

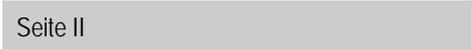


Planung und Entwicklung  
Gesellschaft mbH  
Schellingstraße 4/2  
72072 Tübingen  
Telefon 0 70 71 93 94 0  
Telefax 0 70 71 93 94 99  
mail@eboek.de  
www.eboek.de

# Potenzialstudie Erneuerbare Energien für Siedlungsgebiete in Frankfurt am Main

## Endbericht Teil 4 von 4

Fertiggestellt im: September 2020  
im Auftrag von: Magistrat der Stadt Frankfurt am Main  
Energierreferat  
Adam-Riese-Straße 25  
60327 Frankfurt am Main  
Projektleitung: Ulrich Rochard  
Inhaltliche Bearbeitung: Marc-André Claus, Maria Hernández-Clua, Daniel Herold,  
Olaf Hildebrandt, Kathrin Judex, Sven Kobelt, Gerhard  
Lude, Ulrich Rochard



## 13 Schlussfolgerungen aus der Untersuchung von acht Neubaugebieten

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden die Klimaschutzteilkonzepte für acht unterschiedliche Neubaugebiete im Stadtgebiet Frankfurt erarbeitet. Drei zentrale Aufgabenstellungen waren dabei:

1. die Ermittlung der Potenziale lokaler<sup>21</sup> (erneuerbarer) Energieträger zur Wärme-, Kälte- und Stromversorgung eines Gebiets bzw. die Quantifizierung von deren Vor-Ort-Nutzung für unterschiedliche Versorgungsvarianten,
2. die Prognose der mit selbigen Versorgungsvarianten möglichen Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber einer Referenz und der Erreichung der Klimaschutzziele der Stadt Frankfurt bis 2050,
3. die Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Versorgungsvarianten mit möglichst hohen Anteilen erneuerbarer Energie gegenüber einer Referenz.

An Hand dieser Aufgabenstellungen werden im Folgenden die Schlussfolgerungen der durchgeführten Untersuchungen zusammengefasst.

### 13.1 Vor-Ort-Nutzung lokaler Energieträger

Zur Quantifizierung der möglichen Vor-Ort-Nutzung der Potenziale lokaler (erneuerbarer) Energieträger wurde der Autarkiegrad eingeführt.

- Der Autarkiegrad entspricht dem unter realistischen Randbedingungen erreichbaren Deckungsanteil der lokalen (erneuerbaren) Energieträger (bzw. der daraus gewonnenen Sekundär- bzw. Endenergie) am Gesamtenergieeinsatz für die Wärme-, Kälte- und Stromversorgung eines Gebiets. Exportierte Energiemengen werden nicht berücksichtigt.
- Die Prognose des erreichbaren Autarkiegrads für die betrachteten Versorgungsvarianten erfolgt auf Basis der dynamischen Zeitverläufe von Energieerzeugung, Speicherung und Bedarf (wenn möglich stündlich, mindestens aber monatlich).

Die Untersuchungen haben gezeigt: bei bestmöglicher Nutzung der Potenziale lokaler (erneuerbarer) Energieträger (insbes. Solarenergie sowie Umweltwärme oder Abwärme) können auch in dicht besiedelten urbanen Gebieten Autarkiegrade von über 60 % der Wärme-, Kälte- und Stromversorgung erreicht werden. Dazu sollten

---

<sup>21</sup> „lokal“ bedeutet im vorliegenden Bericht: innerhalb des betrachteten Gebiets oder in dessen unmittelbarer Umgebung.

die nachfolgenden Hinweise und Empfehlungen beachtet werden. Die prognostizierten Autarkiegrade für urbane Gebiete sind in Abb. 225 für unterschiedliche Szenarien der Nutzung lokaler Energieträger dargestellt.

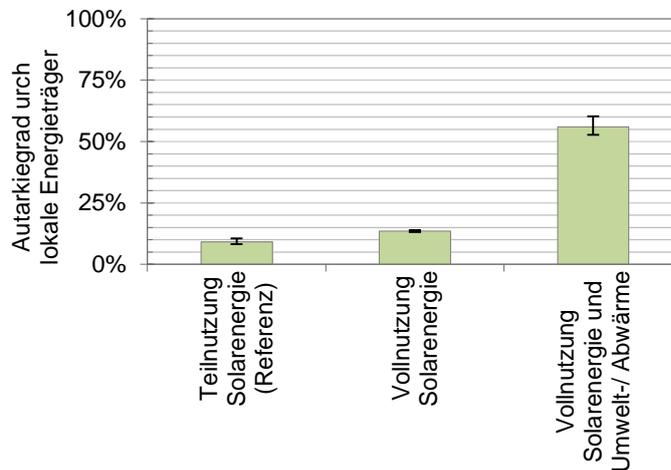


Abb. 225: Prognostizierte Autarkiegrade für unterschiedliche Szenarien der Nutzung lokaler (erneuerbarer) Energieträger zur Wärme-, Kälte und Stromversorgung urbaner Gebiete.

Die **Solarenergie** ist der lokale erneuerbare Energieträger, der in nahezu allen Gebieten gleichermaßen verfügbar ist. Die Nutzung der Solarenergie ist alternativlos für die lokale erneuerbare Stromversorgung und kann einen wichtigen Beitrag zur lokalen erneuerbaren Wärme-/Kälteversorgung leisten.

- Unter den heutigen Randbedingungen kann in Neubaugebieten die maximal mögliche Nutzung von Solarenergie uneingeschränkt empfohlen werden. Die Einführung einer Nutzungspflicht oder zumindest die Aussprache einer dringenden Nutzungsempfehlung für Anlagen zur Solarenergiegewinnung (ggf. auch durch Dritte) sollte in Betracht gezogen werden: mindestens für Neubauten oder Sanierung von öffentlichen Gebäuden, besser jedoch für alle privaten Neubauten und am besten auch für alle Sanierungen von privaten bestehenden Gebäuden.
- Der mittels Solarenergie erreichbare Autarkiegrad ist in erster Linie begrenzt durch die Verfügbarkeit solarenergetisch nutzbarer Flächen. Wenn ein Großteil der Dachflächen der Gebäude genutzt werden kann, liegt diese Grenze bei etwa 15 % bezogen auf den Gesamtenergieeinsatz für Wärme-, Kälte- und Stromversorgung in urbanen Gebieten und Kerngebieten bzw. bei etwa 20 % in für Stadtgebiete typischen Wohn- und Mischgebieten. Der erreichbare Autarkiegrad kann höher ausfallen für Gebiete mit einem niedrigeren Maß der baulichen Nutzung sowie durch die Nutzung zusätzlicher Flächen zur Solarenergiegewinnung.

- Es wird daher dringend empfohlen energetische und andere Belange frühzeitig abzuwägen und passende Flächennutzungspläne bzw. -konzepte (gerade auch für Dachflächen) zu erstellen. Alle städtischen Akteure sollten ein Augenmerk auf die Bereitstellung von zusätzlichen Flächen zur Solarenergiegewinnung (über Dächer und Fassaden hinaus) legen.
- Auf Grund der Vielzahl an Produkten und Einbaumöglichkeiten kann die Gewinnung von Solarenergie bei guter Vorplanung oft als Zweitnutzung von Flächen vorgesehen werden (bspw. bei sozialen oder ökologischen Ausgleichsflächen, Regenwasser-Retentionsflächen, Flächen zur intensiven Begrünung, landwirtschaftlichen Flächen, Verkehrsflächen u. v. m.).
- Trotzdem sind in städtischen Gebieten in der Regel zu wenige Flächen verfügbar. Daher sollte in Kombination mit S/W-Wärmepumpen auch der Einsatz von photovoltaisch-thermischen Hybridkollektoren (PVT-Kollektoren) in Betracht gezogen werden. Da Wärmepumpen (siehe dazu unten) einen guten thermischen Energieertrag der PVT-Kollektoren ermöglichen und gleichzeitig der elektrische Energieertrag optimiert wird, kann so der maximale Jahresertrag an Solarenergie pro Flächeneinheit erzielt werden.

Zwei weitere lokale Energieträger, die in vielen Gebieten ein großes Potenzial bieten, sind **Umweltwärme und Abwärme** (letztere ist technisch betrachtet meist nicht erneuerbar, aber i.d.R. mit keinen oder sehr niedrigen CO<sub>2</sub>-Emissionen behaftet). Diese Energieträger erfordern meist den Einsatz von **Wärmepumpen** um zur Wärmeversorgung von Gebäuden genutzt zu werden.

- Für Wärmepumpen gilt generell: umso kleiner die Temperaturdifferenz zwischen Quelltemperatur und verbraucherseitiger Solltemperatur (für Raumheizung, Trinkwassererwärmung o. ä.), desto weniger elektrische Energie ist zum Betrieb der Wärmepumpe erforderlich. Bei der Wärmeversorgung von Wohngebäuden sind folglich die entsprechenden Temperaturniveaus in den Wintermonaten bzw. in der Heizperiode von größter Bedeutung, da in diesem Zeitraum die meiste Wärme erzeugt werden muss. Daraus lassen sich einige Empfehlungen ableiten.
- Wärmequellen mit einem höheren mittleren Temperaturniveau in der Heizperiode sind bevorzugt zu verwenden. In den meisten Fällen bedeutet das: Abwärme (z.B. aus Abwasser oder Prozessen), Erdwärme und Umweltwärme aus Grundwasser oder Oberflächengewässern sind aus energetischen und ökologischen Gesichtspunkten zu bevorzugen gegenüber Außenluft als Wärmequelle. Dies hat nicht nur Vorteile für das jeweilige Gebiet selbst, sondern reduziert auch unvorteilhafte Auswirkungen der Wärmeversorgung des Gebiets auf das städtische Stromnetz bzw. das regionale Übertragungsnetz. Ein Beispiel für solche negativen Auswirkungen sind

Lastspitzen verursacht durch den gleichzeitigen Betrieb vieler Luft/Wasser-Wärmepumpen in den Wintermonaten bei niedrigen Außentemperaturen.

- Die technische Gebäudeausrüstung ist so zu gestalten, dass möglichst niedrige verbraucherseitige Solltemperaturen erforderlich sind. Daraus folgt zum einen der Einsatz von Flächenheizungen zur Wärmeübergabe an die Räume, zum anderen der Einsatz von Wohnungsstationen in Mehrfamilienhäusern.
- Werden die oben genannten Voraussetzungen erfüllt, kann in städtischen Gebieten durch den effizienten Einsatz von Wärmepumpen ein Autarkiegrad von etwa 40 % bezogen auf den Gesamtenergieeinsatz für Wärme, Kälte und Stromversorgung erreicht werden.

Die Erschließung von energetisch und ökologisch günstigen Wärmequellen (siehe oben) zieht unweigerlich einen planerischen und finanziellen Mehraufwand nach sich, welcher als zentrale Herausforderung bei der Umsetzung solcher Projekte betrachtet werden muss. Sei es die zentrale Erschließung eines Abwasserkanals und das zur Verteilung notwendige Wärmenetz oder die Niederbringung und Anbindung zahlreicher Erdwärmesonden zur Versorgung eines urbanen Gebiets.

- Diese Herausforderung kann aber sollte nicht alleine den Investoren bzw. Bauherren überlassen werden. Anzustreben ist, dass die städtischen Akteure Strategien erarbeiten und Möglichkeiten finden, diese Erschließungsmaßnahmen zu unterstützen und zu begünstigen. Wie schon bei der Solarenergiegewinnung ist ein zentraler Punkt die Erarbeitung passender Flächennutzungskonzepte, zum Beispiel um Vorzugsflächen zur Erdwärmennutzung auszuweisen, auf denen dann unter anderem keine Bäume gepflanzt werden. Bei jedem Neubaugebiet sollte geprüft werden, ob Erschließungsmaßnahmen zur Nutzung lokaler Energieträger mit anderen ohnehin notwendigen Maßnahmen zum Aufbau der Infrastruktur verbunden und damit kostengünstiger erbracht werden können (beispielsweise der Einbau von Leitungen für Wärmenetze zusammen mit anderen Gewerken oder die Ausrüstung von ohnehin zu errichtender Kanalisationsbauten mit Wärmetauschern zur Abwasserwärmennutzung). Nicht zuletzt sollten Anforderungen und Erwartungen an die Investoren oder Bauherren seitens der städtischen Akteure klar definiert und kommuniziert werden.
- Darüber sollte auch die Planung der Gebäude auf eine möglichst effektive Nutzung der begrenzt verfügbaren Wärmequellen abzielen. So sollten die von der Wärmepumpe zu erbringende maximale Heizleistung und damit die erforderliche maximale Quellenleistung möglichst niedrig ausfallen, um den Aufwand zur Erschließung der Wärmequelle zu begrenzen. Dies kann in erster Linie durch einen möglichst guten Gebäude-Energiestandard erreicht werden. Außerdem kann sich der Einsatz von großen Pufferspeichern günstig auswirken.

Im Hinblick auf die strategische Erschließung von Wärmequellen sollte auch ein Augenmerk auf die Abwärme aus technischen Prozessen gelegt werden. Die Prozesse haben häufig einen sehr hohen Energiebedarf und bieten dem entsprechend ein enormes Potenzial zur Abwärmenutzung.

- Ein typisches Beispiel dafür sind die bestehenden und geplanten Rechenzentren im Stadtgebiet. Die Energiedichte dieser Prozesse ist häufig so hoch, dass eher ein ganzer Stadtteil als ein einzelnes Neubaugebiet mit Wärme versorgt werden könnte. Folglich sind für eine Nutzung dieser enormen Potenziale Strategien und Konzepte hilfreich, die über die Betrachtung eines einzelnen Neubaugebiets hinausgehen.
- Ein möglicher Ansatz ist zum Beispiel die Auskopplung der Abwärme ggf. mittels Wärmepumpen zur Einspeisung in ein Nahwärmenetz oder sogar in das städtische Fernwärmeverbundnetz. Zu beachten ist dabei, dass zur Einspeisung in Wärmenetze, insbesondere im Bestand, relativ hohe Vorlauftemperaturen notwendig sind. Im besten Fall wird die Abwärme daher auf einem möglichst hohen Temperaturniveau zu Verfügung gestellt, so dass für die Wärmeversorgungsanwendungen kein oder nur noch ein geringer Temperaturhub notwendig ist.

Um dies zu erreichen ist ggf. eine frühzeitige Planung und Abstimmung aller beteiligten Akteure notwendig. Die kann ebenfalls am Beispiel der Rechenzentren erläutert werden: entscheidend für das Temperaturniveau der Abwärme ist hier die technische Ausführung und Auslegung der Kühlsysteme der Rechentechnik. Die höchsten Temperaturen zur Einspeisung der Abwärme in ein Wärmenetz können hier beim Einsatz von Flüssigkeitskühlung erzielt werden. Darauf sollte bereits bei der Genehmigung und Planung neuer Rechenzentren hingewirkt werden. Zudem können die Standorte der Rechenzentren auf die Wärmebedarfsdichte und ggf. auf die Verfügbarkeit von Wärmenetztrassen im Stadtgebiet abgestimmt werden.

## **13.2 Prognose und Bewertung von Treibhausgasemissionen in Neubaugebieten**

Für jede Versorgungsvariante wurden die Treibhausgasemissionen prognostiziert, die heute und in Zukunft durch die Energieversorgung des betrachteten Gebiets entstehen werden. Dies erfolgte in Anlehnung an die CO<sub>2</sub>-Bilanzierungs-Systematik der Stadt Frankfurt [Ifeu 2017]. Zwischenergebnis sind sogenannte „endenergiebasierte Territorialbilanzen“, welche aus dem prognostizierten (End-) Energiebedarf

aller eingesetzten Energieträger für die Wärme-, Kälte-, und Stromversorgung<sup>22</sup> des betrachteten Gebiets ermittelt wurden. Die Umrechnung auf die resultierenden Treibhausgasemissionen erfolgt über die spezifischen CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sup>23</sup> der jeweiligen Energieträger und ergibt schließlich eine „Verursacherbilanz“ der Treibhausgasemissionen. Die Allokation der Emissionen auf Wärme und Strom aus lokalen Kraft-Wärme-Kopplungs-Prozessen wird mit der Carnot-Methode (auch Exergiemethode) bestimmt. In der vorliegenden Arbeit wurde davon ausgegangen, dass ein Großteil des erzeugten Stroms aus lokalen Kraft-Wärme-Kopplungs-Prozessen direkt im Gebiet genutzt wird. In diesem Fall wurde der entsprechende Anteil der damit verbundenen Treibhausgasemissionen in der Bilanz des Gebiets berücksichtigt.

