

# **Integriertes energetisches Quartierskonzept für die kreisfreie Stadt Würzburg - Stadtteil Lindleinsmühle -**

01.07.2019



# Impressum

## Integriertes Quartierskonzept Lindleinsmühle Kreisfreie Stadt Würzburg

### Herausgeber und Auftraggeber

Stadt Würzburg  
Fachbereich Umwelt- und Klimaschutz  
Karmelitenstraße 20  
97070 Würzburg

### Verfasser:



GEM mbH  
Bahnhofstr. 16  
91322 Gräfenberg

Projektleitung: Monika Brunner

Tel: 09192 995915  
Fax: 09192 995910  
info@gem-energie.de  
www.gem-energie.de



Kommunalbetriebe Neustadt GmbH  
Energieberatung  
Dieselstraße 5  
96465 Neustadt b. Coburg

Projektleitung: Jörg Wicklein

Tel. 09568 852-0  
Fax 09568 852-43  
info@swn-nec.de  
www.kbn-nec.de

### Foto- und Kartennachweis:

Eigene Darstellungen

Stand: 01.07.2019

## Inhalt

Abbildungsverzeichnis .....	iv
Tabellenverzeichnis .....	v
Abkürzungsverzeichnis .....	vi
1 Zusammenfassung .....	1
2 Projektbeschreibung .....	3
2.1 Ausgangssituation und Rahmendaten .....	3
2.2 Datenermittlung .....	4
2.3 Bezugnahme auf vorliegende Stadtentwicklungskonzepte .....	5
2.4 Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit .....	5
2.4.1 Einbindung und Aktivierung öffentlicher und privater Akteure, Bürgerbeteiligung .....	5
2.4.2 Öffentlichkeitsarbeit .....	7
3 Bestandsanalyse und Energiebilanz im IST-Zustand .....	8
3.1 Städtebauliche Merkmale .....	8
3.2 Bebauungsstruktur .....	8
3.2.1 Gebäudenutzung .....	9
3.2.2 Baualter .....	10
3.2.3 Geschossigkeit .....	12
3.2.4 IWU Gebäudetypologie .....	13
3.2.5 Gebäudetypologie Lindleinsmühle .....	15
3.2.6 Energieinfrastruktur .....	24
3.3 Erfassung und Bewertung der Energiedaten .....	25
3.3.1 Systematik der Energiedatenerfassung .....	25
3.3.2 Einteilung des Gebiets in Cluster zur Datenabfrage .....	28
3.3.3 Abfrage der Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger .....	29
3.3.4 Abfrage Schornsteinfegerdaten .....	30
3.3.5 Energetische Bewertung kommunale Liegenschaften .....	31
3.3.6 Energetische Bewertung Gewerbe und sonstige Einrichtungen .....	33
3.3.7 Nutzung erneuerbarer Energieträger .....	33
3.3.8 Endenergieverbrauch Verkehr .....	35
3.3.9 Wärmebedarfsdichte .....	35
3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz .....	37
3.4.1 Bilanzierungsmethode .....	37
3.4.2 Endenergiebilanz .....	37
3.4.3 Primärenergiebilanz .....	39
3.4.4 CO <sub>2</sub> -Bilanz .....	40
3.4.5 Zusammenfassung und Bewertung .....	42
4 Potenzialanalyse und Szenarien .....	43
4.1 Potentiale Energieeinsparung Gebäudesanierung .....	43

4.1.1	Exemplarische Ableitung der Sanierungsmaßnahmen am Modellgebäude Neumühle .....	44
4.1.2	Exemplarische Ableitung anhand der Auswertung Energieausweise .....	45
4.2	Erzeugungs- und versorgungstechnische Potentiale .....	46
4.2.1	Effiziente Heizungstechnik .....	46
4.2.2	Nahwärmenetz (Insellösungen) mit Kraft-Wärme-Kopplung .....	47
4.2.3	Räumliche Potentiale für Fernwärme der WVV .....	49
4.2.4	Kombination von Maßnahmen an der Gebäudehülle und Anlagentechnik ..	52
4.3	Haushaltsstrom und Haustechnik .....	54
4.4	Einsparpotentiale Erneuerbare Energien .....	56
4.4.1	Solarpotenziale .....	56
4.4.2	Geothermie .....	60
4.4.3	Biomasse .....	61
4.4.4	Wind .....	61
4.4.5	Wasser .....	62
4.5	Szenarien-Entwicklung .....	62
4.5.1	Zieldefinition .....	62
4.5.2	Stellschrauben der Szenarien: Sanierungszyklus und Ausbauraten .....	63
4.5.2.1	Sanierungszyklus .....	64
4.5.2.2	Ausbauraten Solarenergienutzung .....	67
4.5.2.3	Umfang der Erschließung mit Nah- oder Fernwärme .....	68
4.5.2.4	Dezentrale KWK und weitere Alternativen .....	69
4.5.2.5	Entwicklung Stromverbrauch .....	69
4.5.3	Bewertung der Szenarienbetrachtung .....	72
5	Umsetzung .....	73
5.1	Umsetzungsstrategie .....	73
5.2	Handlungsfelder .....	73
5.2.1	Sanierungsmanagement: .....	74
5.2.2	Pilotprojekt Neumühle .....	74
5.2.3	Fernwärmeanschluss/ Wärmenetz-Insellösungen .....	75
5.2.4	Umsetzungsempfehlung .....	76
6	Maßnahmenblätter .....	79
7	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Wärmenetze .....	91
8	Controlling und Monitoring .....	94
8.1	Zielvorgaben .....	94
8.2	Monitoring durch Energie- und THG-Bilanzierung .....	94
8.3	Maßnahmencontrolling .....	95
8.3.1	Indikatoren Maßnahme 01.1. Sanierungsmanagement Geschosswohnungsbau .....	95
8.3.2	Indikatoren Maßnahme 01.2. Sanierungsmanagement Ein- /Zweifamilienhäuser .....	95
8.3.3	Indikatoren Maßnahme 02. Fernwärmeanschluss / Wärmenetz- Insellösungen .....	96
8.3.4	Indikatoren Maßnahme 03. Pilotprojekt Neumühle .....	96

---

8.3.5	Indikatoren 04. Ideenwettbewerb Hochhaus Lindleinsmühle .....	96
8.3.6	Indikatoren 05. Energetische Sanierung Nicht-Wohngebäude.....	97
8.3.7	Indikatoren 06. Upgrade Wärmeverbände ehem. Neue Heimat.....	97
8.3.8	Indikatoren 07. Energiemanagement Kommunale Gebäude – Vorbildliche Sanierung Gustav-Walle-Schule .....	97
8.3.9	Indikatoren Maßnahme 08. Mieterstromlösungen.....	97
8.3.10	Indikatoren Maßnahme 09. Sektorkopplung: Wohnen-Photovoltaik- Elektromobilität.....	97
8.3.11	Indikatoren Maßnahme 10. Öffentlichkeitsarbeit.....	98
9	Anhang.....	99

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage in der Gesamtstadt .....	8
Abbildung 2: Gebäudenutzung im Bestand .....	10
Abbildung 3: Baualter im Bestand nach Gebäudetypologie .....	11
Abbildung 4: Darstellung der prozentualen Anteile der Baualtersklassen gewichtet nach Gebäudeanzahl und Wohnfläche.....	12
Abbildung 5: Geschossigkeit im Bestand .....	12
Abbildung 6: Erfassung der Gebäudetypologie nach IWU.....	14
Abbildung 7: Energetischer Standard in Abhängigkeit der gesetzlichen Vorgaben.....	15
Abbildung 8: Augenscheinlicher Sanierungsstand.....	15
Abbildung 9: Gebäudetypologie 1-/2-Familienhäuser .....	16
Abbildung 10: MFH-Zeilenhäuser in Lindleinsmühle .....	22
Abbildung 11 und 12: Beispiele von Mehrfamilienhäusern in Lindleinsmühle .....	23
Abbildung 13: Beispiele von Hochhäusern in Lindleinsmühle.....	23
Abbildung 14: Der sogenannte "Lindleinstower" am Eingang zum Quartier.....	24
Abbildung 15: Lokale Wärmenetze .....	25
Abbildung 16: Ermittlung des gebäudespezifischen Wärmebedarfs .....	27
Abbildung 17: Annäherung an den gebäudespezifischen Energieverbrauchs .....	27
Abbildung 18: Spezifische Wärmebedarfswerte .....	28
Abbildung 19: Einteilung des Projektgebiets in Cluster .....	29
Abbildung 20: Verteilung Altersklasse Wärmeerzeuger.....	30
Abbildung 21: Verteilung Heizungs-Anlagenarten .....	31
Abbildung 22: Abweichung Energiekennwerte .....	33
Abbildung 23: PV-Anlagen und Solarthermie-Anlagen im Bestand .....	34
Abbildung 24: Verhältnis Energieverbrauch Verkehr zu restlichen Verbrauchssektoren.....	35
Abbildung 25: Wärmebedarfsdichte im Bestand.....	36
Abbildung 26: Verbrauch 2017 je Energieträger in MWh.....	38
Abbildung 27: Verbrauch 2017 je Sektor in MWh .....	38
Abbildung 28: Primärenergie nicht erneuerbarer Anteil (MWh).....	39
Abbildung 29: Emissionsfaktoren CO <sub>2</sub> Äquivalent .....	41
Abbildung 30: Emissionen CO <sub>2</sub> –Äquivalent.....	41
Abbildung 31: Sanierungsgebiet Neumühle .....	44
Abbildung 32: Einsparpotential Gebäudehülle Wohngebäude „Bei der Neumühle“ .....	45
Abbildung 33: Mittelwert Energiekennzahl .....	45
Abbildung 34: Nahwärme-Insellösung 1 .....	48
Abbildung 35: Nahwärme-Insellösung 2.....	48
Abbildung 36: Nahwärme-Insellösung 3.....	49

Abbildung 37: Versorgungsbereich Fernwärme .....	49
Abbildung 38: Fernwärmeanschluss Geschosswohnungsbau .....	50
Abbildung 39: Einsparpotential Endenergie Wohngebäude Bei der Neumühle .....	53
Abbildung 40: Einsparpotential CO <sub>2</sub> -Emissionen Wohngebäude An der Neumühle.....	53
Abbildung 41: Stromverbrauch und -intensität private Haushalte.....	54
Abbildung 42: Solar-Szenarien .....	59
Abbildung 43: Nutzungsmöglichkeiten Erdwärmesonden .....	60
Abbildung 44: Mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe .....	61
Abbildung 45: Emissionen CO <sub>2</sub> Äquivalent in 2017 (Tonnen) .....	63
Abbildung 46: Sanierungsstand nach Nutzfläche.....	64
Abbildung 47: Sanierungsszenario a .....	64
Abbildung 48: Sanierungsszenario b .....	65
Abbildung 49: Sanierungsszenario c .....	65
Abbildung 50: Emissionen CO <sub>2</sub> Äquivalent in 2050 (Tonnen) .....	66
Abbildung 51: Wärmebedarfsdichte in Abhängigkeit der Sanierungsrate.....	67
Abbildung 52: Szenarien – Endenergie (kWh) 2050 .....	71
Abbildung 53: Szenarien – Emissionen CO <sub>2</sub> Äquivalent (t) 2050 .....	72
Abbildung 54: Primärenergiefaktoren nicht erneuerbare Energieträger .....	76
Abbildung 55: Handlungsansätze .....	77

### **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Übersicht Datengrundlage .....	4
Tabelle 2: Clustereinteilung .....	29
Tabelle 3: Aufstellung der kommunalen Liegenschaften nach Heizenergie .....	32
Tabelle 4: Aufstellung der kommunalen Liegenschaften nach Strom.....	32
Tabelle 5: Endenergiebilanz (2017).....	37
Tabelle 6: Primärenergiebilanz nicht erneuerbarer Anteil (2017) .....	39
Tabelle 7: Bilanz der CO <sub>2</sub> -Äquivalente.....	40
Tabelle 8: Emissionsfaktoren CO <sub>2</sub> -Äquivalent (t/MWh).....	40
Tabelle 9: Gasetagenheizung und technische Alternativen .....	46
Tabelle 10: Solar-Szenarien .....	59
Tabelle 11: Annahmen bis 2050 .....	70

## Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AWO	Arbeiterwohlfahrt
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
BISKO	Bilanzierungs-Systematik Kommunal
Bj	Baujahr
DHH	Doppelhäuser
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung
ENP	Energienutzungsplan
eta	Modulwirkungsgrad
EU	Europäische Union
GEM	Gesellschaft für Energieberatung und -management mbH
GHD	Gewerbe/Handel/Dienstleistungen
GIS	Geo-Informationen-System
GMH	großes Mehrfamilienhaus
GWh	Gigawattstunden
h	Stunden
HH	Hochhaus
IHK	Integriertes Handlungs- und Entwicklungskonzept
IKK	Integriertes Klimaschutzkonzept
ISEK	Integriertes Städtebauliches Entwicklungskonzept
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
K	Kelvin
KBN	Kommunalbetriebe Neustadt GmbH
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW	Kilowatt
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kwp	Kilowattpeak
LED	Lichtemittierende Diode, Lumineszenz-Diode
MFH	Mehrfamilienhaus
MFN	Mainfranken Netze GmbH
MW	Megawatt
NAWARO	Nachwachsende Rohstoffe
NGF	Nettogeschossfläche
PV	Photovoltaik
RH	Reihenhaus
STh	Solarertrag thermal
t	Tonnen
Th	thermal
THG	Treibhausgas
UBA	Umweltbundesamt
WVV	Würzburger Versorgungs- und Verkehrs-GmbH
WW	Warmwasser

## 1 Zusammenfassung

Das energetische Quartierskonzept für den Stadtteil Lindleinsmühle wurde im Auftrag der Stadt Würzburg von der GEM mbH in Kooperation mit KBN GmbH bearbeitet. Im Nachgang zum städtebaulichen Handlungs- und Entwicklungskonzept (IHK) sollten energietechnische Fragen berücksichtigt und in enger Abstimmung mit den betroffenen Akteuren untersucht werden. Deshalb wurde die Bearbeitung des Konzeptes durch eine Steuerungsrunde begleitet, an der neben der Stadt Würzburg, die Würzburger Versorgungs- und Verkehrs GmbH, sowie als Wohnungsbaugesellschaften die Stadtbau GmbH und das St. Bruno-Werk beteiligt waren. Die Erstellung des energetischen Quartierskonzeptes wird durch die KfW im Rahmen des Programms „Energetische Stadtsanierung“ gefördert.

Ziel der Untersuchung ist ein ganzheitliches Energiekonzept, wie das Quartier „Würzburg-Lindleinsmühle“ möglichst unabhängig von fossilen Energieträgern wird und die nachhaltige Versorgung v.a. durch erneuerbare Energien sicherstellt ist. Damit soll gewährleistet werden, dass die Stadt Würzburg frühzeitig Maßnahmen ergreift, die den wirkungsvollsten Klimaschutz ermöglichen, um die Ziele des Bundes bis 2050 zu erreichen: ein weitgehend klimaneutraler Gebäudebestand, eine Energieversorgung weitgehend unabhängig von fossilen Energieträgern und damit eine Minderung der THG-Emissionen um 95% gegenüber 1990. Mit dem energetischen Quartierskonzept verfügt das Sanierungsmanagement der Stadt Würzburg über eine fortschreibbare Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz bezogen auf die Bereiche Strom und Wärme, differenziert nach den Verbrauchsgruppen private Haushalte, öffentliche Liegenschaften und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Analysiert wurden die Potentiale, die durch Energieeinsparung, Effizienzsteigerung und Nutzung erneuerbarer, lokaler Energieressourcen erschlossen werden können. Auf dieser Basis werden Maßnahmenvorschläge beschrieben, denen eine besonders hohe Priorität bei der Umsetzung zukommt, will man das beschlossene Reduktionsziel erreichen.

Die rund 5.228 Einwohner in Lindleinsmühle benötigen jährlich 29,6 GWh Energie, wovon allein 82% des Endenergiebedarfs auf den Wohnbereich entfallen. Dies spiegelt sich in einer CO<sub>2</sub>-Emission von 8.920 t/Jahr CO<sub>2</sub> für die Heizung und 0,74 t CO<sub>2</sub> für Strom wider. In Kapitel 3.4 ist die Energie- und Treibhausgasbilanz ausführlich dargestellt.

Die energetische Gebäudesanierung stellt einen Grundstein der nachhaltigen Stadtentwicklung dar, denn mit ihr können die CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Energieverbrauch im Quartier wesentlich gesenkt werden. Keines der Mehrfamilienhäuser, der Geschosswohnungsbauten oder öffentlichen Gebäude in Lindleinsmühle wurde bisher zukunftsweisend, das heißt in Richtung Niedrigst-Energie-Gebäude, saniert. Einige bieten aber erhebliches Potential, dahingehend betrachtet zu werden und als Demonstrationsvorhaben Umsetzung zu finden. Zu nennen wären hier u.a. die anstehende Sanierung und Nachverdichtung der Gebäude in der Neumühle. Dieses Teil-Quartier könnte als Pilotprojekt Vorbild für andere werden.

Der Versorgung durch erneuerbare Energieträger kommt in diesem Zusammenhang erhebliche Bedeutung zu. Die bereitgestellte Wärme im Fernwärmenetz Innenstadt wird bereits heute unter Einbeziehung regenerativer Energiequellen erzeugt und weist einen Primärenergiefaktor von 0,19 aus. Etwa 43% des Endenergiebedarfs entfallen auf die Mehrfamilienhäuser und großen Geschosswohnungsbauten. Bei einer Anbindung an die Fernwärme der WVV könnten diese prinzipiell nahezu CO<sub>2</sub>-neutral mit Wärme versorgt werden. Die Einbindung erneuerbarer Energien in die Wärmeherzeugung wird zunehmend gesetzlich gefordert werden. Der hohe Anteil erneuerbarer Energien in der Fernwärme bietet für Gebäudeeigentümer gute Voraussetzungen für Sanierungsmaßnahmen, da mit vertretbarem Aufwand an der Gebäudehülle ein sehr guter Energiestandard erreicht werden kann, welcher besonders attraktive Fördermittel erschließt. Gleiches gilt

für eventuelle Nachverdichtungen. Mit einem sehr niedrigen Primärenergiefaktor des Energieträgers können die künftig anspruchsvollen gesetzlichen Vorgaben wirtschaftlich erfüllt werden.

Auch aus einem weiteren Grund sollte die Stadt Würzburg an den großen Chancen und Potentialen der Fernwärme festhalten. Denn sie eröffnet Möglichkeiten für eine innovative und nachhaltige Wärmeerzeugung und Bereitstellung der Erweiterungsbauten der Uni-Kliniken, die in unmittelbarer Nachbarschaft der Lindleinsmühle liegen werden.

Dies setzt aber ein gemeinsames Bekenntnis der WVV und der wichtigsten Abnehmer für die Fernwärme voraus, damit die WVV weitere Investitionen in die Erweiterung der Fernwärme tätigen können. Die Erschließung mit einem Wärmenetz wird insbesondere in den Bereichen mit hoher Wärmeabnahmedichte, also für die Mehrfamilienhäuser erfolgen. Für die Einfamilienhäuser mit geringerem Wärmebedarf je Siedlungsfläche ist daher ein anderer Ansatz gefragt, um in wenigen Jahrzehnten einen annähernd CO<sub>2</sub>-neutralen Gebäudebestand zu erreichen. Fossile Energieträger wie Gas oder Öl kommen langfristig nicht in Frage, ebenso Holz oder Holzpellets aufgrund der Feinstaubbelastung und geringen Ressourcen. Einzelheizungen werden daher vermehrt Wärmepumpenheizungen sein. Um diese im Gebäudebestand sinnvoll einzusetzen ist daher eine energetische Modernisierung der Gebäudehülle notwendig. Der hierdurch höhere Strombedarf im Quartier kann gedeckt werden, wenn die Möglichkeiten der Solarenergienutzung mittels PV-Anlage ausgeschöpft werden. Solange das Gasnetz vor allem fossiles Erdgas enthält, werden Brennstoffzellen eine Brückentechnologie sein. Für das Sanierungsmanagement wird es eine wesentliche Aufgabe sein, die Einfamilienhausbesitzer dabei zu unterstützen ihre Gebäude und Anlagentechniken zukunftsweisend zu modernisieren.

In Kapitel 4.5 werden drei mögliche Szenarien der künftigen Entwicklung in Lindleinsmühle beschrieben: Ein „Referenz-Szenario“ ohne weitere Klimaschutzanstrengungen, ein „Standard-Szenario“ mit moderaten Anstrengungen sowie ein „CO<sub>2</sub>-neutral-Szenario“. In der Zeit der Konzeptbearbeitung rückte die Herausforderung Klimawandel immer mehr in den Focus der öffentlichen Aufmerksamkeit. Sowohl die Bundesregierung als auch die EU sind zum aktuellen Zeitpunkt dabei zu beschließen, was notwendig ist, um die Folgen des Klimawandels voraussichtlich noch bewältigen zu können: **Weitgehende CO<sub>2</sub>-Neutralität bis zum Jahr 2050**. Demnach führt an der Umsetzung des „CO<sub>2</sub>-neutral-Szenarios“ realistischerweise kein Weg vorbei. Dies bedeutet unter anderem: Eine massive Steigerung der Sanierungsraten und der Sanierungsqualität, Anschluss möglichst aller Mehrfamilienhäuser an des Fernwärmenetz der WVV oder alternativ an ein separates Wärmenetz auf Basis erneuerbarer Energien, sowie Ausschöpfen des Flächenpotenzials für PV- und Solarthermieanlagen.

## 2 Projektbeschreibung

Die Gesellschaft für Energieberatung und -management mbH (im Folgenden „GEM“ genannt) wurde in Zusammenarbeit mit der Kommunalbetriebe Neustadt GmbH (KBN) von der Stadt Würzburg beauftragt, im Rahmen des Förderprogramms „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ der KfW-Bankengruppe, ein „Integriertes Energetisches Quartierskonzept“ für das Wohnquartier „Lindleinsmühle“ zu erstellen.

Das Konzept formuliert, basierend auf der energetischen Potentialermittlung, ein abgestimmtes Maßnahmen- und Handlungskonzept und schafft die Voraussetzungen, um dem Sanierungsmanagement eine konstruktive Basis für die Koordinierung und Umsetzung formulierter Maßnahmen zu geben. Im Gebäudebereich soll der Energiebedarf reduziert, die Wärmeversorgung effizienter gestaltet und Lösungen für die Nutzung lokal vorhandener, erneuerbarer Energien entwickelt werden. Durch partizipative Beteiligung und Öffentlichkeitsarbeit soll bei den Akteuren und Bewohnern im Quartier die Akzeptanz für die energetische Stadterneuerung gesteigert und ein Bewusstsein geschaffen werden, wie jeder Einzelne dazu beitragen kann, den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern.

### 2.1 Ausgangssituation und Rahmendaten

Mit der Aufstellung eines energetischen Quartierskonzepts „Würzburg Lindleinsmühle“ innerhalb des „Integrierten Handlungs- und Entwicklungskonzept für den Stadtteil Lindleinsmühle“ unterstreicht die Stadt Würzburg die Bedeutung einer nachhaltigen Energieversorgung und -nutzung und des Klimaschutzes für ihre weitere Entwicklung. Mit Hilfe des energetischen Quartierskonzepts will die Stadt für ihre Bürgerinnen und Bürger mehr Lebensqualität und positive Effekte für die weitere Entwicklung der Stadt erreichen. Ziel der Untersuchung ist die Erstellung eines ganzheitlichen Energiekonzeptes, welches den Stadtteil Lindleinsmühle unabhängiger von fossilen Energieträgern werden lässt und die eigenständige Versorgung durch erneuerbare Energien sicherstellt.

Das Integrierte Quartierskonzept erörtert und definiert realistische Energie- und Klimaschutzziele. Hierzu werden der Energieverbrauch im Versorgungsumgriff, sowie die lokal verfügbaren Effizienz- und Erzeugungspotentiale untersucht. Dabei schlägt das energetische Quartierskonzept Maßnahmen aus den Handlungsfeldern Energieeffizienz und Umbau der Energieversorgung durch verstärkte Nutzung regionaler und lokaler Ressourcen vor. Der Einsatz erneuerbarer Energieträger leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.

Dabei gilt es, alle orts- und quartiersspezifischen, energierelevanten Gegebenheiten, insbesondere die bestehenden baulichen Strukturen sowie die demographische Entwicklung zu berücksichtigen. Die Möglichkeiten hinsichtlich Energieeinsparung, Effizienzsteigerung und einer Umstellung auf regenerative Energieträger können auf Basis des Quartierskonzeptes besser aufeinander abgestimmt werden. Durch eine übergeordnete Koordination können zudem Energiepotentiale effizienter genutzt werden.

