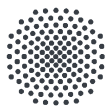


# LEITFADEN ZUR IMPLEMENTIERUNG INTELLIGENTER ENERGIESYSTEME IN WOHNQUARTIEREN



**Universität Stuttgart**  
Institut für Arbeitswissenschaft und  
Technologiemanagement IAT



**Deutsche  
Solargesellschaft**

**bpd** ■ ■ ■  
business process & decision

# LEITFADEN ZUR IMPLEMENTIERUNG INTELLIGENTER ENERGIESYSTEME IN WOHNQUARTIEREN

Universität Stuttgart – Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement

**Florian Klausmann**  
**Georg Göhler**  
**Felix Endriss**

Version 1.0  
1. April 2019  
Stand der Förderprogramme: Juli 2018

Gefördert durch das Umweltministerium Baden-Württemberg im Rahmen des Projekts »SmaLES@BW« über das Programm »Smart Grids und Speicher Baden-Württemberg«. Zuwendungsnummer: BWSGD17009, Projektlaufzeit: 1.11.2017 - 31.10.2019. Organisiert über den Projektträger Karlsruhe.



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT



**PTKA**  
**Projektträger Karlsruhe**

Karlsruher Institut für Technologie

Teile dieses Leitfadens basieren auf der Studienarbeit »Konzipierung eines betreiberorientierten Leitfadens für Mikro Smart Grids in Wohnquartieren bei energetischer Neugestaltung«, welche in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IAO erstellt wurde (Endriss 2018).

Titelbild: © Kruck + Partner Wohnbau und Projektentwicklung GmbH & Co. KG, Baumschlagler Hutter

# Inhalt

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>ZIEL DES LEITFADENS.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>TECHNISCHE ANLAGEN UND FÖRDERMÖGLICHKEITEN.....</b>  | <b>2</b>  |
| 2.1      | KRAFT-WÄRME-KOPPLUNGSANLAGEN: BLOCKHEIZKRAFTWERK.....   | 2         |
| 2.1.1    | Was ist ein Blockheizkraftwerk?.....  | 2         |
| 2.1.2    | Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei KWK- Anlagen:<br>Blockheizkraftwerken?..... | 2         |
| 2.2      | KWK-ANLAGEN: BRENNSTOFFZELLE.....   | 3         |
| 2.2.1    | Was ist eine Brennstoffzelle?.....  | 3         |
| 2.2.2    | Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei KWK-Anlagen: Brennstoffzellen?.....         | 3         |
| 2.3      | PHOTOVOLTAIKANLAGE.....   | 3         |
| 2.3.1    | Was ist eine Photovoltaikanlage?.....   | 3         |
| 2.3.2    | Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei Photovoltaikanlagen?.....                   | 3         |
| 2.4      | MIETERSTROM.....  | 4         |
| 2.4.1    | Was versteht man unter Mieterstrom?.....  | 4         |
| 2.4.2    | Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei Mieterstrom?.....                           | 4         |
| 2.5      | STROMSPEICHERSYSTEME.....   | 4         |
| 2.5.1    | Was gibt es für Stromspeichersysteme?.....  | 4         |
| 2.5.2    | Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei Stromspeichersystemen?.....                 | 4         |
| 2.6      | LADEINFRASTRUKTUREN FÜR ELEKTROMOBILITÄT.....   | 5         |
| 2.6.1    | Was gibt es für Ladeinfrastrukturen für Elektromobilität?.....  | 5         |
| 2.6.2    | Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei Ladeinfrastrukturen?.....                   | 5         |
| 2.7      | SOLARTHERMIE.....   | 5         |
| 2.7.1    | Was ist Solarthermie?.....  | 5         |
| 2.7.2    | Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei Solarthermie?.....                          | 6         |
| 2.8      | WÄRMEPUMPE.....   | 6         |
| 2.8.1    | Was ist eine Wärmepumpe?.....   | 6         |
| 2.8.2    | Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei Wärmepumpen?.....                           | 6         |
| <b>3</b> | <b>BETREIBERMODELLE FÜR DIE ANLAGEN.....</b>  | <b>7</b>  |
| 3.1      | WELCHES BETREIBERMODELL IST DAS RICHTIGE?.....  | 7         |
| 3.2      | WELCHE BETREIBERMODELLE GIBT ES?.....   | 7         |
| <b>4</b> | <b>ENERGIEMANAGEMENTSYSTEME.....</b>  | <b>10</b> |
| 4.1      | WAS IST EIN ENERGIEMANAGEMENTSYSTEM (EMS)?.....   | 10        |
| 4.2      | WELCHE KOMPONENTEN SIND FÜR EIN ERFOLGREICHES EMS NOTWENDIG.....                                      | 11        |
| <b>5</b> | <b>ANBINDUNG AN DAS ÖFFENTLICHE STROMNETZ.....</b>  | <b>12</b> |
| 5.1      | WAS IST EIN SMART METER UND WELCHE FUNKTIONALITÄTEN BRINGT ER MIT?.....                               | 12        |
| 5.2      | WELCHES ZÄHLER-INSTALLATIONSMODELL IST DAS RICHTIGE?.....   | 12        |
| 5.3      | INTELLIGENTE ANBINDUNG AN ÜBERGEORDNETE INSTANZEN.....  | 16        |
| 5.4      | WAS SIND DYNAMISCHE STROMPREISE?.....   | 16        |
| <b>6</b> | <b>ERFAHRUNGEN AUS DEM PROJEKT SMALES@BW.....</b>   | <b>18</b> |
| 6.1      | MIETERSTROM.....  | 18        |
| 6.2      | BATTERIESPEICHER UND LADEINFRASTRUKTUR.....   | 21        |
| <b>7</b> | <b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>  | <b>I</b>  |
|          | <b>ANHANG: FÖRDERPROGRAMME, REGULARIEN UND RESTRIKTIONEN.....</b>                                     | <b>IV</b> |

# 1 Ziel des Leitfadens

Im Zuge der Energiewende und der Verkehrswende hin zu elektrifizierten Antrieben steigen die Anforderungen an die zunehmend dezentralen Energiesysteme und die zugehörige Netzinfrastruktur. Durch eine verstärkte Digitalisierung und die Kopplung verschiedener Sektoren wie Strom, Wärme und Mobilität ist dennoch ein effizienter, wirtschaftlicher und netzfreundlicher Betrieb lokaler Energieanlagen möglich. Durch die dadurch ansteigende Komplexität der Prozesse und Anlagen sowie diverser Finanzierungs- und Betriebsmöglichkeiten wird es für Nicht-Fachleute jedoch immer komplizierter ein solches Projekt anzugehen.

Im Rahmen des Projekts »SmaLES@BW« wurde für ein Wohnquartier mit mehreren Gebäuden und einer gemeinsamen Tiefgarage ein komplexes Energiesystem geplant und gebaut. Hierzu gehört die Strom- und Wärmeerzeugung mit Photovoltaik-Anlagen, einem Blockheizkraftwerk und einem Spitzenlastkessel, die Energiespeicherung mit Wärme- und Lithium-Batteriespeichern sowie die Integration einer umfassenden Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge. Sämtliche Komponenten werden in eine intelligente Steuerung integriert und mit vernetzter Messtechnik erfasst. Für den Regelbetrieb ist ein Wärme-Contracting sowie ein Mieterstrommodell vorgesehen.

Mit diesem Leitfaden soll der Einstieg in die komplexe Thematik moderner Microgrids als Quartierslösung erleichtert werden, durch einen breiten Überblick möglicher Technologien, Betreibermodelle, Regularien und Fördermöglichkeiten. Außerdem sollen die Erfahrungen aus dem Projekt auch anderen Planern, Erbauern und Betreibern von lokalen Energiesystemen zugänglich gemacht werden.

## 2 Technische Anlagen und Fördermöglichkeiten

Rund um eine Immobilie oder ein Wohnquartier gibt es viele mögliche technische Komponenten zur Energieerzeugung, -speicherung, -verteilung und verbrauch. Das geht von den klassischen dezentralen Energieerzeugern, wie einem Blockheizkraftwerk oder einer Photovoltaikanlage über innovative Erzeuger, wie Brennstoffzellen und über neue, immer wichtiger werdende Verbraucher, wie z. B. eine Wärmepumpe oder die Ladeinfrastruktur für Elektromobilität. Je nach Standort können unterschiedliche technische Anlagen zum Einsatz kommen, z. B. ist bei genügender Fläche auch eine Windkraftanlage möglich. Im Folgenden werden die derzeit, in diesem Kontext, relevantesten Komponenten beschrieben und ein Überblick über die Möglichkeiten der Förderung für die einzelnen technischen Anlagen vermittelt. Die Förderungen werden tabellarisch und nach Themengebiet explizit auch im Anhang ausführlicher gelistet mit Verweisen auf die entsprechenden Ausschreibungen. Weitere Informationen zu Varianten, der Verbreitung und der Wirtschaftlichkeit gängiger Technologien sind in der »Technologiestudie Microgrid« ausführlicher dargelegt (Klausmann 2018).

Jede Förderorganisation in Deutschland hat verschiedene Klassifizierungen von Förderprogrammen. Einige gelten für ganz Deutschland, wiederum andere haben ihre Gültigkeit lediglich auf Bundesländer beschränkt oder sogar auf regionaler Ebene. Zudem bieten viele Hersteller Anreizprogramme für ihre Produkte, welche in diesem Leitfadens nicht behandelt werden. Die bekanntesten Förderorganisationen in Deutschland sind die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle BAFA sowie diverse Gesetze, welche Einspeisevergütungen regulieren, wie z. B. das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) oder das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG).

### 2.1 Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen: Blockheizkraftwerk

#### 2.1.1 Was ist ein Blockheizkraftwerk?

Grundsätzlich definieren Schaumann und Schmitz KWKG-Anlagen als „die gleichzeitige Gewinnung von mechanischer und thermischer Nutzenergie aus anderen Energieformen mittels eines thermodynamischen Prozesses in einer technischen Anlage“ (Schaumann und Schmitz 2010). Im Kraft-Wärme-Kopplungssektor gibt es zahlreiche Möglichkeiten der Energieerzeugung. Motorisierte KWKG-Anlagen oder auch Blockheizkraftwerke sind derzeit jedoch die gängigsten Anlagen in diesem Bereich, welche in der Regel über Gasverbrennungsmotoren einen Generator zur Stromgewinnung antreiben, unter gleichzeitiger Verwendung der Abwärme für die Heizung und Warmwassergewinnung. Stirlingmotoren und Brennstoffzellen sind weitere noch junge, jedoch aufstrebende Technologien, welche den momentan bestehenden Markt ergänzen (Gailfuß 2018).

#### 2.1.2 Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei KWKG-Anlagen: Blockheizkraftwerken?

Für ein Blockheizkraftwerk, kommen unterschiedliche Programme von verschiedenen Förderorganisationen in Frage. Neben Förderkrediten und Zuschüssen von der BAFA und KfW sind auch Einspeisevergütungen und Steuerbefreiungen durch das EEG oder das KWKG möglich. Die optimale Förderung lässt sich nicht standardisiert für jedes Projekt gleichbehandeln, sondern ist von dem geplanten Vorhaben abhängig. Je nach Größe, Bauart und Umfang des Installations- bzw. Sanierungsvorhabens weicht die Empfehlung bei den einzelnen Förderkrediten ab, da die unterschiedlichen Förderorganisationen jeweils unterschiedliche Konditionen bieten.

Die grundsätzliche Entscheidung, ob eine Einspeisevergütung nach EEG oder KWKG besser ist, ist wiederum leichter darzustellen. Wenn das BHKW nicht mit Biogas läuft, fällt die EEG-Förderung

grundsätzlich weg, da nur das KWK-G auch Erdgas betriebenen KWK-Anlagen fördert. Ansonsten unterscheiden sich die Höhe der Konditionen kaum, dennoch entscheiden sich viele Betreiber trotzdem für die EEG-Förderung, da sie ab der Inbetriebnahme 20 Jahre lang eine fixe Förderung ausgibt, während die Förderdauer beim KWK-G lediglich ca. 12 Jahre beträgt (60.000 Vollnutzungsstunden).

## **2.2 KWK-Anlagen: Brennstoffzelle**

### **2.2.1 Was ist eine Brennstoffzelle?**

Bei einer Brennstoffzelle wird chemische Energie (z. B. aus Wasserstoff) direkt in elektrische Energie umgewandelt. Bei diesem Prozess entsteht Wärme, welche als Abwärme genutzt werden kann (vgl. EnBW 2018). Aufgrund inhärenter Vorteile gegenüber herkömmlicher KWK-Anlagen gewinnen Brennstoffzellen immer mehr an Bedeutung und stellen eine Innovation auf dem KWK-Markt dar. Ein deutlich höherer elektrischer Wirkungsgrad, nahezu geräuschloses Arbeiten sowie die schadstofffreie Energieumwandlung stellen nur die wichtigsten Vorteile dar (vgl. Töpler und Lehmann 2017 S.137).

### **2.2.2 Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei KWK-Anlagen: Brennstoffzellen?**

Die Brennstoffzellen haben ähnliche Förderprogramme wie die Blockheizkraftwerke, da sie beide eine Kraft-Wärme-Kopplung darstellen. Da die Brennstoffzellen jedoch eine relativ neue und innovative Art von KWK-Anlage sind, wird ihnen unterstützend zum Einbringen in den Markt noch ein zusätzlicher Förderungszuschuss gewährt. Dieser wird von der KfW gestellt und sollte in jedem Fall genutzt werden. Zu beachten gilt hierbei, dass die Anlage in der Liste an förderbaren Brennstoffzellen der KfW gelistet ist. Anderenfalls kann man sich an den Förderungen für Blockheizkraftwerke orientieren.

## **2.3 Photovoltaikanlage**

### **2.3.1 Was ist eine Photovoltaikanlage?**

Wagner beschreibt die Solarzelle wie folgt: „Die Solarzelle ist ein Halbleiter-Bauelement zur direkten Wandlung des Sonnenlichtes in elektrische Energie“ (Wagner 2015). Photovoltaikanlagen können auf die unterschiedlichste Weise in, an oder bei einem Haus oder Quartier platziert werden. Solaranlagen sind heute noch immer eine der beliebtesten Methoden der Eigenstromerzeugung in privaten Haushalten.

### **2.3.2 Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei Photovoltaikanlagen?**

Neben einer allgemein bekannten EEG-Förderung für Photovoltaik-Anlagen gibt es vor allem von der KfW noch Finanzierungshilfen für die Installation der Anlagen. Bei beiden Programmen gelten jedoch teilweise empfindliche Regularien, welche bei Missachtung zu deutlichen Minderungen der Konditionshöhe führen können. Bei der EEG-Einspeisevergütung gilt vor allem zu beachten, dass die Photovoltaikanlagen von dem Stromnetzbetreiber regulierbar oder zumindest einsehbar sein müssen, um die Netzstabilität weiterhin gewährleisten zu können - gerade bei Einspeisungsspitzen. Alternativ kann auch eine dauerhafte Reduzierung auf 70% der eigentlichen Spitzenleistung der Anlage vorgenommen werden. Viele Betreiber solcher Anlagen beschränken ihre Anlagen auf die 70%. Was sich erst nach viel Verlust anhört, betrifft nur die Leistungsspitzen solcher Anlagen, welche nur einen sehr geringen Anteil an der Gesamtproduktion haben. Somit sind die technischen Geräte für Fremdsteuerung und deren monatlich oder jährlich wiederkehrenden Kosten meist höher als die Verluste

durch die Reduktion auf 70% der Nennleistung. Jedoch sollte diese Entscheidung immer individuell und standortbezogen erfolgen. Sonstige Regularien werden vor allem nach Größe der Anlage definiert und befinden sich detailliert im Gesetzestext sowie im Anhang des Leitfadens.

Auch die KfW hat eine Einspeisebegrenzung auf 50%, jedoch wohlgermerkt nur in Kombination mit Energiespeichern. Wie genau diese Regelung aussieht, findet sich im Kapitel 2.5 (Stromspeichersysteme). Sonstige Regularien und Restriktionen beziehen sich wiederum vor allem auf die Größe und Beschaffenheit der Anlage.

## **2.4 Mieterstrom**

### **2.4.1 Was versteht man unter Mieterstrom?**

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) definiert jenen Strom als Mieterstrom, welcher „in einem Blockheizkraftwerk oder in einer Photovoltaik-Anlage (PV-Anlage) auf dem Dach eines Wohngebäudes erzeugt und an die Letztverbraucher (insbesondere Mieter) in diesem Wohngebäude geliefert wird“ (BMWi 2017). Es handelt sich dabei also nicht um eine technische Anlage, sondern um ein zugehöriges Vermarktungsmodell, in welchem die Mieter den Strom nicht mehr von einem externen Stromanbieter bekommen, sondern der Vermieter, Eigentümer oder ein Contractor die Aufgaben eines Stromlieferanten mit den Hauseigenen Erzeugern übernimmt.

### **2.4.2 Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei Mieterstrom?**

Mieterstrom ist noch ein relativ neues Konzept der Stromvermarktung und bekommt eine Förderung durch das EEG. Hierbei handelt es sich um eine Einspeisevergütung, welche sich nach der Leistung der installierten Anlage bemisst. Wichtige Regularien sind dabei vor allem, dass der produzierte Strom nicht durch das öffentliche Netz geleitet wird sowie, dass der produzierte Strom in unmittelbarer Nähe verbraucht wird. Es ist nach heutigem Stand also nicht möglich benachbarte Gebäude mit eigenem Netzanschluss zu versorgen.

## **2.5 Stromspeichersysteme**

### **2.5.1 Was gibt es für Stromspeichersysteme?**

Batteriespeicher fallen derzeit noch fast ausschließlich in den Kontext der Photovoltaik-Anlagen zur Erhöhung des Eigenverbrauchs. Die Alternative der Speicherung des dezentral erzeugten Stroms aus Photovoltaik-Anlagen gegenüber der Einspeisung in das Stromnetz macht die Photovoltaikenergie auch bei sinkender oder wegfallender Einspeiseförderung wieder deutlich wirtschaftlicher (Meier und Nakazi 2016). Bei Energiespeichersystemen im privaten Sektor werden favorisierend Lithium-Ionen-Batterien und immer seltener Blei-Säure bzw. Blei-Gel-Batterien eingesetzt (solarwatt.de o.J.).