In Abb. 226 ist eine **Übersicht der Prognose-Ergebnisse** gezeigt für unterschiedliche Grundvarianten der lokalen Energieversorgung der Gebiete. Zur Bewertung dieser Ergebnisse stellt sich die Frage, welche Maximalwerte der Emissionen nicht überschritten werden sollten um eine Erreichung der Klimaschutzziele bis 2050 zu gewährleisten. Basierend auf den derzeitigen Zielwerten des „Masterplans 100 % Klimaschutz“ der Stadt Frankfurt sollten neue Quartiere mit überwiegender Wohnnutzung in 2050 nicht mehr als 0,1 t bis 0,2 t energiebedingte Treibhausgasemissionen pro Einwohner und Jahr verursachen. Diese Grenzwerte wurden ebenfalls in das Diagramm eingezeichnet.

Vorab einige Erläuterungen zum nachfolgenden Diagramm:

- Voraussetzung zur Erreichung der prognostizierten Werte für 2050 ist immer die erfolgreiche Reduktion der Treibhausgasemissionen der von außen zugeführten Energieträger entsprechend der heutigen Klimaschutzszenarien. Das betrifft den bundesweiten Strommix bei allen Varianten und die städtische Fernwärmeversorgung bei der Fernwärme-Variante. Für den Energieträger Erdgas wurde keine Reduktion der spezifischen Treibhausgasemissionen angenommen.
- Die gezeigten Fehlerindikatoren sollen die Bandbreite der möglichen Ergebnisse aufzeigen, welche in erster Linie von Größe, baulicher Dichte und Nutzungsstruktur der Gebiete abhängig ist. Bei der Fernwärme-Variante zeigt der Fehlerindikator für 2050 die Emissionen an, die sich ergeben würden, wenn keine Reduktion der spezifischen Treibhausgasemissionen der Fernwärme gegenüber heute erfolgt.

---

<sup>22</sup> Es wurden während der Nutzung anfallende Energiemengen basierend auf den dynamischen Zeitverläufen von Energieerzeugung, Speicherung und Bedarf berücksichtigt, nicht aber der kumulierte Energieaufwand über den gesamten Lebenszyklus („graue Energie“).

<sup>23</sup> Für die Prognosen wurden unterschiedliche spezifische CO<sub>2</sub>-Äquivalente entsprechend den in der Literatur verfügbarer Szenarien zur Erreichung der Klimaschutzziele in Deutschland für 2030, 2040 und 2050 angesetzt.

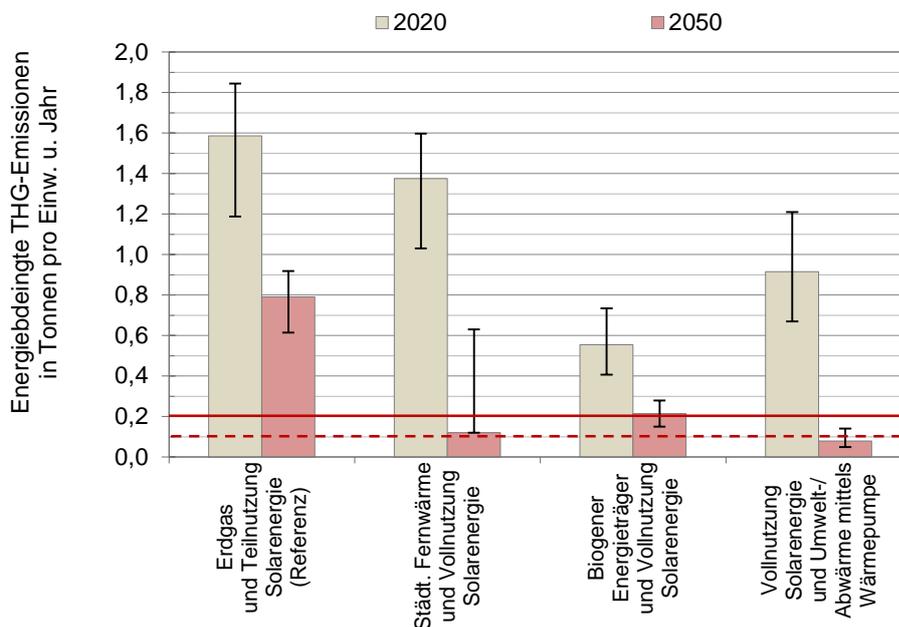


Abb. 226: Prognostizierte Treibhausgasemissionen für unterschiedliche Varianten der Energieversorgung mit Wärme, Kälte und Strom in städtischen Gebieten.

An Hand der Ergebnisse lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Mit der Referenz-Wärmeversorgung basierend auf Erdgas würden voraussichtlich energiebedingte Treibhausgasemissionen von etwa 0,8 t pro Einwohner und Jahr in 2050 erreicht. Damit ist die notwendige Reduktion der Treibhausgasemissionen nicht zu schaffen - auch bei Ausnutzung der lokalen Solarenergiepotenziale und bei erfolgreicher Dekarbonisierung des bundesweiten Strommix.
- Bei der Wärmeversorgung mittels städtischer Fernwärme und gleichzeitiger Ausnutzung der lokalen Solarenergiepotenziale könnten voraussichtlich energiebedingte Treibhausgasemissionen von etwa 0,1 t pro Einwohner und Jahr in 2050 erreicht werden. Voraussetzung dafür ist die konsequente Dekarbonisierung der Fernwärme. Es ist anzunehmen, dass bei dieser Herkulesaufgabe nur langsam Fortschritte erzielt werden. Für das kommende Jahrzehnt ist daher erst einmal nur eine geringfügige Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber der Erdgas-Variante zu erreichen.
- Mit einer Wärmeversorgung basierend auf biogenen Energieträgern (nicht lokal) und gleichzeitiger Ausnutzung der lokalen Solarenergiepotenziale könnten voraussichtlich energiebedingte Treibhausgasemissionen von etwa 0,2 t pro Einwohner und Jahr in 2050 erreicht werden. Da es sich um einen erneuerbaren Energieträger handelt, wird mit dieser Variante im Vergleich zu

allen anderen Varianten die größte kurzfristige Reduktion der Treibhausgasemissionen erreicht. Problematisch ist allerdings die begrenzte Verfügbarkeit der biogenen Energieträger sowie lokalen die Immissionen im Gebiet, die ggf. entstehen.

- Bei bestmöglicher Nutzung lokaler (erneuerbarer) Energieträger – also Solarenergie kombiniert mit Umweltwärme oder Abwärme (mittels Wärmepumpen) – könnten voraussichtlich energiebedingte Treibhausgasemissionen von unter 0,1 t pro Einwohner und Jahr in 2050 erreicht werden. Durch die bereits vorangeschrittene Dekarbonisierung des bundesweiten Strommix kann mit dieser Variante auch kurzfristig eine nennenswerte Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber der Referenz erreicht werden. Alle zukünftigen Reduktionen hängen bei dieser Variante stärker vom Fortschreiten der Dekarbonisierung des Strommix ab als bei den anderen Varianten.

### **III. AKTEURSBETEILIGUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT**

## **14 Akteursbeteiligung**

### **14.1 Investoren und Projektentwickler**

Im Rahmen der Konzepterstellung fanden auch zahlreiche Gesprächstermine mit Investoren statt, die in den betreffenden Gebieten Projekte realisieren werden. Die Gespräche dienten dem Austausch über bereits bestehende Planungen der Investoren hinsichtlich Energieversorgung und Gebäudeenergiestandard, der Information über die Ergebnisse der Klimaschutz-Teilkonzepte und den sich daraus ergebenden Empfehlungen sowie der Diskussion über gebietsspezifische Problemstellungen sowie Bedenken und Hemmnissen seitens der Investoren in Bezug auf die Empfehlungen.

#### **14.1.1 Gesprächspartner**

Mit folgenden Investoren fanden Gespräche zu den jeweiligen Gebieten statt:

##### **Gebiet Hanauer Landstraße – ehemaliges Mercedes-Gelände**

- DIE WOHNKOMPANIE Rhein-Main GmbH, Frankfurt
- Lang & Cie Real Estate AG, Frankfurt

##### **Gebiet Honsell-Dreieck – Hotelgebäude am Molenkopf**

- B+L-Gruppe, Hamburg

##### **Gebiet Günthersburghöfe**

- ABG Frankfurt Holding Wohnungsbau- und Beteiligungsgesellschaft mbH, Frankfurt
- ABGnova GmbH, Frankfurt
- Instone Real Estate Development GmbH, Frankfurt

##### **Gebiet Am Römerhof**

- ABG Frankfurt Holding Wohnungsbau- und Beteiligungsgesellschaft mbH, Frankfurt
- ABGnova GmbH, Frankfurt

## **Gebiet An der Sandelmühle**

- Ten Brinke Wohnungsbau GmbH & Co. KG, Bad Nauheim
- ABG Frankfurt Holding Wohnungsbau- und Beteiligungsgesellschaft mbH, Frankfurt

### **14.1.2 Identifizierte Hemmnisse**

In den Gesprächen wurden seitens der Investoren verschiedene Hemmnisse genannt, welche der Umsetzung der Empfehlungen aus dem jeweiligen Klimaschutzteilkonzept entgegenstanden:

- Erhöhte Investitionen durch verbesserten Gebäudeenergiestandard bzw. durch ein Energieversorgungskonzept mit möglichst hoher Ausnutzung lokaler (erneuerbarer) Energien.

Da den erhöhten Investitionen meist verringerte Betriebskosten gegenüber stehen, ist die Relevanz dieses Hemmnisses abhängig vom Geschäftsmodell des jeweiligen Investors. Werden Objekte nur bis zum Verkauf an den zukünftigen Eigentümer entwickelt, ist die Relevanz i.d.R. groß. Werden die fertigen Objekte vom Investor selbst bewirtschaftet, ist dieses Hemmnis weniger relevant.

- Die Ansicht, dass EnEV-Standard bereits ausreichend anspruchsvoll ist und weitergehende Standards nicht notwendig sind.
- Nicht ausreichend klare bzw. abgestimmte Definition und Kommunikation seitens der unterschiedlichen städtischen Akteure im Hinblick auf die Anforderungen der Stadt an die Neubaugebiete sowie der möglichen Erfüllungsoptionen für die Investoren.

## **14.2 Energieversorger und Netzbetreiber**

Während des Projektablaufs fanden mehrere Besprechungen mit der Mainova AG und der NRM Netzdienste Rhein-Main GmbH statt.

## **14.3 Stadtverwaltung**

Als Auftraggeber war das Energiereferat der Stadt Frankfurt a.M. stets in engem Kontakt mit dem Projektteam des Auftragnehmers. Über einen langen Zeitraum fand fast wöchentlich ein Jour Fixe statt, bei dem die anstehenden Fragen erörtert wurden.

Der Austausch ist in den Protokollen zu den Jour-Fixe-Terminen als Anlage zu diesem Bericht dokumentiert.

Neben dem Umweltamt war vor allem das Stadtplanungsamt in die Arbeit zu den Klimaschutzteilkonzepten involviert. Die wesentlichen Punkte dieser Zusammenarbeit sowie die daraus gewonnenen Erkenntnisse zur einer verbesserten Integration klimapolitischer Belange in die energetische Bauleitplanung werden in den folgenden Abschnitten dargestellt.

### **14.3.1 Austausch im Rahmen der Klimaschutz-Teilkonzepte**

An erster Stelle im Hinblick auf die Beteiligung von Akteuren an den erarbeiteten Klimaschutzteilkonzepten stand das Stadtplanungsamt Frankfurt am Main. Das Stadtplanungsamt lieferte i.d.R. alle grundlegenden Informationen zur geplanten Entwicklung der Gebiete und zu den laufenden Planverfahren, es stellte außerdem Kontakte zu den involvierten Investoren her. Gleichzeitig ist das Stadtplanungsamt auch einer der entscheidenden Akteure, wenn es um die Umsetzung der im Rahmen der Klimaschutzteilkonzepte erarbeiteten Empfehlungen geht.

Neben zahlreichen bilateralen Gesprächen mit den zuständigen Ansprechpartner\*Innen zu den untersuchten Gebieten fanden im Zusammenhang mit den Klimaschutzteilkonzepten auch mehrere Treffen und Workshops statt, unter anderem:

- Auftakttreffen zur Erarbeitung der Klimaschutzteilkonzepte mit dem Stadtplanungsamt und dem Energiereferat am 23.01.2018 in Frankfurt
- Planungsworkshop des Stadtplanungsamts zum Baugebiet Am Römerhof vom 12.03.2018 bis zum 16.03.2018 in Frankfurt
- Vorstellung der Ergebnisse aus den Klimaschutzteilkonzepten auf Dezernatsebene am 06.09.2019 in Frankfurt
- Vorstellung der Ergebnisse aus den Klimaschutzteilkonzepten für alle Mitarbeiter\*Innen des Stadtplanungsamts am 10.09.2019

### **14.3.2 Erkenntnisse für die Integration klimapolitischer Belange in der energetischen Bauleitplanung in Frankfurt a.M.**

Im Rahmen der Bauleitplanung ist die Stadtverwaltung nach § 1 Abs. 5 Satz 2 BauGB verpflichtet, Klimaschutz und Klimaanpassung zu fördern und die entsprechenden Belange angemessen zu berücksichtigen. Dabei steht der Klimaschutz gleichwertig neben anderen Belangen, die für jeden konkreten Fall mit- und untereinander abzuwägen sind.

Über die unterschiedlichen Instrumente der Bauleitplanung, vom Flächennutzungsplan, dem Bebauungsplan bis hin zu städtebaulichen Verträgen oder über Vereinbarungen in Grundstücks-Kaufverträgen bei der Veräußerung kommunaler Liegenschaften kann die Stadtverwaltung Einfluss auf die Umsetzung klimapolitischer oder energetischer Ziele nehmen.

Bei der Entwicklung neuer Baugebiete können dabei insbesondere folgende Gesichtspunkte berücksichtigt werden:

- Berücksichtigung klimarelevanter und energetischer Belange bei der Standortwahl für Neubaugebiete;
- Wahl einer für den Standort vertretbaren städtebaulichen Dichte, mit der kompakte Bauweisen bevorzugt und Flächenverbrauch eingeschränkt wird;
- Optimierung von Ausrichtung und Anordnung der Baukörper im städtebaulichen Entwurf, um eine gute aktive und passive Nutzung von Solarenergie und eine günstige Belichtung der Fassaden zu ermöglichen;
- Festlegungen hinsichtlich von energetischen Gebäudestandards, die über die gesetzlichen Mindestanforderungen hinausgehen;
- Festlegungen hinsichtlich der Nutzung lokaler, erneuerbarer Energien oder energieeffizienten und emissionsfreien Wärmeversorgungssystemen;
- Festlegungen hinsichtlich von Bauweisen mit Baustoffen, die mit wenig Energieeinsatz und Treibhausgas-Emissionen bei der Herstellung und Verarbeitung verbunden sind und sich einfach recyceln lassen.