Die Erstellung des Konzeptes erfolgte unter Beachtung bereits vorhandener Konzepte (wie z.B. IKK<sup>1</sup>, IHK<sup>2</sup>), Fachplanungen und Bebauungsplänen. Alle im Konzept entwickelten Maßnahmen und Handlungsempfehlungen wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Umwelt-

---

<sup>1</sup> BAUM Consult: Integriertes Klimaschutzkonzept für die Stadt Würzburg, 2012

<sup>2</sup> Schirmer Architekten und Stadtplaner: Integriertes Handlungs- und Entwicklungskonzept für den Stadtteil Lindleinsmühle, 2017

und Klimaschutz entwickelt. Ein Schwerpunkt des Projekts war die Einbindung der Bewohnerinnen und Bewohner der Siedlung in Form von Veranstaltungen, mit Bürger- und Akteursbeteiligung von Projektbeginn an (siehe Kap. 2.4.).

## 2.2 Datenermittlung

Datenmaterial wurde durch den Fachbereich Umwelt- und Klimaschutz zur Verfügung gestellt beziehungsweise bei der WVV/MFN, Stadtbau GmbH oder den St.-Bruno-Werk beschafft. Als wichtigste Ausgangsdaten standen gebäudescharfe Grundlagendaten der Stadt Würzburg als georeferenzierte Datenbank (GIS-Layer Gebäude) zur Verfügung. Hierin sind die Flurstücksgrenzen sowie die Gebäudegrundrisse unterschieden in Haupt- und Nebengebäude hinterlegt.

### Tabelle 1: Übersicht Datengrundlage

- Digitale Flurkarte (GIS-Layer Gebäude) mit Lage und Grundfläche der Gebäude;
- WVV/MFN: Verbrauch leitungsgebundener Energieträger in 2017 je Cluster – teilweise keine Daten aus Datenschutzgründen;
- Befragung Schornsteinfeger: Anzahl Wärmerezeuger je Cluster. Typ, Energieträger, Altersklasse;
- Kommunale Gebäude (Schulen): Energieverbrauch für unterschiedliche Zeiträume. Bei Gustav-Walle-Schule Daten nicht eindeutig;
- Wohnungsunternehmen: Energieausweise vieler Gebäude. Unterschiedliche Jahre. Teilweise abweichende Nutzflächen;
- Plausibilitätskontrolle über Kennwerte und Gebäudeerfassung: Typologie, Geschossigkeit, Sanierungsstand;
- Inaugenscheinnahme bei Begehung, eigene Fotoaufnahmen.

Bei der Verwendung des Datensatz der Stadt Würzburg ergaben sich ähnliche Schwierigkeiten wie bereits bei anderen integrierten Quartierskonzepten<sup>3</sup>. Relevante energetische Basisdaten für die Ermittlung des Heizenergiebedarfs (Gebäudealter, Wohnfläche, Geschosszahl) waren mitunter nicht erfasst und deren Erhebung nahm mehr Ressourcen in Anspruch als erwartet. Die wichtigste Datenquelle stellte daher eine Begehung des Quartiers dar. Hierbei wurde durch Inaugenscheinnahme die Geschossigkeit, die Baualtersklasse, die Nutzung und der Sanierungsstand abgeschätzt. Durch weitere gängige Methoden der Datenerhebung wie Luftbildanalyse, Befragung und Auswertung von Verbrauchsdaten der Energieversorger und Wohnungsunternehmen wurden diese ergänzt. Die Datenbeschaffung und Datenaufbereitung waren aufgrund des Datenschutzes nur erschwert möglich. Gebäudescharfe Daten zu Energieverbräuchen wurden vom städtischen Energieversorgungsunternehmen WVV aus Gründen des Datenschutzes nur in Clustern von mindestens 50 Wohneinheiten veröffentlicht (vgl. Kapitel 3.3.2.). Daten der Kaminkehrer wurden nur begrenzt und stark anonymisiert bzw. verallgemeinert herausgegeben und konnten somit kaum verarbeitet werden.

---

<sup>3</sup> BBSR-Online-Publikation: KfW-Programm 432 „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“. Ergebnisse der Begleitforschung. Nr. 25/2017

## 2.3 Bezugnahme auf vorliegende Stadtentwicklungskonzepte

In der Stadt Würzburg wurde die Lindleinsmühle als drittes Stadtgebiet in das Programm Soziale Stadt aufgenommen. Im Integrierten Handlungs- und Entwicklungskonzept (IHK) von 2017 wurden resultierend aus den individuellen Stärken und Schwächen des Stadtteils Ziele formuliert und entsprechenden Maßnahmenvorschlägen abgeleitet. Um die Zukunftsfähigkeit des Stadtteils und die Funktionen Wohnen und Versorgung der Wohnbevölkerung zu erhalten bzw. zu stärken, identifiziert das IHK im Bereich der Geschosswohnungsbauten besonderen Handlungsdruck. Neben der gestalterischen Aufwertung wird in diesem Zusammenhang auch auf die Berücksichtigung energetischer Aspekte und den barrierefreien Ausbau verwiesen. Potentiale ergeben sich aber auch aus der Bausubstanz in den Ein- und Zweifamilienhausgebieten. Das IHK empfiehlt ein abgestimmtes Handlungskonzept mit den Schwerpunkten Gebäudesanierung und technische Möglichkeiten der Wärmeversorgung. Damit hierzu Maßnahmen detaillierter ausgearbeitet und entwickelt werden, beauftragte die Stadt Würzburg ergänzend zum IHK das energetische Quartierskonzept.

## 2.4 Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit

### 2.4.1 Einbindung und Aktivierung öffentlicher und privater Akteure, Bürgerbeteiligung

Ein wesentlicher Baustein bei der Erstellung des Quartierskonzeptes war die Öffentlichkeitsarbeit. In einem Beteiligungsprozess wurden die Bürger und Akteure vor Ort in die Konzeption eingebunden und konnten in Veranstaltungen im Quartiersbüro und über die kontinuierliche Information über die Stadtteilzeitung den Fortgang des Projektes verfolgen. Es gab zu jeder Zeit die Möglichkeit für die Bürger sich direkt an den Sanierungsmanager vor Ort zu wenden.

Zusätzlich wurde im Zuge der Veranstaltungen eine Energiesprechstunde im Quartiersbüro eingerichtet und Informationsmaterial zu verschiedenen Themen, z.B. Energiesparen im Haushalt, Fördermöglichkeiten etc. zur Verfügung gestellt.

#### **Steuerungssgruppe**

Parallel dazu wurde ein intensiver Abstimmungsprozess eingeführt, der insbesondere die Einführung eines Steuerungskreises aus repräsentativen öffentlichen und privaten Akteuren umfasste. Neben der Stadtverwaltung, bestehend aus den Fachbereichen Stadtplanung und Hochbau, sowie dem Quartiersmanagement waren in ihm der Energieversorger WVV und die beiden großen Wohnungsunternehmen Stadtbau GmbH Würzburg und St.-Bruno-Werke vertreten. Die Steuerungsgruppe begleitete die Konzepterstellung, gab Impulse im Hinblick auf die Untersuchungs- und Planungsschwerpunkte und entschied über die gewählten Formate der Öffentlichkeitsbeteiligung. Zudem gehörte das Monitoring des Gesamtprozesses und des Projektfortschritts zu seinen Aufgaben. Der Steuerungskreis wurde vom Planerteam über die Projektfortschritte laufend informiert und bei Fertigstellung von Teilaufgaben wurden Projekttreffen durchgeführt. Die Steuerungsgruppe traf sich während der Bearbeitungszeit insgesamt fünfmal.

Der Steuerungskreis war von großer Bedeutung bei der Vertrauensbildung unter den Akteuren und zum Austausch über Fragen der Sanierung und Wärmeversorgung. Beispielhaft wurde hier die Grundlage gebildet für die spätere Abstimmung der St.-Bruno-Werke und den Stadtwerken über mögliche Wärmenetze und Mieterstrom-Modelle.

Bei den Gesprächen im Steuerungskreis zeigten sich die unterschiedlichen Strategien der beiden Wohnungsunternehmen der Lindleinsmühle. Die Stadtbau GmbH Würzburg saniert sukzessive mit Einzelmaßnahmen ihre Gebäude energetisch, damit in Verbindung standen überwiegend die

Fenstererneuerung, die Fassadendämmung und die Heizungserneuerung. Die Gebäude erreichen zwar nicht das maximal mögliche Sanierungsniveau, stehen durchaus aber auf einem deutlich verbesserten, das als technisch und wirtschaftlich machbar angesehen wurde. Bei den Gebäuden der St.-Bruno-Werke wurden in den letzten Jahren keine Verbesserung am Gebäudebestand vorgenommen und der Sanierungsbedarf ist hoch. Die Wohnungsbaugesellschaft plant derzeit die Generalsanierung aller Gebäude auf einen möglichst hohen, wirtschaftlich darstellbaren energetischen Standard.

### **Bürgerbefragung**

Die Stadt Würzburg legte mit Projektbeginn großen Wert auf eine hohe Bürgerbeteiligung. Diese dient vorrangig zur Sensibilisierung der Bevölkerung im Hinblick auf das Thema Klimaschutz, aber auch zur Erzielung einer hohen Akzeptanz für das Quartierskonzept und damit der Gewinnung möglichst breiter Unterstützung für daraus resultierende Maßnahmen.

Als Teil der Bürgerbeteiligung wurde ein Artikel zum Klimaschutz in der Stadtteilzeitung Lindleinsmühle „Im Blick“, Ausgabe 1/2018 lanciert. Der Artikel informierte die Bewohner über die Erstellung des Integrierten Quartierskonzeptes und bat um Beantwortung des beiliegenden Fragebogens.

Um einen möglichst hohen Rücklauf und Vollständigkeit zu gewährleisten, wurde der Fragebogen auf zwei Seiten begrenzt, für Laien einfach verständlich aufgebaut und auf fachspezifische Begriffe aus der Energietechnologie verzichtet. Seite eins des Fragebogens erfragte Daten zum Gebäude und Sanierungsmaßnahmen, Seite zwei Daten zur Wärmeversorgung und das persönliche Interesse am Thema Energie. Neben dem Quartiersbüro wurde der Sanierungsmanager der Stadt als Ansprechpartner mit Kontaktdaten und Bürozeiten genannt.

Die Ergebnisse aus der Bürgerbefragung wurden sowohl in Hinblick auf die Bewertung der IST-Situation berücksichtigt wie auch bei der Entwicklung des Maßnahmenkatalogs.

### **Thematisches Werkstattgespräch**

Ziel der Veranstaltung war es die Bürgerinnen und Bürger über den Sachstand der Überlegungen zum Integrierten Quartierskonzept zu informieren und aktiv mitzuwirken.

Der Kern der Arbeit bestand darin, thematisch strukturiert gemeinsam mit den Bewohnerinnen und Bewohnern des Stadtteils die Planungsgrundlagen zu erörtern und daraus Zielsetzungen abzuleiten. Dieses Vorgehen steigerte einerseits die Akzeptanz für die energetische Quartierssanierung und lieferte andererseits wertvolle Information durch die Mitwirkung vieler lokaler Experten – die Bürgerinnen und Bürger selbst.

Die Veranstaltung begann mit einer Begrüßung der Bürgerinnen und Bürger durch Frau Ackva (Stadtumbau und Stadtentwicklung) und Herrn Galonska (Sanierungsmanager). Zu Beginn fand ein Impulsvortrag durch die Planer statt, um auf die Notwendigkeit eines Sanierungsfahrplans für das Quartier und die Auswirkungen auf die kommunalen und privaten Haushalte hinzuweisen. In einer kurzen Zusammenfassung wurde dabei auch erläutert, wie die Ergebnisse aus der Energiebilanz und den Szenarien in die Konzeptentwicklung eingeflossen sind und welche Maßnahmen sich hieraus ergeben haben.

Gleichzeitig sollte das thematische Werkstattgespräch dazu beitragen die Bürgerinnen und Bürger frühzeitig zu den möglichen Handlungsansätzen für die Schwerpunktbereiche zu befragen und ihre Anregungen mit aufzunehmen. Die Gewichtung durch die Bürgerinnen und Bürger erlaubt eine erste Einschätzung, wo der dringendste Handlungsbedarf aus deren Sicht besteht. Die Anregungen und die Gewichtung wurde im weiteren Planungsprozess berücksichtigt und mit aufgenommen. Die Ergebnisse sind ausführlich im Anhang dokumentiert.

