

4 Potenziale

Hinsichtlich der in diesem Konzept zu untersuchenden Aspekte, wie die energetische Ausgangssituation im Quartier oder Aspekte der Klimaanpassung und Mobilität, wurden im Rahmen der Bestandsaufnahme positive sowie negative Sachverhalte im Quartier erfasst. Diese liefern erste Anhaltspunkte, welche Bereiche für die angestrebte Verbesserung der Klimabilanz, umweltökologischer Aspekte sowie der Lebensqualität in Sossenheim grundsätzlich von Bedeutung sind.

Des Weiteren konnten in Expertengesprächen mit der Stadt Frankfurt, den Energieversorgern sowie privatwirtschaftlichen Akteuren aus Sossenheim Tendenzen zur erwartbaren Umsetzungsmöglichkeit erfasst werden und die Priorisierung der durch die Projektpartner identifizierten Potenziale durch praxisbezogene Einschätzungen erweitert werden. Die Befragung in Sossenheim zeigte unterdessen, welche Punkte seitens Eigentümer:innen und Mieter:innen als verbesserungswürdig gelten. Die hier beschriebene Potenzialanalyse fußt auf den drei beschriebenen Komponenten: Bestandsanalyse, Experteninterviews und Befragung sowie der THG-Bilanzierung.

Ziel der Potenzialanalyse ist es, darauf aufbauend zu erfassen, bei welchen dieser im ersten Schritt ermittelten Handlungsbereiche eine hohe Wirkungsfähigkeit zu erwarten ist. Diese Wirkungsfähigkeit, das heißt die Höhe des Potenzials, setzt sich aus unterschiedlichen Faktoren zusammen. Hierzu zählt zum einen, wie mangelhaft ein untersuchter Aspekt bewertet wird, zum Beispiel wie weit die tatsächlichen Gegebenheiten von einer theoretischen, hinsichtlich der Klimabilanz, ökologischer Aspekte sowie Lebensqualität, optimalen Gestaltung abweichen. Beispielhaft für eine mangelhafte energetische Ausstattung oder Raumsituation können hohe Energieverbräuche, ein schlechter Sanierungszustand von öffentlichen und privaten Gebäuden oder das Vorhandensein von Hitzeinseln genannt werden. Darüber hinaus spielen aber ebenfalls Faktoren eine Rolle, welche die Umsetzungswahrscheinlichkeit und die zu erwartenden Effekte eines Vorhabens beeinflussen. Hierbei sind beispielsweise Indikatoren, wie die Kosten und Fördermöglichkeiten, das Realisierungsinteresse potenzieller Akteure sowie die Höhe der zu erwartenden CO₂-Reduktion oder Effekte auf die Biodiversität sowie Lebensqualität der Quartiersbewohner:innen, von Bedeutung. Im Quartier sind viele Wohneinheiten

vermietet, einerseits von professionellen Wohnungsunternehmen mit eigenen technischen Abteilungen und Planungen, andererseits sind auch viele Eigentümer:innen im Quartier vorhanden, die zur den privaten Vermieter:innen zählen. Diese haben oftmals weniger Expertise und größere Unsicherheiten in der Thematik der energetischen Gebäudesanierung.

Die ermittelten Potenziale sind damit im Sinne einer Priorisierung bestimmter Handlungsfelder zu verstehen. Handlungsfelder, welche im Rahmen der Analyse ein hohes Potenzial ergeben, werden im Folgeschritt differenzierter betrachtet, miteinander verschnitten und zu konkreten Maßnahmen weiterentwickelt.

In den folgenden Abschnitten sollen die Potenziale gesondert betrachtet und die zur Betrachtung hinzugezogenen Sachverhalte und der Bezugsraum benannt werden, da diese als Grundlage für die Auswahl von zielgerichteten strategischen Empfehlungen für den Maßnahmenkatalog dienen.

4.1 Energieeinsparung

Unter der Modernisierung des Gebäudebestandes wird die Verbesserung der Wärmedämmung der Gebäudehülle (inkl. Außenwände, Fenster, Dach und Keller) verstanden. Durch eine Verbesserung der Wärmedämmung sinkt der Energiebedarf in den sanierten Gebäuden in Form von Wärme. Der THG-Ausstoß reduziert sich – auch in Abhängigkeit vom jeweiligen Heizungssystem – ebenfalls.

Allgemein lässt sich festhalten, dass steigende Energiepreise die Entscheidung für eine energetische Modernisierung und die damit verbundenen Energiekosteneinsparungen fördern können. In den seltensten Fällen stellt dies jedoch den tatsächlichen Auslöser für eine Modernisierung dar. Vielmehr werden entsprechende Einzelmaßnahmen umgesetzt, wenn (lebenszyklusbedingte) Defekte auftreten oder sich persönliche Lebensumstände ändern (z. B. Auszug von im Haushalt lebenden Kindern etc.).

Weitere Modernisierungsmotive können sein:

- eine Energie- und Kosteneinsparung,
- eine Steigerung der Wohnqualität,
- die Unabhängigkeit von fossiler Energie,
- der Klimaschutz,
- der Werterhalt der Immobilie,

- eine bessere Vermietbarkeit (nur bei Vermietern).
- gesetzliche Vorgaben durch bspw. das Gebäudeenergiegesetz (GEG).

Die Förderlandschaft für Modernisierungen im Wohngebäudebestand ist vielfältig, jedoch auch wechselhaft und dadurch oftmals leider unübersichtlich für private Eigentümer:innen. Dennoch gilt, dass u. a. durch die Programme der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) oder des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) ein finanziell attraktiver Förderrahmen bereitsteht.

Es handelt sich bei der energetischen Gebäudemodernisierung um eine komplexe technische Maßnahme. Die Eigentümerinnen und Eigentümer werden eher selten mit dieser Thematik konfrontiert, sodass ihnen Informationen fehlen, oder der Wissenstand veraltet ist. Dies führt schlussendlich dazu, dass die Voraussetzungen für eine Modernisierung oftmals nicht günstig sind.

Auch wenn sich einzelne Bausteine bei der energetischen Gebäudemodernisierung mit kleinerem Budget realisieren lassen, bedarf es für einige Maßnahmen teilweise hoher Anfangsinvestitionen, die auf Gebäudeeigentümer:innen abschreckend wirken können. Die teilweise langen Amortisationszeiten, die sich daraus ergeben können, stellen vor allem für ältere Gebäudeeigentümer:innen ein Hemmnis dar. Weitere Hemmnisse der energetischen Modernisierung können sein:

- finanzielle Restriktionen und fehlende Zusagen für Kredite,
- bautechnische Restriktionen,
- Vorurteile gegenüber Sanierungen und negative Erfahrungen,
- Informationsdefizit bzw. -überfluss,
- fehlende Nutzungsperspektive,
- soziale Verträglichkeit / Umlegbarkeit auf Mieter (nur bei Vermietern).

Neben spezifischen Wärmebedarfen für den IST-Zustand sind in der IWU-Gebäudetypologie zudem Einsparpotenziale auf Grundlage unterschiedlich aufwändiger Modernisierungspakete beschrieben. Das konventionelle und gängigste Modernisierungspaket 1 (MOD 1) orientiert sich an den heute üblichen Standards und entsprechen in etwa den Vorgaben der EnEV 2016. Die Anforderungen der EnEV 2016 an die energetische Qualität der Gebäudehülle sind mit den Anforderungen des derzeit geltenden GEG vergleichbar. Im Modernisierungspaket 2 (MOD 2) sind tieferegehende und umfassendere Maßnahmen enthalten, sodass annähernd die

Vorgaben für Passivhäuser erreicht werden. Welche Maßnahmen in den jeweiligen Modernisierungspaketen umgesetzt werden müssen, zeigt die nachfolgende Tabelle.

Tabelle 10: Darstellung von beispielhaften Maßnahmen für die Modernisierungspakete der IWU (eigene Darstellung nach IWU)

Maßnahme	Modernisierungspaket 1 "konventionell"		Modernisierungspaket 2 "zukunftsweisend"	
		U-Wert		U-Wert
Dämmung Dach/ oberste Geschossdecke	12 cm	0,41 W/m ² K	30 cm	0,14 W/m ² K
Dämmung Außenwand	12 cm	0,23 W/m ² K	24 cm	0,13 W/m ² K
Dämmung Kellerdecke	8 cm	0,34 W/m ² K	12 cm	0,25 W/m ² K
Wärmschutz- verglasung	2-fach Verglasung		3-fach Verglasung	
Wärme- erzeugung	Brennwertheizung, keine Lüftungsanlage und Solarthermie		Brennwertheizung mit Solarthermie, Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	
entspricht Vorgabe	EnEV 2016		Vorgaben für Passivhaus	

Die Abbildung 26 zeigt das Einsparpotenzial, falls das Modernisierungspaket 2 flächendeckend umgesetzt wird. In dieser Darstellung ist das bereits gehobene Einsparpotenzial bedingt durch die Erhebung des Sanierungszustandes auf Straßenzugebene abgedeckt.

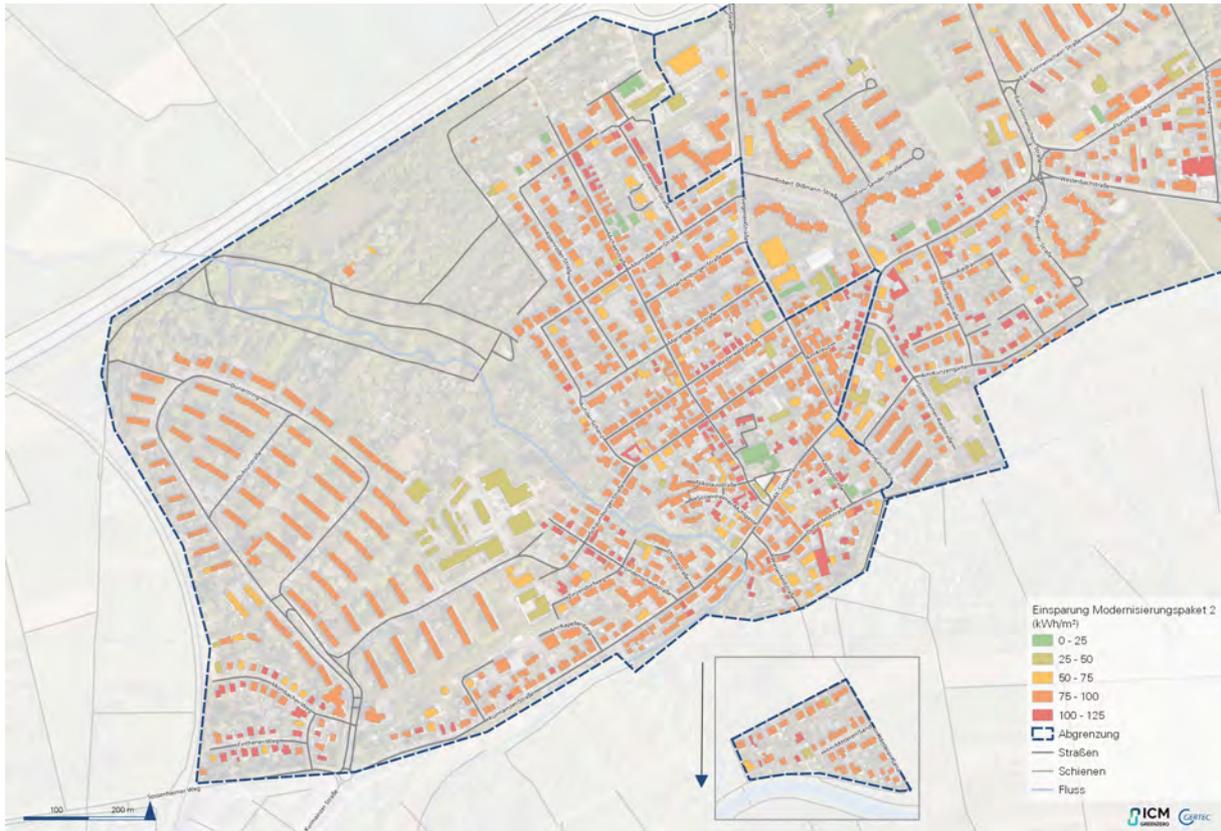


Abbildung 22: Räumliche Verteilung des Einsparpotenzials (nach Modernisierungspaket 2) der Gebäude in Sossenheim-West (Datenquelle: Klimareferat der Stadt Frankfurt, IWU, eigene Erhebung, Luftbilder 2019)

Insgesamt gilt, dass die Reduzierung des Energiebedarfs ein Baustein ist, den Energiebedarf eines Gebäudes wesentlich zu senken. Es sollte nach der Grundhaltung gehandelt werden, dass zunächst der Energiebedarf gesenkt und anschließend die Frage der Deckung des neuen Energiebedarfs beantwortet werden sollte.

Das nachfolgende Diagramm verdeutlicht die Einsparpotenziale bezogen auf die Gebäudetypen und die jeweiligen Baualtersklassen. Dabei wurde als Referenz der Modernisierungsstand des Modernisierungspakets 2 der IWU genutzt, welches einem Passivhausstandard entspricht. Deutlich sticht hervor, dass der Mehrfamilienhaussektor (insbesondere der Baualtersklassen E (1958 – 1968) und F (1969 – 1978)) aufgrund der Vielzahl an Gebäuden ein sehr hohes Einsparpotenzial aufweist. Dabei ist anzuführen, dass viele Wohnungsunternehmen bereits eine Vielzahl an Maßnahmen umsetzen bzw. zeitnah planen, um den Energiebedarf zu reduzieren. So wurden in der Vergangenheit bereits Maßnahmen zur Energieeinsparung ergriffen, die den Energiestandard der KfW (sowohl KfW Effizienzhausstandard 70 als auch 40) erreichen. Im Bereich der Einfamilienhäuser liegt das Einsparpotenzial überwiegend in den älteren Baualtersklassen, während es bei den Reihenhäusern über alle Baualtersklassen ähnlich verteilt ist.

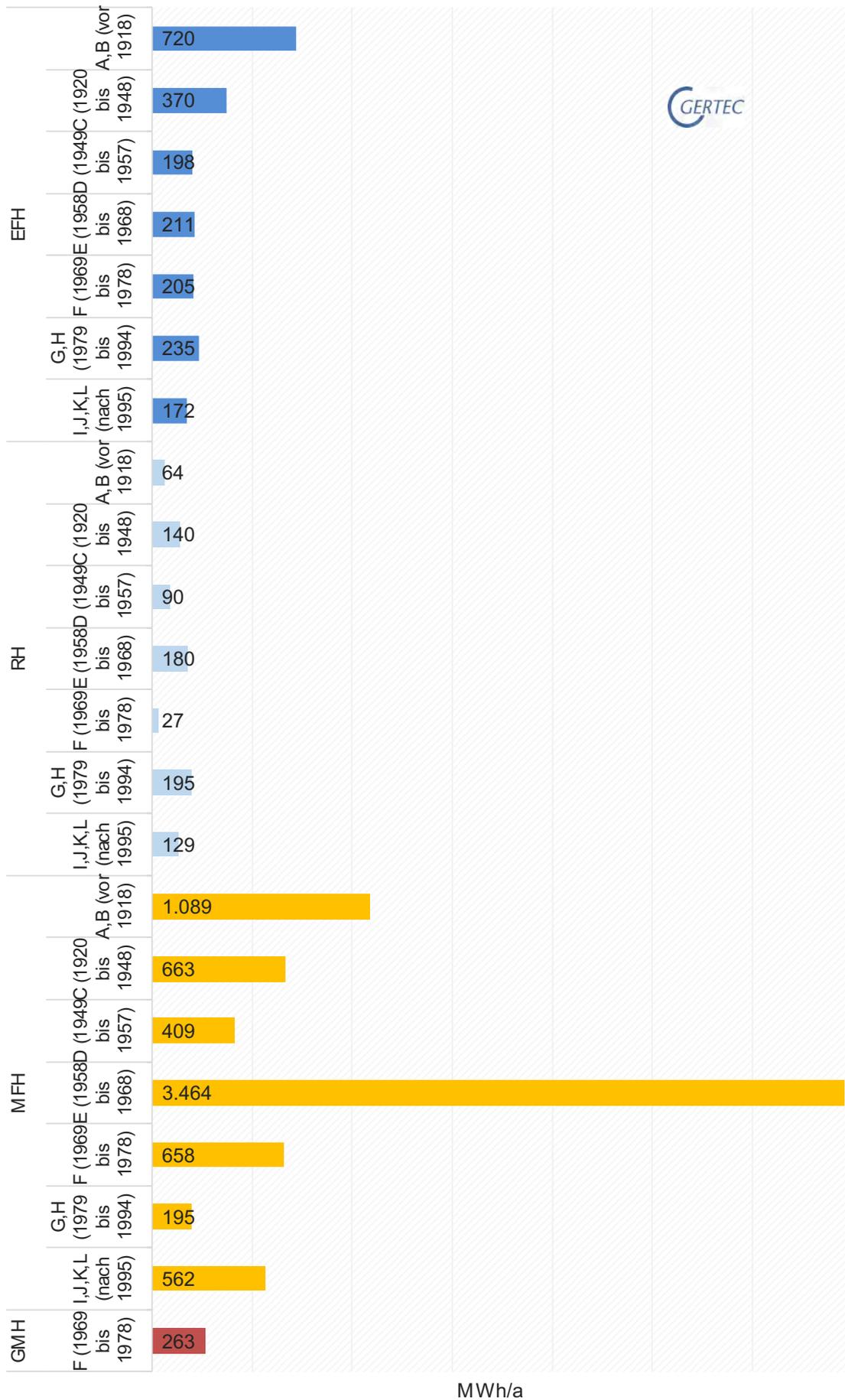


Abbildung 23: Verteilung des Einsparpotenzials (nach Modernisierungspaket 2) in Frankfurt Sossenheim-West nach Gebäudetyp und Baualtersklasse (eigene Darstellung)

4.2 Exkurs: Serielles Sanieren

Seriell Sanieren bedeutet die energetische Sanierung von bestehenden Gebäuden unter Verwendung abseits der Baustelle vorgefertigter Fassaden- bzw. Dachelemente sowie deren Montage an das Gebäude in möglichst kurzen Bauzeiten vor Ort zur Entlastung der Bewohner:innen. Die vorgefertigten Elemente weisen dabei einen hohen Vorfertigungsgrad auf. Diese Elemente beziehen sich vor allem auf Kernelemente der Gebäude(-hülle) – das Dach, die Fassade, Fenster sowie mit diesen verbundene Anlagentechnik.

Vorgestellte Fassadenkonstruktionen können zum Beispiel Werke mit Holzverkleidung, integrierte PV-Elemente, Verbundplatten oder Putz beinhalten. Das vorgefertigte Dach besteht häufig aus Elementen mit mineralischer Dämmung. Eventuelle PV-Anlagen werden mit zugelassener Schienentechnik auf dem Dach fest montiert. Auch Balkone können vorangestellt vorproduziert werden. Der Baukasten „Fassade“ kann als Außenwand als vorgestellte nicht tragende Außenwand in Holzrahmenbau vorproduziert werden. Hier kann eine Rückverankerung der Fassade im Bereich der Geschossdecken mit Stahlwinkel und Klebedübel eingerichtet werden. Luft- und winddichter Anschluss der Fenster erfolgt über ein zugelassenes Klebesystem. Zusätzlich zu den geschilderten Bauteilen kann auch die Eigenwärme eines Gebäudes über die serielle Sanierung erneuert werden. Hier können zum Beispiel hocheffiziente zentrale Zu- und Abluft-Wärmepumpen als Kombigeräte für Lüftung sowie Heizung und dezentraler Warmwasserbereitung pro Wohneinheit installiert werden. Dabei spielt ein optimiertes Lüftungskonzept häufig eine relevante Rolle: bestehende Heizkörper in den Wohnungen können dadurch ersetzt werden.

Aktuell gibt es in Deutschland fünf Gesamtlösungsanbieter mit Projekten in konkreter Planung und Umsetzung, drei weitere befinden sich in der Entwicklung. Darüber hinaus befinden sich einige hundert Projekte in der Umsetzung oder in Vorbereitung und Anbieterauswahl. Rund 17.000 Wohneinheiten befinden sich in der Volume Deal Pipe Line (s. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)), einer gemeinsamen Absichtserklärung zum seriellen Sanieren in Deutschland. Für Wohnungsunternehmen

und Eigentümer:innen soll das serielle Sanieren einen finanziellen und zeitlichen Anreiz bieten, energetische Sanierungen schneller umzusetzen. Die Realität und Gespräche mit den Akteuren auf dem Frankfurter Wohnungsmarkt, bezogen auf Sossenheim, zeigen allerdings, dass hinsichtlich des seriellen Sanierens Vorurteile und technische Hürden im Zusammenhang mit den Entwicklern bestehen. So konnte ein angestrebtes Konzept zur seriellen Sanierung der Nassauischen Heimstätte in der Vergangenheit bereits nicht umgesetzt werden. Gebäude müssen für das Konzept der seriellen Sanierung aufwendig ausgemessen und in ein 3D-Modell überführt werden. Hierbei kommt es bei der Entwicklung von Bauteilen häufig zu unerwarteten Abweichungen, die in den theoretischen Berechnungen und der Eignung des Gebäudes nicht ersichtlich waren. Die aktuelle Marktlage führt zudem zu extremen preislichen Unterschieden und unter Umständen auch zu höheren Kosten als bei der konventionellen Sanierung. Das tatsächliche Potenzial des seriellen Sanierens bezieht sich daher vor allem auf Gebäude aus den 1950er, 1960er und 1970er Jahren mit bis zu vier Etagen, einfacher Hülle und einem hohen Energieverbrauch von rund 130 Kilowattstunden pro Quadratmeter pro Jahr oder mehr (s. Infokasten).