Die Stadt Frankfurt a.M. nutzt die genannten Instrumente bereits zur Umsetzung ihrer klimapolitischen Zielsetzungen. Im Rahmen der Bearbeitung der Klimaschutzteilkonzepte sind allerdings hinsichtlich der Integration klimapolitischer Belange in der Bauleitplanung und ihrer Umsetzung bei Verhandlungen mit Investoren folgende Defizite aufgefallen:

- Der Informationsfluss, die Koordinierung von unterschiedlichen Belangen sowie die Klärung und Lösung von Zielkonflikten innerhalb der Verwaltung erschien oft langwierig und schwierig. Dies betraf vor allem die Abstimmung zwischen Stadtplanungsamt und Energiereferat. Zielkonflikte gab es z.B. bei der städtebaulichen Dichte, bei der Dachflächennutzung und der energetischen Nutzung von Grünflächen oder anderen Flächen im öffentlichen Raum.
- Überlegungen und Festsetzungen zu energetischen Fragen, insbesondere zur Nutzung lokaler, erneuerbarer Energien erfolgten teilweise zu spät im Planungsprozess. Als Beispiel sei hier die mögliche Ausweisung von Freiflächen zur Solar- oder Geothermie-Nutzung genannt.
- Formulierungen in städtebaulichen Verträgen waren hinsichtlich der Festlegung von Gebäude-Energiestandards oder CO<sub>2</sub>-Emissionszielen nicht eindeutig oder zielführend. So wurde z.B. in einem städtebaulichen Vertrag

nur gefordert, dass ein Energiekonzept zur Optimierung der Energieversorgung erarbeitet werden sollte, ohne dass konkrete Vorgaben gemacht wurden.

- Investoren oder Vorhabenträger erhielten teils unklare oder sogar widersprüchliche Empfehlungen oder Anforderungen, z.B. hinsichtlich Dachbegrünung und PV-Nutzung.
- Von Seiten der Investoren war bei Gesprächen teilweise Unverständnis und teilweise auch Ärger zu spüren, über widersprüchliche Anforderungen, eine Vielzahl von Ansprechpartner\*innen und ein kompliziertes und langwieriges Genehmigungsverfahren.

Eine Verbesserung dieser Punkte ist notwendig, um den Bauleitplanungsprozess zu optimieren, energetische und klimapolitische Belangen besser zu integrieren und die Ziele des Masterplans 100% Klimaschutz umsetzen zu können.

Grundlage für ein konsequentes und erfolgreiches Auftreten der Stadtverwaltung gegenüber Investoren oder Vorhabenträger ist die politische Rückendeckung und eine eindeutige Beschlusslage der politischen Gremien. Die Eckpunkte des gewünschten Verwaltungshandelns sollten durch Beschluss der Stadtverordnetenversammlung festgelegt werden.

Eine frühzeitige Abstimmung der Fachinteressen innerhalb der Stadtverwaltung ist eine weitere Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung. Zielkonflikte, die sich aus unterschiedlichen Belangen ergeben, müssen im Vorfeld zu Investorengesprächen verwaltungsintern geklärt und gelöst, Spielräume bzw. die Grenzen möglicher Kompromisse festgelegt werden.

Über die bisher praktizierte sogenannte „frühzeitige Ämterbeteiligung“ hinaus erscheint die Einrichtung eines ämterübergreifenden Gremiums für sinnvoll, in dem auch die Politik einbezogen ist. Dies könnte z.B. in Form eines Lenkungskreises „Klimaschutz in der Bauleitplanung“ erfolgen. Dort sollten aus Sicht des Klimaschutzes unter anderem folgende Themenfelder behandelt werden:

- Beachtung klimapolitischer Belange als ein Kriterium bei der Standortwahl für Baugebiete (Fernwärme-Anschluss, Abwärmequellen, Flächen für energetische Nutzung, Energiezentralen...);
- Frühzeitige Prüfung und eventuelle Ausweisung von Flächen zur Nutzung lokaler erneuerbarer Energien;
- Eindeutige Anforderungen an Gebäude-Energiestandard in städtebaulichen Verträgen in Anlehnung an die Formulierungen in Grundstücks-Kaufverträgen von kommunalen Liegenschaften;
- Eindeutige Festlegungen bezüglich der Energieversorgung der Gebäude in städtebaulichen Verträgen. Dies kann z.B. durch eine Verpflichtung zum

Anschluss an die Fernwärme, durch die Vorgabe eines Mindestanteils lokaler erneuerbarer Energien an der Energieversorgung oder durch die Vorgabe eines maximaler Treibhausgas-Faktor der Wärmeversorgungssysteme erfolgen, der z.B. nicht höher sein darf als der Faktor der Fernwärme;

- Festlegungen zur Nutzung von Dachflächen für Solarenergie unter Abwägung mit anderen Belangen.

Darüber hinaus erscheint es sinnvoll, die Einbeziehung des Energiereferats bei bestimmten Vorgängen zu formalisieren, wie z.B.

- bei städtebaulichen Wettbewerbsverfahren,
- bei der Ausarbeitung energierelevanter Dokumente in allen Bebauungsplanverfahren durch das Stadtplanungsamt,
- bei der Festsetzung von klimarelevanten oder energetischen Anforderungen in städtebaulichen oder Erschließungsverträgen.

Gegenüber Investoren oder Vorhabenträger sollte eine „Ein-Schalter-Politik“ gelten, so dass sie eine\*n Ansprechpartner\*in bei der Stadtverwaltung haben (sinnvollerweise im Planungsamt), der die Anforderungen anderer Ämter mit koordiniert.

Es wird empfohlen, ein Überprüfungsverfahren einzuführen, das die Einhaltung der in Bebauungsplänen festgelegten oder in Verträgen vereinbarten Anforderungen zu klima- und energiepolitischen Zielsetzungen gewährleistet. Vertragsstrafen sind zwar als Umsetzungsanreiz wichtig, können das Controlling aber nicht ersetzen.

## 15 Öffentlichkeitsarbeit

### 15.1 Vorträge über die Ergebnisse des Projekts

Die Ergebnisse und die Erfahrungen aus dem Projekt wurden bisher in insgesamt sieben Vorträgen vorgestellt. Die Präsentationsfolien sind im Anhang zum Endbericht beigefügt.

**05.12.2018: Fachtagung Niedrigstenergiehausstandard in der kommunalen Bauleitplanung, Emmendingen**

Anlass: Fachtagung der Stadt Emmendingen in Verbindung mit der Energieagentur Regio Freiburg und der Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg zum Thema Niedrigstenergiehausstandard in der kommunalen Bauleitplanung.

Datum, Ort 05.12.2018, Emmendingen

Vortragender: Ulrich Rochard, ebök Planung und Entwicklung GmbH

**Titel: *Der Niedrigstenergiehaus-Standard im städtebaulichen Kontext***

Inhalt: Im Rahmen des Vortrags wurden verschiedene Bausteine für die Entwicklung von Energiekonzepten mit hohem Anteil regenerativer Energien für Neubaugebiete vorgestellt und anhand von Beispielen aus den Klimaschutz-Teilkonzepten Erneuerbare Energie in Frankfurt erläutert. Dabei wurden insbesondere die Konzepte zu den Gebieten Am Römerhof und Günthersburghöfe dargestellt.

**17.05.2019: Sommerkolloquium Bauphysik der Hochschule für Technik Stuttgart**

Anlass: Sommerkolloquium Bauphysik der Hochschule für Technik Stuttgart

Datum, Ort 17.05.2019, Stuttgart

Vortragender: Dipl. -Ing. Sven Kobelt, ebök Planung und Entwicklung GmbH

**Titel: *Energieversorgung mit lokalen erneuerbaren Energien in städtischen Gebieten***

Inhalt: Anhand von Klimaschutzteilkonzepten für mehrere Baugebiete in Frankfurt a.M. wird gezeigt, welche Möglichkeiten und Schwierigkeiten sich im Hinblick auf eine Energieversorgung mit geringen Treibhausgasemissionen und einem hohen Anteil lokaler erneuerbarer Energien in einer Großstadt ergeben. Anforderungen an Gebäudehülle und -technik sowie an Versorgungssysteme zur effizienten Einbindung erneuerbarer Energien werden diskutiert.

**20.05.2019: Fachseminar Klimatische Stadtentwicklung, Frankfurt**

Anlass: Fachseminar des Instituts für Städtebau und Wohnungswesen München und des Instituts für Städtebau Berlin zum Thema Klimatische Stadtentwicklung

Datum, Ort 20.05.2019, Frankfurt a.M.

Vortragender: Ulrich Rochard, ebök Planung und Entwicklung GmbH

**Titel: Zielkonflikte bei der energetischen Stadtplanung**

Ergebnisse aus Klimaschutz-Teilkonzepten für Quartiere im Rahmen des „Masterplans 100% Klimaschutz“ Frankfurt a.M.

Inhalt: Die Klimaschutz-Teilkonzepte für mehrere Quartiere in Frankfurt a.M. dienen bei diesem Vortrag als Beispiel zur Erläuterung der verschiedenen Zielkonflikten, die im Stadtplanungsprozess auftreten, wenn Neubaugebiete mit hoher Energieeffizienz und einer weitgehend regenerativen Energieversorgung geplant werden. Dabei kamen insbesondere die Zielkonflikte im Zusammenhang mit städtebaulicher Dichte, passivsolaren Energiegewinnen und sommerlichem Wärmeschutz sowie bei der Dachflächennutzung zur Sprache.

**26.08.2019: Arbeitsgruppe Energieversorgung 2050 im Klima-Bündnis, Dortmund**

Anlass: 16. Sitzung der Arbeitsgruppe Energieversorgung 2050 im Klima-Bündnis

Datum, Ort 26.08.2019, Dortmund

Vortragender: Ulrich Rochard, ebök Planung und Entwicklung GmbH

**Titel: Zukunftsfähige Energieversorgung für Quartiere und deren Verankerung in der Bauleitplanung**

Erfahrungen aus der Arbeit zu Klimaschutz-Teilkonzepten erneuerbare Energien für Baugebiete in Frankfurt a. M.

Inhalt: Im Rahmen der Arbeitsgruppe Energieversorgung 2050 im Klima-Bündnis wurden die Ergebnisse aus der Erarbeitung der Klimaschutz-Teilkonzepten in Frankfurt a.M. vorgestellt und insbesondere die Integration der klimapolitischen Belange in die Bauleitplanung und bei der Umsetzung mit Investoren anhand der Situation in Frankfurt a.M. diskutiert.

**19.09.2019: Bundeskongress Nationale Stadtentwicklungspolitik, Stuttgart**

Anlass: 13. Bundeskongress Nationale Stadtentwicklungspolitik

Datum, Ort 19.09.2019, Stuttgart

Vortragender: Ulrich Rochard, ebök Planung und Entwicklung GmbH

**Titel:** *Potentiale einer regenerativen Energieversorgung aus lokalen Quellen*

Ergebnisse aus Klimaschutz-Teilkonzepten Erneuerbare Energien für Baugebiete in Frankfurt a.M.

**Inhalt:** Im Rahmen von Klimaschutz-Teilkonzepten wurde in Frankfurt a.M. untersucht, welche Voraussetzungen und Randbedingungen bei der Entwicklung von Baugebieten und der Weiterentwicklung von Bestandsquartieren beachtet werden müssen und welche Potentiale zur Einbindung lokaler erneuerbarer Energien genutzt werden können, um diese Ziele zu erreichen. Anhand von Beispielen werden Energiekonzepte mit unterschiedlichen Technologien vorgestellt, mit denen ein Autarkiegrad durch lokale erneuerbare Energien von etwa 50 % auch im Kontext von Gebieten mit hoher städtebaulicher Dichte erreicht werden können.

**23.10.2019:** **VDI-Fachtagung „Energiesysteme für Gebäude und Quartiere“, Nürnberg**

Anlass: VDI-Fachtagung „Energiesysteme für Gebäude und Quartiere“

Datum, Ort 23.10.2019, Nürnberg

Vortragender: Ulrich Rochard, ebök Planung und Entwicklung GmbH

**Titel:** *Potentiale lokaler erneuerbarer Energien für die Energieversorgung von Baugebieten und Quartieren am Beispiel Frankfurt a.M.*

**Inhalt:** Der Beitrag erläutert den Ansatz des Autarkiegrads lokaler erneuerbarer Energien, stellt Beispiele von Energiekonzepten mit unterschiedlichen Technologien vor, mit denen ein Autarkiegrad von über 50 % erreicht werden kann, und erklärt die dafür notwendigen Voraussetzungen und Randbedingungen. Er behandelt die Fragestellungen im Kontext von Gebieten mit hoher städtebaulicher Dichte und zeigt die sich daraus ergebenden Zielkonflikte auf.

**23.11.2019:** **Klausurtagung des Gemeinderats Gundelfingen, Müllheim**

Anlass: Klausurtagung des Gemeinderats Gundelfingen zur Baulandentwicklung

Datum, Ort 23.11.2019, Müllheim

Vortragender: Ulrich Rochard, ebök Planung und Entwicklung GmbH

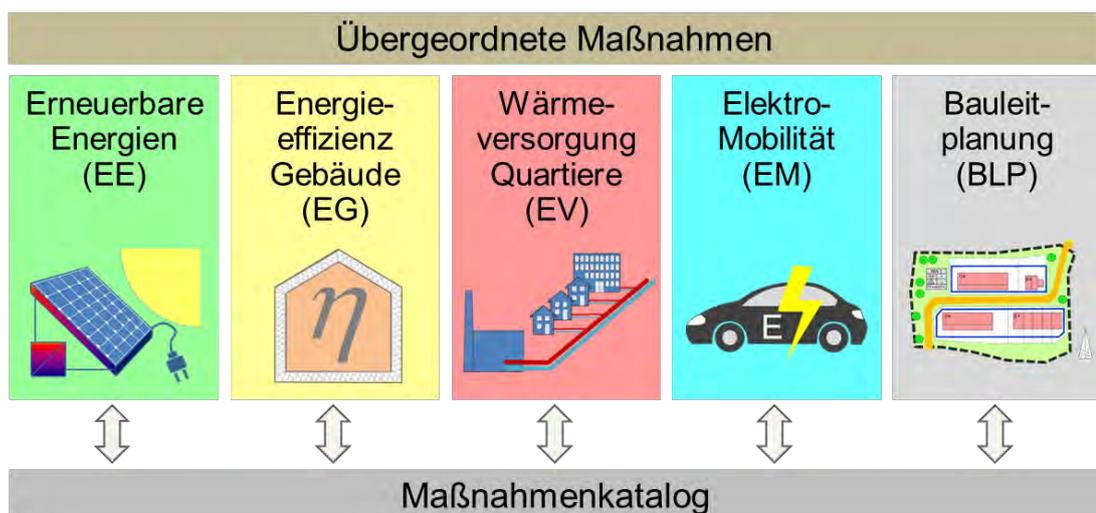
**Titel:** ***Integration klimapolitischer Belange bei der Entwicklung neuer Baugebiete***

**Inhalt:** Anhand von Beispielen aus den Klimaschutz-Teilkonzepten Erneuerbare Energien für die Stadt Frankfurt a.M. werden Leitziele für klimagerechte Bauleitplanung, Kriterien für die wirksame Umsetzung bei Planung und Realisierung und die dabei entstehenden Zielkonflikte erläutert.

## IV. HANDLUNGSMÖGLICHKEITEN UND MAßNAHMENKATALOG

### 1 Handlungsfelder

Im Rahmen der Klimaschutz-Teilkonzepte wurden fünf Handlungsfelder identifiziert, für die Empfehlungen und Maßnahmen entwickelt wurden. Bei den Handlungsfeldern handelt es sich um die Bereiche Nutzung erneuerbarer Energien, Energieeffiziente Gebäude, Wärmeversorgungskonzepte für Quartiere, Stärkung der Elektromobilität und Optimierung der energetischen und klimagerechten Bauleitplanung. Die jeweiligen Maßnahmen werden im nachfolgenden Maßnahmenkatalog zusammengefasst und in Maßnahmen-Steckbriefen erläutert. Ergänzt werden die Maßnahmen der einzelnen Handlungsfelder durch übergeordnete Maßnahmen wie Kommunikation mit den Akteuren und Öffentlichkeitsarbeit.