### **2.5.2 Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei Stromspeichersystemen?**

Förderprogramme für Stromspeicher gibt es in der Regel nur im Zusammenhang mit Photovoltaikanlagen, so z. B. die Förderung von der KfW für Speicher. Die Konditionen dabei sind ein Tilgungszuschuss zu einem Finanzierungskredit der KfW, welcher mehrere hundert bis einige tausend Euro betragen kann. Pro Photovoltaiksystem wird nur ein Batteriespeicher gefördert. Zudem darf die zugehörige Photovoltaikanlage eine Leistungsgrenze von 30 kWp nicht überschreiten. Eine weitere

wichtige und oft diskutierte Bestimmung betrifft die 50% Einspeisebegrenzung der KfW Förderung. Die maximale Leistungsabgabe der Photovoltaikanlage am Netzanschlusspunkt beträgt hierbei lediglich 50% der installierten Spitzenleistung. Die Begrenzung muss für die komplette Lebensdauer der PV-Anlage bestehen (mind. 20 Jahre), selbst nach etwaiger Außerbetriebnahme des Speichersystems. Wie jede Einspeisebegrenzung soll auch diese die Netzstabilität gewährleisten, auch bei weiterem Anstieg der dezentralen Energieerzeugung. Was sich wieder nach einer signifikanten Einschränkung anhört, betrifft lt. einer Studie der HTW Berlin lediglich 8% des jährlichen Mittels des Photovoltaikertrags. Bei einer intelligenten vorausschauenden Ladeplanung kann der Verlust sogar auf gerade einmal 2% reduziert werden. Das resultierende Ergebnis der Studie besagt also, „die geringeren Abregelungsverluste durch die prognosebasierte Batterieladung haben einem Anstieg der in das Netz eingespeisten PV-Energie zur Folge. Wird das KfW-Förderprogramm in Anspruch genommen, ist die prognosebasierte Batterieladung gegenüber der frühzeitigen Batterieladung für den Anlagenbetreiber aufgrund der höheren Einnahmen aus der Netzeinspeisung meist finanziell vorteilhaft“ (Quaschnig 2016).

## **2.6 Ladeinfrastrukturen für Elektromobilität**

### **2.6.1 Was gibt es für Ladeinfrastrukturen für Elektromobilität?**

Die Ladeinfrastruktur bezeichnet das Netz an Lademöglichkeiten für Elektromobilität. Aufstellungsorte für solche Ladestationen sind in privaten und öffentlichen Räumen gegeben. Differenziert werden diese vor allem in ihrer Ladegeschwindigkeit. Dabei unterscheidet man zwischen Normal- (AC) und Schnellladestationen (DC). Geladen werden kann innerhalb einiger Stunden oder weniger Minuten (Nationale Plattform Elektromobilität 2018). Für die Normalladung werden Leistungen zwischen 3,6 und 22kW veranschlagt, bei der DC-Schnellladung 50 bis 350kW.

### **2.6.2 Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei Ladeinfrastrukturen?**

Die Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen (BAV) stellt für den Zeitraum von 2017 bis 2020 ein Budget von 300 Millionen Euro bereit, welches den Ausbau von öffentlich zugänglichen Ladeinfrastrukturen für Elektroautos fördern soll. Die Förderung kann nur zu bestimmten Förderphasen beantragt werden mit einer Beschreibung des jeweiligen Vorhabens. Gefördert werden sowohl Normal- als auch Schnellladestationen. Zu beachten gilt es, dass keine privaten Ladestationen gefördert werden, sondern nur Stationen, welche eine gewisse Zeit pro Tag öffentlich und für alle Barrierefrei zugänglich sind. Der nächste Förderaufruf läuft vom 22.11.2018 bis zum 20.2.2019 und adressiert die Installation von 10.000 Normalladestationen und 3.000 Schnellladestationen (BMVI 2018).

## **2.7 Solarthermie**

### **2.7.1 Was ist Solarthermie?**

Bei der Solarthermie wird über Kollektorflächen mit absorbierender Beschichtung mittels Sonneneinstrahlung Warmwasser erzeugt. Die Anlagen dienen vorrangig der Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung in Gebäuden. Wird die Einstrahlung konzentriert, können die Anlagen auch für solare Kühlung oder Prozesswärme eingesetzt werden (vgl. Eicker 2012 S.60-61).



### **2.7.2 Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei Solarthermie?**

Sowohl die BAFA als auch die KfW bieten diverse Förderkredite und Zuschüsse für die Solarthermie an. Welche Förderung sich im speziellen für das individuelle Projekt anbietet, kann pauschal nicht gesagt werden. Die Regularien, Restriktionen sowie die Konditionen hängen von der Größe und Art der Anlage ab. Bei Anlagen bis 100m<sup>2</sup> bietet sich das Marktanreizprogramm der BAFA an, da hier ein einmaliger Zuschuss von bis zu 20.000€ möglich ist, bei vergleichsweise wenigen Vorgaben. Weitere Programme finden sich im Anhang.

## **2.8 Wärmepumpe**

### **2.8.1 Was ist eine Wärmepumpe?**

Es gibt verschiedene Arten Wärmepumpen zu installieren, mit unterschiedlichen Wärmequellen. Grundsätzlich ist das dahintersteckende Prinzip aber immer dasselbe. So entziehen Wärmepumpen unter Einsatz elektrischer Energie der Umgebung Wärme und geben diese an ein Trägermedium weiter, welches die aufgenommene Energie an einen gewünschten Ort transportieren kann. Typische Wärmequellen sind Luft, Wasser oder Erdreich (Kübert 2018).

### **2.8.2 Welche Förderungen, Regularien, Restriktionen gibt es bei Wärmepumpen?**

Sowohl die BAFA als auch die KfW bieten diverse Förderkredite und Zuschüsse für die Installation von Wärmepumpen an. Eine pauschalisierte Empfehlung kann auch hier nicht ausgesprochen werden. Die Regularien, Restriktionen sowie die Konditionen hängen von der Größe und Art der Anlage ab und müssen danach ausgewählt werden. Für Anlagen mit einer Nennwärmeleistung von bis zu 100 KW bietet sich das Marktanreizprogramm der BAFA an, da hier ein einmaliger Zuschuss von bis zu 15.000€ möglich ist, bei vergleichsweise wenigen Vorgaben. Dieser Zuschuss lässt sich auch mit verschiedenen KfW-Produkten kombinieren. Eine Auflistung der Förderprogramme befindet sich im Anhang.

# 3 Betreibermodelle für die Anlagen

## 3.1 Welches Betreibermodell ist das Richtige?

Welches Betreibermodell das Richtige ist, muss jeder Projektleiter grundsätzlich für sich selbst entscheiden. Die im folgenden Kapitel genannten Vor- und Nachteile der einzelnen Modelle können nur einen groben Eindruck vermitteln. Im Großen und Ganzen fällt jedoch die Entscheidung nach den Fragen:

- Wie viele der Pflichten und Aufgaben des Betreibers sollen extern vergeben werden?
- Wird der Fokus auf Wirtschaftlichkeit oder Bequemlichkeit gelegt?

Ist die Bequemlichkeit wichtiger als das Anstreben des maximalen Gewinns, geht die Richtung eher zu einem Contracting-Modell. Hierbei werden, wie im Folgenden beschrieben, viele organisatorische und finanzielle Aufgaben übernommen - jedoch muss für diese Dienstleistung bezahlt werden. Je mehr selbst übernommen wird, umso mehr Gewinn kann generiert werden, jedoch muss man sich gleichzeitig wesentlich mehr mit der Materie beschäftigen, mehr Zeit in das Projekt investieren und trägt zudem ein höheres Risiko. Zu beachten gilt auch, dass dieser Vergleich nicht pauschalisiert werden kann, da es etliche Zwischenmodelle gibt, welche ein Kompromiss aus beiden Modellen darstellen können.

## 3.2 Welche Betreibermodelle gibt es?

Es gibt viele Möglichkeiten, wie ein Eigentümer seine technischen Anlagen betreiben kann. Von Methoden, bei denen ein Eigentümer alles Organisatorische und Finanzielle selbst macht, bis hin zu Modellen, in welchen der Eigentümer nur den Platz für die Anlagen stellen muss, ist alles vertreten. Im Folgenden werden die wichtigsten Betreibermodelle vorgestellt. Diese verschaffen einen Eindruck, davon was alles möglich ist. Alle Modelle (soweit nicht anders beschrieben) gelten sowohl für Wärme als auch für Strom. Auch eine Nutzung solcher Modelle im Zusammenhang mit Ladeinfrastrukturen für Elektromobilität ist denkbar, aber meist in der Praxis noch nicht vertreten.

Ein mögliches Betreibermodell ist die **Direktvermarktung an die Mieter durch den Betreiber** der energetischen Anlage. Bei diesem Modell ist der Eigentümer der Immobilie auch der Besitzer der dezentralen Energieversorgung. Der Eigentümer oder ein Wohnungsunternehmen stellen hierbei einen Energielieferanten für die Mieter dar. Somit obliegen auch die Pflichten eines Energielieferanten, wie die Versorgungssicherheit, die Abrechnung, etc. beim Eigentümer. Wichtig dabei ist eine dezidierte Messung der einzelnen Verbräuche und Stromlieferungen an die einzelnen Mietsparteien. Ansonsten kann von Rechtswegen nicht von einem Mieterstrommodell, sondern nur von Eigenversorgung ausgegangen werden. Welche Vor- und Nachteile für den Betreiber bzw. auch den Endkunden bestehen zeigt nachstehende Tabelle:

**Tabelle 1: Vor- und Nachteile der Direktvermarktung an Mieter durch den Eigentümer (Behr und Grossklos 2017; energie-experten.org 2016)**

| Vorteile  | Nachteile  |
|---|--|
| Schnellere Amortisation der Anlagen                                 | Erhöhter Abrechnungsaufwand                                      |
| Möglichkeit der Nebenkostensenkung für Mieter                       | Unternehmerisches Risiko, falls Mieter abspringen                |
| Erhöhung der Mietaktivität durch Anreize sowie höhere Mieterbindung | Risiko bei schwankenden Strommarktpreisen für den Reststrombezug |

|   |  |
|---|--|
| Spekuliert wird auf eine höhere Akzeptanz der Mieter bei der Direktvermarktung als bei einem „anonymen“ Drittanbieter | Hoher Aufwand für Eigentümer, da er als Energieversorger fungiert und somit auch alle dahingehenden Gesetze und Regularien beachten muss |
| Der Endpreis für den Mieter muss nur knapp unter dem des billigsten Anbieters liegen                                  |  |
| Der Hausanschlussgrundpreis der Immobilie bezieht sich nur auf den Hauptzähler  |  |

Ein weiteres Betreibermodell ist das **Enabling-Modell**. Der Betreiber der Anlage verkauft den erzeugten Strom an ein Dienstleistungsunternehmen, welches mit dem gekauften Strom die Mieter der Immobilie versorgt. Grob betrachtet handelt es sich bei diesem Modell um eine Direktvermarktung, wobei diese nicht durch den Eigentümer selbst vollzogen wird, sondern vor allem organisatorische Aufgaben, wie z. B. die Abrechnung und der Reststrombezug, von Dritten übernommen wird. Dieses Modell kann auch gut bei Bestandsgebäuden verwendet werden, aufgrund der Tatsache, dass hierfür sowieso eine Anlage schon vorhanden sein muss, da die Finanzierung vom Dienstleister in diesem Fall nicht übernommen wird. Durch dieses Konzept bekommt der Betreiber der Anlage eine zusätzliche Rendite, aber auch eine gesicherte Abnahme der produzierten Energie.

Das letzte Betreibermodell ist das **Contracting**. Auch dieses Modell funktioniert mit Strom und Wärme und wäre absolut auch mit Ladeinfrastruktur denkbar. Das Contracting-Modell ist eine, für den Investor, unkompliziertere aber auch weniger rentable Variante des Enabling. Statt nur die Energieversorgung der Mieter zu übernehmen, übernimmt das Contracting alle Aufgaben um die energetischen Anlagen. Der gesamte Lebenszyklus der Anlage obliegt in der Verantwortung des Contractors. Von der Finanzierung, Planung, Errichtung über den Betrieb, die Wartung sowie die Abrechnungen, etc. bis hin zum Abbau nach Ablauf einer bestimmten Vertragslänge. Es gibt zwar Unterschiede zwischen den Contracting-Unternehmen aber von der Grundidee, den Betrieb dieser Anlagen möglichst einfach zu gestalten, sind alle gleich. Ein Leistungsunterschied kann z. B. die Übernahme der Brennstoffbeschaffung bei einem BHKW-Contracting sein, welche nicht selbstverständlich ist. Der Investor wiederum muss lediglich die Entscheidung für ein solches Konzept treffen und den Raum für die technischen Anlagen bereitstellen. Welche Vor- und Nachteile durch dieses Betreibermodell entstehen, zeigt folgende Tabelle:

**Tabelle 2: Vor- und Nachteile eines Contracting-Modells (Behr und Grossklos 2017; energie-experten.org 2016)**

| Vorteile                                       | Nachteile   |
|--|---|
| Geringer Aufwand für den Eigentümer            | Finanzielle Vorteile für die Mieter nicht automatisch gegeben   |
| Geringe bis keine Investitionskosten           | Wirtschaftlicher Nutzen vor allem für den Contractor gegeben  |
| Risikominimierung                              | Hohe Achtsamkeit bei der Auswahl des Contractors, sonst ist schnell die Gefahr eines Negativgeschäfts gegeben |
| Gut kalkulierbar durch fixe monatliche Beträge |   |

Die Volleinspeisung, der Individualbetrieb sowie das Genossenschaftsmodell werden hier nur vollständigshalber aufgeführt, sind aber im eigentlichen keine Betreibermodelle der Eigentümer für Mieter, sondern sind Modelle für die Eigenversorgung oder den Eigenvertrieb. Bei der **Volleinspeisung** durch den Anlagenbesitzer wird der produzierte Strom vollständig in das öffentliche Netz eingespeist.

Die Vorteile bei dieser Betreiberart liegen bei der Bequemlichkeit und einem vergleichsweise geringen Risiko. Die Durchführung der Einspeisung ist einfach, die Abnahme des produzierten Stroms ist garantiert und der daraus resultierende Erlös ist relativ gut prognostizierbar. Der Aufwand für den Betreiber ist gering, da die Kundenakquise (Mieter), das zusätzliche Beschaffen von Strom bei zu geringer Eigenproduktion und Aufwände für die Abrechnungen entfallen. Die Nachteile wiederum liegen auf den finanziellen Aspekten. Durch die Einspeisung werden nur geringe Erlöse und somit meistens auch geringere Renditen erzielt. Ein weiterer finanzieller Nachteil betrifft die Mieter, da diese nicht von günstigeren Konditionen bei den Nebenkosten profitieren können (energie-experten.org 2016). Beim **Individualbetrieb** ist jeder Mieter, bzw. Bewohner eines Quartiers der Inhaber und Betreiber seiner eigenen Photovoltaikanlage, Blockheizkraftwerk, Batteriespeicher, Ladeinfrastruktur, etc. Jede Partei entscheidet für sich, wie sie die Energieflüsse managt und trägt somit auch das wirtschaftliche Risiko für die jeweilige Anlage. Genau wie beim Individualbetrieb handelt es sich bei einer **Genossenschaft** von Mietern nicht um ein klassisches Betreibermodell für Mieterstrom oder Wärmevertrieb, da hierbei der Erzeuger dem Verbraucher entspricht. Somit handelt es sich um Eigenstromverbrauch und nicht um ein Mieterstrommodell.

## 4 Energiemanagementsysteme

### 4.1 Was ist ein Energiemanagementsystem (EMS)?

„Energiemanagement ist die vorausschauende, organisierte und systematisierte Koordination von Beschaffung, Wandlung, Verteilung und Nutzung von Energie zur Deckung der Anforderungen unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Zielsetzungen.“  
(VDI 4602)

Die Definition der VDI Richtlinie beschreibt in Kürze, was ein EMS leisten sollte. In einem übergeordneten Kontext gesehen ist die Primäraufgabe von EMS die Koordination von den in einer Immobilie befindlichen Energieströmen und der dadurch erreichbaren Optimierung selbiger. Damit soll ein Maximum an Energieeffizienz erreicht werden und ein stetiger Optimierungsprozess entstehen, um wirtschaftliche aber auch umweltschutzbasierte Ziele sowie die technische Stabilität und Versorgungssicherheit zu erreichen.

EMS sind in der Industrie schon in den meisten Unternehmen ein fester Bestandteil der Firmenstruktur, da dort viel Einsparpotenzial vorhanden ist. In privaten Haushalten werden EMS meist mit dem Begriff des Smart Home in Verbindung gebracht, da es in den meisten privaten Anwendungsgebieten ein Teil eines gesamten Smart-Home-Systems darstellt. Smart-Home ist kein geschützter oder genau definierter Begriff, wird aber meistens in die Kategorien Home Entertainment, Smart-Home-Steuerung, Energiemanagement, Jalousie/Beleuchtung/Sicherheit sowie sonstige Bereiche (Wellness, Gesundheit, etc.) unterteilt (Conrad 2015). Dennoch spricht man mittlerweile auch im privaten Sektor immer mehr von alleinstehenden EMS. In Abgrenzung zu den Smart-Home Anwendungen geht es hierbei schwerpunktmäßig um die Steuerung der lokalen Energieerzeuger für Strom und Wärme, der Speichersysteme und der steuerbaren Verbraucher wie beispielsweise Wärmepumpen oder Elektrofahrzeuge. Durch die Steuerungen ergeben sich verschiedene Einflussmöglichkeiten, beispielsweise

- Spitzenlastmanagement, zur Verringerung der Netzanschlussleistungen
  - über Lastdrosselungen, z. B. von Elektrofahrzeugladungen
  - über Batteriespeicher
  - über Einspeisemanagement lokaler Erzeuger
- Eigenverbrauchsoptimierung lokaler Erzeuger zur Verringerung des Strombezugs
- Anlagensteuerung in Verbindung mit dynamischen Strompreistarifen
- Anlagensteuerung unter Berücksichtigung von Last- und Erzeugungsprognosen
- Verhaltensänderungen der Endverbraucher durch Information und Gamification-Ansätze

Das EMS kann dabei auch zu Abrechnungszwecken, beispielsweise hinsichtlich des Mieterstrommodells, dienen oder über externe Anbindungen Netzdienstleistungen erbringen.