## 2.4.2 Öffentlichkeitsarbeit

Eine transparenter Erarbeitungsprozess und die aktive Information der Bevölkerung sind die Basis für eine durch die Bewohnerinnen und Bewohner getragene „Energiewende“ im Stadtteil Lindleinsmühle. Dafür war es notwendig ausreichend, verständlich und motivierend über die Erstellung der Energiekonzeptes, die einzelnen Arbeitsschritte und die stattfindenden Veranstaltungen und Beteiligungsmöglichkeiten zu informieren. Begleitend für den gesamten Prozess fand eine intensive Öffentlichkeitsarbeit statt. Unter anderem wurden regelmäßig Beiträge für die Quartierszeitung erstellt, in welchen über die Erstellung des Energiekonzeptes informiert und zur Nutzung von Beteiligungsmöglichkeiten motiviert wurde (Anhang). Schon während der Konzepterstellung wurde im Quartiersbüro eine kostenlose, wöchentliche Energiesprechstunde angeboten und in der Quartierszeitung regelmäßig Energiespartipps des Sanierungsmanagements oder Hinweise auf Vortragsveranstaltungen veröffentlicht und beworben.

### 3 Bestandsanalyse und Energiebilanz im IST-Zustand

#### 3.1 Städtebauliche Merkmale

Das Untersuchungsgebiet liegt im nordöstlichen Stadtgebiet und grenzt an die Stadtteile Versbach im Norden, Grombühl im Süden und Westen und Lengfeld im Osten an. Flächenmäßig ist die Lindleinsmühle mit 0,94 km<sup>2</sup> der kleinste Stadtbezirk Würzburgs, aber mit 5.228 Einwohnern/km<sup>2</sup>, der am dichtesten besiedelte Stadtteil nach der Sanderau. Die Lindleinsmühle liegt keilförmig zwischen der Bundesstraße 19 und Staatsstraße 2294 (Versbacher Straße)<sup>4</sup>.

Stadtbildprägend für den Stadtteil ist das Aufeinandertreffen völlig unterschiedlicher Baustrukturen. Einerseits ist das Stadtviertel geprägt durch eine kleinteilige Ein- und Zweifamilienhausbebauung geringer Dichte, andererseits durch die Großwohnsiedlungen, die Anfang der 60er bis hinein in die 70er Jahre entstanden. Durch den Gegensatz von verdichtetem, kostengünstigem Geschosswohnungsbau in der Tallage entlang der Pleichach und den attraktiven Einfamilienhäusern in der Hanglage erhielt der Stadtteil seine heutige Prägung.

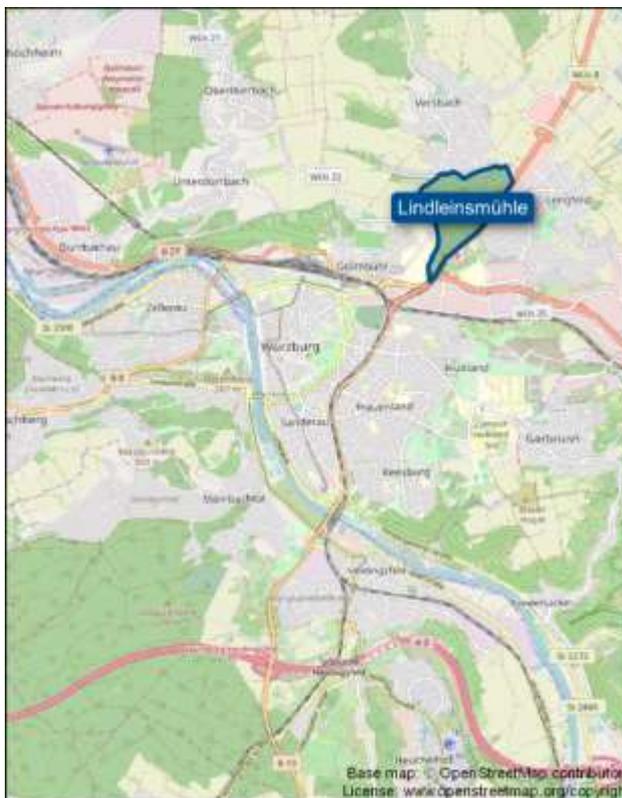


Abbildung 1: Lage in der Gesamtstadt

Wichtiger Bezugspunkt für die Energiestadtplanung ist das angrenzende Würzburger Uniklinikum im Stadtteil Grombühl. Auf einer Fläche von 20 Hektar ist eine Erweiterung des Klinikums mit Neubau einer Kopfklinik und eines Mutter-Kind-Zentrums geplant.

Auf der einen Seite sollen die Neubauten der Würzburger Unikliniken energieeffizient gestaltet und gleichzeitig energetische Entwicklungsmöglichkeiten der Bestandssiedlung Lindleinsmühle ausgelotet werden. Die frühzeitige Einbeziehung der Energieplanung in die städtebauliche Konzeption spielt insofern eine wichtige Rolle, als die Erweiterung des Fernwärmenetzes der WVV eine Schlüsselrolle bei der Etablierung einer nachhaltigen und regenerativen Energieversorgung der beiden Areale einnehmen könnte.

#### 3.2 Bebauungsstruktur

Insgesamt dominiert die Wohnnutzung deutlich im Untersuchungsgebiet. Gewerbliche Nutzungen oder Büronutzungen sind vereinzelt vorhanden, vor allem im Quartierszentrum entlang der Frankenstraße mit Läden für den täglichen Bedarf (Nahversorgung).

<sup>4</sup> Schirmer Stadtplanung: Integriertes Handlungs- und Entwicklungskonzept für den Stadtteil Lindleinsmühle, Mai 2017

### 3.2.1 Gebäudenutzung

Auf Grundlage von Daten und ergänzenden, aktualisierten Erhebungen wird eine Gesamt-Wohnfläche von 230.000 m<sup>2</sup> ermittelt. Die gesamte Nutzfläche, die für Gewerbe, Handel und Dienstleistung (inkl. öffentliche Gebäude) belegt ist, beträgt 26.000 m<sup>2</sup>. Die Wohnnutzung überwiegt deutlich.

#### **Geschosswohnungsbau**

Das Zentrum des Quartiers ist vom Geschosswohnungsbau aus den 60er und 70er Jahren geprägt. Neben den Liegenschaften der beiden Würzburger Wohnungsbaugesellschaften Stadtbau GmbH Würzburg und St.Bruno-Werk wird ein großer Teil der Mehrfamilienhäuser und Hochhäuser von Eigentümergemeinschaften verwaltet.

Die Stadtbau GmbH Würzburg GmbH ist als größtes Immobilienunternehmen in Würzburg Eigentümerin großer Bestände (etwa 700 Wohnungen) vor allem in den Teilbereichen Bayernstraße, Schwabenstraße, Hessenstraße und am Schwarzenberg.

Das St. Bruno-Werk eG ist die, in der Diözese Würzburg tätige kirchliche Wohnungsgenossenschaft, deren ca. 200 Wohnungen in Lindleinsmühle ausschließlich im südlichen Areal „Neumühle“ vorzufinden sind<sup>5</sup>. Die Sozialwohnungsbauten des St.Bruno-Werks konzentrieren sich auf den südlichen Zipfel des Quartiers im Bereich „Bei der Neumühle“. Bei den 3 - bis 9- geschossigen Gebäuden besteht großer Sanierungsbedarf.

Ein nicht unerheblicher Anteil des Geschosswohnungsbaus gehört Wohnungseigentümergemeinschaften, darunter zum Beispiel der „Lindleinstower“, einige Geschosswohnungsbauten am Schwarzenberg und im östlichen Areal entlang der Hessenstraße.

Die Gesamt-Wohnfläche im Bereich des Geschosswohnungsbaus beträgt insgesamt 112.262 m<sup>2</sup> und macht damit nahezu die Hälfte der Gesamt-Wohnfläche von 230.000 m<sup>2</sup> aus.

Im Januar 2019 wurde der Bau eines Schwesternwohnheims am Schwarzenberg, oberhalb des Lidl Supermarktes in der Versbacher Straße, fertiggestellt. Alle 112 Ein- und Zweizimmer-Appartements in insgesamt drei Gebäuden wurden an Privatleute verkauft.

#### **Private Wohngebäude**

Private Wohngebäude sind insbesondere in der Hanglage im Bereich der Frankenstraße angesiedelt. Auch diese Gebäude stammen größtenteils aus den 60er und 70er Jahren und wurden im damaligen Stil der Moderne in der Regel mit Flachdächern errichtet, spätere Gebäude auch mit Satteldächern. Entsprechend der damaligen Babauungspläne und Erschließungsphasen gibt es klar getrennte Bereiche mit freistehenden Einfamilienhäusern, Gartenhofhäusern, Reihenhäusern, gestaffelten Häuserzeilen und kleineren Mehrfamilienhäusern. In diesen reinen Wohngebieten gibt es keine Versorgungseinrichtungen.

#### **Öffentliche Liegenschaften**

Der Wohnstandort Lindleinsmühle wird unterstützt durch verschiedene Einrichtungen der sozialen Infrastruktur, die alle, mit Ausnahme einer Kindertagesstätte, von der Stadt Würzburg als Eigentümerin getragen werden:

- Gustav-Walle-Mittelschule mit Turnhalle und Schwimmhalle
- Wolfskeel Realschule
- Kindertagesstätten Kath. Kinderhaus St. Albert und Kinderhaus Bunter Drache

---

<sup>5</sup> Stadt Würzburg, Integriertes Handlungs- und Entwicklungskonzept für den Stadtteil Lindleinsmühle, Mai 2017

- Jugendzentrum Zoom (im Gebäudekomplex der Gustav-Walle-Schule)

Die Schwimmhalle Lindleinsmühle befindet sich im Südosten an der Gustav-Walle-Schule. Sie wird im energetischen Quartierskonzept nicht hinsichtlich möglicher energetischer Optimierung des Gebäudes betrachtet. Die Stadt Würzburg beabsichtigt eine Schließung und den Rückbau nach der Errichtung eines Hallenbad-Neubaus am Standort Wolfskeel Realschule.

Neben diesen Gebäuden ist die Stadt Eigentümerin des „Russlandhauses“, das derzeit leer steht und aufgrund der fehlenden Nutzungsaufgabe energetisch nicht betrachtet wird

### Weitere Nichtwohngebäude / GHD

Gewerbliche Nutzungen oder Büronutzungen sind vereinzelt vorhanden, vor allem im Quartierszentrum entlang der Frankenstraße. Zusätzlich befinden sich in dem Quartier eine Senioreneinrichtung der AWO, das Kirchenzentrum St. Albert und Läden für den täglichen Bedarf (Nahversorgung). Mit dem Neubau eines Lidl-Lebensmittelmarktes in der Versbacher Straße kam 2016 ein weiterer Versorger für den täglichen Bedarf in die Lindleinsmühle. Am südlichen Rand des Gebietes findet sich ein KfZ-Handel, ansonsten sind keine weiteren Gewerbebetriebe anzutreffen.