## 2 Maßnahmen

### 2.1 Maßnahmenkatalog

<b>Nutzung erneuerbarer Energien</b>	
EE01	Autarkiegrad lokaler (erneuerbarer) Energien als Indikator
EE02	Erstellung von Flächennutzungskonzepten für die Errichtung von Anlagen zur Gewinnung lokaler erneuerbarer Energien
EE03a	Solarenergie für alle öffentlichen Gebäude
EE03b	Verpflichtung zur Solarenergienutzung für nicht-öffentliche Gebäude
EE04	Erleichterung der Umsetzung von Anlagen zur Erdwärmenutzung
EE05	Erleichterung der Umsetzung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung
EE06	Erleichterung der Errichtung von Wärmenetzen
<b>Energieeffiziente Gebäude</b>	
EG01	Gebäude-Energiestandard bei kommunale Bauvorhaben
EG02	Gebäude-Energiestandard bei geförderten Mietwohnungen
EG03	Energetische Mindestanforderungen an Gebäudehülle
EG04	Energetische Sanierung Bestandsgebäude
EG05	Zu-/Abluftanlagen mit Wärmerückgewinnung
EG06	Niedertemperatur-Heizungen
EG07	Wohnungsübergabestationen mit dezentraler Warmwasserbereitung
<b>Wärmeversorgungskonzepte für Quartiere</b>	
EV01	Fernwärmestrategie mit Kombination von zentraler und dezentraler Wärmeerzeugung
EV02	Hanauer Landstraße: Anschluss an Fernwärme
EV03	Hotelgebäude Molekopf: Kälte/Wärme-Pumpe mit Quelle Hafenbeckenwasser und Gründungspfähle
EV04	Günthersburghöfe: Blockweise S/W-Wärmepumpe mit Quelle Erdsonden in Kombination mit PVT-Kollektoren
EV05	Am Römerhof: Nahwärmeversorgung mit Wärmepumpen (Quelle Abwasserwärme) in Verbindung mit Gas-BHKW und Solarthermie
EV06	An der Sandelmühle: Nahwärmeversorgung gespeist aus dem Rücklauf der Fernwärme
EV07	Nordöstlich Anne-Frank-Siedlung: Dezentrale S/W-Wärmepumpen mit Quelle Erdsonden in Kombination mit PVT-Kollektoren
EV08	Griesheim-Mitte: Abwärmenutzung aus Rechenzentren
EV09	Südlich Am Riedsteg: Kaltes Nahwärmenetz gespeist aus Agrothermie in Verbindung mit dezentralen Wärmepumpen

EV10	Am Hollerbusch: Dezentrale Erdreich-Wärmepumpen
EV11	Nieder-Eschbach Süd: Dezentrale Erdreich-Wärmepumpen
EV12	Nied: Ausbau der Fernwärmeversorgung
<b>Stärkung der Elektromobilität</b>	
EM01	Öffentliche und halböffentliche Ladestationen in Neubaugebieten
EM02	Anreize für Lademanagementsysteme für private Ladestationen
<b>Optimierung der energetischen und klimagerechten Bauleitplanung</b>	
BLP01	Flächenmanagement für Erneuerbare Energien
BLP02	Energetische Belange bei Standortwahl Baugebiete berücksichtigen
BLP03	Energiebewusste Bauleitplanung
BLP04	Einrichtung eines „Lenkungskreises“ Klimaschutz in der Bauleitplanung
BLP05	Konsequente „Ein-Schalter-Politik“ für Investoren und Vorhabenträger
BLP06	Einführung Überprüfungsverfahren energetische Anforderungen

## 2.2 Maßnahmensteckbriefe

EE01		Autarkiegrad lokaler (erneuerbarer) Energien	
Maßnahmenart		Organisatorische Maßnahme	
Kurzbeschreibung		Die Einführung eines Autarkiegrad lokaler (erneuerbarer) Energien als Indikator erlaubt die Steuerung und Evaluierung der Nutzung erneuerbarer Energien in Quartieren sowie die Festlegung von Anforderungen für Neubaugebiete. Dort ist ein Autarkiegrad von 50 % anzustreben und als Anforderung an Energiekonzepten zu stellen.	
Verantwortl. Akteure		Energierferat, Stadtplanungsamt	
Weitere Akteure		ggf. weitere städtische Akteure	
Zielgruppe		Investoren, Entwicklungsträger, Energieversorger, Ersteller von Energiekonzepten	
Handlungsschritte		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegung und Veröffentlichung des Berechnungsverfahrens und der Randbedingungen</li> <li>• Festlegung von Mindestwerten des Autarkiegrads für Neubaugebiete</li> <li>• Festlegung von Ausnahmen (z.B. Fernwärmeanschluss)</li> </ul>	
Erfolgsindikator		Autarkiegrad lokaler (erneuerbarer) Energien	
Kriterienbewertung			
Kriterium	Einstufung	Anmerkungen	
Mögliche Energie- / CO <sub>2</sub> -Reduktion	sehr hoch	Durch die verstärkte Nutzung von lokalen Energien erfolgt eine Reduktion der THG-Emissionen.	
Erhöhung Anteil erneuerb. Energien	sehr hoch	Die klare Definition einer Anforderung zur Nutzung lokaler (erneuerbarer) Energien forciert die Umsetzung.	
Aufwand Stadtverwaltung	mittel	Erhöhter Aufwand bei der Implementierung des Indikators und beim Controlling.	

EE02		Erstellung von Flächennutzungskonzepten	
<b>Maßnahmenart</b>	<b>Organisatorische Maßnahme</b>		
<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Nutzung lokaler erneuerbarer Energien ist häufig mit einem Bedarf an Flächen zur Errichtung der entsprechenden Anlagen verknüpft. Um dieser Anforderung im Zuge der Stadtentwicklung gerecht zu werden und damit die Umsetzung der Nutzung erneuerbarer Energie zu begünstigen, erstellen die städtischen Akteure unter Einbeziehung der Zielgruppe Nutzungskonzepte für Dachflächen und andere Flächen erarbeiten.		
<b>Verantwortl. Akteure</b>	Energierreferat, Stadtplanungsamt, Grünflächenamt		
<b>Weitere Akteure</b>	k. A.		
<b>Zielgruppe</b>	Investoren, Entwicklungsträger, Architekten, Energieversorger		
<b>Handlungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vorab: idealerweise Erstellung eines Energiekonzepts; bei Erdwärme ggf. auch Maßnahme EE04</li> <li>• Identifikation des Flächenbedarfs und der in Frage kommenden Flächen zur Umsetzung</li> <li>• Festlegung eines Flächennutzungskonzepts unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Belange</li> </ul>		
<b>Erfolgsindikator</b>	Autarkiegrad lokaler (erneuerbarer) Energien		
<b>Kriterienbewertung</b>			
<b>Kriterium</b>	<b>Einstufung</b>	<b>Anmerkungen</b>	
<b>Mögliche Energie- / CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	<b>sehr hoch</b>	Durch die verstärkte Nutzung von lokalen Energien erfolgt eine Reduktion der THG-Emissionen.	
<b>Erhöhung Anteil erneuerb. Energien</b>	<b>hoch</b>	Hemmnisse für die Nutzung lokaler erneuerbarer Energien werden verringert.	
<b>Erforderliche Investitionen</b>	<b>gering</b>	Verwaltungstechnische Maßnahme.	
<b>Wirtschaftlichkeit (Gesamtkosten)</b>	<b>sehr hoch</b>	s.o.	
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>sehr hoch</b>	s.o.	
<b>Regionale Wertschöpfung</b>	<b>hoch</b>	Die verstärkte Nutzung von lokalen Energien erhöht die regionale Wertschöpfung.	
<b>Aufwand Stadtverwaltung</b>	<b>mittel</b>	Erhöhter Aufwand bei den Prozessen zur Stadtentwicklung und Bebauungsplanung.	

EE03a Solarenergie für alle öffentlichen Gebäude		
<b>Maßnahmenart</b>	<b>Investive Maßnahme</b>	
<b>Kurzbeschreibung</b>	Auf allen geeigneten Dachflächen sowie an alle geeigneten Fassadenflächen der öffentlichen Gebäude im Stadtgebiet werden Anlagen zur Solarenergiegewinnung errichtet. Damit wird auch die Vorbildfunktion öffentlicher Gebäude erfüllt.	
<b>Verantwortl. Akteure</b>	Amt für Bau und Immobilien	
<b>Weitere Akteure</b>	Energiereferat, Energieversorger, Contractoren	
<b>Zielgruppe</b>		
<b>Handlungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorbereitung eines entsprechenden Beschlusses der Stadtverordnetenversammlung</li> <li>• Beschluss Stadtverordnetenversammlung</li> <li>• Umsetzung und Kontrolle</li> </ul>	
<b>Erfolgsindikator</b>	Installierte Fläche von Anlagen zur Solarenergiegewinnung auf öffentlichen Gebäude	
<b>Kriterienbewertung</b>		
<b>Kriterium</b>	<b>Einstufung</b>	<b>Anmerkungen</b>
<b>Mögliche Energie- / CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	<b>sehr hoch</b>	Durch die verstärkte Nutzung von lokalen Energien erfolgt eine Reduktion der THG-Emissionen.
<b>Erhöhung Anteil erneuerb. Energien</b>	<b>sehr hoch</b>	Die klare Definition einer Anforderung zur Nutzung lokaler (ern.) Energien forciert die Umsetzung.
<b>Erforderliche Investitionen</b>	<b>hoch</b>	Investitionen zur Errichtung von Anlagen zur Solarenergiegewinnung.
<b>Wirtschaftlichkeit (Gesamtkosten)</b>	<b>hoch</b>	s.o.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>hoch</b>	s.o.
<b>Regionale Wertschöpfung</b>	<b>hoch</b>	Die Nutzung von lokalen erneuerbaren Energien erhöht die regionale Wertschöpfung.
<b>Aufwand Stadtverwaltung</b>	<b>hoch</b>	Beschlussfassung, Umsetzung und Kontrolle

<b>EE03b</b>		<b>Verpflichtung zur Solarenergienutzung für nicht-öffentliche Gebäude</b>	
<b>Maßnahmenart</b>	<b>Ordnungsrechtliche Maßnahme</b>		
<b>Kurzbeschreibung</b>	In Neubaugebieten sollen mindestens 50 % der Dachflächen und möglichst viele der geeigneten Fassadenflächen zur Solarenergiegewinnung genutzt werden.		
<b>Verantwortl. Akteure</b>	Energierreferat, Stadtplanungsamt		
<b>Weitere Akteure</b>	Stromversorger, Stromnetzbetreiber		
<b>Zielgruppe</b>	Investoren, Entwicklungsträger, Ersteller von Energiekonzepten		
<b>Handlungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorbereitung eines entsprechenden Beschlusses der Stadtverordnetenversammlung für Neubaugebiete</li> <li>• Beschluss Stadtverordnetenversammlung</li> <li>• Umsetzungskontrolle</li> </ul>		
<b>Erfolgsindikator</b>	Installierte Fläche von Anlagen zur Solarenergiegewinnung der nicht-öffentlichen Gebäude		
<b>Kriterienbewertung</b>			
<b>Kriterium</b>	<b>Einstufung</b>	<b>Anmerkungen</b>	
<b>Mögliche Energie- / CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	<b>sehr hoch</b>	Durch die verstärkte Nutzung von lokalen Energien erfolgt eine Reduktion der THG-Emissionen.	
<b>Erhöhung Anteil erneuerb. Energien</b>	<b>sehr hoch</b>	Die klare Definition einer Anforderung zur Nutzung lokaler (ern.) Energien forciert die Umsetzung.	
<b>Erforderliche Investitionen</b>	<b>gering</b>	Verwaltungstechnische Maßnahme.	
<b>Wirtschaftlichkeit (Gesamtkosten)</b>	<b>sehr hoch</b>	s.o.	
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>sehr hoch</b>	s.o.	
<b>Regionale Wertschöpfung</b>	<b>mittel</b>	Die Nutzung von lokalen erneuerbaren Energien erhöht die regionale Wertschöpfung.	
<b>Aufwand Stadtverwaltung</b>	<b>gering</b>	Beschlussfassung und Kontrolle der Umsetzung	

<b>EE04 Erleichterung der Umsetzung von Anlagen zur Erdwärmenutzung</b>		
<b>Maßnahmenart</b>	<b>Organisatorische Maßnahme</b>	
<b>Kurzbeschreibung</b>	Vorbereitend zur Maßnahme EE02 wird zur Erleichterung der Umsetzung von Anlagen zur Erdwärmenutzung in einem Gebiet eine Überprüfung der grundsätzlichen Durchführbarkeit sowie ggf. notwendiger Auflagen vorab durchgeführt.	
<b>Verantwortl. Akteure</b>	Energierreferat, Untere Wasser- und Bodenschutzbehörde	
<b>Weitere Akteure</b>	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, Bergaufsicht des Regierungspräsidiums Darmstadt	
<b>Zielgruppe</b>	Investoren, Entwicklungsträger, Energieversorger / Contractoren	
<b>Handlungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vorab: Erstellung eines Energiekonzepts</li> <li>• Stellungnahme der Unteren Wasser- und Bodenschutzbehörde bzw. des Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie zur grundsätzlichen Eignung des Gebiets zur Erdwärmenutzung und ggf. notwendiger Auflagen</li> <li>• ggf. Auskunft aus dem Bergrechtsamtswesen bzgl. existierender Erlaubnis- und Bewilligungsfelder sowie Durchführung von ersten Erkundungsbohrungen</li> <li>• Durchführung von Maßnahme EE02</li> </ul>	
<b>Erfolgsindikator</b>	Installierte Leistung von Anlagen zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie	
<b>Kriterienbewertung</b>		
<b>Kriterium</b>	<b>Einstufung</b>	<b>Anmerkungen</b>
<b>Mögliche Energie- / CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	<b>sehr hoch</b>	Durch die verstärkte Nutzung von lokalen Energien erfolgt eine Reduktion der THG-Emissionen.
<b>Erhöhung Anteil erneuerb. Energien</b>	<b>sehr hoch</b>	Hemmnisse für die Nutzung lokaler erneuerbarer Energien werden verringert.
<b>Erforderliche Investitionen</b>	<b>gering</b>	„mittel“ im Falle der Durchführung von Erkundungsbohrungen.
<b>Wirtschaftlichkeit (Gesamtkosten)</b>	<b>mittel</b>	s. o.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>mittel</b>	s. o.
<b>Regionale Wertschöpfung</b>	<b>hoch</b>	Die Nutzung von lokalen erneuerbaren Energien erhöht die regionale Wertschöpfung.
<b>Aufwand Stadtverwaltung</b>	<b>mittel</b>	