Die heute Angebotenen Systeme unterscheiden sich im Kern ihrer Funktionen kaum und dennoch sind die meisten Angebote sehr unterschiedlich. Je nach Anbieter gibt es andere softwareseitige Funktionen. Von einfacher Soft- oder Hardware bis hin zu Komplettlösungen, in denen jegliche Organisation mit übernommen wird, ist auf dem Energiemanagementmarkt alles zu finden.

## 4.2 Welche Komponenten sind für ein erfolgreiches EMS notwendig

Je nach Hersteller gibt es für jedes System verschiedene Komponenten, welche jedoch vom Prinzip und in der zu erfüllenden Funktion im Wesentlichen sehr ähnlich sind. Grundsätzlich wichtig für ein EMS in privaten Haushalten sind folgende Komponenten:

**Tabelle 3: Hardware und Software Komponenten eines EMS**

| <b>HARDWARE</b>                         |   |
|---|---|
| <b>Steuerbare Endgeräte</b>             | Flexibel zu- und abschaltbare oder in ihrer Leistung beeinflussbare Erzeuger oder Verbraucher. Beispiele sind Wärmepumpen, Klimaanlage, Heizkessel, Blockheizkraftwerke, PV-Anlagen, Ladestationen für Elektrofahrzeuge.                                  |
| <b>Speicher</b>                         | Strom-, Wärme- und Kältespeicher dienen der zeitlichen Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch und bieten einem EMS mehr Flexibilität.  |
| <b>Messstellen/Sensorik</b>             | Ein EMS kann sich im Wesentlichen auf die Betriebsparameter der Hardware-Komponenten stützen. Daneben können weitere Messstellen eine effizientere Steuerung und einen höheren Funktionsumfang ermöglichen.   |
| <b>Steuereinheit und Schnittstellen</b> | Ein zentraler Rechner, der die automatisierte Anlagensteuerung durchführt mit Schnittstellen zu den Komponenten, zum Betreiber, zum Endanwender und zu externen Bereichen.  |
| <b>Bedienpanel</b>                      | Das Bedienpanel dient der Informationsausgabe für den Endnutzer sowie der Einflussnahme in laufende Prozesse. Der Betreiber agiert in der Regel über eine eigene Leitwarte.   |
| <b>Smart Meter</b>                      | Energiezähler, welche digital die Energieflüsse innerhalb einer Immobilie erfassen und weitergeben.   |
| <b>Smart Meter Gateway</b>              | Das Smart Meter Gateway (SMG) dient als sichere Kommunikationsschnittstelle des EMS nach außen. Es dient zur Datenübertragung, beispielsweise von Preissignalen und Prognosen aber auch von Statusdaten der Anlage sowie zur Fremdsteuerung durch Dritte. |
| <b>SOFTWARE</b>                         |   |
| <b>Management Software</b>              | Die Managementsoftware analysiert Sensordaten, reagiert auf externe Signale, organisiert alle Energieflüsse, und alarmiert bei Bedarf den Betreiber.  |
| <b>Benutzer Software</b>                | Die Benutzersoftware visualisiert alle gemessenen Daten sowie die Energieflüsse innerhalb der Immobilie. Zudem gibt es bei einigen die Möglichkeit der Einflussnahme in laufende Prozesse durch den Endnutzer oder Dritte.                                |
| <b>APPS</b>                             | APPs haben die gleiche Funktion wie die Benutzersoftware, sind jedoch im Wesentlichen für mobile Endgeräte konzipiert.  |
| <b>Schnittstellen</b>                   | Empfang und Weitergabe von Daten, beispielsweise zur Abrechnung.  |

## 5 Anbindung an das öffentliche Stromnetz

### 5.1 Was ist ein Smart Meter und welche Funktionalitäten bringt er mit?

Der Smart Meter in Verbindung mit standardisierten Kommunikationsschnittstellen nach außen (Smart Meter Gateway) wird als intelligentes Messsystem (iMsys) bezeichnet. Laut Bundesnetzagentur wird dessen Hauptnutzen wie folgt definiert: „Intelligente Messsysteme sollen helfen, eine sichere und standardisierte Kommunikation in den Energienetzen zu erreichen und die Digitalisierung der Energiewende unterstützen“. Die intelligenten Messsysteme sollen diesen Wandel primär durch die Einbringung der bisher passiven Stromkonsumenten in den Strommarkt ermöglichen. Als „Prosumer“ sollen diese zukünftig als Kontingent am Strommarktgeschehen aktiv werden können. Als weitere funktionale Parameter der Ableseoptimierung sieht die Bundesnetzagentur folgende Punkte (BNetzA o.J.):

- die Verbrauchstransparenz erhöhen
- zur Vermeidung von Vor-Ort-Ablesekosten beitragen
- variable Tarife ermöglichen
- die Bereitstellung netzdienlicher Informationen von dezentralen Erzeugern und flexiblen Lasten verbessern
- die Steuerung dezentraler Erzeuger und flexibler Lasten erleichtern
- mittelfristig eine "Spartenbündelung" ermöglichen (d.h. gleichzeitige Ablesung und Transparenz auch der Sparten Wasser, Gas, Heiz- und Fernwärme)
- eine sichere, standardisierte Infrastruktur als Plattform für weitere energiefremde Dienstleistungen (z. B. Smart-Home-Anwendungen) bereitstellen

Für den Einbau verantwortlich ist der grundständige Messstellenbetreiber der Region, bzw. der vom Mieter individuell beauftragte Messstellenbetreiber. Dieser ist nicht nur zuständig für den Einbau, sondern ebenfalls für den Betrieb, Wartung sowie die Eichung des Zählers (Schütze 2015). Gegenwärtig liegt die Auswahl des Messstellenbetreibers bei dem Anschlussnutzer (Mieter). Ab 2021 tritt eine neue Regelung in Kraft, nach welcher das vorrangige Auswahlrecht bei dem Anschlussnehmer (Eigentümer) liegt. Voraussetzung für diese neue Regelung ist, dass die Immobilie durchgängig mit intelligenten Messsystemen versehen sowie die Bündelung des Messstellenbetriebs von Strom und mindestens einem weiteren Feld, wie z. B. Gas. Für letzteres dürfen dem Anschlussnutzer keine zusätzlichen Kosten entstehen (BNetzA o.J.).

### 5.2 Welches Zähler-Installationsmodell ist das Richtige?

Welches Zähler-Installationsmodell das Richtige für das jeweilige Projekt ist, muss jeder Projektleiter individuell angepasst auf das Projekt entscheiden. Zudem spielt die Frage zu welchem Zweck die Leitungen benötigt werden und ob es eine Bestandsimmobilie oder ein Neubau ist eine ausschlaggebende Rolle. Nachfolgende Vor- und Nachteile der einzelnen Zähler-Installationsmodelle sollen eine Hilfestellung bei der Entscheidung bieten.

Im ersten und einfachsten Fall, dem **Summenzählermodell**, beteiligen sich alle Parteien an dem Mieterstromprojekt. Jeder Stromkonsument besitzt einen eigenen Zähler, welcher die gesammelten Daten an einen Summenzähler weitergibt. Ebenso besitzt der Erzeuger einen einzelnen Zähler, welcher seine Daten an den Summenzähler weiterleitet. Im Gegensatz zu den restlichen Zählern misst der Summenzähler bidirektional. D.h. er kann den eingespeisten Strom messen, genauso wie den Restbezug, also jenen Strom, welcher bei nicht genügender Eigenerzeugung vom öffentlichen Netz eingeholt

werden muss. Der Summenzähler wird von dem Betreiber oder einem Dienstleister gesteuert (vgl. Behr und Grossklos 2017 S.86-87).

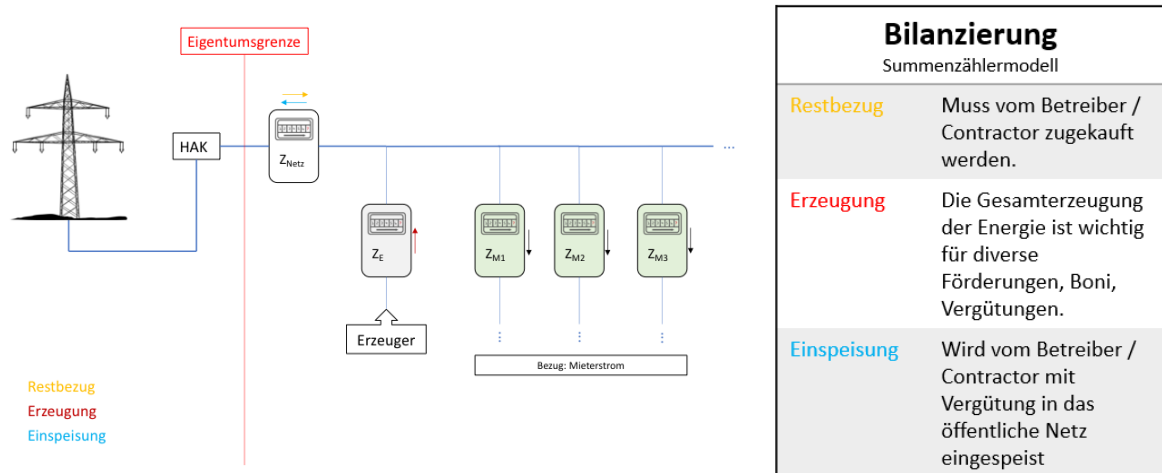


Abbildung 1: Darstellung eines Summenzählermodells mit ausschließlichem Mieterstrombezug (Endriss 2018)

Tabelle 4: Vor- und Nachteile eines Summenzählermodells (Tschamber et al. 2017) (Behr und Grossklos 2017)

| VORTEILE  | NACHTEILE   |
|---|---|
| Von Seiten der Hardware, überall kostengünstig anwendbar  | Der Anlagenbetreiber kann derzeit seinen eigentlichen Zählerstand nicht abrufen, da dieser über und mit den anderen Marktteilnehmern errechnet wird.  |
| Stromanbieterwechsel der Mieter ist ohne Umbauten problemlos möglich. Einzige Voraussetzung ist die Pachtbarkeit der Zähler seitens des Anlagenbetreibers | Die Abrechnung (vor allem seitens des VNB) ist komplizierter, da in manchen Fällen Ersatzwerte einbezogen werden müssen und Zählerkorrekturen vorzunehmen sind. Bei einer SLP-Messung müssen alle Zähler gleichzeitig abgelesen werden. |
| Für alle Gebäudetypen geeignet  |   |
| Einfache Installation in Bestandsimmobilien sowie Neubauten   |   |
| Sehr flexibel, vor allem hinsichtlich der Erweiterung mit zusätzlichen Erzeugern/Verbrauchern   |   |

Die folgenden beiden Darstellungen visualisieren **Sonderformen des Summenzählermodells**. Der erste Sonderfall entsteht, wenn ein Mieter innerhalb der Immobilie das Mieterstromkonzept verweigert und seinen gesamten Strombedarf aus dem übergeordneten Netz ziehen möchte. Hierbei kommt das gleiche Zählerkonzept wie bei dem Summenzählermodell zum Einsatz, jedoch mit dem Unterschied der Stromdurchleitung zum Mieterstromverweigerer. Die Trennung der beiden Kunden besteht hierbei lediglich bei der Bilanzierung und der Abrechnung, physisch laufen alle über das gleiche lokale Netz (vgl. Behr und Grossklos 2017).



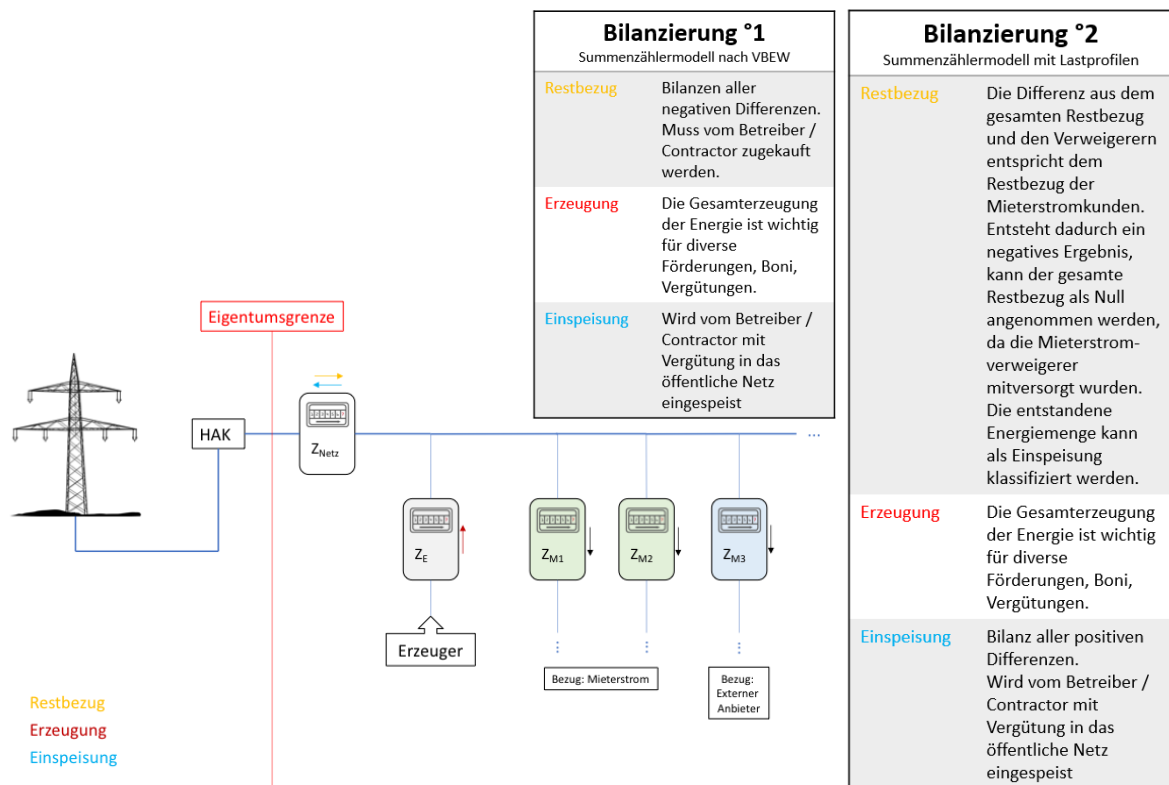


Abbildung 2: Darstellung eines Summenzählermodells mit Mieterstromverweigerer (Endriss 2018)

Bei der **hybriden Energieerzeugung** wird innerhalb der Eigentumsgrenze mit mehr als einem Erzeuger Strom produziert (z. B. PV-Anlage + BHKW). Um die Energieeinspeisung differenzieren zu können, wird ein Abgrenzungszähler zwischen die Erzeuger geschaltet (Orange dargestellt). Gibt es einen Stromüberschuss im internen Netz, wird der Überschuss von Erzeuger 2 vor allem für den Eigenverbrauch genutzt und der Strom von Erzeuger 1 wird eingespeist. Deshalb sollte darauf geachtet werden, dass Erzeuger 1, also jener der in das Stromnetz einspeist, der Erzeuger mit der höheren Einspeisevergütung ist (vgl. Behr und Grossklos 2017).

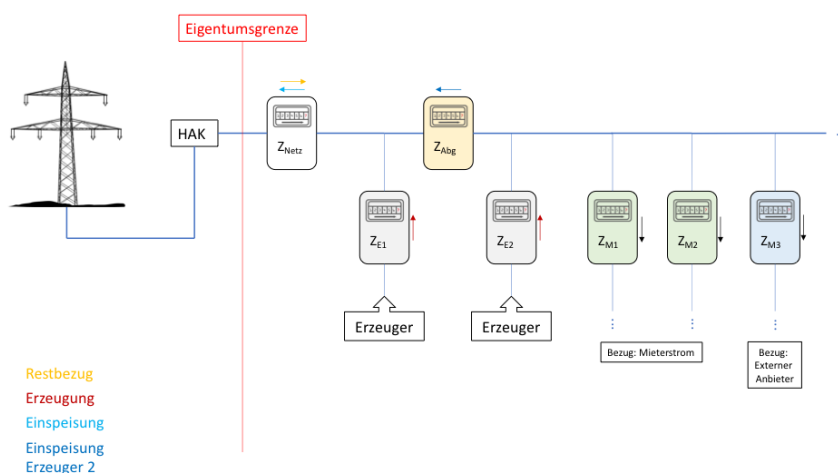


Abbildung 3: Darstellung eines Summenzählermodells mit hybrider Erzeugung (Endriss 2018)

Die Bilanzierung unterliegt zum Großteil dem gleichen Prinzip wie bei der „gemeinsamen Sammelschiene“. Jedoch müssen die verschiedenen Erzeuger einzeln bilanziert werden, aufgrund der unterschiedlichen Vergütungen bei der Einspeisung in das Netz.

Das **Doppelsammelschienenmodell** unterscheidet sich vor allem in der zweiten bzw. separaten Sammelschiene. Hierbei werden jene Mieter, welche das Mieterstrommodell verweigern und von einem Drittanbieter Strom beziehen über eine zusätzliche Leitung versorgt. Das macht das System jedoch wesentlich teurer auf Grund des höheren Materialbedarfs. Deshalb lohnt sich dieses Modell vor allem in Neubauten bzw. bei Komplett-Sanierungen.

