

## Finanzierungs- und Geschäftsmodelle für das Dezentrale Energiemanagement in Quartieren

Severin Beucker | Simon Hinterholzer

# Impressum

## **Autoren / Autorinnen:**

Severin Beucker (Borderstep Institut) | [beucker@borderstep.de](mailto:beucker@borderstep.de)

Simon Hinterholzer (Borderstep Institut) | [hinterholzer@borderstep.de](mailto:hinterholzer@borderstep.de)

## **Verlag:**

Eigenverlag: © ProSHAPE-Konsortium, Juli 2017

Ansprechpartner: Severin Beucker

## **Konsortialführung:**

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH

Severin Beucker

Clayallee 323 | 14169 Berlin | +49 (0)30 306 45 100-2 | [www.borderstep.de](http://www.borderstep.de)

## **Projektpartner:**

Connected Living e.V. | Helmholtzstraße 2 – 9 | 10587 Berlin

DAI-Labor | Straße des 17. Juni 135 | 10623 Berlin

Dr. Riedel Automatisierungstechnik GmbH | Greifswalder Str. 4 | 10405 Berlin

GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. | Mecklenburgische Str. 57 | 14197 Berlin

Wohnungsbaugenossenschaft Zentrum eG | Storkower Str.101 | 10407 Berlin

Berliner Energieagentur GmbH | Französische Str. 23 | 10117 Berlin

## **Zitiervorschlag:**

Beucker, S. & Hinterholzer, S (2017). Finanzierungs- und Geschäftsmodelle für das Dezentrale Energiemanagement in Quartieren (Bericht D 4.1). Berlin: Borderstep Institut.

## **Titelbild:**

© cirquedesprit-Fotolia.com

## **Fördermittelgeber:**

Das Projekt ProSHAPE@Connected Energy wird gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des Technologieprogramms AUTONOMIK für Industrie 4.0.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Inhalt

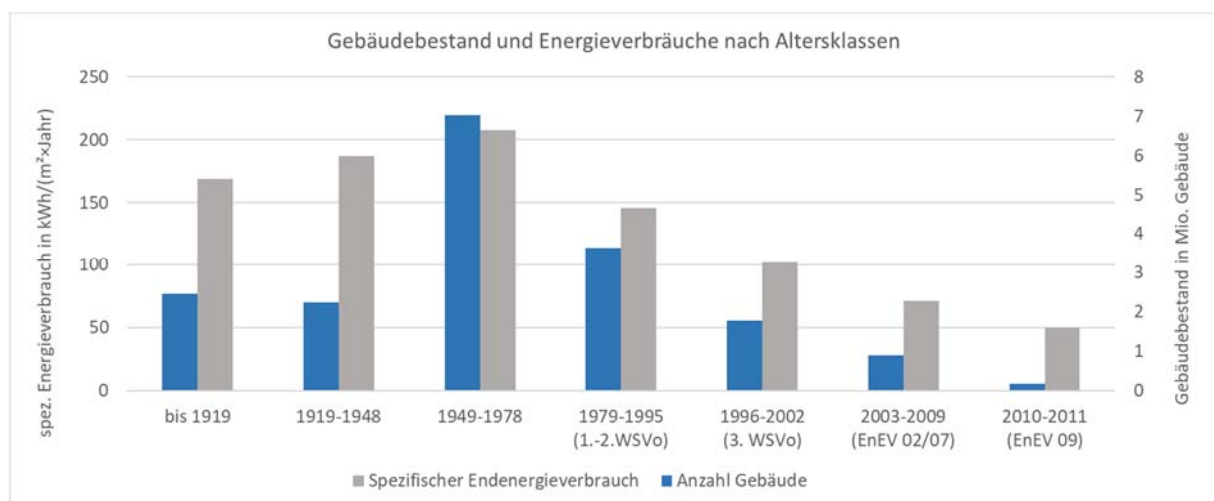
Inhalt.....	3
1 Einleitung .....	4
1.1 Energiewende und die Bedeutung des Gebäudesektors.....	4
1.2 Wie lassen sich kurz- bis mittelfristig weitere Energieeinsparungen im Gebäudesektor erzielen?.....	5
1.3 Chancen und Hemmnisse für Dezentrales Energiemanagement.....	6
2 Dezentrales Energiemanagement in Quartieren .....	7
2.1 Das Forschungsprojekt ProSHAPE: Dezentrales Energiemanagement in Quartieren.....	7
2.2 Finanzierungs- und Geschäftsmodelle für das Dezentrale Energiemanagement.....	8
2.3 Praktische Umsetzung der Ergebnisse .....	9
3 Ergebnisse und Erfahrungen aus der Umsetzung des Dezentralen Energiemanagement in einem Wohnquartier in Berlin.....	10
3.1 Ausgangssituation im Wohnquartier.....	10
3.2 Umsetzungsplanung der dezentralen Energieversorgung und des Energiemanagements im Quartier .....	11
3.3 Entwicklung von Finanzierungs- und Geschäftsmodellen.....	12
4 Auswertung des umgesetzten Modells .....	17
4.1 Voraussetzungen und Übertragbarkeit des Modells .....	17
4.2 Nutzen und Ergebnisse des Modells.....	18
4.2.1 Nutzen und Ergebnisse für Mieter .....	18
4.2.2 Nutzen und Ergebnisse für das Wohnungsunternehmen .....	19
4.2.3 Nutzen und Ergebnisse für den Contractor .....	19
4.3 Ansatzpunkte zur Förderung der Umsetzung des Modells .....	20
4.3.1 Grundsätzliche Umsetzbarkeit und netzdienliche Auslegung von Quartieren .....	20
4.3.2 Fehlende Anreize für netzdienliches Verhalten.....	21
4.3.3 Verfügbarkeit einfacher, intelligenter Messsysteme.....	21
4.3.4 Stärkere Verankerung in Normen und Recht .....	22
5 Fazit .....	23
6 Quellen.....	25

# 1 Einleitung

## 1.1 Energiewende und die Bedeutung des Gebäudesektors

Die Energiewende stellt das zentrale umweltpolitischen Vorhaben Deutschlands dar. Um die angestrebten Ziele zur Effizienzsteigerung sowie der Umstellung auf eine Versorgung aus erneuerbaren Energien erreichen zu können, müssen in allen gesellschaftlichen Bedarfsweldern große Fortschritte gemacht werden. Hier ist neben der industriellen Produktion und der Mobilität der Gebäudesektor von großer Bedeutung. Obwohl in den letzten Jahren durch Neubauten, energetische Sanierung sowie den Einsatz erneuerbarer Energien bereits Effizienzgewinne erzielt wurden, sind Gebäude mit rund 38% nach wie vor für einen großen Anteil des Gesamtenergieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland verantwortlich (BMWi 2014).

Der Hauptgrund hierfür ist der hohe Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser. Während Neubauten heute nach hohen Effizienzstandards geplant und gebaut werden und verstärkt auch aus erneuerbaren Energiequellen versorgt werden (siehe hierzu EnEV 2014), stellen vor allem die älteren Bestandsgebäude eine große Herausforderung dar. 70% der Wohngebäude in Deutschland sind vor der ersten Wärmeschutzverordnung (Dena 2012) und damit zu einer Zeit errichtet worden, in der es keinen gesetzlich verankerten Wärmeschutz gab. Dies spiegelt sich auch im durchschnittlichen Jahresenergieverbrauch des Bestandes wieder. Insbesondere der Heizenergiebedarf der aus den Jahren 1949 – 1978 stammenden Gebäude liegt mit durchschnittlich 208 kWh/m<sup>2</sup> mehr als 22% über dem Mittelwert von Wohngebäuden in Deutschland, der mit 170 kWh/m<sup>2</sup> angegeben wird (BMWi 2014).



**Abbildung 1: Zusammenhang zwischen Gebäudebestand und Heizenergiebedarf (Quelle: Eigene nach Daten aus (BMWi, 2014))**

Hinzu kommt, dass die energetische Sanierung des Gebäudebestands, z.B. in Form von Dämmung oder dem Austausch von Fenstern, Türen und Heizkesseln, mit hohen Kosten verbunden ist. Vergleichbar träge und kostenintensiv ist die Situation hinsichtlich des Einsatzes erneuerbarer Energien im Gebäudebestand. Auch hier ist eine Nachrüstung mit höheren spezifischen Kosten verbunden als bei einer integrierten Planung im Neubau. Selbst wenn es gelingt, die derzeitige jährliche Sanierungsrate im Gebäudebestand von einem Prozent zu verdoppeln, so wäre dies an Investitionen in Milliardenhöhe gebunden (DIW 2014). Dennoch würde der gebäudebezogene Energieverbrauch zu langsam sinken, um die von der Bundesregierung formulierten Einsparziele zu erreichen. Eine weitere Schwierigkeit bei der energetischen Sanierung von älteren Bestandsgebäuden liegt schließlich darin,

dass diese in vielen Städten und Regionen in Konflikt mit Auflagen aus dem Denkmal- und Ensemble-schutz steht.

Um den Energieverbrauch im Gebäudesektor und hier vor allem im Bestand rasch sowie wirtschaftlich und ökologisch zu senken, sind neben den bisher ergriffenen Maßnahmen der baulichen Sanierung sowie des Neubaus energieeffizienter Gebäude, somit weitere Maßnahmen notwendig. Nur dann lassen sich die geplanten Primärenergieeinsparungen von 20% (BMW 2015) im Gebäudesektor und signifikante Beiträge zur Erreichung der nationalen CO<sub>2</sub>-Minderungsziele in den nächsten Jahren erzielen.

## 1.2 Wie lassen sich kurz- bis mittelfristig weitere Energieeinsparungen im Gebäudesektor erzielen?

Ein weiterer entscheidender Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs von Gebäuden kann durch den Einsatz von Dezentralem Energiemanagement erreicht werden. Dies ist ein aus der Gebäudeautomation stammender hierarchischer Steuerungsansatz, der zentrale Heizungsanlagen auf der Basis von Daten einer Einzelraumregelung (z.B. Nutzungszeiten eines Raums und gemessene Temperatur) optimiert. Die Steuerungsgrößen werden auf Wohnungsebene gemessen und in einem Wohnungsmanager aggregiert. Eine zentrale Steuerungseinheit im Gebäude (Gebäudemanager) nutzt diese für eine kontinuierliche Ermittlung des Gesamtheizenergiebedarfs des Gebäudes. In die Kalkulation fließen neben aktuellen, auch die prognostizierten Bedarfe der Wohnungen über die nächsten Stunden, Wetterdaten sowie bauphysikalische Parameter aus dem Aufheizverhalten des Gebäudes ein. Aus den Informationen wird so die aktuell optimale Heizkurve für den Wärmeerzeuger ermittelt.

Durch den Einsatz dieser am Markt verfügbaren Technik im Gebäudebestand lassen sich, abhängig vom Gebäudetyp und dessen Sanierungszustand, 20 - 30% Heizenergie einsparen. Durch mehrjähriges Monitoring wurde dies bereits im großzahligen Maßstab in unterschiedlichen Gebäudetypen und Regionen nachgewiesen. (siehe z.B. Riedel 2006 und Riedel 2007). Damit stellt das Dezentrale Energiemanagement eine wichtige Ergänzung zu baulichen Energieeffizienzmaßnahmen dar. Es kann zusätzlich oder auch alternativ zur Gebäudedämmung sowie dem Austausch von Türen und Fenstern angewendet werden und wird als niedriginvestive<sup>1</sup> Maßnahme eingestuft. Die Technik kann zudem zur Optimierung aller handelsüblichen Heizkessel eingesetzt werden. Auch Fernwärmeübergabestationen können dadurch gesteuert werden und Fernwärmeanschlusswerte mit Hilfe der Technik erfolgreich reduziert werden.