- Maximal vier Vollgeschosse (kann individuell abweichen)
- Keine Grenzbebauung bzw. umlaufend Platz für Dämmung und ggf. Gerüste/Kran
- Geringe Verschattung zur optimalen Ausnutzung der Solarflächen
- Einfache Kubatur (keine Vorsprünge, Erker, Rundungen etc.)
- kein Denkmalschutz, kein bewohnter Dachboden oder Asbest
- hoher Wärmeverbrauch
- Möglichst mehrere gleichartige Gebäude

Laut Experten gibt es rund 500.000 dieser Gebäude in Deutschland. Bezogen auf Sossenheim bieten vor allem die Gebäude MFH D, E und F (ebenfalls anhand der dargestellten Verbräuche, s. Abb. 23) Potenziale für das erfolgreiche Umsetzen serieller Sanierungsprojekte. Im Raum Sossenheim entspricht dies vor allem der Henri-Dunant-Siedlung, der Carl-Sonnenschein-Siedlung sowie der Robert-Dißmann-Siedlung und Otto-Brenner-Siedlung. Das bedeutet im Umkehrschluss aber nicht, dass weitere Gebäude im Sossenheimer Siedlungszusammenhang für serielle Sanieren ausgeschlossen wären. Betrachtet man das gesamte Gebiet, fallen Straßenabschnitte,

wie zum Beispiel südlich der Straße Alt-Sossenheim auf, die eine selbe Baualterklasse und somit auch eine ähnliche architektonische Ausprägung der Gebäude (EH, RH) aufweisen. Da Vorteile des seriellen Sanierens in der Regel erst ein hohes Vorfertigungsvolumen ins Gewicht fallen, kann es hier ein zentrales Potenzial sein, über das Sanierungsmanagement Bereiche zu identifizieren und die vorhandenen Eigentümer:innen dahingehend zu sensibilisieren, in Gemeinschaft nachbarschaftliche Projekte zum Sanieren anzustoßen. Ob letztlich eine serielle Sanierung in Frage kommt oder nicht, müssen Fachingenieur:innen und Architekt:innen in den Einzelfällen beurteilen. Häufig hängt die Umsetzungswahrscheinlichkeit eines solchen Projektes von der Verfügbarkeit eines Generalunternehmers ab. Hier müssen wissenschaftliche und wirtschaftliche Abwägungen ermitteln, ob eine serielle Sanierung in kleineren räumlichen Bereichen lukrativ ist oder ob die konventionelle Sanierung der Gebäude sinnvoller ist. Allgemeingültige Aussagen lassen sich auf Ebene dieses Konzeptes hierzu nicht treffen. In größeren Siedlungsbereichen in Sossenheim, wie zum Beispiel der Henri-Dunant-Siedlung, machen Gespräche mit dem Wohnungseigentümer:innen, in dem Fall der GWH vorrangig Sinn, da dort mehr Wohneinheiten betrachtet werden und somit das Potenzial zur Emissionseinsparung größer ist. Diese Alternative sollte im Kontext des seriellen Sanierens prioritär gegenüber der Möglichkeit des nachbarschaftlichen Sanierens betrachtet werden.

4.3 Wärmeversorgung

4.3.1 Erneuerung der Anlagentechnik

Unter einer Erneuerung der Anlagentechnik bzw. dem Begriff der Heizungsmodernisierung wird der Austausch eines alten Heizkessels gegen einen Brennwertkessel und die Optimierung der bestehenden Heizungsanlage zusammengefasst. Durch diese Maßnahme kann die Effizienz des Heizungssystems in der Regel deutlich gesteigert werden. Typische Modernisierungszyklen liegen – je nach Heizungsanlage – zwischen 20 und 25 Jahren. Zum Alter der Heizungsanlagen liegen für das Quartier keine detaillierten Informationen vor. Es wurde daher auf die Daten des Bundesverbands des Schornsteinfegerhandwerks zurückgegriffen.

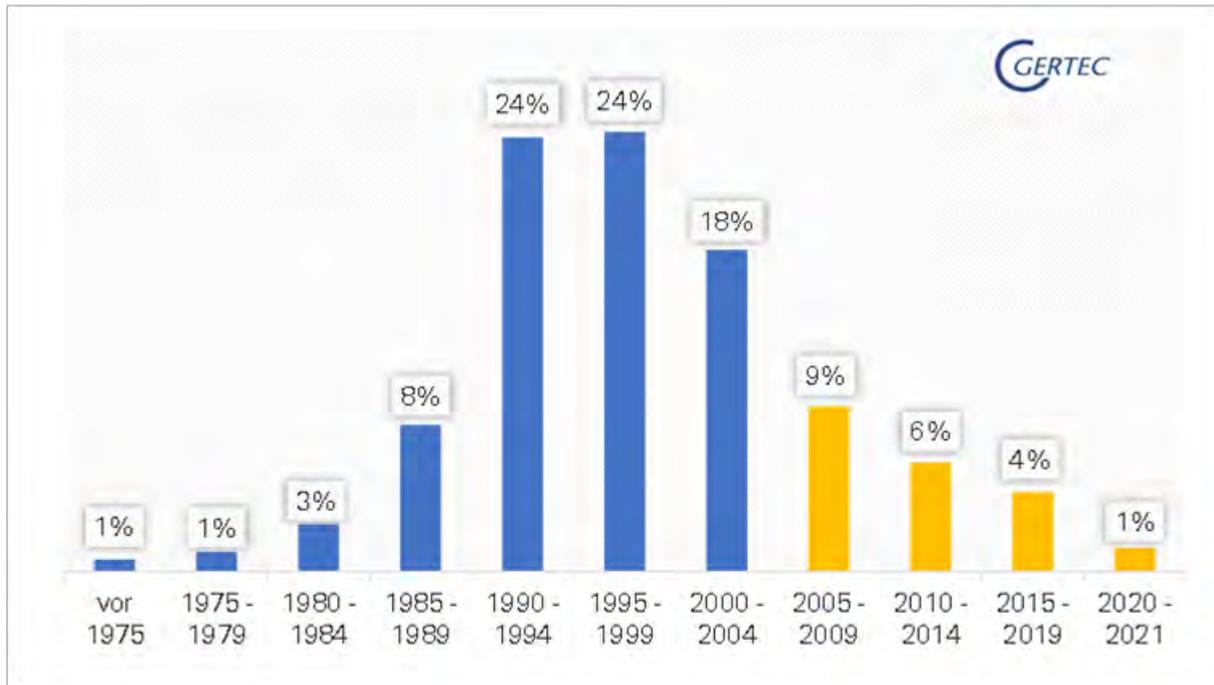


Abbildung 24: Anteil der Heizanlagen bezogen auf die Anzahl der installierten Heizungen (Heizöl und Erdgas, kleiner als 500 kW) (Datenquelle: Erhebungen des Schornsteinfeger-handwerks 2021)

Neben Effizienzsteigerungen und Reduzierungen der THG-Emissionen durch eine bessere Nutzung des Brennstoffs sind geringere Brennstoffkosten – insbesondere auch vor dem Hintergrund von mittel- bis langfristig steigenden Preisen für fossile Energieträger – weitere Vorteile von Heizungsmodernisierungen.

4.3.2 Energieträgerwechsel

Aufgrund des im Quartier nahezu flächendeckend ausgebauten Erdgasnetzes ist ein Anschluss an dieses häufig mit einem geringen finanziellen und baulichen Zusatzaufwand (z. B. neuer Hausanschluss für Erdgas) möglich. Dies betrifft in der Regel Gebäude, die mittels nicht-leitungsgebundener Energieträger, z. B. Heizöl oder Nachspeicheröfen, versorgt werden.

Zwar kann z. B. die Entsorgung eines bestehenden Öltanks ein Hemmnis zur Energieträgerumstellung darstellen, für einen Umstieg von einer Ölheizung auf eine Erdgasheizung können hingegen Komfortbedürfnisse (z. B. das Wegfallen diskontinuierlicher Brennstoffbelieferung) oder die vergrößerte Nutzfläche fördernde Faktoren sein. Der Umstieg von Erdgas auf Biomasse, sprich Holzpellets oder Holzhackschnitzel, sollte nur im Einzelfall betrachtet werden, wenn andere erneuerbare Energieträger sich nicht umsetzen lassen. Von einem flächendeckenden Einsatz von

Biomasse wird aufgrund der unklaren, langfristigen Verfügbarkeit und der Feinstaubbelastung Abstand genommen.

Die Siedlung „Im Mittleren Sand“ wird durch den Einsatz von Heizöl und einzelnen Wärmepumpen beheizt. Das Erdgasnetz wurde nicht bis in diese Siedlung ausgebaut. Um eine weitgehende Fossilfreiheit für die Wärmeversorgung im Quartier zu erreichen, bietet sich der Aufbau eines Nahwärmenetzes an, welches mit erneuerbaren Energien gespeist wird, oder der Weg des Ausbaus von Luft-Wärmepumpen wird fortgeführt.

Die Ukraine Krise und mögliche Versorgungsknappheit mit Erdgas zeigen die Abhängigkeit, die mit dem Energieträger einhergeht. Zudem steht ein Anschluss an das Erdgasnetz den Klimazielen und einer fossilfreien Energieversorgung entgegen. Wie weit das Erdgasnetz für den Einsatz von Biogas oder Wasserstoff ertüchtigt werden kann und wie weit die Erzeugungskapazitäten ausgebaut werden können, darüber sind keine klaren und langfristigen Prognosen möglich. Ein Anschluss an das Erdgasnetz ist somit langfristig kritisch zu betrachten, zumal sich mit dem Einbau eines neuen Heizsystems auch Lock-In-Effekte einstellen, was so viel bedeutet, dass das Heizsystem für einen längeren Zeitraum genutzt und nicht vorzeitig ausgetauscht wird. Sollte die Nutzung der Abwärme in den Rechenzentren in die Umsetzung kommen, so ist für Sossenheim ein Wärmenetz zu erstellen, das die Wärme aus den Rechenzentren sammelt und im Quartier verteilt. Diese Abwärmennutzung stellt für das Quartier eine große Chance dar. Jedoch sollte auch ohne eine Nutzung der Abwärme der Aufbau eines Wärmenetzes in Betracht gezogen werden, da insbesondere die älteren Gebäude im zentralen, älteren Bereich Sossenheims nur bedingte Alternativen zu einer umweltfreundlicheren Wärmeversorgung haben.

4.3.3 Wärmenetze

Die Stadt Frankfurt hat im Klimaschutzteilkonzept für integrierte Wärmenutzung für die Stadt Frankfurt am Main (Abwärmekataster) bereits ermittelt, dass im östlich gelegenen Rechenzentrum Abwärmequellen vorzufinden sind. Ebenso wurde bereits das Abwärmepotenzial der Nidda für die Siedlung „Im Mittleren Sand“ identifiziert. Im Rahmen dieses Konzeptes geht es um die weitere Prüfung der identifizierten Potenziale sowie die Verteilung im Quartier.

Viele Gebäude im Untersuchungsgebiet weisen einen (verhältnismäßig) hohen Wärmebedarf auf. Ein Mittel zur Identifizierung von möglichen

Fernwärmeausbaumöglichkeiten oder Nahwärmelösungen ist die Analyse von Wärmelinien-dichten. Diese stellen den Wärmebedarf in Abhängigkeit zu einem möglichen Netzverlauf dar und dienen somit als erster Indikator für eine nähere Untersuchungen. Anhand der nachfolgenden Karte zur Wärmelinien-dichte ist erkennbar, dass die Wärme(-linien)dichten in vielen Bereichen über 4 MWh/m*a liegen. Somit liegen Verbrauchswerte vor, die ausreichen können, um einen – auch aus wirtschaftlicher Sicht – rentablen Nahwärmenetzbetrieb ermöglichen zu können. Aufgrund der räumlichen Lage zu den östlich des Quartiers gelegenen Rechenzentren, sowie dem Untersuchungsraum Sossenheim-Ost bietet sich eine Betrachtung auf der Ebene beider Untersuchungsräume an. Ein möglicher Nahwärmenetzaufbau sollte über beide Bereiche koordiniert werden.

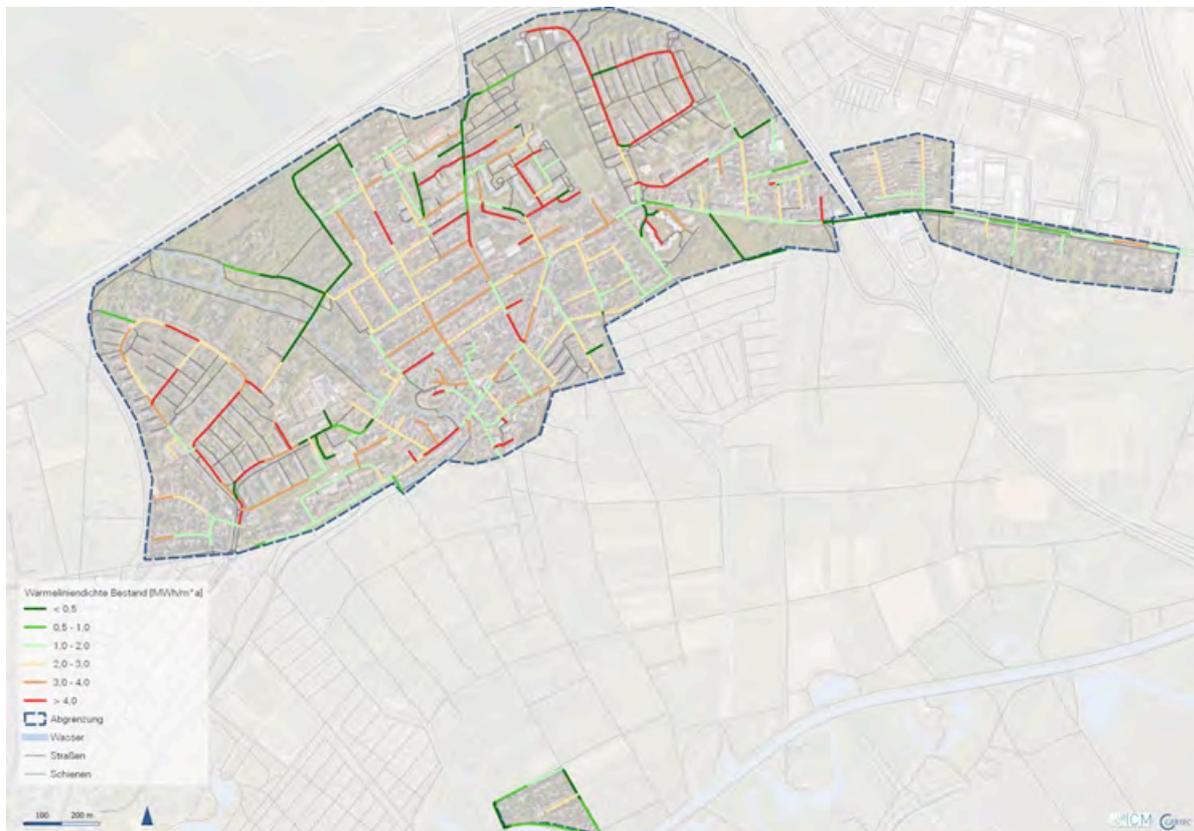


Abbildung 25: Wärme(-linien)dichte (im Ist-Zustand)

Es sollte bedacht werden, dass weite Bereiche des Quartiers bereits an das flächendeckende Erdgasnetz angeschlossen sind. Somit geht der weitere Ausbau des bestehenden Fernwärmenetzes bzw. der Aufbau eines neuen Nahwärmenetzes zu Lasten des Erdgasnetzes. Die leitungsgebundene Parallelschließung ist insgesamt weniger empfehlenswert, jedoch ist der Aufbau von Wärmenetzen, sofern mit erneuerbaren Energien gespeist, eine Möglichkeit eine umweltfreundliche

Wärmeversorgung anzubieten. Ein weiterer Ausbau bietet sich insbesondere im Zuge von Straßen- bzw. Kanalbauarbeiten an und sollte im gleichen Zug koordiniert werden. Zukünftig werden sich die Abnahmemengen der Gebäude durch energetische Modernisierungsmaßnahmen weiter reduzieren. Nachfolgend sind die Zustände nach der vollständigen Umsetzung des Modernisierungspakets 2 der IWU dargestellt. Dabei muss klar hervorgehoben werden, dass eine flächendeckende Modernisierung auf einen energetischen Standard, der den Anforderungen des Passivhausstandards entspricht, nicht wahrscheinlich ist. Dennoch zeigt sich, dass es einzelne Bereiche in Sossenheim gibt, welche eine erhöhte Wärmeliniendichte aufweisen.

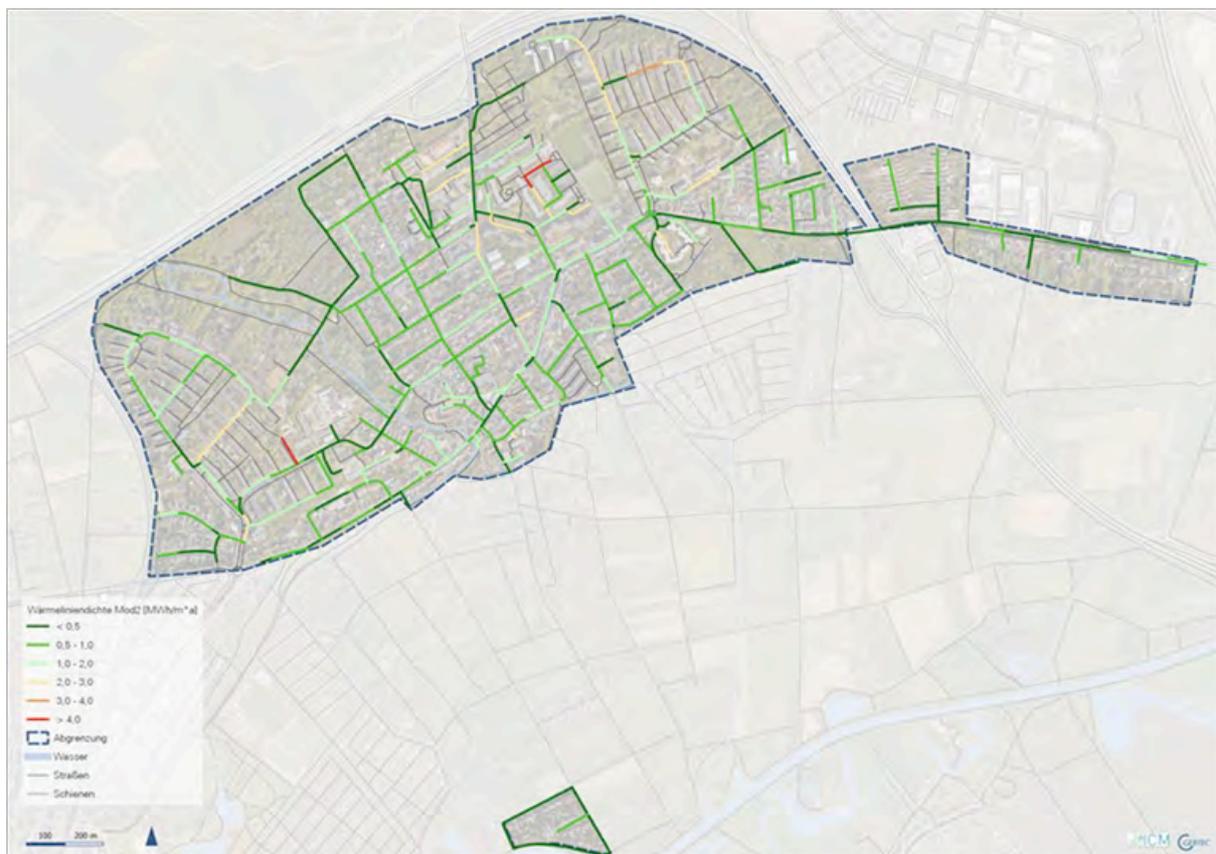


Abbildung 26: Wärme(-linien)dichte (vollständige Umsetzung des Modernisierungspakets 2)

4.3.4 Abwärme Rechenzentren

Die Stadt Frankfurt hat sich in den vergangenen Jahren zu einem Knotenpunkt für den Datentransfer entwickelt und somit haben sich eine Vielzahl an Rechenzentren auf dem Stadtgebiet angesiedelt. In der Nähe zum Untersuchungsraum Sossenheim-West liegen eine Vielzahl an Rechenzentren. Getrennt werden die Rechenzentren und das Untersuchungsgebiet durch das Quartier Sossenheim-Ost. Für Sossenheim-Ost wird

ebenfalls ein energetisches Quartierskonzept erstellt, sodass, auch aufgrund der Bedeutung für beide Quartiere, dieser Aspekt als Gesamtheit betrachtet wird.

Die Rechenzentren weisen einen hohen Energiebedarf auf und zudem wurde im Konzept zur Abwärmenutzung der Stadt Frankfurt bereits ein mögliches Abwärmepotenzial ausgewiesen, welches durch eine Machbarkeitsuntersuchung der Universität Kassel näher untersucht wird. Darüber hinaus werden in naher Zukunft die bestehenden Rechenzentren um weitere Neubauten ergänzt. Im Rahmen dieses Konzeptes wird die mögliche Nutzung für die Wärmeversorgung im Untersuchungsraum des energetischen Quartierskonzeptes geprüft.