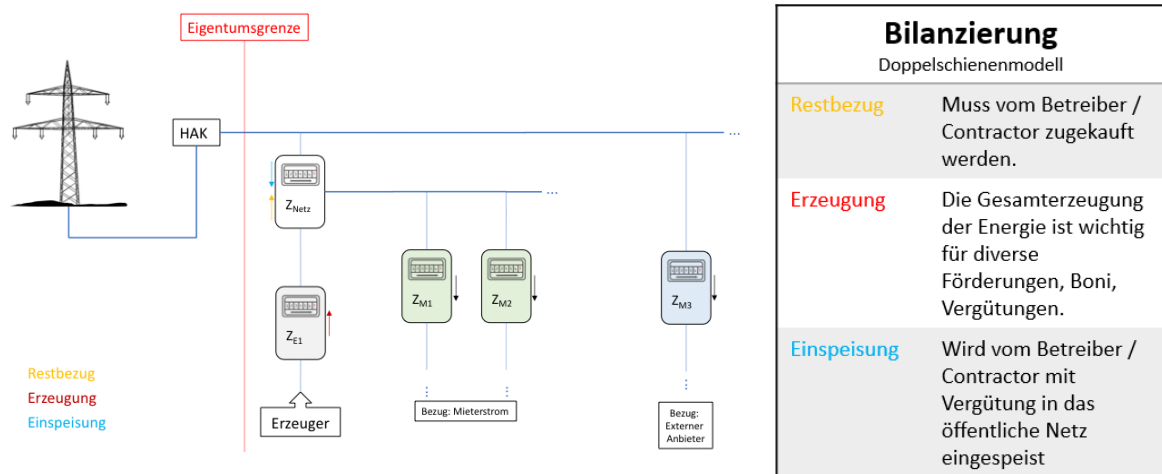


Abbildung 4: Darstellung eines Doppelschienenmodells (Endriss 2018)

Tabelle 5: Vor- und Nachteile eines Doppelschienenmodells (Tschamber et al. 2017)

| VORTEILE  | NACHTEILE   |
|---|---|
| Einfache und eindeutige Messung/Abrechnung. Eindeutige Zuordnung einzelner Mietparteien problemlos möglich. | Deutlich höhere Material und Hardwarekosten sowie eine Steigerung des Platzbedarfs. Zudem deutlich höhere Einbaukosten (deshalb eigentlich nur bei Neubauten oder komplett Sanierungen lohnenswert)   |
| Standardisierte Abrechnung des Netzbetreibers anhand der Zählerwerte  | „Der Stromanbieterwechsel eines Kunden ist nur durch den physischen Umbau des Zählers durch einen Elektriker möglich.“ (Tschamber et al. 2017), deshalb eher bei kleineren Immobilien mit konstanten Mietern und eher weniger in großen Gebäuden mit hoher Frequenz an neuen Mietern. |
| Im Neubau bei zentraler Anordnung der Unterzähler relativ einfach zu installieren                           | Hoher Umsetzungsaufwand im Bestandsbau (insbesondere bei dezentralen Wohnungszählern)   |
| Physische Trennung von Nicht-Kunden des Mieterstromprojekts   |   |
| Gut geeignet in kleineren Gebäuden mit wenig Fluktuation der Mieter/Bewohner.                               |   |

Wie schon einleitend erwähnt, kann nicht für jedes Projekt pauschal eine Entscheidung getroffen werden. Jedes Projekt muss individuell begutachtet werden. Hauptentscheidungsmerkmal stellt jedoch auf jeden Fall der Unterschied zwischen Bestandsgebäude und Neubauvorhaben dar. Das Doppelschienenmodell bietet sich vor allem bei Neubauten, bzw. Komplettsanierungen an, da hierbei sowieso neue Leitungen und Kabelkanäle verlegt werden. Zudem ist es bei diesem Modell von Vorteil, wenn die Mieter längerfristig in den Wohnungen bleiben, da die Umstellung auf einen anderen Mieter

lediglich per Elektriker vorgenommen werden kann. Treffen diese Punkte jedoch zu, so überwiegen meist die Vorteile des Systems. Das Einzelschienenmodell ist eine kostengünstigere und einfach zu installierende Variante und unterliegt dem Doppelzählermodell kaum noch, auf Grund der wachsenden Genauigkeit der virtuellen Zähler.

### 5.3 Intelligente Anbindung an übergeordnete Instanzen

Das Smart Meter Gateway ist die Kommunikationseinheit eines intelligenten Messsystems. Es dient vorrangig der Kommunikation mit dem öffentlichen Netz sowie dem Stromanbieter. Erst dadurch können neuartige Tarifformen, wie z. B. dynamische Strompreise verwirklicht werden. Zudem können dadurch Dritte, wie z. B. die Netzbetreiber, in die lokale Energieproduktion eingreifen und bei Lastspitzen Anlagen vom Netz nehmen oder zuschalten. Dadurch kann eine höhere Netzstabilität gewährleistet werden. Zukünftig sollen über diese Kommunikationseinheit auch Netzdienstleistungen über Vermarktungsplattformen für kleinst-Flexibilitäten oder Aggregatoren ermöglicht werden. Des Weiteren lassen sich über das Gateway Informationen zum Verbrauch auslesen, was nicht nur für den Endverbraucher interessant ist, sondern auch wichtig für den Messdienstleister, damit dieser die Abrechnung aus der Ferne machen kann. Der Nutzen von Smart Meter Gateways besteht zusammengefasst vor allem in folgenden Punkten (vgl. VDE 2016):

- Übertragung von Messwerten / Mehrspartenfähig  
Messwerte verschiedener Sektoren können über das System an die Messstellenbetreiber bzw. andere autorisierte Marktakteure weitergeleitet werden. Somit kann eine Fremdsteuerung und Ablesung von überall stattfinden, was Prozesse verkürzt und eine detailliertere Rechnungsstellung garantiert.
- Last- und zeitabhängige Tarife  
Ermöglicht theoretisch den Einsatz von dynamischen Strompreisen (siehe nächster Abschnitt) oder lastoptimierten Prozessen.
- Erzeugungsmanagement / Netzbetriebliche Anwendungsfälle  
Netzbetreiber sollen in Zukunft dezentraler Erzeuger (Kleinanlagen) abregeln, zu- oder abschalten können. Somit kann ein stabileres Niederspannungsnetz gewährleistet werden.
- Direkte Kundeninformation (Display, Apps)  
Informationen können an Endverbraucher nahezu in Echtzeit weitergegeben werden. Dies ermöglicht Transparenz und den Einsatz von Anreizsystemen.

### 5.4 Was sind dynamische Strompreise?

Das klassische Tarifmodell zwischen Verbraucher und Stromanbieter legt einen fixen Preis für die kWh Strom vertraglich fest. Während der Stromanbieter mit den variablen Strompreisen des Marktes handelt, muss der Verbraucher, für den festgelegten Vertragszeitraum, den vertraglichen Fix-Preis entrichten. Bei einem variablen Stromtarif sind die Preise zeitabhängig und/oder Lastabhängig oder der Verbraucher nimmt selbst aktiv am Geschehen des Strommarktes teil. Das bedeutet, dass der Verbraucher keinen festgelegten Preis pro kWh zahlt, sondern einen Preis, welcher an den aktuellen Börsenpreis angelehnt ist. Voraussetzung hierfür ist eine vollautomatische Kommunikationsmöglichkeit zwischen Verbraucher und Stromanbieter sowie eine Echtzeit-Protokollierung der Stromflüsse beim Endkunden. Dies ist notwendig, damit der Stromanbieter zum einen die variablen Strompreise überhaupt anbieten kann und zum andern ergibt sich dadurch die Möglichkeit (falls gewünscht und technisch möglich), dass der Stromanbieter die technischen Anlagen des Verbrauchers über den Preis fremdsteuert. Durch variable Strompreise kann ein Verbraucher oder Prosumer sein Verhalten, ggf. über Energiemanagementsysteme, wirtschaftlich optimieren und z. B. das Elektroauto laden, wenn die Strompreise günstig sind oder das BHKW auf Vollast laufen lassen, wenn hohe Vergütungen möglich sind. Theoretisch besteht sogar die

Möglichkeit der Nutzung von negativen Preisen bei einem Stromüberschuss in den öffentlichen Netzen. Zeitlich flexible Verbraucher oder Speicher könnten dann zum Nulltarif oder sogar mit Gewinn betrieben bzw. geladen werden und Netzbetreiber können die Ausfallvergütung für ansonsten abgeregelter Anlagen sparen. Letztlich kann festgehalten werden, dass flexible Stromtarife für Verbraucher und Prosumer die Möglichkeit bieten, das wirtschaftliche Optimum aus ihren Verbräuchen und Erzeugnissen zu generieren und zu einem netzfreundlichen Betrieb beizutragen. Jedoch muss beachtet werden, dass es einer Umrüstung der technischen Anlagen bedarf und ein gewisses Umdenken der Kunden nötig ist, damit diese sich an den Gedanken der Fremdsteuerung gewisser technischer Anlagen gewöhnen (vgl. WSW 2018). Gleichzeitig müssen passgenaue Geschäftsmodelle entwickelt werden, da die zu erwartenden Margen eher gering eingeschätzt werden.

## 6 Erfahrungen aus dem Projekt SmaLES@BW

Mit dem Vorhaben »SmaLES – Smart Local Energy Services« wird in der Zeit von November 2017 bis Oktober 2019 ein ganzheitlicher Ansatz für ein ressourcenleichtes und vor allem übertragbares Micro Smart Grid in Baden-Württemberg entwickelt. Am Beispiel des Block I der Stadtausstellung Neckarbogen in Heilbronn soll das Konzept im Rahmen der Bundesgartenschau 2019 erstmals als Demonstrationsvorhaben prototypisch umgesetzt und im Anschluss weiter betrieben werden. Es handelt sich dabei um ein Wohnquartier mit sieben Häusern. Fünf davon werden energetisch über das Micro Smart Grid angebunden. Zusätzlich wird über ein Haus eine gemeinsame Tiefgarage mit 92 Parkplätzen energetisch angebunden und für den Hochlauf der Elektromobilität mit zugehöriger Ladeinfrastruktur vorbereitet.

Das Ziel des Vorhabens ist es, ein lokales Wärme-Contracting und Mieterstrom-Modell mit integrierter lokaler Strom- und Wärmeerzeugung (Photovoltaik-Anlage und Blockheizkraftwerk) zur Anwendungsreife zu entwickeln und praktisch umzusetzen. Hinzu kommt eine Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge und der Einsatz eines Batteriespeichers für das Energiemanagement. Durch Simulationen und den praktischen Betrieb soll unter anderem aufgezeigt werden, dass mit lokal und regenerativ erzeugter Energie durch moderne Informationstechnologie und intelligentem Lastmanagement ein großer Teil der Energieversorgung einer Liegenschaft wirtschaftlich bereitgestellt werden kann.

Für eine intelligente Betriebsführung werden Speicher- und Betriebskonzept mit einer prognosebasierten Anlagensteuerung entwickelt und die wirtschaftlichen, ökologischen und energetischen Auswirkungen auf das Gesamtsystem evaluiert. Gleichzeitig wird das Wohnquartier als Modellprojekt für das offizielle Smart-Meter-Rollout vorbereitet, um bei Inkrafttreten des Rollouts als Erstteilnehmer auftreten zu können.

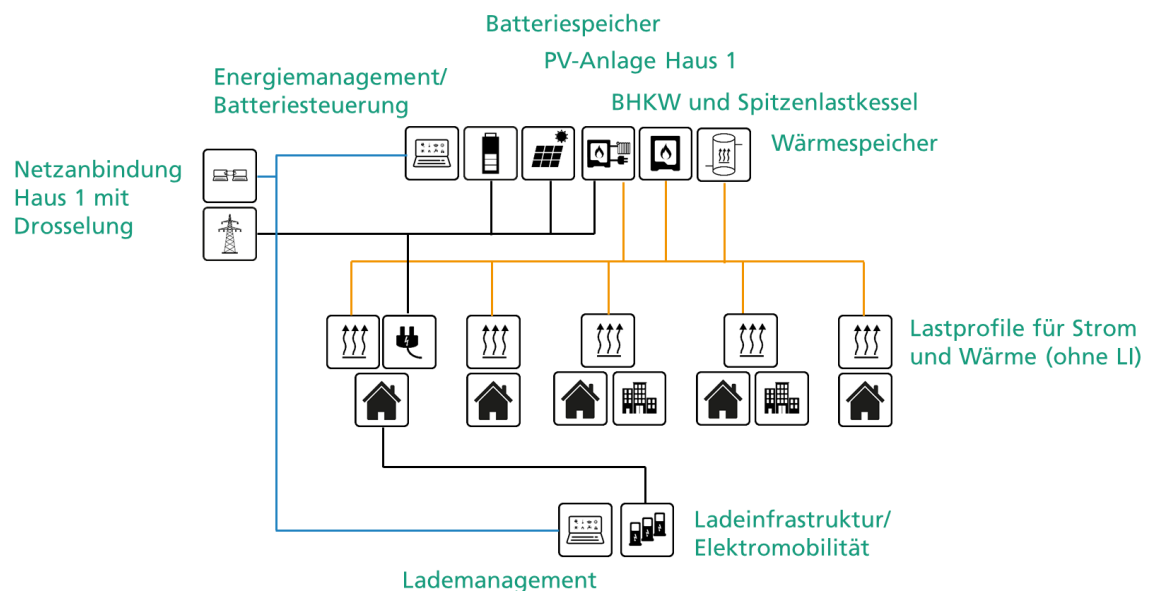


Abbildung 5: Energetisches Konzept im Projekt SmaLES (eigene Darstellung)

### 6.1 Mieterstrom

Für die Wärmeversorgung der Bewohner aller fünf Häuser wurde ein BHKW vorgesehen. Für das Wärme-Contracting wurde dabei auch die Einspeisevergütung für den produzierten Strom in der Kalkulation berücksichtigt. Für die Refinanzierung des BHKW wurde eine Förderung nach EEG in Anspruch

genommen. Hier liegt der Förderzeitraum mit 20 Jahren höher als bei einer KWK-Förderung mit 12 Jahren und die garantierte Einspeisevergütung ist ebenfalls höher als bei KWK. Wirtschaftlich nachteilig ist jedoch der kostenintensivere Bezug von Biogas bei der EEG Förderung. Aus nachhaltigkeitsgründen ist dies aber explizit gewünscht. Zusätzlich wurde eine PV-Anlage verbaut, deren produzierte Energie ebenfalls über eine EEG-Einspeisevergütung gefördert werden kann oder über eine Mieterstromförderung direkt an die Bewohner vermarktet wird. Die Größenordnungen der produzierten und übertragenen Energiemengen sind in Abb. 6 dargestellt.

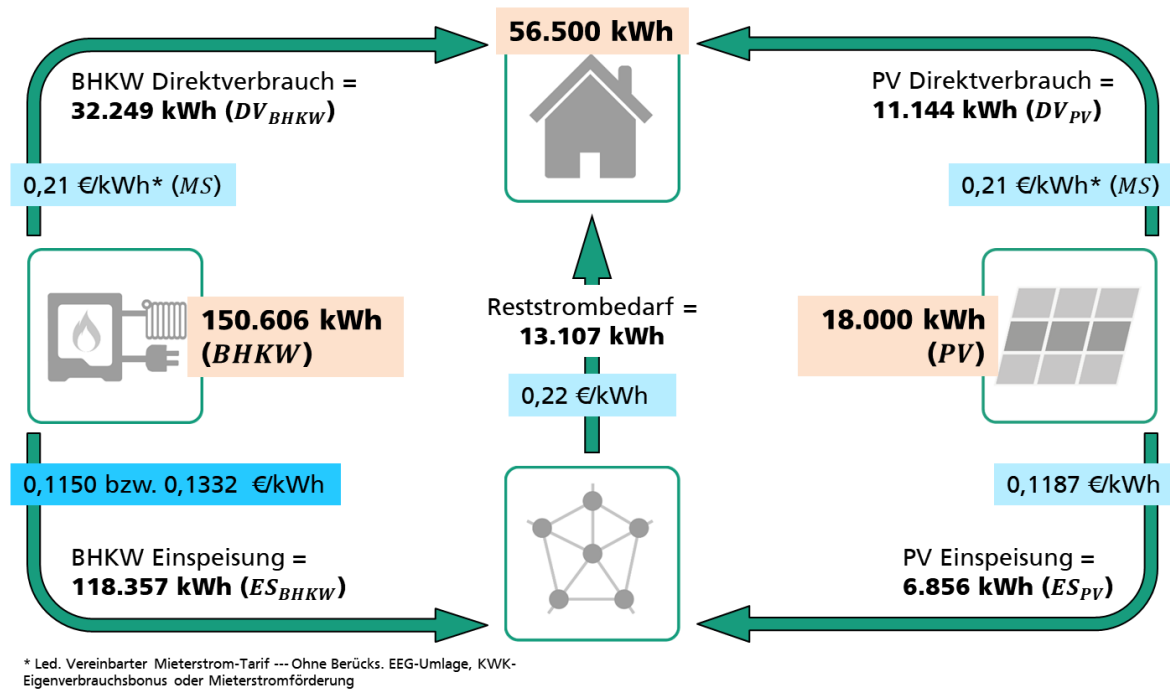


Abbildung 6: Geplante Energiebilanz im Projekt SmaLES

Hinsichtlich dieser Randbedingungen stellte sich die Frage der Wirtschaftlichkeit eines Mieterstrom-Angebots gegenüber der reinen Einspeisung. Eine erste Abschätzung zeigt, dass die Margen beim BHKW gerade bei EEG Förderung mit 0,9 ct/kWh sehr gering sind. Bei KWK-Förderung liegen sie mit 6,7 ct/kWh aufgrund der geringeren Einspeisevergütung günstiger. Zu beachten ist dabei aber, dass sich ein Wechsel der Förderung auch auf die Kalkulation des zum Projektbeginn bereits feststehenden Wärme-Contracting auswirken würde, aufgrund geringerer Förderdauer, geringerer Einspeisevergütung aber auch geringerer Gasbezugskosten ohne Biogas. Ein BHKW-Mieterstrommodell sollte also explizit zu Projektbeginn in eine Gesamtkostenrechnung aufgenommen werden. Hinsichtlich der PV-Anlage sind die Margen für den Mieterstrom mit 5,8 ct/kWh lukrativer. Eine Übersicht ist in Abb. 7 dargestellt, wobei im Projekt zusätzlich zu den dargestellten kWh-Preisen ein Grundpreis von 100€ p. a. angesetzt wird. Von diesen Margen müssen letztendlich die Zusatzkosten für Messtechnik, Organisation und Abrechnung abgezogen werden.

