- und Fehlermanagement
7.1.4. Smart Meter Gateway	5		62	CLS-Rückkanal, BSI-Sicherheit, Hier Schlüsselprozess Heizwärme
7.1.5. Sammel-App	0		62	a) B2C-Prozess, Heizwärmetransparenz noch nicht validiert
Erreichbares Einsparmaximum kumuliert aus einzelnen Werten in %			38	b)
Gewerbebauten zum Vergleich				
Bezeichnung	Einsparung % digital	Einsparung % nicht digital	verbleibt % kumuliert	Erläuterung
7.2.1. Hydraulischer Abgleich		5	95	In der Wohnungswirtschaft zwiespältig, weil Mehrkosten bei notwendiger Wiederholung
7.2.2. Nachtabsenkung	-			
7.2.3. Wochenend-Absenkung	-			
7.2.4. Sommer-Abschaltung	-			7.2.2 bis 7.2.4 häufig bereits Standard
7.2.5. Lastkurven-Anpassung	10-15		85	Schneller umlagefähiger Gateway-Erfolg, siehe 7.1.3
7.2.6. Prädiktive Wetterprognosen	3-5		82	Add-on zu 7.2.5
7.2.7. Künstliche Intelligenz Einzelraumregelung	20-30		74	a) B2C ,siehe auch 7.1.1, vergleichbar mit Wohnbauten
7.2.8 c) Hydraulische Entkopplung		3		geringere Betriebsdrücke möglich, Strom-Einsparung
7.2.9. Optimierung Wärmerückgewinnung	10			vorgewärmte Luft substituiert DIN-berchnete Heizwärme
7.2.10. Teilersatz Geothermie		80	22	drastische Dekarbonisierung d) möglich unterstützt durch Energie-Managementsystem (EMS)
Erreichbares Einspar-Maximum kumuliert aus einzelnen Werten in %			26	b)

a) insgesamt verbleibender Wert von Hundert  
c) ab 7.2.8 keine Kummulation mehr, nicht Studiengegenstand  
b) insgesamte Summe Einsparungen von Hundert  
d) bei Tiefen-Geothermie bis gegen 0

# 9. Differenzierung der Umsetzungsoptionen in den Wohnungsbau-Beständen

## 9.1 IST: Erste Ergebnisse Klimaschutzmaßnahmen kommunaler und genossenschaftlicher Akteure Business-to-Business (B2B)

Eine Anschaffung und Einrichtung einer Cloud-Lösung als zentrales Energie-Monitoring betrifft immer zuerst „eigene“ Verwaltungsprozesse der Wohnungswirtschaft,<sup>68</sup> wie etwa

- Metering zwecks Anlagenoptimierung, Legionellenschutz und Benchmark
- Alarm-Management bei möglichem Ausfall einzelner Anlagenkomponenten
- Begleitende Handwerkerkopplung
- Submetering (warme Betriebskosten, Wassermanagement)
- Abrechnungsprozesse zu Mietern und deren Aufbereitung im eigenen ERP-System
- Quartierprozesse, wie z. B. die Verwaltung von Lieferboxen<sup>69</sup>

## 9.2 SOLL: Zielstellung Übertragung auf private Akteure (Mietparteien)

Erst der Einbezug der Bürger, hier Mieter, ergibt einen umfassenden Sinn mit Blick auf CO<sub>2</sub>-Einsparoptionen. Mieter (als Akteure in sogenannten Business-to-Customer (B2C)-Prozessen) sind beim Thema Klimaschutz davon abhängig, in Business-to-Business (B2B)-Prozesse beim Smart Building zur CO<sub>2</sub>-Senkung von den Vermietern eingebunden zu werden. Andernfalls können Mieter nur Einzelmaßnahmen mit Baumarkt- oder Versandartikeln als „Smart Home“-Anwendung (B2C) initiieren. Diese sind in der gewerblichen Vermietung nicht unbedingt hilfreich, weil Smart-Home-Anbieter reine Direktbeziehungen (B2C) zu den Mietern umsetzen und Vermieter so außen

vor lassen. Dies bedeutet, dass Daten mieterseitiger Systeme nicht für wohnungsübergreifende EMS zur Verfügung stehen oder – im schlimmsten Falle – zwei Systeme gegeneinander regeln. Smart Home Systeme als mieterseitige Einzelinitiative scheinen im Kontext ganzer Gebäude nur da sinnvoll, wo Hausverwaltungen mit der Einführung von EMS in Verzug sind oder daran scheitern.

Die vorbenannten datenbankbasierten EMS-Systeme können von Vermietern von Beginn an zu CO<sub>2</sub>-Senkungszielen gemeinsam mit den Mietern vorgesehen werden. Dazu gibt es zwei Voraussetzungen

- Bei den Vermietern muss ein Gewinn erkennbar sein, wie etwa die Ernte digitaler Früchte aus umlagefähigen Maßnahmen der Heizwärmeeffizienz. Dazu gehört die Anschaffung der Gateways und Cloudlösungen, wobei Gateways bereits heute in vielen Beständen vorhanden sind und deren Kosten bereits umgelegt werden (auch als proprietäre Bestandssysteme Dritter).
- Bei den Vermietern müssen digital gestützte und cloudfähige Prozesse identifiziert werden können, mit denen sich Mietparteien bei den Bemühungen zur CO<sub>2</sub>-Senkung einbinden lassen. Da hier die Kosteneinsparung vorweggeht, handelt es sich nicht um altruistische Ansätze. Solcherlei Appelle an das Umweltbewusstsein verhalten schnell, wenn diese Maßnahmen keinen Gewinn für die Mietpartei bringen

Für das Projekt „meine Wohnung“ konnte ein solcher Prozess „Anwendung künstlicher Intelligenz (KI) in Einzelräumen“ evaluiert werden und ist mit den eingesparten 20-30 Prozent Heizwärme in die Gesamtdarstellung unter 7.1.1 bzw. 7.2.7 eingebettet.

<sup>68</sup> Vergleichbar mit zentralen ERP-Cloudlösungen, hier jedoch Cloud- und CLS-Nutzung dezentral vorhandener großer Bestände an Gebäude-Telemetriedaten.

<sup>69</sup> Vortrag „Innovationsquartier“ Jena-Lobeda am 24.02.2021.

### 9.3 Private professionelle Wohnungsunternehmen – groß

Die Handlungsoptionen großer privater Wohnungsunternehmen sind in Bezug auf die Anschaffung von digital gestützten CO<sub>2</sub>-Senkungsprozessen vergleichbar mit kommunalen/genossenschaftlichen Akteuren; jedoch gibt es hier keinen vergleichbaren Grad der Organisation in Ausschüssen und Projektgruppen. Auch sind deren Bestände nicht vergleichbar zu den kommunal/genossenschaftlich verwalteten Beständen instandgesetzt worden. Die digital schöpfbaren Potenziale sind folglich noch größer als bei den kommunal/genossenschaftlichen Unternehmen. Somit können private, große Unternehmen thematisch genau an den zentralen Ergebnissen dieser Studie interessiert sein und abgeholt werden.

### 9.4 Private professionelle Wohnungsunternehmen – klein

Die Handlungsoptionen kleinerer privater Wohnungsunternehmen sind von denen großer Unternehmen deutlich zu unterscheiden: Bei der Anschaffung zentraler, autarker Cloud-Lösungen ist auch die Anzahl der Wohneinheiten (WE) limitierend. Als Multiplikatoren haben sich hier Dienstleister bewährt, die bei der flächendeckenden Umsetzung autarker cloudgebundener Einsparwerkzeuge unterstützen oder solche Lösungen als mehr oder weniger offene Clouddienste anbieten und über- teuerte proprietäre Messdienstleister kostengünstig ablösen können. Berlin ist gerade für solche erfolgreichen Start-Ups eine Heimat geworden.

### 9.5 Streubesitz privater Eigentümer

Die vielen kleineren MFH-Bestände im Streubesitz sind aufgrund des niedrigen Organisationsgrades und der häufig zwischengeschalteten Dienstleister (Hausverwaltungen) nur sehr schwer adressierbar.

### 9.6 EFH/DHH/RH

Wie bereits in der Analyse und im Anhang dokumentiert, ist der Querschnitt aller EFH/2-FH aus energetischer Sicht deshalb eine wichtige Größe,

weil hier der Anpassungsrückstand an klimafreundliche Bewirtschaftungs-Grundlagen am höchsten und die erzielbaren Einsparerfolge enorm sind. Diese Bestände sind jedoch hier kein Schwerpunkt der Studie und werden daher nicht so vertieft untersucht, wie dies bei MFH der kommunalen und genossenschaftlichen Akteure geschehen ist. Es sei jedoch auf die Tatsache hingewiesen, dass vertiefte Untersuchungen hier zu empfehlen sind.

### 9.7 Abgrenzung Milieuschutz-Quartiere

Milieuschutz-Quartiere müssen separat betrachtet werden, da hier der Handlungsrahmen für digital gestützte Cloud-Lösungen und Anwendungen nicht immer frei gegeben ist. Auch gelten die Querschnitts-Bewertungen für MFH nicht immer und überall in Milieuschutz-Quartieren.

### 9.8 Abgrenzung Denkmalschutz-Quartiere und Bestandsbauten

Denkmalgeschützte Bauwerke bilden einen besonderen Fall, weil dort die ansonsten häufig praktizierten Hüllflächen-Dämmmaßnahmen nicht greifen konnten und die Bauten folglich schlechtere IST-Werte aufweisen. Dennoch sind diese Bauwerke eine lohnenswerte Aktionsfläche für intelligente, sprich digital gestützte Maßnahmen („Gehirnschmalz vor Styropor“). Auch diese Bautypen werden in dieser Studie nicht vertieft betrachtet.

### 9.9 Betrachtung Umsetzungsoptionen Großquartiere nach Prioritäten der Eigentümer

Etliche kommunale Großunternehmen haben in Berlin bereits mit der Digitalisierung der energetischen Haustechnik-Komponenten begonnen, sind teils auch bereits autark bzw. streben einen immer höheren Autarkiegrad an und können so wertvolle Erfahrungswerte in die Stadtgesellschaft einbringen. Bei der Wahl der Quartiere zählt hierbei nicht der Bautyp, sondern der erkennbare Nutzen. Auch dieser Aspekt wird hier nicht vertiefend betrachtet; ist aber ein valides zusätzliches Zukunftsfeld im Sinne der Studie.

# 10. Ausblick

## 10.1 Betrachtung des Ansatzes to CO<sub>2</sub>/WE

Mit aktuellen Instrumenten können Vergleichbarkeiten unterschiedlicher Bautypen auf der Basis von Tonnen je Wohnung (to/WE) hergestellt werden. Dies hat jedoch keine Zukunft, da Wohnungsgrößen in der Fläche stark variieren.

## 10.2 Betrachtung des Ansatzes kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> Wohnfläche

Die Orientierung auf den Berechnungsansatz „CO<sub>2</sub>-Gewichtsäquivalent Kilogramm je Quadratmeter“ (kg/m<sup>2</sup>) ist im BEK bereits festgelegt. Weitere Überlegungen in abweichende Richtungen können somit unterbleiben.

## 10.3 Voraussetzungen für eine berechenbare Potenzialgröße

Um berechenbare Potenzialgrößen zukunftsfest zu gestalten, ist es notwendig, ein wenig in die Zukunft zu blicken und die digitalen Helfer dabei zu berücksichtigen. In Berlin werden immer feiner granuliert Berechnungsgrößen zugänglich, wenn alle öffentlich verfügbaren und DSGVO-konformen Daten sinnstiftend zusammengeführt werden. Einige Quellen, wie das absehbar zur Implementierung anstehende Wärmekataster, die Option zur Einholung und Buchung von Bestandsdaten der Kehrbezirke sowie die Energieausweisdaten B und V sind in der Studie im Kontext dargestellt. Weitere Datenquellen nennt z. B. die Technologiestiftung Berlin.<sup>70</sup>

## 10.4 Voraussetzungen im Wohnungsbestand allgemein

Langfristig werden digitale Helfer wie Sensoren, Aktoren Gateways, Smart Meter Gateways und

deren CLS-Kanäle, EMS-Systeme und schlanke Erfassungs- sowie Abrechnungsprozesse es ermöglichen, digitale Früchte der Energieeffizienz zu ernten. Dazu lohnt ein Blick in das Jahr 2030, weil zu diesem Zeitpunkt der Smart Meter Gateway-Rollout gesetzeskonform in fast jedem Haushalt abgeschlossen sein wird. Betrachtungen ohne generelle Einpreisung des SMGW bzw. ihrer Rückkanäle sind nicht zukunftsfest.