Ein Vergleich der CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von Gebäudeaußendämmung und Dezentralem Energiemanagement hat zudem ergeben, dass das Energiemanagement drei- bis fünfmal besser abschneidet als die Dämmung. Daraus folgt, dass mit Dezentralem Energiemanagement bezogen auf die Investition die drei- bis fünffache Menge an CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden kann als durch Gebäudedämmung (Gambardella, Bergset, Beucker, 2012). Ebenfalls untersucht wurde in einer vereinfachten Ökobilanz, wie viel Energie die Technik des Dezentralen Energiemanagements gegenüber dem Eigenverbrauch durch Produktion, Betrieb und Entsorgung einspart. Dabei konnte gezeigt werden, dass das System 40mal mehr Energie einspart, als es über den gesamten Lebenszyklus verbraucht (Beucker, Bergesen, Gibon 2016). Diese Ergebnisse belegen somit, dass das Dezentrale Energiemanagement sowohl volkswirtschaftlich als auch energietechnisch eine sinnvolle Ergänzung zu rein baulichen Sanierungsmaßnahmen darstellt.

---

<sup>1</sup> Der Begriff der niedriginvestive Maßnahme ist nicht eindeutig definiert. In der Wohnungswirtschaft werden darunter jedoch solche Maßnahmen verstanden, die unter 30 Euro/m<sup>2</sup> Wohnfläche kosten. Je nach Anzahl der Wohnungen, die in einem Gebäude über die Zentralheizung versorgt werden, werden diese Kosten beim Dezentralen Energiemanagement deutlich unterschritten.

### 1.3 Chancen und Hemmnisse für Dezentrales Energiemanagement

Obwohl die Leistungsfähigkeit des Dezentralen Energiemanagements bereits vielfach unter Beweis gestellt worden ist, wird sie im Vergleich zu anderen Effizienztechniken noch selten eingesetzt. Gründe hierfür können in der noch unzureichenden Bekanntheit der Systeme und der daraus resultierenden mangelnden Verankerung in Normen, Standards und Bewertungsansätzen für die energetische Sanierung von Gebäuden liegen. Zwar hat sich die Situation in den letzten Jahren mit der Anerkennung von Automatisierungstechnik als einer Möglichkeit zur Optimierung der Energiebilanz von Gebäuden (siehe EnEV 2014 und DIN V 18599-11 2016) verbessert, in den Anreizprogrammen für die energetische Gebäudesanierung (siehe z.B. KfW oder BAFA) überwiegen jedoch in Bezug auf Volumen und Anzahl nach wie vor bauliche Fördermaßnahmen.

Ein weiterer Grund liegt in der komplexeren Amortisations- und Wirtschaftlichkeitsbewertung von Angeboten des Dezentralen Energiemanagements und einem klassischen Nutzer-Investor-Dilemma<sup>2</sup>. In seinem Haupteinsatzgebiet dem vermieteten, mehrgeschossigen Wohnungsbau, müssen Investitionen in die Technik durch den Vermieter getragen werden, während der Mieter von den Einsparungen profitiert. Eine Refinanzierung der Investitionen kann z.B. in Form einer Modernisierungsumlage erfolgen, bei der ausgewählte Maßnahmen (z.B. Erhöhung des Wohnwertes oder eine nachhaltige Energieeinsparung) über einen Mietaufschlag von bis zu 11% des Modernisierungsaufwands auf die Kaltmiete umgelegt werden können. Die Umsetzbarkeit solcher Refinanzierungsmodelle hängt jedoch in der Realität von vielen weiteren Faktoren, wie der Durchsetzbarkeit höherer Mietpreise (Kaltmiete) sowie dem Angebot auf dem jeweiligen Wohnungsmarkt, ab. Insgesamt ist die Refinanzierungsdauer des Dezentralen Energiemanagements von einer Vielzahl von Faktoren (Anzahl der Wohnungen im Gebäude, Sanierungszustand, Rechtsform des Wohnungsunternehmens und Finanzierungsoptionen) abhängig. Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Umsetzung sind deshalb individuelle Berechnungen notwendig. Die Refinanzierbarkeit von Maßnahmen der energetischen Gebäudesanierung, sei es in Form von Automatisierungstechnik oder auch Dämmung, stellt aufgrund des damit verbundenen Nutzer-Investor-Dilemmas aber in erster Linie eine betriebswirtschaftliche Herausforderung für die Wohnungsunternehmen dar. Aus volkswirtschaftlicher und umweltpolitischer Perspektive machen energetische Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen, und v.a. der Einsatz von Dezentralem Energiemanagement Sinn, da sie einen sparsamen Einsatz von Ressourcen fördern, CO<sub>2</sub>-Emissionen mindern und aufgrund der geringeren CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten einen größeren klimapolitischen Effekt erzielen.

Eine Schlüsselrolle kommt dem Dezentralen Energiemanagement außerdem beim weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien und der Energiewende zu. Mit steigendem Anteil fluktuierender Quellen der Energieversorgung wachsen auch die Anforderungen an die Verbraucher und damit den Gebäudesektor, sich dem variierenden Dargebot durch Speicherung oder einer Flexibilisierung des Verbrauchs anzupassen. Dezentrales Energiemanagement und Gebäudevernetzungstechnik eignen sich hierfür aus mehreren Gründen. Mit der Technik kann zum einen der Energieverbrauch und –bedarf für Wärme und Strom (bei entsprechender Vernetzung mit Geräten und Smart Metern) in Gebäuden oder Quartieren sehr gut prognostiziert werden. Zum anderen können mit der Technik bestehende Strom-

---

<sup>2</sup> Das Nutzer-Investor-Dilemma (siehe auch Prinzipal-Agent-Theorie nach Eisenhardt 1989) beschreibt eine spezifische Form des Marktversagens. Es beschreibt den Vorgang, bei dem Investitionen nicht getätigt werden, da der Investor (Vermieter) aus ihnen keinen Ertrag erzielen kann. Der Nutznießer der Investition (Mieter) ist dagegen nicht bereit, den aus der Investition entstehenden Vorteil (z.B. effiziente Heizung) zu zahlen.

erzeuger (BHKW, Photovoltaik-Anlagen, etc.) als auch Senken (Power-to-Heat Aggregate mit Warmwasserspeicher sowie Gebäudemasse) in eine dezentralere, flexiblere Energieversorgung einbezogen werden. Gebäude und Quartiere werden damit zu prognostizierbaren und intelligent steuerbaren Elementen in der Energiewende.

## 2 Dezentrales Energiemanagement in Quartieren

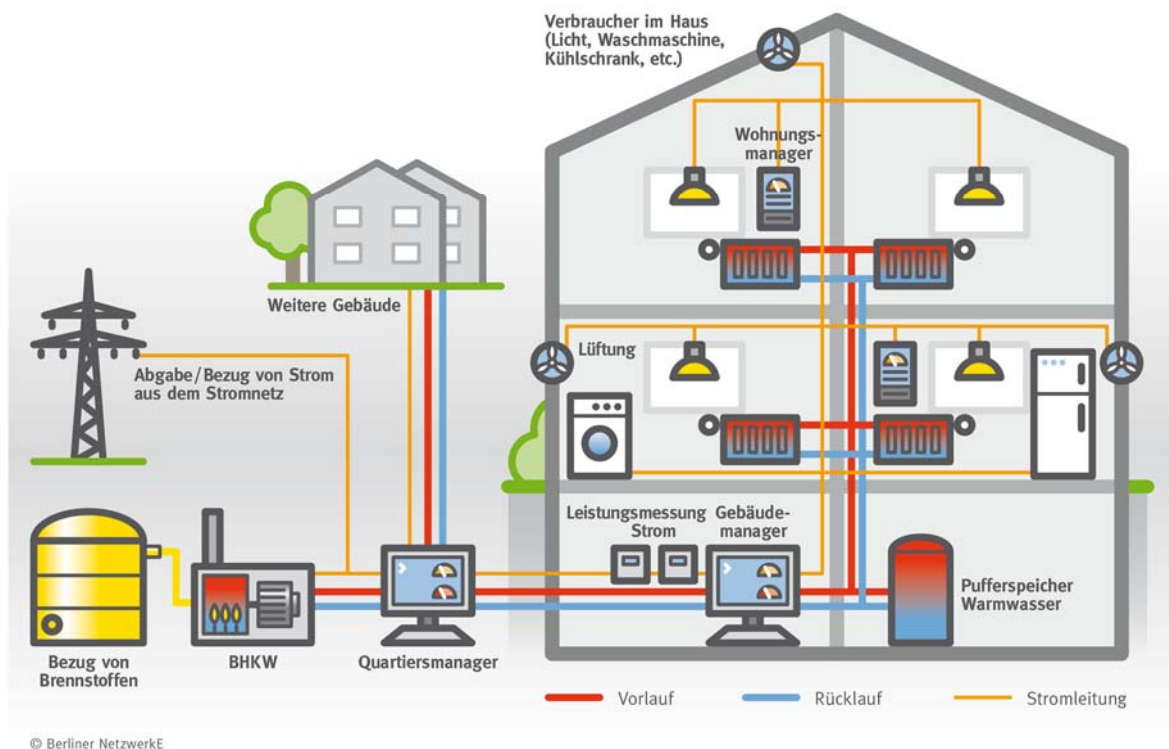
### 2.1 Das Forschungsprojekt ProSHAPE: Dezentrales Energiemanagement in Quartieren

In dem durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Forschungsprojekt ProSHAPE<sup>3</sup> wurde ein Dezentrales Energiemanagementsystem so weiterentwickelt, dass mit ihm nicht nur der Wärme- und Stromverbrauch in ganzen Quartieren optimiert werden kann (siehe **Abbildung 2**), sondern auch temporär unterschiedliche Fahrweisen dezentraler Energieerzeugungsanlagen (z.B. BHKW) zur Energiekostenoptimierung umgesetzt werden können. Der dafür genutzte Steuerungsansatz setzt auf drei Ebenen an:

- **Wohnung:** Über einen *Wohnungsmanager* werden in den Wohnungen eines Gebäudes Solltemperaturen für jeden Raum vorgegeben. Der Wohnungsmanager ist mit Sensoren und Aktoren in der Wohnung vernetzt und regelt die Raumtemperaturen gemäß den Einstellungen der Bewohner. Der Wohnungsmanager bildet die Schnittstelle zur Gebäudesteuerung (Gebäudemanager). Über ihn können den Mietern Heimvernetzungsdienste (z.B. Nachrichten des Wohnungsunternehmens, Abrechnung von Heizkosten, Assistenzsysteme) angeboten werden.
- **Gebäude:** Der *Gebäudemanager* aggregiert die Daten aus den Wohnungen und steuert die zentrale Heizung und Warmwasserbereitung nach den Bedarfen der Bewohner. In die Steuerung gehen zusätzlich Wetterprognosen und Parameter zur Gebäudephysik ein. Durch die bedarfsgerechte Steuerung der Heizung können, abhängig vom Gebäudetyp und dessen Zustand, bis zu 30% Energie eingespart werden.
- **Quartier:** In ProSHAPE wurde die aus Wohnungs- und Gebäudemanager bestehende Steuerungslogik um die Ebene des *Quartiersmanagers* erweitert. Dieser ermöglicht es, mehrere Gebäude energetisch zu optimieren. In ProSHAPE übernimmt der Quartiersmanager die Steuerung einer Heizzentrale, die das Quartier mit Wärme und Strom (Mieterstrom) aus einem Blockheizkraftwerk (BHKW) und Spitzenlastkesseln versorgt. Er bildet auch die Plattform, mit der netzdienliche Steuerungsimpulse für ein Lastmanagement verarbeitet und mit Optimierungszielen im Quartier abgeglichen werden können.