<b>EE05</b>	<b>Erleichterung der Umsetzung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung</b>	
<b>Maßnahmenart</b>	<b>Organisatorische und eventuell investive Maßnahme</b>	
<b>Kurzbeschreibung</b>	Zur Erleichterung der Umsetzung von Wärmeversorgungs-konzepten basierend auf Abwasserwärmenutzung werden Kanäle mit entsprechendem Potenzial bei Neubau oder Sanierung mit Wärmetauschern ausgestattet und die weitere Umsetzung der Konzepte forciert.	
<b>Verantwortl. Akteure</b>	Energierreferat, Stadtentwässerung	
<b>Weitere Akteure</b>	ggf. Stadtplanungsamt, Mainova AG	
<b>Zielgruppe</b>	Investoren, Entwicklungsträger, Energieversorger / Contractoren	
<b>Handlungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beim Neubau und Sanierung von Abwasserkanälen wird geprüft, welches Potenzial zur Abwasserwärmenutzung vorhanden wäre und ob eine Umsetzung kurz-, mittel- oder langfristig erfolgen kann.</li> <li>• Fällt obige Prüfung positiv aus, werden Kanäle verbaut, die ab Werk mit Wärmetauschern ausgestattet sind.</li> <li>• Art und Höhe der Vergütung dieser Vorleistung durch die Stadt wird später mit der Zielgruppe verhandelt.</li> </ul>	
<b>Erfolgsindikator</b>	Installierte Leistung von Anlagen zur Abwasserwärmenutzung	
<b>Kriterienbewertung</b>		
<b>Kriterium</b>	<b>Einstufung</b>	<b>Anmerkungen</b>
<b>Mögliche Energie- / CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	<b>sehr hoch</b>	Durch die verstärkte Nutzung von lokalen Energien erfolgt eine Reduktion der THG-Emissionen.
<b>Erhöhung Anteil erneuerb. Energien</b>	<b>sehr hoch</b>	Hemmnisse für die Nutzung lokaler erneuerbarer Energien werden verringert.
<b>Erforderliche Investitionen</b>	<b>mittel</b>	Mehrinvestitionen für Abwasserkanäle mit bereits integrierten Wärmetauschern sind deutlich geringer, als die Kosten einer nachträglichen Installation.
<b>Wirtschaftlichkeit (Gesamtkosten)</b>	<b>mittel</b>	s. o.
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>mittel</b>	s. o.
<b>Regionale Wertschöpfung</b>	<b>mittel</b>	
<b>Aufwand Stadtverwaltung</b>	<b>mittel</b>	

EE06		Erleichterung der Errichtung von Wärmenetzen	
<b>Maßnahmenart</b>	<b>Organisatorische Maßnahme</b>		
<b>Kurzbeschreibung</b>	Zur Erleichterung der Erschließung eines Gebiets mit einem (Nah-) Wärmenetz durch die Senkung der Kosten für Tiefbau-maßnahmen wird die Errichtung der Wärmeleitungen mit anderen infrastrukturellen Erschließungsmaßnahmen abgestimmt.		
<b>Verantwortl. Akteure</b>	Energierreferat, Stadtentwässerung, Netzdienste Rhein-Main GmbH		
<b>Weitere Akteure</b>			
<b>Zielgruppe</b>	Investoren, Entwicklungsträger, Energieversorger / Contractoren		
<b>Handlungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung eines Energiekonzepts</li> <li>• Abstimmung mit Zielgruppe über Zeitpunkt der Errichtung der Wärmeleitungen</li> <li>• Errichtung der Wärmeleitungen gemeinsam mit anderen Gewerken (Abwasser, Strom etc.)</li> </ul>		
<b>Erfolgsindikator</b>	Installierte Trassenmeter von (Nah-) Wärmenetzen		
<b>Kriterienbewertung</b>			
<b>Kriterium</b>	<b>Einstufung</b>	<b>Anmerkungen</b>	
<b>Mögliche Energie- / CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	<b>sehr hoch</b>	Durch die verstärkte Nutzung von lokalen Energien erfolgt eine Reduktion der THG-Emissionen.	
<b>Erhöhung Anteil erneuerb. Energien</b>	<b>hoch</b>	Hemmnisse für die Nutzung lokaler erneuerbarer Energien werden verringert.	
<b>Erforderliche Investitionen</b>	<b>gering</b>	Verwaltungstechnische Maßnahme.	
<b>Wirtschaftlichkeit (Gesamtkosten)</b>	<b>sehr hoch</b>	s.o.	
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>sehr hoch</b>	s.o.	
<b>Regionale Wertschöpfung</b>	<b>hoch</b>	Die verstärkte Nutzung von lokalen Energien erhöht die regionale Wertschöpfung.	
<b>Aufwand Stadtverwaltung</b>	<b>gering</b>	Geringer Aufwand zur Abstimmung der Erschließungsmaßnahmen.	

EG01		Gebäude-Energiestandard kommunale Bauvorhaben
<b>Maßnahmenart</b>	<b>Organisatorische Maßnahme</b>	
<b>Kurzbeschreibung</b>	Es ist weiterhin an dem Beschluss der Stadt Frankfurt a.M. festzuhalten, alle kommunalen Bauvorhaben im Passivhaus-Standard oder vergleichbar energieeffizienten Standards auszuführen.	
<b>Verantwortliche Akteure</b>	Amt für Bau und Immobilien	
<b>Weitere Akteure</b>	Energierreferat	
<b>Zielgruppe</b>	Planer und Ausführende von kommunalen Bauvorhaben	
<b>Handlungsschritte</b>		
<b>Erfolgsindikator</b>	Heizwärmeverbrauch kommunaler Gebäude	
<b>Kriterienbewertung</b>		
<b>Kriterium</b>	<b>Einstufung</b>	<b>Anmerkungen</b>
<b>Mögliche Energie- / CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	<b>hoch</b>	Es ist mit einer deutlichen Einsparung von Heizenergie gegenüber dem gesetzlichen Mindeststandard zu rechnen.
<b>Erhöhung Anteil erneuerb. Energien</b>	<b>sehr gering</b>	
<b>Erforderliche Investitionen</b>	<b>mittel</b>	
<b>Wirtschaftlichkeit (Gesamtkosten)</b>	<b>mittel</b>	
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>hoch</b>	
<b>Regionale Wertschöpfung</b>	<b>mittel</b>	
<b>Aufwand Stadtverwaltung</b>	<b>gering</b>	

EV08		Griesheim-Mitte: Abwärmenutzung aus Rechenzentren	
<b>Maßnahmenart</b>	<b>Koordinative Maßnahme</b>		
<b>Kurzbeschreibung</b>	Die Nutzung der Abwärme aus den bestehenden und neuen Rechenzentren im Quartier für die Wärmeversorgung wird zumindest im Rahmen eines Pilotprojekts, eventuell auch für eine Nahwärmeversorgung eines Teilgebiets empfohlen.		
<b>Verantwortl. Akteure</b>	Energierferat, Stadtplanungsamt		
<b>Weitere Akteure</b>	Mainova AG, Anbieter von Wärme-Contracting, Rechenzentrumsbetreiber, größere Wärmeabnehmer im Bereich der Rechenzentren.		
<b>Zielgruppe</b>	Gebäudebesitzer*innen von Gebäuden im Umkreis der Rechenzentren, die noch mit fossilen Brennstoffen beheizt werden.		
<b>Handlungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Initiierung eines Pilotprojektes</li> <li>• Prüfung, ob ein Teilgebiet mit einem Wärmenetz erschlossen wird.</li> <li>• Prüfung eines Anschluss- und Benutzungszwangs in den Ausbaugebieten bei Ersatz einer Öl- oder Gasheizung</li> </ul>		
<b>Erfolgsindikator</b>	Genutzte Abwärmemenge aus Rechenzentren in MWh/a Autarkiegrad an lokaler Energie für Nied		
<b>Kriterienbewertung</b>			
<b>Kriterium</b>	<b>Einstufung</b>	<b>Anmerkungen</b>	
<b>Mögliche Energie- / CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	<b>hoch</b>	CO <sub>2</sub> -Reduktion durch Substitution von fossilen Brennstoffen durch Abwärme.	
<b>Erhöhung Anteil erneuerb. Energien</b>	<b>sehr hoch</b>	Abwärme wird dabei als erneuerbar angesehen.	
<b>Erforderliche Investitionen</b>	<b>hoch</b>	Insbesondere die Schaffung eines Wärmenetzes ist mit hohen Investitionen verbunden.	
<b>Wirtschaftlichkeit (Gesamtkosten)</b>	<b>mittel</b>	Insbesondere in Gebieten, wo die Fernwärme in Konkurrenz zum Erdgas tritt, ist die Wirtschaftlichkeit für Investoren kurzfristig nur schwer zu erreichen.	
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>mittel</b>		
<b>Regionale Wertschöpfung</b>	<b>hoch</b>		
<b>Aufwand Stadtverwaltung</b>	<b>mittel</b>		

EV12		Nied: Ausbau der Fernwärmeversorgung	
<b>Maßnahmenart</b>	<b>Koordinative Maßnahme</b>		
<b>Kurzbeschreibung</b>	Um den Anteil der mit fossilen Brennstoffen beheizten Gebäude in Nied zu senken wird der Ausbau der Fernwärmeversorgung im Stadtteil Nied vorgeschlagen.		
<b>Verantwortliche Akteure</b>	Energierreferat, Stadtplanungsamt, Mainova AG		
<b>Weitere Akteure</b>			
<b>Zielgruppe</b>	Gebäudebesitzer*innen von Gebäuden, die noch mit fossilen Brennstoffen beheizt werden.		
<b>Handlungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfung vorhandener Kapazitäten in der FW-Erzeugung und im FW-Netz und gegebenenfalls Ausbau der Kapazitäten</li> <li>• Entwicklung einer FW-Ausbaustrategie für Nied</li> <li>• Prüfung eines Anschluss- und Benutzungszwangs in den Ausbaugebieten bei Ersatz einer Öl- oder Gasheizung</li> </ul>		
<b>Erfolgsindikator</b>	Anzahl der Fernwärmeanschlüsse in Nied		
<b>Kriterienbewertung</b>			
<b>Kriterium</b>	<b>Einstufung</b>	<b>Anmerkungen</b>	
<b>Mögliche Energie- / CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	<b>hoch</b>	Reduktion der CO <sub>2</sub> -Emissionen durch deutlich niedrigeren THG-Faktor der FW gegenüber fossilen Energieträgern.	
<b>Erhöhung Anteil erneuerb. Energien</b>	<b>mittel</b>	Anteil wird sich durch mittelfristige Umstellung der Fernwärme auf mehr erneuerbare Wärme erhöhen.	
<b>Erforderliche Investitionen</b>	<b>sehr gering</b>	Netzausbau ist mit hohen Investitionen verbunden	
<b>Wirtschaftlichkeit (Gesamtkosten)</b>	<b>mittel</b>	Insbesondere in Gebieten, wo die Fernwärme in Konkurrenz zum Erdgas tritt, ist die Wirtschaftlichkeit kurzfristig nur schwer zu erreichen.	
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>mittel</b>		
<b>Regionale Wertschöpfung</b>	<b>hoch</b>		
<b>Aufwand Stadtverwaltung</b>	<b>mittel</b>		

BLP01 Flächenmanagement für Erneuerbare Energien		
Maßnahmenart	Organisatorische Maßnahme	
<b>Kurzbeschreibung</b>	Auf der Grundlage von standortspezifischen Potentialanalysen sind Flächen für die Nutzung von Erneuerbarer Energien (zum Beispiel Freiraumsolaranlagen) im Flächennutzungsplan festzulegen. Fester Bestandteil und Ergebnis der Potenzialanalyse sind die Identifizierung und Ausweisung von Vorranggebieten bzw. Idealstandorten. Des Weiteren kann die Stadt ein effektive, auf Bürgerschafts- und Investorenbeteiligung basierendes Flächenmanagement aufbauen	
<b>Verantwortliche Akteure</b>	Stadtplanungsamt, Amt für Bau und Immobilien	
<b>Weitere Akteure</b>	Energierferat, Stadtverwaltung, Stadtverordnetenversammlung, Bürgerschaft, Investoren	
<b>Zielgruppe</b>		
<b>Handlungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung von standortspezifischen Potentialanalysen</li> <li>• Strategien für Flächenmanagement und Maßnahmen für Flächennutzungsplan ableiten</li> <li>• Umsetzung von Maßnahmen zur Investorenbeteiligung und Potenzialerschließung</li> </ul>	
<b>Erfolgsindikator</b>	Ergebnis der Potentialanalyse	
Kriterienbewertung		
Kriterium	Einstufung	Anmerkungen
<b>Mögliche Energie- / CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	<b>mittel</b>	CO <sub>2</sub> -Reduktion in dem Maße, wie Flächen auch für die Nutzung erneuerbarer Energien genutzt werden und fossile Energien ersetzen.
<b>Erhöhung Anteil erneuerb. Energien</b>	<b>hoch</b>	Wichtige Voraussetzung für die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien in Frankfurt a.M.
<b>Erforderlicher Aufwand</b>	<b>gering</b>	Honorare für Potentialanalysen
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>sehr hoch</b>	
<b>Regionale Wertschöpfung</b>		Kein direkter Einfluss auf regionale Wertschöpfung
<b>Aufwand Stadtverwaltung</b>	<b>mittel</b>	Mittlerer Aufwand zur Potentialerfassung mittlerer Aufwand zum Aufbau eines Flächenmanagements

BLP03		Energiebewusste Bauleitplanung	
<b>Maßnahmenart</b>	<b>Koordinative und investive Maßnahme</b>		
<b>Kurzbeschreibung</b>	Berücksichtigung wesentlicher, energie- und klimarelevanter Faktoren im städtebaulichen Entwurf und im Bebauungsplan, zum Beispiel kompakte Strukturen und Baukörper bei verträglicher Dichte, passive und aktive Solaroptimierung mit Solarstudien, ausgewogene Nutzungsmischung, gute Erschließbarkeit für Fernwärme, Nutzung aller Instrumente zur Vermeidung lokaler Überhitzungen im Quartier, etc.		
<b>Verantwortl. Akteure</b>	Stadtplanungsamt		
<b>Weitere Akteure</b>	Magistrat, Stadtverordnetenversammlung, Energiereferat, Amt für Bau und Immobilien		
<b>Zielgruppe</b>	Mitarbeiter*innen in der Stadtverwaltung, Investoren, Städteplaner*innen		
<b>Handlungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausarbeitung eines Rahmenkataloges für energetische Mindeststandards in der kommunalen Bauleitplanung</li> <li>• Vorhabenbezogener Abgleich und Abstimmung mit zukünftigen Investoren</li> <li>• Unterzeichnung privatwirtschaftlicher Verträge</li> <li>• Umsetzung des Controllings und der Qualitätssicherung</li> </ul>		
<b>Erfolgsindikator</b>	Anzahl von Baugebieten, in denen die Vorgaben eingehalten werden		
<b>Kriterienbewertung</b>			
<b>Kriterium</b>	<b>Einstufung</b>	<b>Anmerkungen</b>	
<b>Mögliche Energie- / CO<sub>2</sub>-Reduktion</b>	<b>hoch</b>		
<b>Erhöhung Anteil erneuerb. Energien</b>			
<b>Erforderlicher Aufwand</b>	<b>mittel</b>	Erhöhter Aufwand im Stadtplanungsamt	
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>hoch</b>		
<b>Regionale Wertschöpfung</b>		Kein direkter Einfluss auf regionale Wertschöpfung	
<b>Aufwand Stadtverwaltung</b>	<b>hoch</b>		

## 3 Controlling und Qualitätsicherung

### 3.1 Grundsätzliches zum Controlling im Rahmen von Klimaschutzkonzepten

Für die erfolgreiche Umsetzung von Klimaschutz-Teilkonzepten ist ein Controlling unerlässlich. Controlling wird dabei als Steuerungs- und Koordinierungsinstrument innerhalb des Umsetzungsprozesses verstanden, das Informationen zur Entscheidungsfindung und zielgerichteten Steuerung liefert.

Vor Beginn des Controllings sind die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten im Rahmen einer angepassten Management- und Organisationsstruktur festzulegen, sowie die notwendigen personellen und finanziellen Ressourcen zu kalkulieren und bereitzustellen.

Grundlage des Controllings sind dann die Festlegung und die zeitliche Fixierung von konkreten und überprüfbaren Zielen und Detailzielen, die sich aus den Konzepten ergeben. Für die Ziele müssen repräsentative Indikatoren festgelegt werden, die eine Rückkopplung der Zielerreichung ermöglichen. Diese sollen sich nicht nur auf physikalisch prüfbare Werte beschränken, sondern den Umsetzungsstand aller durchzuführenden Maßnahmen widerspiegeln können. Darüber hinaus sollten die tatsächlich aufgewendeten Kosten (Personalaufwand, Material- und Sachmittel) im Vergleich zur Planung und im Verhältnis zum erzielten Ergebnis analysiert werden. All diese Daten sind in einem kontinuierlichen Monitoringprozess zu erfassen und zu dokumentieren.