4.3.4.1 Energieangebot

Parallel zur Erstellung des Quartierskonzepts läuft eine Untersuchung zum Abwärmepotenzial der Rechenzentren, der zukünftigen Entwicklung der Potenziale und den Möglichkeiten zur Auskopplung sowie Heranführung über Wärmeleitungen an mögliche Versorgungsgebiete.¹

¹ J. Zipplies, B. Jürgens, C. Sauer, J. Orozaliev, K. Vajen, B. Bakaev, M. Gunter, S. Kirchner 2023: Machbarkeitsuntersuchung Abwärmenutzung aus Rechenzentren in Eschborn und Frankfurt Sossenheim. Institutionen: Universität Kassel, Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik; Gunter Ingenieure TA GmbH. Auftraggeber: LEA LandesEnergieAgentur Hessen GmbH. Kassel. Fertigstellung geplant zum 28.02.2023

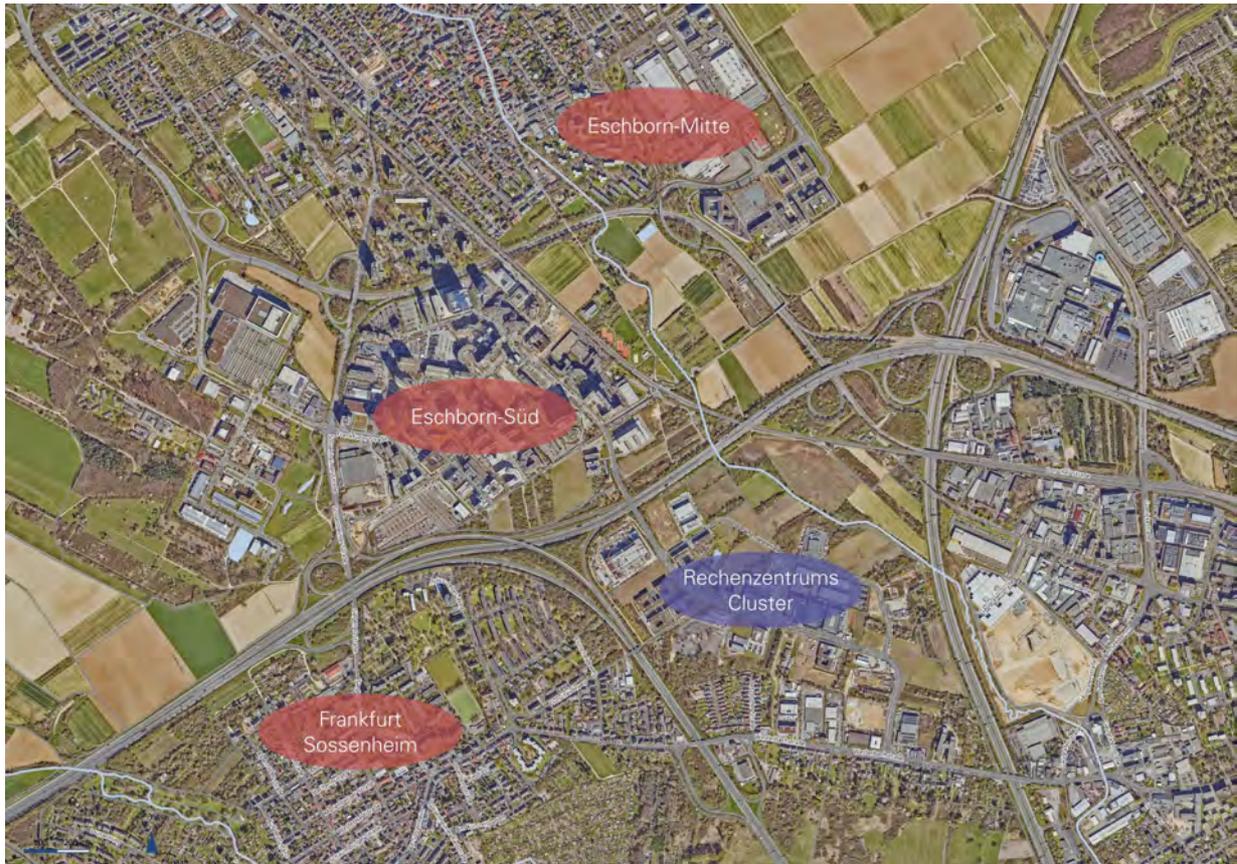


Abbildung 27: Untersuchungsraum der Machbarkeitsuntersuchung zur Abwärmenutzung aus Rechenzentren (eigene Darstellung nach Universität Kassel 2023)

Die technische Nutzbarkeit ist bei den vorhandenen Rechenzentren schlecht, da überwiegende luftgekühlte Server mit kleinteiligen Kühlsystemen betrieben werden. Im weiteren Zubau kann stärker auf die Nutzung von Abwärme geachtet werden, die Potenzialentwicklung wird entsprechend dem folgenden Bild erwartet:

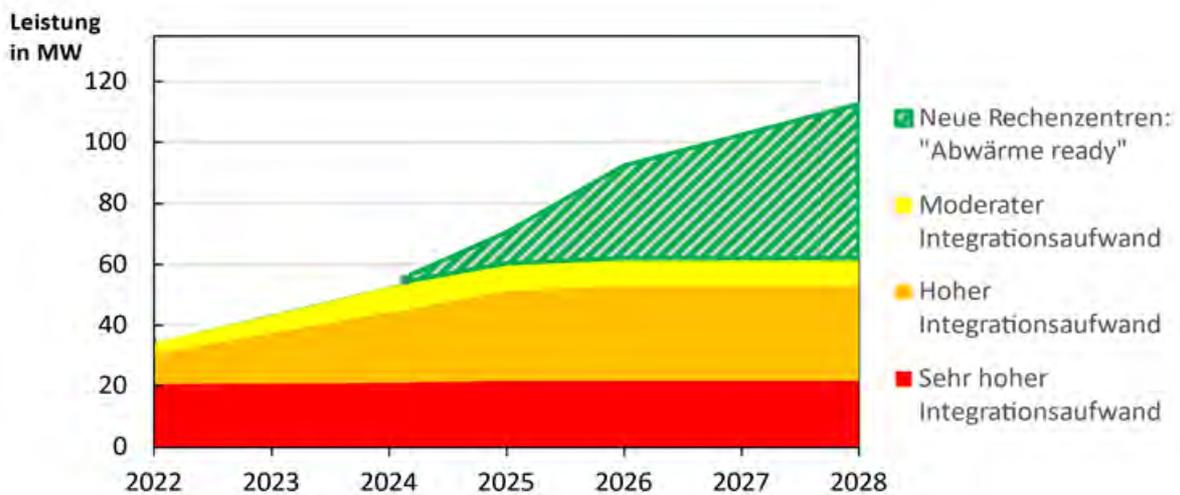


Abbildung 28: Klassifizierung Rechenzentren und Darstellung der Leistungsentwicklung (Universität Kassel)

Ab 2027 kann ein gut schließbares Potenzial („Abwärme ready“) von mehr als 40 MW zur Wärmeversorgung der drei Versorgungsgebiete verfügbar sein. Ein weiterer RZ-Ausbau ist denkbar und wahrscheinlich. Auch kann in den Bestandsanlagen ein Ersatz von veralteten Komponenten mit Modifikation der Kühlsysteme das Potenzial weiter erhöhen.

Wie im folgenden Abschnitt noch detaillierter beschrieben wird, liegt als Orientierungswert das Abnehmerpotenzial in Sossenheim bei 32 MW, wenn alle Gebäude auf Mod1 saniert sein werden und eine 100%ige Anschlussquote erreicht wird. Als realistische Anschlussquote und Grundlage weiterer Arbeiten ist für die Abwärme-Studie der Uni Kassel 75% festgelegt worden.

4.3.4.2 Abnahmepotenzial

Im Projektgebiet gibt es 1.806 Gebäude. Von diesen liegen 53 im südlichen Teilgebiet an der Nidda und 25 abseits der geschlossenen Siedlungsbereiche, z. B. als Sportplatzumkleide, Friedhofskapelle oder ähnliches. Die übrigen 1.728 Gebäude liegen in Siedlungsbereichen, die sich nach Größen-, Alters- und Eigentümerstruktur unterscheiden und somit für die Erschließung mit Fernwärme unterschiedlich attraktiv oder geeignet sind.

Es wurde folgende Zuordnung und Aufteilung vorgenommen. Die Namen sind entweder üblich oder anhand einer wichtigen Straße im Gebiet gewählt. Die Abgrenzung erfolgt vor dem Hintergrund der Erschließung mit Fernwärmeleitung nicht in der Straßenmitte, wenn rechts und links eine Bebauung vorhanden ist, sondern quer dazu.

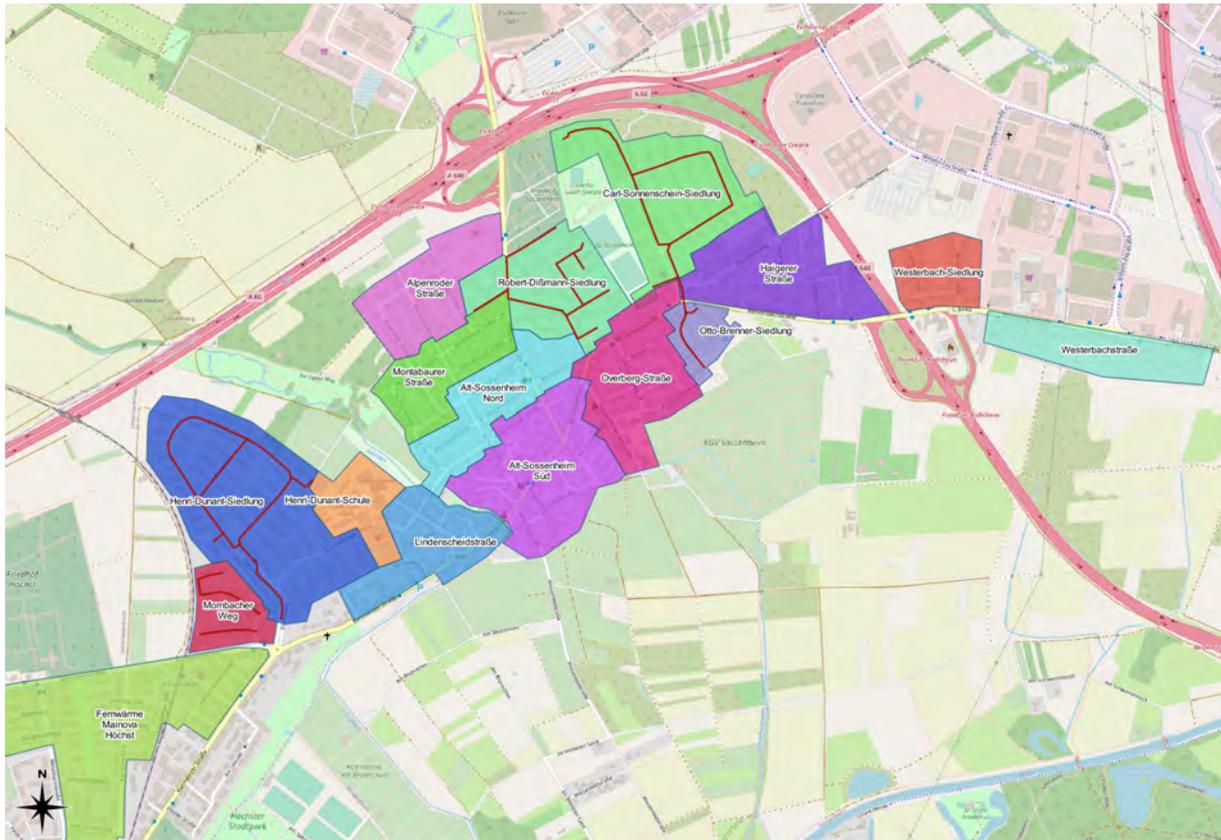


Abbildung 29: Aufteilung des Quartiers Frankfurt Sossenheim in Zonen

Es wird den Zonen jeweils eine Prioritätsstufe zugeordnet:

- Stufe a – bereits mit einem Wärmenetz erschlossen
 - Fernwärme Mainova Höchst (außerhalb des Plangebietes)
- Stufe b – hohe Dichte, Siedlungen von Wohnungsgesellschaften
 - Henri-Dunant-Siedlung und Gebäudeverbund Henri-Dunant-Schule
 - Carl-Sonnenschein-Siedlung
 - Robert-Dißmann-Siedlung
 - Otto-Brenner-Siedlung
- Stufe c – mittlere Dichte, Streubesitz
 - Mombacher Weg
 - Alpenroder Straße
 - Montabaurer Straße
 - Alt-Sossenheim Nord
 - Alt-Sossenheim Süd
 - Lindenscheidstraße
- Stufe d – geringere Dichte als d, Streubesitz und oder Randlage
- Stufe e – außerhalb geschlossener Siedlungsbereich oder das Sondergebiet an der Nidda mit der Prüfoption einer Flusswasser-Wärmepumpe (s. Abschnitt 1.4)

Die Bedarfswerte für Raumheizung und Warmwasser stellen sich wie folgt dar, wobei eine Unterscheidung nach Ist-Zustand, Modernisierungspaket 1 und Modernisierungspaket 2 vorgenommen wird. Die Ableitung der Anschlusswerte erfolgt über die Jahresbenutzungsvollstunden (bvh). Diese sinken von 1600 h/a bei den höheren Gebäude-Standards auf 1500 bzw. 1300 h/a ab, da höhere Anteile des Heizwärmebedarfs aus passiver Solarenergienutzung und inneren Quelle bereitgestellt werden und nicht aus der Heizung bezogen werden müssen.

In der Bilanz wird davon ausgegangen, dass die Nichtwohngebäude nur auf den Mod1-Standard saniert werden. Die Henri-Dunant-Schule stellt sich dementsprechend ungünstig dar. Dies ist in einer detaillierten tieferen Betrachtung anzupassen.

	Prioritäts-Stufe	Ist GWh/a	Mod1 GWh/a	Mod2 GWh/a	1600 bvh	1500 bvh	1300 bvh
					Ist MW	Mod1 MW	Mod2 MW
Henri-Dunant-Siedlung	b	11,02	7,11	3,22	6,89	4,74	2,48
Henri-Dunant-Schule	b	1,97	1,26	1,26	1,23	0,84	0,84
Carl-Sonnenschein-Siedlung	b	8,95	5,66	2,73	5,60	3,77	2,10
Robert-Dißmann-Siedlung	b	9,54	6,28	3,01	5,96	4,19	2,32
Otto-Brenner-Siedlung	b	1,77	1,18	0,57	1,11	0,79	0,44
Mombacher Weg	c	1,18	0,80	0,38	0,74	0,54	0,29
Alpenroder Straße	c	3,95	2,71	1,50	2,47	1,80	1,15
Montabaurer Straße	c	4,33	2,95	1,41	2,71	1,97	1,08
Alt-Sossenheim Nord	c	5,58	3,60	1,94	3,49	2,40	1,49
Alt-Sossenheim Süd	c	7,61	5,13	2,56	4,76	3,42	1,97
Lindenscheidstraße	c	4,29	2,84	1,38	2,68	1,89	1,06
Haigerer Straße	d	4,63	3,00	1,59	2,89	2,00	1,22
Overberg-Straße	d	4,82	3,07	1,70	3,01	2,05	1,31
Westerbach-Siedlung	d	1,08	0,70	0,30	0,67	0,46	0,23
Westerbachstraße	d	1,61	1,09	0,54	1,01	0,73	0,41
außerhalb	e	0,54	0,37	0,18	0,34	0,25	0,14
Nidda	f	0,89	0,62	0,27	0,56	0,41	0,21
Prioritätsstufe	b	33,3	21,5	10,8	20,8	14,3	8,2
Prioritätsstufe	c	26,9	18,0	9,2	16,8	12,0	7,0
Prioritätsstufe	d	12,1	7,9	4,1	7,6	5,2	3,2
Prioritätsstufe	e	0,54	0,37	0,18	0,34	0,25	0,14
Prioritätsstufe	f	0,89	0,62	0,27	0,56	0,41	0,21
Summe b+c		60,2	39,5	20,0	37,6	26,4	15,2
Summe b+c+d		72,3	47,4	24,1	45,2	31,6	18,4

Tabelle 11: Wärmebedarf der Zonen im Quartier

In der Robert-Dißmann-Siedlung gibt es zwei Erdgas-BHKW-Anlagen, Inbetriebnahmejahr war 2004. Diese befinden sich in den Gebäudekomplexen Robert-Dißmann-Straße 8 und Toni-Sender-Straße. Sie versorgen anscheinend nur die jeweilige Gebäudegruppe und speisen nicht in ein Wärmenetz ein.

Die folgende Abbildung zeigt die Bedarfsschwerpunkte im Quartier als Summe der Heizlast. Zusätzliche Leistungsanforderungen für die TWW-Versorgung sind hier nicht berücksichtigt. Diese wäre erforderlich, wenn die Versorgung über Durchflusssysteme erfolgen sollte. Diese sind in Bestandsgebieten mit hohen

Vorlauftemperaturen üblich und verbreitet. Bei den für dieses Gebiet vorgesehenen möglichst tiefen Temperaturen im Netz sind langsam ladbare Speichersysteme besser geeignet. Für diese sind zusätzliche Leistungsreserven und eine Erhöhung des Anschlusswertes kaum erforderlich.

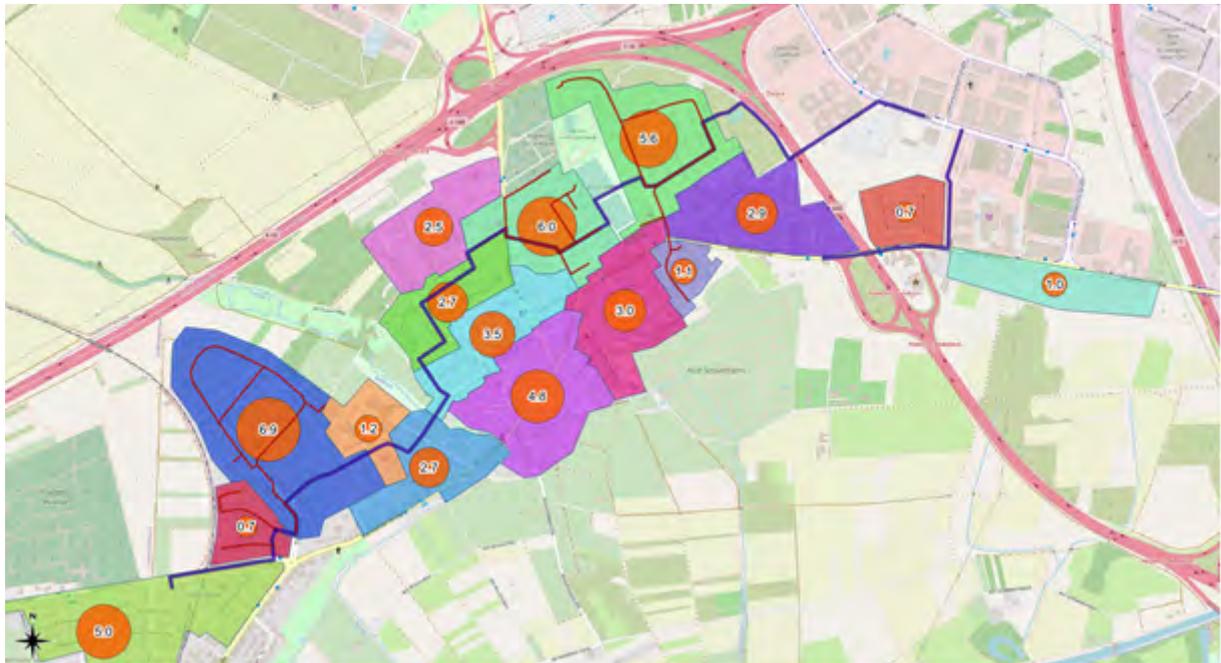


Abbildung 30: Karte des Wärmebedarfs in MW für den Ist-Zustand

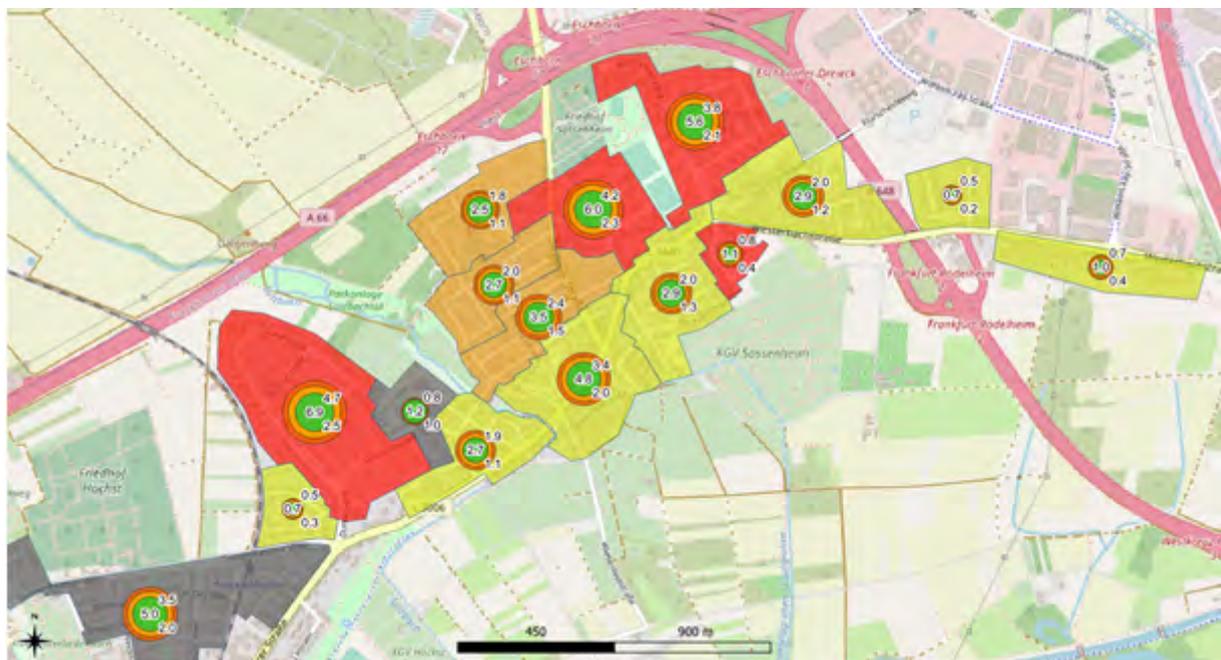


Abbildung 31: Karte Wärmebedarf in MW für 3 Modernisierungs-Zustände (nach IWU-Typologie ohne Anpassung an Pläne der Wohnungsgesellschaften)

Die weitere Untersuchung findet in Absprache mit der Universität Kassel statt. Dabei sind die Hauptschwerpunkte die Querung der Autobahnen sowie den genaueren Verlauf und Dimensionierung des Wärmenetzes.