---

<sup>3</sup> Siehe auch die Webseite des Vorhabens unter: [www.borderstep.de/projekte/proshapeconnected-energy/](http://www.borderstep.de/projekte/proshapeconnected-energy/) (Abruf Juli 2917)



**Abbildung 2: Darstellung der in ProSHAPE verfolgten Ziele und Optimierungsfragen (Quelle: Berliner Netzwerke)**

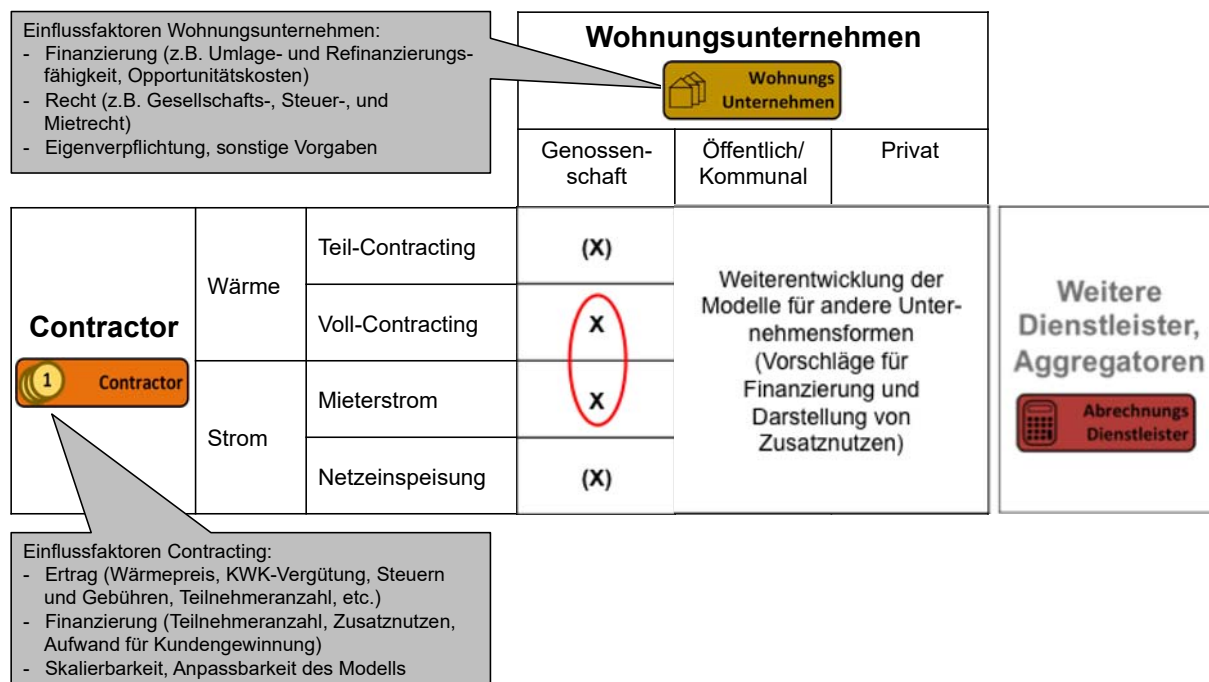
## 2.2 Finanzierungs- und Geschäftsmodelle für das Dezentrale Energiemanagement

Während Finanzierungsmodelle Art, Struktur und Modalitäten der Finanzierung abbilden, stellt ein Geschäftsmodell in vereinfachter Weise dar, welche Ressourcen in eine Organisation (Unternehmen) fließen und wie diese in Informationen, Produkte und/oder Dienstleistungen umgewandelt werden (Wirtz 2010). Das Geschäftsmodell erfasst damit im Gegensatz zum Finanzierungsmodell, vor allem ein Nutzen- bzw. Wertversprechen und ein Ertragsmodell (Osterwalder, Pigneur 2011) und ist damit auf die Gewinnung neuer Kunden und Märkte ausgerichtet.

In Kap. 1 wurde bereits deutlich, dass die Finanzierung und die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit des Dezentralen Energiemanagements komplex sind. Neben den bereits genannten Gründen liegt dies auch daran, dass die Umsetzung eines Dezentralen Energiemanagements in Gebäuden und Quartieren je nach Zustand der vorhandenen Heiz- und Anlagentechnik unterschiedliche Investitionen in Planung, Technik und Ausführung erfordert. Zum anderen werden energetische Sanierungsmaßnahmen oft in Verbindung mit weiteren baulichen oder technischen Modernisierungsarbeiten (z.B. Sanierung der Heizung, der Fassade oder des Dachs) vorgenommen, was eine eindeutige und klare Zuordnung der Kosten erschwert. Gleiches gilt für Geschäftsmodelle, deren Umsetzbarkeit von einer Vielzahl von Faktoren wie der Unternehmensform, dem aktuell geltenden Recht und den marktlichen Rahmenbedingungen abhängen. So hat die Unternehmensform beispielsweise Auswirkungen auf die Finanzierung bzw. die Möglichkeiten zur Refinanzierung. Sie beeinflusst damit auch die Frage, ob für die Umsetzung des Modells weitere Partner wie Contractoren oder Dienstleister benötigt werden, um Risiken



zu mindern oder gezielt Investitions- oder Steuernachteile auszugleichen. Die Komplexität der sich daraus ergebenden Entscheidungsprozesse ist in Abbildung 3 dargestellt.



**Abbildung 3: Beispielhafte Kombination von Akteuren und Leistungen für Geschäftsmodelle des Dezentralen Energiemanagements (Quelle: Eigene)**

Aufgrund kontinuierlicher Veränderungen der rechtlichen und marktlichen, geben Geschäftsmodelle somit auch nur einen zeitlich begrenzt gültigen Zustand wieder. Die Modelle müssen folglich bei sich verändernden Rahmenbedingungen angepasst werden.

Ziel des Vorhabens ProSHAPE war es, beispielhafte Finanzierungs- und Geschäftsmodelle zu entwickeln, die auf vergleichbare Unternehmen übertragbar sind. Sowohl die Finanzierung, als auch die Beschreibung neuer Nutzenversprechen in den Geschäftsmodellen, sind für die Verbreitung und Diffusion von Dezentralem Energiemanagement von entscheidender Bedeutung. Zum einen, um finanzielle Risiken zu mindern und Investitionsentscheidungen vorzubereiten. Zum anderen, um die Effizienztechnik für die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen sowie die Gewinnung neuer Kunden zu nutzen.

## 2.3 Praktische Umsetzung der Ergebnisse

Das Vorhaben ProSHAPE war mit dem Ziel verbunden, die entwickelte Technik sowie die Modelle in der Praxis zu erproben. Das Dezentrale Energiemanagement wurde daher in einem Quartier des Praxispartners Wohnungsbaugenossenschaft Zentrum eG im Prenzlauer Berg in Berlin umgesetzt. Unabhängig von dem Vorhaben ProSHAPE war in dem Quartier eine Sanierung des Heizungssystems geplant, da die vorhandenen Gasheizungen in den Wohnungen durch eine zentrale Wärmeversorgung ersetzt werden sollten. Diese erfolgt nun über ein Nahwärmenetz und ein Blockheizkraftwerk (BHKW), das die Grundlastversorgung mit Wärme sicherstellt und Strom produziert, der von einem Teil der Mieter genutzt wird (Mieterstrom). Vier Spitzenlastkessel sichern die Wärmeversorgung bei höherem Wärmebedarf im Winter. Ziel der Modernisierungsarbeiten war, die Mieter mit möglichst hohen Anteilen der im BHKW erzeugten Energie (Wärme und Strom) zu versorgen, die Nebenkosten zu senken und einen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten.

Die Vernetzungstechnik des Dezentralen Energiemanagements kann zukünftig auch genutzt werden, um Gebäude als dynamische (netzdienliche) Einheiten in einer regenerativen Energieversorgung zu integrieren (siehe auch Klein, Kalz, Herkel 2014). Das BHKW soll dann, unter der Ausnutzung der thermischen Speicherfähigkeit der Gebäude und des Heizungssystems, auf schwankende Stromverfügbarkeit im Netz reagieren und diese ausgleichen. Zudem eröffnet der Einsatz der Gebäudevernetzung der Wohnungsbaugenossenschaft zukünftig zahlreiche Erweiterungsmöglichkeiten für Angebote der Heimvernetzung (Sicherheitstechnik, Altersgerechte Assistenzsysteme, Dienste der Wohnungsverwaltung, etc.), die in kommenden Jahren verstärkt Einzug in der Wohnungswirtschaft halten werden.

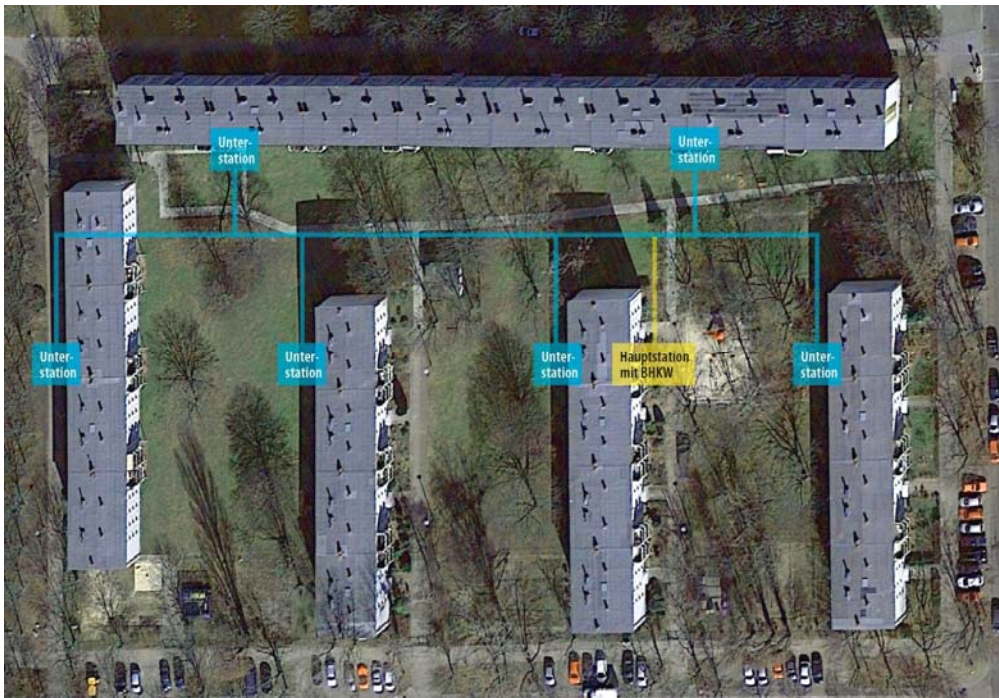
### 3 Ergebnisse und Erfahrungen aus der Umsetzung des Dezentralen Energiemanagement in einem Wohnquartier in Berlin

#### 3.1 Ausgangssituation im Wohnquartier

Das Versuchsquartier des Praxispartners Wohnungsbaugenossenschaft Zentrum eG befindet sich in Prenzlauer Berg in Berlin. Es wurde im Jahr 1966 erbaut und besteht aus 6 Gebäuden mit 224 Wohnungen (Typ Q3A, siehe Abbildung 4, zwei der Gebäude bilden einen Riegel). Die beheizte Wohnfläche beträgt ca. 11.860 m<sup>2</sup>. Das Quartier wurde im Jahr 1999 teilsaniert. Dabei wurden die Fassade sowie die Kellerdecke gedämmt und die Fenster ersetzt. Im Jahr 2015 wurde außerdem die oberste Geschossdecke gedämmt.

Ursprünglich waren die Wohnungen mit Ofenheizungen ausgestattet. Diese wurden in den 1990er Jahren durch Gasheizungen ersetzt. Dabei hatten die Mieter teilweise auf eigene Kosten neue Gasetagenheizungen oder Gasöfen einbauen lassen. In anderen Fällen hatte die Wohnungsbaugenossenschaft nach einem Mieterwechsel selbst den Einbau von Gasetagenheizungen übernommen. Es lag somit eine Situation mit unterschiedlichen technischen Lösungen sowie Eigentums- und Wartungsverhältnissen vor. Dieser Ausgangszustand war, neben den durch die Genossenschaft formulierten Zielen einer umweltfreundlichen und komfortsteigernden Sanierung des Heizungssystems, das Motiv für die Modernisierung des Quartiers. Hinzu kam, dass die Wohnungsbaugenossenschaft mit dem Energiemanagement im Quartier eine innovative Umsetzung einer Eigenversorgung mit Energie erproben und Rückschlüsse für die Modernisierung weiterer Quartiere im Bestand ziehen wollte.

Aufgrund der komplexen Ausgangssituation wurden von der Wohnungsbaugenossenschaft verschiedene Sanierungsvarianten in Erwägung gezogen und dazu Angebote eingeholt, darunter (I) der Einsatz einer konventionellen Zentralheizung mit Gaskessel, (II) eine Variante mit modulierbarem BHKW, Nahwärmenetz und zusätzlichen Spitzenlastkesseln sowie (III) eine Kombination aus BHKW, Spitzenlastkesseln und Dezentralem Energiemanagement.