| Stromverkauf BHKW – KWK            |            |                 | Kommentar  |
|------------------------------------|------------|-----------------|--|
| Vereinbarter Preis mit Stromkunden | $MS$       | 0,21 €          |  |
| - abzuführende EEG-Umlage          | $EEG$      | - 0,0679 €      |  |
| KWK-Eigenverbrauchsbonus           | $EV_{KWK}$ | 0,04 €          |  |
| Einnahmen BHKW pro kWh             | $EN_{KWK}$ | 0,1821 €        | Summe  |
| Förderung BHKW                     | $F_{KWK}$  | - 0,1150 €      | Abgezogen, da bereits bei Wärmelieferung berücksichtigt! |
| <b>Marge BHKW</b>                  | $M_{KWK}$  | <b>0,0671 €</b> | Marge Mieterstrom ggü. Einspeisung                       |



VS.

| Stromverkauf BHKW – EEG            |            |                 | Kommentar  |
|------------------------------------|------------|-----------------|--|
| Vereinbarter Preis mit Stromkunden | $MS$       | 0,21 €          |  |
| - abzuführende EEG-Umlage          | $EEG$      | - 0,0679 €      |  |
| EEG -Eigenverbrauchsbonus          |            | ---             |  |
| Einnahmen BHKW pro kWh             | $EN_{EEG}$ | 0,1421 €        | Summe  |
| Förderung BHKW                     | $F_{EEG}$  | - 0,1332 €      | Abgezogen, da bereits bei Wärmelieferung berücksichtigt! |
| <b>Marge BHKW</b>                  | $M_{EEG}$  | <b>0,0089 €</b> | Marge Mieterstrom ggü. Einspeisung                       |



| Stromverkauf PV                    |             |                 | Kommentar                              |
|------------------------------------|-------------|-----------------|--|
| Vereinbarter Preis mit Stromkunden | $MS$        | 0,21 €          |  |
| - abzuführende EEG-Umlage          | $EEG$       | - 0,0679 €      |  |
| Mieterstromförderung PV            | $F_{PV,MS}$ | 0,0347 €        |  |
| Einnahmen PV pro kWh               | $EN_{PV}$   | <b>0,1768 €</b> | Summe                                  |
| Förderung PV                       | $F_{PV}$    | - 0,1187 €      | Abgezogen für Vergleich zu Einspeisung |
| <b>Marge PV</b>                    | $M_{PV}$    | <b>0,0581 €</b> | Marge Mieterstrom ggü. Einspeisung     |



Abbildung 7: Margen pro kWh für Mieterstrom im Vergleich zur Direkteinspeisung für KWK und EEG Förderung bei BHKW und PV-Anlagen (eigene Darstellung)

Unabhängig vom Wärme-Contracting wurde auf Basis einer ersten Kostenschätzung zu Projektbeginn ein Erlöspotenzial für den Mieterstromanbieter von <300€ p. a. und für den Kunden von rund 30€ p. a. bilanziert. Es zeigte sich jedoch, dass die Kosten für die Messtechnik und die IKT-Anbindung deutlich unterschätzt wurden, so dass die Marge für den Anbieter, trotz des vergleichsweise hohen organisatorischen Aufwands, im Prinzip vollständig aufgebraucht wird. Hier wäre es von Vorteil, wenn statt der 13 Parteien im Haus nur ein Kunde zugrunde liegen würde, da dann die Messtechnik und Abrechnung weniger ins Gewicht fallen.

Als weiteres Grundproblem stellte sich heraus, dass die Mehrzahl der Bewohner ausschließlich die Kostenseite betrachten, den Umweltcharakter bzw. die Vorzüge einer lokalen Erzeugung spielen eine untergeordnete Rolle bei der Wahl des Stromanbieters. Das Mieterstromprodukt muss deshalb mit den günstigsten Tarifen am Markt konkurrieren und mit den Bonus-Getriebenen Angeboten auf Vergleichsplattformen mithalten. Für einen Mieterstromanbieter besteht deshalb ein hohes Risiko, dass nicht ausreichend Mieter für das Projekt gewonnen werden können, um die Anfangsinvestitionen zu amortisieren. Zu hinterfragen ist dabei insbesondere die Randbedingung, dass Mieterstrom nur innerhalb eines Netzanschlusses angeboten werden darf. Im Projekt SmaLES hat jedes der 5 beteiligten Gebäude im Quartier einen eigenen Netzanschluss. Es ist somit nicht möglich den genügend vorhandenen BHKW-Strom an die Nachbarn im selben Quartier zu verkaufen. Eine nachträgliche Änderung diesbezüglich im Energiekonzept wäre unwirtschaftlich.

Weitere Schwierigkeiten ergaben sich bei der praktischen Umsetzung, insbesondere beim lokalen Netzbetreiber, da im Projekt SmaLES erstmalig im Netzgebiet der Mieterstrom im technisch korrekten

Sinn (nicht nur virtuell) mit eigenem Messstellenbetreiber angeboten werden soll, mit entsprechenden Anforderungen an Messkonzept, Organisation und Abrechnung.

## 6.2 Batteriespeicher und Ladeinfrastruktur

Im Rahmen des Projekts SmalES soll die Infrastruktur bereits heute auf einen zukünftig relevanten Anteil an Elektrofahrzeugen vorbereitet werden. Die Randbedingung, dass das komplette Parkhaus des Quartiers über den Netzanschluss von nur einem Gebäude versorgt wird, ist als nachteilig anzusehen, hinsichtlich zukünftiger Spitzenlasten für die Ladung der Fahrzeuge. Jedoch erweist es sich hier als Vorteil, dass auch das BHKW über diesen Netzanschluss einspeist und der produzierte Strom somit, neben der PV-Anlage, für die Ladung verwendet werden kann. Um die Auswirkungen zukünftiger Elektrifizierungsszenarien zu analysieren, wurde eine Simulation des Energiesystems durchgeführt. Integriert wurden neben den normalen Haushalts- und Gewerbelasten für Strom und Wärme ein BHKW mit 33kW elektrischer Leistung, eine PV-Anlage mit 20kWp, 30 Elektrofahrzeuge mit jeweils 11kW Ladeleistung und realitätsnahem Mobilitätsverhalten sowie ein Batteriespeicher mit 67kWh Energiekapazität und 50kW Leistung. Der Netzanschluss liegt bei 62kW.

Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Ladeinfrastruktur die Anschlussleistung zu Spitzenzeiten überschritten wird, insbesondere, wenn das BHKW nicht läuft. Ob der Batteriespeicher diese Lastspitzen zuverlässig abfangen kann, hängt stark von der Betriebsweise ab. Bei einer Eigenverbrauchsoptimierung (Laden bei PV-Überschüssen, Entladen bei Strombedarf) kann zwar ein Autarkiegrad von über 90% erreicht werden, jedoch ist die Spitzenlastbegrenzung im Sommer nicht immer gegeben. Hier ist aufgrund des geringeren Wärmebedarfs das BHKW nicht so häufig in Betrieb wie im Winter. Eine reine Spitzenlastbegrenzung (Laden bei PV-Überschüssen, Entladen bei Spitzenlastüberschreitung) funktioniert ganzjährig (siehe Abb. 8), allerdings wird hierfür die Batterie selten benötigt und ist zu groß dimensioniert. Sie kommt nur auf 2,3 Vollzyklen im Jahr bei einer maximalen Entladung auf 60%. Ohne BHKW (z. B. auch bei längeren Ausfallzeiten) ist die Spitzenlastbegrenzung im Winter nicht immer gegeben, aufgrund der geringen PV-Überschüsse und folglich häufig leerer Batterie.

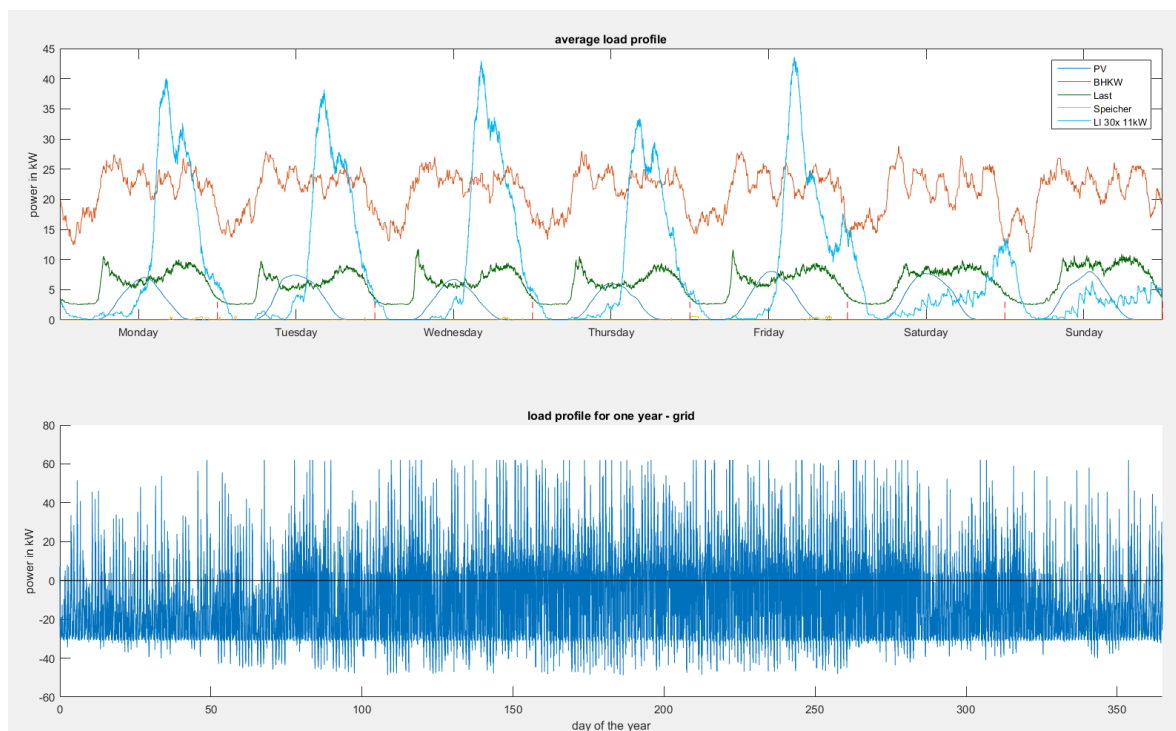


Abbildung 8: Lastprofile im Wochenverlauf für Erzeuger und Verbraucher (oben) und Jahreslastgang am Netzanschluss (unten) im Szenario »Spitzenlast begrenzen«.



Für eine wirtschaftlichere Anwendung einer Batterie zur Spitzenlastbegrenzung wird eine Jahreszeit- bzw. parameterabhängige Betriebsstrategie notwendig. Es bedarf somit einer genaueren projektspezifischen Planung für die jeweils optimalen Einstellungen unter den gegebenen Randbedingungen. Außerdem müssen Ausfallzeiten sowohl der Batterie als auch der Erzeuger berücksichtigt werden. Hierzu bedarf es einer Backup-Strategie, z. B. über eine zusätzliche Leistungs-drosselung für steuerbare Verbraucher und die Ladeinfrastruktur. Eine grundsätzliche Auslegung der Netzanschlüsse für eine Mindestladeenergie von z. B. 3,6kW erscheint sinnvoll, mehr Leistung kann dann bei Verfügbarkeit angeboten werden. Die Zuverlässigkeit der Spitzenlastbegrenzung mittels Batterie könnte durch eine bedarfsgerechte Ladung aus dem Netz ganzjährig verbessert werden. Hierbei gilt es aber zu beachten, dass dies bei verschiedenen Förderprogrammen und Messkonzepten ausgeschlossen ist. Eine mögliche Lösung besteht darin, den PV-Strom priorisiert in die Batterie zu laden und nicht nur bei Überschüssen. Hierdurch erhöht sich dann aber der Netzbezug für die weiteren Verbraucher.

Eine Drosselung der Ladeinfrastruktur zur Spitzenlastbegrenzung hat sich in den Simulationen unter den SmaLES Randbedingungen jedoch ohne BHKW als vorteilhafter und ganzjährig zuverlässig erwiesen. Da die Ladungen aufgrund des charge@home Verhaltens mehrheitlich in den Abendstunden durchgeführt werden, führt eine Drosselung zu einer Verlagerung der Ladeleistungen in die spätere Nacht. Hierbei zeigten sich keine Mobilitätseinbusen durch die Drosselung. Ein analoges Ergebnis konnte mit einer 20 kWh Batterie mit priorisierter Ladung des PV-Stroms erreicht werden, welche ebenfalls ganzjährig die Spitzenlast begrenzen kann.

In der praktischen Umsetzung lag die Herausforderung darin, einen geeigneten Raum für die Batterie zu finden, da das Gebäude bereits gebaut war. Entsprechende Räume sollten also möglichst bereits in der Planung Berücksichtigung finden und gestalten sich bei Bestandsgebäuden unter Umständen schwierig. Für den Einbau der Batterie sollte der Raum ebenerdig zugänglich sein. Neben der Batterie muss die Leistungselektronik untergebracht werden. Da diese für den Hauptteil der Abwärme im Betrieb verantwortlich ist, bietet es sich an, diese nicht im gleichen Raum wie die Batterie selbst zu verbauen. Für die Anlage muss zusätzlich eine Belüftung eingeplant werden, da die Batterie eine Temperatur im Bereich von 20°C ganzjährig voraussetzt. Nicht zu unterschätzen sind auch die Platzbedarfe für die Absicherungen und ggf. separaten Zähler für die Ladeinfrastruktur, Messwandler und die IT Infrastruktur.

## 7 Literaturverzeichnis

**BAFA 2018:** Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Mini-KWK-Zuschuss bis 20 kWel. 2018. [http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft\\_Waerme\\_Kopplung/Mini\\_KWK/mini\\_kwk\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft_Waerme_Kopplung/Mini_KWK/mini_kwk_node.html) [26.03.2018].

**BAFA o.J.a:** Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Anreizprogramm - Solarthermie. o.J. [http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen\\_mit\\_Erneuerbaren\\_Energien/Solarthermie/solarthermie\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Solarthermie/solarthermie_node.html) [04.06.2018].

**BAFA o.J.b:** Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Energieeffizienz Elektromobilität. o.J. [http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html) [04.06.2018].

**BAFA o.J.c:** Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Marktanreizprogramm - Wärmepumpe. o.J. [http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen\\_mit\\_Erneuerbaren\\_Energien/Waermepumpen/waermepumpen\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Waermepumpen/waermepumpen_node.html) [04.06.2018].

**BAFA o.J.d:** Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE). Förderung der Modernisierung von Heizungsanlagen bei Nutzung erneuerbarer Energien. o.J. [http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen\\_mit\\_Erneuerbaren\\_Energien/Anreizprogramm\\_Energieeffizienz/anreizprogramm\\_energieeffizienz\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Anreizprogramm_Energieeffizienz/anreizprogramm_energieeffizienz_node.html) [05.04.2018].

**Bayernwerk 2017:** Bayernwerk Netz GmbH. Umlagepflicht für Stromspeicher. 2017. [https://www.bayernwerk-netz.de/content/dam/revu-global/bayernwerk-netz/files/energieerzeugen/newsletter/201711\\_eeg-umlagepflichtfuerstromspeicher.pdf](https://www.bayernwerk-netz.de/content/dam/revu-global/bayernwerk-netz/files/energieerzeugen/newsletter/201711_eeg-umlagepflichtfuerstromspeicher.pdf) [20.04.2018].

**Behr und Grossklos 2017:** Behr, Iris; Grossklos, Marc. Praxishandbuch Mieterstrom. Fakten, Argumente und Strategien. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017.

**BMVI 2018:** Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Das Förderprogramm für Ladeinfrastrukturen. 2018. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-ladeinfrastruktur-elektrofahrzeuge.html> [04.12.2018].

**BMVI 2017:** Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland. 2017. [https://www.bav.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Foerderung\\_Ladeinfrastruktur/Foerderrichtlinie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=6](https://www.bav.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Foerderung_Ladeinfrastruktur/Foerderrichtlinie.pdf?__blob=publicationFile&v=6) [01.05.2018].

**BMWi o.J.:** Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz. o.J. [https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms\\_docId=71802](https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eeg.html?cms_docId=71802) [05.04.2018].

**BNetzA o.J.:** Bundesnetzagentur. Smart Meter. o.J. [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Verbraucher/NetzanschlussUndMessung/SmartMetering/SmartMeter\\_node.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Verbraucher/NetzanschlussUndMessung/SmartMetering/SmartMeter_node.html) [02.03.2018].

**Eicker 2012:** Eicker, Ursula. Solare Technologien für Gebäude. Grundlagen und Praxisbeispiele. 2., vollständig überarbeitete Auflage. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden (Studium), 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8348-8237-0>.

**EnBW 2018:** EnBW Energie Baden-Württemberg AG. Funktionsweise des Brennstoffzellenantriebs. 2018. <https://www.enbw.com/energie-entdecken/mobilitaet/brennstoffzellenantrieb/> [05.04.2018].

**Endriss 2018:** Endriss, Felix. Konzipierung eines betreiberorientierten Leitfadens für Mikro Smart Grids in Wohnquartieren bei energetischer Neugestaltung, Studienarbeit. Fraunhofer IAO Stuttgart / Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg, 2018.

**EnergieStG 2006:** Energiesteuergesetz (EnergieStG). 2006. <https://www.gesetze-im-internet.de/energiestg/> [04.06.2018].