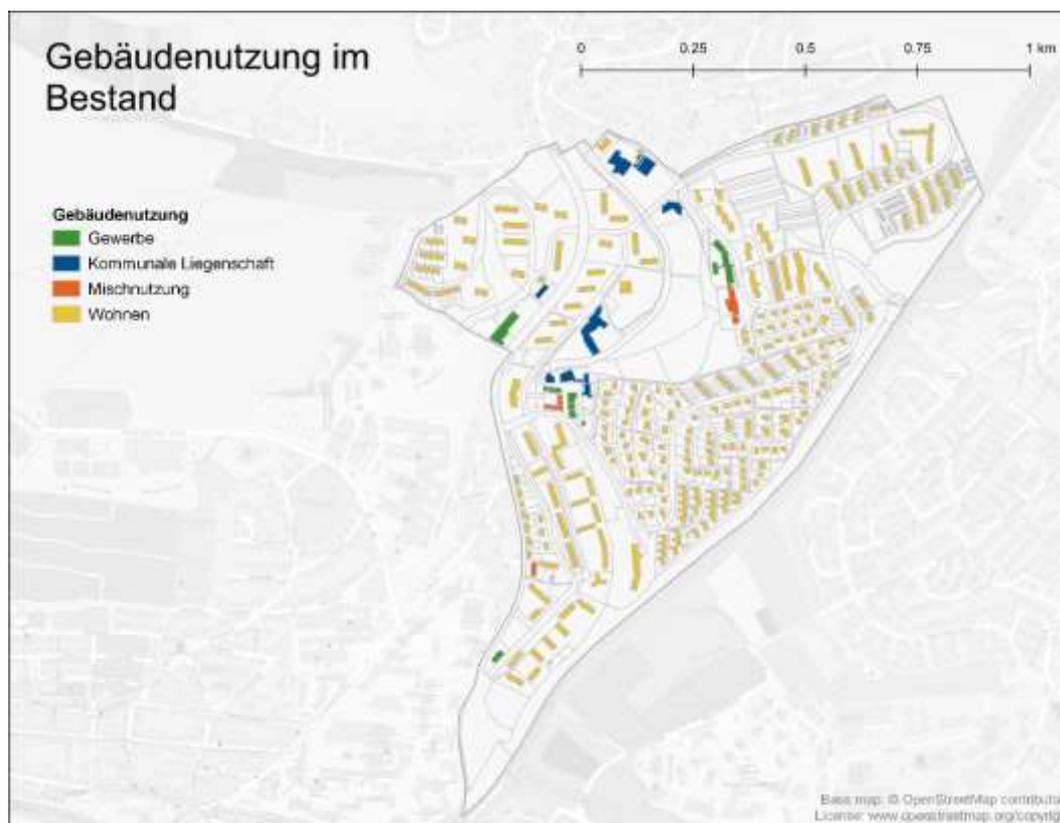


Abbildung 2: Gebäudenutzung im Bestand

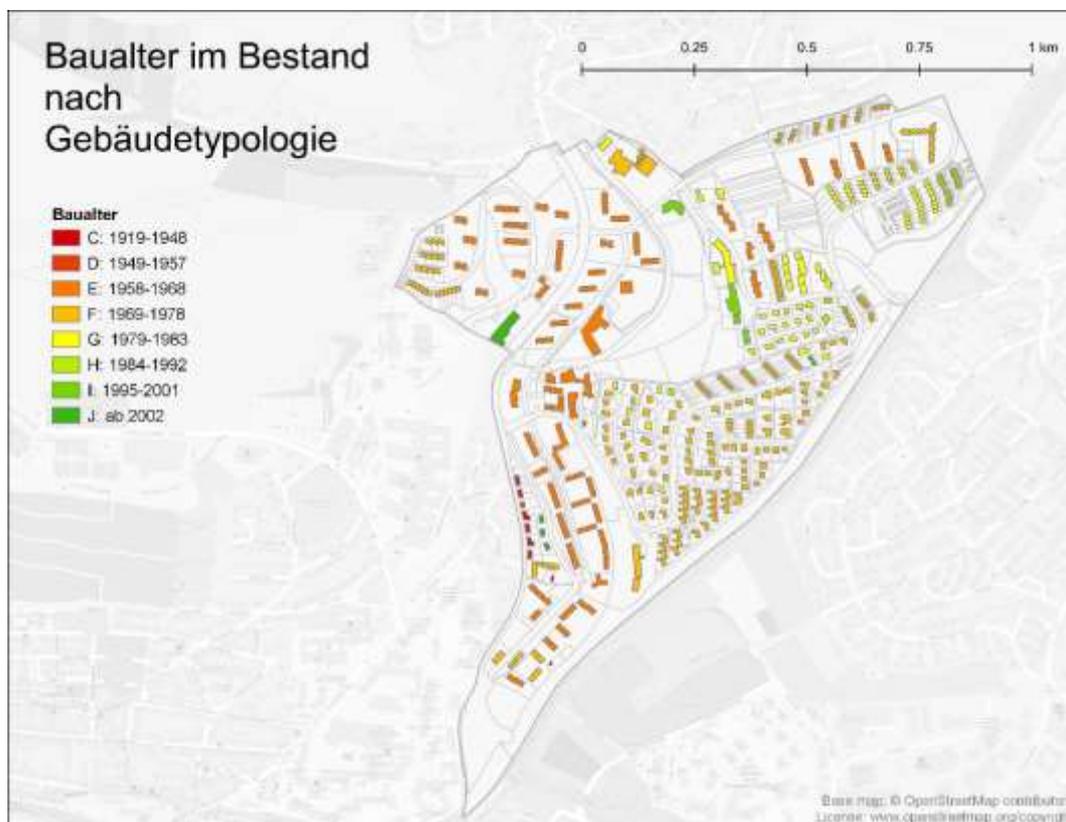
### 3.2.2 Baualter

Für die Einteilung der Gebäude in sogenannte „Baualterklassen“ stellt das Baualter ein wichtiges Kriterium dar, weil sich jede Bauepoche durch entstehungszeitliche Konstruktionsweisen und typische Gebäudespezifika auszeichnet, die den Heizwärmebedarf wesentlich bestimmen.

Die Baualterklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, den Zeitpunkten statistischer Erhebungen und der Einführung wärmetechnisch relevanter Bauvorschriften, wie den Wärmeschutz- und Energieeinsparverordnungen.

Die Baualtersklassen umfassen die Kategorien B bis J:

B: vor 1918; C: 1919-1948; D: 1949 - 1957; E: 1958 - 1968; F: 1969 - 1978; G: 1979 - 1983; H: 1984 - 1994; I: 1995 - 2001; J: ab 2002



**Abbildung 3: Baualter im Bestand nach Gebäudetypologie**

Eine Auswertung der im Gebiet vorherrschenden Baualter ergibt, dass die großen Geschosswohnungsbauten überwiegend in den Baualterklassen E und F (1958-78) errichtet wurden. Bezogen auf die Wohnfläche umfassen diese beiden Baualterklassen 79%. Weiterhin ist aus der Verteilung der Baualterklassen und der Auswertung nach Gebäudezahl und Wohnflächenanteil erkennbar, dass Gebäude, die nach 1969 (Baualterklasse F und G) erbaut wurden, geringere Größen umfassen und damit vor allem bei Einfamilien- und kleinen Mehrfamilienhäusern anzutreffen sind.

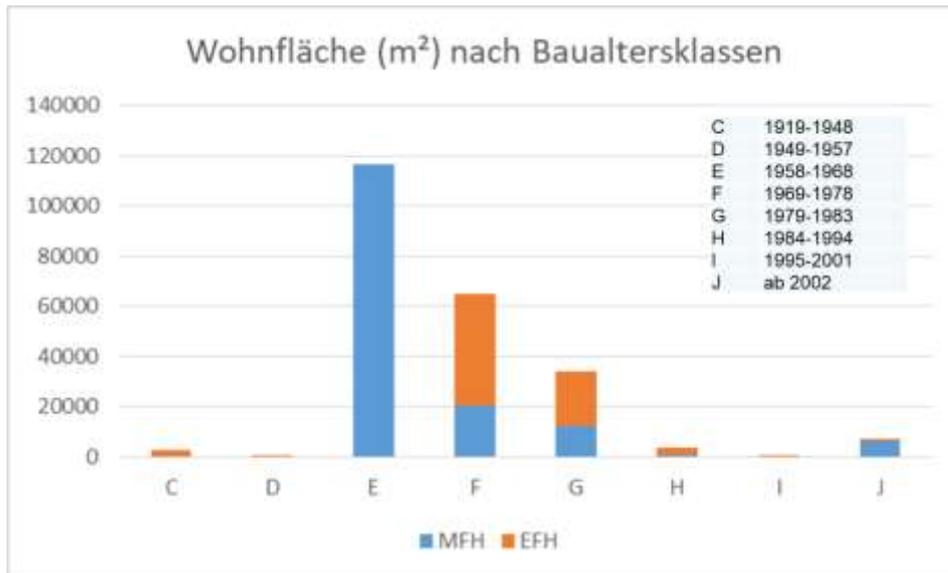


Abbildung 4: Darstellung der prozentualen Anteile der Baualtersklassen gewichtet nach Gebäudeanzahl und Wohnfläche

### 3.2.3 Geschossigkeit

Untersucht wurden die Gebäude bezüglich der Anzahl ihrer Geschosse. Diese wurden hierfür in unterschiedliche Geschosskategorien (1-2, 3-4, 5-6, 7-8 und über 8) eingeteilt (Karte folgende). Es lässt sich eine deutliche Unterscheidung der Geschossigkeit und damit auch ein starker Kontrast zwischen den niedrigen und kleinteiligen Siedlungsgebieten und den großformatigen Geschosswohnungsbauten erkennen. Die meisten Zeilenstrukturen sind eher von mittlerer Höhe und nur einzelne Punkthäuser ragen deutlich hervor.

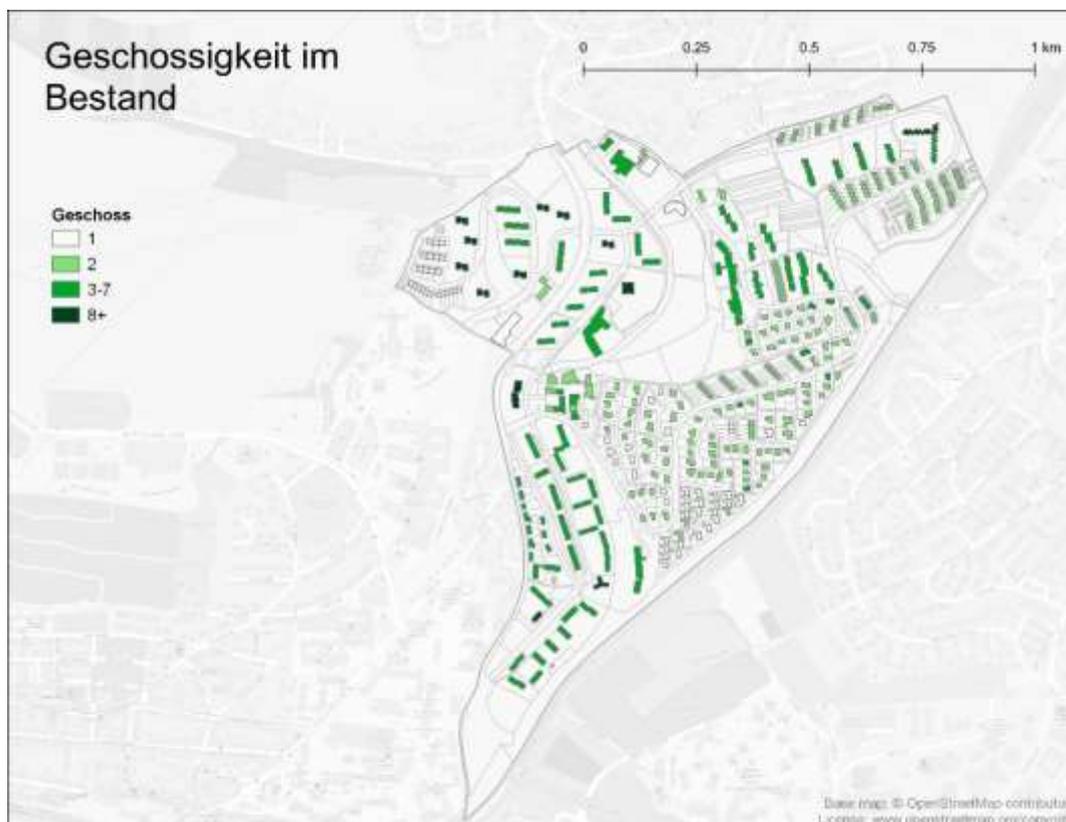


Abbildung 5: Geschossigkeit im Bestand

### 3.2.4 IWU Gebäudetypologie

Die Gebäudegröße bzw. die Gebäudetypologie stellt eine wichtige Einflussgröße für den Heizwärmebedarf dar, da sie die Fläche der thermischen Hülle beeinflusst. Die Einteilung der Wohngebäude erfolgt in die Gebäudetypen Einfamilienhaus (EFH), Doppelhäuser (DHH), Reihenhaus (RH), Mehrfamilienhaus (MFH) und großes Mehrfamilienhaus (GMH) und Hochhäuser (HH).