Der Umsetzungs- und Controlling-Prozess ist iterativ (siehe Abb. 227). Über ein Maßnahmen-Monitoring wird anhand der festgelegten Indikatoren und Auswertungsroutinen die Wirksamkeit der Maßnahmen und der Grad der Zielerfüllung ermittelt. Auf der Steuerungsebene wird die Situation anhand der Monitoring-Ergebnisse regelmäßig überprüft, die Ziele eventuell neu justiert und über eine Anpassung oder Beibehaltung bisheriger Instrumente und Maßnahmen entschieden. Auf der Struktur- und Maßnahmenebene werden die Anpassungen umgesetzt und anhand des Monitorings wieder ausgewertet. Damit beginnt der Kreislauf von neuem.



Abb. 227: Klimaschutzmanagement-Kreislauf und Controlling (Quelle: [difu 2018])

Die Supervision oder Evaluierung des Controlling-Prozesses durch externe Expert\*innen kann hilfreich sein. Ein Austausch und Vergleich mit anderen Städten ähnlicher Struktur ist empfehlenswert. Auf alle Fälle sollten die Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Controlling-Prozess mit den beteiligten Akteuren geteilt und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

## 3.2 Klimaschutz-Controlling bei Neubaugebiete

### 3.2.1 Controlling des Planungs- und Realisierungsprozesses

Über das Controlling soll die Umsetzung der **klimapolitischen und energetischen Zielsetzungen** während der Bauleitplanung und in der Realisierung für die jeweiligen Neubaugebiete sichergestellt werden. Die Ziele können allgemein für alle Neubaugebiete in Frankfurt a.M. gelten oder speziell auf die Bedingungen des Gebiets angepasst werden. Dabei können z.B. folgende Ziele definiert werden:

- Mindestanforderungen an die Optimierung des städtebaulichen Entwurfs hinsichtlich aktiver und passiver Nutzung von Solarenergie und günstiger Belichtung der Fassaden;
- Mindestanteile von hochwertigen, energetischen Gebäudestandards bei den zu errichtenden Gebäuden;
- Mindestwert für den Autarkiegrad von lokalen, erneuerbaren Energien im Quartier;
- Mindestflächen für solarenergetische Nutzungen auf Dächern und Fassaden;
- Mindestanforderungen hinsichtlich energieeffizienten und emissionsfreien Wärmeversorgungssystemen;
- Zielsetzungen zu klimafreundlichen Bauweisen und Baustoffen;
- Maximalwert für die spezifischen Treibhausgas-Emissionen je Einwohner\*in.

Neben der Überprüfung und Steuerung der Zielerfüllung dieser Ziele können **weitere Fragestellungen** Gegenstand des Controllings und der Evaluierung sein:

- Welche Auswirkungen wird das Neubaugebiet auf die Treibhausgas-Bilanz der Stadt haben?
- Welche energetischen und klimapolitischen Verbesserungen wurden durch Maßnahmen erreicht, die von der Stadt finanziell gefördert wurden?
- Welche Auswirkungen hatten die energetischen und klimapolitischen Vorgaben aus der Bauleitplanung auf Bau- und Betriebskosten?

Gegebenenfalls können die Ziele auch als Anforderungen oder Vereinbarungen in städtebaulichen Verträgen oder Grundstücks-Kaufverträgen übernommen werden. Diese Anforderungen sollen überprüfbar und die Nichterfüllung mit Sanktionen belegt sein.

Für die Prüfung vertraglicher Anforderungserfüllung, das Monitoring und die Beantwortung der relevanten Fragestellungen müssen entsprechende **Informationen und Daten** erhoben werden. Die Bereitstellung der benötigten Informationen kann z.B. bereits in den städtebaulichen Verträgen und Grundstücks-Kaufverträgen vereinbart werden. Diese können z.B. sein:

- Nachweis über den Gebäude-Energiestandard (z.B. KfW-Förderbescheid);
- Installierte PV-Leistung bzw. installierte Solarthermie-Fläche;
- Angaben zur Ausführung der haustechnischen Anlagen, z.B.:
  - Art des installierten Lüftungssystems,
  - Art des Wärmeverteilsystems,
  - Verwendung von Wohnungsübergabestationen,

- Art der Wärmeübergabesysteme
- Angaben zu den Baukosten KG 300 und 400
- Angaben zu den Betriebskosten im ersten Jahr

### **3.2.2 Überprüfung der energetischen und klimarelevanten Ziele nach Fertigstellung**

Ob die angestrebten Ziele bei der Energienutzung erreicht werden, wird sich erst während der Nutzungsphase des neuen Quartiers herausstellen. Zur Überprüfung der Zielerreichung und zur Prüfung der Wirksamkeit nachgeschalteter Maßnahmen wie Nutzer\*innen-Sensibilisierung, Energiespar-Beratungen usw. sollte für jedes Neubaugebiet ein energetisches Monitoring eingerichtet werden.

Über das Monitoring soll die Entwicklung des Energieverbrauchs, mindestens die nach Energieträger getrennten Energieströme ins Quartier erfasst werden. Die Aussagekraft der Daten wird umso größer je kleiner die betrachteten Einheiten werden (Baublöcke, Gebäude...) und je genauer nach Anwendungsbereichen unterschieden wird. Als guter Kompromiss zwischen Datenschutz und Aussagekraft wird je Energieträger eine Datenaggregation der Endenergie an den Energiezählern auf Baublockgröße (GIS-Blöcke) mit mindestens 5 Abnehmer\*innen empfohlen.

Das Energiereferat sollte prüfen, ob mit den Netzbetreibern (Strom, Gas, Fernwärme) in Frankfurt a.M. eine Vereinbarung getroffen werden kann, dass diese jährlich solche nach Baublöcken aggregierte Verbrauchsdaten zur Verfügung stellen.

Mit diesen Daten könnten dann jährliche Energie- und Treibhausgasbilanzen für das Quartier erstellt werden. Dies kann auch für Bestandgebiete eingeführt werden. Dort sind unter Umständen zusätzlich nicht leitungsgebundene Energieträger wie Heizöl oder Flüssiggas zu berücksichtigen, die nur schwer zu erfassen sind.

# ANHANG

## 1 Quellen

- [AGEB 09/2017] **Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland: 1990 bis 2016.** Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V. 24. Juli 2017, aktualisiert September 2017.
- [AGEB 2018] **Energieverbrauch in Deutschland**, Daten für das 1. – 4. Quartal 2017, AG Energiebilanzen e.V.; Januar 2018 [www.ag-energiebilanzen.de/20-0-Berichte.html](http://www.ag-energiebilanzen.de/20-0-Berichte.html)
- [ages 2005] **Verbrauchskennwerte 2005.** Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland. Forschungsbericht der ages GmbH, Münster. 1. Auflage Feb. 2007.
- [ARCADIS 2015] Batten, J. Sustainable Cities Index 2015 – Balancing the economic, social and environmental needs of the worlds leading cities. ARCADIS 2015.
- [Aktionsplan KISch 2007] **Aktionsplan Klimaschutz.** Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Wiesbaden: November 2007.
- [BearingPoint 2018] Dr. Krybus I. et al. **Verteilnetzstudie Hessen 2024–2034:** Studie im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung. BearingPoint GmbH et al. Frankfurt am Main: 16. April 2018.
- [COP21] Pariser Klimaschutzkonferenz (COP21) – **Übereinkommen von Paris.** Paris Dezember 2015
- [BEI 2009] **Allgemeinstrom in Wohngebäuden** – Kurzfassung, Bremer Energie Institut, Bremen, Februar 2009
- [Beschluss §2443, 2007] **§ 2443 Beschlussausfertigung aus der 15. Sitzung der Stadtverordnetenversammlung am 06.09.2007.** Haupt- und Finanzausschuss. Ausschuss für Planung, Bau und Wohnungsbau. Ausschuss für Umwelt und Sport. Stadt Frankfurt am Main, 2007

- [Beschluss §3760, 2019] **§3760 Beschlussausfertigung aus der 31. Sitzung der Stadtverordnetenversammlung am 28.02.2019.** Haupt- und Finanzausschuss. Stadt Frankfurt am Main, 26.02.2019
- [BMVBS 2015] **Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchs- und Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand,** Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin, April 2015
- [BMWE 2017] Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat): **Erneuerbare Energien in Zahlen,** Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2016, im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie:, September 2017
- [BMWI 2017] **Energiedaten: Gesamtausgabe.** Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Von [www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html) abgerufen.
- [BMWT 2014] **Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose,** Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, ewi. gws, prognos, Basel/Köln/Osanbrück, Juni 2014
- [Bohdanowicz°2006] Bohdanowicz, Paulina; Martinac, Ivo: **Determinants and benchmarking of resource consumption in hotels.** Case study of Hilton and Scandic in Europe. In „Energy and Buildings“ 39/2007, S. 82-95.
- [Borderstep 2018] Hintemann, R.; Clausen, J. **Potential von Energieeffizienztechnologien bei Colocation Rechenzentren in Hessen:** Studie im Auftrag der Hessen Trade & Invest GmbH. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH. Borderstep März 2018.
- [BUND 2018] **Smarte Rahmenbedingungen für Energie- und Ressourceneinsparungen bei vernetzten Haushaltsprodukten –** Kurzstudie im Auftrag des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND), Borderstep

Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH, Berlin,  
März 2018

- [CAT Thermometer 2019] **CAT Thermometer.** Climate Action Tracker –  
Untersuchungsprojekt von NewClimate Institute for  
Climate Policy and Global Sustainability, Climate  
Analytics gGmbH und Ecofys Germany GmbH.  
Deutschland. Online verfügbar. Stand September 2019.  
Abgerufen am 12.11.2019 auf  
<https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer/>.
- [dena 2018] **dena-Gebäudereport Kompakt 2018**, Statistiken und  
Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand,  
Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Berlin, 04/2018.
- [difu 2018] **Klimaschutz in Kommunen**, Praxisleitfaden, 3. aktuali-  
sierte und erweiterte Auflage, Deutsches Institut für Urba-  
nistik gGmbH (Difu), Berlin (Herausgeber), In Kooperation  
mit dem Institut für Energie- und Umweltforschung Heidel-  
berg GmbH (ifeu) und dem Klima-Bündnis – Climate  
Alliance – Alianza del Clima e.V., Frankfurt/M., ISBN 978-  
3-88118-585-1, Berlin 2018
- [DIN 277-1:2016] **Grundflächen und Rauminhalte von Hochbauten.** Teil  
1 – Hochbau. Hrsg. Normenausschuss Bauwesen im  
Deutschen Institut für Normung e.V. Berlin, Beuth Verlag  
GmbH, Berlin, Januar 2016.
- [DIN 5034-1:2011] **Tageslicht in Innenräumen** – Teil 1: Allgemeine Anfor-  
derungen; Hrsg. Normenausschuss Lichttechnik im Deut-  
schen Institut für Normung e.V. Berlin, Beuth Verlag  
GmbH, Berlin, Juli 2011.
- [DIN EN 12464-1:2019] **DIN EN 12464-1:2019-06 – Entwurf, Licht und Beleuch-  
tung – Beleuchtung von Arbeitsstätten** - Teil 1:  
Arbeitsstätten in Innenräumen; Normenausschuss Bau-  
wesen im Deutschen Institut für Normung e.V. (Hrsg.),  
Beuth-Verlag, Berlin, Juni 2019
- [DIN EN 17037:2019] **Tageslicht in Gebäuden**, Hrsg. Normenausschuss  
Lichttechnik im Deutschen Institut für Normung e.V.  
Berlin, Beuth Verlag GmbH, Berlin, März 2019.
- [DIN V 18599 1-10:2016] **Energetische Bewertung von Gebäuden** - Berechnung  
des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung,  
Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung.

- Teil 1 bis 11. Hrsg. Normenausschuss Bauwesen im Deutschen Institut für Normung e.V. Berlin: Beuth, 2016-10.
- [DW 2017] **Dämmwerk**, Software für Bauphysik- und EnEV-Berechnungen für Architekten und Ingenieure, Version 2017-04 vom 01.09.2017, KERN Ingenieurkonzepte, Berlin
- [DWD 2018] Deutscher Wetterdienst (DWD), Pressemitteilung vom 30.08.2018, „**Deutschlandwetter im Sommer 2018**“
- [EEG 2017] **Gesetz zur Einführung von Ausschreibungen für Strom aus erneuerbaren Energien** und zu weiteren Änderungen des Rechts der erneuerbaren Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG 2017). Bundesgesetzblatt 2016 Teil 1 Nr. 49 vom 18. Okt 2016.
- [Elektromobilität 2011] **Regierungsprogramm Elektromobilität**. Die Bundesregierung Deutschland. Rostock, Mai 2011.
- [Energiekonzept 2010] **Energiekonzept: für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung**. Bundesregierung Deutschland, September 2010.
- [Energierferat FfM 2015] **Beschlüsse der Stadtverordnetenversammlung der Stadt Frankfurt am Main zum Klimaschutz ab dem Jahr 2006**. Energierferat – Die Kommunale Klimaschutzagentur, Stadt Frankfurt am Main. Fiebig, Wiebke; Referatsleitung. 3. Auflage Stand 2015. Frankfurt am Main: Oktober 2015.
- [EnergiewendeDirekt 2018] Energiewende direkt – Energiekick für die europäische Energiewende. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Online veröffentlicht am 03. Juli 2018, abgerufen am 16. Juli 2018 auf [http://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2018/07/newsletter\\_2018-07.html?\\_act=renderPdf&\\_iDocId=799176](http://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2018/07/newsletter_2018-07.html?_act=renderPdf&_iDocId=799176).
- [EnEV 2014] **Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden** (Energieeinsparverordnung, Neufassung vom 1. Mai 2014). Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil 1 Nr. 67, Bonn 21. November 2013.