**energie-experten.org 2016:** energie-experten.org. Energiespeicher-Technologien im Überblick. 2016. <https://www.energie-experten.org/erneuerbare-energien/oekostrom/energiespeicher.html> [08.03.2018].

**Conrad 2015:** Sarah Conrad. Smart Home – Funktionsweise der intelligenten Energiesteuerung. Beko Käuferportal GmbH, 2015. <https://www.kaeufportal.de/ratgeber/strom-sparen-umweltschutz/solaranlagen/solarenergie-clever-steuern/> [15.03.2018].

**KfW 2017a:** KfW. Merkblatt - Bauen, Wohnen, Energie sparen. Energieeffizient Bauen und Sanieren - Zuschuss Brennstoffzelle. 2017. [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000003811\\_M\\_433\\_Brennstoffzelle.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000003811_M_433_Brennstoffzelle.pdf) [05.04.2018].

**KfW 2017b:** KfW. Merkblatt - Erneuerbare Energien. KfW-Programm Erneuerbare Energien "Standard". 2017. [https://www.kfw.de/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000000178-Merkblatt-270-274.pdf](https://www.kfw.de/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000000178-Merkblatt-270-274.pdf) [27.03.2018].

**KfW 2018a:** KfW. Merkblatt – Energieeffizient Sanieren – Kredit. Bauen, Wohnen, Energie sparen. 2018. [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000003743\\_M\\_151\\_152\\_EES\\_Kredit\\_2018\\_04.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000003743_M_151_152_EES_Kredit_2018_04.pdf) [25.04.2018].

**KfW 2018b:** KfW. Merkblatt - Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss. Bauen, Wohnen, Energie sparen. 2018. [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000004311\\_M\\_430\\_Zuschuss.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000004311_M_430_Zuschuss.pdf) [25.04.2018].

**KfW 2018c:** KfW. Merkblatt - Bauen, Wohnen, Energie sparen. Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit. 2018. [https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000003615\\_M\\_167\\_EES\\_Ergaenzungskredit.pdf](https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000003615_M_167_EES_Ergaenzungskredit.pdf) [25.04.2018].

**KfW 2018d:** KfW. Merkblatt – Erneuerbare Energien. KfW-Programm Erneuerbare Energien "Speicher". 2018. [https://www.kfw.de/Download-Center/Förderprogramme-\(Inlandsförderung\)/PDF-Dokumente/6000002700\\_M\\_275\\_Speicher.pdf](https://www.kfw.de/Download-Center/Förderprogramme-(Inlandsförderung)/PDF-Dokumente/6000002700_M_275_Speicher.pdf) [25.04.2018].

**Klausmann 2018:** Klausmann, Florian; Zhu, Lilin. Technologiestudie Microgrid - Markt- und Technologieübersicht für Komponenten eines Microgrids. Fraunhofer IAO. 2018. [www.muse.iao.fraunhofer.de/content/dam/iao/muse/de/documents/projekte/c\\_sells/Technologiestudie\\_Microgrid\\_final\\_190221.pdf](http://www.muse.iao.fraunhofer.de/content/dam/iao/muse/de/documents/projekte/c_sells/Technologiestudie_Microgrid_final_190221.pdf) [01.04.2019].

**Kübert 2018:** Kübert, Markus. Geothermie und Wärmepumpen. tewag. Hochschule Rottenburg. Rottenburg, 09.01.2018.

**KWKG 2016:** Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz - KWKG). 2016.  
[https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg\\_2016/](https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/) [25.04.2018].

**Märtel o.J.:** Märtel, Christian. BHKW: Energiesteuer und Stromsteuer werden zurückerstattet. DAA Deutsche Auftragsagentur GmbH, o.J.  
<https://www.heizungsfinder.de/bhkw/wirtschaftlichkeit/energiesteuer> [26.03.2018].

**Meier und Nakazi 2016:** Meier, Jana; Nakazi, Stefan. Batteriespeicher für Solaranlagen. Positionen und Hintergründe. Verbraucherzentrale NRW e.V., 2016.  
[https://www.verbraucherzentrale.nrw/sites/default/files/migration\\_files/media241861A.pdf](https://www.verbraucherzentrale.nrw/sites/default/files/migration_files/media241861A.pdf) [07.03.2019].

**Weniger et al. 2016:** Weniger, Johannes et al. Effekte der 50%-Einspeisebegrenzung des KfW-Förderprogramms für Photovoltaik-Speichersysteme. Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin, 2016. <https://pv-speicher.htw-berlin.de/wp-content/uploads/2016/02/HTW-Berlin-50-Prozent-Studie.pdf> [07.03.2019].

**Schütze 2015:** Schütze, Justus. Warum den Messstellenbetreiber wechseln?. 2015.  
<https://www.buzzn.net/2015/03/15/warum-den-messstellenbetreiber-wechseln/> [05.03.2018].

**solarwatt.de o.J.:** SOLARWATT GmbH. Strom sparen, Solarstrom richtig nutzen, Stromkosten senken - Energiemanagement macht's möglich. o.J. <https://www.solarwatt.de/energie-management> [02.03.2018].

**Töpler und Lehmann 2017:** Töpler, Johannes; Lehmann, Jochen (Hg.). Wasserstoff und Brennstoffzelle. Technologien und Marktperspektiven. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2017. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-53360-4>.

**Tschamber et al. 2017:** Tschamber, Carsten et al. Leitfaden Mieterstrom. Solar Cluster Baden-Württemberg e.V., 2017. <http://www.dgs.de/fileadmin/newsletter/2017/Leitfaden%20Mieterstrom.pdf> [07.03.2019].

**VDE 2016:** VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. Smart-Meter-Gateway: Die Zentraleinheit des intelligenten Messsystems. 2016.  
<https://www.vde.com/de/fnn/themen/imesssystem/lastenhefte/smart-meter-gateway> [07.03.2019].

**VDI 4602:** VDI 4602 Blatt 1: 2007-10. Energiemanagement Grundlagen. 2007.

**Wagner 2015:** Wagner, Andreas. Photovoltaik Engineering. Handbuch für Planung, Entwicklung und Anwendung. VDI-Buch. 4. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015.

**WSW 2018:** WSW Wuppertaler Stadtwerke GmbH. Wie funktioniert ein dynamischer Stromtarif? 2018. <http://www.wsw-online.de/happy-power-hour/wissensbereich/wie-funktioniert-ein-dynamischer-stromtarif/> [04.06.2018].

# Anhang: Förderprogramme, Regularien und Restriktionen

Im Folgenden werden für die unterschiedlichen möglichen Technologien in einem Microgrid die aktuellen Förderprogramme sowie deren Kombinationsmöglichkeiten und Bedingungen zusammengefasst dargestellt. Jedes Programm wird nur einmalig ausführlich beschrieben und in Folgeabschnitten nur namentlich aufgeführt.

## A Kraft-Wärme-Kopplung: Blockheizkraftwerk

In diesem Unterkapitel werden die für ein BHKW relevanten Fördermöglichkeiten in grober Übersicht mit den wichtigsten Daten veranschaulicht. Gegliedert wird nach den Förderorganisationen.

### A.1 BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

Der Zuschuss vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle dient der Erschließung der Potenziale für KWK-Anlagen im Bereich kleinerer Objekte bzw. deren Versorgung. Lt. BAFA ist „die Förderung [...] ein Teil der Nationalen Klimainitiative der Bundesregierung, wonach bis zum Jahr 2020 die CO<sub>2</sub>-Emissionen um mindesten 40% reduziert werden sollen.“ (BAFA 2018).

**Tabelle 6: BAFA Mini-KWK-Zuschuss Programmübersicht (vgl. BAFA 2018)**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Programm                     | Mini-KWK-Zuschuss bis 20 kW <sub>el</sub>  |
| Art der Förderung            | Investitionszuschuss   |
| Antragsstelle                | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle  |
| Laufzeit                     | Einmaliger Zuschuss  |
| Regularien/<br>Restriktionen | <ul style="list-style-type: none"><li>• Die genutzte Anlage muss sich auf der „Liste der förderfähigen Mini-KWK-Anlagen“ (siehe BAFA) befinden.</li><li>• Das BHKW muss sich außerhalb eines Gebietes mit Anschluss- und Benutzungsgebot für Fernwärme befinden.</li><li>• Die Obhut über die Maschine muss mithilfe eines Wartungsvertrages festgelegt sein.</li><li>• Vorhandensein eines Wärmespeichers mit einem Fassungsvermögen von mindestens 60 Liter Wasser/kW thermischer Leistung. Insgesamt muss maximal ein Volumen von 1.600 Litern Speicherflüssigkeit disponibel sein.</li><li>• Für die Erfassung des produzierten Stroms muss ein Zähler vorhanden sein.</li><li>• Ab einer elektrischen Anlagenleistung von 10 KW muss eine Informations- und Kommunikationstechnik installiert werden, welche mit dem Strommarkt interagieren kann, d.h. die Funktionalität ein Signal des Strommarktes zu empfangen sowie die Fähigkeit darauf zu reagieren muss vorliegen.</li></ul> |
| Konditionen                  | Die Basisförderung der Anlagen richtet sich nach der elektrischen Leistung des BHKWs. Besonders effiziente Anlagen erhalten zudem eine Basis-Bonus-Förderung.  |
| Kombinierbarkeit             | Die Kumulierung mit andern Programmen ist grundsätzlich möglich. Jedoch gilt zu beachten, dass die „beihilferechtliche Förderhöchstgrenze“ nicht überschritten wird. Zudem muss darauf geachtet werden, dass das Dreifache des BAFA Förderbetrags nicht überschritten wird (unter Beachtung der Bedingungen der Bonusförderung Stromeffizienz), andernfalls nur das Zweifache.   |

|                   |   |
|-------------------|---|
| Link zum Programm | <a href="http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft_Waerme_Kopplung/Mini_KWK/mini_kwk_node.html">http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Kraft_Waerme_Kopplung/Mini_KWK/mini_kwk_node.html</a> |
|-------------------|---|

Das von der BAFA gestellte Anreizprogramm zur Ersetzung besonders ineffektiver Heizungsanlagen, soll die Umrüstung auf energieeffizientere Anlagen forcieren (vgl. BAFA o.J.d).

**Tabelle 7: BAFA Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) (vgl. BAFA o.J.d)**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Programm                     | Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)  |
| Art der Förderung            | Zusatzförderung   |
| Antragsstelle                | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle   |
| Laufzeit                     | Einmaliger Zuschuss   |
| Regularien/<br>Restriktionen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ersetzung einer alten und ineffizienten auf fossiler Energie basierender Altanlage durch eine moderne Heizungseinrichtung. Hierbei muss das gesamte Heizungssystem optimiert werden.</li> </ul>  |
| Konditionen                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Für eine Ersetzung oder solarthermische Modernisierung der Altanlage (besonders ineffizient) → 20% des bewilligten Gesamtförderbetrags für die Installation der modernen Anlage</li> <li>• Für Umsetzung aller geforderten Maßnahmen zur Modernisierung des Heizungssystems → einmaliger Zuschuss in Höhe von 600€</li> </ul>                                    |
| Kombinierbarkeit             | Die Zusatzförderung ist nicht mit dem Optimierungsbonus nach dem Marktanzreizprogramm kumulierbar.  |
| Link zum Programm            | <a href="http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Anreizprogramm_Energieeffizienz/anreizprogramm_energieeffizienz_node.html;jsessionid=A4DAEBAF73BD9031E6BE7446162EAF8E.2_cid371">http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Anreizprogramm_Energieeffizienz/anreizprogramm_energieeffizienz_node.html;jsessionid=A4DAEBAF73BD9031E6BE7446162EAF8E.2_cid371</a> |

## A.2 EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz)

Das erstmals 2000 in Kraft getretene Erneuerbare-Energien-Gesetz ist ein Förderinstrument zur Forcierung des Ausbaus von erneuerbaren Energien. Es hat das Ziel der Initiierung der Energiewende. Seit seiner Entstehung wurde es stets weiterentwickelt und optimiert, um Förderung einfacher, vielfältiger und der Zeit angemessen zu gestalten. Die letzte Überarbeitung fand 2017 statt (vgl. BMWi o.J.).

**Tabelle 8: Erneuerbare-Energien-Gesetz-Förderung für die Thematik Biomasse (BmWi o.J.)**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Programm                     | Erneuerbare-Energien-Gesetz: Biomasse   |
| Art der Förderung            | Einspeisevergütung  |
| Antragsstelle                | Stromnetzbetreiber  |
| Laufzeit                     | 20 Jahre  |
| Regularien/<br>Restriktionen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoff muss aus Biomasse bestehen.</li> <li>• Unterschieden wird nach der jeweiligen Größe der Anlage sowie dem verwendeten Brennstoff (Deponie-, Gruben- oder Klärgas, etc.), danach unterscheiden sich auch die Konditionen.</li> <li>• Mitteilungspflichten an Netzbetreiber müssen gewährleistet sein.</li> <li>• Befinden sich mehrere Anlagen in unmittelbarer räumlicher Nähe und die Inbetriebnahme nicht länger als 12 Monate zurückliegt, so werden diese als eine Anlage gesehen.</li> <li>• Anteildeckelung für Mais &amp; Getreide bei 50%</li> <li>• müssen technisch soweit ausgestattet werden, damit der Netzbetreiber die Einspeiseregulierung jederzeit fernsteuern kann und</li> </ul> |

|                   |  |
|-------------------|--|
|                   | bei z.B. Netzüberlastung runterregeln kann oder jederzeit die Ist-Einspeisung abrufen kann.  |
| Konditionen       | Klassifiziert wird nach Größe der Anlage, Vermarktungsform und verwendetem Brennstoff. In allen Fällen handelt es sich um eine Einspeisevergütung, welche sich bei der Höhe der Förderung nach den eben genannten Kriterien richtet. |
| Kombinierbarkeit  | Es ist ein einmaliger Wechsel zur Förderung des KWKG möglich. Ab da gelten die Förderbedingungen zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme abzüglich der bisherigen Betriebsjahre.  |
| Link zum Programm | <a href="https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html">https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html</a>  |

### A.3 EnergieStG (Energiesteuergesetz)

Das Energiesteuergesetz regelt die dazugehörige Energiesteuer. Diese versteuern fossile und erneuerbare Kraft- und Heizbrennstoffe. Durch Steuerentlastungen, soll der Ausbau effizienterer Anlagen forciert werden. „Ein Blockheizkraftwerk gehört zu den begünstigten Anlagen nach §3 Energiesteuergesetz.“ (Märtel o.J.).

**Tabelle 9: Energiesteuergesetz Überblick der Förderung (EnergieStG 2006)**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Programm                     | Steuerentlastung für KWK-Anlagen   |
| Art der Förderung            | Steuerentlastung   |
| Antragsstelle                | Hauptzollamt   |
| Laufzeit                     | 10 Jahre   |
| Regularien/<br>Restriktionen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vollständig:</b> hocheffiziente Anlagen oder noch im abschreibefähigen Zeitraum</li> <li>• <b>Teilweise:</b> nicht hocheffiziente Anlagen oder nicht mehr im abschreibefähigen Zeitraum</li> </ul> |
| Konditionen                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leichtes Heizöl: 6,014 Cent/Liter</li> <li>• Erdgas und andere gasförmige Kohlenwasserstoffe: 0,55 Cent/kWh</li> <li>• Flüssiggas: 6,06 Cent/kWh</li> </ul>   |
| Link zum Programm            | <a href="https://www.gesetze-im-internet.de/energiestg/">https://www.gesetze-im-internet.de/energiestg/</a>  |

### A.4 KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)

Die KfW beschreibt das Ziel des Förderprogramms 270 wie folgt:

„Das KfW-Programm Erneuerbare Energien "Standard" ermöglicht eine zinsgünstige Finanzierung von Vorhaben zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung, zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) sowie von Maßnahmen zur Integration erneuerbarer Energien in das Energiesystem.“ (KfW 2017b).

**Tabelle 10: KfW Förderprogramm 270 (vgl. KfW 2017b)**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Programm                     | Erneuerbare Energien – Standard (Produkt 270)   |
| Art der Förderung            | Förderkredit  |
| Antragsstelle                | Banken und Sparkassen   |
| Laufzeit                     | 5, 10, 15 oder 20 Jahre mit jeweils unterschiedlich vielen tilgungsfreien Anlaufjahren  |
| Regularien/<br>Restriktionen | Stromerzeugungs- und KWK-Anlagen auf Basis von Biogas.<br>Wärmeerzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien – Solarthermie |
| Konditionen                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• bis zu 50 Mio. Euro pro Vorhaben</li> </ul>  |

|                   |  |
|-------------------|--|
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• bis zu 100 % Ihrer Investitionskosten</li> <li>• 100 % Auszahlung</li> <li>• abrufbar innerhalb von 12 Monaten nach Zusage wahlweise in einer Summe oder in Teilbeträgen</li> <li>• Bereitstellungsprovision 0,25 % pro Monat beginnend 1 Monat und 2 Bankarbeitstage nach Zusage</li> </ul>  |
| Kombinierbarkeit  | Grundsätzlich ist eine Kumulierung mit anderen Programmen möglich, jedoch dürfen diese keine Beihilfe enthalten. Ausnahme: „Wenn in dem Programm Investitionen finanziert werden, die keine Förderung nach dem im Einzelfall jeweils einschlägigen EEG erhalten, ist eine Kombination auch mit Förderprogrammen möglich, in denen Beihilfen enthalten sind, sofern die zulässigen Beihilfeobergrenzen eingehalten werden.“ (KfW 2017b) |
| Link zum Programm | <a href="https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/Foerderprodukte/Erneuerbare-Energien-(270)/">https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/Foerderprodukte/Erneuerbare-Energien-(270)/</a>  |

Die KfW definiert das Ziel ihrer Förderung wie folgt: „Das Förderprodukt dient der zinsgünstigen langfristigen Kreditfinanzierung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Minderung des Kohlendioxid-Ausstoßes bei bestehenden Wohngebäuden. Es trägt dazu bei, die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung, insbesondere einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand, bis zum Jahr 2050 zu erreichen. Die Förderung soll darüber hinaus die finanzielle Belastung durch die Investitions- und Heizkosten reduzieren und diese für den Nutzer langfristig kalkulierbarer machen.“ (KfW 2018a).