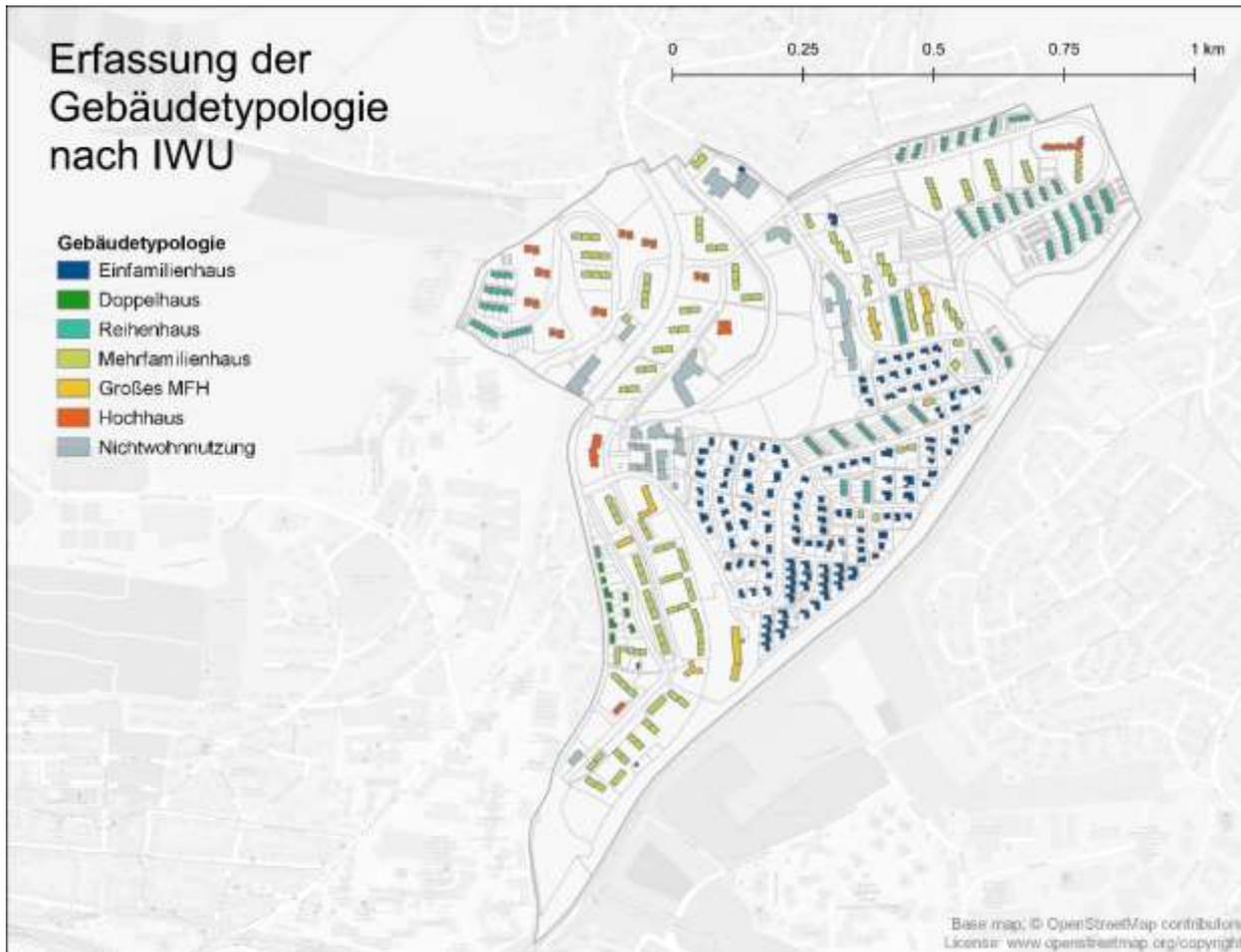
Die Einteilung erfolgt entsprechend der Deutschen Gebäudetypologie vom Institut für Wohnen und Umwelt (IWU). Entscheidende Einteilungskriterien sind Baualter und Gebäudegröße.

Als Einteilungskriterium für die Gebäudetypen dienen die Geschossigkeit und die Anzahl der Wohneinheiten im Gebäude<sup>6</sup>:

- EFH: Freistehende Wohngebäude mit 1-2 Wohnungen
- DHH und RH: Wohngebäude mit 1-2 Wohnungen als Doppelhaus, gereihtes Haus oder sonstiger Gebäudetyp
- MFH: Wohngebäude mit 3-12 Wohnungen
- GMH: Wohngebäude mit 13 oder mehr Wohnungen
- HH: Hochhäuser (ab 8 Geschossen)

---

<sup>6</sup> Die IWU-Gebäudetypologie enthält keine mathematisch scharfen Einteilungskriterien nach Anzahl Wohneinheiten und Geschossen. Es werden vielmehr typische Vertreter mit der üblichen Anzahl an Wohneinheiten und Geschosszahl angegeben. Die Entscheidung, ob z.B. ein Gebäude mit 2 Wohneinheiten und 2 Geschossen dem Typ Einfamilienhaus, Doppelhaushälfte, Reihenhaus oder kleines Mehrfamiliengebäude zugeordnet wird, wird nach gebäudemorphologischen Merkmalen erfolgen.  
Quelle: [https://www.iwu.de/fileadmin/user\\_upload/dateien/energie/klima\\_altbau/Fl%C3%A4chen\\_Geb%C3%A4udetypologie\\_Okt\\_2013.pdf](https://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/energie/klima_altbau/Fl%C3%A4chen_Geb%C3%A4udetypologie_Okt_2013.pdf)

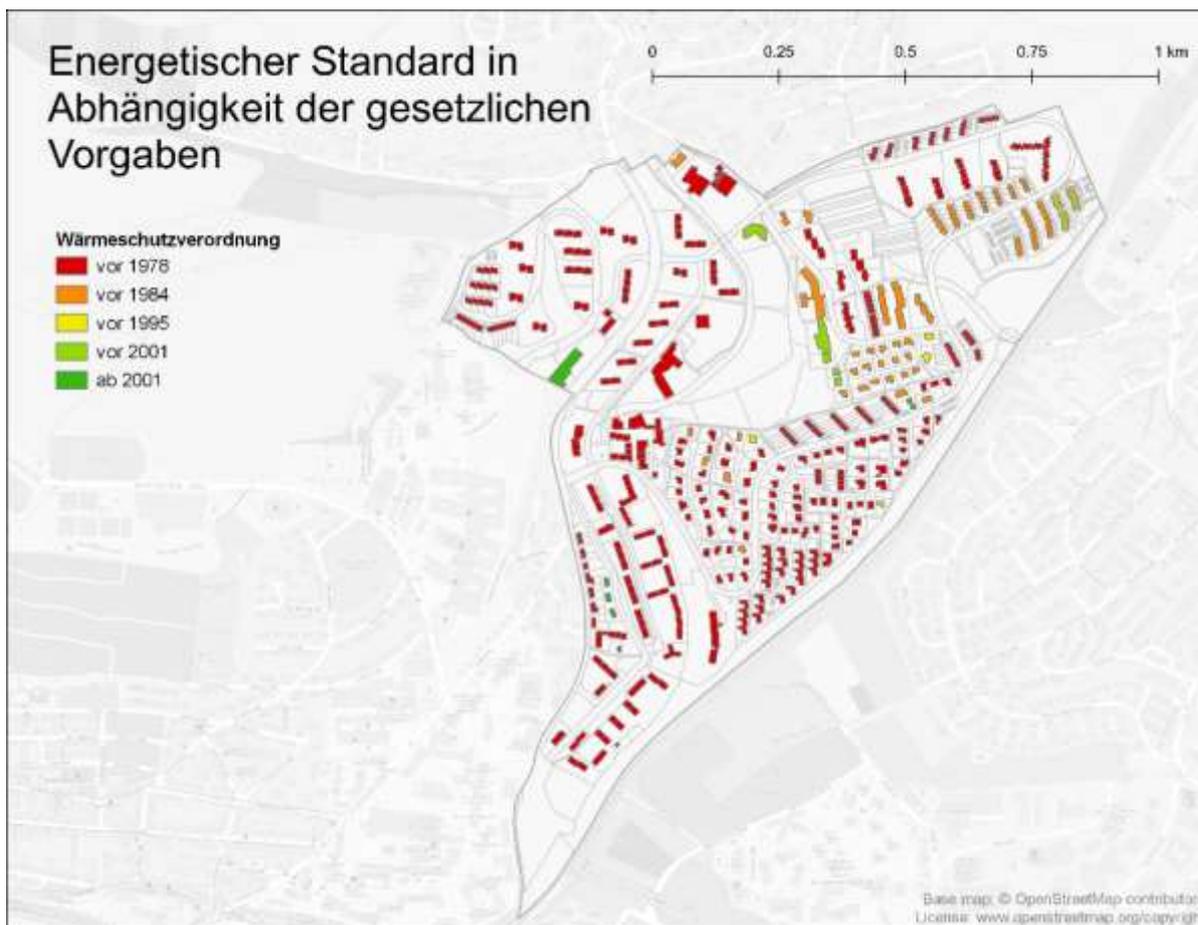


**Abbildung 6: Erfassung der Gebäudetypologie nach IWU**

Unter dem Aspekt des Ressourcenbedarfs sind städtebaulich dichte Strukturen zersiedelten und locker bebauten Gebieten überlegen: geringer Flächenverbrauch pro Bewohner, geringerer Mobilitätsbedarf und kompaktere Bauformen und damit niedriger Energieverbrauch.

Aufgrund der verschiedenen Berechnungsmethoden und Berechnungsansätze zwischen Wärmeschutzverordnung und Energieeinsparverordnung wird hier auf den Heizwärmebedarf Bezug genommen.

In der folgenden Abbildung sind die Gebäude hinsichtlich ihrer energetischen Qualität dargestellt. Diese Darstellung korreliert mit dem Gebäudealter, da sich aufgrund des Baujahrs eine Zuordnung zu dementsprechenden Wärmeschutz- und Energieeinsparverordnungen herstellen lässt.



**Abbildung 7: Energetischer Standard in Abhängigkeit der gesetzlichen Vorgaben**

Lediglich 2,4% der Wohngebäude bzw. 3,6% der Nutzfläche im Untersuchungsgebiet sind nach 1995 errichtet und entsprechen damit einem akzeptablen Dämmstandard gemäß der Wärmeschutzverordnung von 1995. Etwa drei Viertel aller Wohngebäude sind vor 1978 errichtet und damit vor Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung. Sanierungen von Bestandsgebäuden, die einen Standard entsprechend der EnEV 2002 oder besser erreichen, sind nur vereinzelt anzutreffen. Meist wurden nur Teilsanierungen wie Fensteraustausch oder einzelne Dämmmaßnahmen vorgenommen. Grundsätzlich ist im Quartier ein Sanierungsbedarf aufgrund der Bausubstanz und des durchschnittlichen Gebäudealters vorhanden. Augenscheinlich ist etwa ein Drittel der Gebäude noch unsaniert, ca. die Hälfte offensichtlich zum Teil saniert.



**Abbildung 8: Augenscheinlicher Sanierungsstand**

### 3.2.5 Gebäudetypologie Lindleinsmühle

Neben den typischen Gebäuden nach IWU, die sehr allgemein gehalten sind, sollen im folgenden typische Gebäude, wie sie in der Lindleinsmühle anzutreffen sind, vertiefend dargestellt werden. Dies kann die Grundlage sein für einen, für Lindleinsmühle spezifischen Gebäudekatalog mit konkreten Modernisierungsvorschlägen, der auf die lokal vorzufindenden baulichen Situationen eingeht. Die Typenübersicht wurde auf Basis der Inaugenscheinnahme von außen erstellt. Eine

Begehung von Objekten war im Rahmen der Konzepterstellung nicht möglich. Im Laufe der Beratungstätigkeit des Sanierungsmanagements können genauere Informationen zu den typischen Bauweisen gesammelt werden.

Auf Basis der oben beschriebenen Strukturanalyse können für das Quartier Lindleinsmühle zunächst folgende Gebäudetypen definiert werden:

- Freistehende Einfamilienhäuser
- Gartenhofhäuser
- Doppel- und Reihenhäuser
- Einfamilien-Zeilenhäuser in Hanglage, versetzt
- Mehrfamilienhäuser als Zeilenhäuser
- Freistehende Mehrfamilienhäuser
- Große Mehrfamilienhäuser
- Hochhäuser

### Einfamilienhäuser Typologie Lindleinsmühle

In der folgenden Karte werden typische Ein-/Zweifamilienhäuser im Quartier lokalisiert und anschließend in der Reihenfolge ihres Clusters<sup>7</sup> genauer beschrieben und mit einem spezifischen Heizenergiekennwert des Gebäudetyps hinterlegt.