- [EnRef FfM 2017] **CO<sub>2</sub>-Bilanzierungs-Systematik Frankfurt am Main** – Beschreibung der Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Frankfurt, Kurzfassung, Energiereferat Stadt Frankfurt a. M. in Zusammenarbeit mit ifeu Heidelberg, Frankfurt, Dezember 2017
- [FAZ 20.06.2018] **Energieeffizienz soll bis 2030 um 32,5 Prozent steigen.** Pressemeldung. Frankfurter Allgemeine Zeitung GmbH. Online veröffentlicht am 20.06.2018. Abgerufen am 25.06.2018 auf <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/eu-energieeffizienz-soll-bis-2030-um-32-5-prozent-steigen-15649476.html>.
- [F+B 2016] **Analyse des Einflusses der energetischen Standards auf die Baukosten im öffentlich geförderten Wohnungsbau in Hamburg.** Forschung und Beratung für Wohnen, Immobilien und Umwelt GmbH. Hamburg Sept 2016
- [FfM Statistik 2019] Bürgeramt Statistik und Wahlen Frankfurt a. M., **Frankfurt Statistik aktuell**, Ausgabe 01/2019
- [FR 09.02.2015] **Frankfurt ist Weltmeister.** Pressemeldung. Thomas Stillbauer, Frankfurter Rundschau. Online veröffentlicht am 09.02.2015. Abgerufen am 08.02.2018 auf <http://www.fr.de/frankfurt/nachhaltigkeit-frankfurt-ist-weltmeister-a-495173>.
- [FR 07.12.2018] Artikel der Frankfurter Rundschau vom 07.12.2018: „**131 Wohnungen entstehen in Alt-Nied**“; abgerufen über [www.fr.de](http://www.fr.de)
- [Freischlad+Holz 2019] Mans, Nina u.a., Freischlad + Holz Planung und Architektur, „**Stadtumbau Hessen, Griesheim-Mitte, Integriertes Städtebauliches Entwicklungskonzept (ISEK) Teil 1**“, herausgegeben vom Stadtplanungsamt Frankfurt a.M., Darmstadt Berlin, 2019
- [Förderrichtlinie 2017] **Bekanntmachung – Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland** vom 13.02.2017. Bundesanzeiger. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. BAnz AT 15.02.2017 B4. Veröffentlichung: 15.02.2017

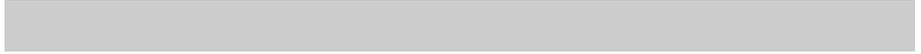
- [GEG Entwurf 2019] **Gesetzentwurf der Bundesregierung Entwurf eines Gesetzes zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude.** Bearbeitungsstand 28.05.2019. Online veröffentlicht am 28.05.2019. Abgerufen am 12.11.2019 auf [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/gesetz-zur-vereinheitlichung-des-energieeinsparrechts-fuer-gebaeude.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/gesetz-zur-vereinheitlichung-des-energieeinsparrechts-fuer-gebaeude.pdf?__blob=publicationFile&v=8)
- [Gemis 4.95] **Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS)**, Version 4.95 mit Datenstand vom November 2016. Internationale Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS), Darmstadt. [www.gemis.de](http://www.gemis.de).
- [Geißler 11/2017] **Mit PUE zur Green IT: Was ist eigentlich Power Usage Effectiveness – PUE?** Online-Artikel. Geißler, O. et al. Veröffentlicht von DataCenter Insider am 21.11.2017 auf [www.datacenter-insider.de](http://www.datacenter-insider.de), abgerufen am 25.06.2018 auf <https://www.datacenter-insider.de/was-ist-eigentlich-power-usage-effectiveness-pue-a-663864/>.
- [Green City 2016] **Frankfurt Green City 2016: Status und Trends.** Dezernat X Umwelt und Gesundheit, Stadt Frankfurt am Main. Frankfurt am Main: Zarbock GmbH & Co. KG Juli 2016
- [GUT cert 25.06.2018] **EU einigt sich bei Verhandlungen zur Erneuerbare Energien Richtlinie (REDII).** Pressemeldung. GUT Zertifizierungsgesellschaft für Managementsysteme mbH – Umweltgutachter. Online veröffentlicht am 25.06.2018. Abgerufen am 28.06.2018 auf <https://www.gut-cert.de/news-reader/eu-einigt-sich-bei-verhandlungen-zur-erneuerbare-energien-richtlinie-redii.html>.
- [Hessische APStr 2012] **Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Hessen: Hessische Anpassungsstrategie.** Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Wiesbaden: September 2012.
- [HLNUG 2017] **Erdwärmennutzung in Hessen – Leitfaden für Erdwärmesondenanlagen zum Heizen und Kühlen,** 5. Auflage; vom Hessischen Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie; Wiesbaden 2017

- [HMWEVL 2016] **Solar-Kataster des Landes Hessen**; Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL); Wiesbaden 2016
- [Huijbrechts 2015] Huijbrechts, Inge; Carlson Rezidor Hotel Group; **Energiebewusstes Mitarbeiterverhalten spart bis zu fünf Prozent**; Artikel in Sonderveröffentlichung hotel+energie, August 2015
- [IBP 05/2015] Schumacher, P. et. al. **Masterplan 100 % Klimaschutz – Frankfurt am Main – Generalkonzept**. Fraunhofer-IBP. 1. Auflage. Kassel: 20. Mai 2015.
- [ifeu 2008] Duscha, M. et. al. **Energie- und Klimaschutzkonzept für die Stadt Frankfurt am Main 2008: Endbericht**. Ifeu – Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH. 2. Auflage (Berücksichtigung von Modifikationen bis Juni 2009). Heidelberg: Oktober 2008.
- [ifeu 2017] **CO<sub>2</sub>-Bilanzierungs-Systematik Frankfurt a.M.**, Beschreibung der Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Frankfurt – Kurzfassung, Energiereferat Stadt Frankfurt a.M., ifeu-Heidelberg, Frankfurt, Dezember 2017
- [iKSP 2017] **Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025**. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Wiesbaden: März 2017.
- [KfW-153 2018] **Merkblatt zum Programm 153 „Energieeffizient Bauen“**, Technische Mindestanforderungen, Stand 04/2018, KfW-Bank, Frankfurt, April 2018
- [Klimabündnis 2014] Satzung des Klima-Bündnis. Climate - Alliance European Secretariat - Frankfurt am Main. Letzte Änderung: Luxemburg, 08. Mai 2014
- [Klimaschutzplan 2050] **Klimaschutzplan 2050 Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung**. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Berlin: November 2016
- [KISchförderung 2015] Richtlinie des Landes Hessen zur **Förderung von kommunalen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten** sowie von kommunalen Informationsinitiativen. Hessisches Ministerium für

- Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Wiesbaden: November 2015.
- [KISchKonzept 2007] **Klimaschutzkonzept Hessen 2012.** Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Wiesbaden: März 2007.
- [Koalitionsvertrag 2018] Ein neuer Aufbruch für Europa – Eine neue Dynamik für Deutschland – Ein neuer Zusammenhalt für unser Land. **Koalitionsvertrag** zwischen CDU, CSU und SPD. 19. Legislaturperiode.
- [Mein Nied 2019] Homepage des Projektes Soziale Stadt Nied: <http://www.MEIN-NIED.de/> vom Stadtplanungsamt Frankfurt am Main, abgerufen am 30.11.2019
- [MietWhgBau 2017] **Frankfurter Programm für den Neubau von bezahlbaren Mietwohnungen: Förderweg 2 – Richtlinien zur Vergabe von Wohnungsbaudarlehen und Gewährung von Zuschüssen.** Dezernat Planen und Wohnen – Stadt Frankfurt am Main Frankfurt am Main: Stadtplanungsamt 2017
- [Ökoplan2018a] **Besonnungsstudie zum Bebauungsplan Nr. 880 („Innovationsquartier“) in Frankfurt a.M.,** Achim Burst, ÖKOPLANA, Mannheim, 21.06.2018, überlassen vom Auftraggeber Instone Real Estate Development GmbH Frankfurt.
- [Ökoplan2018b] **Tageslichtstudien zum Projekt Innovationsquartier in Frankfurt a.M.,** Achim Burst, ÖKOPLANA, Mannheim, 13.03.2018, überlassen vom Auftraggeber Instone Real Estate Development GmbH Frankfurt.
- [PHI-Kriterien 2016] **Kriterien für den Passivhaus-, EnerPHit- und PHI-Energiesparhaus-Standard,** Version 9f, Stand 26.08.2016, Passivhaus-Institut Darmstadt, August 2016
- [PHPP2015] Feist, Wolfgang; et.al. **Passivhaus Projektierungs Paket** – Das Energiebilanzierungs- und Planungstool für effiziente Gebäude und Modernisierungen. Version 9. Darmstadt April 2015. Dokumentation und Excel-Arbeitsmappe.
- [Richtlinie 2010/31/EU] **Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die**

- Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.** Amtsblatt der Europäischen Union L153/13, 2010
- [Richtlinie 2018/2001/EU] **Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018** zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung), 2018
- [RZ & Infrastr. III/2017] **Rechenzentren und Infrastruktur III: Wo wir Mikro-Datacenter aufstellen.** Jannot, T. et al. Themenbeilage zur iX 8/17. Rechenzentren und Infratstruktur, August 2017.
- [SozWhgBau 2016] **Frankfurter Programm zur sozialen Mietwohnungsbauförderung: Richtlinien zur Vergabe von Wohnungsbaudarlehen für den Mietwohnungsbau.** Dezernat Planen und Wohnen – Stadt Frankfurt am Main Frankfurt am Main: Stadtplanungsamt 2016.
- [Stadt FfM 2013] Stadtplanungsamt Frankfurt a.M., „**Entwicklungskonzept Stadtteilentwicklung Griesheim nördlich der Bahn**“, Karte im Maßstab 1:2000, 2013
- [Stadt FfM 2017] **Frankfurter Programm für den Neubau von bezahlbaren Mietwohnungen – Förderweg 2,** Richtlinien zur Vergabe von Wohnungsbaudarlehen und Gewährung von Zuschüssen, Magistrat der Stadt Frankfurt a. M., Stadtplanungamt, September 2017
- [Stadt FfM 2018] **Frankfurter Programm für den Neubau von bezahlbaren Mietwohnungen – Förderweg 1,** Richtlinien zur Vergabe von Wohnungsbaudarlehen und Gewährung von Zuschüssen, Magistrat der Stadt Frankfurt a. M., Stadtplanungamt, Juli 2018
- [Stadt FfM 2019] Szuczynski, Timo et al, Stadtplanungsamt Frankfurt am Main und ProjektStadt; **Soziale Stadt Frankfurt-Nied** – Präsentation zur 1. Ämterrunde, 22.05.2019
- [Stellplatzsatzung 2016] Stellplatzsatzung der Stadt Frankfurt am Main. Aufgestellt aufgrund der §§ 44, 76, 81 der Hessischen Bauordnung (HBO) und der §§ 5, 51 Nr. 6 der Hessischen Gemeindeordnung. Stadtverordnetenversammlung Frankfurt am Main, 17. November 2016, § 712.

- [Strom 2017] **Stromspiegel für Deutschland 2017**, co2online gemeinnützige Beratungsgesellschaft mbH
- [StudiWhgBau 2016] **Frankfurter Programm zur Wohnraumförderung für Studierende: Richtlinien zur Vergabe von Wohnungsbaumitteln.** Dezernat Planen und Wohnen – Stadt Frankfurt am Main Frankfurt am Main: Stadtplanungsamt 2016.
- [Tabula] Internationales Projekt IEE Project EPISCOPE; Tabula, lokale Partner, IWU, Institut Wohnen und Umwelt, abgerufen Juni 2020, [www.webtool.building-typology.eu](http://www.webtool.building-typology.eu)
- [taz 23.06.2018] **EU gelobt mehr Klimaschutz.** Pressemeldung. Pötter, Bernhard, TAZ Verlags- und Vertriebs GmbH. Online veröffentlicht am 23.06.2018. Abgerufen am 25.06.2018 auf <http://www.taz.de/!5512384/>.
- [techem 2017] **„Techem Energiekennwerte 2017 – Transparenz zum Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser in deutschen Mehrfamilienhäusern“**, Techem Energy Services GmbH, Corporate Communications, Eschborn, 2018
- [TU Dresden 2016] Ließke, F. et al. **Entwicklung des Stadtverkehrs in Frankfurt am Main von 2003 bis 2013** – auf Grundlage der Verkehrserhebung „Mobilität in Städten – SrV“. Technische Universität Dresden, Professur Integrierte Verkehrsplanung und Straßenverkehrstechnik. Dresden, Dezember 2016.
- [UBA°2011] **Klimaschutz durch Reduzierung des Energiebedarfs für Gebäudekühlung**, Climate Chance 10/2011, Ecofys Germany GmbH, Köln im Auftrag des Umweltbundesamtes, ISSN 1862-4359, Dessau-Roßlau, Juni 2011
- [Verkehrsdezernat FfM 2015] **Mobilitätsstrategie – Frankfurt in Bewegung:** Statusbericht Juli 2015. Verkehrsdezernat, Stadt Frankfurt am Main. Frankfurt am Main: Juli 2015.
- [Voss 2015] Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss, M. Sc. Soara Bernard, Bergische Universität Wuppertal, **„Energieverbrauch und Energieeffizienz in der Hotellerie“**, Artikel im Sonderheft hotel+energie der Fachzeitschrift Hotelbau, August 2015



## 2 Chronologie Klimaschutz in Frankfurt am Main

- 1983 Gründung des **Energiebüros** im Hochbauamt Frankfurt
- 1987 Gründung **Abteilung Energiemanagement**
- 1990 Gründungsmitglied des „**Klimabündnis** der Europäischen Städte mit den Völkern Amazoniens“
- 1990 Abteilung Energiemanagement aufgestockt auf 6 Stellen
- 1991 Magistratsbeschluss „**Klimaoffensive 1991**“  
Bei Neubauten wird ein Heizenergiebedarf von weniger 75 kWh/m<sup>2</sup>a verlangt.
- 2002 Sonderpreis im **Wettbewerb** „Energieland Hessen“ erhalten
- 2003 Grundsatzbeschluss für Passivhausstandard bei Schulgebäuden
- 2005 Magistratsbeschluss „**Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen**“  
Die Leitlinien werden jährlich fortgeschrieben und liegen allen städtischen Gebäuden seitdem zugrunde
- 2006 Magistratsbeschluss §10653 „**Wohnungsneubau in Passivhausbauweise**“  
Wohnbaugesellschaften mit städtischen Anteilen sollen Neubau und Grundsanierungen in PH-Standard umsetzen
- 2007 Magistratsbeschluss § 2443 „Bausteine für den Klimaschutz“  
Alle neu gebauten **Gebäude der Stadtverwaltung** und **Gebäude auf städtischen Grundstücken** sowie Gebäude von Gesellschaften mit städtischem Anteil müssen im **Passivhaus-Standard** gebaut werden (Heizwärmebedarf kleiner 15 kWh/m<sup>2</sup>a) oder, falls nicht möglich mindestens EnEV -30 % einhalten.  
Bei Nichtwohngebäuden müssen erneuerbare Energien genutzt werden.
- 2007 1. Preis im **Wettbewerb** „Unsere Kommune ist klimaaktiv“
- 2009 **Mitglied im Bündnis** „Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen“
- 2010 2. Platz im **Wettbewerb** „Bundeshauptstadt im Klimaschutz“
- 2010 **Änderung des Passivhausbeschlusses:**  
Alle neu gebauten oder grundlegend sanierten **Gebäude der Stadtverwaltung** und **eigene oder fremde Gebäude auf städtischen Grundstücken** und Gebäude von **Gesellschaften mit städtischem Anteil** müssen **Passivhäuser** sein (Heizwärmebedarf kleiner 15 kWh/m<sup>2</sup>a) oder,

falls nicht möglich mindestens EnEV -30 %

Bei Kauf eines städtischen Grundstücks verpflichtet sich ein Bauherr zur Einhaltung des Passivhausstandards / EnEV -30 %.

Bei Nichtwohngebäuden müssen erneuerbare Energien genutzt werden.

Bei Sanierung sollen Bauteile in Passivhaus-Qualität verwendet werden, mindestens muss EnEV -30 % erreicht werden, Ausnahmen müssen begründet werden.

2012 Bewerbung für den **European Green City Award 2014/15**

Green City: Eine nachhaltige Stadtentwicklung fördert einen Ausgleich zwischen ökonomischen, ökologischen, sozialen und kulturellen Bedürfnissen, der nicht auf Kosten Dritter oder nachfolgender Generationen geht. Ausgezeichnet wird eine Stadt die „viel Grün, hohe Lebensqualität und hohes Umweltbewusstsein miteinander kombiniert“ [Anforderungsprofil Green City Award].

2012 Teilnahme am Programm „Masterplan 100 % Klimaschutz“ der Bundesregierung  
Projektlaufzeit für Frankfurt: 01. Jun. 2012 bis 31. Dez. 2018

2013 Alle städtischen Liegenschaften werden mit **Ökostrom und Gas mit Bioanteil** versorgt.

Zwischen 2007 und 2014 wurden rund 1000 Wohnungen, Schulen, Kitas Turnhallen und Bürogebäude im PH-Standard errichtet oder saniert mit einer Nutzfläche von insgesamt etwa 560.000 m<sup>2</sup>.