## 10.5 Voraussetzungen im Wohnungsbestand in Großquartieren

In besonderem Maße können die Eigentümer von Großquartieren schon vor 2030 mit den vorgenannten Instrumenten reiche Ernte an digitalen, tief hängenden Früchten der Energieeffizienz einfahren. Da aktuell „sowieso“ die Submetering Hardware in allen Gebäudebeständen entsprechend der neuen HeizKVo ersetzt wird (revolvierend alle 5 Jahre), werden entscheidende Tonnagen von CO<sub>2</sub> binnen fünf Jahren valide zu reduzieren sein.

Auch können Mieter bei B2C-Prozessen deutlich und selbstaktiv mitwirken, was über die Vermieter in Großquartieren mit Smart-Building-Maßnahmen angeregt und gesteuert werden kann, da dies ein integrativer Prozess in der Umlagefähigkeit warmer Betriebskosten ist und dem Mieter direktes Geld über valide Einsparungen von 20-30 Prozent auszahlt. Dies ist ein völlig neuer Aspekt und ein wünschenswertes Element zur Verbesserung der Vermieter-Mieter-Kommunikation.

## 10.6 Förderbetrachtungen

Für Berlin ist neben den Fördermitteln des Landes auch der Einbezug von EU- und Bundesfördermitteln wichtig. Mit der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)<sup>71</sup> und diversen Sonderförderungen stehen solche Wohnungsunternehmen

<sup>70</sup> Erbstößer, A.-C., 2020.

<sup>71</sup> BAFA-Information.



mit hohen Förderquoten besonders gut da, welche digital gestützt Energieeffizienz aus dem Wärmehaushalt heben.<sup>72</sup> Diese Förderinstrumente werden aktuell noch zu wenig genutzt. Ein entsprechender Wissenstransfer kann zur schnelleren Umsetzung von Sanierungen und damit zu einer Reduzierung von Wärmeenergie beitragen.

### 10.7 Der Smart Readiness Indicator (SRI)<sup>73</sup>

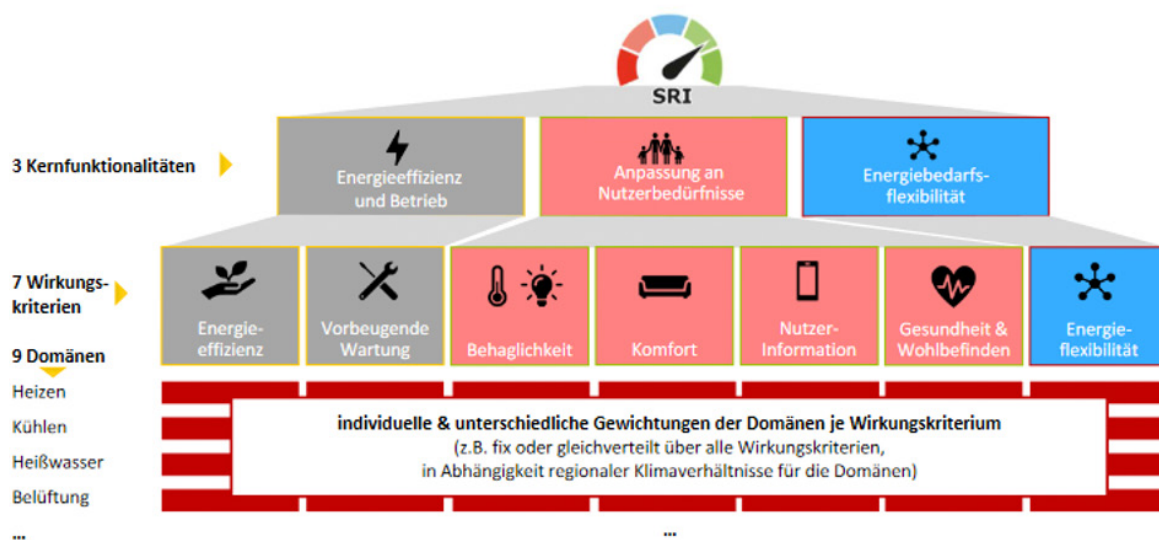
Das Europäische Parlament hat am 17. April 2018 der überarbeiteten Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (auch: EU-Gebäuderichtlinie,

EPBD) endgültig zugestimmt. Die vereinbarten Änderungen ermöglichen es, das enorme Potenzial für Energieeinsparungen im Gebäudesektor – dem energieintensivsten Bereich in Europa – zu erschließen. Die neuen Vorschriften zielen unter anderem darauf ab, bestehende Gebäude schneller mit intelligenten, sprich energieeffizienten digital gestützten Anlagen nachzurüsten, dies auszuweisen und die Energieeffizienz neuer Gebäude durch den Einbau „intelligenter“ Systeme zu verbessern. Dies referenziert ganz klar die Ziele dieser Potenzialstudie: Mit „intelligent“ ist hier das Monitoring als digitales Instrument auf Basis von Energie-Management-Systemen (EMS) gemeint.

Abbildung 11<sup>74</sup>

#### Thematische Einbettung des SRI in Wirkungskriterien

### Smart Readiness Indicator



Die Energy Efficiency Directive (EED) und die überfällige Umsetzung in eine deutsche Heizkostenverordnung ist in aller Munde. Die Energy Performance of Buildings Directive (EPBD-Richtlinie) ist ein gleichwertiges, gleich wichtiges und zur Umsetzung anstehendes Instrument der EU, welches bei der Einführung des GEG von der

Bundesregierung 2020 in wichtigen Teilen deswegen noch nicht enthalten ist, weil z. B. die gesetzlich zwingende Einführung des dort enthaltenen „Smart Readiness Indicators“ (SRI)<sup>75</sup> noch mit einer zeitlich befristeten Freiwilligkeit versehen war.<sup>76</sup> Doch zur ersten Novelle des GEG muss der SRI auch im GEG abgebildet sein.

72 green with IT e. V. – Förderbrief 2 des Netzwerks.

73 Der SRI soll legislativer Bestandteil der neuen EU-Gebäuderichtlinie (EPBD) werden und ab 2023 zur Umsetzung in die 1. Novelle des GEG einfließen.

74 Abbildung aus: Schulte, 2021.

75 green with IT e. V. – Erläuterung zur gesetzlichen Einführung EPBD durch die EU, 2021.

76 green with IT e. V. – EU-Richtlinien EPBD in deutsch.

So legt diese neue Richtlinie u. a. als legislative Grundlage für die zu erwartende erste Novelle des GEG fest:

*„Die Mitgliedstaaten unterstützen die Einführung intelligenter Messsysteme bei der Errichtung oder einer größeren Renovierung von Gebäuden, wobei sie gewährleisten, dass die betreffende Unterstützung mit Anhang I Nummer 2 der Richtlinie 2009/72/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Juli 2009 über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt (1) im Einklang steht. Die Mitgliedstaaten können gegebenenfalls auch die Installation aktiver Steuerungssysteme wie auf Energieeinsparungen ausgelegte Automatisierungs-, Regelungs- und Überwachungssysteme unterstützen.“*

Die wichtigsten Neuerungen aus Sicht der EU-Kommission:

- Förderung der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) sowie „intelligenter“ Technologien, um einen effizienten Gebäudebetrieb sicherzustellen, etwa durch Einführung von EMS, Automatisierungs- und Steuerungssystemen;
- Förderung des Aufbaus der erforderlichen Infrastruktur für Elektromobilität in allen Gebäuden (allerdings in geringerem Umfang als ursprünglich im Vorschlag der Kommission vorgesehen);
- Einführung eines „Intelligenzindikators“, der die Fähigkeit eines Gebäudes misst, neue Technologien und elektronische Systeme zu nutzen, die sich an die Bedürfnisse des Verbrauchers anpassen und den Betrieb sowie die Interaktion mit dem Netz optimieren;
- Integration und erhebliche Stärkung langfristiger Strategien für die Renovierung von Gebäuden; Mobilisierung öffentlicher und privater Investitionen; Bekämpfung von Energiearmut und Senkung der Energiekosten der Haushalte durch Renovierung älterer Gebäude.

## 10.8 Die neue Heizkostenverordnung 2021

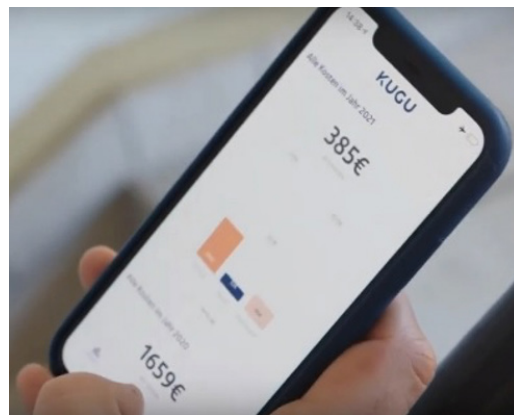
Wie wirkt sich die neue Energy Efficiency Directive (EED) auf den Studiengegenstand aus? Diese wird

in Deutschland unter der Bezeichnung „Heizkostenverordnung“ (HeizKVo) aktuell gesetzlich umgesetzt und somit verpflichtend. Für diese Studie ist die u. a. gesetzliche Auflage der zwölfmal jährlichen Heizverbrauchs-Information ab 2022 wichtig. Dies wird mit der nunmehr möglichen digitalen Informationsweitergabe begründet, hält doch die Digitalisierung der Heizwärmeprozesse erstmals gesetzlich geforderten Einzug in den erweiterten Abrechnungs- und Informationsprozess der Heizwärme aus der Sicht von Vermietern.

Die bislang übliche jährliche Abrechnung erfolgt bis heute weitestgehend papierbasiert. Es ist illusorisch, darüber nachzudenken, den Papierprozess nun jährlich zu verzehnfachen. Allen Kunden sollten zukünftig digitale Informationsformate angeboten werden, hier ein Beispiel:

Abbildung 12<sup>77</sup>

### Wärmetransparenz auf dem Mieter-Smartphone



Zur Generierung dieser jährlich zwölfmaligen Information ist die Nutzung eines Gateways zwingend erforderlich bzw. ist in Teilen der Gebäude auch bereits im Einsatz und wird kostentechnisch routinemäßig „umgelegt“. Ob die digitale Schlüsselkomponente Gateway in Zukunft nun vom Vermieter bei Messdienstleistern angemietet wird oder autark selbst erledigt wird, bestimmt die Einführung von Digitalisierungen für Energieeffizienz maßgeblich in den nächsten Jahren und ist aus diesem Grund relevant für diese Studie. Ohne autarkes Gateway oder mindestens die uneingeschränkte Hoheit über die Daten sind EMS-Systeme in Eigenregie praktisch kaum zu errichten.

77 Abbildung aus: green with IT e. V., 2021.

# 11. Empfehlungen

Maßnahmen zwischen der Ertüchtigung der Bestände mit Augenmaß (sprich bevorzugt gering investive, in der Wirkung vorberechnete Maßnahmen) und der Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung sind ein Schlüssel, um die Balance zwischen Klimaschutz und Sozialverträglichkeit zu gewährleisten und die Kosten für den Klimaschutz auf mehrere Schultern zu verteilen. Dies darf aber nicht dazu führen, dass die warmen Betriebskosten eine Größenordnung erreichen, durch die Mieter übermäßig belastet werden. Dazu dienen zum Beispiel langfristige Rahmenvereinbarungen mit Sonderkonditionen, die mit den Energie- und Wärmeversorgern ausgehandelt werden. Im Ergebnis können so die Versorger mit langfristig gesicherten Einnahmen kalkulieren und die Investitionskosten für die Dekarbonisierung der Energieerzeugung reduzieren. Auch Tiefen-Geothermie ist ein unausgeschöpfter Zukunftsansatz zur Dekarbonisierung.

Eine erweiterte Nutzung des FIS-Broker wäre es, die bereits vorhandenen Kriterien auf die Zielstellungen eines Wärmekatasters bzw. zur Erkennung der Flächenbezüge „m<sup>2</sup> Wohnfläche auszuweiten und mit dem GEG-Gewichtsäquivalent CO<sub>2</sub> nach Anlage 9“ zu erweitern. Dies wird zur grundlegenden und nachhaltigen Datenbank-Voreinstellung empfohlen und ist mit Fachdaten, z. B. aus den Bestandsunterlagen der Kehrbezirke, sukzessive in den kommenden Jahren zu füllen, um immer bessere und praxisgerechte Berechnungsdaten zu erhalten.