Zur Heranführung der Abwärme gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

als kalte Nahwärme

Die Abwärme wird ohne Anhebung des Temperaturniveaus ins Quartier geliefert und dort mittels Wärmepumpen auf das jeweilige Bedarfsniveau von Flächenheizung, Radiatorheizung und Warmwasser angehoben. Aufgrund der geringen Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf sind die umzuwälzenden Wassermengen und die nötigen Leitungsquerschnitte hoch. Vorteil ist üblicherweise der Wegfall der Isolierung. Ob in diesem Fall nicht isolierte Rohre möglich sind, ist äußerst fraglich. Es ist zu erwarten, dass auf der Strecke von den Rechenzentren bis ins Quartier hinein eine erhebliche Auskühlung stattfindet, wenn die Rohre nicht isoliert sind. Der Vorteil der Rechenzentrums-Abwärme, die mit ca. 25 °C oder mehr wesentlich wärmer ist als Erdreich oder Flusswasser, kann nur mit isolierten Rohren genutzt werden.

als Fernwärme

Das Temperaturniveau der Abwärme wird im Bereich der Rechenzentren in einer Heizzentrale mittels Großwärmepumpen auf ein höheres Level angehoben. Für extreme Spitzenlasten ist ergänzend zur Wärmepumpe ein Gasspitzenlastkessel vorzusehen. Ausgehend von dieser Zentrale wird die Wärme 70 bis 80 °C in den Siedlungsbereich von Sossenheim geleitet werden. Diese Temperatur ist für die Trinkwasserwärmung erforderlich und auch für Heizradiatoren in nicht sanierten Bestandsgebäude. Denkbar wäre es auch, die Wärme für ein „low-ex“-Fernwärmenetz nur auf 40 °C aufzuheizen, was für die Heizwärmeversorgung gut gedämmter Gebäude ausreichend ist und sog. Booster-Wärmepumpen nachzuschalten für Warmwasserversorgung und die unzureichend sanierten Gebäude. Die Uni Kassel hat diese Lösung in ihre Überlegungen einbezogen und nach gründlicher Abwägung verworfen.

Die Spreizung zwischen Vorlauf und Rücklauf der Fernwärme ist in jedem Fall höher als bei der kalten Nahwärme, die Wassermenge ist kleiner. Somit werden die Leitungsquerschnitte reduziert, was die Querung der Autobahnen ebenso vereinfacht wie die Verlegung in den bestehenden Straßenraum.

4.3.4.3 Wirtschaftlichkeit der Fernwärmeversorgung

Die Wirtschaftlichkeitsbeurteilung von Aufbau und Betrieb einer Fernwärmeversorgung muss von potenziellen Betreibern nach eigenen Kriterien vorgenommen werden. Insbesondere muss ein Betreiber in erheblichem Umfang Vorleistungen im Bereich der Abwärmeauskopplung, Aufwertung der Abwärme mittels Wärmepumpe und Errichtung der Haupttrasse mit Autobahnquerung und Verlegung in Sossenheim erbringen. Die Erträge aus dem Wärmeabsatz werden erst mit zeitlichem Verzug beim Betreiber ankommen – über die allmähliche Erschließung in der Fläche des Quartiers und wachsende Anschlussquoten und Fernwärmeabsatzmengen.

Die Wirtschaftlichkeit des Netzausbaus ergibt sich aus dem Verhältnis von anfallenden Kosten für die

- Wärmeerzeugung
- Wärmetransport von der Quelle zu den Versorgungsgebieten mittels Haupttrasse
- Wärmefeinverteilung in der Fläche (für unterschiedliche Anschlussquoten, im Mittel 75%)

zu den Einnahmen aus

- Wärmeverkauf an Kunden (zu mittleren Preisen Stand 2021 oder Trend 2025-2030 oder Prognosewert des Preispfads der GEG-Novelle).

Die Studie der Uni Kassel ermittelt für die drei untersuchten Versorgungsgebiete die Gestehungskosten der Fernwärme aus der RZ-Abwärme und vergleicht diese mit den Gestehungskosten alternativer dezentraler Systeme.

An dieser Stelle soll eine erste einfache Einschätzung der Wirtschaftlichkeit des Netzausbaus vorgenommen werden, die auch die Ertragsseite unter der Annahme von realisierbaren Fernwärmepreisen miteinbezieht. Für die Seite der Gestehungskosten werden Ergebnisse der Studie der Uni Kassel übernommen und für die Kosten der Wärmefeinverteilung in der Fläche, d. h. in den o. g. Zonen unterschiedlicher Bebauungs- und Eigentümerstruktur, werden Annahmen getroffen, die aus vergleichbaren Siedlungstypen abgeleitet sind.

Wärmeerzeugung

Die Wärmeerzeugungskosten sind abzuleiten aus den erheblichen Investitionen, die für die Auskopplung der Abwärme und die Aufwertung mittels Großwärmepumpen erforderlich sind. Wesentliche zweite Kostenkomponente sind die Kosten des

Wärmepumpenstroms. Fördermittel für Investitionen und die nach BEW vorgesehenen Betriebskostenzuschüsse mindern diese Erzeugungskosten.

Aus der Studie der Uni Kassel wird ein Orientierungswert von 35 €/MWh bezogen auf die Netzeinspeisung am Heizwerk übernommen.

Wärmetransport

Die Autobahnquerung und Verlegung der Haupttrasse sind hier die Grundlage. Aus der Studie der Uni Kassel wird ein Orientierungswert von 15 €/MWh bezogen auf den Transport vom Heizwerk bis zur Feinverteilung in den Zonen übernommen.

Wärmeverteilung in der Fläche bzw. in den Zonen

Eine detaillierte Trassenplanung und -dimensionierung kann an dieser Stelle nicht vorgenommen werden und ist auf der Konkretheitsstufe dieses Konzepts auch nicht sinnvoll. Aus anderen Studien von Gertec liegen für verschiedene Siedlungstypen und Anschlussdichten übertragbare Kennwerte vor. Für die o. g. Versorgungs-Zonen werden die folgenden Orientierungswerte (für 75% Anschlussquote und Modernisierungsstandard 1) in Ansatz gebracht:

- Typ/Prio-Stufe b – hohe Dichte, Siedlungen von Wohnungsgesellschaften: 13 €/MWh
- Typ/Prio-Stufe c – mittlere Dichte, Streubesitz: 25 €/MWh
- Typ/Prio-Stufe d – geringere Dichte als d, Streubesitz und oder Randlage: 32 €/MWh

Die Kostenkennwerte beinhalten Zuschläge für Planung und Unvorhergesehenes sowie eine Netzausbauförderung von 40% gemäß BEW.

Die Basis-Anschlussquote von 75% wird noch variiert, da in den Siedlungen der Wohnungsgesellschaften auch 100% erzielt werden kann, während in den anderen Gebieten mit Streubesitz auch niedrigere Quoten zu erwarten sind. Dementsprechend verändern sich die Verteilungskosten positiv oder negativ.

Zu den Wärmeverteilungskosten zählen auch die Netzverluste, die hier vereinfacht mit 12% in Ansatz gebracht worden sind ohne Differenzierung nach Siedlungstypen.

mittlere Fernwärmepreise Stand 2021 und Trendfortschreibung

Die mittleren Abgabepreise für Fernwärme sind in der folgenden Tabelle für die Bundesländer und drei Abnahmefälle wiedergegeben.

Tabelle 12: Fernwärmepreise nach Bundesländern und Abnahmefällen, Stand 10/2021 (Quelle: AGFW)

Durchschnittliche Mischpreise nach Bundesländern
verschiedene Abnahmefälle; Ausnutzungsdauer 1.800 h/a
(arithmetischer Mittelwert)

Bundesland	Abnahmefall 15 kW		Abnahmefall 160 kW		Abnahmefall 600 kW	
	Mischpreis	Arbeitspreisanteil	Mischpreis	Arbeitspreisanteil	Mischpreis	Arbeitspreisanteil
	€/MWh	in %	€/MWh	in %	€/MWh	in %
1 Schleswig-Holstein	85,14	74	80,61	77	76,43	78
2 Hamburg			92,68	68	86,09	73
3 Niedersachsen	78,24	74	76,20	75	71,91	78
4 Bremen	81,37	92	79,47	94	79,05	94
5 Nordrhein-Westfalen	75,92	75	72,15	77	70,55	77
6 Hessen	81,82	76	80,19	74	79,94	74
7 Rheinland-Pfalz	77,00	78	76,62	78	71,13	81
8 Baden-Württemberg	85,67	71	81,64	74	80,03	75
9 Bayern	83,09	77	77,98	78	75,82	78
10 Saarland	105,19	79	81,32	78	86,30	78
11 Berlin	83,05	53	82,94	53	81,35	54
12 Brandenburg	79,88	77	80,24	62	77,62	64
13 Mecklenburg-Vorpommern	86,20	76	88,78	66	87,21	68
14 Sachsen	95,09	78	92,36	74	91,56	73
15 Sachsen-Anhalt	70,33	78	71,76	72	71,04	73
16 Thüringen	97,38	75	95,19	76	93,58	76
Mittelwert über alle FVU	82,79	75	80,01	75	77,88	75

Der Abnahmefall 15 kW bezeichnet kleine Gebäude wie z. B. Einfamilienhäuser, während die 160 kW für große Mehrfamilienhäuser typisch sind. Bei der eher kleinteiligen Struktur in Sossenheim und Bezugnahme auf den bundesdeutschen Mittelwert kann ein Mischpreis von 82 €/MWh zugrunde gelegt werden. Bei einer Trendfortschreibung auf Basis der vergangenen Jahre (ohne Spitzenwerte 2022, die von Corona und Ukrainekrieg erzeugt sind) erhöht sich dieser Mischpreis für den FW-Ausbau-Zeitraum 2025-2030 auf 99 €/MWh. Ein weiterer Anhaltswert für zukünftig zu akzeptierende Fernwärmepreise kann aus der Begründung zur GEG-Novelle² entnommen werden, in der von 140 €/MWh ausgegangen wird.

Ein lokaler Vorteil in Sossenheim könnte die aus den Rechenzentren gelieferte Wärmequalität mit hohem Anteil unvermeidbarer Abwärme werden. Aufgrund dieser Qualität ist auch ein Preisaufschlag für Öko-Fernwärme denkbar. Dieser wird hier in den Berechnungen nicht berücksichtigt, könnte aber dann relevant werden, wenn diese Qualität den Zugang zu Fördermitteln für die Gebäudesanierung und Heizungsumstellung eröffnet.

² GEG-Referentenentwurf vom 31.3.2023 Bearbeitungsstand 3.4.2023 Seite 51

Vergleich

In der folgenden Abbildung sind Kosten und Einnahmen in den genannten Variationen einander gegenübergestellt. Anlaufverluste und Gewinnerwartungen eines Wärmebetreibers sind nicht berücksichtigt.

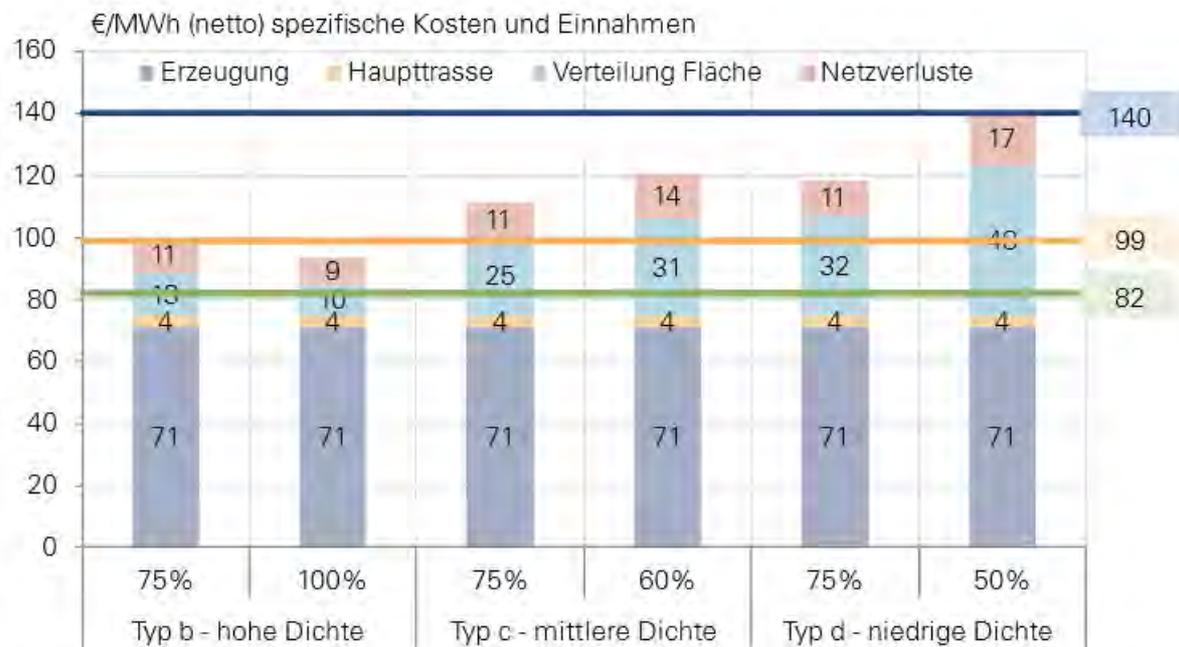


Abbildung 32: Gegenüberstellung von spezifischen Kosten und Einnahmen nach Siedlungstyp und Anschlussquote
Wie zu erwarten ist die Gewinnung der Siedlungen der Wohnungsgesellschaften die attraktivste Option, die auch zu mittleren Fernwärme-Abgabepreisen Stand 2021 wirtschaftlich umsetzbar ist.

Wirtschaftlich enger stellt sich die Erschließung in Typ c bei mittlerer Dichte dar, hier sind die bisherigen FW-Preise nicht kostendeckend. Die Abnehmer werden sich zukünftig jedoch nicht mehr an den Kosten von Öl- und Gasheizungen im Vergleich zur Fernwärme orientieren, sondern an den Wärmepumpen-Systemen, die wesentlich höhere Investitionen mit sich bringen.

Noch schwieriger wird es für Typ d mit noch geringerer Dichte.

Für die Gebiete Typ c und Typ d ist davon auszugehen, dass die Anschlussquote tiefer liegt als 75%. Hier kann es für die Umsetzung nötig werden, die Anschlussquote durch zusätzliche Anreizsysteme oder auch einen Anschluss- und Benutzungszwang zu erhöhen.

4.3.5 Flusswärme-Wärmepumpe Nidda

Ein Teilbereich des Quartiers Sossenheim-West liegt abseits der geschlossenen Bebauung im Süden an der Nidda. Es handelt sich um die Wohnsiedlung „Im Mittleren Sand“ mit ca. 50 Wohngebäuden. Die Häuser sind überwiegend in den 50er Jahren errichtet worden. Die Nähe zur Nidda ist der Anlass, hier die Eignung für eine Nutzung der Flusswasser-Wärme zu prüfen.



Abbildung 33: Siedlungsbereich „Im Mittleren Sand“ an der Nidda

4.3.5.1 Wassermengen und Temperatur der Nidda



Abbildung 34: Abflussmengen der Nidda und Sulzbach

Tabelle 13: Abflussdaten Mittelwerte (eigene Darstellung, HLNUG)

Einzugsgebiet		1.943,43 km ²
Abfluss am Pegel Bad Vilbel (83,4% des Einzugsgebiets) AEo: 1.619,3 km ² Lage: 22 km oberhalb der Mündung	NNQ (1976)	1,2 m ³ /s
	MNQ 1956 - 2006	2,92 m ³ /s
	MQ 1956 – 2006	10,7 m ³ /s
	Mq 1956 –2006	6,6 l/ (s km ²)
	MHQ 1956 – 2006	56,6 m ³ /s
Abfluss AEo: 1.942,43 km ² an der Mündung	HHQ (2003)	95,7 m ³ /s
	MNQ	3,72 m ³ /s
	MQ	13,1 m ³ /s
	Mq	6,7 l/ (s km ³)

Nach dem Zufluss des Sulzbachs mit MQ 0,24 m³/s liegt der Abfluss bezogen auf die Mündung in den Main bei 13,1 m³/s. Als Differenz beträgt somit die Abflussmenge der Nidda südlich der Siedlung MQ 12,86 m³/s. Zum Niedrigwasserabfluss des Sulzbachs liegen keine Angaben vor. Überträgt man die Relation von MNQ zu MQ, die nach dem Zufluss vorliegt, auf den Abschnitt vor dem Zufluss, ist von 28% MNQ/MQ und somit von 3,65 m³/s auszugehen.

Exaktere Daten zum zeitlichen Verlauf der Abflussmenge liegen für den Pegel Bad Vilbel³ vor. Dieser bildet jedoch nur 83,5% des Einzugsgebietes ab. Die Relation von MQ an der Mündung und MQ am Pegel Bad Vilbel ist 81,68% kommt diesem Wert sehr nahe. Die Mengen von Bad Vilbel werden mit dem Faktor 1,202 (12,86 zu 10,7) auf die Nidda vor dem Sulzbach-Zufluss für die Siedlung „Im Mittleren Sand“ hochgerechnet, die Temperaturen werden von Bad Vilbel übernommen.

Der Jahresverlauf der Abflussmenge stellt sich in tagesscharfer Auflösung für den letzten Jahreszeitraum wie folgt dar.

³ Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG): Pegel Bad Vilbel. 8online abrufbar unter: <https://www.hlnug.de/static/pegel/wikiweb2/stations/24870055/station.html>

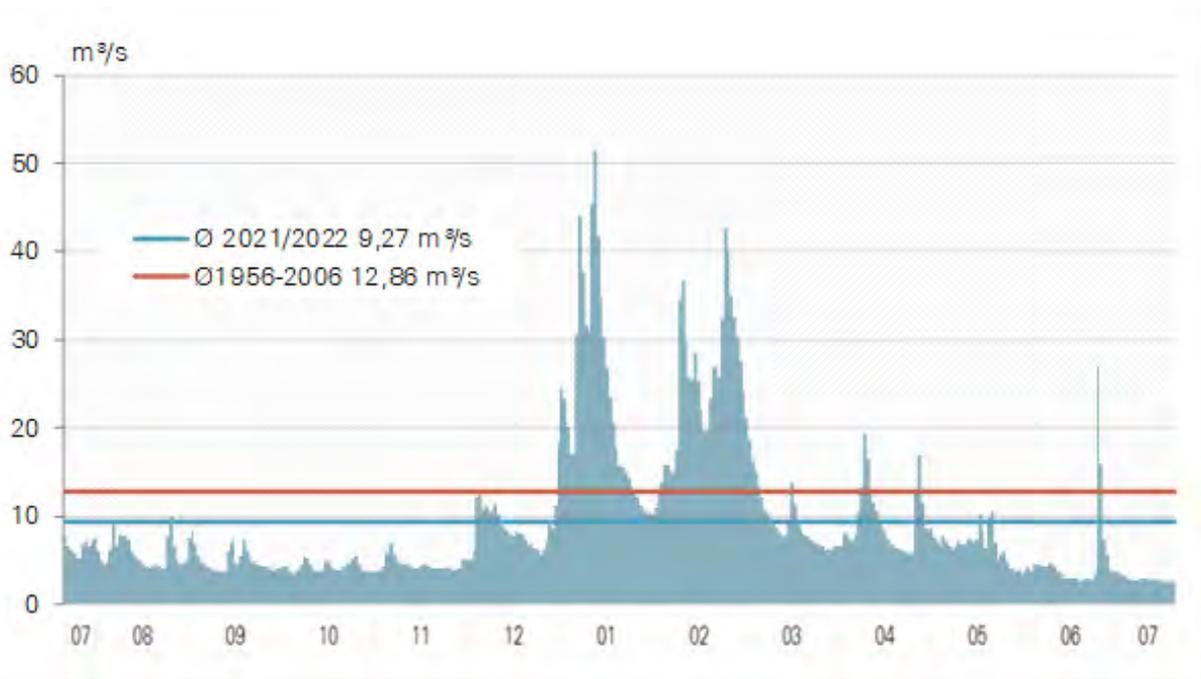


Abbildung 35: Abflussmenge im Zeitraum vom 19.07.2021 bis 21.07.2022 (eigene Darstellung, HLNUG)

Das langjährige Mittel liegt deutlich höher als der Wert von 2021/22, es kann eine Tendenz zu geringeren Abflussmengen angenommen werden. Zu Beginn der Heizperiode im Oktober und November lag der Abfluss nur auf einem Sockelniveau von 3,8 m³/s. Noch tiefere Werte finden sich im Juni und Juli 2022, in dieser Jahreszeit wird aber nicht geheizt und es muss nur der Warmwasserbedarf sichergestellt werden. Exakte Angaben zu den Wassertemperaturen liegen für die Mündung der Nidda⁴ [3] in den Main vor, Station: WT_Nied_Nidda (380). Diese Werte sind wohl auf den Standort „Im Mittleren Sand“ übertragbar, da der Sulzbach nur wenig Einfluss hat.