2015 1. Platz im **Wettbewerb** der internationalen „nachhaltigsten Städte“ (noch vor London und Kopenhagen)

### 3 Kennwerte von Investitionskosten für TGA-Anlagen

#### Einfamilienhaus mit 160 m<sup>2</sup> Wohnfläche

##### Anlagenbeschreibung

Heizlast (Klimazone Mannheim)	EnEV-Standard	7,0 kW
	KfW-EH-55	5,6 kW
	KfW-EH-40	4,4 kW
	Passivhaus	3,2 kW
Heizleistung Wärmeerzeuger ohne Heizungs-Pufferspeicher		10 kW
Heizleistung Wärmeerzeuger mit Heizungs-Pufferspeicher		8 kW
Heizleistung Kompaktaggregat		1,2 - 2 kW
Wärmequelle für S/W-Wärmepumpe	Erdsonden	
Heizungspufferspeicher		300 l
TWW-Bereitung in indirekt beheiztem TWW-Speicher		120 l
Kompaktaggregat mit Luftheizung und 2 separaten Heizkörpern		
Größe thermische Solaranlage für TWW-Bereitung		5 m <sup>2</sup>
Größe thermische Solaranlage für TWW und Hzg.-Unterstützung		12 m <sup>2</sup>
Größe PV-Anlage (entspricht Anforderungen EH-40-Plus)		3 kWp

System / Wärmeerzeuger	Übergabe-station	Gas-BW-Kessel	Pellet-kessel	S/W-Wärme-pumpe	L/W-Wärme-pumpe	Kompakt-aggregat
Energieträger	Fernwärme	Erdgas	Holz	Strom	Strom	Strom
	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
Brennstofflager + Austrag			6.100			
Medienanschluss	3.900	2.800				
Erschließung Wärmequelle				11.000	*1	
Wärmeerzeuger	2.800	5.000	12.100	10.500	12.600	15.000
Abgassystem		1.900	2.800			
Heizungs-Pufferspeicher			1.000	1.000	1.000	
TWW-Bereitung	900	900	900	900	900	
Hzg.-Verteilung Zentrale	2.200	2.200	2.800	2.800	2.800	1.100
Hzg.-Verteilung+Übergabe	6.900	6.900	6.900	9.200	9.200	1.500
Zwischensumme	16.700	19.700	32.600	35.400	26.500	17.600
20% Nebenkosten	3.340	3.940	6.520	7.080	5.300	3.520
<b>Summe</b>	<b>20.040</b>	<b>23.640</b>	<b>39.120</b>	<b>42.480</b>	<b>31.800</b>	<b>21.120</b>
	85%	100%	165%	180%	135%	89%

##### Minderkosten Wärmeversorgungssystem gegenüber EnEV-Standard

bei KfW-EH-55-Standard	-550	-550	-580	-720	-720	-160
bei KfW-EH-40-Standard	-1.090	-1.090	-1.160	-1.440	-1.440	-310
bei PH-Standard	-1.640	-1.640	-1.750	-2.160	-2.160	-470

##### Zusatzkosten weiterer optionaler TGA-Systeme

Abluftanlage	5.920	5.920	5.920	5.920	5.920	*2
Zu-/Abluftanlage mit WRG	14.400	14.400	14.400	14.400	14.400	10.600
Therm. Solaranlage TWW	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Therm. Solaranlage TWW+Hzg.	7.600	7.600	7.600	7.600	7.600	7.600
PV-Anlage	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500

## Mehrfamilienhaus mit 600 m<sup>2</sup> Wohnfläche

### Anlagenbeschreibung

Heizlast (Klimazone Mannheim)	EnEV-Standard	24 kW
	KfW-EH-55	19 kW
	KfW-EH-40	16 kW
	Passivhaus	12 kW
Heizleistung Wärmeerzeuger ohne Heizungs-Pufferspeicher		30 kW
Heizleistung Wärmeerzeuger mit Heizungs-Pufferspeicher		24 kW
Heizleistung BHKW		10 kW
Wärmequelle für S/W-Wärmepumpe	Erdsonden	
Heizungspufferspeicher		900 l
TWW-Bereitung mit Pufferspeicher...		720 l
...und Frischwasserstation		20 l/min
Größe thermische Solaranlage für TWW-Bereitung		15 m <sup>2</sup>
Größe thermische Solaranlage für TWW und Hzg.-Unterstützung		31 m <sup>2</sup>
Größe PV-Anlage (entpricht Anforderungen EH-40-Plus)		10 kWp

System / Wärmeerzeuger	Übergabe- station	Gas-BW- Kessel	Pellet- kessel	S/W-Wärme- pumpe	L/W-Wärme- pumpe	BHKW + Gaskessel
Energieträger	Fernwärme	Erdgas	Holz	Strom	Strom	Erdgas
	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
Brennstofflager + Austrag			8.500			
Medienanschluss	5.800	3.600				3.600
Erschließung Wärmequelle				33.200	*1	
Wärmeerzeuger	2.700	5.800	18.000	18.600	22.700	30.800
Abgassystem		2.000	2.500			3.500
Heizungs-Pufferspeicher			1.000	2.000	2.000	1.000
TWW-Bereitung (Friwa)	6.300	6.300	6.300	6.300	6.300	6.300
Hzg.-Verteilung Zentrale	3.700	5.200	5.700	5.200	5.200	6.200
Hzg.-Verteilung+Übergabe	30.000	30.000	30.000	36.000	36.000	30.000
Zwischensumme	48.500	52.900	72.000	101.300	72.200	81.400
20% Nebenkosten	9.700	10.580	14.400	20.260	14.440	16.280
<b>Summe</b>	<b>58.200</b>	<b>63.480</b>	<b>86.400</b>	<b>121.560</b>	<b>86.640</b>	<b>97.680</b>
	92%	100%	136%	191%	136%	154%

### Minderkosten Wärmeversorgungssystem gegenüber EnEV-Standard

bei KfW-EH-55-Standard	-1.200	-1.200	-1.600	-1.400	-1.400	-1.200
bei KfW-EH-40-Standard	-2.100	-2.100	-3.000	-2.500	-2.500	-2.100
bei PH-Standard	-2.700	-2.700	-4.000	-3.200	-3.200	-2.700

### Zusatzkosten weiterer optionaler TGA-Systeme

Abluftanlage	27.000	27.000	27.000	27.000	27.000	27.000
Zu-/Abluftanlage mit WRG	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Therm. Solaranlage TWW	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300	9.300
Therm. Solaranlage TWW+Hzg.	19.700	19.700	19.700	19.700	19.700	19.700
PV-Anlage	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000	14.000
Mehrkosten Wohnungsstationen	6.200	6.200	6.200	6.200	6.200	6.200

## Mehrfamilienhaus mit 1.200 m<sup>2</sup> Wohnfläche

### Anlagenbeschreibung

Heizlast (Klimazone Mannheim)	EnEV-Standard	44 kW
	KfW-EH-55	37 kW
	KfW-EH-40	32 kW
	Passivhaus	24 kW
Heizleistung Wärmeerzeuger ohne Heizungs-Pufferspeicher		50 kW
Heizleistung Wärmeerzeuger mit Heizungs-Pufferspeicher		40 kW
Heizleistung BHKW		18 kW
Wärmequelle für S/W-Wärmepumpe	Erdsonden	
Heizungspufferspeicher		1500 l
TWW-Bereitung mit Pufferspeicher...		900 l
...und Frischwasserstation		40 l/min
Größe thermische Solaranlage für TWW-Bereitung		26 m <sup>2</sup>
Größe thermische Solaranlage für TWW und Hzg.-Unterstützung		54 m <sup>2</sup>
Größe PV-Anlage (weniger als Anforderungen EH-40-Plus)		14 kWp

System / Wärmeerzeuger	Übergabe- station	Gas-BW- Kessel	Pellet- kessel	S/W-Wärme- pumpe	L/W-Wärme- pumpe	BHKW + Gaskessel
Energieträger	Fernwärme	Erdgas	Holz	Strom	Strom	Erdgas
	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
Brennstofflager + Austrag			12.600			
Medienanschluss	6.300	4.000				4.000
Erschließung Wärmequelle				52.200	*1	
Wärmeerzeuger	4.800	7.100	21.500	23.000	28.200	42.800
Abgassystem		4.000	4.500			7.500
Heizungs-Pufferspeicher			1.500	3.000	3.000	1.500
TWW-Bereitung (Friwa)	7.600	7.600	7.600	7.600	7.600	7.600
Hzg.-Verteilung Zentrale	7.200	8.800	9.400	8.800	8.800	9.900
Hzg.-Verteilung+Übergabe	60.000	60.000	60.000	72.000	72.000	60.000
Zwischensumme	85.900	91.500	117.100	166.600	119.600	133.300
20% Nebenkosten	17.180	18.300	23.420	33.320	23.920	26.660
<b>Summe</b>	<b>103.080</b>	<b>109.800</b>	<b>140.520</b>	<b>199.920</b>	<b>143.520</b>	<b>159.960</b>
	94%	100%	128%	182%	131%	146%

### Minderkosten Wärmeversorgungssystem gegenüber EnEV-Standard

bei KfW-EH-55-Standard	-2.400	-2.400	-3.300	-2.900	-2.900	-2.400
bei KfW-EH-40-Standard	-4.200	-4.200	-6.000	-5.000	-5.000	-4.200
bei PH-Standard	-5.400	-5.400	-8.000	-6.500	-6.500	-5.400

### Zusatzkosten weiterer optionaler TGA-Systeme

Abluftanlage	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000	54.000
Zu-/Abluftanlage mit WRG	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
Therm. Solaranlage TWW	16.100	16.100	16.100	16.100	16.100	16.100
Therm. Solaranlage TWW+Hzg.	34.100	34.100	34.100	34.100	34.100	34.100
PV-Anlage	17.000	17.000	17.000	17.000	17.000	17.000
Mehrkosten Wohnungsstationen	11.500	11.500	11.500	11.500	11.500	11.500

## Mehrfamilienhaus mit 2.000 m<sup>2</sup> Wohnfläche

Anlagenbeschreibung		
Heizlast (Klimazone Mannheim)	EnEV-Standard	68 kW
	KfW-EH-55	58 kW
	KfW-EH-40	52 kW
	Passivhaus	40 kW
Heizleistung Wärmeerzeuger ohne Heizungs-Pufferspeicher		85 kW
Heizleistung Wärmeerzeuger mit Heizungs-Pufferspeicher		70 kW
Heizleistung BHKW		30 kW
Wärmequelle für S/W-Wärmepumpe	Erdsonden	
Heizungspufferspeicher		2000 l
TWW-Bereitung mit Pufferspeicher...		1400 l
...und Frischwasserstation		80 l/min
Größe thermische Solaranlage für TWW-Bereitung		40 m <sup>2</sup>
Größe thermische Solaranlage für TWW und Hzg.-Unterstützung		84 m <sup>2</sup>
Größe PV-Anlage (weniger als Anforderungen EH-40-Plus)		16 kWp

System / Wärmeerzeuger	Übergabe- station	Gas-BW- Kessel	Pellet- kessel	S/W-Wärme- pumpe	L/W-Wärme- pumpe	BHKW + Gaskessel
Energieträger	Fernwärme	Erdgas	Holz	Strom	Strom	Erdgas
	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
Brennstofflager + Austrag			18.500			
Medienanschluss	7.100	4.700				4.700
Erschließung Wärmequelle				86.000	*1	
Wärmeerzeuger	5.900	9.400	26.000	31.300	38.600	53.700
Abgassystem		6.000	6.500			11.500
Heizungs-Pufferspeicher			2.000	4.000	4.000	2.000
TWW-Bereitung (Friwa)	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800	10.800
Hzg.-Verteilung Zentrale	9.300	10.800	11.300	10.800	10.800	11.800
Hzg.-Verteilung+Übergabe	100.000	100.000	100.000	120.000	120.000	100.000
Zwischensumme	133.100	141.700	175.100	262.900	184.200	194.500
20% Nebenkosten	26.620	28.340	35.020	52.580	36.840	38.900
<b>Summe</b>	<b>159.720</b>	<b>170.040</b>	<b>210.120</b>	<b>315.480</b>	<b>221.040</b>	<b>233.400</b>
	94%	100%	124%	186%	130%	137%
<b>Minderkosten Wärmeversorgungssystem gegenüber EnEV-Standard</b>						
bei KfW-EH-55-Standard	-4.000	-4.000	-5.500	-4.800	-4.800	-4.000
bei KfW-EH-40-Standard	-7.000	-7.000	-9.900	-8.400	-8.400	-7.000
bei PH-Standard	-9.000	-9.000	-13.400	-10.800	-10.800	-9.000
<b>Zusatzkosten weiterer optionaler TGA-Systeme</b>						
Abluftanlage	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Zu-/Abluftanlage mit WRG	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
Therm. Solaranlage TWW	24.900	24.900	24.900	24.900	24.900	24.900
Therm. Solaranlage TWW+Hzg.	52.600	52.600	52.600	52.600	52.600	52.600
PV-Anlage	18.600	18.600	18.600	18.600	18.600	18.600
Mehrkosten Wohnungsstationen	18.400	18.400	18.400	18.400	18.400	18.400

## Parzelle in Blockrandbebauung mit 9.000 m<sup>2</sup> Wohnfläche mit gemeinsamer Heizzentrale

### Anlagenbeschreibung

Heizlast (Klimazone Mannheim)	EnEV-Standard	300 kW
	KfW-EH-55	260 kW
	KfW-EH-40	225 kW
	Passivhaus	180 kW
Heizleistung Wärmeerzeuger ohne Heizungs-Pufferspeicher		375 kW
Heizleistung Wärmeerzeuger mit Heizungs-Pufferspeicher		300 kW
Heizleistung BHKW		125 kW
Wärmequelle für S/W-Wärmepumpe	Erdsonden	
Heizungspufferspeicher		4000 l
TWW-Bereitung mit Pufferspeicher...		2800 l
...und Frischwasserstation		240 l/min
Größe thermische Solaranlage für TWW-Bereitung		185 m <sup>2</sup>
Größe thermische Solaranlage für TWW und Hzg.-Unterstützung		388 m <sup>2</sup>
Größe PV-Anlage (entspricht Anforderungen EH-40-Plus)		69 kWp

System / Wärmeerzeuger	Übergabe- station	Gas-BW- Kessel	Pellet- kessel	S/W-Wärme- pumpe	L/W-Wärme- pumpe	BHKW + Gaskessel
Energieträger	Fernwärme	Erdgas	Holz	Strom	Strom	Erdgas
	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
Brennstofflager + Austrag			35.000			
Medienanschluss	14.400	10.500				10.500
Erschließung Wärmequelle				322.500	*1	
Wärmeerzeuger	13.900	32.200	85.200	117.300	145.100	172.800
Abgassystem		9.000	10.000			14.000
Heizungs-Pufferspeicher			8.400	16.800	16.800	8.400
TWW-Bereitung (Friwa)	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000	35.000
Hzg.-Verteilung Zentrale	51.250	55.000	56.250	55.000	55.000	57.500
Hzg.-Verteilung+Übergabe	450.000	450.000	450.000	540.000	540.000	450.000
Zwischensumme	564.550	591.700	679.850	1.086.600	791.900	748.200
20% Nebenkosten	112.910	118.340	135.970	217.320	158.380	149.640
<b>Summe</b>	<b>677.460</b>	<b>710.040</b>	<b>815.820</b>	<b>1.303.920</b>	<b>950.280</b>	<b>897.840</b>
	95%	100%	115%	184%	134%	126%
<b>Minderkosten Wärmeversorgungssystem gegenüber EnEV-Standard</b>						
bei KfW-EH-55-Standard	-18.000	-18.000	-18.700	-21.600	-21.600	-18.000
bei KfW-EH-40-Standard	-31.500	-31.500	-32.800	-37.800	-37.800	-31.500
bei PH-Standard	-40.500	-40.500	-42.700	-48.600	-48.600	-40.500
<b>Zusatzkosten weiterer optionaler TGA-Systeme</b>						
Abluftanlage	405.000	405.000	405.000	405.000	405.000	405.000
Zu-/Abluftanlage mit WRG	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000	900.000
Therm. Solaranlage TWW	116.600	116.600	116.600	116.600	116.600	116.600
Therm. Solaranlage TWW+Hzg.	244.500	244.500	244.500	244.500	244.500	244.500
PV-Anlage	82.400	82.400	82.400	82.400	82.400	82.400
Mehrkosten Wohnungsstationen	81.200	81.200	81.200	81.200	81.200	81.200