**Tabelle 11: Programm Übersicht (KfW 2018a)**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Programm                     | Energieeffizient Sanieren – Kredit Programm 151, 152  |
| Art der Förderung            | Förderkredit  |
| Antragsstelle                | Banken und Sparkassen   |
| Laufzeit                     | 10, 20 oder 30 Jahre mit jeweils unterschiedlich vielen tilgungsfreien Anlaufjahren   |
| Regularien/<br>Restriktionen | A) Sanierung zum KfW-Effizienzhaus<br>B) Einzelmaßnahmen oder Kombinationen (siehe KfW (2018a))<br>C) Heizungs- und Lüftungspakete im Anreizprogramm – Energieeffizienz   |
| Konditionen                  | A) KfW55 → 27,5% → 27.500 €/WE<br>KfW70 → 22,5% → 22.500 €/WE<br>KfW85 → 17,5% → 17.500 €/WE<br>KfW100 → 15% → 15.000 €/WE<br>KfW115 → 12,5% → 12.500 €/WE<br>KfW Denkmal → 12,5% → 12.500 €/WE<br>Maximaler Förderbetrag 100.000 €/WE<br>B) max. Förderbetrag: 50.000 €/Wohneinheit<br>Tilgungszuschuss: 7,5 % bis zu 3.750 €/Wohneinheit<br>C) Förderbetrag max.: 50.000 Euro pro Wohneinheit (einschließlich der Durchführung von Einzelmaßnahmen)<br>Tilgungszuschusshöhe: 15 %, max. 15.000 €/Wohneinheit (auch für Energieeffizienzmaßnahme!) |
| Kombinierbarkeit             | Die Kumulierung mit andern Programmen ist grundsätzlich möglich. Jedoch gilt zu beachten, dass die „beihilferechtliche Förderhöchstgrenze“ nicht überschritten wird.<br>Heizungsanlagen zur Nutzung regenerativer Energien: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kumulierung mit KfW-Effizienzhaus ist möglich</li> <li>• Kombination mit BAFA Marktanreizprogramm und KfW – Erneuerbare Energien – Premium ist nicht möglich.</li> </ul>   |



|                   |  |
|-------------------|--|
|                   | <p>Hybride Brennwertheizungsanlagen auf Basis regenerativer und fossiler Brennstoffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelmaßnahmen Heizung und Solarthermie möglich</li> <li>• KfW Produkt 431 möglich</li> <li>• KfW Produkt 167 möglich</li> <li>• BAFA-Zuschuss ausgeschlossen</li> <li>• KfW Produkt 430 ausgeschlossen</li> <li>• KfW Produkt 275 ausgeschlossen</li> <li>• EEG Vergütung ausgeschlossen</li> <li>• Steuerliche Förderung ausgeschlossen</li> </ul> |
| Link zum Programm | <a href="https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Kredit-(151-152)/">https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Kredit-(151-152)/</a>  |

Die KfW beschreibt das Ziel der Förderung wie folgt: „Das Förderprodukt dient der Förderung von Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Minderung des Kohlenstoffdioxid-Ausstoßes bei bestehenden Wohngebäuden in Deutschland. Es trägt dazu bei, die energiepolitischen Ziele der Bundesregierung, insbesondere einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand bis zum Jahr 2050 zu erreichen. Die Förderung soll darüber hinaus die finanzielle Belastung durch die Investitions- und Heizkosten reduzieren und diese für den Nutzer langfristig kalkulierbarer machen.“ (KfW 2018b).

**Tabelle 12: Programm Übersicht (KfW 2018b)**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Programm                     | Energieeffizient Sanieren – Zuschuss Programm 430  |
| Art der Förderung            | Zuschuss   |
| Antragsstelle                | KfW  |
| Laufzeit                     | Einmaliger Zuschuss  |
| Regularien/<br>Restriktionen | <p>D) Sanierung zum KfW-Effizienzhaus</p> <p>E) Einzelmaßnahmen oder Kombinationen (siehe KfW 2018b)</p> <p>F) Heizungs- und Lüftungspakete im Anreizprogramm – Energieeffizienz</p>   |
| Konditionen                  | <p>D) KfW55 → 30% → 30.000 €/WE</p> <p>KfW70 → 25% → 25.000 €/WE</p> <p>KfW85 → 20% → 20.000 €/WE</p> <p>KfW100 → 17,5% → 17.500 €/WE</p> <p>KfW115 → 15% → 15.000 €/WE</p> <p>KfW Denkmal → 15% → 15.000 €/WE</p> <p>Maximaler Förderbetrag 100.000 €/WE<br/>(&lt;300€ gilt als Bagatellbetrag und wird nicht ausgezahlt)</p> <p>E) Zuschusshöhe → 10 % → max. 5.000 €/Wohneinheit<br/>(&lt;300€ gilt als Bagatellbetrag und wird nicht ausgezahlt)<br/>Förderbetrag max. 50.000 €/Wohneinheit (inkl. Maßnahmenpakete)</p> <p>F) Zuschusshöhe → 15 % → max. 7.500 €/Wohneinheit</p> |
| Kombinierbarkeit             | <p>Die Kumulierung mit andern Programmen ist grundsätzlich möglich. Jedoch gilt zu beachten, dass die „beihilferechtliche Förderhöchstgrenze“ nicht überschritten wird.</p> <p>Ausgeschlossen von einer zeitgleichen oder -versetzten Förderung sind folgende Programme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KfW Produkt 151/152</li> <li>• KfW Produkt 159</li> <li>• KfW Produkt 455</li> <li>• KfW Produkt 271</li> <li>• KfW Produkt 430</li> <li>• BAFA Marktanzreizprogramm</li> </ul>  |

|                   |   |
|-------------------|---|
| Link zum Programm | <a href="https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Zuschuss-(430)/">https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Zuschuss-(430)/</a> |
|-------------------|---|

## A.5 KWKG (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz)

Das KWKG-Gesetz hat als Ziel, die Förderung hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Aus klimapolitischen Gründen wurde dieses Gesetz erstmals 2012 aufgenommen und wird bis heute stetig weiterentwickelt und angepasst. (KWKG 2016).

**Tabelle 13: Programmübersicht (KWKG 2016)**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Programm                     | KWK-Bonus   |
| Art der Förderung            | Zuschuss  |
| Antragsstelle                | Stromnetzbetreiber  |
| Laufzeit                     | Richtet sich nach den Vollbenutzungsstunden   |
| Regularien/<br>Restriktionen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• für selbst genutzten Strom</li> <li>• für eingespeisten Strom</li> <li>• für bis zu 60.000 Vollbenutzungsstunden</li> </ul>  |
| Konditionen                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• für selbst genutzten Strom → 4 Cent/kWh</li> <li>• für eingespeisten Strom → 8 Cent/kWh</li> <li>• für 60.000 Vollbenutzungsstunden oder Einmalzuschuss für KWK-Anlagen bis 2 kW.</li> <li>• Detailliertere Darstellung der Fördermöglichkeiten und deren verschiedenen Varianten an Laufzeiten siehe KWKG 2016</li> </ul> |
| Link zum Programm            | <a href="https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/">https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/</a>   |

## B Kraft-Wärme-Kopplung: Brennstoffzelle

Die Förderprogramme beziehen sich oft auf die von dem Blockheizkraftwerk, da die meisten Förderungen sich in diesen Bereich auf Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen beziehen und nicht speziell auf einzelne Varianten. Da die Brennstoffzelle jedoch eine relativ innovative, moderne Anlage ist, gibt es spezielle Programme für die Anschaffung und den Betrieb, um die neue Technologie zu fördern und in den Markt zu integrieren.

### B.1 BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

|          |   |
|----------|---|
| Programm | Mini-KWK-Zuschuss bis 20 kW <sub>el</sub> |
|----------|---|

### B.2 KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)

Das Förderziel lt. KfW ist es den Brennstoffzellenausbau in Deutschland zu forcieren, da „das Förderprodukt [...] die Einführung der Brennstoffzellentechnologie zur Wärme- und Stromversorgung von neuen und bestehenden Wohn- und Nichtwohngebäuden in Deutschland [...] unterstützt.“ (KfW 2017a).

**Tabelle 14: Programmübersicht (KfW 2017a)**

|                   |  |
|-------------------|--|
| Programm          | Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Brennstoffzelle (433) |
| Art der Förderung | Zuschuss   |
| Antragsstelle     | KfW  |
| Laufzeit          | Einmaliger Zuschuss  |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Regularien/<br>Restriktionen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbau von stationären Brennstoffzellensystemen mit einer elektrischen Leistung von mindestens <math>P_{el} = 0,25 \text{ kW}_{el}</math> bis maximal <math>P_{el} = 5,0 \text{ kW}_{el}</math> (neue oder bestehende Wohn- und Nichtwohngebäude)</li> <li>• Konsultierung eines Energieeffizienz-Experten</li> <li>• Die Brennstoffzelle muss in die Wärme- und Stromversorgung der Immobilie eingebunden werden.</li> <li>• Bei Einbau muss ein hydraulischer Abgleich durchgeführt und dokumentiert werden. Rohrleitungen sind gemäß EnEV zu dämmen.</li> <li>• Der Einbau muss von Fachfirma durchgeführt werden.</li> <li>• Bei der Inbetriebnahme muss der Gesamtwirkungsgrad <math>\geq 0,82</math> und der elektr. Wirkungsgrad <math>\geq 0,32</math> betragen.</li> <li>• Der Hersteller garantiert einen Betrieb der Brennstoffzelle für einen Zeitraum von mind. 10 Jahren.</li> <li>• Die Brennstoffzelle braucht eine Vollwartung über mind. 10 Jahre, welcher einen elektr. Wirkungsgrad von mind. 0,26 sicherstellt.</li> <li>• müssen technisch soweit ausgestattet werden, damit der Netzbetreiber die Einspeiseregulierung jederzeit fernsteuern kann und bei z.B. Netzüberlastung runterregeln kann oder jederzeit die Ist-Einspeisung abrufen kann.</li> </ul> |
| Konditionen                  | <p>Investitionszuschuss nach Abschluss des Vorhabens.<br/>Der Zuschuss setzt sich zusammen aus:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einem Festbetrag (Grundförderung) von 5.700 Euro und</li> <li>• einem leistungsabhängigen Betrag (Zusatzförderung) von 450 Euro je angefangene 0,1 kW<sub>el</sub>.</li> </ul> <p>Es werden maximal 40 % der förderfähigen Kosten bezuschusst.</p>  |
| Kombinierbarkeit             | <p>Eine Kumulierbarkeit der Förderung ist ausschließlich mit dem Zuschuss des KWK-G möglich. Als Beihilfshöhe ist lediglich die Summe der gewährten Beihilfe zu veranschlagen. Eine gleichzeitige Beanspruchung des EEG ist nicht möglich. Weitere nutzbare und kombinationsfähige Programme der KfW sind die Programme: 151/152, 430 und 153)</p> <p>Ebenfalls ausgeschlossen sind jegliche weitere öffentliche Fördermittel.</p>   |
| Link zum Programm            | <p><a href="https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Foerderprodukte/Energieeffizient-Bauen-und-Sanieren-Zuschuss-Brennstoffzelle-(433)/">https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Foerderprodukte/Energieeffizient-Bauen-und-Sanieren-Zuschuss-Brennstoffzelle-(433)/</a></p>   |

|          |  |
|----------|--|
| Programm | Energieeffizient Sanieren – Kredit Programm 151, 152 |
|----------|--|

|          |   |
|----------|---|
| Programm | Energieeffizient Sanieren – Zuschuss Programm 430 |
|----------|---|

### B.3 KWKG (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz)

|          |           |
|----------|-----------|
| Programm | KWK-Bonus |
|----------|-----------|

### B.4 EnergieStG (Energiesteuergesetz)

|          |                                  |
|----------|----------------------------------|
| Programm | Steuerentlastung für KWK-Anlagen |
|----------|----------------------------------|

## C Photovoltaikanlagen

### C.1 EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz)

Das erstmals 2000 in Kraft getretene Erneuerbare-Energien-Gesetz ist ein Förderinstrument zur Forcierung des Ausbaus von erneuerbaren Energien. Es hat das Ziel der Initiierung der Energiewende. Seit seiner Entstehung wurde es stets weiterentwickelt und optimiert um Förderung einfacher, vielfältiger und der Zeitangemessen zu gestalten. Die letzte Überarbeitung fand 2017 statt. (vgl. BMWi o.J.)

**Tabelle 15: Übersicht EEG in der Thematik Mieterstrom (BmWi o.J.)**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Programm                     | Erneuerbare-Energien-Gesetz: Mieterstrom   |
| Art der Förderung            | Einspeisevergütung   |
| Antragsstelle                | Stromnetzbetreiber   |
| Laufzeit                     | 20 Jahre   |
| Regularien/<br>Restriktionen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Zuschlag gilt für Anlagen bis einer gesamt installierten Leistung von 100 kW</li> <li>• PV-Anlage ist in unmittelbarer räumlicher Nähe zur Immobilie.</li> <li>• Min. 40% der Gebäudefläche dient als Wohnraum</li> <li>• PV-Strom ist in unmittelbarer räumlicher Nähe zu verbrauchen.</li> <li>• Strom wird nicht durch ein Netz geleitet</li> <li>• Jährliches max. an Zubauten durch Mieterstromzuschläge auf 500 MW begrenzt (verpflichtend ist die Eintragung in das Register)</li> </ul> |
| Konditionen                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bis 10 kWp → 3,70 ct/kWh</li> <li>• &gt;10 bis 40 kWp → 3,37 ct/kWh</li> <li>• &gt;40 bis 100 kWp → 2,11 ct/kWh</li> </ul>  |
| Link zum Programm            | <a href="https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html">https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html</a>  |

**Tabelle 16: Übersicht EEG in der Thematik Photovoltaik (BmWi o.J.)**

|                   |   |
|-------------------|---|
| Programm          | Erneuerbare-Energien-Gesetz: Photovoltaik   |
| Art der Förderung | Einspeisevergütung  |
| Antragsstelle     | Stromnetzbetreiber  |
| Laufzeit          | 20 Jahre  |
| Voraussetzungen   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagen mit einer Leistung von &gt;30kW und höchstens 100 kW müssen technisch soweit ausgestattet werden, damit der Netzbetreiber die Einspeiseregulung jederzeit fernsteuern kann und bei z.B. Netzüberlastung runterregeln kann <u>oder</u> jederzeit die Ist-Einspeisung abrufen kann. (d.h. z.B. mit Gateway fähigem EMS)</li> <li>• Anlagen bis einer Leistung 30kW müssen technisch soweit ausgestattet werden, damit der Netzbetreiber die Einspeiseregulung jederzeit fernsteuern kann und bei z.B. Netzüberlastung runterregeln kann <u>oder</u> jederzeit die Ist-Einspeisung abrufen kann <u>oder</u> eine dauerhafte Reduzierung der Wirkleistungseinspeisung auf 70% der tatsächlichen Leistung der Anlage, am Verknüpfungspunkt mit dem öffentlichen Netz. (d.h. z.B. mit Gateway fähigem EMS)</li> <li>• Befinden sich mehrere Anlagen auf demselben Grundstück oder sind innerhalb von 12 Monaten in Betrieb genommen worden, gelten diese Anlagen als eine Anlage.</li> </ul> |

|                   |  |
|-------------------|--|
|                   | Sonstige Unterschiedliche Voraussetzungen je nach Größe der Anlage oder Art der Einspeisung. Auch für Bestandsgebäude gibt es extra Regularien. Detailliertere Angaben siehe <i>BMWi o.J.</i>  |
| Konditionen       | Die Förderung erfolgt über eine Einspeisevergütung, welche ja nach Anlagengröße variiert. Je nach Vermarktungsart unterscheidet sich zudem die Höhe der Förderung. Eine Einspeisevergütung von bis zu 12,60 ct/kWh ist möglich. Eine detaillierte Auflistung der Förderungen kann in <i>BMWi o.J.</i> eingesehen werden. |
| Link zum Programm | <a href="https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html">https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html</a>  |

## C.2 KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)

Die KfW beschreibt das Ziel ihrer Förderung wie folgt: „Das KfW-Programm Erneuerbare Energien "Speicher" unterstützt die Nutzung von stationären Batteriespeichersystemen in Verbindung mit einer Photovoltaikanlage, die an das elektrische Netz angeschlossen ist, durch zinsgünstige Darlehen der KfW und durch Tilgungszuschüsse, die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) finanziert werden.

Mit diesem Programm soll die Markt- und Technologieentwicklung von Batteriespeichersystemen angeregt werden. Die geförderten Systeme leisten einen Beitrag zur besseren Integration von kleinen bis mittelgroßen Photovoltaikanlagen in das Stromnetz.“ (KfW 2018d).