⁴ Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. Pegel Nidda. (online abrufbar unter: <https://www.hlnug.de/static/pegel/wiskiweb2/stations/380/station.html?v=20220817104939>)

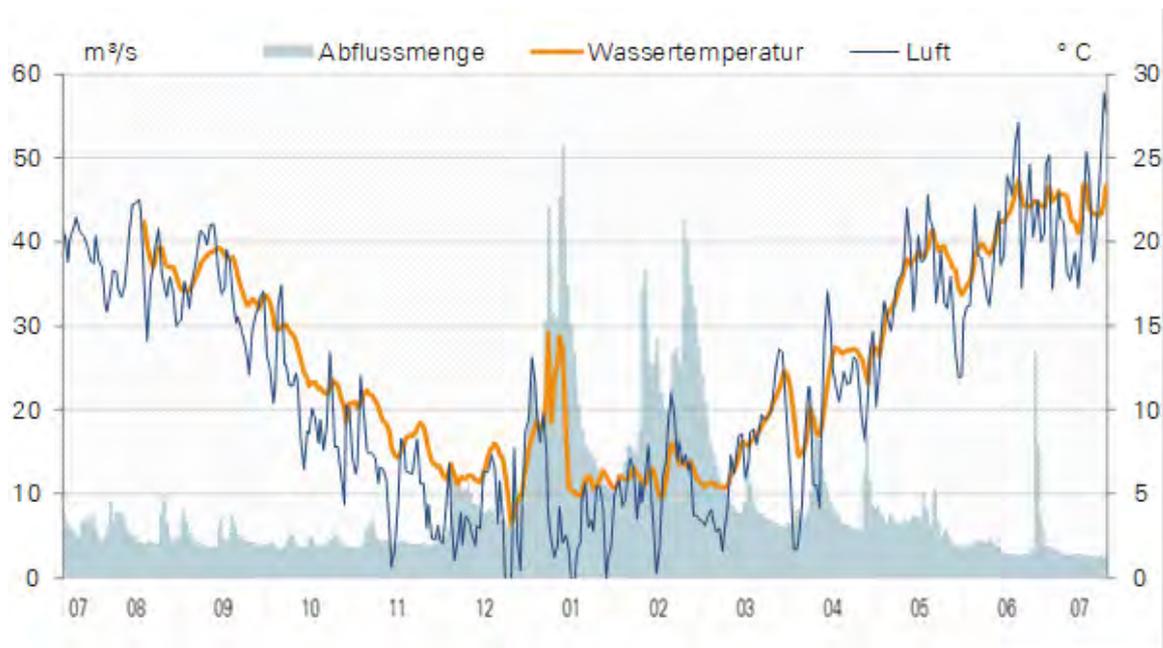


Abbildung 36: Wassertemperatur und Lufttemperaturen im Zeitraum 07/2021 bis 07/2022 (eigene Darstellung, HLNUG)

In der Heizperiode wird mit Temperaturen von 5 bis 7 °C zu rechnen sein. Dies sind Temperaturen, die etwas schlechter sind als die Temperaturen, die über Erdsonden aus oberflächennaher Geothermie (bei ausreichender Dimensionierung der Sonden) zu gewinnen sind.

Im Sommer steigen die Temperaturen auf über 20 °C an. Dies ist wesentlich besser als die Erdsonden-Wärme, kann aber nur für die Trinkwassererwärmung genutzt werden.

Die Wassertemperaturen folgen der Lufttemperatur mit einer gewissen Dämpfung und zeitlichem Verzug von einigen Tagen. Der Vorteil einer Flusswärmenutzung gegenüber einer Luftwärmepumpe liegt darin, dass in der Heizperiode die Wassertemperatur fast immer über 5°C liegt, bei sehr tiefen Lufttemperaturen löst sich die Kopplung. Die Effizienz einer Flusswärmepumpe gegenüber einer Luft-WP liegt in dieser relevanten Heizperiode höher.

4.3.5.2 Energieangebot

Das Energieangebot ist in der folgenden Tabelle für typische Zustände in und außerhalb der Heizzeit ermittelt worden. Für Menge und Temperatur sind worst-case-Annahmen getroffen worden, so dass großen Sicherheitsspielräume verbleiben. Das Potenzial der Entzugsleistung liegt in einer Größenordnung von 50 MW, während die Siedlung nur 600 kW benötigt.

Wenn die Wärmeentnahme über die Entnahme eines Teilstrom erfolgen soll (alternativ: Wärmetauscher im Flussbett), reicht die Entnahme von weniger als einem Prozent der Wassermenge aus.

Tabelle 14: Energieangebot

		Heizen und Warmwasser		Warmwasser
Flusswassertemperatur vorher	°C	4,00	12,00	20,00
Abflussmenge	m ³ /s	4,0	4,0	2,0
Abflussmenge	l/s	4.000	4.000	2.000
Auskühlung um	K	3	3	3
Leistungspotenzial Wärmeentzug	kW	50.242	50.242	25.121
Leistungszahl Wärmepumpe	-	3,3	3,8	4,0
Leistungspotenzial Wärmeerzeugung	kW	72.086	68.185	33.494
Wärmebedarf Siedlung	kW	600	600	200
notwendige Entnahme Teilstrom	%	0,8%	0,9%	0,6%
Entnahme Teilstrom	l/s	33	35	12
Teilstromtemperatur Einleitung	°C	1,00	9,00	17,00
Flusswassertemperatur nachher	°C	3,98	11,97	19,98

Da die erforderliche Teilstromentnahme im Verhältnis zum gesamten Abfluss sehr gering ist, ist diese Variante der Wärmeentnahme als „offenes System“ voraussichtlich schonender für das Flussökosystem als die Einbringung von Wärmetauscherflächen oder -rohren in das Flussbett als „geschlossenes System“. Im weiteren Verlauf wird das „offene System“ präferiert.

Geschlossene Systeme mit Wärmetauschern im Fluss finden sich häufiger dort, wo ohnehin im Ablauf von Wasserkraftanlagen⁵ keine naturnahen schutzwürdigen Verhältnisse vorliegen. Energetisch gibt es keinen Unterschied zwischen den beiden Systemen.

4.3.5.3 Systemwahl der Wärmeverteilung

Es sind zwei Verteilsysteme denkbar:

- Anhebung des Temperaturniveaus auf 40 bis 50 °C über eine zentrale Wärmepumpe und Verteilung an die Gebäude über ein isoliertes Wärmenetz, „low-ex-Wärmenetz“
- Verteilung der Flusswasserwärme über ein nicht isoliertes Netz als „kalte Nahwärme“ und Anhebung des Temperaturniveaus mittels dezentraler Wärmepumpe auf das im jeweiligen Gebäude benötigte Niveau.

⁵ Lukas Abel: Evaluation und systematische Erfassung von Wärmepumpen Systemen in Fließgewässern, Darmstadt 2018

Weiterhin ist zu klären, ob das Flusswasser seine Wärmeenergie direkt an den Verdampfer der Wärmepumpe übergeben kann, oder ob davor ein Wärmetauscher zu installieren ist. Flusswasser ist verunreinigt mit Partikeln unterschiedlichster Größe und gelösten Stoffen, die den Verdampfer oder Wärmetauscher verschmutzen oder schädigen können. Bei der zentralen Wärmepumpe kann u. U. auf den Wärmetauscher verzichtet werden, dies vermeidet energetische Effizienzverluste. Der Verdampfer sollte eine gewisse Robustheit aufweisen und für eine Reinigung zugänglich sein.

Beim kalten Nahwärmenetz ist es nicht praktikabel, das verunreinigte Flusswasser direkt durchzuleiten. Im kalten Netz zirkuliert Wasser oder ein Wasser-Glykol-Gemisch, das über einen Wärmetauscher mit Flusswasser erwärmt wird. Die erforderliche Grädigkeit am Wärmetauscher beeinträchtigt über die Absenkung der Temperatur die Wärmepumpen-Effizienz, dies ist aber unvermeidlich. Auf der anderen Seite hat das kalte Nahwärmenetz im Winter Wärmegewinne aus dem Erdreich, die diesen Nachteil wieder kompensieren können.

Die Entscheidung für ein Verteilsystem muss auch die Abnehmerstrukturen berücksichtigen, die in der Siedlung sehr heterogen sind. Die Gebäude sind als Schwarzbauten Ende der 40er und in den 50er Jahren ohne Baugenehmigung und oft ohne Einhaltung von Baunormen errichtet worden.

Über nachträgliche Dämmung und die Eignung der gebäudeinternen Heizungsverteilung für niedrige Vorlauftemperaturen liegen keine Informationen vor. Die zentrale Wärmepumpe müsste Wärme bereitstellen, die auch für die schwächsten Glieder der Abnehmerkette mit den höchsten Anforderungen geeignet wäre.

Aus einem kalten Nahwärmenetz kann jeder Abnehmer versorgt werden, die Anpassung an seine speziellen Anforderungen durch Wahl der geeigneten Wärmepumpe liegt in seinem eigenen Entscheidungsbereich. Von den 50 Gebäuden sind schon 7 mit einer PV-Anlage ausgestattet, was einen Anreiz für die eigene Wärmepumpe mit höherem Eigennutzungsanteil der PV-Erzeugung darstellt.

Das folgende Schema verdeutlicht die hydraulische Verschaltung der Komponenten. Die Pumpstation benötigt ein Gebäude mit dem Volumen von 1-2 Garagen. Der Standort wäre im oder am Rand der Siedlung in der Nähe der Nidda. Die Wärmepumpen in den einzelnen Gebäuden sind vergleichbar mit denen, die aus Erdsonden-Bohrungen versorgt werden. Anstelle der Bohrung wird die Umgebungswärme aus dem Netz geliefert.

Das Wärmeträgermedium im Verteilsystem kann Wasser oder Sole sein. Die Sole ist in der Regel ein Wasser-Glykol-Gemisch, das die Frostsicherheit herstellt, aber etwas schlechtere Eigenschaften aufweist als Wasser. Die Speicherkapazität einer 25%igen Mischung (frostsicher bis ca. -10 °C) liegt gegenüber Wasser mit $4,2\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ nur bei $4,0\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$. Dieser Nachteil wird jedoch durch die höhere mögliche Spreizung mehr als ausgeglichen. Bei Verwendung von Wasser besteht eine Vereisungsgefahr an den Verdampfern der Wärmepumpen, die dann zum Ausfall der Anlagen führen. Als Wärmeträgermedium wird Sole zu verwenden sein. Fast alle kalten Nahwärmenetze verwenden Sole – nur in Ausnahmefällen⁶, wenn ganzjährig eine Vorlauftemperatur von über 10 °C gesichert ist, kann auch Wasser ohne Frostschutz zum Einsatz kommen. Die üblichen eingesetzten Wasser-Glykol-Gemische sind der Wassergefährungsklasse 1 zugeordnet. Die Anforderungen an die Absicherung gegen Leckagen sind nicht extrem hoch.

⁶ z. B in Wesseling mit Grundwasser als Wärmeträgermedium, <https://wgwe.de/das-projekt/> Abruf 06.09.2022

12:13

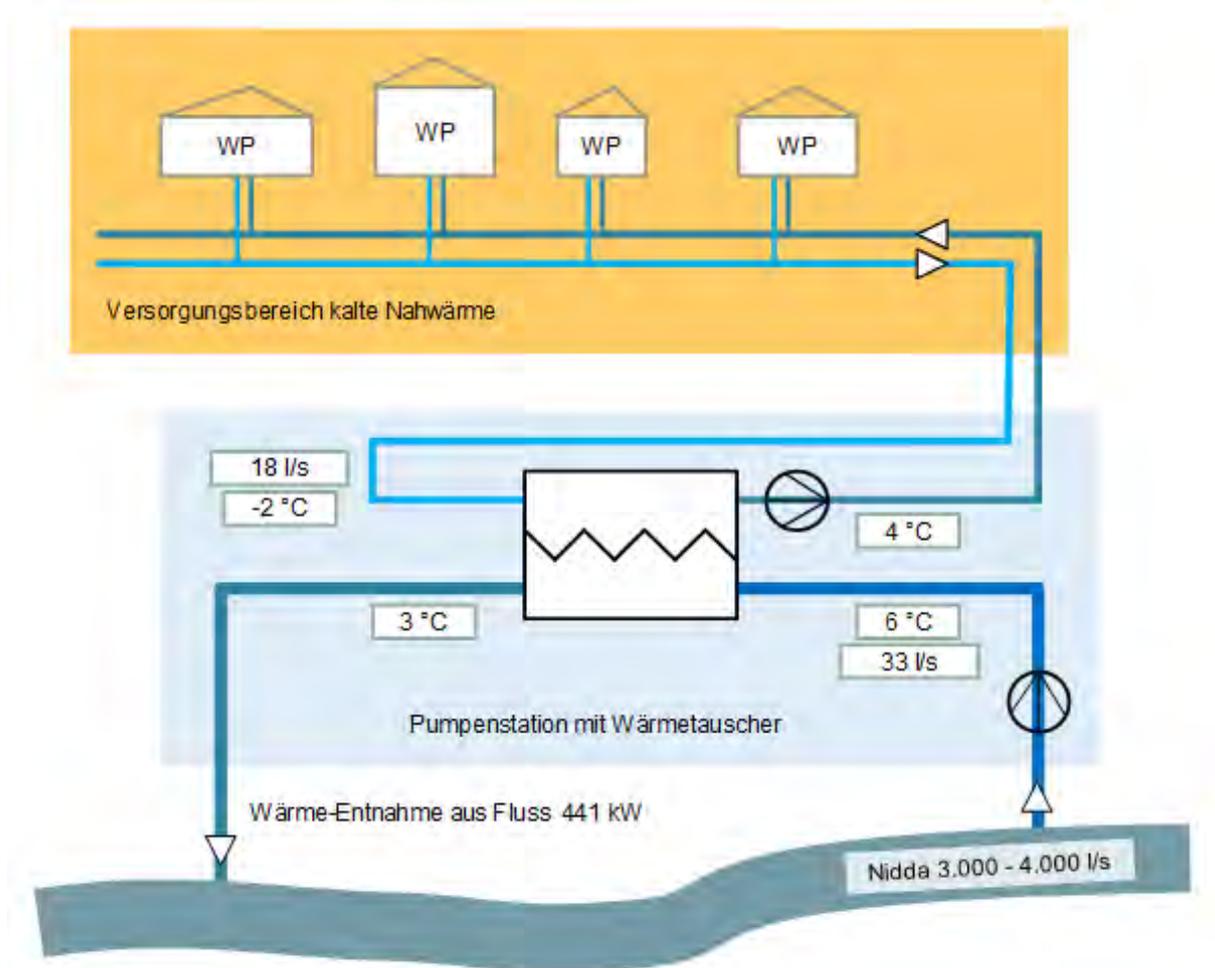


Abbildung 37: Hydraulikschema Flusswasser-Wärmenutzung mit kalter Nahwärme (eigene Darstellung)

4.3.5.4 Investitionen und Wärmekosten

Zur Abschätzung der zu erwartenden Wärmekosten sind in der folgenden Tabelle die wesentlichen Komponenten des Systems mit einer groben Kostenschätzung zusammengestellt worden.

Fördermittel aus BEW und BEG⁷ sind nach derzeitiger Situation (September 2022) mit 40% bzw. 25% in Ansatz zu bringen, wenn zum Zeitpunkt der Realisierung das begrenzte Fördervolumen noch nicht ausgeschöpft ist. Betriebskostenzuschüsse nach BEW können hier nicht in Anspruch genommen werden, dies ist nur bei einer zentralen Wärmepumpenanlage möglich.

⁷ Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: Bekanntmachung Änderungen von Richtlinien, vom 21. Juli 2022, veröffentlicht am Mittwoch, 27. Juli 2022, BAnz AT 27.07.2022 B1

Tabelle 15: mögliche Kosten für die Nutzung der Abwasserwärme aus der Nidda

	Masse m, m ³ , -, ...	spez. Kosten €/...	Investition T€
Rohrleitung Entnahme/Rückspeisung	200 m	300	60 T€
Gebäude Pumpenstation 6m x 10m, 3 m hoch	180 m ³	350	63 T€
Grundstück (Wiese)	240 m ²	80	19 T€
Wärmetauscher Flusswasser/Sole 4K	450 kW	300	135 T€
Flusswasserpumpe (2 Stck. je 60 m ³)	2	25.000	50 T€
Elektrotechnische Anbindung	1	30.000	30 T€
Hydraulische Anbindung	1	15.000	15 T€
Druckhaltung, Behälter	1	5.000	5 T€
Regelung	1	10.000	10 T€
Netzpumpen Sole (2 Stck. je 30 m ³)	2	15.000	30 T€
kaltes Nahwärmenetz Trasse VL+RL	738 m	250	185 T€
Hausanschlüsse	50	2.000	100 T€
Befüllung Sole 25% Glykol (0,80 bis 1,30 €/l)	13 m ³	1.200	15 T€
Sole-Wärmepumpen Ø 12 kW th	50	8.000	400 T€
Summe ohne Nebenkosten			1.117 T€
Planung und Unvorhergesehenes	25%		279 T€
Summe ohne Förderung			1.396 T€
Förderung BEW (Quellenerschließung, Netz)	-40%		-309 T€
Förderung BEG (von Öl zu eltWP)	-25%		-175 T€
Summe mit Förderung			913 T€
Summe inkl. 19% MWSt.			1.086 T€
Kosten brutto je Haus	50	22 T€	
- Quellenerschließung, Netz, Hausanschluss		13 T€	
- Wärmepumpe		9 T€	

Die Förderung nach BEW bezieht sich auf alle Komponenten des Nahwärmenetzes mit Ausnahme der eher gebäudebezogenen Komponenten, d. h. die Hausanschlüsse und Wärmepumpe, die u. U. erst allmählich ans Netz gehen und von daher nicht im engen Zeitrahmen der BEW-Förderung förderfähig sind.

Die Kosten je Haus liegen unter Einrechnung der Förderung bei ca. 22 T€ je Haus. Die Kosten der Wärmepumpe selbst sind mit ca. 9 T€ beim Anschluss an das kalte Netz und bei Quellenerschließung durch Bohrung auf dem eigenen Grundstück identisch. Die dezentralen Erdsonden-Bohrungen als alternative individuelle Quellenerschließung liegen voraussichtlich in ähnlicher Größenordnung oder auch etwas günstiger.

In Neubaugebieten kann ein kaltes Nahwärmenetz koordiniert mit den ohnehin durchzuführenden Tiefbaumaßnahmen wesentlich günstiger verlegt werden als im Bestand. Dieser Vorteil ist hier nicht gegeben.

Neben den Investitionskosten sind die Verbrauchskosten für Endenergie und die verursachten CO₂-Emissionen wichtige Kriterien. Diese sind abhängig von den erzielbaren Jahresarbeitszahlen.

4.3.5.5 Erzielbare Jahresarbeitszahlen

Die Jahresarbeitszahlen (JAZ), die mit den verschiedenen Wärmepumpen-Varianten erzielbar sind, lassen sich näherungsweise aus den jahreszeitlichen Temperaturverläufen von Flusswasser, Luft und Erdreich ableiten.

Es wird eine Abschätzung über die Monatsmittelwerte der jeweiligen Temperaturen vorgenommen. Als Temperatur der Nutzwärmeerzeugung wird 40 °C für die Raumheizung und 55 °C für die Trinkwassererwärmung angenommen. Die Differenz zwischen Quelltemperatur und Wärmeabgabetemperatur ist die zentrale Einflussgröße für die erzielbare Effizienz einer Wärmepumpe.

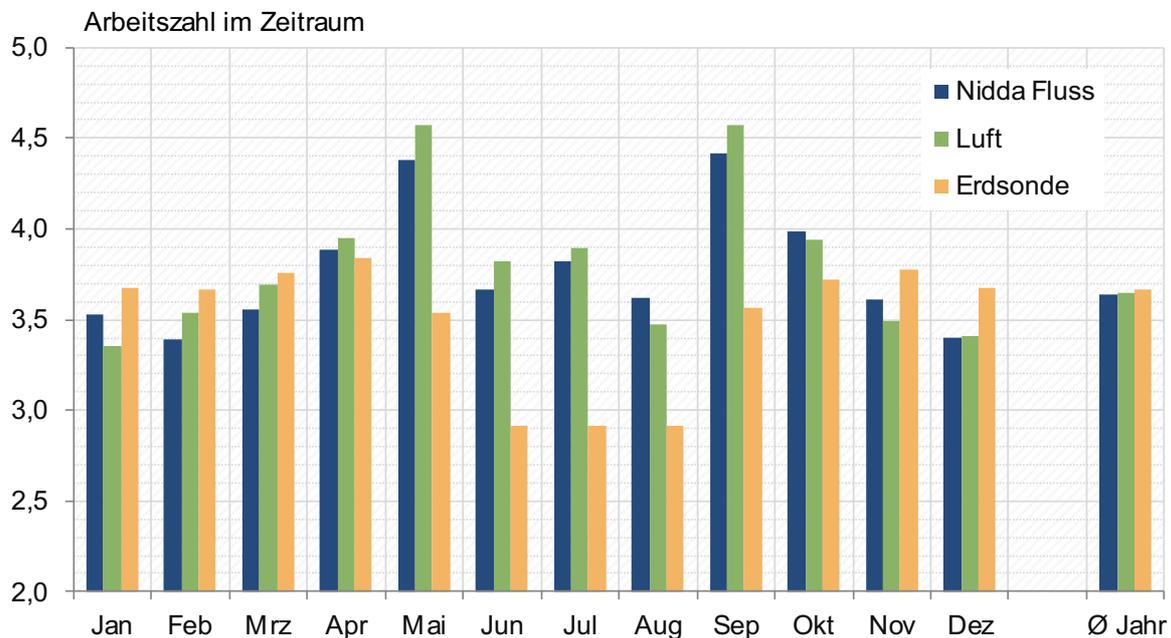


Abbildung 38: Vergleich der Jahresarbeitszahlen

Es zeigt sich, dass die Arbeitszahlen im Jahresmittel zwischen 3,6 und 3,7 liegen, zwischen den Wärmequellen gibt es praktisch keine Unterschiede. Die sehr guten Werte im Sommer für Flusswasser-Wärme und Luft haben aufgrund der geringen Bedarfswerte keinen großen Einfluss auf die Jahresbilanz.