**Abbildung 4: Luftansicht des Versuchsquartiers mit Lage von BHKW, Unterstationen und Nahwärmenetz (Quelle: Modifizierte Kartendaten aus Google Earth 2015)**

Die Sanierungsvarianten und entsprechende Angebote wurden durch einen externen, energietechnischen Planer in Bezug auf Wirtschaftlichkeit und den Beitrag zur Energie- sowie Betriebskosteneinsparung bewertet. Ergebnis dieser Bewertung und der nachfolgenden Entscheidung der Wohnungsbaugenossenschaft Zentrum war, dass die Kombination aus zentraler Energieversorgung (BHKW + Spitzenlastkessel + Nahwärmenetz) und Dezentralem Energiemanagement (Variante III) sowohl die größten Einsparungen bei den Nebenkosten der Mieter als auch die höchste energetische Effizienz für das Gesamtquartier ergibt. Bei dieser Variante wurde auch die mögliche Eigenstromversorgung der Mieter aus dem BHKW als interessant gewertet, da aus der Kombination eines attraktiven Tarifs und selbsterzeugtem Strom ein weiterer Anreiz für einen effizienten Umgang mit Energie im Quartier entsteht.

### 3.2 Umsetzungsplanung der dezentralen Energieversorgung und des Energiemanagements im Quartier

Die Umsetzung des Energiemanagements im Quartier stellte die Wohnungsbaugenossenschaft vor eine komplexe Entscheidungssituation. Diese war mit den Fragen verbunden, wer die notwendigen Investitionen trägt, wie die Investitionen und damit verbundenen Risiken geteilt werden können und mit welchen Partnern der Bau (Installation des BHKW, Bau eines Nahwärmeversorgungsnetzes mit Unterstationen und Speichern, Installation des Dezentralen Energiemanagements, etc.) und der Betrieb der dezentralen Versorgung und Steuerung im Quartier realisiert werden kann.

Da neben der Wärmeversorgung der Bewohner auch ein Angebot für Mieterstrom gemacht werden sollte, mussten zudem unterschiedliche rechtliche Fragen geklärt werden. Während die Versorgung der Bewohner mit Wärme sowie die Abrechnung der Kosten über das Mietrecht und die Heizkostenverordnung geregelt ist, so ist eine Belieferung mit Mieterstrom aus eigenen, dezentralen Anlagen an die Vorgaben des Energiewirtschaftsgesetzes und den darauf basierenden Verordnungen gebunden. Der Mieter besitzt zum einen die freie Wahl des Stromversorgers, was einzelvertragliche Regelungen

zur Stromlieferung erforderlich macht. Zum anderen wird ein Akteur benötigt, der als Anbieter des Mieterstroms auftritt und über entsprechende Kompetenzen und Qualifikationen verfügt.

Da in vielen Mieterstrommodellen, aufgrund schwankender Eigenerzeugung aus den dezentralen Anlagen, eine Mischversorgung und -kalkulation aus eigenerzeugtem und fremdbezogenem Strom erfolgt, ist auch eine vertragliche Bindung an einen externen Stromlieferanten notwendig. Hinzu kommt, dass Genossenschaften ein Verlust der Befreiung von der Körperschaft- und Gewerbesteuer droht, wenn sie mit sonstigen, nicht dem Genossenschaftszweck entsprechenden, Tätigkeiten mehr als 10% ihrer Gesamteinnahmen erzielen (Prognos, BH&W 2017). Die Erzeugung und Lieferung von Strom an Mieter stellt eine solche sonstige Tätigkeit dar. Es wurde daher rasch klar, dass die Wohnungsbaugenossenschaft nicht als Stromlieferant gegenüber den Bewohnern auftreten wollte. Diese Entscheidung wirkte sich auf die Umsetzung des Modells und die Auswahl weiterer Partner aus, wie im nachfolgenden Kapitel deutlich wird.

### 3.3 Entwicklung von Finanzierungs- und Geschäftsmodellen

Mit der Umsetzungsplanung der dezentralen Versorgung und des Energiemanagements im Quartier erfolgte parallel die Entwicklung von Finanzierungs- und Geschäftsmodellen. Ziel war dabei, die wirtschaftliche Umsetzung des Energiemanagements im Versuchsquartier Prenzlauer Berg zu unterstützen und übertragbare Ergebnisse für die Wohnungs- und Energiewirtschaft aus diesen Erkenntnissen abzuleiten.

Mit der Entwicklung der Geschäftsmodelle sollten zudem Erfahrungen darüber gewonnen werden, ob eine flexibilisierte (stromorientierte) Betriebsführung des BHKW zur Kostenoptimierung der Energieversorgung (Wärme + Strom) beitragen kann. Damit unterscheidet sich das im Vorhaben entwickelte Modell deutlich vom wärmeorientierten Betrieb von BHKW, der die Regel darstellt und bei dem der anfallende Strom als Nebenprodukt in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist wird.

#### **Differenzierung von Fällen einer flexibilisierten Betriebsführung**

Für die Entwicklung von Geschäftsmodellen wurde die geplante stromorientierte Betriebsführung des BHKW bzw. Quartiers in die folgenden zwei Fälle unterschieden:

- Fall A: Teilflexibilisierte, kostenoptimierte Betriebsführung von dezentralen Energieerzeugungsanlagen (BHKW) für eine gebäude- oder quartiersbezogene Erzeugungs- und Verbrauchsoptimierung von Wärme und Strom;
- Fall B: Teilflexibilisierte, kostenoptimierte Betriebsführung mit dem zusätzlichen Ziel zwischen einer gebäude- oder quartiersbezogenen Verbrauchsoptimierung sowie der Einspeisung in das Netz abzuwägen. Impulse hierfür können z.B. aus dynamischen Strompreisen oder Entgeltbestandteilen resultieren, die auf Lastspitzen oder Spannungsschwankungen im Stromnetz reagieren.

Für beide Fälle wurden mit Hilfe der Methode des Business Model Canvas (Osterwalder, Pigneur 2011) Geschäftsmodelle erfasst und ausgearbeitet. Zusätzlich wurden die Fälle für das Use Case Management Repository<sup>4</sup> (Themenfeld: Smart Cities und Smart Home + Building) des DKE (Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik, Organ des Deutschen Instituts für Normung) sowie deren Normungs-Roadmap Smart Home + Building gemäß den Vorgaben der IEC/PAS 62559 „IntelliGrid Methodology for Developing Requirements for Energy Systems“<sup>5</sup> dokumentiert. Dies

---

<sup>4</sup> Siehe <https://www.dke.de/de/themen/use-case-management-repository> (Abruf Juli 2017)

<sup>5</sup> Siehe <https://webstore.iec.ch/publication/22349> (Abruf Juli 2017)

sollte gewährleisten, dass die Modelle zukünftig für die Entwicklung zusammenhängender Smart-Grid-Architekturen genutzt werden können und zudem die Interoperabilität und die IT-Sicherheit der entwickelten Lösungen sicherstellen.

Im Versuchsquartier Prenzlauer Berg wurde Fall A umgesetzt. Fall B wurde aufgrund derzeit nicht verfügbarer variabler Strompreise bzw. Entgeltbestandteile nicht weiter verfolgt, kann jedoch bei einer Änderung der Rahmenbedingungen erneut betrachtet werden.

### **Finanzierung der energietechnischen Sanierung im Quartier**

Bei der umgesetzten kostenoptimierten Betriebsführung des BHKW und Quartiers handelt es sich um ein geteiltes Finanzierungsmodell, in dem sowohl das Wohnungsunternehmen (Wohnungsbaugenossenschaft Zentrum) als auch ein Energiedienstleister (Berliner Energieagentur) Investitionen in die Technik vorgenommen haben.

Zum Umfang der Sanierungsarbeiten, die durch das Wohnungsunternehmen in dem Quartier getätigt wurden zählten:

- Demontage von alten Gasheizungen, Heizkörpern/ Heizgeräten sowie alter Rohleitung in den Wohnungen und Gebäuden.
- Neuinstallation von Leitungen und Heizkörpern in den Wohnungen und Gebäuden
- Neuinstallation eines Nahwärmenetzes inklusive 6 Unterstationen mit jeweils einem 1.000 Liter-Pufferspeicher.
- Vier Spitzenlastkessel in der Heizzentrale, die neben dem BHKW bei zusätzlichem Bedarf Wärme erzeugen.
- Installation des Dezentralen Energiemanagementsystems, bestehend aus Wohnungsmanagern, funkgesteuerten Heizungsstellantrieben und Temperatursensoren für eine Einzelraumregelung in den Wohnungen sowie Gebäudemanagern.
- Verlegung von einem elektrischen Arealnetz zur Anbindung und Versorgung der Gebäude durch das BHKW.

Die Investitionen betragen rund 1,9 Mio. Euro wovon der überwiegende Anteil auf die Sanierung der Heizungsanlagen sowie die Installation des Nahwärmenetzes entfiel. Die Installation des Dezentralen Energiemanagements blieb insgesamt mit 350.000 Euro bzw. knapp unter 30 Euro je m<sup>2</sup> im niedriginvestiven Bereich. Das Dezentrale Energiemanagement im Quartier wurde im Oktober 2015 in Betrieb genommen.

Die Investition in das modulierbare BHKW (34 kW<sub>el</sub> / 78 kW<sub>th</sub>) in Höhe von 175.000 Euro wurden durch den Energiedienstleister (Berliner Energieagentur) getragen. Dieser betreibt die Anlage im Contracting und hat mit dem Wohnungsunternehmen einen Wärmeliefervertrag über eine Laufzeit von 10 Jahren geschlossen. Das Contracting umfasst neben dem BHKW zwei Pufferspeicher mit je 1.000 Liter Volumen. Die übergeordnete Regelung (Wärmeanforderung) der Heizzentrale, sowohl für das BHKW als auch für die Gaskessel, übernimmt das Dezentrale Energiemanagementsystem. Zusätzlich zur Wärmelieferung versorgt der Contractor einen Teil der Bewohner mit Strom (Mieterstrom bzw. BEA-Kiezstrom® zum Geschäftsmodell siehe nachfolgender Abschnitt).

Im Rahmen der Umsetzung wurde eine weitere Investition notwendig, die aus dem Budget des Forschungsprojektes bestritten werden konnte. Um den Stromkunden des Mieterstrommodells ihre aktuellen, kumulierten Stromverbräuche auf den Wohnungsmanagern anzuzeigen und den akkumulierten Verbrauch aller Nutzer des Mieterstroms bilanzieren zu können, wurden auf den vorhandenen Ferrariszählern im Quartier Kameras (optische Messwertwiederholer) installiert. Diese fotografieren in regelmäßigen Abständen den Zählerstand und wandeln diesen über eine optische Zeichenerkennung (OCR-Software) in einen numerischen Wert um. Dieser Wert kann dann in den Wohnungen der Kun-

den auf dem Display des Wohnungsmanagers angezeigt werden. Der Bewohner erhält dadurch eine hohe Transparenz über seinen aktuellen und kumulierten Stromverbrauch in kWh. Alternativ wäre auch eine Ausrüstung des Quartiers mit digitalen Zählern (Smart Metern) möglich gewesen. Darauf wurde jedoch aus wirtschaftlichen und rechtlichen<sup>6</sup> Gründen verzichtet.

### **Geschäftsmodell einer teilflexibilisierten Energieversorgung des Quartiers**

Das entwickelte Geschäftsmodell wurde in Zusammenarbeit mit den beteiligten Projektpartnern entworfen und auf deren zukünftige Anforderungen an eine Vermarktung abgestimmt. Es ist auf vergleichbare Fälle und Partnerkonstellationen aus Wohnungswirtschaft und Energiedienstleistern anwendbar. Anpassungen des Modells sind bei abweichenden Zielsetzung, Finanzierungsvoraussetzungen und Ertragsmodellen der beteiligten Partner (Wohnungsunternehmen, Energiedienstleister sowie weiterer Technologieunternehmen und Dienstleister) notwendig.