Besonders erwähnt wird hier § 21 ff. des Berliner Energiewendegesetzes<sup>78</sup> und des Allgemeinen Zuständigkeitsgesetzes:

*(1) „Die für Angelegenheiten der Wärmeplanung zuständigen Senatsverwaltungen und Bezirke sind berechtigt, zum Zweck der Wärmeplanung erforderliche Wärmedaten zu erheben, die für Klimaschutz zuständige Senatsverwaltung auch zum Zweck der Weiterentwicklung der Strategien und Maßnahmen des Programms nach § 4. Dies gilt insbesondere für Angaben zum*

*Energieverbrauch von Gebäuden und Gebäudegruppen, zu der bei Gewerbebetrieben anfallenden Abwärme, zu Art, Alter und Brennstoffverbrauch von Wärmeerzeugungsanlagen sowie zu Art, Alter und Lage von Wärme- und Gasnetzen.“*

*(2) „Energieversorgungsunternehmen, Gewerbebetriebe sowie öffentliche Stellen, insbesondere bevollmächtigte Bezirks- und Senatsverwaltung, sind verpflichtet, der für Klimaschutz zuständigen Senatsverwaltung und den Bezirken auf Anforderung vorhandene Wärmedaten in anonymisierter Form zu übermitteln, soweit diese für die in Absatz 1 Satz 1 genannten Zwecke erforderlich sind. Daten, die Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse darstellen, sind bei der Übermittlung als vertraulich zu kennzeichnen.“*

Die Differenzierung zwischen Erzeugung für Heizwärme und für die Warmwasserbereitstellung ist sehr wichtig und bedarf in Folgestudien einer vertieften Betrachtung, da gerade bei der Warmwasserproduktion große Unschärfen existieren. Dies ist bedingt durch die sehr heterogene und nur durch Schornsteinfeger-Erhebungen erfasste Bestandsaufnahme, z. B. der zahlreichen Gasthermen in Wohnungen, die auch teilweise nach der Wende in Eigenregie initiiert und in Vermieter-Mieter-Vereinbarungen (für Heizung und WW) festgehalten wurden. Hier existieren zahlreiche Gas-Einzelverträge der Mieter mit den Gasversorgern, die somit nicht in die Verpflichtungen der HeizKVo und in die Submetering-Erfassungsdaten (bei zentralen, vermietergesteuerten Systemen) eingehen.

Zahlreich sind die nicht erfassten Untertisch-Speicher und Durchlauferhitzer, deren Produktionsanteile in die Strombilanz einfließen und eine adäquate Größe für diese Studie darstellen. In den Standardrechnungen der Energieversorger ist eine Differenzierung zwischen „normalem“ Haushaltsstrom und Boilerstrom nicht vorgesehen; diese Verteilung „schwimmt“ und bedarf ebenfalls näherer Untersuchungen zur Abschätzung der Anteile, die auf die Warmwasserbereitung entfallen.

78 Amtsblatt von Berlin, 2021.

Die datenschutzkonforme Sammlung aller B- und V-Werte der Energieausweise ist eine empfehlenswerte Zielstellung, da begonnene Monitoring-Maßnahmen zielführend ergänzt werden können und so eine sinnvolle landesweite Wissensbasis erstellt werden kann. Weiter kann die feiner granulierten Datenbasis „CO<sub>2</sub>-Gewichtsäquivalent je m<sup>2</sup> Wohnfläche“ mit vorhandenen landeseigenen Mitteln ebenso erhoben und in einer solchen Erhebung/Datenbank auch die B- oder V-Werte des Verbrauchsausweises gespeichert werden. Private Daten werden in MFH nicht erhoben. Die Konformität zur DSGVO ist im Großquartier gegeben; bei EFH ist sie zu prüfen.

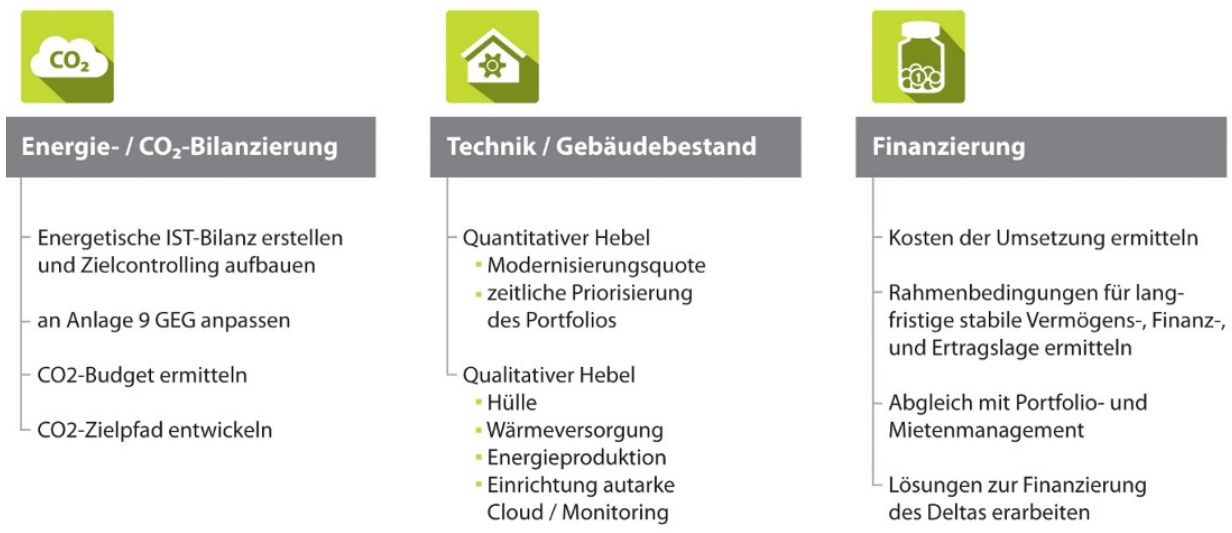
Als Umsetzungsoptionen wird mit Blick auf große Wohnungsunternehmen empfohlen:<sup>79</sup>

- Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen der eigenen Gebäude kennen
- Heizungsanlagen optimal betreiben
- (grüne) Fernwärme (als Teil der) Strategie (zur Klimaneutralität)
- Beachten: Vorlauftemperaturen
- Zusicherung, dass sich der CO<sub>2</sub>-Faktor nicht verschlechtert und der CO<sub>2</sub>-Preis-Vorteil bei Blockheizkraftwerken (BHKW) weitergegeben wird
- Wenn Gas eingesetzt wird, dann möglichst hohe Biogasanteile, und H<sub>2</sub>-ready Gas-Brennwertgeräte installieren
- Installationen von PV-Anlagen und Stromnutzung aus diesen Anlagen, wo immer möglich
- Möglichkeiten der Bilanzierung nach GEG sowie der Förderung aus BEG und EEG nutzen
- Eigene Klimastrategie entwerfen, Finanzlücke beziffern und schließen.
- Auflösung von Abhängigkeiten von Messdienstleistern und von deren technischen Ökosystemen

Abbildung 13<sup>80</sup>:

**Beispiel: Die Bausteine einer Klimastrategie für die Immobilienwirtschaft**

## Handlungsempfehlungen Klimastrategie



Angesichts des hohen Anteils der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung – mit 5,553 Millionen Tonnen im Jahr 2019 – an den CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Verbraucherbilanz des Landes Berlin, sollte zukünftig der Sektor GHD stärker in

die Strategien zur Emissionsminderung einbezogen werden. Der Sektor GHD emittiert ca. 0,5 Millionen Tonnen mehr, das sind rund 10 Prozent mehr als der Sektor Haushalte und Wohnungen (5,061 Millionen Tonnen).

79 GdW, Vogler, Dr. Ingrid.

80 Beispielhafte Empfehlung einer Klimastrategie der Initiative Wohnen 2050.

Der Kontext zur zukünftig nationalen Berechnungsgrundlage aller CO<sub>2</sub>-Berechnungsparameter entsteht aktuell in der zweiten deutschen Umsetzung zum Gesetzgebungsverfahren der EU-EPBD-Richtlinie. Die aktuelle EU-EPBD-Richtlinie ist national in der ersten Fassung des Gebäude-Energie-Gesetzes (GEG) umgesetzt. Der hier eingefügte § 103 GEG (die so genannte Innovationsklausel) gibt freien Innovationen Raum. Die nachfolgend aufgeführten digitalen Methoden und Lösungsansätze können durchaus in diesem Sinne im Rahmen eines „individuellen Sanierungsfahrplans“ (iSFP) als Berechnungsgrundlagen herangezogen werden, da das GEG auch korrespondierend eine sogenannte „Quartierklausel“ eingefügt und damit die Stärken und Schwächen eines Quartiers flexibel zur Gesamtberechnung freistellt: Eine Quartierklausel besagt, dass nicht mehr jedes einzelne Gebäude den Energieanforderungen entsprechen muss, sondern das jeweilige Quartier im Durchschnitt gewertet wird. Ein Gebäude kann dadurch unsaniert bleiben, wenn in der Nachbarschaft ein anderes eine besonders hohe Energieeffizienz und geringe CO<sub>2</sub>-Emission aufweist. Damit sollen Anreize für innovative Ansätze zur gemeinsamen Wärmeversorgung oder Sektorkopplung innerhalb eines Quartiers geschaffen werden.<sup>81</sup> Gebäude-Daten

werden mit ALKIS-Daten, aus öffentlich zugänglichen Datenquellen, z. B. zu den Kenngrößen „Energieträger, Heizungstyp, Nennleistung, Baualter, Grundfläche und Geschosse“ zur IST-Aufnahme und weiteren Verfeinerung empfohlen. Diese Daten liegen zu jedem einzelnen fossil beheizten Gebäude in Berlin vor.

Früher fokussierte Berechnungsansätze aus Wärmeschutzverordnungen, EnEV usw., müssen infrage gestellt werden. Die aktuellen digitalen Informationen standen damals schlicht noch nicht zur Verfügung. Hauptindikatoren dieser Betrachtung sind valide zur Verfügung stehende Kenngrößen zur Steuerung stadtweiter Zielmaßnahmen und deren gesellschaftlich konsensuale Förderung.

Eine höhere Energieeffizienz bei Wohngebäuden ohne Überbelastung von Vermietern und Mietern ist nur zu erreichen, wenn Bauherren und Immobilieneigentümer auf einen kosteneffizienten, technologieoffenen Maßnahmenmix zurückgreifen können. Statt umfassender und damit teurer Energiesparmaßnahmen (per Dämmung o. ä.) müssen solche mit dem besten Kosten-Nutzen-Effekt (wie digitale Helfer) von der Politik stärker adressiert werden.

Tabelle 15

## Übersicht über die Empfehlungen

Adressat	Empfehlung
<b>Wohnungswirtschaft</b>	Gebäudeertüchtigung mit (kostenmäßigem) Augenmaß
<b>Wohnungswirtschaft</b>	Decarbonisierung der Brennstoffe incl. Geothermie
<b>Wohnungswirtschaft</b>	Empfehlungen des GdW (S. 49) umsetzen
<b>Wohnungswirtschaft</b>	Technologieoffenen Maßnahmenmix zur projektweisen Zielerreichung einsetzen, Innovations- und Quartiersklauseln nutzen
<b>Wohnungswirtschaft und Staat (Land und Bund)</b>	Quartiersprojekte mit Sektorkopplung entwickeln und fördern
<b>Land</b>	Daten der Schornsteinfeger über ALKIS/FIS-Broker öffentlich zur Verfügung stellen
<b>Land</b>	Gewerbeimmobilien mit in den Fokus nehmen
<b>Land</b>	Daten der Energieausweise öffentlich verfügbar machen, wo es der Datenschutz bereits heute erlaubt
<b>Komponentenhersteller</b>	Devices zur Erfassung von Gasverbräuchen aus Mieter-Einzelverträgen in Gebäude-EMS
<b>Wissenschaft</b>	Modell zur Abgrenzung von Strom zur Warmwasserbereitung aus dem Gesamtstromverbrauch entwickeln

81 Veröffentlichungen des BMWi zum GEG.

# 12. Verzeichnisse

## 12.1 Literatur und Quellen<sup>82</sup>

Abschluss-Präsentation Projekt CBB. (kein Datum).  
[https://green-with-it.de/wp-content/uploads/2021/08/20191022\\_Abschlusspraesentation\\_CBB\\_gwit.pdf](https://green-with-it.de/wp-content/uploads/2021/08/20191022_Abschlusspraesentation_CBB_gwit.pdf).

AEE Wien. (kein Datum).

Agora Energiewende, verschiedene Studien. (kein Datum).  
[https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2016/Dezentralitaet/Agora\\_Dezentralitaet\\_WEB.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2016/Dezentralitaet/Agora_Dezentralitaet_WEB.pdf).

ALKIS Datenbank „ALKIS-OS“ der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen. (2020).  
[https://www.stadtentwicklung.berlin.de/service/gesetzestexte/de/download/geoinformation/liegenschaftskataster/fuehrung/ALKIS-OK\\_Berlin.pdf](https://www.stadtentwicklung.berlin.de/service/gesetzestexte/de/download/geoinformation/liegenschaftskataster/fuehrung/ALKIS-OK_Berlin.pdf).

Amt für Statistik Berlin Brandenburg und BBU-Marktmonitor. (2020).