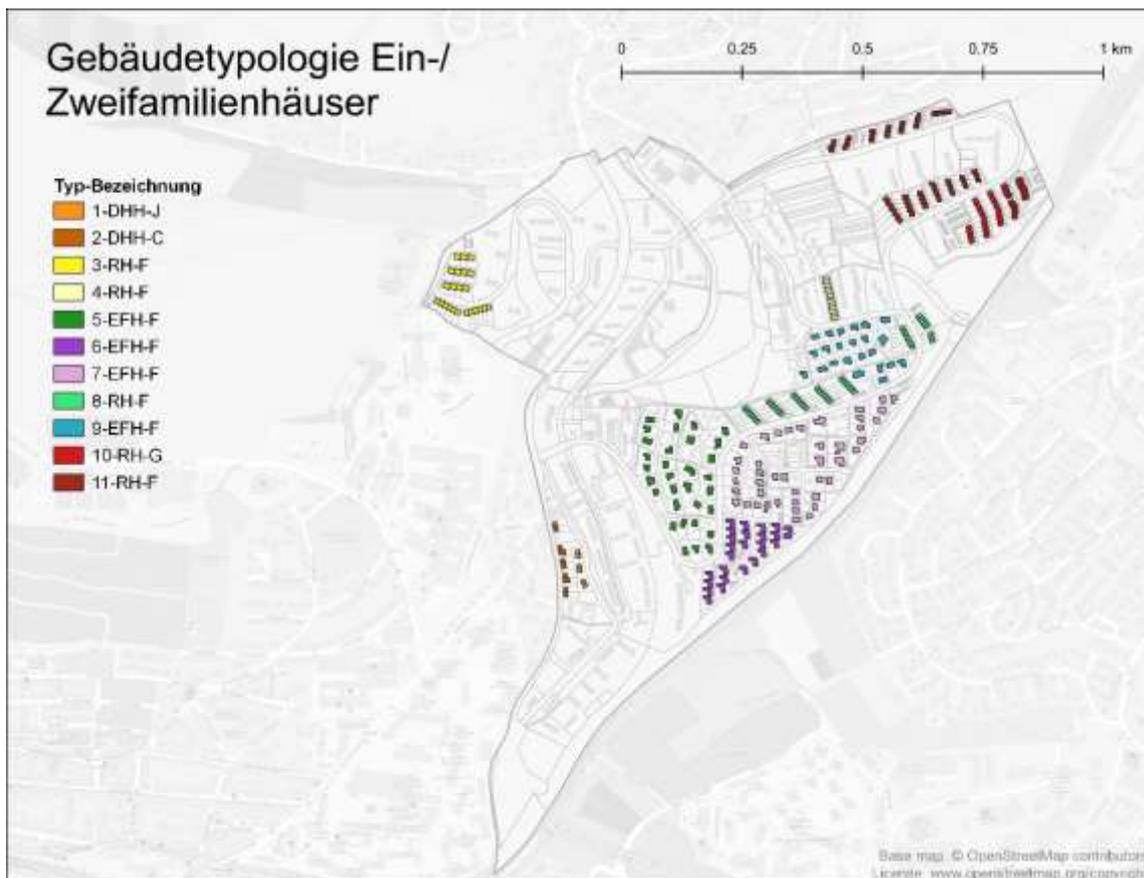


Abbildung 9: Gebäudetypologie 1-/2-Familienhäuser

<sup>7</sup> Aus Datenschutz- und Anonymisierungsgründen wurde darauf geachtet, dass Cluster mit mindestens 50 Wohneinheiten für die Untersuchung gebildet werden. Vorgehensweise und Struktur der Cluster sind in Kapitel 3.3.2. ausführlich erläutert und abgebildet.



1-DHH-J. Doppelhaus-Neubauten  
an der Pleichach; neueste Gebäude,  
Solarthermieanlagen, kein  
Handlungsbedarf

**Typ-Bez**

Lage

Cluster

Raster

Gebäudetyp

Baualtersklasse

Geschossigkeit

typische Heizenergiekennzahl ist (kWh/m<sup>2</sup>a)

**1-DHH-J**

Versbacher Straße

3

32

DHH

J

3

91



2-DHH-C. Doppelhäuser an der  
Versbacher Straße; älteste Gebäude  
des Quartiers, Satteldach, 2  
Geschosse, DG teilweise  
ausgebaut, UG teilweise Anbauten  
in Hanglage zur Pleichach

**Typ-Bez**

Lage

Cluster

Raster

Gebäudetyp

Baualtersklasse

Geschossigkeit

typische Heizenergiekennzahl ist (kWh/m<sup>2</sup>a)

**2-DHH-C**

Versbacher Straße

3

33

DHH

C

2+D+UG

185-245



3-RH-F. Reihenhäuser am  
Schwarzenberg; ehemals Neue  
Heimat; leichte Hanglage;  
Flachdächer; Wärmeversorgung  
über Wärmenetz eines Hochhauses

<b>Typ-Bez</b>	<b>3-RH-F</b>
Lage	Am Schwarzenberg
Cluster	8
Raster	82-83
Gebäudetyp	RH
Baualtersklasse	F
Geschossigkeit	1,5
typische Heizenergiekennzahl ist (kWh/m <sup>2</sup> a)	115



4-RH-F. Reihenhäuser an der  
Pfalzstraße. Flachdach, große  
Balkons, Hanglage, Garagen im UG

<b>Typ-Bez</b>	<b>4-RH-F</b>
Lage	Pfalzstraße
Cluster	11
Raster	115
Gebäudetyp	RH
Baualtersklasse	F
Geschossigkeit	2
typische Heizenergiekennzahl ist (kWh/m <sup>2</sup> a)	170



5-EFH-F. Einfamilienhäuser Bereich  
Frankenstraße; Hanglage, EG + UG;  
ursprünglich Flachdach; bei einer  
Baustelle Dachkonstruktion sichtbar:  
hinterlüftetes Flachdach mit  
Holzgitterträger

**Typ-Bez**

Lage

Cluster

Raster

Gebäudetyp

Baualtersklasse

Geschossigkeit

typische Heizenergiekennzahl ist (kWh/m<sup>2</sup>a)

**5-EFH-F**

Frankenstr. Sudetenstr

12

121-127

EFH

F

1,5-2

115-230



6-GEFH-F. Gartenhofhäuser an der  
Thüringer Straße; Hanglage, EG  
plus UG; Flachdach

**Typ-Bez**

Lage

Cluster

Raster

Gebäudetyp

Baualtersklasse

Geschossigkeit

typische Heizenergiekennzahl ist (kWh/m<sup>2</sup>a)

**6-GEFH-F**

Thüringerstraße

12

128-129

EFH

F

1,5-2

115-230



**7-EFH-F:** Einfamilienhäuser Bereich  
Frankenstraße; Flachdächer;  
teilweise Hanglage; teilweise  
kleinere MFH.

**Typ-Bez**

Lage

Cluster

Raster

Gebäudetyp

Baualtersklasse

Geschossigkeit

typische Heizenergiekennzahl ist (kWh/m<sup>2</sup>a)

**7-EFH-F**

Schlesierstr, Thüringerstr, Franken-  
str.

13

131-139

EFH

F

2-3

90-185



**8-RH-F.** Reihenhäuser bzw.  
Zeilenhäuser an Frankenstraße; In  
Hanglage, stark versetzt, Flachdach

**Typ-Bez**

Lage

Cluster

Raster

Gebäudetyp

Baualtersklasse

Geschossigkeit

typische Heizenergiekennzahl ist (kWh/m<sup>2</sup>a)

**8-RH-F**

Frankenstraße

14

141, 143-144

RH

F

2-3,5

215



9-EFH-F. individuelle  
Einfamilienhäuser an der  
Frankenstraße. Größere EFH,  
Sattel- oder Walmdach.

**Typ-Bez**

Lage

Cluster

Raster

Gebäudetyp

Baualtersklasse

Geschossigkeit

typische Heizenergiekennzahl ist (kWh/m<sup>2</sup>a)

**9-EFH-F**

Frankenstraße

14

142, 145-149

EFH, MFH

F bis H

2 bis 3

120-160



10-RH-G. Reihenhäuser an der  
Hessenstraße; EG plus großes  
ausgebautes DG, teilweise Gauben.  
Leicht versetzt.

**Typ-Bez**

Lage

Cluster

Raster

Gebäudetyp

Baualtersklasse

Geschossigkeit

typische Heizenergiekennzahl ist (kWh/m<sup>2</sup>a)

**10-RH-G**

Hessenstraße

15

151-152

RH

G bis H

1+D

135-165



11-RH-F. Reihenhäuser bzw. Zeilenhäuser an der Hessenstraße. Stark versetzt in Hanglage. 1 bis 2-geschossig plus DG in der Regel ausgebaut.

<b>Typ-Bez</b>	<b>11-RH-F</b>
Lage	Hessenstraße
Cluster	15
Raster	153-157
Gebäudetyp	RH
Baualtersklasse	F bis G
Geschossigkeit	1+D bis 2+D
typische Heizenergiekennzahl ist (kWh/m <sup>2</sup> a)	165 - 205

### **Mehrfamilienhäuser Typologie Lindleinsmühle**

Die für Lindleinsmühle spezifische Gebäudetypologie bei privaten Wohnhäusern kann als Beratungsgrundlage für die Vielzahl privater Gebäudebesitzer entwickelt werden. Im Bereich des Geschosswohnungsbaus haben die Wohnbaugesellschaften bzw. die Eigentümergemeinschaften in der Regel genauere Informationen und Planunterlagen zu ihrer Bausubstanz. Hier kann auch ohne Aufstellung einer spezifischen Typologie direkt beraten werden.

### **MFH-Zeilenhäuser**



**Abbildung 10: MFH-Zeilenhäuser in Lindleinsmühle**

In Lindleinsmühle überwiegt der verdichtete Wohnungsbau mit Mehrfamilienhäusern und typischen Geschosswohnungsbauten der 60er und 70er Jahre. Diese sind z.T. modernisiert, aber

häufig sind im Rahmen der Modernisierung nur geringe (z.B. Fenstertausch) und/oder keine weiteren energetischen Modernisierungsmaßnahmen ergriffen worden.

Die Wohnanlagen werden als Wohnungseigentümergeinschaften oder von Wohnungsbaugesellschaften (Stadtbau GmbH und Brunowerke) verwaltet.

### Mehrfamilienhäuser



Abbildung 11 und 12: Beispiele von Mehrfamilienhäusern in Lindleinsmühle

### Hochhäuser



Abbildung 13: Beispiele von Hochhäusern in Lindleinsmühle

Besonders hervorzuheben ist das 19-stöckige Hochhaus, das auf dem Gebiet der namensgebenden Lindleinsmühle 1966 erbaut wurde, und aufgrund seiner Fernwirkung und Orientierung am Eingang zum Stadtteil als identitätsstiftendes Bauwerk wahrgenommen wird.



Abbildung 14: Der sogenannte "Lindleinstower" am Eingang zum Quartier

### 3.2.6 Energieinfrastruktur

#### **Stromnetz**

Das Untersuchungsgebiet ist flächendeckend über das Stromnetz der WVV beziehungsweise der Mainfrankennetze MFN erschlossen.

#### **Gasnetz**

Auch das Gasnetz der MFN erschließt fast das gesamte Quartier. Bei einigen Gebäuden liegt kein Gasanschluss vor:

Im Areal des St.Bruno-Werks „Bei der Neumühle“ sind die Häuser 1,3,5 und 7 mit insgesamt 45 Wohneinheiten nicht erschlossen. Die Wohnungen werden hier über Strom-Nachtspeicherheizungen versorgt. Weitere Einzelfälle von Gebäuden, die trotz Gasanschluss mit Nachtspeicheröfen beheizt werden, sind nicht auszuschließen.

#### **Wärmenetze**

Im Bereich der Straßen „Am Schwarzenberg“ und „Ostpreußenstraße“ liegt offensichtlich nur bei einigen wenigen Gebäuden ein Gasanschluss vor. Es stellte sich nach Recherchen heraus, dass in diesem Bereich, der ursprünglich von der Wohnungsbaugesellschaft „Neue Heimat“ errichtet

wurde, insgesamt 4 Heizzentralen umliegende Gebäude über lokale Wärmenetze mitversorgen. Davon betroffen sind auch die Einfamilienhaus-zeilen „Am Schwarzenberg“. Die mit Erdgas versorgten Heizzentralen befinden sich in 4 Hochhäusern. Der genaue Verlauf der Wärmenetze konnte nicht festgestellt werden.