In Anlehnung an die Struktur des Business-Model-Canvas (Osterwalder, Pigneur 2011) wird das Geschäftsmodell folgendermaßen definiert:

**Tabelle 1: Geschäftsmodell einer teilflexibilisierten Energieversorgung des Quartiers (Quelle: Eigene)**

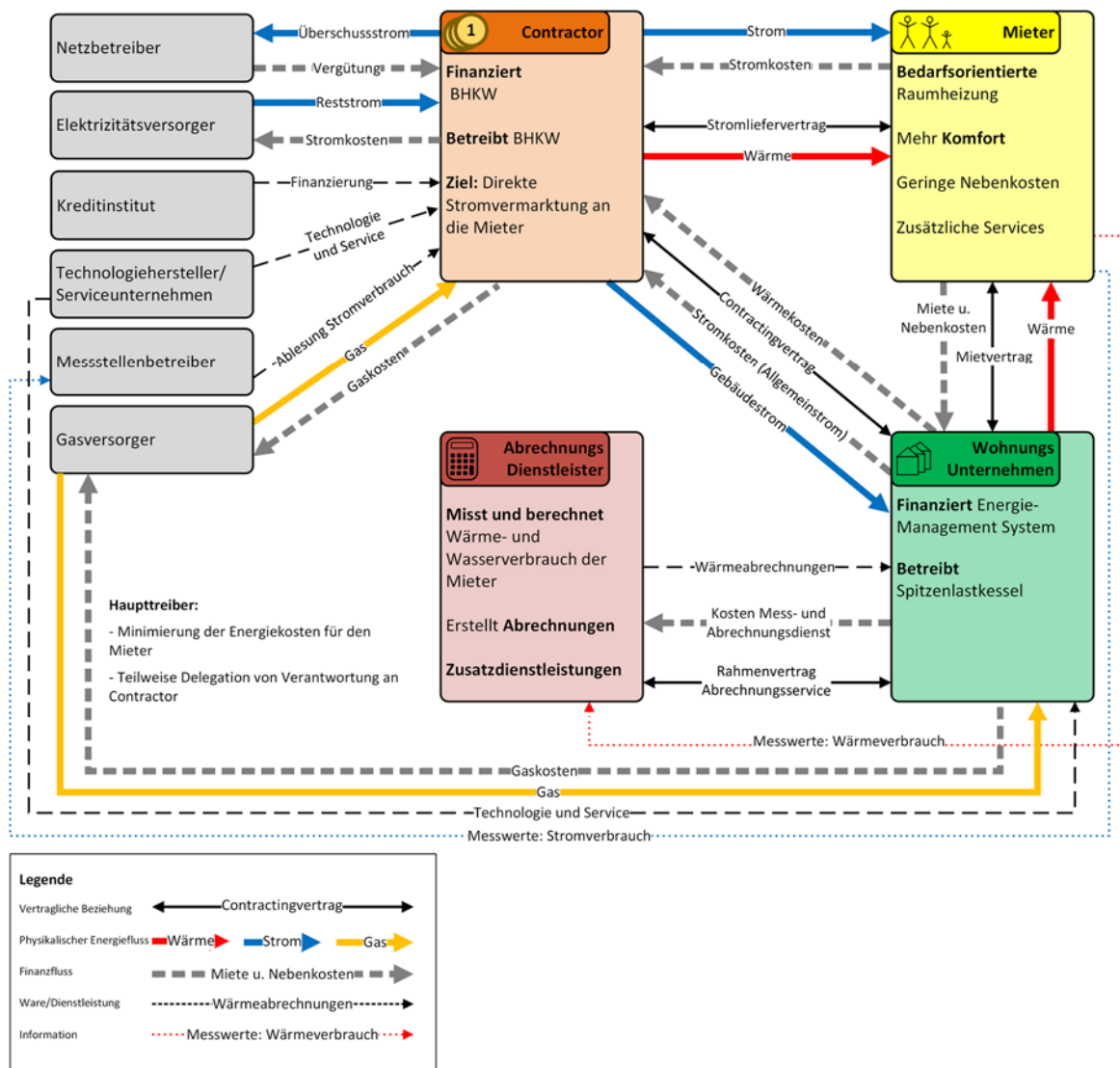
<p><b>Nutzenversprechen</b></p> <p><i>Wohnungsunternehmen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktion der Nebenkosten der Mieter sowie der Wartungs- und Servicekosten (gegenüber den alten Gasheizungen)</li> <li>• Aufwertung der Immobilie</li> <li>• Erprobung eines Gesamtkonzeptes für eine umweltfreundliche Energieversorgung im Bestandsquartier</li> </ul> <p><i>Mieter/ Bewohner:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiekostenminimierung (Strom und Wärme) durch effiziente Heizenergie- und Mieterstromnutzung</li> <li>• Erhöhung des Wohnkomforts</li> </ul> <p><i>Contractor</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximierung der Rendite aus dem Verkauf von Wärme und Strom</li> </ul>	
<p><b>Schlüsselpartner</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wohnungsunternehmen</li> <li>• Contractor für den Betrieb des BHKW</li> <li>• Technologieanbieter von Smart Building Technik (Dezentrales Energiemanagementsystem)</li> <li>• Abrechnungsdienstleister</li> <li>• Mieter (als Stromkunde)</li> </ul>	<p><b>Kundensegment</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wohnungswirtschaft mit Bedarf für grundlegende Sanierung der Energieversorgung (Wärme und Strom) im Bestand und der Erprobung dezentraler, umweltfreundlicher Versorgungskonzepte</li> <li>• Contractor mit Interesse an stromorientierter Betriebsführung von BHKW</li> <li>• Mieter mit Bedarf an kostengünstigerem Mieterstrom und verringerten Betriebskosten</li> </ul>

<sup>6</sup> Zum Zeitpunkt der Installation wurde der Entwurf des neuen Gesetzes zur Digitalisierung der Energiewende diskutiert, der den Messstellenbetrieb und die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen neu regelt (siehe [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/gesetz-zur-digitalisierung-der-energiewende.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/gesetz-zur-digitalisierung-der-energiewende.pdf?__blob=publicationFile&v=4), (Abruf Juli 2017)).

<p><b>Schlüsselressourcen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energietechnische Planungs- und Umsetzungs-kompetenz für Quartiere sowie Anlagentechnik</li> <li>• Finanzierung durch Wohnungsunternehmen und Contractor</li> </ul>	<p><b>Vertriebs- oder Distributionskanal</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wohnungswirtschaft</li> <li>• Energiedienstleister</li> </ul>
<p><b>Kostenstruktur</b></p> <p><i>Smart Building Technik (Dez. Energiemanagement)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Smart Building Technik (Kostenstruktur abhängig von Objekt &lt; 30 €/m<sup>2</sup>)</li> <li>• Wartung und Betrieb der Smart Building Technik</li> </ul> <p><i>BHKW (Dezentrale Versorgung)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängig von Objektgröße und erforderlicher Leistung</li> </ul> <p><i>Heizungssanierung</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängig von Objektgröße und Zustand</li> </ul>	<p><b>Ertragsmodell</b></p> <p><i>Wohnungsunternehmen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erträge aus Kaltmietenerhöhung nach Abschreibung</li> <li>• Kostenreduktion durch verminderte und vereinfachte Wartung (Zentralisierung und Automatisierung von Diagnosefunktionen, Ferndiagnose)</li> <li>• Zusätzlicher Ertrag aus Abrechnungsdienstleistung möglich</li> </ul> <p><i>Contractor</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkauf von Wärme an Wohnungsunternehmen und Strom an Mieter</li> <li>• Rendite aus optimaler Anlagensteuerung</li> </ul> <p><i>Mieter</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendite aus kostengünstigem Mieterstrom und verringerten Betriebskosten</li> </ul>

Das beschriebene Geschäftsmodell hat in der Umsetzung einen mehrfachen Leistungsaustausch zwischen den Schlüsselpartnern zur Folge. Abbildung 5 verdeutlicht diesen Austausch sowie die daraus resultierenden vertraglichen Beziehungen zwischen den Partnern. Neben der Wohnungsbaugesellschaft und dem Contractor sind an dem Modell auch ein Technologieunternehmen und ein Abrechnungsdienstleister beteiligt, die mit dem Wärmemanagement und der Abrechnung von Wärme bzw. Heizkosten befasst sind.





**Abbildung 5: Leistungsaustausch und vertragliche Beziehungen der teilflexibilisierten Energieversorgung im Quartier (Quelle: Eigene)**

Dem Leistungsaustausch liegen insgesamt vier vertragliche Beziehungen zugrunde:

- Ein Wärmeliefervertrag zwischen Contractor und Wohnungsunternehmen,
- Ein Stromliefervertrag zwischen Contractor und Mieter (dies gilt nur für die Bewohner, die am Mieterstrommodell teilnehmen),
- Ein Dienstleistungsvertrag für die Ablesung/Abrechnung der mieterbezogenen Heiz- und Wasserkosten zwischen Wohnungsunternehmen und dem Dienstleister, sowie
- Mietverträge, die u.a. die Wärmelieferung sowie Nebenkosten zwischen Wohnungsunternehmen und Mieter definieren.

Es sei nochmals erwähnt, dass das im Rahmen des Vorhabens ProSHAPE entwickelte Finanzierungs- und Geschäftsmodell sich an den Anforderungen der Projektpartner orientiert und eine Wertschöpfungspartnerschaft skizziert, die unter spezifischen Rahmenbedingungen (Recht, Finanzierung, Bereitschaft der Partner, etc.) umgesetzt wurde. Das Modell kann aber durch Anpassungen, beispielsweise durch den Umfang der Sanierungsmaßnahmen oder auch des Contractings, bezüglich der Finanzierung und des Nutzens bzw. Ertragsmodells so modifiziert werden, dass es auch mit anderen Partnern umgesetzt werden kann. Erkenntnisse zur Anpassbarkeit und der Nutzbarkeit des Modells in der Wohnungswirtschaft werden im folgenden Kapitel ausgewertet.



## 4 Auswertung des umgesetzten Modells

Bei der Entwicklung des Finanzierungs- und Geschäftsmodells für das Dezentrale Energiemanagement waren aufgrund der formulierten Forschungsziele sowie der Interessen der beteiligten Akteure unterschiedliche Ziele handlungsleitend. Diese sollen nochmals zusammengefasst werden, da sie die Grundlage für die Auswertung des Modells bilden:

- **Übergeordnetes wirtschaftliches Ziel** war eine **Energiekostenminimierung** für die Mieter des Versuchsquartiers zu erreichen. Umgesetzt wurde dies einerseits durch eine Effizienzsteigerung bei der Heizenergienutzung, andererseits durch die angepasste Steuerung des BHKW, über die ein höherer Eigenversorgungsanteil des Quartiers mit Elektrizität erreicht werden sollte.
- Für die beteiligten Unternehmen war eine Voraussetzung, dass die Umsetzung unter betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen erfolgt, d.h. dass ein **Ertragsmodell** gegeben sein muss.
- Ziel des Wohnungsunternehmens war zudem, mit der Erprobung des Modells im Quartier **Aussagen zu Optionen der energetischen Sanierung** und der dezentralen Versorgung weiterer Quartiere bzw. Gebäude zu erzielen.
- Schließlich bestand das Ziel des Forschungsvorhabens ProSHAPE auch darin in dem Quartier zu erproben, ob und in welchem Umfang die Gebäudesubstanz und die energietechnischen Anlagen (Heizung, Warmwasserspeicher, etc.) für die **Speicherung von Wärme** genutzt werden können. Diese Frage ist von großer wissenschaftlicher Relevanz, da sie Aussagen darüber ermöglicht, ob und in welchem Umfang Quartiere mit stromorientiert betriebenen BHKW (siehe auch Kap. 2.1) zur Senkung der Energiekosten der Bewohner genutzt werden können. Auch diese Erprobung sollte erfolgen, ohne den Komfort der Bewohner oder die Wirtschaftlichkeit des Geschäfts- bzw. Contractingmodells zu beeinträchtigen.

### 4.1 Voraussetzungen und Übertragbarkeit des Modells

Das entwickelte Finanzierungs- und Geschäftsmodell für das Dezentrale Energiemanagement in Quartieren erfordert trotz seiner grundsätzlichen Anpassbarkeit in der Praxis eine Reihe von Voraussetzungen, die sich vor allem auf die beteiligten Akteure und deren Zielsetzungen beziehen.