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, November 2020: Energie und CO<sub>2</sub>-Bilanz Berlin 2019, vorläufig Bericht SB\_E04-05-00\_2019j01\_BE). (kein Datum).  
[https://download.statistik-berlin-brandenburg.de/9d2b3de55f0ff291/bdf8a0877633/SB\\_E04-05-00\\_2019j01\\_BE.pdf](https://download.statistik-berlin-brandenburg.de/9d2b3de55f0ff291/bdf8a0877633/SB_E04-05-00_2019j01_BE.pdf)

Amtsblatt von Berlin. (2021).  
<https://www.berlin.de/sen/uvk/klimaschutz/klimaschutzpolitik-in-berlin/energiewendegesetz/>

BAFA-Information. (kein Datum).  
[https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente\\_Gebaeude/effiziente\\_gebaeude\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/effiziente_gebaeude_node.html).

Balt Best Veröffentlichung, EBZ Bochum. (kein Datum).  
<https://www.energieeffizient-wohnen.de/baltbest>.

BBU – „ALFA® – Allianz für Anlagenenergieeffizienz“. (kein Datum).  
<https://bbu.de/alfa>.

BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V. (2016).  
<https://bbu.de/system/files/publications/alfahandbuch.pdf>.

BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V. (2018).  
[https://bbu.de/system/files/publications/01-19\\_klimabilanz\\_2016\\_web.pdf](https://bbu.de/system/files/publications/01-19_klimabilanz_2016_web.pdf).

BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V. (2021).  
[https://bbu.de/sites/default/files/publications/fvwwwun84jah1eu0pfhh0Do\\_01-21%20Klimabilanz\\_2018\\_web.pdf](https://bbu.de/sites/default/files/publications/fvwwwun84jah1eu0pfhh0Do_01-21%20Klimabilanz_2018_web.pdf).

BBU-Marktmonitor. (kein Datum).  
[https://bbu.de/sites/default/files/publications/bbu\\_marktmonitor\\_2020\\_bericht.pdf](https://bbu.de/sites/default/files/publications/bbu_marktmonitor_2020_bericht.pdf).

Berlin, IBB – Investitionsbank. (kein Datum).  
<https://www.ibb.de/de/publikationen/berliner-wohnungsmarkt/wohnungsmarktbericht/wohnungsmarktbericht.html>.

Berliner Energiewende-Gesetz 2021. (kein Datum).  
<https://www.berlin.de/sen/uvk/klimaschutz/klimaschutzpolitik-in-berlin/energiewendegesetz/>.

<sup>82</sup> Alle Internetlinks wurden mit der Schlussredaktion am 15.10.2021 überprüft.

- BITKOM-Sitzung der AG Gateway-Standardisierung beim BMWi/BSI am 03.10.2020. (kein Datum).  
[https://green-with-it.de/wp-content/uploads/2021/08/20201015\\_Folien\\_AGGwS\\_v1\\_final.pdf](https://green-with-it.de/wp-content/uploads/2021/08/20201015_Folien_AGGwS_v1_final.pdf).
- BITKOM. (2020). Ergebnisauszug der BITKOM-Sitzung des BMWi/BSI.
- CBRE Ellis und Berlin Hyp. (2021).  
<https://www.cbre.de/de-de/research/CBRE-Berlin-Hyp-Berlin-Wohnmarktreport-2021>.
- CO<sub>2</sub>-online, Klima-Themenportal. (kein Datum).  
<https://www.co2online.de/>.
- Deutsche Gebäudetypologie IWU 2015. (kein Datum).  
[https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcopo/2015\\_IWU\\_LogeEtAl\\_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf](https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/episcopo/2015_IWU_LogeEtAl_Deutsche-Wohngeb%C3%A4udetypologie.pdf).
- Deutscher Rat für Nachhaltigkeit – Leitfaden DNK. (kein Datum).  
[https://green-with-it.de/wp-content/uploads/2016/05/DNK\\_Leitfaden.pdf](https://green-with-it.de/wp-content/uploads/2016/05/DNK_Leitfaden.pdf).
- Digitalisierung in der Wohnungswirtschaft: Das sind die Prioritäten der Unternehmen. (10 2019).  
<https://green-with-it.de/digitalisierung-in-der-wohnungswirtschaft-dies-sind-die-prioritaeten-der-unternehmen/>.
- DITRAC-Ergebnisbericht aus BENE-Förderung „Digitale Transformation im Campus“. (kein Datum).  
[https://green-with-it.de/wp-content/uploads/2019/11/CBB\\_Abschlussbericht\\_gwit.pdf](https://green-with-it.de/wp-content/uploads/2019/11/CBB_Abschlussbericht_gwit.pdf).
- EBZ Bochum. (2021). Energieeffizient wohnen. Von <https://www.energieeffizient-wohnen.de/baltbest> abgerufen.
- Energie-Managementsysteme (EMS) als zentrales Steuerungs-Instrument zukünftiger Einträge aus Null-Emissionen der Anlage 9 des GEG. (kein Datum).  
[https://www.gesetze-im-internet.de/geg/anlage\\_9.html](https://www.gesetze-im-internet.de/geg/anlage_9.html).
- EnOcean Inc. (kein Datum).
- Erbstößer, A.-C., Intelligente Quartiere, Technologiestiftung Berlin, 2020. (2020).  
[https://www.technologiestiftung-berlin.de/fileadmin/Redaktion/PDFs/Bibliothek/Studien/2020/2020\\_Report\\_IntelligenteQuartier.pdf](https://www.technologiestiftung-berlin.de/fileadmin/Redaktion/PDFs/Bibliothek/Studien/2020/2020_Report_IntelligenteQuartier.pdf)
- Ergebnisbericht green with IT aus fünf Untersuchungsjahren. (kein Datum).  
<https://www.berlin.de/sen/uvk/klimaschutz/klimaschutzpolitik-in-berlin/energieendegesetz/>.
- Ergebnisse ALFA Nord. (kein Datum).  
[https://bbu.de/system/files/publications/7-1-alfanord\\_ergebnisse.pdf](https://bbu.de/system/files/publications/7-1-alfanord_ergebnisse.pdf).
- Ergebnisse aus BaltBest im Überblick. (kein Datum).  
<https://www.ebz-business-school.de/presse/detail/beitrag/baltbest-klimaschutz-und-digitalisierungsstrategie-der-wohnungswirtschaft.html>.
- eZeit Ingenieure 2018, Kap. I.I S. 14 ff. Energiewende – Irrtümer aufbrechen, Wege aufzeigen. (kein Datum).  
<https://ezeit-ingenieure.de/wp-content/uploads/2019/02/BBU-Studie-Web.pdf>.
- Frank Urbansky, Artikel DW „Die Wohnungswirtschaft“ Smart Meter Rollout: was bringt er der Wohnungswirtschaft? (kein Datum).  
<https://green-with-it.de/smart-meter-rollout-was-bringt-er-der-wohnungswirtschaft/>.
- GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e. V. (2020).  
[https://green-with-it.de/wp-content/uploads/2021/05/20\\_11\\_23\\_Arbeitshilfe\\_CO2-Monitoring-3.pdf](https://green-with-it.de/wp-content/uploads/2021/05/20_11_23_Arbeitshilfe_CO2-Monitoring-3.pdf).
- GdW. (kein Datum).  
<https://www.gdw.de/downloads/publikationen/arbeitshilfen/gdw-arbeitshilfe-85-co2-monitoring/>.
- GdW, Vogler, Dr. Ingrid. (kein Datum).
- Geislinger Konvention zum Betriebskostenbenchmarking. (kein Datum).  
[www.geislinger-konvention.de](http://www.geislinger-konvention.de).

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen. (kein Datum).

<https://stadtentwicklung.berlin.de/geoinformation/fis-broker/>.

green with IT e. V. – EU-Richtlinien EPBD in deutsch. (kein Datum).

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=DE>.

green with IT e. V. – Aussage des GdW-Präsidenten Axel Gedaschko am 10.06.2021 in einem Statement o. g. Film. (kein Datum).

green with IT e. V. – Ergebnisbericht green with IT aus fünf Untersuchungsjahren. (2020).

[https://green-with-it.de/wp-content/uploads/2020/08/GwIT-Abschlussbericht\\_Digital.pdf](https://green-with-it.de/wp-content/uploads/2020/08/GwIT-Abschlussbericht_Digital.pdf).

green with IT e. V. – Erläuterung zur gesetzlichen Einführung EPBD durch die EU. (2021).

<https://green-with-it.de/hausaufgabe-fuer-die-groko-eu-beschliesst-verbindlich-energieeffizienz-gebaeuderichtlinie-epbd/>.

green with IT e. V. – Förderbrief 2 des Netzwerks. (kein Datum).

<https://green-with-it.de/kfw-startet-bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebaeude/>.

green with IT e. V. – Interview Gateway-Erst-einführung in Großquartieren Veranstaltung „Wohnungswirtschaft und Klimawandel 4.0“ am 24.02.2021. (kein Datum).

<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=s9oJWNALCgw&feature=youtu.be>.

green with IT e. V. – Interviews mit WoWi-Vorständen zur Veranstaltung „Wohnungswirtschaft und Klimawandel 4.0“ am 24.02.2021. (kein Datum). <https://green-with-it.de/wohnungswirtschaft-status-innovationsquartiere-am-24-02-2021/>.

green with IT e. V. – Meldung der EU zum Smart Readiness Indicator. (2018).

<https://green-with-it.de/meldung-der-eu-kommission-zum-smart-readiness-indicator-sri/>.

green with IT e. V. – Posterinhalte GBG Mannheim, Fachtagung 24.02.2021. (kein Datum). <https://veranstaltungen.green-with-it.de/wp-content/uploads/2021/02/plakat-gbg.jpg>.

green with IT e. V. – SMGW und CLS-Proxykanal. (2021).

<https://green-with-it.de/waerme-und-smart-meter-gateway-ruecken-zusammen/>.

green with IT e. V. – Startseite Veranstaltung „Wohnungswirtschaft und Klimawandel 4.0“. (02 2021).

<https://veranstaltungen.green-with-it.de/eingangshalle-wowi-4-0/>.

green with IT e. V. – Zitatgrundlage für valide Einspar-Aussagen in % durch Vermieter und Akzeptanzaussagen durch Mietparteien. (2021).

<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=XhvXJeSK9Kg>.

green with IT e. V. (2019).

green with IT e. V. (2021). DW-Gewinnerfilm 2021.

Hintergrund-Information zum Berliner Smart-Meter-Rollout der Vattenfall Wärme Berlin AG. (kein Datum).

<https://waerme.vattenfall.de/fernwaerme-berlin/smart-meter/>.

Information der Bundes-Netzagentur. (kein Datum).

[https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Verbraucherhefte/Energie/Moderne-MesseinrichtungStrom.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Verbraucherhefte/Energie/Moderne-MesseinrichtungStrom.pdf?__blob=publicationFile&v=2).

Initiative Wohnen 2050. (2021). Vortrag am 21.6.2021 beim GdW Zukunftstag. Von <https://www.iw2050.de> abgerufen.

IWU – Institut Wohnen und Umwelt. (2015). [https://www.alt-bau-neu.de/\\_database/\\_data/datainfoopool/TypologyBrochure\\_IWU\\_ohne%20Anh%C3%83%C2%A4nge.pdf](https://www.alt-bau-neu.de/_database/_data/datainfoopool/TypologyBrochure_IWU_ohne%20Anh%C3%83%C2%A4nge.pdf).



- LoRa-Allianz. (2020).  
<https://lora-alliance.org/about-lorawan/>.
- Raschper, P. D. (2014). Projekt ALFA Nord des VNW – Erkenntnisse für die Wohnungswirtschaft, 9. Norddeutsche Energiekonferenz – Vortragsunterlagen VNW-Magazin (06/2014).
- Schornsteinfeger-Innung Berlin. (2020). ERHEBUNGEN DES SCHORNSTEINFEGERHANDWERKS 2020.
- Schulte, F. L. (2021). BDEW 2021 – Berliner Energietage 2021.
- Senatsverwaltung Berlin. (2020). Machbarkeitsstudie zum BEK.
- Smart Readiness Indicator Erläuterung, VITO - Flemish Institute for Technological Research NV. (kein Datum).  
<https://smartreadinessindicator.eu/>.
- Strategische Entwicklung des Gebäudebestandes. (kein Datum).  
<https://www.iwu.de/forschung/gebaeudebestand/>.
- Studie „Berliner Großsiedlungen am Scheideweg?“, Kompetenzzentrum Großsiedlungen. (2021).
- Uni Kassel, Vogler, Dr. Ingrid – Dissertation. (2014).  
<https://kobra.uni-kassel.de/bitstream/handle/123456789/2014120146575/DissertationIngridVogler.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.
- Vogler, D. I. (2021).  
<https://www.wohnzukunftstag.de/gdw-speaker/>.
- Vortrag „Innovationsquartier“ Jena-Lobeda am 24.02.2021. (kein Datum).  
<https://www.youtube.com/watch?v=iOV-DAWP43BM>.
- Wikipedia Definition – GSM. (kein Datum).  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Global\\_System\\_for\\_Mobile\\_Communications](https://de.wikipedia.org/wiki/Global_System_for_Mobile_Communications).
- Wikipedia Definition – Liberalisierung des Messwesens. (kein Datum).  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Liberalisierung\\_des\\_Messwesens](https://de.wikipedia.org/wiki/Liberalisierung_des_Messwesens).
- Wikipedia Definition – SMGW. (kein Datum).  
[https://de.wikipedia.org/wiki/Smart\\_Meter\\_Gateway](https://de.wikipedia.org/wiki/Smart_Meter_Gateway).
- Wolff Prof, Dr. Dieter und Jagnow, K. , Optimus-Optimierung-von-Heizanlagen, Wolffenbüttel. (2016 ).  
<https://docplayer.org/57409516-Zusammenfassung-der-studie-optimus-optimierung-von-heizanlagen-unter-beruecksichtigung-der-contracting-relevanten-fakten.html>.