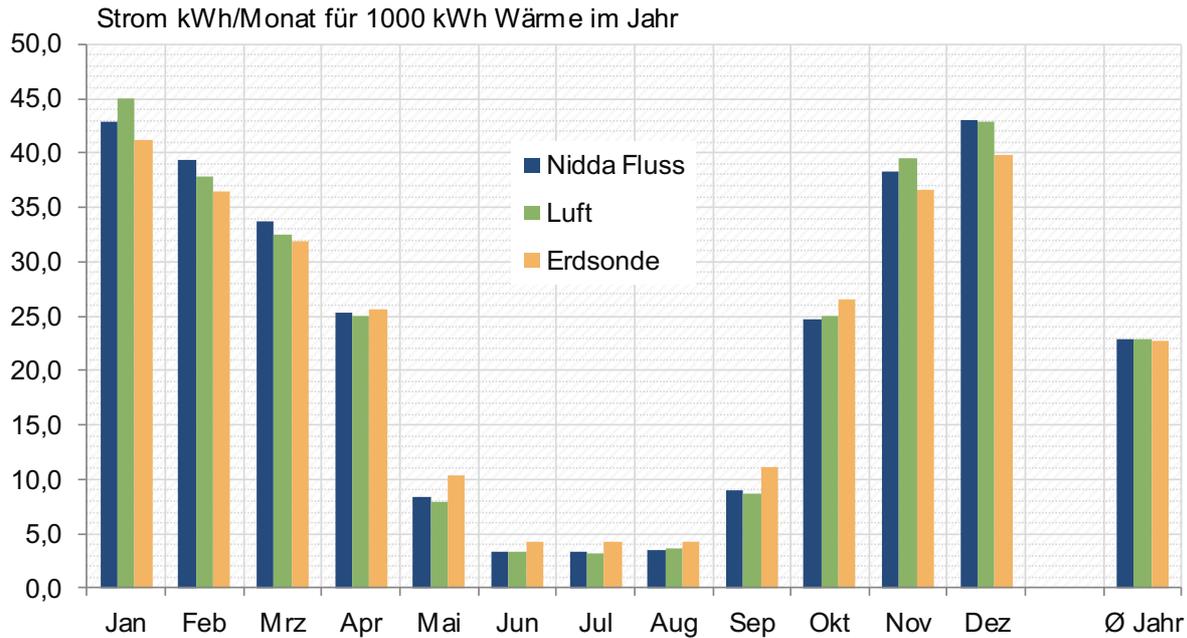


Abbildung 39: Monatlicher Stromverbrauch Heizung und Warmwasser (normiert auf 1000 kWh/a)

Falls im Gebiet Erdsonden-Bohrungen oder Grundwasserwärmepumpe zulässig sind, gibt es keinen Vorteil für die kalte Nahwärme hinsichtlich der Effizienz, Stromverbrauch und CO₂-Emissionen.

4.3.5.6 CO₂-Bilanz

In der Wohnsiedlung „Im Mittleren Sand“ dominiert bisher die Ölheizung. Nur in einzelnen Fällen sind schon Wärmepumpen installiert. Evtl. werden auch Holzpellets zur Wärmeerzeugung verwendet.

Die Umstellung von Öl auf Wärmepumpe wird im Folgenden hinsichtlich der CO₂-Minderungspotenziale quantifiziert. Wie im vorherigen Kapitel dargestellt, ist die Wahl der Wärmequelle ohne besondere Bedeutung für die Effizienz. Über die Anpassung des nachgelagerten Heizungs- und Warmwassersystems an die Erfordernisse einer Wärmepumpe kann wesentlich mehr Einfluss auf die JAZ genommen werden. Die JAZ wird einheitlich mit 3,6 in Ansatz gebracht.

Tabelle 16: Berechnung CO₂-Emissionen und möglichen Minderungen

Heizsystem	Gebäudestandard	Ölheizung			Wärmepumpe		
		Ist	Mod1	Mod2	Ist	Mod1	Mod2
spezifischer Bedarf H _z g/WW	kWh/m ² a	180	120	90	180	120	90
Nutzungsgrad / JAZ	-	0,88	0,88	0,88	3,6	3,6	3,6
Endenergiebedarf	kWh/m ² a	205	136	102	50	33	25
Emissionsfaktor CO ₂	g/kWh	320	320	320	560	560	560
CO ₂ -Emissionen	kg/m ² a	65	44	33	28	19	14
relativ zu Öl-Ist	%	100%	67%	50%	43%	29%	21%
Minderung	%	0%	-33%	-50%	-57%	-71%	-79%

Die obige Berechnung geht davon aus, dass die Wärmepumpen mit dem bundesdeutschen Strommix betrieben werden, GEG-konform mit 560 g/kWh in Ansatz zu bringen. Ergänzend werden zwei weitere Sichtweisen für die Bewertung des Wärmepumpenstroms mit aufgenommen:

1. nach dem Marginal- oder Verdrängungsmix, wie er für die Bewertung von KWK-Strom nach GEG anzuwenden ist – mit 860 g/kWh als Kennwert einer fossil dominierten Stromerzeugung ohne erneuerbare Energien
2. nach einem zukünftigen Marginal- oder Verdrängungsmix ohne Kohleverstromung - mit 410 g/kWh als Kennwert einer erdgasbasierten fossilen Rest-Stromerzeugung

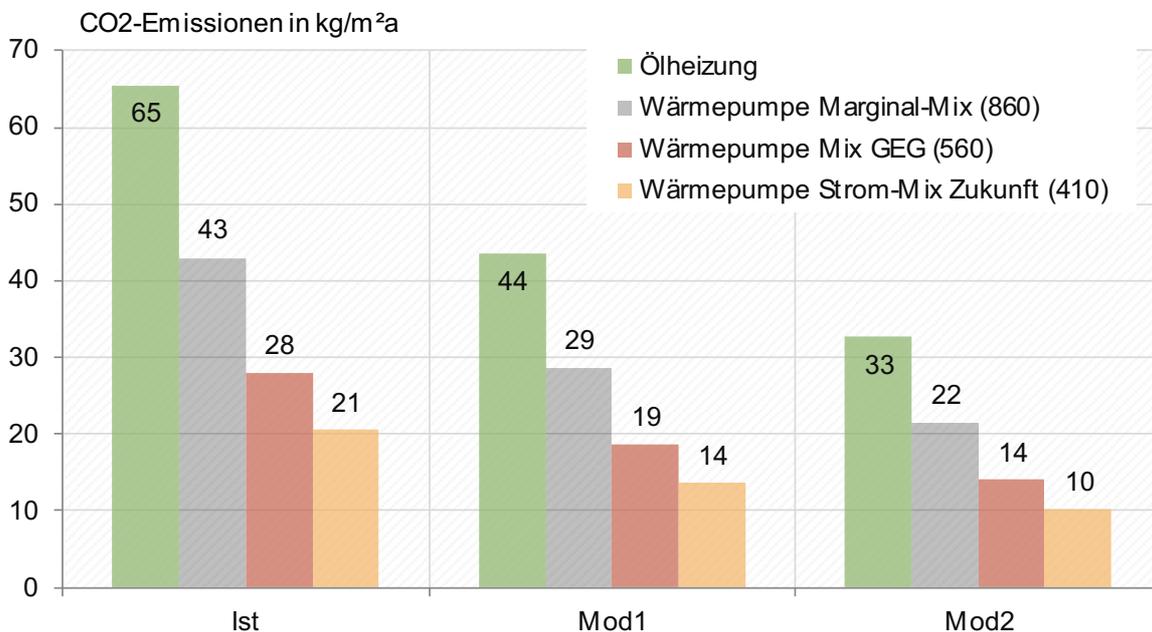


Abbildung 40: Gegenüberstellung der CO₂-Emissionen bei unterschiedlichen Emissionsfaktoren für Strom

4.4 Erneuerbare Energien

Der Einsatz von erneuerbaren Energien spielt im Quartier Frankfurt Sossenheim bislang eine eher untergeordnete Rolle. Dennoch hat – neben der Nutzung von Umweltwärme (Wärmepumpen) – insbesondere die Solarenergie (sowohl Photovoltaik als auch Solarthermie) ein großes Potenzial für die erneuerbare Energieversorgung im Quartier.

4.4.1 Umweltwärme

Bei Umweltwärme handelt es sich um die Nutzung der natürlichen Umgebungswärme, in der Luft, im Wasser oder im Boden. Zur Nutzung dieser Wärmequelle werden in der Regel Wärmepumpen eingesetzt. Dabei entzieht eine Wärmepumpe der Luft, dem Erdreich oder dem Grund- / Abwasser Wärme und erhöht das Temperaturniveau, um es zur Beheizung von Gebäuden und / oder zur Trinkwassererwärmung zu nutzen. Mit einer Wärmepumpe lässt sich auch bei Temperaturen im Minusbereich noch Wärme erzeugen. Aus einem Teil elektrischer Energie können dabei – je nach Wärmequelle – bis zu vier Teile Wärmeenergie gewonnen werden. Allerdings erfordern Wärmepumpen i. d. R. einen guten baulichen Wärmeschutz des Gebäudes, sodass sie bislang überwiegend im Neubaubereich zum Einsatz kommen. Aber auch der Einsatz im Bestand ist mit Wärmepumpen möglich. Oftmals müssen dafür Anpassungen zum Wärmeschutz an den Gebäuden getroffen werden. Diese Maßnahmen können umfassende Komplettmodernisierungen sein, aber auch die Kombination mit Einzelmaßnahmen ist möglich, sodass beispielsweise ein Fensteraustausch, oder die Dämmung des Daches ausreichen können. Zu beachten ist, dass für einen effizienten Betrieb einer Wärmepumpe möglichst geringe Vorlauftemperaturen im Heizsystem benötigt werden, was zur Folge hat, dass die Größe der Heizkörper zur Wärmeabgabe an den Raum möglichst groß sein sollte. Prädestiniert ist somit die Kombination aus Fußbodenheizung und Wärmepumpe, was jedoch für den Bestand oftmals nur mit größeren Umbaumaßnahmen umsetzbar ist. Daher bieten sich die nachträgliche Installation von Wandheizungen an. Zudem ist zu prüfen, inwieweit sich die bestehenden Heizkörper für den weiteren Betrieb mit einer Wärmepumpe eignen. Im Bereich der Nutzung für Erwärmungen und Kühlungen im Wohngebäudebereich werden vorrangig Erdwärmekollektoren oder Erdwärmesonden, in Verbindung mit

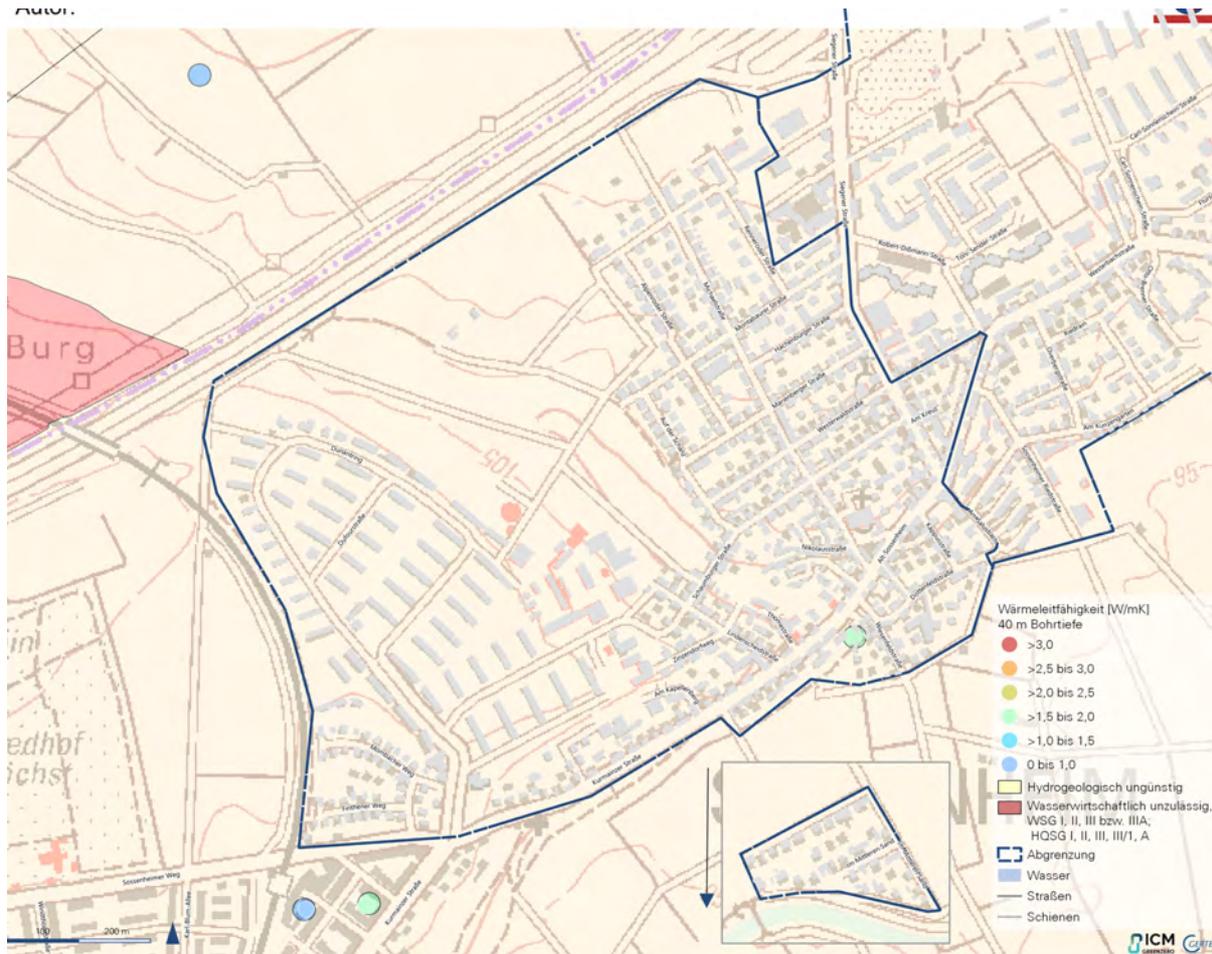


Abbildung 41: Darstellung des Geothermiepotenzials (oberflächennahe Geothermie, eigene Darstellung nach HLNUG)

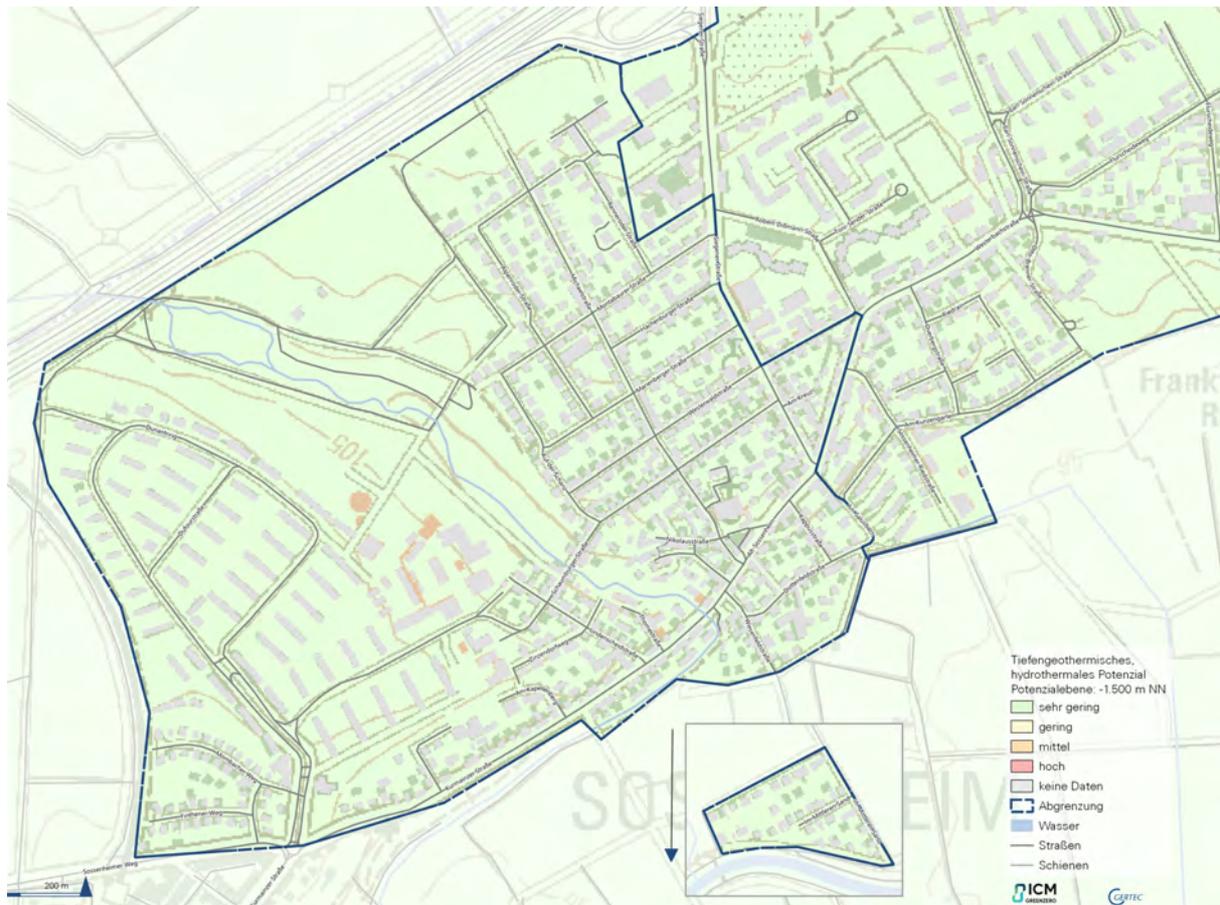


Abbildung 42. Darstellung des Geothermiepotenzials (tiefe Geothermie, eigene Darstellung nach HLNUG)

Das Potenzial für Luft-Wärmepumpen ist schwieriger zu bestimmen, da neben den Eigenschaften der Gebäude auch Abstandswerte eingehalten werden müssen, um die Schallimmissionen auf benachbarte Gebäude möglichst gering zu halten. An dieser Stelle kann daher das Potenzial für Luft-Wärmepumpen nur qualitativ beschrieben werden, da ein maßgeblicher Faktor ebenfalls die Ertüchtigung des Gebäudebestands ist. Hinsichtlich Abstandsflächen ist davon auszugehen, dass sich der ältere, zentrale Bereich aufgrund der Schallthematik nicht für den Einsatz von Wärmepumpen eignen könnte. Dieses Hindernis ist ebenfalls bei Reihenhäusern zu erwarten.

4.4.2 Biomasse

Der Umstieg auf Biomasse, z. B. in Form einer Pelletheizung, kann für Gebäudenutzer Vorteile mit sich bringen und zur Erreichung von Klimaschutzzielen beitragen. Zu nennen sind insbesondere die niedrigen Betriebskosten durch vergleichsweise günstige Brennstoffpreise sowie die Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern (wie Heizöl

oder Erdgas). Pelletheizungen können insbesondere für Gebäude, die bisher mit dem nicht-leitungsgebundenen Energieträger Heizöl versorgt werden, eine Alternative darstellen, da in der Regel Lagerraum für den Brennstoff vorhanden ist. Mit dem Einsatz von Holz kann sich zudem die THG-Bilanz eines Gebäudes deutlich verbessern. Zudem wird der Einsatz von Holzpelletsheizungen durch Förderprogramme der BAFA oder der KfW gefördert.

Der Masterplan 100 % Klimaschutz der Stadt Frankfurt weist für die Nutzung von Biomasse keine weiteren Potenziale aus.⁹ Der Einsatz sollte sich ausschließlich im Einzelfall auf Anwendungsbereiche konzentrieren, welche keine übrige Möglichkeit haben, als auf den Einsatz von Biomasse zu verzichten. Diese möglichen Anwendungsbereiche (bspw. Hochtemperatur-Industrieprozesse) sind in Frankfurt Sossenheim nicht erkennbar.

Allerdings sind mit dem Umstieg auch einige Nachteile bzw. Hemmnisse verbunden. Für die Wärmeerzeugung fallen hohe Investitionskosten an. Zudem sind Pelletanlagen mit einem hohen Wartungs- und Bedienungsaufwand verbunden und die anfallende Asche muss regelmäßig entsorgt werden. Zwar sind Umsteiger von Ölheizungen diskontinuierliche Brennstoffanlieferungen gewöhnt, für viele kann dies jedoch auch einen Nachteil darstellen. Des Weiteren sollte die gesteigerte Feinstaubbelastung durch den Verbrennungsprozess generell beachtet werden. Insbesondere im verdichteten Quartier von Sossenheim ist somit die Nutzung von Biomasse kritisch zu betrachten und ausschließlich auf den Einzelfall anzuwenden.

4.4.3 Solarenergie

4.4.3.1 Dachflächen-Solar

Derzeit sind im Untersuchungsraum 30 PV-Anlagen und 23 Solarthermie-Anlagen in Betrieb, die anhand von Daten der Stadt Frankfurt sowie einer Luftbildanalyse ermittelt wurden. Für die Bestimmung des darüberhinausgehenden Solarpotenzials im Quartier wurde das Potenzial für Dachflächenanlagen (sowohl auf Flachdächern als auch auf Schrägdächern) berücksichtigt. Hierbei ist bei allen ermittelten Potenzialflächen zu beachten, dass es sich lediglich um theoretisch geeignete Dachflächen handelt, auf

⁹ Masterplan 100% Klimaschutz – Frankfurt am Main – Generalkonzept. Erarbeitet durch: Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP im Auftrag des Klimareferats der Stadt Frankfurt am Main. Online abrufbar unter: <https://frankfurt.de/themen/klima-und-energie/klimaschutz/masterplan>

denen eine – für eine wirtschaftliche Solarenergienutzung – ausreichende Globalstrahlung vorliegt und die bspw. nicht durch Nachbargebäude oder Vegetation verschattet werden. Die technischen Gegebenheiten der Gebäude (z. B. die Statik eines Daches) bleiben hierbei unberücksichtigt und sind im Einzelfall zu prüfen. Für die Potenzialermittlung wurden die Einstrahlungsdaten der Energieagentur des Landes Hessen (LEA) genutzt, welches landesweit die Einstrahlung ermittelt hat. Aus diesen Daten ist erkennbar, dass sich ein Großteil der Dachflächen im Untersuchungsgebiet potenziell für eine Solarenergienutzung eignet.