1. Zuerst setzt die Umsetzung des geschilderten Modells die Bereitschaft voraus, eine Lösung zu entwickeln, die nicht dem energietechnischen Standard entspricht. Zwar sind Teile der Lösung (Dezentrales Energiemanagement, Contracting für BHKW, etc.) seit vielen Jahren am Markt verfügbar und auch deren wirtschaftliche und energietechnische Umsetzung ist in zahlreichen Fällen nachgewiesen worden, die Zusammenfassung zu einer Systemlösung für das Steuern von Quartieren erforderte jedoch zusätzlichen Aufwand. So mussten Logiken und Algorithmen für die Anpassung der wärme- oder stromorientierten Optimierung der Energieerzeugung im Quartier entwickelt und umgesetzt werden. Dies konnte durch die Forschungsförderung gedeckt werden. Für die teilnehmenden Unternehmen war ein zusätzlicher Anreiz, mit den gewonnen Erkenntnissen ihr jeweiliges Produkt- und Dienstleistungsangebot auszuweiten bzw. zu verbessern.
2. Speziell für das Wohnungsunternehmen war die Entscheidung für die Lösung mit einem erhöhten Planungs- und Bewertungsaufwand verbunden. Da in dem ausgewählten Quartier ein großer Bedarf für die Sanierung der Heizungstechnik sowie die Senkung der Betriebskosten bestand, musste eine Vielzahl von Entscheidungen über technische Lösungen, Einsparmöglichkeiten von Betriebskosten sowie Finanzierungsoptionen getroffen werden. Dies war angesichts der Suche des Wohnungsunternehmens nach übertragbaren Lösungen und Möglichkeiten zur Senkung der Betriebskosten gerechtfertigt, ist jedoch nicht unbedingt auf die gesamte Breite der Sanierungsfälle übertragbar. In anderen, einfacher gelagerten Fällen (z.B. beim Vorhandensein einer Zentralheizung und entsprechender Rohrinstallationen) entfallen somit Teile der Planung und der Investitionen.

3. Der am Vorhaben beteiligte Contractor verfügt über umfangreiche Erfahrungen bei der Umsetzung von Contracting- und Mieterstrommodellen. Neu an dem im Vorhaben ProSHAPE entwickelten Modell war die Erprobung einer stromorientierten Fahrweise des BHKW. Hieraus können für den Contractor neue Einnahmequellen entstehen, da er die Menge des eigenerzeugten Stroms maximieren und die des fremdbezogenen Stroms minimieren kann. Gleichzeitig wird aufgrund des Dezentralen Energiemanagements in den Gebäuden die Wärmeversorgung der Wohnungen zu jedem Zeitpunkt sichergestellt. Der Contractor kann seinen Kunden durch das Display des Wohnungsmanagers ihren aktuellen und kumulierten Stromverbrauch in den Wohnungen anzeigen. Dadurch erhält der Kunde eine höhere Transparenz über sein Verbrauchsverhalten. Mit der Technik sowie der umgesetzten Steuerungslogik besitzt der Contractor zukünftig auch die Möglichkeit, das Quartier netzdienlich zu betreiben, falls entsprechende Anreize z.B. in Form von variablen Strompreisen oder Entgelten bestehen. Das Quartier mit seinen Anlagen könnte dann je nach Situation die elektrische Erzeugung bzw. den Verbrauch erhöhen oder senken, um das Netz zu stabilisieren. Die Nutzung solcher innovativen Regelkonzepte für ein systemoptimiertes Last- und Erzeugungsmanagement kann derzeit aufgrund fehlender marktlicher bzw. preislicher Anreize noch nicht umgesetzt werden. Ein Anreiz könnte zukünftig beispielsweise über eine Verfügbarkeitsprämie für das Quartier und das BHKW geschaffen werden. Diese könnte dann im Fall eines Energieüberschusses im Netz eine Vergütung für das Abschalten und die Bereithaltung der Kapazität garantieren (die Refinanzierung der Investitionskosten erfolgt gegenwärtig rein über die Betriebsstunden).

Das in ProSHAPE entwickelte und erprobte Modell war zwar bei der Entwicklung auf das Engagement der genannten Partner angewiesen, die Ergebnisse (siehe auch nächstes Kapitel) verdeutlichen aber auch, dass ein zusätzlicher Nutzen für alle beteiligten Akteure geschaffen wurde. Eine Weiterverbreitung des Modells, oder Teilen davon, ist deshalb möglich und erfolgversprechend.

## 4.2 Nutzen und Ergebnisse des Modells

Die in dem Vorhaben ProSHAPE entwickelte Lösung eines Dezentralen Energiemanagements für Quartiere sowie einer stromorientierten Betriebsführung von Erzeugungsanlagen hat für die beteiligten Akteure folgenden Nutzen bzw. Ergebnisse erbracht.

### 4.2.1 Nutzen und Ergebnisse für Mieter

- Der durchschnittlich Heizenergiebedarf der Wohnungen im Versuchsquartier beträgt nach der Umsetzung des Vorhabens  $60 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$  bezogen auf die Wohnfläche (klimabereinigt, nach Auswertung der Heizperiode Winter 2016/2017). Er liegt damit 49% unter dem Durchschnitt vergleichbarer Berliner Wohnungen ( $118,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \times \text{a})$ )<sup>7</sup> und erreicht damit Niedrigenergiehausstandard.
- In der ersten Heizperiode 2016/2017 konnten die Heizkosten der Bewohner reduziert werden. Diese lagen mit durchschnittlich  $0,70 \text{ €/}(\text{m}^2 \times \text{Monat})$  deutlich unter dem Mittel in Berlin ( $0,85 \text{ €/}(\text{m}^2 \times \text{Monat})$ )<sup>8</sup>. Dies entspricht einer Kostensenkung um fast 20% und ist auf die effizientere Heiztechnik sowie die Optimierung durch das Dezentrale Energiemanagement zurückzuführen.

---

<sup>7</sup> Eigene Berechnungen mit Verbrauchsdaten für erdgasbeheizte Gebäude (<3000 m<sup>2</sup>) in Berlin (Techem, 2015), verrechnet mit den Klimafaktoren für den Energieausweis (Deutscher Wetterdienst, 2017).

<sup>8</sup> Da im Versuchsquartier vor der Sanierung private Gasetagenheizungen bzw. Gasöfen in den Wohnungen verbaut waren, besitzt das Wohnungsunternehmen keine Abrechnungsdaten der Bewohner vor der Sanierung. Zum Vergleich wurden daher Mittelwerte der Berliner Wohnungsunternehmen herangezogen, siehe (Techem,

- Für die am Mieterstrommodell teilnehmenden Bewohner hat sich der Strompreis (BEA-Kiezstrom) um etwa 4,5 Ct/kWh gegenüber dem Grundversorger und damit um ca. 15% reduziert. Die Mieter können zudem ihren aktuellen und kumulierten Stromverbrauch auf dem Wohnungsmanager einsehen. Gleiches gilt für den Verbrauch von Wasser und Wärmemengen, da auch hierfür intelligente Zähler installiert und mit dem Dezentralen Energiemanagementsystem gekoppelt wurden.

Die Mieter verfügen somit nach der Sanierung über ein modernes Heizungssystem mit Einzelraumtemperaturregelung, das den Wohnkomfort steigert, die Nebenkosten senkt und die Transparenz über den Verbrauch von Heizenergie, Strom und Wasser erhöht.

#### 4.2.2 Nutzen und Ergebnisse für das Wohnungsunternehmen

- Das Wohnungsunternehmen hat durch die Umsetzung der Maßnahmen die Betriebskosten in dem Quartier nachhaltig gesenkt. Dies gilt nicht nur für die Wärme- und Stromkosten der Mieter, sondern auch für die Wartungs- und Nebenkosten, die vor der Sanierung aufgrund der zahlreichen Gasetagenheizungen mit vielen Einzelkosten (Reinigung, Wartung, Emissionsmessung, etc.) verbunden waren.
- Zusätzlich zu den Energie- und Betriebskosteneinsparungen aus dem Dezentralen Energiemanagement, konnten die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Quartiers durch den Einsatz des BHKW um 160 t/a gesenkt werden<sup>9</sup>. Weitere Emissionsminderungen von etwa 58,5 t pro Jahr gegenüber vergleichbaren Gebäuden resultieren aus dem Einsatz des Dezentralen Energiemanagements<sup>10</sup>. Damit leistet das Wohnungsunternehmen einen signifikanten Beitrag zum Umweltschutz und zu den klimapolitischen Zielen der Branche.
- Mit der Einführung der intelligenten Gebäudeinfrastruktur geht die Wohnungsbaugenossenschaft einen Schritt in Richtung einer digitalen Gebäudebewirtschaftung. Die installierte, offene Smart-Building-Plattform kann zukünftig um weitere Dienste (z.B. in den Bereichen Gesundheit, Elektromobilität oder Abrechnung) ergänzt werden. Aufgrund offener Schnittstellen kann dies wirtschaftlich, modular und einfach umgesetzt werden.

Mit der Realisierung des Dezentralen Energiemanagements in teilsanierten Gebäuden, verfügt das Wohnungsunternehmen zudem über ein Versuchsquartier, in dem unterschiedliche Teillösungen für eine energetische Sanierung ihres Bestandes erprobt und bewertet werden können.

#### 4.2.3 Nutzen und Ergebnisse für den Contractor

- Die Ergänzung des Wärmeliefercontractings um ein Mieterstrommodell schafft zusätzliche Einnahmequellen und Vermarktungsmöglichkeiten für Contractoren. Unter günstigen Rahmenbedingungen (Arealnetz, hohe Teilnehmerquote am Mieterstrommodell, etc.) können zusätzliche Renditen aus der Lieferung von Strom sowie Abrechnungsdienstleistungen erwirtschaftet werden, die attraktiver als die reine Einspeisung des BHKW-Strom in das Elektrizitätsnetz sind.
- Außerdem zeigte das Vorhaben, dass durch die Nutzung des Dezentralen Energiemanagements die Prognosegüte für den Wärme- und Strombedarf steigt und damit flexiblere Betriebsweisen von BHKW ermöglicht werden, aus denen Contractoren zukünftig weitere Renditen erwirtschaften können. So können z.B. in dem Versuchsquartier aus ProSHAPE durch Variation des Startzeitpunkts des BHKW und der Nutzung der thermischen Speicherfähigkeit des Quartiers zukünftig bis

---

2015). Die aktuellen Verbrauchs- und Abrechnungsdaten können über das Dezentrale Energiemanagementsystem ermittelt werden.

<sup>9</sup> Berechnungen der Berliner Energieagentur 2016 (Zernahle, 2016)

<sup>10</sup> Berechnungen Borderstep Institut nach Auswertung der Verbrauchsdaten des Quartiers (Riedel, 2017)

zu 73 MWh/a (16% des gesamten Wärmeverbrauchs im Quartier) als verschiebbare Wärmemenge genutzt und die Betriebsweise der BHKW angepasst werden. Dies konnte durch eine thermische Modellierung (Sick, Füger 2016) und eigene Versuche bestätigt werden.

- Der Contractor bekommt durch die Verknüpfung seiner energietechnischen Anlagen (BHKW, Speicher) mit denen des Wohnungsunternehmens (Smart Building Technik, Spitzenlastkessel sowie weitere Speicher) einen detaillierten Überblick über den Energiebedarf des Quartiers und seiner Bewohner und kann darauf sein Contracting und seine Dienstleistungen anpassen.

Wie auch das Wohnungsunternehmen verfügt der Contractor durch die Umsetzung des Vorhabens und die Einbindung des modulierbaren BHKW in die Quartierssteuerung über ein Objekt, mit dem verschiedene Varianten der BHKW-Steuerung erprobt und Contractingmodelle weiterentwickelt werden können.

### 4.3 Ansatzpunkte zur Förderung der Umsetzung des Modells

Neben dem Nutzen, den die Umsetzung des Dezentralen Energiemanagement im Quartier für die beteiligten Akteure erbracht hat, sind bei den Arbeiten im Versuchsquartier auch Barrieren offensichtlich geworden, die sich hemmend auf eine Ausbreitung des Modells auswirken können. Sie sollen in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben werden.