## 12.2 Abbildungen

<b>Abbildung 1:</b>	Vorläufige CO <sub>2</sub> -Bilanz Berlin für 2019 – Anteile der Sektoren in Prozent.....	11
<b>Abbildung 2:</b>	Beschreibung des ALFA®-Prozess.....	21
<b>Abbildung 3:</b>	Festgestellte Potenziale digitaler Techniken im Projekt BaltBest.....	23
<b>Abbildung 4:</b>	Schornsteinfeger-Daten 2020 Berlin.....	28
<b>Abbildung 5:</b>	Kontextdarstellung Gateways mit Darstellung eines sicheren Speditionsnetzes.....	33
<b>Abbildung 6:</b>	Energieautarke Einzelraum-Regelung auf Basis Künstlicher Intelligenz.....	36
<b>Abbildung 7:</b>	Dashboard eines Energie-Management-Systems (EMS) als Sammler gateway- basiert gesammelter telemetrischer Daten, Quelle: Elmatic GmbH hamburg.....	37
<b>Abbildung 8:</b>	Sichere Datenstruktur mit dem Smart Meter Gateway.....	37
<b>Abbildung 9:</b>	Icons für die Mieter- und Vermieter-App.....	38
<b>Abbildung 10:</b>	Vergleichsdarstellung der Einsparerfolge Künstlicher Intelligenz in Einzelräumen.....	41
<b>Abbildung 11:</b>	Thematische Einbettung des SRI in Wirkungskriterien.....	47
<b>Abbildung 12:</b>	Wärmetransparenz auf dem Mieter-Smartphone.....	48
<b>Abbildung 13:</b>	Die Bausteine einer Klimastrategie für die Immobilienbewirtschaftung.....	50
<b>Abbildung 14:</b>	Hochrechnung der CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Energieträgern bzw. Art der Wärmelieferung und Wohnfläche pro m <sup>2</sup> für den Gesamtbestand der BBU-Mitgliedsunternehmen im Land Berlin (720.000 Wohnungen).....	63
<b>Abbildung 15:</b>	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen und Endenergieverbrauchskennwerte nach Energieträgern bzw. Art der Wärmelieferung und Wohnfläche für Raumheizung und Warmwasser in Wohnungen der BBU-Mitgliedsunternehmen im Land Berlin entsprechend dem Monitoring.....	63

## 12.3 Tabellen

<b>Tabelle 1:</b>	„Leiter des Erfolges“ digital gestützter, gering investiver Maßnahmen.....	7
<b>Tabelle 2:</b>	Vorläufige CO <sub>2</sub> -Bilanz Berlin für 2019.....	11
<b>Tabelle 3:</b>	Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz Berlin 2019, Aufteilung der Emissionen im Sektor Haushalte auf Ein- und Mehrfamilienhäuser:.....	13
<b>Tabelle 4:</b>	Hochrechnung der CO <sub>2</sub> -Emissionen und der Endenergiekennwerte für den Gesamtbestand der BBU-Mitgliedsunternehmen im Land Berlin bezogen auf die Wohneinheiten (720.000 Wohnungen).....	15
<b>Tabelle 5:</b>	Energieverbrauch nach Energieträgern in den Jahren 2010 bis 2018 in den Wohnungen kommunal-genossenschaftlicher Unternehmen.....	15
<b>Tabelle 6:</b>	Grundlagen zur Betrachtung der Gewichtsäquivalente CO <sub>2</sub> je kWh.....	16
<b>Tabelle 7:</b>	Muster für das Segment „1949-1978“ eines vereinfachten Gebäudemodells.....	17
<b>Tabelle 8:</b>	Wohnflächen und Häufigkeit im deutschen Wohnungsbestand.....	20
<b>Tabelle 9:</b>	Beispielhafte Ergebnisse aus dem Projekt „ALFA-Nord“.....	22
<b>Tabelle 10:</b>	Altersangaben fossile Feuerstätten-Daten 2020 Berlin.....	28
<b>Tabelle 11:</b>	Potenziale eines Beispiel-Wohnungsunternehmens.....	31
<b>Tabelle 12:</b>	Interviewergebnisse mit wohnungswirtschaftlichen Partnern.....	35
<b>Tabelle 13:</b>	Stufe der Erfolgsleiter „Energieeffizienz“.....	35
<b>Tabelle 14:</b>	Zusammengefasste Einsparpotenziale aus Wohnungs- und Gewerbegebäuden.....	43
<b>Tabelle 15:</b>	Übersicht über die Empfehlungen.....	51
<b>Tabelle 16:</b>	Verteilung nach Wohnbautypen.....	59
<b>Tabelle 17:</b>	Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz der Wohngebäude im Quartier Eichkamp und Heerstraße.....	62
<b>Tabelle 18:</b>	Hochrechnung der CO <sub>2</sub> -Emissionen für den Gesamtbestand der BBU-Mitgliedsunternehmen im Land Berlin (720.000 Wohnungen).....	64
<b>Tabelle 19:</b>	Durchschnittliche CO <sub>2</sub> -Emissionen der Städtischen Wohnungsbaugesellschaften in Berlin entsprechend dem Monitoring.....	64
<b>Tabelle 20:</b>	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen je Wohnung der BBU-Mitgliedsunternehmen im Land Berlin entsprechend dem Monitoring.....	65
<b>Tabelle 21:</b>	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen je Wohnung der Städtischen Wohnungsbaugesellschaften in Berlin entsprechend dem Monitoring.....	65
<b>Tabelle 22:</b>	Wertetabelle der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Strukturtypen.....	67
<b>Tabelle 23:</b>	Gebäudemodell zur Darstellung der Einsparpotenziale.....	67

# 12.4 Abkürzungen

<b>Abkürzung</b>	<b>Erläuterung</b>
API	Application Programming Interface (Schnittstelle)
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
BPL	Broadband over power lines
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
CLS	Controllable Local System
DHH	Doppelhaushälfte
EED	Energy Efficiency Directive
EFH	Einfamilienhaus
EMS	Energy Management System
EnEV	Energieeinsparverordnung
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
ERP	Enterprise Resource Planning
GEG	Gebäudeenergiegesetz
HAN	Home Area Network
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
iMSys	intelligente Mess-Systeme
IT	Informationstechnik
KI	Künstliche Intelligenz
LAN	Local Area Network
LoRaWAN	Long Range Wide Area Network
MFH	Mehrfamilienhaus
MUC	Multi Utility Controllern
PLC	Powerline Communications
RH	Reihenhaus
RLT	Raumlufttemperatur
SMGW	Smart Meter Gateway
SRI	Smart-Readyness-Indikatoren
TRL	Technology Readiness Level
WAN	Wide Area Network
WE	Wohneinheiten
WoWi	Wohnungswirtschaft
WSchVo	Wärmeschutzverordnung

# 13. Anhang

## 13.1 Der Wohnungsbestand in Berlin

Verschiedene Institute und Verbände analysieren in regelmäßigen Abständen den Berliner Wohnungsmarkt, darunter die Investitionsstrategien der Unternehmen und die Entwicklung der Modernisierung der Wohnungen. Sie veröffentlichen jeweils aktuelle Daten zum Wohnungs- und Gebäudebestand in Berlin.<sup>83 84 85</sup>

## 13.2 Amt für Statistik Berlin-Brandenburg – Mehrfamilienhaus-Anteile

Das Amt für Statistik führt eine ausführliche Statistik über das Geschehen in Berlin. Es hat im Juni 2021 eine aktualisierte Übersicht zum Wohnungsbestand in Berlin veröffentlicht:

Nach diesen zählte die Hauptstadt am 31. Dezember 2020 knapp 1,983 Millionen Wohnungen, davon rund 1,7 Millionen Mietwohnungen. Berlin hat einen Bestand von rd. 329.115 Wohngebäuden, in denen sich 1,983 Mio. Wohneinheiten

befinden (Stand 2020). 86,7 Prozent der Wohnungen Berlins befinden sich in Mehrfamilienhäusern.

Prägend für die Stadt ist dabei, dass es sich um ca. 86 Prozent Mietwohnungen handelt, und nur 14 Prozent sind Eigentümer-Haushalte sind.

Rund 87 Prozent der Wohnungen in Berlin befinden sich in Mehrfamilienhäusern (MFH). Diese MFH sind Schwerpunkt dieser Studie, speziell MFH in zusammengefassten Quartieren. Daher werden die Potenziale dieser Wohnungsanteile vertieft betrachtet.

## 13.3 Amt für Statistik Berlin-Brandenburg – Anteile EFH/DHH/RH

Der Ein- und Zweifamilienhausanteil liegt mit fast 200.000 Wohnungen bei 10 Prozent. Davon sind ca. 171.000 Wohnungen in Einfamilienhäusern und 35.000 Wohnungen in Zweifamilienhäusern (entsprechend 17.500 Gebäuden).

Tabelle 16<sup>86</sup>

### Verteilung nach Wohnbautypen

	Gebäude	Wohnungen	Mittlere Wohnfläche je Wohnung in m <sup>2</sup>	Anteil Kom Geno %	Anteil Kom Geno m <sup>2</sup>	Anteil Alle anderen %	Anteil Alle anderen m <sup>2</sup>
<b>Alle Wohngebäude (2020)</b>	330.641	1.982.825	73,1				
<b>EFH und 2 FH</b>	188.796			0	0	0	0
<b>EFH</b>	ca. 170.544	172.600	81,8	0			
<b>2 Fam.-Häuser</b>	ca. 18.550	37.100	96,6	0			
<b>Mehrfamilienhäuser</b>	141.845	1.743.100	68,2	38	662.378	62	1.080.722
<b>Wohnheime</b>	663	30.000	40,5				

83 Berlin, IBB - Investitionsbank, kein Datum; Berlin, IBB - Investitionsbank, kein Datum.

84 CBRE Ellis und Berlin Hyp.

85 CBRE Ellis und Berlin Hyp, 2021.

86 Amt für Statistik Berlin Brandenburg und BBU-Marktmonitor, 2020.

### **Mietwohnungsbestand in Berlin überdurchschnittlich hoch**

Der Anteil an Mietwohnungen ist in Berlin im Vergleich der Bundesländer, aber auch im Vergleich zu anderen deutschen Metropolen, relativ hoch. Rund 1,66 Millionen Wohnungen in der Hauptstadt (84 Prozent) zählen zu den Mietwohnungen. Ihr Anteil liegt damit weit über dem Bundesdurchschnitt.

Der Anteil der kommunal und genossenschaftlich verwalteten WE beträgt 44 Prozent aller Mietwohnungen oder 853.600 WE.

Auf Bezirksebene haben insbesondere Mitte, Friedrichshain-Kreuzberg und Lichtenberg weit überdurchschnittlich große Mietwohnungsanteile zwischen 91 und 95 Prozent. Die geringsten Werte von unter 80 Prozent finden sich in den Außenbezirken Marzahn-Hellersdorf, Reinickendorf und Steglitz-Zehlendorf.

### **13.4 Durchschnittliche Wohnfläche je Wohnung in Berlin bundesweit am niedrigsten**

Die durchschnittliche Wohnungsgröße in Deutschland lag 2019 bei 91,9 m<sup>2</sup>. Unterdurchschnittliche Wohnungsgrößen verzeichneten dabei Nordrhein-Westfalen, die neuen Bundesländer und die Stadtstaaten.

Berlin hat, korrespondierend mit dem hohen Anteil an Mietwohnungen, mit 73,2 m<sup>2</sup> die niedrigste durchschnittliche Wohnfläche von allen Bundesländern.

Im Jahr 2010 betrug sie noch 72,5 m<sup>2</sup>. Die mit Abstand größten Wohnungen von durchschnittlich 85,3 m<sup>2</sup> hat der Bezirk Steglitz-Zehlendorf, gefolgt von Charlottenburg-Wilmersdorf (78,7 m<sup>2</sup>). Die kleinsten Wohnungen haben Lichtenberg mit durchschnittlich 65,6 m<sup>2</sup> und Mitte (67,3 m<sup>2</sup>). Überdurchschnittlich stark stieg die Wohnfläche je Wohnung seit 2010 insbesondere in Pankow (+2,4 Prozent) auf 73,1 m<sup>2</sup>.