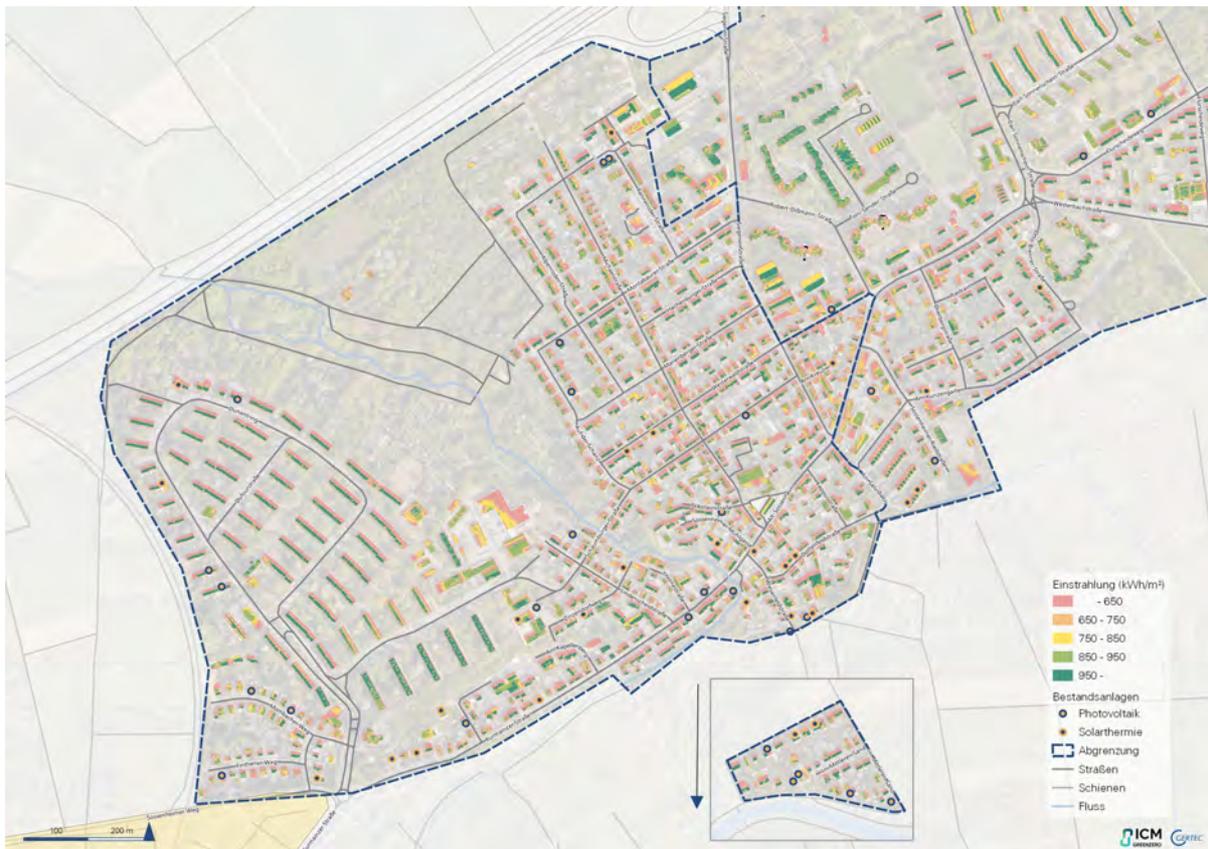


Abbildung 43: Einstrahlung auf die Dachflächen in Frankfurt Sossenheim-West (LEA; eigene Darstellung)

Die nachfolgende Abbildung zeigt, dass im Bereich der Mehrfamilienhäuser der überwiegende Teil jener Dachflächen liegt, die sich hinsichtlich der Einstrahlung für die Photovoltaiknutzung eignen (Einstrahlung größer als 650 kWh/m^2). So beträgt der Anteil der geeigneten Dachflächen auf Mehrfamilienhäusern 59 %, gefolgt von den Einfamilienhäusern mit 34 % und den Nichtwohngebäuden mit 7 %.

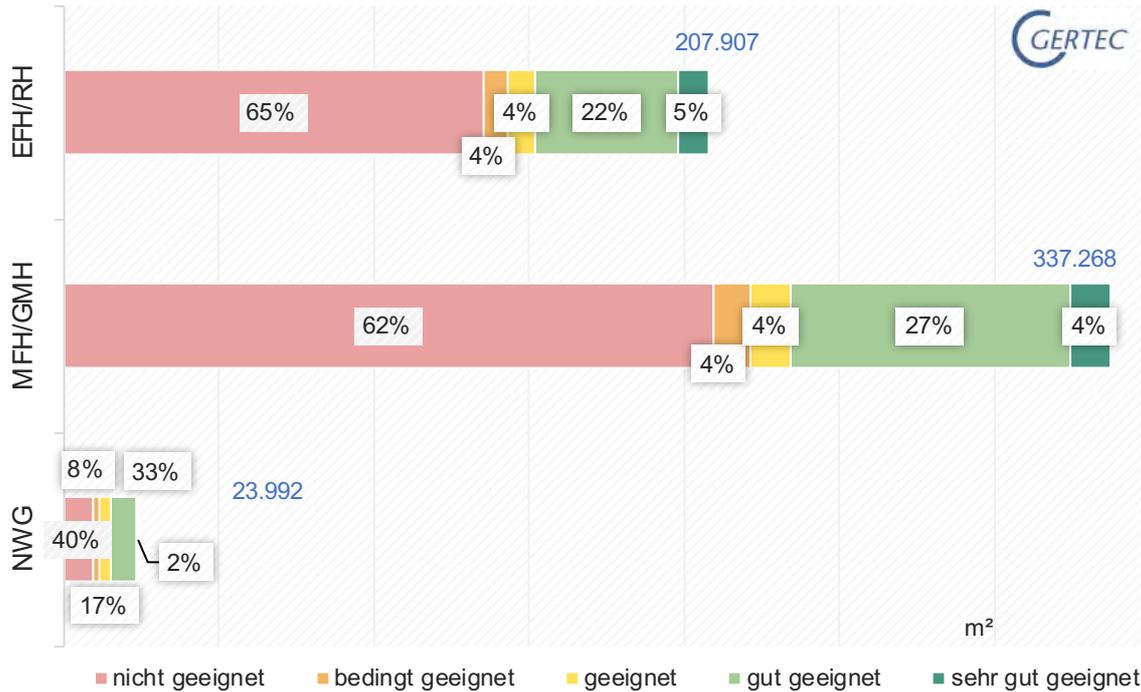


Abbildung 44: Verteilung der Dachflächen zwischen Gebäudetypen, Fläche (m²) und deren Eignung für die Solarenergienutzung in Frankfurt Sossenheim-West (LEA, Stadt Frankfurt, eigene Darstellung)

Betrachtet man die Verteilung der Eignung der Dachflächen (einschließlich der weniger geeigneten Dachflächen), so wird deutlich, dass die weniger geeigneten Dachflächen von Einfamilien- und Reihenhäusern sowie die Mehrfamilienhäuser mehr als die Hälfte ausmachen. Zurückzuführen ist dies auf die Dachform der Satteldächer, die einerseits eine gute, andererseits auch eine nicht so gute Eignung aufweisen. Der geringe Anteil der weniger geeigneten Dachflächen im Nichtwohnbereich wird durch die starke Verbreitung von Flachdächern in diesem Sektor bestimmt. Dennoch sind in allen Gebäudesektoren durchaus große Potenziale zur Solarenergienutzung erkennbar. Insbesondere im Bereich der Mehrfamilienhäuser, wie auch im Bereich der Einfamilien- und Reihenhäuser.

Als fördernder Faktor hinsichtlich der Errichtung weiterer PV-Anlagen im Quartier kann im Allgemeinen die Entwicklung der Modulpreise von PV-Anlagen sowie von Stromspeichern gesehen werden, deren Kosten im Vergleich zu früheren Jahren gesunken sind und sich die Technik etabliert hat. Jedoch steigen derzeit wieder die Kosten, was auf eine hohe Nachfrage, Materialengpässe sowie die fehlende Verfügung von Handwerkerinnen und Handwerkern zurückzuführen ist. In der Regel handelt es sich um eine Technik, deren Amortisationszeit unter der Lebensdauer der Anlage liegt.

Um die Schwelle der Nutzung von Fördermitteln möglichst zu senken, spielt neben einer finanziellen Unterstützung auch eine einfache Beantragung der Fördermittel eine Rolle. Die neuste Novelle des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) sieht höhere Vergütungen für die Einspeisung von Photovoltaikstrom vor, sodass auch die Einspeisung wieder mehr an Bedeutung gewinnt. Weitere fördernde Faktoren sind eine Kombination mit Wärmepumpen, die den selbst erzeugten Strom einsetzen, sowie mit Ladesäulen für die Elektromobilität. Beide Maßnahmen haben das Ziel den Eigenverbrauch des erzeugten Photovoltaikstroms zu erhöhen.

Hinsichtlich Nutzbarmachungen der Potenziale zur Solarthermie sollten insbesondere Gebäude in Betracht gezogen werden, die bereits mit einem zentralen Heizungssystem (Heizkessel) und einer zentralen Warmwasserbereitung ausgestattet sind. Somit ist eine einfachere Einbindung von solarer Wärme in das Heizsystem möglich. Auch im Zuge von Heizungsumstellungen macht es häufig Sinn, über Solarthermie zur Warmwasserbereitung und ggf. zur ergänzenden Heizungsunterstützung nachzudenken. Es besteht jedoch eine gewisse Konkurrenzsituation zur Dachflächen-Photovoltaik, sodass eine Abwägung für das einzelne Gebäude stattfinden muss.

4.4.3.2 Freiflächensolaranlagen

Neben der weit verbreiteten Anwendung von Photovoltaik auf Dachflächen ist ein weiterer Baustein zur solaren Stromerzeugung die Installation von Freiflächen-Photovoltaikanlagen.

Dazu sind größere, zusammenhängende Flächen nötig. An diese Flächen werden aus technischer wie auch aus planerischer Sicht Anforderungen gestellt. So sollte aus technischer Sicht die Einstrahlung möglichst hoch sein, sodass die Flächen möglichst keine oder nur eine geringe Verschattung durch Bebauung oder Bäume aufweisen. Zudem kann durch die Hangneigung (Nordausrichtungen sind zu vermeiden) eine höhere Einstrahlung genutzt werden. Ebenso sollte die Fläche für eine einfachere Installation der Anlage möglichst wenige Geländeübergänge aufweisen. Auch ist die Erreichbarkeit auf einfach befestigten Wegen für die Installation nötig. Für die Einspeisung in das Stromnetz sind die Distanzen zur Mittelspannungsebene möglichst gering zu halten.

Aus planerischer Sicht kommen neben der jetzigen Flächennutzung insbesondere die zu beachtenden Schutzbereiche zum Tragen. Dabei ist zu unterscheiden zwischen

Schutzbereichen, die als hartes Kriterium von einer Bebauung ausgeschlossen sind (bspw. Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete der Zone I oder geschützte Biotope), sowie Schutzbereichen, in denen eine mögliche Bebauung individuell vom jeweiligen Schutzgut abhängig ist (bspw. Landschaftsschutzgebiete, Vogelschutzgebiete).

Darüber hinaus sind in der Bauleitplanung übergeordnete Planwerke zu beachten. Dazu ist im Bereich Sossenheims auf den Teilplan Erneuerbare Energien (TPEE) des Landes Hessens einzugehen.¹⁰ Dieser sieht für als geeignete Standorte insbesondere ehemalige Deponiestandorte oder militärische Konversionsflächen vor. Zudem sind Flächen entlang von Straßen und Schienen im Plan als mögliche Standorte genannt. Aus wirtschaftlicher Sicht sind die Einspeisung und die Förderung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) von Bedeutung. Dies stellt in § 37 EEG die Flächenanforderungen für die Freiflächen-Photovoltaiknutzung dar:

- Randbereich von Autobahnen und Schienenwegen,
- Militärische Konversionsflächen,
- Deponien und Halden,
- Stillgelegte Bergbauflächen, Tagebaue, Gruben und Steinbrüche,
- Flächen besonderer funktionaler Prägung,
- Parkraumflächen,
- Industrie- und Gewerbefreiflächen,
- Unland/Vegetationslose Fläche sowie
- Acker- und Grünlandflächen
- nur wenn sie innerhalb des 500 m Randbereiches von Autobahnen und Schienenwegen,
- oder von der Länderöffnungsklausel nach §37c EEG betroffen sind

Bei den Förderbedingungen durch das EEG ist auf eine durchaus bemerkenswerte Entwicklung der Rahmenbedingungen hinzuweisen, was auf eine ausgeprägte Dynamik des Themas schließen lässt. So entwickelte sich der Randbereich entlang von Autobahnen und Schienenwegen von 110 Metern auf 200 Meter und im jetzigen EEG auf derzeit 500 Meter. Es ist davon auszugehen, dass die Anforderungen des EEGs weiterhin angepasst werden und sich somit weitere Anwendungsfälle ergeben könnten. Es ist dabei dennoch darauf hinzuweisen, dass das EEG die Förderung von

¹⁰ Regierungspräsidium Darmstadt: Regionalplan Südhessen. Teilplan – Erneuerbare Energien. Online abrufbar unter: <https://rp-darmstadt.hessen.de/infrastruktur-und-wirtschaft/regionalplanung/regionalplan-suedhessen/teilplan-erneuerbare-energien-2019>

Einspeisemengen der Anlage betrachtet, jedoch keinen planerischen Bezug hat. Daher müssen weiterhin die Anforderungen der Landes- und Regionalplanung Berücksichtigung finden, wobei davon auszugehen ist, dass Anpassungen in Bezug zum EEG möglich sind.

Im konkreten Fall für Sossenheim-West kommen zwei Flächen in Frage, die an der nördlichen Grenze des Quartiers liegen und somit direkt an die bestehende Autobahn A66 grenzen. Es handelt sich bei den Flächen um unbebaute Acker- und um Grünflächen. Derzeitig stehen mögliche Ausbauplanungen der A66 einer möglichen Projektumsetzung entgegen, jedoch sollte je nach Planung des Ausbaus, der Bau einer Freiflächenphotovoltaikanlage zu einem späteren Planungszeitpunkt betrachtet werden.



Abbildung 45: potenzielle Flächen für die Installation von Freiflächen PV Anlagen

4.5 Exkurs: Freiraum und Klimaanpassung

Für Parks wie alle anderen Grün- und Freiflächen erwächst aus ihren Potenzialen eine zunehmende Bedeutung für die Funktionsfähigkeit städtischer Zusammenhänge. Sie dienen in verschiedenen Verknüpfungen gleichzeitig als Flächen für Freizeit und

Erholung, für Landwirtschaft und Gartenbau, für Durchlüftung, für Wasseraufnahme sowie für den fließenden Verkehr. Bei entsprechender Gestaltung funktionieren sie – angesichts vermehrter Starkregenereignisse im städtischen Raum – zugleich als Retentionsfläche zur Zwischenspeicherung von Wasser sowie für die Abkühlung und verringern damit das Risiko und die Schadensbilanz von Überschwemmungen.

Auf kommunaler Ebene wird die Grünflächengestaltung von der Bauleitplanung mit ihren Instrumenten wie FNP und B-Plänen unterstützt. Nach dem Verständnis einer integrierten Stadtentwicklung agieren auf kommunaler Ebene die Fachämter nicht mehr nebeneinander, sondern stadt- oder quartierbezogen in intensiver Kooperation. Bei diesem ganzheitlichen Ansatz profitiert das für Gestaltung und die Pflege öffentlicher Parks und Grünflächen zuständige Grünflächenressort davon, dass die multifunktionalen Qualitäten von Parks, Grün- und Freiflächen allen Beteiligten deutlicher werden, insbesondere unter dem Aspekt ihres Beitrags zur Verringerung der negativen Folgen des Klimawandels in urbanen Räumen. Diese Organisationsform ist grundsätzlich empfehlenswert, um die Potenziale effizient und nachhaltig umsetzen zu können.

Das Programm der Städtebauförderung in Sossenheim bietet ein differenziertes Förderregulium, welches die Stadt Frankfurt bei der Herstellung nachhaltiger städtebaulicher Strukturen unterstützt und eine wichtige Finanzierungsgrundlage der städtebaulichen Erneuerung (Sanierung) bildet. Hier geplante Maßnahmen, die zum Erhalt und der zeitgemäßen Weiterentwicklung gewachsener baulicher Strukturen und dem Abbau von städtebaulichen Missständen und Entwicklungsdefiziten eingesetzt werden, sollten ebenfalls unter den Betrachtungspunkten der Klimaanpassung sowie des Klimaschutzes überprüft werden.

Nachfolgende Potenziale in Sossenheim unterstützen und bieten die Möglichkeit, die hier genannten Aspekte im Raum widerzuspiegeln. Wie bereits eingangs erwähnt, tragen Potenziale zu unterschiedlich gesetzten Zielen bei und resultierende Maßnahmen zahlen bestenfalls auf mehrere Potenziale ein, sodass Freiraumgestaltung und Klimaanpassung Hand in Hand gehen können. Im nachfolgenden Kapitel werden die prioritär zu behandelnden „TOP 3“-Potenziale aus den Bereichen Freiraumgestaltung und Klimaanpassung für Sossenheim näher beschrieben. Zur Vollständigkeit werden aber alle identifizierten Potenziale tabellarisch aufgeführt.

Freiraumgestaltung

Potenziale	Relevanz
Vorhandene Flächenpotenziale zur Umnutzung/Gestaltung: z. B. Verkehrsflächen, Nidda, Sossenheimer Unterfeld	●●●
Ausweitung und Ausweisung von Vegetations- und Bepflanzungsflächen	●●●
Förderung der Integration von „technischen Elementen“ in die Freiflächen im Sinne einer Multifunktionalität	●●●
Verbesserung des Mikroklimas in den Quartieren	●●○
Erhöhung der Aufenthaltsqualität/Verweilorte im Grünen	●●○
Förderung von klimaresilienten Orten	●●○
Förderung der Integration der Gebäude in den Freiraum	●○○
Ausbau der Verbindungen	●○○

Klimaanpassung

Potenziale	Relevanz
Förderung der Entsiegelung/Entgegenwirken der Versiegelung	●●●
Förderung der Bepflanzung und Begrünung in stark versiegelten Bereichen	●●●
Steigerung von systemischen Controlling-Tools zur Überwachung (z. B. Frühwarnsysteme)	●●●
Förderung der Verschattung und Kühlung im Stadtteil	●●○
Nutzung und Sammlung von Regenwasser	●●○
Vermeidung und Bekämpfung von Hitzeinseln	●●○
Etablierung/Ausweitung von Hochwasserschutz	●○○
Förderung nachhaltiger und innovativer Landwirtschaft	●○○

Geringere Relevanz	●○○
Hohe Relevanz	●●○
Sehr hohe Relevanz	●●●

Geringere Relevanz	●○○
Hohe Relevanz	●●○
Sehr hohe Relevanz	●●●

Vorhandene Flächenpotenziale zur Umnutzung und Gestaltung

Mit der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie steht ein Planungsziel im Raum, mit dem das so genannte „30-Hektar-Ziel“ als Obergrenze für die tägliche Inanspruchnahme unverbrauchten, naturnahen Bodens für Siedlung (Wohnen und Gewerbe, einschließlich Grün-, Erholungs- und Friedhofsflächen) und Verkehr festgelegt wurde. In wachsenden Gebieten, wie in Frankfurt, sind Städte aufgrund ihrer topografischen und klimatischen Standortbedingungen besonders darauf angewiesen, auf die Sicherung eines leistungsfähigen Grün- und Freiraumes in ihrem Umland zu achten. Vorhandene Flächenpotenziale ermöglichen einen enormen Handlungsspielraum bei der Entwicklung von Bestandsstrukturen. In Sossenheim selbst konnten entsprechende Flächen identifiziert werden. Insbesondere der Nidda-Bereich, das Sossenheimer Unterfeld und die Verkehrsflächen bieten Ansatzpunkte, um die CO₂-Emissionen in Sossenheim zu reduzieren und kompensieren (durch Bindung des CO₂), die Lebensqualität und Biodiversität im Quartier zu steigern und darüber hinaus die Sicherheit und Gesundheit der Bewohner:innen zu steigern.

Insbesondere die Befragungsergebnisse aus Sossenheim machen deutlich, dass die Bewohner:innen hier einen erhöhten Handlungsdruck sehen, die jetzigen Freiflächen und/oder bebauten Flächen umzugestalten, anzupassen oder neu zu denken. Insbesondere wünschen sich hier die Sossenheimer:innen eine gesteigerte Aufenthaltsqualität, die verstärkte Integration von Bäumen sowie „mehr grün“ innerhalb der versiegelten Wohnbereiche (z. B. rund um die Michaelstraße). Grundsätzlich resultiert aus diesem Potenzial eine großflächige Chance, (akteursübergreifend) Maßnahmen im Sossenheimer Stadtgebiet umzusetzen.

Ausweitung und Ausweisung von Vegetations- und Bepflanzungsflächen

Einhergehend mit der Gestaltung von Freiflächen ergeben sich in dem Quartier Sossenheim-West Flächen, die ausschließlich als Vegetations- und Bepflanzungsflächen fungieren sollten und/oder Bereiche, in denen sich eine Vegetation gut in die vorhandenen Bebauungsstrukturen integrieren lässt. Auch hier ist die Minderung der CO₂-Emissionen sowie die Erhöhung der Lebensqualität, die Senkung der Emissionen, die Minderung der Brandgefahr durch Hitzeinseln sowie das Vorantreiben von Siedlungsbereichen als sogenannte „Schwammstädte“ Zielstellung. Pflanzen mindern zudem im erheblichen Maße die empfundene Lärmqualität (durch z. B. Verkehrsaufkommen) und erhöhen das Wohlempfinden der angrenzenden Bewohner:innen. Die Befragungsergebnisse zeigten hier eindeutig, dass z. B. Wiesen für Insekten und Flächen mit Wasser zur Abkühlung nachgefragt sind.