**Tabelle 17: Programmübersicht (KfW 2018d)**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Programm                     | Erneuerbare Energien - Speicher (KfW-Programm 275)   |
| Art der Förderung            | Tilgungszuschuss zu einem Finanzierungskredit der KfW (degressiv)  |
| Antragsstelle                | Banken und Sparkassen  |
| Laufzeit                     | 5, 10 oder 20 Jahre (jeweils unterschiedliche Vergütungen)   |
| Regularien/<br>Restriktionen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuerrichtung einer Photovoltaik-Anlage mit stationärem Batteriespeichersystem oder Stationäres Batteriespeichersystem, welches im Nachhinein zu einer Photovoltaikanlage installiert wird. (PV-Anlage nach 31.12.2012 errichtet)</li> <li>• Zugehörige PV-Anlage darf eine Leistung von 30 kWp nicht überschreiten</li> <li>• Pro PV-Anlage nur ein Batteriespeichersystem Förderbar.</li> <li>• Batteriespeicher muss sich in Deutschland befinden und mind. 5 Jahre „zweckentsprechend“ betrieben werden.</li> <li>• 50% Einspeiseregulierung (Voraussetzung des BMWi)<br/>„Die maximale Leistungsabgabe der Photovoltaikanlage am Netzanschlusspunkt beträgt 50% der installierten Leistung der Photovoltaikanlage. Die Verpflichtung zur Leistungsbegrenzung besteht dauerhaft für die gesamte Lebensdauer der Photovoltaikanlage, mindestens aber 20 Jahre, und erstreckt sich damit auch auf einen eventuellen Weiterbetrieb der Photovoltaikanlage nach Außerbetriebnahme des Speichersystems. Dem Netzbetreiber ist die Möglichkeit der Überprüfung der Leistungsbegrenzung auf eigene Kosten gegeben.“</li> <li>• Die Wechselrichter der geförderten Anlagen müssen über eine Fernsteuerung und Fernparametrierungsmöglichkeit verfügen.</li> </ul> |
| Konditionen                  | Mehrere hundert bis einige tausend Euro.<br>Mit diesem Programm der KfW können bis zu 100% der Nettoinvestitionskosten finanziert werden, solange diese förderfähig sind.  |

|                   |  |
|-------------------|--|
| Kombinierbarkeit  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kombination mit anderen KfW- oder ERP-Programmen ist ausgeschlossen.</li> <li>• Andere Zuschüsse können kumuliert werden „soweit das Zweifache des Tilgungszuschusses aus diesem Förderprogramm für jedes geförderte Batteriespeichersystem und die beihilferechtlichen Förderhöchstgrenzen insgesamt nicht überschritten werden.“</li> </ul> |
| Link zum Programm | <a href="https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Foerderprodukte/Erneuerbare-Energien---Speicher-(275)/">https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Foerderprodukte/Erneuerbare-Energien---Speicher-(275)/</a>  |

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Programm                     | Erneuerbare Energien - Standard (KfW-Programm 270)                      |
| Regularien/<br>Restriktionen | Photovoltaik-Anlagen; Stromspeicher für Photovoltaik-Anlagen I          |
| Konditionen                  | bis zu 100 % der förderfähigen Netto-Investitionskosten, max. 50 Mio. € |

## D Mieterstrom

Mieterstrom ist noch ein relativ modernes Konzept, weshalb es hierfür kaum spezielle Förderprogramme gibt.

### D.1 EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz)

|          |  |
|----------|--|
| Programm | Erneuerbare-Energien-Gesetz: Mieterstrom |
|----------|--|

## E Stromspeichersysteme

Eigene Förderprogramme für Batteriespeicher existieren eigentlich nicht, sondern finden sich immer in Kombination mit Photovoltaikanlagen. Bundesweit gibt es derzeit wenige Förderungen für Stromspeicher bzw. nur die KfW-Förderung in Kombination mit Photovoltaikanlagen. Länderspezifische Förderprogramme sind vor allem in Bayern und Nord-Rhein-Westfalen vorhanden.

### E.1 EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz)

Das erstmals 2000 in Kraft getretene Erneuerbare-Energien-Gesetz ist ein Förderinstrument zur Forcierung des Ausbaus von erneuerbaren Energien. Es hat das Ziel der Initiierung der Energiewende. Seit seiner Entstehung wurde es stets weiterentwickelt und optimiert, um Förderung einfacher, vielfältiger und der Zeit angemessen zu gestalten. Die letzte Überarbeitung fand 2017 statt. (vgl. BMWi o.J.)

**Tabelle 18: Beschreibung EEG für Stromspeicher (Bayernwerk 2017)**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Programm                     | Erneuerbare-Energien-Gesetz  |
| Art der Förderung            | Stromspeicherregelung  |
| Antragsstelle                | -  |
| Laufzeit                     | -  |
| Regularien/<br>Restriktionen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sollen die 40% EEG-Umlage-Reduzierung in Kraft treten, darf der Batteriespeicher lediglich mit erneuerbaren Energien sowie Grubengas beladen werden. Dies arbeitet nach dem Ausschließlichkeitsprinzip und lässt eine Beladung der Speicher mit nicht von der EEG gelisteter Anlagen nicht zu.</li> </ul> |

|                   |  |
|-------------------|--|
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Doppelbelastung durch die EEG-Umlage bei Strom von Batteriespeichern, gibt es seit der Überarbeitung des Gesetzes nicht mehr.</li> <li>• Für netzgekoppelte Stromspeicher entfällt das Netzentgeld für 20 Jahre bei Inbetriebnahme der Anlage vor dem 4. August 2026</li> </ul> |
| Konditionen       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verringerung der EEG-Umlage auf 40%</li> </ul>  |
| Link zum Programm | <a href="https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html">https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html</a>  |

## E.2 KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)

|          |  |
|----------|--|
| Programm | Erneuerbare Energien - Speicher (KfW-Programm 275) |
|----------|--|

|          |   |
|----------|---|
| Programm | Erneuerbare Energien – Standard (Produkt 270) |
|----------|---|

## F Ladeinfrastrukturen und Elektromobilität

### F.1 BAV (Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen)

Tabelle 19: Förderübersicht BAV (BMVI 2017)

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Programm                     | Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland   |
| Art der Förderung            | Zuschuss   |
| Antragsstelle                | BAV  |
| Laufzeit                     | Einmaliger Zuschuss  |
| Regularien/<br>Restriktionen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Ladestation muss 24 Stunden an 7 Tagen die Woche öffentlich zugänglich sein (ansonsten Reduzierung der Förderhöhe um 50%). Mindestreichbarkeit sin 12 Stunden pro Tag.</li> <li>• Strom für die Ladeinfrastruktur muss von erneuerbaren Energien stammen. Entweder von z.B. eigenen PV-Anlagen oder einem zertifizierten Grünstrom-Lieferanten.</li> <li>• Mind. Laufzeit der Anlage muss 6 Jahre betragen.</li> <li>• Öffentlich zugängliche Normalladeinfrastruktur (bis einschließlich 22kW)</li> <li>• Öffentlich zugängliche Schnellladeinfrastruktur (größer als 22 kW)</li> <li>• Technische Regularien: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Benötigt vor allem ein System zur Authentifizierung und Abrechnung, da öffentlich zugänglich.</li> <li>○ Online-Anbindung</li> <li>○ Muss Vorgaben des Mess-und Eichrechts entsprechen.</li> </ul> </li> </ul> |
| Konditionen                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Höchstsätze für Normalladestationen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Max. 60% (max. 3000€) pro Ladepunkt</li> </ul> </li> <li>• Höchstsätze für Schnellladestationen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Max. 60% (max. 12000€) pro Ladepunkt &lt;100kW</li> <li>○ Max. 60% (max. 30000€) pro Ladepunkt ab einschließlich 100kW</li> </ul> </li> <li>• Höchstsätze für Netzanschluss: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Max. 60% (max. 5000€) für Anschluss ans Niederspannungsnetz</li> <li>○ Max. 60% (max. 50000€) für Anschluss ans Mittelspannungsnetz</li> </ul> </li> </ul>  |

|                   |   |
|-------------------|---|
|                   | Förderungen sind jeweils nur in regelmäßig durchgeführten Ausschreibungszeitfenstern möglich.   |
| Link zum Programm | <a href="https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-ladeinfrastruktur-elektrofahrzeuge.html">https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/foerderrichtlinie-ladeinfrastruktur-elektrofahrzeuge.html</a> |

## F.2 BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

Die BAFA definiert das Ziel der Förderung wie folgt: „Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, mithilfe eines Umweltbonus den Absatz neuer Elektrofahrzeuge zu fördern. Dadurch wird ein nennenswerter Beitrag zur Reduzierung der Schadstoffbelastung der Luft bei gleichzeitiger Stärkung der Nachfrage nach umweltschonenden Elektrofahrzeugen um mindestens 300.000 Fahrzeuge geleistet. Durch die Förderung wird die schnelle Verbreitung elektrisch betriebener Fahrzeuge im Markt unterstützt.“ (BAFA 2018).

**Tabelle 20: Überblick BAFA Elektromobilität (BAFA o.J.b)**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Programm                     | Elektromobilität → Umweltbonus  |
| Art der Förderung            | Bonuszahlung  |
| Antragsstelle                | BAFA  |
| Laufzeit                     | Einmaliger Zuschuss   |
| Regularien/<br>Restriktionen | Bei Kauf oder Leasing sind folgende Elektrofahrzeuge förderbar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reine Elektrofahrzeuge</li> <li>• Plug-In Hybride</li> <li>• Brennstoffzellenfahrzeuge</li> </ul> Das Fahrzeug muss sich zudem auf der Liste der förderfähigen Fahrzeuge befinden. |
| Konditionen                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.000€ bei keiner lokalen CO<sub>2</sub>-Emission</li> <li>• 1.500€ bei 50g CO<sub>2</sub>-Emission pro km</li> </ul>  |
| Link zum Programm            | <a href="http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html">http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html</a>   |

## F.3 Steuerliche Förderung

Das Ziel der Förderung ist die Forcierung der Verbreitung von Elektrofahrzeugen. Zudem werden Brennstoffzellenfahrzeuge gefördert.

**Tabelle 21: Überblick Befreiung der KFZ-Steuer (KFZ-Auskunft 2018)**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Programm                     | Befreiung von der KFZ-Steuer  |
| Art der Förderung            | Steuerbefreiung   |
| Antragsstelle                | Kein Antrag notwendig   |
| Laufzeit                     | 10 Jahre  |
| Regularien/<br>Restriktionen | Reine Elektroautos, sowie Brennstoffzellenautos   |
| Konditionen                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Befreiung von der KFZ-Steuer für einen Zeitraum von 10 Jahren</li> <li>• Nachteilsausgleich Dienstwagenbesteuerung</li> <li>• Lohnsteuervorteil</li> </ul> |



## G Solarthermie

### G.1 BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

Ziel der BAFA Förderung ist das Anreizschaffen sowie die Forcierung des Solarthermie Ausbaus in Deutschland.

**Tabelle 22: Überblick BAFA Marktanreizprogramm (BAFA o.J.a)**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Programm                     | Heizen mit erneuerbarer Energie – Marktanreizprogramm Solarthermie  |
| Art der Förderung            | Förderung   |
| Antragsstelle                | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle   |
| Laufzeit                     | Einmaliger Zuschuss   |
| Regularien/<br>Restriktionen | Errichtung und Erweiterung von Solarthermieanlagen bis einschließlich 100 m <sup>2</sup> Kollektorfläche zur: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausschließlichen Warmwasserbereitung</li> <li>• Ausschließlichen Raumheizung</li> <li>• Kombinierten Warmwasserbereitung und Raumheizung</li> <li>• Bereitstellung von Prozesswärme</li> <li>• Zuführung der Wärme in Wärmenetze</li> <li>• Zuführung der Kälte in Kältenetze</li> <li>• Solaren Kälteerzeugung</li> </ul> Solarthermieanlagen mit Kollektoren ohne transparente Abdeckung auf der Frontseite sind nicht förderfähig (z. B. Schwimmbadabsorber). |
| Konditionen                  | Mit den Zuschüssen ist eine Förderung von bis zu 20.000€ möglich sein. Eine detaillierte Auflistung der Konditionen siehe <i>BAFA o.J.a</i> .   |
| Kombinierbarkeit             | Die Kumulierung mit anderen öffentlichen Programmen ist grundsätzlich möglich.  |
| Link zum Programm            | <a href="http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Solarthermie/solarthermie_node.html">http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/Solarthermie/solarthermie_node.html</a>   |

|          |   |
|----------|---|
| Programm | Heizen mit erneuerbarer Energie – Zusatzförderung: Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) |
|----------|---|

### G.2 KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)

Die KfW definiert das Ziel dieses Förderprogramms wie folgt: „Die KfW fördert mit zinsgünstigen Krediten den Einbau von Heizungsanlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Die Förderung kann in Ergänzung zu Zuschüssen aus dem Marktanreizprogramm zur "Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt" des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, siehe dazu [www.bafa.de](http://www.bafa.de)) genutzt werden. Die Förderung soll darüber hinaus die finanzielle Belastung durch die Investitions- und Heizkosten reduzieren und diese für den Nutzer langfristig kalkulierbarer machen.“ (KfW 2018c).

**Tabelle 23: Programmübersicht (KfW 2018c)**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Programm                     | Energieeffizient Sanieren – Programm 167   |
| Art der Förderung            | Ergänzungskredit   |
| Antragsstelle                | Banken, Sparkassen und Versicherungen  |
| Laufzeit                     | Bis zu 10 Jahre (1-2 tilgungsfreie Jahre)  |
| Regularien/<br>Restriktionen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Errichtung und Erweiterung von kleinen Heizungsanlagen mit EE:</li> </ul> |

|                   |   |
|-------------------|---|
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Solarthermie-Anlagen bis 40 m<sup>2</sup> Bruttokollektorfläche (auch reine Trinkwassererwärmung)</li> <li>○ Biomasseanlagen von 5 bis 100 kW Nennwärmeleistung,</li> <li>○ Wärmepumpen bis 100 kW Nennleistung sowie</li> <li>○ Kombi-Heizungen (Erneuerbare Energie und fossiler Energieträger) <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ bei selbst genutzten oder vermieteten Wohngebäuden sowie Eigentumswohnungen</li> </ul> </li> </ul> <p>bei Ersterwerb von neu sanierten Wohngebäuden oder Eigentumswohnungen</p> |
| Konditionen       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,46 % effektiver Jahreszins</li> <li>• Bis zu 50.000 Euro Kredit je Wohnung</li> <li>• bis zu 10 Jahre Kreditlaufzeit bei festem Zinssatz</li> </ul>  |
| Kombinierbarkeit  | <p>Die Kumulierung mit andern Programmen ist grundsätzlich möglich. Jedoch gilt zu beachten, dass die „beihilferechtliche Förderhöchstgrenze“ nicht überschritten wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kombination mit KfW Produkt 151/152 möglich</li> <li>• Kombination mit KfW Produkt 430 möglich</li> <li>• BAFA Zuschuss möglich</li> <li>• Kombination mit steuerlicher Förderung ist nicht möglich.</li> </ul>  |
| Link zum Programm | <a href="https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie-/Finanzierungsangebote/-Energieeffizient-Sanieren-Ergaenzungskredit-(167)/">https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie-/Finanzierungsangebote/-Energieeffizient-Sanieren-Ergaenzungskredit-(167)/</a>   |

|          |  |
|----------|--|
| Programm | Energieeffizient Sanieren – Kredit Programm 151, 152 |
|----------|--|

|          |   |
|----------|---|
| Programm | Energieeffizient Sanieren – Zuschuss Programm 430 |
|----------|---|

|          |  |
|----------|--|
| Programm | Erneuerbare Energien – Standard Programm 270 |
|----------|--|

## H Wärmepumpen

### H.1 BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

Ziel der BAFA Förderung ist das Anreizschaffen sowie die Forcierung des Wärmepumpenausbaus in Deutschland. Somit soll die finanzielle Hemmschwelle der potenziellen Kunden gesenkt werden.

**Tabelle 24: Überblick BAFA Marktanreizprogramm (BAFA o.J.c)**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Programm                     | Heizen mit erneuerbarer Energie – Marktanreizprogramm Wärmepumpen  |
| Art der Förderung            | Förderung + Zuschuss   |
| Antragsstelle                | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle  |
| Laufzeit                     | Einmaliger Zuschuss  |
| Regularien/<br>Restriktionen | <p>Errichtung von effizienten Wärmepumpen bis einschließlich 100 Kilowatt Nennwärmeleistung zur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kombinierten Warmwasserbereitung und Raumheizung von Gebäuden</li> </ul> |

|                   |  |
|-------------------|--|
|                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausschließlichen Raumheizung von Gebäuden, wenn die Warmwasserbereitung des Gebäudes zu einem wesentlichen Teil durch andere erneuerbare Energien erfolgt</li> <li>• Ausschließlichen Raumheizung von Nichtwohngebäuden</li> <li>• Bereitstellung von Prozesswärme</li> <li>• Bereitstellung von Wärme für Wärmenetze</li> </ul>  |
| Konditionen       | <p>Mit einer Wärmepumpe welche die erneuerbare Wärme aus Wasser, Luft und Erde nutzt, kann von Zuschüsse in Höhe von bis zu 15.000 € profitiert werden. Die Förderung unterteilt sich in folgende vier Unterpunkte:</p> <p>A) Basisförderung (nur Bestandsimmobilien)<br/> B) Innovationsförderung (Immobilienbestand und Neubauten)<br/> C) Zusatzförderung (zzgl. Basis- und Innovationsförderung)<br/> D) Zusatzbonus (Zuschuss nach dem APEE)</p> <p>Innerhalb der Punkte wird nach verschiedenen Kriterien die Höhe der Förderung festgelegt. Z.B. um welche Art von Wärmepumpe es sich handelt, Luft/Luft; Waser/Luft, etc. Für die anwendungsbezogene detaillierte Beschreibung der Förderung siehe <i>BAFA o.J.c</i></p> |
| Kombinierbarkeit  | <p>Eine Kombination mit anderen öffentlichen Fördermitteln ist grundsätzlich möglich, außer es wurden spezielle Regelungen getroffen, welche eine Kumulierung verhindern.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kombination mit KfW Produkt 153 möglich</li> <li>• Kombination mit KfW Produkt 167 möglich</li> </ul> <p>Förderhöchstbetrag: max. das Doppelte der BAFA-Förderbeträge</p>   |
| Link zum Programm | <a href="http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren-_Energien/Waermepumpen/waermepumpen_node.html">http://www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren-_Energien/Waermepumpen/waermepumpen_node.html</a>  |

|          |   |
|----------|---|
| Programm | Heizen mit erneuerbarer Energie – Zusatzförderung: Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE) |
|----------|---|

## H.2 KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)

|          |   |
|----------|---|
| Programm | Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit Programm 167 |
|----------|---|

|          |  |
|----------|--|
| Programm | Energieeffizient Sanieren – Kredit Programm 151, 152 |
|----------|--|

|          |   |
|----------|---|
| Programm | Energieeffizient Sanieren – Zuschuss Programm 430 |
|----------|---|