Knapp ein Drittel der Wohnungen in der Hauptstadt verfügte 2011 über eine Fläche von 60 m<sup>2</sup> bis 79 m<sup>2</sup> und nur rund 150.000 Wohnungen wiesen eine Wohnfläche von mindestens 120 m<sup>2</sup> auf. Diese großen Wohnungen befinden sich am häufigsten im Bezirk Steglitz-Zehlendorf.

Von den zwölf Berliner Bezirken hat Pankow am meisten Wohnungen (rd. 221.000 WE), gefolgt von Mitte (rd. 205.000 WE), Charlottenburg-Wilmersdorf und Tempelhof-Schöneberg.

Am wenigsten Wohnungen haben Spandau (rd. 122.000 WE) und Reinickendorf (rd. 133.000 WE).

### **13.5 Anteil an Ein- und Zweiraumwohnungen in Berlin überdurchschnittlich hoch**

Durch den hohen Anteil an Mietwohnungen ist in Berlin der Anteil an Ein- und Zweiraumwohnungen deutlich höher als im Bundesdurchschnitt. Abgeschlossene Küchen zählen dabei als Wohnraum. Insgesamt 22,8 Prozent aller Wohnungen (447.842 WE) hatten am 31. Dezember 2019 einen oder zwei Räume. Im Bundesdurchschnitt lag der Anteil dagegen bei lediglich 12,8 Prozent. Die meisten Berliner Wohnungen verfügen über drei oder vier Räume. Ein Drittel aller Wohnungen hatten Ende 2019 drei Räume und rund 27 Prozent der Wohnungen verfügten über vier Räume. Die übrigen 347.000 Wohnungen (17,6 Prozent) hatten mindestens fünf Räume.

Einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Wohnungen mit nur einem oder zwei Räumen haben insbesondere die in den Innenstadtgebieten gelegenen Bezirke Mitte und Friedrichshain-Kreuzberg mit rund 30 Prozent des Wohnungsbestandes, aber auch Neukölln mit knapp 28 Prozent. Demgegenüber sind größere Wohnungen mit mindestens fünf Räumen vermehrt in Randbezirken anzutreffen. An vorderster Stelle stehen hier Steglitz-Zehlendorf mit 27 Prozent des Wohnungsbestandes, Marzahn-Hellersdorf (25 Prozent des Bestandes) und Reinickendorf (24 Prozent des Bestandes).<sup>87</sup>

87 BBU-Marktmonitor.

### **13.6 Hoher Anteil der Wohnungen von landeseigenen Unternehmen in Großsiedlungen – aber auch große Bedeutung von Genossenschaften und Privaten**

Knapp die Hälfte aller Wohnungen der landeseigenen (kommunalen) Wohnungsunternehmen (47,8 Prozent) befindet sich in Großsiedlungen. Diese Zahl verdeutlicht, dass die Zukunft der Bestände in den großen Wohnsiedlungen eine überproportionale Rolle für den sozialpolitischen, wie unternehmerischen Erfolg des kommunalen/genossenschaftlichen Wohnungsbaus spielt. Betrachtet man den Gesamtbestand aller Wohnungen in Großsiedlungen, so beträgt der Anteil der landeseigenen Wohnungsunternehmen 34,2 Prozent. Damit ist er mehr als doppelt so hoch wie der Anteil am gesamtstädtischen Wohnungsmarkt. In der Gebietskulisse außerhalb der Großsiedlungen liegt er bei 10,5 Prozent. Das unterstreicht die Bedeutung der landeseigenen Wohnungsunternehmen für die Nachbarschaften in den Gebieten der 1960er- bis 1980er-Jahre. Ebenso ist das Gewicht anderer Eigentümer erkennbar, die zwei Drittel des Großsiedlungsbestandes besitzen.

### **13.7 Besonders hohe Potenziale in Großsiedlungen im Nordosten der Stadt**

Von den insgesamt 322.500 WE der landeseigenen Wohnungsunternehmen befinden sich ca. 160.000 WE in Pankow, Lichtenberg, Marzahn-Hellersdorf und Treptow-Köpenick, das sind ca. 50 Prozent. Große Bestandsanteile haben Systembauten in Großsiedlungen.

Das Wissen um die energetischen Details dieser, zum großen Teil in industrieller Fertigung erstellten Typologien ist in Berlin bei Prof. Dr. Ing. Bernd Hillemeier, früher: Institut für Gebäudetechnik der TU Berlin, heute: TU Berlin Fakultät Planen Bauen Umwelt, erhalten geblieben. Ebenfalls sind die Heizwärme-Aspekte und Praxisdetails dieser Großsiedlungen bei der damaligen Institutsassistentin Ingrid Vogler, heute als promovierte Referentin Technik beim GdW (Bundesverband

deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e. V.), in ihrer Dissertation „Untersuchung von mittel- und langfristigen Auswirkungen verschiedener Energie-Einsparstrategien von Wohnungsunternehmen auf die Wohnkosten“<sup>88</sup> umfassend dokumentiert worden. Es sind noch umfangreiche Schriftreihen zu allen Wohnungstypen dieses Segments inkl. Darstellungen aller Kubaturen und sonstigen energetischen Berechnungsdaten erhalten geblieben. Darunter sind Potenzialberechnungen zu den Typbauweisen WBS 70, P 2, QX und WHH und eine Übersicht älterer Typen.

### **13.8 Exkurs: Potenziale Wohnungsbestand in Großsiedlungen<sup>89</sup>**

Mit rund 450.00 Wohnungen sind die großen Wohnsiedlungen der 1960er bis 1990er Jahre ein bedeutendes Segment des Berliner Wohnungsmarktes. Mit erheblichen Investitionen sind in den vergangenen 10 Jahren umfangreiche Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauches und der Treibhausgasemissionen umgesetzt worden.

So wurden z. B. die 13.000 Wohnungen der GESOBAU im Märkischen Viertel auf einen Niedrigenergiehausstandard modernisiert und durch den Neubau eines Biomasse-Heizkraftwerkes zur Fernwärmeerzeugung von Vattenfall mit klimaneutraler Wärme versorgt. Die Gesamtinvestitionen allein in den Wohnungsbestand betragen rund 550 Millionen Euro.

Mit vergleichbaren Kosten je Wohnung wurden von der STADT und LAND die John-Locke-Siedlung in Lichtenrade, die Siedlung Mariengrün der DEGEWO oder der Wohnpark Mariendorf der GEWOBAG modernisiert und energetisch verbessert.

88 Uni Kassel, Vogler, Dr. Ingrid – Dissertation, 2014.

89 Studie „Berliner Großsiedlungen am Scheideweg?“, Kompetenzzentrum Großsiedlungen, 2021.

### 13.9 Potenziale in Einfamilien- und Zweifamilienhäusern – Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen

Für den Sektor, der im Berliner Wohnungsbestand mit rund 10 Prozent vorhandenen, Ein- und Zweifamilienhäuser liegen kaum Daten vor.

Lediglich für die Siedlungen Eichkamp und Heerstrasse in Berlin-Charlottenburg gibt es zwei hervorragende Studien, die Aufschluss über Gebäudealter, Wohnungsgrößen, eingesetzte

Energieträger, Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser und die CO<sub>2</sub>-Emissionen geben.<sup>90</sup>

Die Energieträger Erdgas (58 Prozent) und Heizöl (38 Prozent) haben die größten Anteile am Energieverbrauch. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen ist der Anteil der Emissionen durch den Heizöl- und Heizstromverbrauch allerdings etwas höher, was an den vergleichsweise höheren GEG-Emissionsfaktoren von Heizöl (310 g/kWh) und des Stroms von 560 g/kWh gegenüber dem Emissionsfaktoren von zum Beispiel Erdgas (240 g/kWh) liegt.

Tabelle 17<sup>91</sup>

#### Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Wohngebäude im Quartier Eichkamp und Heerstraße

Siedlung	Eichkamp			Heerstraße		
	gesamt	je Wohnung	je m <sup>2</sup>	gesamt	je Wohnung	je m <sup>2</sup>
Gebäude	499,00			268,00		
Wohnungen	499,00			268,00		
Wohnfläche	m <sup>2</sup> 87.500,00			41.000,00		
Wärmebedarf	MWh 10.647,00	21,34	122,00	5.827,00	11,68	142,00
Endenergieverbrauch	MWh/a 13.854,00	27,76		7.594,00	28,34	
Endenergieverbrauch	kWh/m <sup>2</sup> *a		158,00			185,00
CO <sub>2</sub> -Emissionen	T/a 3.651,00	7,30		1.901,00	7,10	
CO <sub>2</sub> -Emissionen	kg/m <sup>2</sup> *a		42,00			46,00

<sup>90</sup> Energiekonzept für die Siedlungen Eichkamp und Heerstraße 2016. Machbarkeitsstudie Klimafreundliche Wärmeversorgung Siedlung Eichkamp in Berlin, Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf, dme consult, 2020.  
 Das Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf plant gemeinsam mit dem Arbeitskreis Energie (AK Energie) des Siedlervereins Eichkamp e. V. für die Eichkampsiedlung in Berlin die Ablösung der bisherigen erdgas- und heizölbasierten Wärmeversorgung durch eine Fernwärmeversorgung aus erneuerbaren Energien. Dies wird anfänglich eine Fernwärmeversorgung sein, welche noch so lange mit größeren Anteilen an Wärme aus Biomasse erfolgen muss, bis im Gebäudebestand durchgängig die Heizkreistemperaturen auf ein niedrigeres Temperaturniveau abgesenkt sind. Das Wärmenetz soll als Niedertemperatur-Wärmenetz konzipiert werden, um zu gegebener Zeit den Wärmebezug aus Biomasse durch einen Wärmebezug aus lokalen Niedertemperatur-Wärmeenergiequellen ablösen zu können. In den Sommermonaten, wenn kein Bedarf für Raumheizung besteht, kann das Wärmenetz von Anbeginn als Niedertemperatur-Wärmenetz mit Wärmeerzeugung durch eine Luft-Wasser-Großwärmepumpe erfolgen. Die Warmwasserbereitung wird in sämtlichen Gebäuden so angepasst, dass sie zum Wärmebezug aus einem Niedertemperatur-Wärmenetz passt. Für die Projektumsetzung plant der AK Energie für die Quartiersversorgung die Gründung einer Fernwärmegenossenschaft nach dänischem Vorbild.

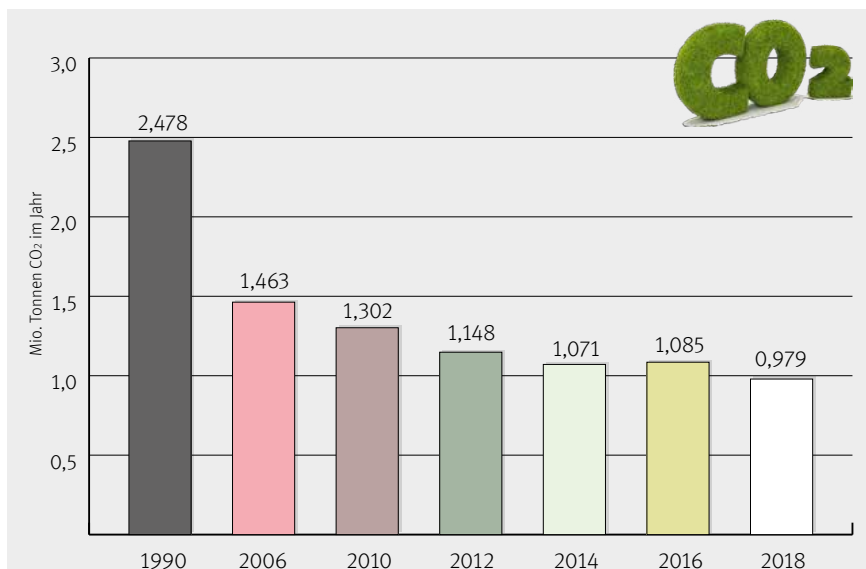
<sup>91</sup> nach: green with IT e. V., 2019.