In Sossenheim bieten sich zusätzlich zu den bereits verfügbaren Vegetationsflächen, insbesondere Sossenheim City Park und Sulzbach enorme Potenziale im „straßenbegleitenden Stadtgrün“. Je nach Breite des Straßenraums können geeignete Laubbäume auf beiden, vor allem aber auf der sonnenbeschienenen Straßenseite gepflanzt werden, sodass Teile des Straßenraums und die verschatteten Hausfassaden während der Vegetationsperiode vor Aufheizung geschützt sind. Auch die „grünen Zwischenräume“ innerhalb der stark bebauten Quartiere in Sossenheim (z. B. Henri-Dunant-Siedlung) bieten Potenzial, hinsichtlich Biodiversität und Lebensqualität umgestaltet zu werden. Hier bieten aktuelle Innovationen wie z. B. das Vertical Farming, Aquaponik oder Quartiersbienen zusätzlich spannende Ansätze zur Umsetzung für die Akteure in Sossenheim.

Förderung der Integration von „technischen Elementen“ in die Freiflächen im Sinne einer Multifunktionalität

In Anlehnung an die Umnutzung und Gestaltung von Flächen in Sossenheim (s. o.) stellt dieses Potenzial eine Erweiterung dessen dar. Der Nutzungsdruck auf die Flächen in urbanen Räumen steigt. Stehen heute Wohnen, Gewerbe und Verkehrsinfrastruktur in Konkurrenz, wird sich der Kreis absehbar noch erweitern. Als Folge des Klimawandels werden Flächen notwendig sein, um urbane Räume zu kühlen, mit Frischluft zu versorgen, gegen Starkregen widerstandsfähig zu machen oder den Menschen Freiflächen zur Erholung zu bieten. Die Trennung zwischen Wohnen, Infrastruktur, Grünflächen, Freizeit muss multifunktionalen Lösungen weichen. Ein Gebäude sollte verschiedene Nutzungen in sich vereinen, so auch verfügbare Flächen. Sicherlich ist es nicht sinnvoll, alle Flächenpotenziale mit technischen Elementen auszustatten, allerdings können geeignete Kooperationspartner genutzt werden, um finanzielle Möglichkeiten und vor allem finanzielle Entlastungen für die Kommune und Wohnungswirtschaft zu schaffen.

Die Integration von „technischen Elementen“ in solche Freiflächen wie z. B. Photovoltaik-Anlagen, Ladestationen, Wasser-Kühlungssystemen und Retentionsflächen kreieren Räume der Zukunft. Ein Anwendungsbeispiel könnte hier das Konzept der Baubotanik mit integrierten PV-Flächen sein. Baubotanik beschreibt eine Bauweise, bei der Bauwerke durch das Zusammenwirken technischen Fügens und pflanzlichen Wachstums entstehen. Dazu werden lebende und nicht-lebende Konstruktionselemente so miteinander verbunden, dass sie zu einer pflanzlich-technischen Verbundstruktur verwachsen. Integriert werden können hier zum Beispiel auch PV-Module als trennende und raumbildende Elemente.

Förderung der Entsiegelung/Entgegenwirken der Versiegelung

In ähnlicher Zielstellung der Potenziale bezüglich der Ausweisung von Vegetationsflächen und der Förderung von Bepflanzung in stark versiegelten Bereichen ist das Potenzial der Förderung der Entsiegelung vorgesehen.

Investitionsvolumen und Umsetzungszeitraum von Maßnahmen können stark abweichen, doch ist es im Vergleich relativ einfach und kostengünstig, eine verfügbare Freifläche nur zu entsiegeln und zu begrünen, statt dasselbe Areal zu einem Park mit Staudenbepflanzungen, Schatten spendenden Bäumen und integrierten

Retentionsflächen für Regenwasser auszustatten. Eine gesunde Mischung solcher „erlebbarer“ Räume und klimatischen „Nutz“-Räumen muss geschaffen werden. Hier spielen die Pflege- und Bewirtschaftungskosten eine zentrale Rolle für die Entscheidung der Kommune darüber, welche Flächen langfristig gestaltet werden sollen. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, kann die Zivilbevölkerung in Sossenheim stärker in die Prozesse einbezogen werden (z. B. in Form von Patenschaften).

Abgesehen von den Möglichkeiten, auf Restflächen im Straßenraum bzw. straßenbegleitend Bäume und Stauden zu setzen, können öffentliche Plätze und Stellplätze entsiegelt und ganz oder teilweise begrünt werden. Grundsätzlich beziehen sich diese Potenziale auf das gesamte Sossheimer Gebiet. Bestehen keine Zugriffsmöglichkeiten auf andere Grundstücke, um das Grünflächendefizit in einem verdichteten Bestandsquartier zu verringern, lassen sich einzelne Straßenabschnitte oder größere Stellplätze zu Grünflächen umwidmen.

Neben dem Thema der Entsiegelung sollte im besten Fall darauf geachtet werden, dass es nicht weiter zu Tendenzen einer Versiegelung kommt.

Das Entgegenwirken der Versiegelung zielt hier aber auf kommunale und vor allem rechtliche Grundsätze der Bauleitplanung ab. Innenentwicklung stellt vor der Außenentwicklung einen wichtigen planerischen Hebel dar. Leerstehende Gebäude können saniert und wieder oder erstmals einer Wohnraumnutzung zugeführt werden, sodass der Bedarf an Neubauten verringert werden kann. Auch die Aktivierung von ineffizienten oder nicht (mehr) genutzten Flächen wie Flachbauten, Altlastenflächen und Gewerbeflächen, Brachflächen und Baulücken oder die Aufstockung kann zu einer Verdichtung im Bestand beitragen.

Förderung der Bepflanzung und Begrünung in stark versiegelten Bereichen

Wie bereits geschildert, ist die Flächenkonkurrenz vor allem in engen Straßenbereichen und stark bebauten Ortsbereichen prägend. Können Restflächen oder bestehende Flächen nicht vollständig umgenutzt werden, können andere Potenziale ausgeschöpft werden.

Für diese Bereiche ergeben sich insbesondere Vegetationspotenziale vertikaler Art. Wie beispielsweise die Dachbegrünung, wirkt sich auch eine Fassadenbegrünung in mehrfacher Hinsicht positiv aus. Die verschattete Fassade kann sich nicht aufheizen

und dementsprechend auch keine gespeicherte Wärme abstrahlen, die Fassade wird geringeren Temperaturschwankungen ausgesetzt und dadurch haltbarer, das Gebäude erzielt aufgrund der dämmenden Wirkung einer Begrünung eine bessere Energiebilanz etc. Auch temporäre Interventionen im öffentlichen und privaten Räumen hinsichtlich einer Begrünung der Flächen z. B. in Form von mobilen Kübelbepflanzungen bieten Möglichkeiten, dem Ziel der Begrünung (und Aufenthaltsqualität) gerecht zu werden. In Sossenheim können vorherrschende Beteiligungs- und Beratungsmöglichkeiten durch das Quartiersmanagement sowie dem angestrebten Sanierungsmanagement genutzt und gebündelt werden, um die Bewohner:innen neben Themen der energetischen Sanierung auch hinsichtlich Maßnahmen der Klimaanpassung an und um ihren Gebäuden zu informieren.

Steigerung von systemischen Controlling-Tools zur Überwachung (z. B. Frühwarnsysteme)

Die Veränderung der Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen sowie regional unterschiedliche Veränderungen können einen gefährlichen Einfluss auf städtische Strukturen haben. Fluss- und Bachläufe wie Nidda und Sulzbach in Sossenheim, die Entwicklung von Hitzetagen in Hessen oder die Häufigkeit von Regentagen können überwacht und über unterschiedliche Zeiträume beobachtet werden. Essenziell hierbei ist, dass die erhobenen Daten zu einer Einschätzung von Risiken und Gefahren befähigen und eine entsprechende Reaktion auf diese möglich ist.

Es existieren schon spezielle operationelle Frühwarnsysteme hoher Qualität (z. B. Hitzewarnsystem u. Brandgefahrindizes). Für das Funktionieren von Frühwarnsystemen ist die Zusammenarbeit von Bund und Ländern notwendig. Insbesondere sind inhaltlich in diesem Bereich das Klimamonitoring/-diagnose, die Szenarienrechnung sowie weitere Wirkmodelle aufzustellen. Hier bietet es sich zudem an, geeignete Kooperationspartner zu finden und interkommunale Projekte anzustoßen. Die Nähe Sossenheims zu Eschborn ermöglicht eine Zusammenarbeit hinsichtlich Kostenteilung, gemeinschaftlicher Wissensgenerierung und der Identifizierung eines geeigneten Systems, da Unwetterereignisse keine Stadtgrenzen berücksichtigen.

4.6 Exkurs: Mobilität

Im Hinblick auf eine nachhaltigere Gestaltung der Mobilität in Sossenheim konnten ebenfalls mehrere Potenziale identifiziert werden (s. Tabelle 17). Zu den drei bedeutendsten Potenzialen zählen die Förderung und Attraktivierung von Sharing-Angeboten, die Förderung von E-Mobilität sowie die Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) zugunsten des nichtmotorisierten Individualverkehrs (NMIV). Folgend werden diese näher beschrieben.

Tabelle 17: Potenziale Mobilität

Potenziale	Relevanz
Förderung und Attraktivierung von Sharing-Angeboten	●●●
Förderung von E-Mobilität im Quartier	●●●
Reduzierung des MIV zugunsten des NMIV	●●●
Unterstützung neuer / innovativer Gestaltungsmöglichkeiten im Verkehrsraum	●●○
Förderung neuer Logistiksysteme	●●○
Angebot von alternativen / neuen Varianten des ÖPNV	●●○
Verbesserung der Stadt der kurzen Wege	●○○

Geringere Relevanz	●○○
Hohe Relevanz	●●○
Sehr hohe Relevanz	●●●

Förderung und Attraktivierung von Sharing-Angeboten

Durchschnittlich stehen Pkw fast 23 Stunden am Tag ungenutzt im öffentlichen Raum oder auf privaten Grundstücken. Hierfür in Anspruch genommene Flächen stehen damit nicht mehr für klima- und umweltfreundliche Nutzungen oder als Aufenthaltsfläche zur Steigerung der Lebensqualität der Quartiersbewohner:innen zur Verfügung. Eine effizientere Nutzung von Fahrzeugen würde sowohl diese Ansprüche an eine attraktive und klimagerechte Freiraumgestaltung sowie an Mobilitätsbedarfe vereinen. Einen Beitrag hierzu leisten CarSharing-Angebote. So ersetzt ein stationsbasiertes Car-Sharing-Fahrzeug bis zu 20 private Fahrzeuge und befreit

dadurch bis zu 99 Meter Straßenkante von parkenden Autos. Darüber hinaus fördert ein Angebot von weiteren Sharing-Angeboten, wie (Elektro-)Fahrrädern oder E-Rollern, die Nutzung nachhaltigerer Alternativen und eine multimodale Mobilität.

Grundsätzlich ist in den Quartieren ein erhöhter Parkdruck feststellbar. Schwerpunkte in Sossenheim-West sind vor allem die Henri-Dunant-Siedlung, aber auch Alt-Sossenheim ist stark von ruhendem Verkehr im öffentlichen Raum geprägt, was zu Einschränkungen in der Aufenthaltsqualität sowie Sicherheit für Fußgänger:innen und Radfahrer:innen führt. Somit könnte prioritär in diesen Gebieten die Förderung von Sharing-Angeboten zu einer Verbesserung einer klima- und sozialgerechten Gestaltung des Quartieres beitragen.

Darüber hinaus finden seitens der Stadt Frankfurt am Main bereits Überlegungen bezüglich der Bereitstellung von öffentlichen Flächen für CarSharing-Fahrzeuge statt, sodass das Potenzial zusätzlich erhöht wird. Ebenfalls findet die Thematik auch seitens relevanter Akteure der Wohnungswirtschaft grundsätzliche Befürwortung. Als besonders relevante Aspekte für die Inanspruchnahme von Sharing-Angeboten wurden in der Befragung der Quartiersbewohner:innen die Faktoren Kosten und Erreichbarkeit benannt.

Förderung von E-Mobilität im Quartier

Der Sektor Verkehr macht mit 31 % einen wesentlichen Anteil der Treibhausgasbilanz Sossenhems aus. Hierbei spielt die Antriebsart eine bedeutende Rolle. So werden durch Elektromobilität insbesondere in Verbindung mit regenerativen Energien deutlich weniger CO₂-Emissionen erzeugt. Zudem können Elektrofahrzeuge mit ihren Energiespeichern künftig einen wichtigen Beitrag zum Ausgleich von Schwankungen aus Wind- und Sonnenkraft leisten und so den Ausbau und die Marktintegration dieser Energiequellen unterstützen und tragen in Verbindung mit Photovoltaik zu einer erhöhten Autarkie bei. Auf lokaler Ebene entstehen keine bis kaum Emissionen von Lärm, Feinstaub oder CO₂.

Konkrete Voraussetzungen zur Steigerung von E-Mobilität bilden zum einen die Förderung von Ladeinfrastruktur und Elektrofahrzeugen sowie darüber hinaus die Förderung hieran angepasster Geschäftsmodelle, welche steuernd oder unterstützend auf den Einsatz von E-Mobilität einwirken. Grundlegend entspricht der Ausbau von

Elektromobilität auch den strategischen Zielen der Stadt Frankfurt. Mit nur einer öffentlichen Lademöglichkeit im Quartier ist das Potenzial in Sossenheim noch nicht ausgeschöpft. Seitens der Quartiersbevölkerung besteht, wie die Befragungsergebnisse andeuten, ein zudem deutliches Interesse an privaten Lademöglichkeiten. Mit verschiedenen Projekten in der Stadt Frankfurt sind insbesondere der städtische Energieversorger Mainova sowie die städtische Wohnungsbaugesellschaft ABG Frankfurt Holding bereits aktiv. So können diese sowie die weiteren Akteure der Wohnungswirtschaft mit Beständen im Quartier und Energieversorger, neben der Stadt Frankfurt als zentrale Akteure in diesem Kontext angesehen werden.

Reduzierung des MIV zugunsten des NMIV

Die größten Einsparungen von CO₂ bewirkt die Verlagerung des Verkehrs vom motorisierten hin zum nichtmotorisierten Verkehr. Auch lokale Emissionen wie Lärm oder Feinstaub können hierdurch maximal reduziert werden. Ein von nichtmotorisiertem Individualverkehr geprägtes Quartier zeichnet sich damit durch eine hohe Lebensqualität und Klimagerechtigkeit, bedingt durch eine erhöhte Flächenverfügbarkeit für Aufenthaltsbereiche und grün-blaue Infrastruktur, hoher Walkability und einer erhöhten Sicherheit, bei geringen Belastungen durch Lärm und Feinstaub aus.

Die Reduzierung des MIV steht im Einklang mit der regionalen Mobilitätsstrategie. Das Quartier Sossenheim-Ost und Sossenheim-West bietet derzeit jedoch nur wenige attraktive Alternativen zum MIV, da Wege häufig weit und mitunter von Steigungen geprägt sind, eine eingeschränkte Sicherheit wahrgenommen wird und Angebote zur multimodalen Mobilität fehlen. Fehlender Platz für Gehwege in ausreichender Breite oder die Trennung von Kfz- und Radverkehr und damit eine eingeschränkte Sicherheit sind schwerpunktmäßig vor allem im Bereich Alt-Sossenheim, wie insbesondere auf der Michaelstraße, feststellbar. Gleichwohl gilt es, neben der Betrachtung lokaler Besonderheiten, eine ganzheitliche Betrachtung zu wahren, um auf diese Weise der Komplexität der Einflussfaktoren auf die Verkehrsmittelwahl gerecht zu werden. So können mobile Angebote der Nahversorgung, Anpassung von Ticketsystemen, die eine multimodale Mobilität erleichtern, oder attraktive und kurze Wegeverbindungen Potenziale zur Verlagerung des Verkehrs auf nachhaltigere Alternativen darstellen.

4.7 Zusammenfassung und Potenziale

Die Ausarbeitung der Potentiale in Sossenheim-West diente der Identifizierung der Wirkungsfähigkeit von Maßnahmen zur Reduktion von CO₂, sowie zur Anpassung an den Klimawandel und Verbesserung der Lebensqualität. Die Wirkungsbereiche erstrecken sich über die Themen der Energieeinsparung, der Wärmeversorgung, der erneuerbaren Energien, der Freiraum und Klimaanpassung sowie der Mobilität.

Die Darstellung der Potentiale im Bereich der Energieeinsparung verdeutlicht, dass es einerseits diverse Motivationsgründe, andererseits aber auch eine Reihe von Hemmnissen gibt, die die Einsparungsmöglichkeiten fördern oder beeinträchtigen. Zur erheblichen Einsparung von Energie muss eine Modernisierung in Form einer Wärmedämmung der Gebäudehülle einhergehen. Ein Grund für Modernisierungsvorhaben können steigende Energiepreise sein. Viel ausschlaggebender sind jedoch (lebenszyklusbedingte) Defekte an der Immobilie sowie die Veränderung persönlicher Lebensumstände. Das große Potential der Energieeinsparung unterliegt diversen Hemmnissen, die zumeist finanzielle und bautechnische Restriktionen, Informationsdefizite bzw. -überfluss oder eine fehlende Nutzungsperspektive betreffen können. Im Quartier Sossenheim-West konnte anhand der Gebäudetypen und Baualtersklassen ein erhebliches Einsparpotential zukunftsweisender Modernisierungen festgestellt werden, das es künftig auszuschöpfen gilt.

Weitere Potentiale birgt die Wärmeversorgung. Eine Erneuerung der Anlagentechnik durch den Austausch von alten Heizkesseln und Heizungsmodernisierungen in Form von Optimierungen der Anlagen tragen nicht nur dazu bei, dass weniger CO₂ verbraucht wird, sondern verursachen auch einen Rückgang der Brennstoffkosten. Für das Quartier ist es empfehlenswert, eine Umstellung auf Biomasse nur in Einzelfällen umzusetzen, um die Feinstaubbelastung gering zu halten. Außerdem gehen mit Biomasseheizungen ein hoher Wartungs- und Bedienungsaufwand sowie hohe Investitionskosten einher. Auch von neuen Anschlüssen an das bestehende Erdgasnetz sollte abgesehen werden. Beim Energieträgerwechsel sollte der Fokus auf dem Aufbau eines Wärmenetzes liegen, durch welches die Gebäude immissionsarm mit Wärme versorgt werden können. Insbesondere das Potential der Ausstattung der Nidda mit

Flusswasser-Wärmepumpen zur Versorgung der Siedlung „Im Mittleren Sand“ ist im Bereich der Wärmeversorgung interessant.

Wichtige Potentiale liegen außerdem im Bereich der erneuerbaren Energien. Zur Nutzung von Umweltwärme sollen Wärmepumpen installiert werden, die in Verbindung mit der Gebäudeertüchtigung einen wichtigen Beitrag zur CO₂-Minderung im Quartier liefern. Ausschlaggebend ist neben der Umweltwärme auch der Ausbau der Solarenergie. Dazu zählt neben der Installation von Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung auch der Einsatz von Solarthermie-Anlagen zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung. Ein Hemmnis ist die Ungeeignetheit einer Vielzahl von Dächern für die Gewinnung von Solarenergie aufgrund der Form der Satteldächer. Gleichwohl ist über ein Viertel der Einfamilienhäuser und über ein Drittel der Mehrfamilienhäuser gut bis sehr gut geeignet, um Anlagen zur Gewinnung von Solarenergie zu installieren.

Im Handlungsbereich des Freiraums und der Klimaanpassung gibt es eine Vielzahl an Potentialen im Quartier Sossenheim-West. Die vorhandenen Flächenpotentiale können einerseits umgenutzt oder andererseits neugestaltet werden. Insbesondere die Ergebnisse der Befragung erzeugen einen Handlungsdruck in Hinblick auf eine Steigerung der Aufenthaltsqualität, der Erhöhung des Baumbestands und der Entsiegelung von Flächen in den Siedlungen. Mit der Ausweitung bzw. Ausweisung von Vegetations- und Bepflanzungsflächen kann das Quartier in Richtung des Prinzips der Schwammstadt entwickelt werden und damit nicht nur Regenereignissen begegnen und Wasser speichern, sondern gleichzeitig Hitzeinseln entgegenwirken, die Brandgefahr senken und die Lebensqualität erhöhen. Auf anderen Freiflächen besteht die Möglichkeit des Einsatzes von „technischen Elementen“, wie bspw. Photovoltaikanlagen, Ladestationen oder Wasser-Kühlungssystemen, die eine Multifunktionalität der Flächen ermöglichen. Ein weiteres Potential im Rahmen der Klimaanpassung ist besteht aus der Dach- und Fassadenbegrünung, die für weite Teile des Quartiers möglich ist.

Der letzte Wirkungsbereich mit Potentialen zur Reduktion von CO₂, sowie zur Anpassung an den Klimawandel und Verbesserung der Lebensqualität betrifft die Mobilität. In der Ausgangsanalyse wurde bereits festgestellt, dass ein wesentlicher Teil des öffentlichen Raums durch parkende Fahrzeuge belegt ist. Potential bieten Sharing-Angebote, die einerseits weniger Fläche für den ruhenden Verkehr einnehmen,

andererseits mindern Sie den Parkdruck und können gleichzeitig die Sicherheit für Fußgänger- und Radfahrer*innen erhöhen sowie die Aufenthaltsqualität im Quartier verbessern. Gleichzeitig ist es sinnvoll, die multimodale Mobilität zu fördern und dazu neben verbesserten Fuß- und Radwegeverbindungen auch das ÖPNV-Angebot zu erhöhen und das Quartier besser zu vernetzen.