#### 4.3.1 Grundsätzliche Umsetzbarkeit und netzdienliche Auslegung von Quartieren

Das im Versuchsquartier Prenzlauer Berg umgesetzte Dezentrale Energiemanagement verdeutlicht, dass technische Möglichkeiten zur bedarfsgerechten Deckung von Wärme und Strom in Quartieren existieren, und dass auch Wohnquartiere mit ihren Aggregaten und Gebäudemassen maßgeblich zur Integration erneuerbarer Energien mit variablem Dargebot beitragen können (siehe Kap. 4.2). Eine Quantifizierung des insgesamt im Gebäudesektor liegenden technischen Potenzials zur Speicherung von Energie bzw. zur Anpassung und Verlagerung des Verbrauchs wird dringend empfohlen. Dazu müssen Faktoren wie der Gebäudebestand (Größe, Bauart, Sanierungszustand, etc.) und die installierten Anlagen (Heizungsanlagen und –system, Energieerzeuger, Warmwasserspeicher, Nahwärmenetz, etc.) einbezogen werden. Maßgeblich für die Realisierung des Potenzials ist zudem, dass es Anreizmechanismen gibt, die eine netzdienliche Steuerung von Quartieren attraktiv machen.

Ein wesentliches Argument für die Nutzung und weitere Erforschung des im Gebäudesektor liegenden Potenzials ist, dass es sich dabei weitestgehend um existierende Gebäude und Anlagen im Bestand handelt. Um diese für eine netzdienliche Steuerung nutzbar zu machen, müssten sie mit der niedriginvestiven Technik des Dezentralen Energiemanagements ausgestattet werden. Solche, im Bestand umsetzbare Maßnahmen, sind wirtschaftlicher, als die Installation neuer, alternativer Speichertechnologien (z.B. thermische Speicher, elektrochemische Speicher). Kurz- bis mittelfristig können mit dem Ansatz daher sowohl hohe Effizienzgewinne und CO<sub>2</sub>-Minderungsbeiträge, als auch Flexibilitäten zur Stabilisierung des Stromverteilnetzes und damit zur Integration erneuerbarer Energien erzielt werden.

Sollen Gebäude und Quartiere durch netzdienliches Verhalten langfristig zur Energiewende beitragen, so sollte dies bei der Sanierungs- oder Neubauplanung berücksichtigt und in den entsprechenden Normen und Gesetzen (siehe Kap. 4.3.4) verankert werden.

Neben der netzdienlichen Auslegung und Planung von Quartieren spielen auch die in ihnen installierten Energieerzeuger eine wichtige Rolle für das netzdienliche Verhalten. Die bisherige Auslegung von BHKW für die Quartiersversorgung richtet sich vor allem nach dem Wärmebedarf der Gebäude. BHKW werden, um möglichst viele Betriebsstunden zu erreichen, so ausgelegt, dass sie die Grundlast für die Wärmeerzeugung im Gebäude abdecken (Schaumann & Schmitz, 2010). Der bei der Wärmeerzeugung anfallende Strom ist ein Nebenprodukt. Er wird insbesondere bei vermieteten Objekten voll-

ständig in das Netz eingespeist und nach Vorgaben des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (siehe KWKG 2016) vergütet. Bei einer Nutzung des Stroms in Mieterstrommodellen oder im Fall einer zukünftigen Einbindung von Quartieren in eine flexible dezentrale Stromversorgung kann es sinnvoll sein, die Leistung von BHKW bis zu 50% größer auszulegen (Sterner & Stadler, 2014). Zudem sollte die Leistung der Anlage modulierbar, d.h. anpassbar sein, um höhere Freiheitsgrade für eine variable Stromversorgung zu schaffen. Hierfür bestehen bisher keine Anreize, da sich eine erhöhte Leistung des BHKW im Standardbetrieb (wärmegeführtes BHKW mit Einspeisung des Stroms in das Netz) negativ auf die Erträge des Betreibers auswirkt. Um Investitionen in modulierbare und leistungsfähigere Energieerzeuger gezielt zu fördern, wäre z.B. ein Investitionszuschuss oder eine jährliche Prämie, vergleichbar mit den Fördersätzen bei flexiblen Biomasseanlagen (40 €/kW – siehe EEG 2017 §50a), denkbar.

#### 4.3.2 Fehlende Anreize für netzdienliches Verhalten

Die Ergebnisse des Vorhabens ProSHAPE verdeutlichen, dass sich Wohnquartiere, unter Einbeziehung von modulierbaren BHKW und ihrer inhärenten Speichermöglichkeiten (Gebäudemasse, Warmwasserspeicher, Heizungssystem, etc.), netzdienlich verhalten und in nennenswertem Maß positive oder negative Regelenergie bereitstellen können (siehe auch Kap. 4.2). Ebenfalls deutlich wurde, dass sich Teile des Dezentralen Energiemanagements, wie die bedarfsgerechte Heizungsführung über Einzelraumregelung, aufgrund der hohen Effizienzgewinne beim Heizenergiebedarf und den verringerten Betriebskosten bereits heute amortisieren.

Andere Funktionen des Energiemanagements, wie die stromorientierte Betriebsführung des BHKW oder der netzdienliche Betrieb von Gebäuden und Quartieren (siehe auch Klein, Kalz, Herkel 2014), sind stark von den energiewirtschaftlichen und –rechtlichen Rahmenbedingungen des Strommarktes und der Vergütung flexibler, netzdienlicher Leistungen abhängig. Eine wesentliche Herausforderung bei der Erprobung und Bewertung des Energiemanagements ist daher, die positive volkswirtschaftliche Leistung der netzdienlichen Quartierssteuerung durch betriebswirtschaftliche Anreize so attraktiv zu machen, dass das Potenzial ausgeschöpft werden kann und das Nutzer-Investor-Dilemma überwunden wird (siehe Kap. 0). In anderen Worten: Sollen sich Geschäftsmodelle für einen Energiemarkt der Zukunft etablieren, in denen Angebot und Nachfrage nach Energie flexibler sind als heute und in denen dynamische, angebotsabhängige Preise die Regel sein werden, so müssen entsprechende Anreize zur Entwicklung solcher Modelle bestehen. Dies ist bisher kaum der Fall, denn weder existieren variable Stromtarife, noch wird netzdienliches Verhalten belohnt.

So sind z.B. sowohl Einspeisetarife aus modulierbaren KWK- Anlagen, als auch der Strompreis inklusive seiner Bestandteile (Steuern, Umlagen, etc.) nicht variabel. Daraus ergibt sich derzeit kein finanzieller Anreiz für ein netzdienliches Verhalten, welches mit Mehraufwand in der Steuerung verbunden ist. Denkbar wäre dagegen, ein stabilisierendes Verhalten von Gebäuden und Quartieren mit ihren Erzeugungsanlagen sowie Speichermöglichkeiten als netzdienliche Leistung zu vergüten. Dies würde dann die Entwicklung entsprechender automatisierter und prognostizierbarer Kapazitäten und Dienste nach sich ziehen.

#### 4.3.3 Verfügbarkeit einfacher, intelligenter Messsysteme

Eine stromorientierte und netzdienliche Steuerung eines BHKW in einem Quartier mit direkter Versorgung von Mietern erfordert die kontinuierliche Erfassung von Stromverbräuchen der Bewohner. Die ist erforderlich, um zwischen Eigenverbrauch und Einspeisung entscheiden zu können und unterschiedliche Tarife den Verbrauchern zuordnen zu können. Die bisher auf dem Markt angebotenen intelligenten Zähler sind bisher für diese Aufgabe zu teuer und eine Refinanzierung der Geräte alleine über Effizienzgewinne und ohne variable Strompreise für Endkunden erscheint wenig realistisch (Prognos, BH&W 2017). Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hat zwar im Sommer 2016 mit dem

Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende<sup>11</sup> die rechtliche Grundlage zur Nutzung und Verbreitung von intelligenten Messsystemen geschaffen. Haushalte mit durchschnittlichen Stromverbräuchen sind davon jedoch zunächst nicht betroffen<sup>12</sup> und für sie ergeben sich aus der neuen Regulierung auch keine Anreize auf freiwilliger Basis intelligente Zähler zu nutzen.

Im Versuchsquartier von ProSHAPE wurden aufgrund der Kosten Zählern sowie der mangelnden Verfügbarkeit rechtskonformer intelligente Zähler<sup>13</sup> optische Messwertwiederholer eingesetzt. Diese werden auf bestehenden Stromzählern (Ferrariszähler) angebracht, erfassen über eine Bilderkennung die vom Zähler gemessenen Werte und leiten diese an den Gebäude- bzw. Quartiersmanager weiter. Dort werden die Werte zu einem aktuellen Strombedarf für das Gebäude bzw. Quartier aggregiert, wobei zwischen eigenen Stromkunden und fremdversorgten Mietern unterschieden wird. Die Steuerung kann in Folge entscheiden, ob der Strom im eigenen Gebäude bzw. Quartier verbraucht oder in das Netz eingespeist werden soll.

Die Nutzung der Messwertwiederholer im Versuchsquartier hat sich für die in ProSHAPE formulierten Ziele als technisch und wirtschaftlich gut realisierbare Variante herausgestellt, die insbesondere zur Nachrüstung von Bestandszählern genutzt werden kann. Da die Messwertwiederholer keine bidirektionale Kommunikation erlauben, sind sie zwar für eine kontinuierliche Auslesung von Verbrauchs- bzw. Zählerwerten geeignet, erlauben aber keine Registrierung variabler Tarife und damit eine Abrechnung entsprechenden Stromversorgungsmodelle.

Die Erfahrung bei der Auswahl eines geeigneten Systems zur Erfassung der Stromverbräuche im Projekt ProSHAPE verdeutlicht, dass eine Umsetzung der Energiewende in Gebäuden und Quartieren, insbesondere der stromorientierten Steuerung und der Nutzung variabler Tarife, an wirtschaftlich umsetzbare Lösungen für intelligente Messsystem gebunden ist. Die zum Zeitpunkt der Projektdurchführung auf dem Markt verfügbaren intelligenten Messsysteme und die mit ihnen verbundenen Installations- und Betriebskosten erlaubten für die beteiligten Akteure (Wohnungsunternehmen und Contractor) kein wirtschaftlich umsetzbares Modell.

#### 4.3.4 Stärkere Verankerung in Normen und Recht

Sollen Gebäude und Quartiere durch Dezentrales Energiemanagement und netzdienliches Verhalten zur Energiewende beitragen, so kann dies durch eine stärkere Verankerung in Normen und Recht gefördert werden. Diese kann sowohl dazu beitragen, dass die Technik bei der Sanierungs- oder Neubauplanung stärker berücksichtigt wird, als auch, dass das Nutzer-Investor-Dilemma (siehe Kap. 0) abgeschwächt wird. Zu den möglichen Ansatzpunkten zählen:

- Verankerung in den Normen(reihen) DIN EN 15232 „Energieeffizienz von Gebäuden - Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement“ sowie DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ etc.) mit dem Ziel, die Technik als gleichwertige Option zur Erhöhung der Energieeffizienz bei der Planung von Gebäudesanierung und Neubau zu berücksichtigen. Als Bei-

---

<sup>11</sup> Siehe [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/gesetz-zur-digitalisierung-der-energiewende.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/gesetz-zur-digitalisierung-der-energiewende.pdf?__blob=publicationFile&v=4) (Abruf Juli 2017)

<sup>12</sup> Das „Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende“ gibt in den §31 die wirtschaftliche Vertretbarkeit von intelligenten Messsystemen wieder. Im Stromkundenbereich unter 6.000 kWh wird die Ausstattung frühestens ab 2020 beginnen.