## 13.10 Wohnungswirtschaftliche Statistik

Abbildung 14<sup>92</sup>

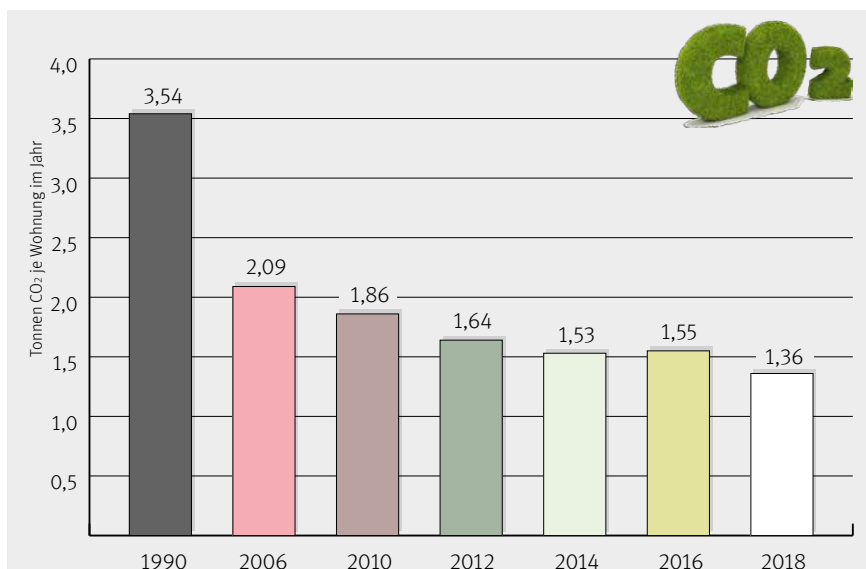
### Hochrechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Gesamtbestand der BBU-Mitgliedsunternehmen im Land Berlin (720.000 Wohnungen)



(Durchschnittswerte gewichtet nach der Anzahl Wohnungen; klimabereinigte Jahresangaben) CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Jahren 1990, 2006, 2010, 2012, 2014, 2016 und 2018 [Mio. Tonnen im Jahr]

Abbildung 15<sup>93</sup>

### Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen je Wohnung der BBU-Mitgliedsunternehmen im Land Berlin entsprechend dem Monitoring



(Durchschnittswerte gewichtet nach der Anzahl Wohnungen; klimabereinigte Jahresangaben) CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Jahren 1990, 2006, 2010, 2012, 2014, 2016 und 2018 [Tonnen im Jahr je Wohnung]

92 Abbildung aus: BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V., 2021.

93 Abbildung aus: BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V., 2021.

Tabelle 18<sup>94</sup>

### Hochrechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Energieträgern bzw. Art der Wärmelieferung und Wohnfläche pro m<sup>2</sup> für den Gesamtbestand der BBU-Mitgliedsunternehmen im Land Berlin (720.000 Wohnungen)

Jahr	CO <sub>2</sub> -Emissionen für Heizung und Warmwasser [Tonnen im Jahr und kg/m <sup>2</sup> ] (Klammerwerte: Anteil der beheizten Fläche an Gesamtwohnfläche)*					
	Fernwärme	Nahwärme	Erdgas	Heizöl	BHKW	Sonstige (Kohle, Wärmepumpe und Nacht- strom)
Anteil 2018 Emissionen 2018	(60,3 %) 415.525 t	(10,4 %) 100.312 t	(22,9 %) 377.888 t	(2,3 %) 43.774 t	(2,3 %) 21.946 t	(1,8 %) 29.808 t
Anteil an Gesamt- emissionen 2018	42,4 %	10,2 %	38,6 %	4,5 %	2,2 %	3,0%
Emissionen pro m <sup>2</sup>	15	21	36	42	21	37

\*Achtung: Die Emissionen der einzelnen Energieträger ergeben in Summe nicht die hochgerechneten CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Hochrechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen wurde anhand des gewichteten Mittelwertes errechnet.

Tabelle 19<sup>95</sup>

### Durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Emissionen der Städtischen Wohnungsbaugesellschaften in Berlin entsprechend dem Monitoring

Jahr	Anzahl WE	Wohn- fläche m <sup>2</sup>	CO <sub>2</sub> -Emissionen für Heizung und Warmwasser			CO <sub>2</sub> -Emissionen für Hausstrom			CO <sub>2</sub> -Emissionen gesamt		
			t/WE	kg/m <sup>2</sup>	t/a (gesamt)	t/WE	kg/m <sup>2</sup>	t/a (gesamt)	t/WE	kg/m <sup>2</sup>	t/a (gesamt)
2006	267.824	16.781.754	1,89	30	505.175	0,26	4	69.746	<b>2,15</b>	34	574.921
2010	265.409	16.570.953	1,74	28	462.753	0,07	1	19.692	<b>1,82</b>	29	482.445
2012	266.234	16.885.509	1,65	26	439.491	0,00	0	0	<b>1,65</b>	26	439.491
2014	273.103	17.377.591	1,57	25	428.964	0,00	0	0	<b>1,57</b>	25	428.964
2016	289.324	18.264.249	1,50	24	434.272	0,00	0	0	<b>1,50</b>	24	434.272
2018	303.242	19.090.474	1,38	22	417.274	0,00	0	0	<b>1,38</b>	22	417.274
Verän- derung 2006 zu 2018	<b>+ 35.416</b>	<b>+ 2.308.720</b>							<b>- 0,77</b>	<b>- 12</b>	<b>- 157.647</b>

m<sup>2</sup> = Quadratmeter Wohnfläche; t/WE = Tonnen pro Wohnung; kg/m<sup>2</sup> = Kilogramm pro Quadratmeter Wohnfläche;  
t/a = Tonnen pro Jahr

(Durchschnittswerte gewichtet nach der Anzahl Wohnungen; klimabereinigte Jahresangaben)

94 Abbildung aus: BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V., 2018.

95 Abbildung aus: BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V., 2018.

Tabelle 20<sup>96</sup>

**Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und Endenergieverbrauchskenwerte nach Energieträgern bzw. Art der Wärmelieferung und Wohnfläche für Raumheizung und Warmwasser in Wohnungen der BBU-Mitgliedsunternehmen im Land Berlin entsprechend dem Monitoring**

Jahr	CO <sub>2</sub> -Emissionen sowie Endenergie für Heizung und Warmwasser [Tonnen im Jahr und kWh/m <sup>2</sup> im Jahr] (Klammerwerte: Anteil der beheizten Fläche an Gesamtwohnfläche)						
	Fernwärme	Nahwärme	Erdgas	Heizöl	BHKW	Kohle	Wärmepumpe/ Nachtstrom
2010 Emissionen kWh/m <sup>2</sup>	(74,3 %) 106.822 t 110	(2,7 %) 5.329 t 138	(16,8 %) 31.861 t 135	(0,8 %) 2.339 t 167	(3,7 %) 7.047 t 106	(1,4 %) 5.016 t 135	(0,3 %) 1.801 t 142
2012 Emissionen kWh/m <sup>2</sup>	(75,4 %) 141.628 t 109	(4,0 %) 8.570 t 119	(15,8 %) 40.162 t 139	(0,7 %) 2.422 t 161	(3,0 %) 5.725 t 101	(1,0 %) 4.661 t 149	(0,2 %) 1.945 t 141
2014 Emissionen kWh/m <sup>2</sup>	(74,6 %) 129.113 t 100	(7,1 %) 15.521 t 104	(16,9 %) 49.262 t 140	(0,6 %) 2.415 t 151	k.A.	(0,6 %) 4.476 t 208	(0,2 %) 1.163 t 144
2016 Emissionen kWh/m <sup>2</sup>	(77,4 %) 173.491 t 106	(6,2 %) 16.425 t 109	(15,1 %) 52.392 t 141	(0,4 %) 1.785 t 137	k.A.	(0,7 %) 7.491 t 269	(0,2 %) 971 t 122
<b>2018</b> Emissionen kWh/m <sup>2</sup>	<b>(74,3 %)</b> 126.638 t 108	<b>(4,5 %)</b> 9.781 t 112	<b>(18,7 %)</b> 53.539 t 144	<b>(0,4 %)</b> 1.560 t 141	<b>(0,1 %)</b> 199 t 116	<b>(0,8 %)</b> 6.518 t 195	<b>(1,1 %)</b> 1.389 t 117

Quelle: BBU-CO<sub>2</sub>-Monitoring 2018 (Basis: 66 Wohnungsunternehmen bzw. Betriebsteile mit 157.845 Wohnungen); kWh/m<sup>2</sup> = Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche; k.A. = dem BBU liegen keine Angaben vor

(Durchschnittswerte in kWh/m<sup>2</sup> im Jahr; gewichtet nach der Wohnfläche; klimabereinigte Jahresangaben)

Tabelle 21<sup>97</sup>

**Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen je Wohnung der Städtischen Wohnungsbaugesellschaften in Berlin entsprechend dem Monitoring**

Jahr	CO <sub>2</sub> -Emissionen sowie Endenergie für Heizung und Warmwasser [Tonnen im Jahr und kWh/m <sup>2</sup> im Jahr] (Klammerwerte: Anteil der beheizten Fläche an Gesamtwohnfläche)						
	Fernwärme	Nahwärme	Erdgas	Heizöl	BHKW	Kohle	Wärmepumpe/ Nachtstrom
2010 Emissionen kWh/m <sup>2</sup>	(54,5 %) 260.042 t 123	(9,0 %) 85.859 t 163	(27,8 %) 273.339 t 171	(5,0 %) 64.302 t 165	(1,2 %) 9.104 t 137	(1,4 %) 22.743 t 164	(1,1 %) 21.890 t 114
2012 Emissionen kWh/m <sup>2</sup>	(59,1 %) 249.557 t 117	(6,4 %) 23.498 t 116	(27,0 %) 243.937 t 175	(3,6 %) 44.541 t 158	(2,5 %) 10.794 t 136	(0,8 %) 25.275 t 358	(0,6 %) 11.748 t 126
2014 Emissionen kWh/m <sup>2</sup>	(67,6 %) 278.730 t 114	(3,1 %) 22.229 t 130	(23,3 %) 206.859 t 172	(3,3 %) 34.695 t 155	(1,7 %) 5.804 t 101	(0,6 %) 16.739 t 335	(0,4 %) 6.973 t 144
2016 Emissionen kWh/m <sup>2</sup>	(63,7 %) 348.146 t 117	(3,8 %) 35.247 t 136	(25,6 %) 272.636 t 166	(3,3 %) 38.914 t 138	(2,9 %) 20.426 t 134	(0,4 %) 12.730 t 293	(0,3 %) 6.740 t 141
<b>2018</b> Emissionen kWh/m <sup>2</sup>	<b>(60,3 %)</b> 225.729 t 115	<b>(10,4 %)</b> 55.021 t 119	<b>(22,9 %)</b> 203.333 t 165	<b>(2,3 %)</b> 23.594 t 150	<b>(2,3 %)</b> 11.999 t 116	<b>(0,4 %)</b> 7.209 t 215	<b>(1,4 %)</b> 9.245 t 154

Quelle: BBU-CO<sub>2</sub>-Monitoring 2018 (Basis: 33 Wohnungsunternehmen bzw. Betriebsteile mit 396.505 Wohnungen); kWh/m<sup>2</sup> = Kilowattstunden pro Quadratmeter Wohnfläche

96 Abbildung aus: BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V., 2021.

97 Abbildung aus: BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e. V., 2021.

### **13.11 Modellierung der Wohnungs- und Gebäudestruktur zur Abschätzung der Potenziale – BEK – Machbarkeitsstudie**

Im Vergleich: Gebäude im Bereich freistehender Bauten mit Gärten stehen energetisch schlechter da (250 kWh/m<sup>2</sup> Wohnfläche) als die bisher betrachteten Gebäudetypen. Sanierungsmaßnahmen (wenn sie denn erfolgten) haben hier im Schnitt zu einer Reduktion um 36 Prozent auf dann 160 kWh/m<sup>2</sup> geführt.

Weiterer Aspekt: 9,6 Prozent der Gebäude stehen unter Denkmalschutz. Damit ist Berlin einerseits durch ein baukulturell bedeutsames Erbe und andererseits durch eine spezifische Eigentümerstruktur geprägt.

Mit dem in der Quelle angesetzten Bevölkerungswachstum von 250.000 neuen Einwohnern bis 2050 sind zudem entsprechende Herausforderungen, aber auch Gestaltungsmöglichkeiten verbunden.<sup>98</sup>

---

98 Machbarkeitsstudie zum BEK, Berlin.

Tabelle 22<sup>99</sup>

## Wertetabelle der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Strukturtypen

## Klimaneutrales Berlin 2050 | Machbarkeitsstudie: Hauptbericht

Strukturtypen	Stadtstrukturtypen	Fläche in ha	Flächenanteil an Gesamtgebiet Berlin	Ø GFZ	Ø GRZ	Einwohner	Ø Heizverbrauchswert laut ista-Energieausweis-Datenbank	
							unsaniert	vollsaniiert
I. Blockrandbebauung der Gründerzeit	1. Blockbebauung der Gründerzeit mit Seitenflügeln und Hinterhäusern	2.082	2,33%	2,58	0,61	770.544		
	2. Blockrandbebauung der Gründerzeit mit geringem Anteil von Seiten- und Hintergebäuden	1.015	1,14%	1,50	0,40	225.178	141 kWh je qm Wfl.	125 kWh je qm Wfl.
	3. Blockrandbebauung der Gründerzeit mit massiven Veränderungen	779	0,87%	2,10	0,50	234.479		
II. Blockrand- und Zeilenbebauung der 20er und 30er bzw. 50er	4. Blockrand- und Zeilenbebauung der 1920er und 1930er Jahre	1.632	1,83%	1,21	0,35	352.578	152 kWh je qm Wfl.	116 kWh je qm Wfl.
	5. Zeilenbebauung seit den 1950er Jahren	2.540	2,85%	0,9	0,40	414.020		
III. Hohe Bebauung der Nachkriegszeit	6. hohe Bebauung der Nachkriegszeit	2.419	2,71%	1,64	0,22	665.439	151 kWh je qm Wfl.	90 kWh je qm Wfl.
IV. Siedlungsbebauung seit den 1990er Jahre	8. Siedlungsbebauung der 1990er Jahre	515	0,58%	1,30	0,40	107.120	-	100 kWh je qm Wfl.
V. Freistehende Bebauung mit Gärten	10. niedrige Bebauung mit Hausgärten	11.860	13,30%	0,21	0,19	477.007		
	11. Villenbebauung mit parkartigen Gärten	1.476	1,65%	0,40	0,20	75.276	250 kWh je qm Wfl.	160 kWh je qm Wfl.
	12. Bebauung mit Gärten und halprivater Umgrünung	935	1,05%	0,60	0,20	75.735		
13. dörfliche Bebauung	431	0,48%	0,30	0,30	15.085	-	-	
		<b>25.684</b>	<b>28,79%</b>			<b>3.412.461</b>		

Tabelle 8: Strukturtypen mit überwiegender Wohnnutzung – Wertetabelle zur Verteilung im Stadtgebiet. Quelle: Eigene Darstellung auf Basis SenStadt 2010, ista-Werte nach Michelsen; Müller-Michelsen (2010), bezogen auf kWh je m<sup>2</sup> Gebäudenutzfläche pro Jahr (unsaniert: seit der Erbauung keine Sanierung der äußeren Gebäudehülle und/ oder Sanierung maximal eines Bauteils vor 1995; saniert: vollständige Sanierung der äußeren Gebäudehülle, der Kellerdecke und/ oder der Heizungstechnik innerhalb der letzten 15 Jahre).

99 Abbildung aus: Senatsverwaltung Berlin, 2020.

## 13.12 Zum Gebäudemodell

Tabelle 23<sup>100</sup>

### Gebäudemodell zur Darstellung der Einsparpotenziale

Baujahr	Erdgas	Heizöl	Fern-/ Nahwärme	Sonstige fos- sile Energie	Erneuerbare	
<b>vor 1919</b>						Anteil in Prozent
Energieverbrauch IST	150-200	150-220	110-150	150-250	0-50	kWh/m <sup>2</sup> * a
CO <sub>2</sub> -Emissionen IST						kg/ m <sup>2</sup> * a
Geschätztes Einsparpotenzial						Prozent
<b>1919-1948</b>						Anteil in Prozent
Energieverbrauch IST	150-200	150-220	100-150	150-250	0-50	kWh/m <sup>2</sup> * a
CO <sub>2</sub> -Emissionen IST						kg/ m <sup>2</sup> * a
Geschätztes Einsparpotenzial						Prozent
<b>1949-1978</b>						Anteil in Prozent
Energieverbrauch IST	150-200	150-220	90-150	130-180	0-50	kWh/m <sup>2</sup> * a
CO <sub>2</sub> -Emissionen IST						kg/m <sup>2</sup> * a
Geschätztes Einsparpotenzial						Prozent
<b>1979-1995</b>						Anteil in Prozent
Energieverbrauch IST	120-180	120 -220	80 -150	120 -170	0-50	kWh/m <sup>2</sup> * a
CO <sub>2</sub> -Emissionen IST						kg/m <sup>2</sup> * a
Geschätztes Einsparpotenzial						Prozent
<b>1995-2020</b>						Anteil in Prozent
Energieverbrauch IST	150-200	150-220	80-150	120-170	0-50	kWh/v * a
CO <sub>2</sub> -Emissionen IST						kg/m <sup>2</sup> * a
Geschätztes Einsparpotenzial						Prozent
<b>ab 2020 Neubau</b>						Anteil in Prozent
Energieverbrauch IST	150-200	150-220	50-100	-	0-50	kWh/m <sup>2</sup> * a
CO <sub>2</sub> -Emissionen IST						kg/m <sup>2</sup> * a
Geschätztes Einsparpotenzial						Prozent
<b>Emissionsfaktoren für Berlin in kg CO<sub>2</sub> je kWh:</b>	0,211	0,266	0,05-0,216 i. M. 0,120	0,211-0,35	0,00-0,100	

100 nach: green with IT e. V., 2019.



## IMPRESSUM

### Technologiestiftung Berlin 2021

Grunewaldstraße 61 – 62  
10825 Berlin  
Telefon +49 30 209 69 99 0  
info@technologiestiftung-berlin.de  
[technologiestiftung-berlin.de](https://www.technologiestiftung-berlin.de)

### Autoren:

green with IT e. V. | Jörg Lorenz,  
Siegfried Rehberg und Verena Weiß

### Satz und Layout:

Ann Christin Sievers, Berlin

### Weitere Abbildungen:

Umschlag innen: Datawrapper

### Inhaltsrechte:

Textinhalte dieses Werkes können genutzt und geteilt werden unter einer Creative Commons – Lizenz Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland




Nähere Informationen:  
[creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de)

Die Rechte an zitierten Abbildungen liegen bei den jeweiligen Urhebern, die jeweils genannt sind.

### Publikation als PDF:

[technologiestiftung-berlin.de/publikationen](https://technologiestiftung-berlin.de/publikationen)

### Blieben Sie auf dem Laufenden:

Abonnieren Sie unseren Newsletter oder folgen Sie uns auf Twitter:  [twitter.com/TSBBerlin](https://twitter.com/TSBBerlin)

### Gender Hinweis:

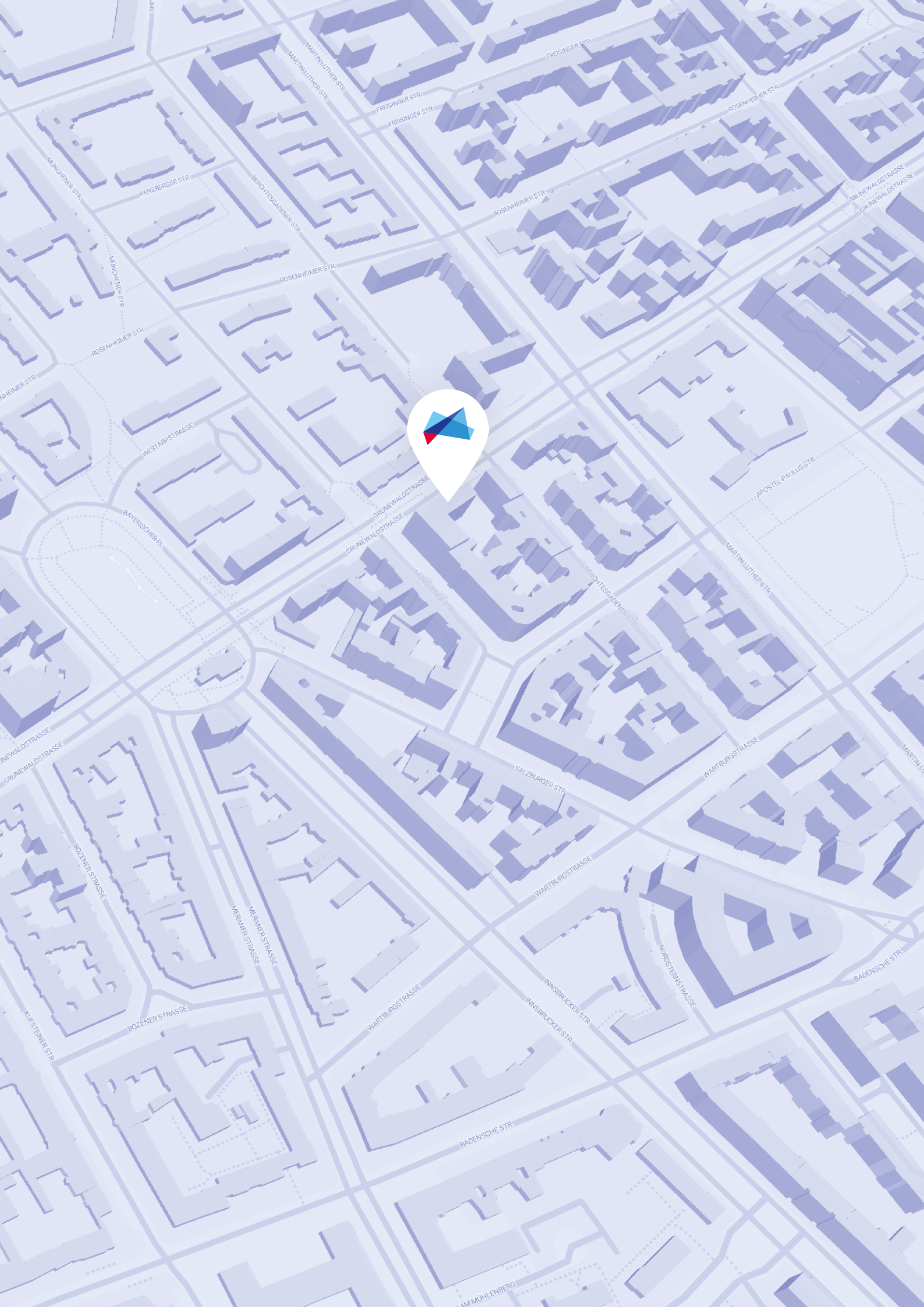
Die Autoren wissen um die Bedeutung einer geschlechtergerechten Sprache und befürworten grundsätzlich den Gebrauch von Parallelformulierungen. Von einer durchgehenden Benennung beider Geschlechter bzw. der konsequenten Verwendung geschlechterneutraler Bezeichnungen wurde im vorliegenden Text dennoch abgesehen, weil die Lesbarkeit deutlich erschwert würde.

### Förderungen:

Dieses Projekt wurde von der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe und der Investitionsbank Berlin aus Mitteln des Landes Berlin gefördert.









**TECHNOLOGIE  
STIFTUNG  
BERLIN**

---

**Die Technologiestiftung Berlin ist eine unabhängige und gemeinnützige Stiftung bürgerlichen Rechts. An der Schnittstelle von Zivilgesellschaft, Wissenschaft und öffentlicher Verwaltung engagieren wir uns für innovative Stadtentwicklung und fördern die Entwicklung Berlins zu einem bedeutenden Technologiestandort. Die Stiftung veröffentlicht regelmäßig Analysen und Reports, organisiert Workshops und Veranstaltungen und entwickelt Werkzeuge, um den digitalen Wandel der Hauptstadt zu gestalten.**

---

**Jörg Lorenz**, 1957 in Gelsenkirchen geboren. Von 1963 bis 1974 Schule, kaufmännische Lehre in Wattenscheid, Industrie-Aufbaustudium und Erwerb der Ausbildungszertifikate des Deutschen Holz- und Bautenschutzverbandes bis 1985. Aufnahme in den Verein Freier Ingenieure Aachen 1988 und Partnergründer des Ingenieurbüros Hummrich & Lorenz Berlin. Ab 1998 freier MA des Ingenieurbüros Dr. Curth, 2002 Mitgründer und Vorstandsvorsitzender der FrEqUeNz eG Berlin, ab 2004 Sachgebietsleiter „Mobilität und Kommunikation“ in der Initiative „we make IT Berlin-Brandenburg“, Initiator und Leiter des Energieeffizienz-Netzwerks „green with IT e.V. Berlin-Brandenburg“.

**Siegfried Rehberg**, 1948 in Wernigerode/Harz geboren. Von 1959 bis 1972 Schule, Maurerlehre und Ingenieurstudium in Koblenz. Seit 1972 Architekturstudium an der TU Berlin und bis 1984 Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Assistent im Fachgebiet „Industrielles und energiesparendes Bauen“ der TU Berlin. 10 Jahre Betreuung von Bau-, Modernisierungs- und Qualifizierungsprojekten in Berlin. Bis 2015 Leiter des Bereich Technik im BBU Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen und Referent für Energie, im GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen. Seit 2016 Berater für nachhaltige Immobilienbewirtschaftung.

**Verena Weiß**, 1977 in Volkmarsen/Hessen geboren. Ausbildung als Fremdsprachenassistentin in Kassel. Nach einjährigem Aufenthalt in Schottland über einige Jahre Institutssekretärin im FB Maschinenbau der Universität Kassel. Ab 2011 Studium des Umweltingenieurwesens; 2014 parallel kaufmännische Leitung eines Kasseler Startups mit Schwerpunkt Wasserwiederaufbereitung in Entwicklungsländern. 2017 Projektkoordinatorin bei green with IT Berlin-Brandenburg mit dem Schwerpunkt Energieeffizienz in Quartieren. Seit 2020 Netzwerkmanagerin der Ausgründung green with IT Nordhessen.

Wir schaffen Offenheit

**[technologiestiftung-berlin.de](https://www.technologiestiftung-berlin.de)**