<sup>13</sup> Intelligente Messsysteme müssen nach dem Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende technische Sicherheitsstandard zur Gewährleistung von Datenschutz, Datensicherheit und Interoperabilität einhalten, die durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) vorgegeben werden und sich derzeit noch in der Erarbeitung befinden (siehe [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/SmartMeter/SmartMeterGateway/Schutzprofil\\_Gateway/schutzprofil\\_smartmetergateway\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/DigitaleGesellschaft/SmartMeter/SmartMeterGateway/Schutzprofil_Gateway/schutzprofil_smartmetergateway_node.html) (Abruf Juli 2017)).

spiel kann die Gebäudeautomation (DIN V 18599, Teil 11) herangezogen werden, die es Planern bei der Ermittlung des Energiebedarfs ermöglicht, Regelungstechnik als Minderungsmaßnahme für den Heizbedarf eines Gebäudes anzusetzen. Vergleichbar könnten Maßnahmen, die das netzdienliche Verhalten (z.B. durch zusätzliche Regelungstechnik oder thermischen Warmwasserspeicher) verbessern und damit höhere Anteile von erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung ermöglichen, als Beiträge zur Verringerung des Primärenergiebedarfs angerechnet werden.

- Verankerung in Gesetzen z.B. in Form von Mindestanforderung an die Regeltechnik von Heizungen im Rahmen der Energieeinsparverordnung (EnEV 2014). Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Umlagefähigkeit der Investitionen in Regeltechnik über das Mietrecht (§ 535 Bürgerliches Gesetzbuch) und die Betriebskostenverordnung zu erleichtern. Den Mietern würde daraus kein Schaden entstehen, wenn die Investitionen durch Einsparungen bei den Betriebskosten kompensiert werden. Darüber hinaus gäbe es die Möglichkeit, die steuerliche Absetzbarkeit von Investitionen in Energieeffizienz im Gebäudesektor zu verbessern<sup>14</sup>. Eine weitere Möglichkeit die Vorbereitung von Mieterstrommodelle in Wohnungsunternehmen zu unterstützen, kann dadurch erfolgen, dass steuerliche Regelungen angepasst werden<sup>15</sup> und den Unternehmen damit ermöglicht wird die Rolles des Stromversorgers zu übernehmen.

## 5 Fazit

Mit der praktischen Umsetzung der im Projekt ProSHAPE entwickelten Technik sowie den Finanzierungs- und Geschäftsmodellen wurde demonstriert, dass Dezentrales Energiemanagement in Quartieren wirtschaftlich umsetzbar ist und einen entscheidenden Beitrag zur Energiewende im Gebäudesektor leisten kann.

Das in Kooperation mit den Projektpartnern umgesetzte Geschäftsmodell einer teilflexibilisierten Energieversorgung des Quartiers (siehe Kap. 3.3) hat zusammenfassend folgenden Nutzen erbracht (siehe dazu auch Kap. 4.2):

- Die Heizkosten der Mieter konnten um fast 20% gegenüber den durchschnittlichen Kosten der Berliner Wohnungsunternehmen gesenkt werden. Dies ist auf die effizientere Heiztechnik sowie die Optimierung durch das Dezentrale Energiemanagement zurückzuführen. Der Heizenergiebedarf der Wohnungen liegt nun bei 60 kWh/ m<sup>2</sup> Wohnfläche im Jahr und erfüllt damit den Niedrigenergiehausstandard.
- Für die am Mieterstrommodell teilnehmenden Bewohner hat sich der Strompreis (BEA-Kiezstrom) gegenüber dem Grundversorger um ca. 15% reduziert. Die Mieter können zudem ihre kumulierten Stromverbräuche auf dem Wohnungsmanager einsehen.
- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Quartiers konnten durch den Einsatz des BHKW um 160 t pro Jahr gesenkt werden. Weitere Emissionsminderungen von etwa 58,5 t pro Jahr resultieren aus dem Einsatz des Dezentralen Energiemanagements. Zum Vergleich: Ein durchschnittliches neues Kraftfahrzeug (vgl. Krafftfahrtbundesamt, 2016) emittiert bei einer jährlichen Fahrleistung von 15.000

---

<sup>14</sup> Eine Gesetzesinitiative hierzu ist im Jahr 2015 gescheitert, da zwischen der Bundesregierung und den Bundesländern keine Einigung über die Kompensation der zu erwartenden Steuerausfälle bei den Ländern erreicht werden konnte.

<sup>15</sup> Die Wohnungsvermietung ist weitgehend von der Gewerbesteuer befreit. Bieten die Unternehmen ihren Mietern jedoch Strom an, droht vielen von ihnen der Verlust der Steuerbefreiung (siehe Prognos, BH&W (2017)).

km etwa 1,9 t CO<sub>2</sub> pro Jahr. Die jährlichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen des sanierten Quartiers entsprechen damit der Fahrleistung von 115 PKW.

- Mit der intelligenten Gebäudeinfrastruktur ist die Wohnungsbaugenossenschaft einen Schritt in Richtung einer digitalen Gebäudebewirtschaftung gegangen. Die installierte Plattform kann zukünftig nach den Bedürfnissen der Mieter um weitere Dienste ergänzt werden. Aufgrund offener Schnittstellen kann dies wirtschaftlich, modular und einfach umgesetzt werden.

Gleichzeitig zeigt das Vorhaben auch, wie Quartiere als Bestandteil einer stärker fluktuierenden Energieversorgung genutzt werden können und dass sie durch ein netzdienliches Verhalten eine zentrale Rolle bei der Integration höherer Anteile erneuerbarer Energien in das Netz spielen können. Ergebnisse einer thermischen Modellierung zeigen, dass das Quartier mit dem BHKW ohne Komforteinbußen als Flexibilisierungsoption genutzt werden kann. In diesem Falle würde der Startzeitpunkt des BHKW variieren und die Gebäude als thermische Speicher genutzt werden. Für das Quartier wurde eine nutzbare verschiebbare Wärmemenge von rund 73 MWh (16% des gesamten Wärmeverbrauchs) ermittelt.

Ein solches Verhalten kann zudem zukünftig durch Power-to-Heat Technologien zur Umwandlung von (regenerativer) elektrischer Energie in Wärme (z.B. in Form von Heizelementen in Warmwasserspeichern) gesteigert werden. Damit kann überschüssiger Strom für die Erwärmung von Heizungs- oder Trinkwasser genutzt werden.

Ergebnis des Vorhabens ist jedoch auch, dass die stromorientierte oder netzdienliche Betriebsweise von Quartieren und ihren Erzeugungsanlagen unter heutigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen nicht attraktiv ist. Um das volle Potenzial des Gebäudesektors für die Energiewende nutzbar machen zu können, müssen daher Anreize für eine Flexibilisierung des Wärme- und Stromverbrauchs in Gebäuden und Quartieren gesetzt werden, die helfen, das Nutzer-Investor-Dilemma zu überwinden. Volkswirtschaftlich gesehen dürfte dies die mit Abstand rationellste Umsetzungsvariante der Energiewende im Gebäudesektor sein, da mit geringen zusätzlichen Investitionen große Effizienz- und Verlagerungspotenziale im Bestand erreicht und entsprechende Beiträge zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen erzielt werden können.



## 6 Quellen

- Beucker, S., Bergesen, J. D. & Gibon, T. (2016). Building Energy Management Systems: Global Potentials and Environmental Implications of Deployment. *Journal of Industrial Ecology*, 20(2), 223–233
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi, 2015): Die Energie der Zukunft, Vierter Monitoring-Bericht zur Energiewende. Berlin (verfügbar unter: [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/vierter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/vierter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft.html))
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi, 2014): Sanierungsbedarf im Gebäudebestand. Ein Beitrag zur Energieeffizienzstrategie Gebäude, Berlin (verfügbar unter [www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/sanierungsbedarf-im-gebäudebestand,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/sanierungsbedarf-im-gebäudebestand,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf))
- Dena (2012): Dena-Gebäudereport 2012, Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand. Berlin (verfügbar unter: [www.baunetzwissen.de/altbau/tipps/publikationen/dena-gebäudereport-2012-3041067](http://www.baunetzwissen.de/altbau/tipps/publikationen/dena-gebäudereport-2012-3041067))
- Deutscher Wetterdienst (2017): Klimafaktoren für den Energieausweis (Excel-Kalkulation). Essen (verfügbar unter: [www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html](http://www.dwd.de/DE/leistungen/klimafaktoren/klimafaktoren.html))
- DIN V 18599-11 (23016): Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 11: Gebäudeautomation. Beuth Verlag, Berlin
- Eisenhardt, K. M. (1989) Agency theory. An assessment and review. In: *Academy of Management Review*. Band 14, 1989, Nr. 1, S. 57–74
- EnEV (2014): Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV). (verfügbar unter: [www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/enev\\_2007/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/enev_2007/gesamt.pdf))
- Gambardella, C., Bergset, L. & Beucker, S. (2012). Vergleich der CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten zwischen konventionellem Wärmeschutz und einem Hausautomationssystem. Berlin, (verfügbar unter: [www.borderstep.de/publikation/gambardella-c-bergset-l-beucker-s-2012-vergleich-der-co2-vermeidungskosten-zwischen-konventionellem-waermeschutz-und-einem-hausautomationssystem-berlin/](http://www.borderstep.de/publikation/gambardella-c-bergset-l-beucker-s-2012-vergleich-der-co2-vermeidungskosten-zwischen-konventionellem-waermeschutz-und-einem-hausautomationssystem-berlin/))
- Klein, K; Kalz, D.; Herkel, S. (2014): Netzdienlicher Betrieb von Gebäuden: Analyse und Vergleich netzbasierter Referenzgrößen und Definition einer Bewertungskennzahl. *Bauphysik* 36 (2014), Nr. 2, S. 49-58
- Kraftfahrt-Bundesamt - Statistik Neuzulassungen. (2017). Zugriff am 22.8.2017. Verfügbar unter: [https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/neuzulassungen\\_node.html](https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/neuzulassungen_node.html)
- KWKG (2016): Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung. (verfügbar unter: [www.gesetze-im-internet.de/kwkg\\_2016/BJNR249810015.html](http://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/BJNR249810015.html))
- Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2011): *Business Model Generation: Ein Handbuch für Visionäre, Spielveränderer und Herausforderer*. Campus Verlag, Frankfurt aM
- Prognos, BH&W (2017) Mieterstrom: Rechtliche Einordnung, Organisationsformen, Potenziale und Wirtschaftlichkeit von Mieterstrommodellen (MSM), Schlussbericht für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). (verfügbar unter: [www.prognos.com/publikationen/alle-publikationen/675/show/50e8887628ada7fb4e8f80a29d42623f/](http://www.prognos.com/publikationen/alle-publikationen/675/show/50e8887628ada7fb4e8f80a29d42623f/))
- Riedel, M. (2006): Hausautomation als wirtschaftliches Instrument für Energieeffizienz. In: Pöschk, J., *Energieeffizienz in Gebäuden*, Jahrbuch 2006. VME Verlag, Berlin

- Riedel, M. (2007): Mehrebenensteuerung für Energieeinspar-Contracting in Schulen und Kitas: Heizen nach Stundenplan, in: Pöschk, J., Energieeffizienz in Gebäuden, Jahrbuch 2007. VME Verlag, Berlin
- Riedel, M. (2017). Auswertung 2016 ProSHAPE - Quartier Ostseestrasse am 18.08.2017. Berlin.
- Schaumann, G., & Schmitz, K. W. (2010). Kraft-Wärme-Kopplung (4. Aufl.). Springer Verlag, Heidelberg
- Sick, F., Füger, R. (2016): Dynamische thermische Simulation des Quartiers „Beim Ostseeplatz“ der Zentrum eG zur Analyse des thermischen Verschiebepotentials bei stromorientierter BHKW-Betriebsweise. Abschlussbericht im Rahmen des Projektes ProSHAPE, Ingenieurbüro SICK Berlin, (nicht öffentlicher Bericht), Berlin
- Sterner, M., & Stadler, I. (2014). Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration (1. Aufl.). Springer Vieweg Verlag, Berlin-Heidelberg
- Techem (Hrsg.). (2015). Energiekennwerte. Techem Energy Services GmbH, Eschborn
- Wirtz, B. W. (2010): Business Model Management: Design - Instrumente - Erfolgsfaktoren von Geschäftsmodellen. Gabler Verlag, Wiesbaden
- Zernahle, O. (2016). ProSHAPE - Auswertung der Projektergebnisse am 2. Dezember 2016. Gehalten auf der Abschlusstreffen ProSHAPE, Berlin.