Abbildung 15: Lokale Wärmenetze

Im Zuge der Fernwärmeausbaustrategie der WVV wurden ab 2010 die Stadtgebiete Zellerau, Sanderau und die Altstadt an das Fernwärmenetz angeschlossen. Das Fernwärmenetz deckt heute schon große Teile der Würzburger Stadtgebiete ab. Neben den bereits erschlossenen Gebieten arbeitet die WVV stetig weiter am Ausbau des Fernwärmenetzes.<sup>8</sup> Im Untersuchungsgebiet wird derzeit eruiert, ob ein Anschluss an das Fernwärmenetz errichtet werden kann, der die Großwohnsiedlungen in Lindleinsmühle erschließt. Ebenfalls in die Überlegungen einbezogen, werden Entwicklungsmöglichkeiten für die Erweiterung der Uni-Kliniken im benachbarten Stadtteil Grombühl.

### 3.3 Erfassung und Bewertung der Energiedaten

#### 3.3.1 Systematik der Energiedatenerfassung

Die zu erfassenden Daten sollten eine Grundlage für die Bewertung des Ist-Zustandes und für die Potentialanalyse sein, sowie als Planungsgrundlage für Maßnahmen dienen. Hierzu wurde angestrebt, möglichst verlässliche Daten mit örtlichem Bezug zu den verschiedenen Teil-Siedlungsgebieten und mit Bezug zu den verschiedenen Siedlungs- und Gebäudetypen zu erheben.

Bei den zu erhebenden Daten wird grundsätzlich unterschieden zwischen Energie-Verbrauchsdaten und Energie-Bedarfsdaten:

Energie-Verbrauchsdaten stellen den tatsächlichen Energieverbrauch dar. Dieser ist von den jeweiligen Nutzern abhängig und wird teilweise von der Witterung beeinflusst. Verbrauchsdaten können von den Nutzern bereitgestellt werden, oder von Energielieferanten. Die Abfrage von Verbrauchsdaten direkt bei privaten Haushalten ist in der Regel wenig erfolgversprechend. Daten

<sup>8</sup> <https://www.wvv.de/de/geschaeftskunden/energie/unser-angebot/fernwaerme/netzmodernisierung/> (Aufruf am 04.09.2018)

von Energieversorgern enthalten die Verbräuche für die leitungsgebundenen Energieträger Strom und Gas - aus Datenschutzgründen in der Regel für viele Nutzungseinheiten zusammengefasst. Als Grundlage der Ist-Analyse für Lindleinsmühle wurden diese Verbrauchsdaten mit plausiblen Verbräuchen für Heizöl, Biomasse (Holz, Holzpellets) sowie Solarenergie ergänzt. Als Grundlage der Hochrechnung dienten hierzu die Ortsbegehung, sowie die Schornsteinfeger-Angaben.

Energie-Bedarfsdaten werden anhand einer Bestandsaufnahme berechnet. Sie stellen den neutralen theoretischen Energiebedarf ohne verfälschenden individuellen Nutzereinfluss dar. Der Energiebedarf wird in der Regel nach einem normierten Verfahren über eine Energiebilanz ermittelt.

Eine weitere Möglichkeit neutrale Energiebedarfswerte zu erheben besteht in der Nutzung von Energiekennzahlen zum Beispiel aus der Gebäudetypologie Deutschland. Hierbei stehen flächenspezifische Kennzahlen für die jeweiligen Gebäudetypen und Baualtersklassen zur Verfügung.

Bei der Systematik der Datenerhebung in Lindleinsmühle wurde vom Ende her gedacht: Die Daten sollen den aktuellen Energieverbrauch darstellen und das Monitoring der künftigen Verbrauchsentwicklung ermöglichen. Außerdem sollen die Verbrauchsdaten möglichst spezifisch den verschiedenen Gebäudetypen und Teilquartieren zugeordnet werden können. Um dies zu gewährleisten wurden die Verbrauchsdaten je Cluster (vgl. Kap. 3.3.2.) mit den spezifischen gebäudescharfen theoretischen Bedarfsdaten proportional abgeglichen.

Grundlage für die Bedarfsdaten sind die Gebäudegrundflächen aus den Katasterplänen (GIS), die vor Ort im Rahmen der Quartiersbegehung und aus Bebauungsplänen erfassten Informationen zur Geschossigkeit, Baualtersklasse, Sanierungsstand, sowie konkrete Angaben der Wohnungsgesellschaften.

Die je Cluster zusammengefassten theoretischen Energiebedarfswerte wurden zur Plausibilitätsprüfung mit den vom Netzbetreiber zur Verfügung gestellten Verbräuchen verglichen. Dabei gab es deutliche Abweichungen in beide Richtungen. Der Grund hierfür liegt vermutlich zum Großteil an der beschränkten Möglichkeit der Datenerfassung im Rahmen der Quartiersbegehung. Da nur eine äußere grobe Inaugenscheinnahme möglich war, konnte beispielsweise der Sanierungsstand oder der Anzahl der tatsächlich beheizten Geschosse insbesondere bei Hanglagen nur abgeschätzt werden. Die theoretischen Bedarfswerte konnten dennoch zur Ist-Analyse genutzt werden, um die Verbrauchsdaten plausibel proportional auf die einzelnen Gebäude zu verteilen.

Das Ergebnis sind gebäudescharfe Verbrauchsdaten, die je Cluster zusammengefasst dem tatsächlichen Energieverbrauch entsprechen, in Bezug auf das einzelne Gebäude jedoch nur dem plausiblen spezifischen Anteil am Gesamtverbrauch darstellen. Die nachfolgenden Diagramme veranschaulichen die Vorgehensweise.

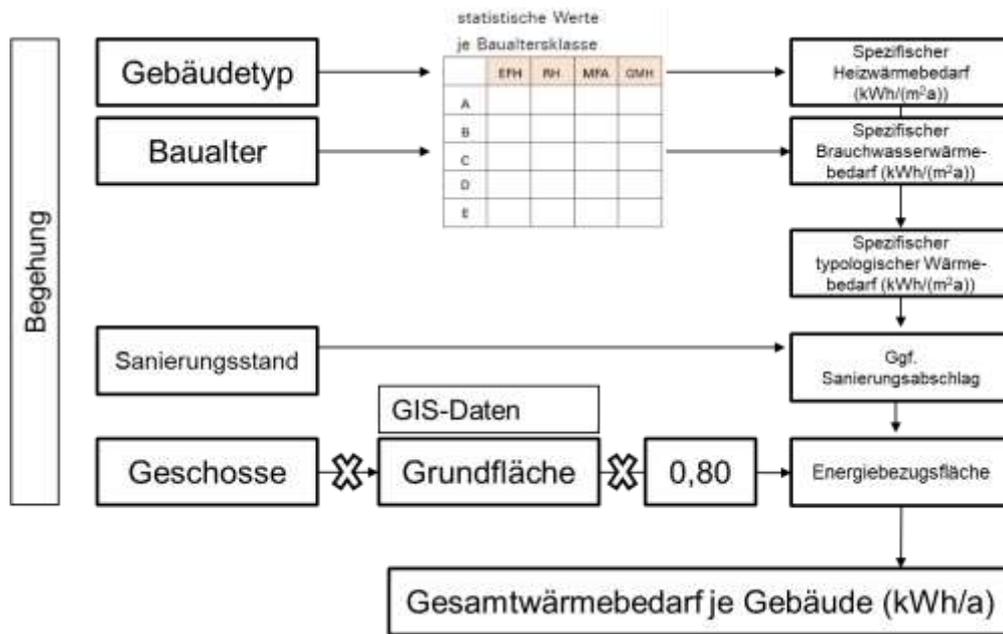


Abbildung 16: Ermittlung des gebäudespezifischen Wärmebedarfs

Zur Annahme der spezifischen Energiebedarfe, abhängig von der Gebäudetypologie wurden die Werte der Gebäudetypologie des IWU aus dem Leitfaden Energienutzungsplan verwendet<sup>9</sup>. Die gleiche Quelle liegt der Herangehensweise zur Ermittlung der Energiebezugsfläche zugrunde: Die Energiebezugsfläche wird mit dem Faktor 0,8 aus der Bruttogeschossfläche ermittelt.

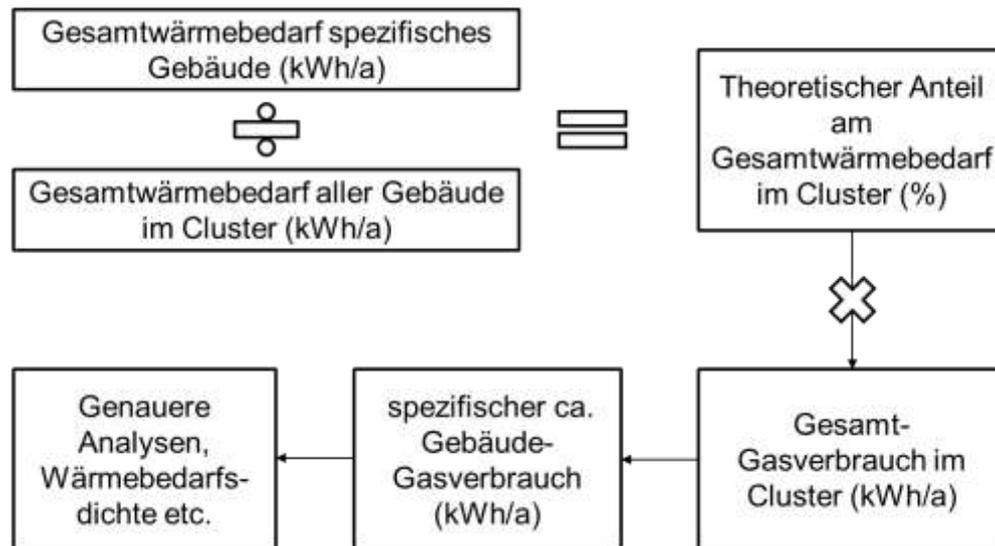


Abbildung 17: Annäherung an den gebäudespezifischen Energieverbrauchs

<sup>9</sup> Quelle: Leitfaden Energienutzungsplan

Tabelle 3.3: Spezifische Heizwärmebedarfswerte (Nutzenergie) für Wohngebäude [kWh/m²a], [9]

Baualter	Baujahr	EFH DHH	RH	MFH	GMH	HH
[kWh/(m²a)]						
A	vor 1918 Fachwerk	210		241		
B	vor 1918	250	204	180	159	
C	1919-1948	194	166	193	164	
D	1949-1957	223	163	211	173	
E	1958-1968	166	135	168	172	119
F	1969-1978	182	159	139	140	103
G	1979-1983	120	129	118	116	
H	1984-1994	140	97	122	82	
I	1995-2001	101	89	98	73	
J	ab 2002	72	70	65	51	

Tabelle 3.4: Spezifische Brauchwarmwasserbedarfswerte für Wohngebäude [kWh/m²a], [7]

Baualter	Baujahr	EFH DHH	RH	MFH	GMH	HH
[kWh/(m²a)]						
A	vor 1918 Fachwerk	21	18	24	27	i.A., ersatzweise können die Werte für das GMH veranschlagt werden
B	vor 1918	21	18	24	27	
C	1919-1948	20	20	29	33	
D	1949-1957	19	20	25	28	
E	1958-1968	18	20	20	24	
F	1969-1978	16	20	23	18	
G	1979-1983	14	16	20	18	
H	1984-1994	19	21	21	21	
I	1995-2001	19	19	21	21	
J	ab 2002	i.A., ersatzweise können die Werte für das Baualter I veranschlagt werden				

Abbildung 18: Spezifische Wärmebedarfswerte

Als Sanierungsabschläge wurde der Faktor 0,75 bei Teilsanierung und 0,5 bei offensichtlicher Komplettsanierung angenommen.

Der je Cluster angegebene Stromverbrauch wurde proportional zu den Nutzflächen auf die Gebäude verteilt.

### 3.3.2 Einteilung des Gebiets in Cluster zur Datenabfrage

Die Erhebung der Energie-Verbrauchsdaten erfolgt für das Untersuchungsgebiet in flächiger, blockräumlicher Auflösung. Hierzu wurde das Gebiet in sogenannte „Cluster“ eingeteilt. Die Kriterien für die Einteilung in möglichst homogene Cluster sind:

- Nutzung der Gebäude (Wohnen, Gewerbe, Verwaltung)
- Gebäudestruktur: Geschößzahl, Einfamilien- bzw. Mehrfamilienhaus
- Baujahr, Typologie, Sanierungsstand
- Räumliche Abgrenzung durch Straßen

Leider konnten diese Einteilungskriterien nicht durchgängig eingehalten werden: Bei der Clustereinteilung sollte aus Datenschutz- und Anonymisierungsgründen darauf geachtet werden, dass Cluster mit mindestens 50 Wohneinheiten entstehen. Aus diesem Grund mussten einige Cluster mit gemischter Gebäudestruktur definiert werden.

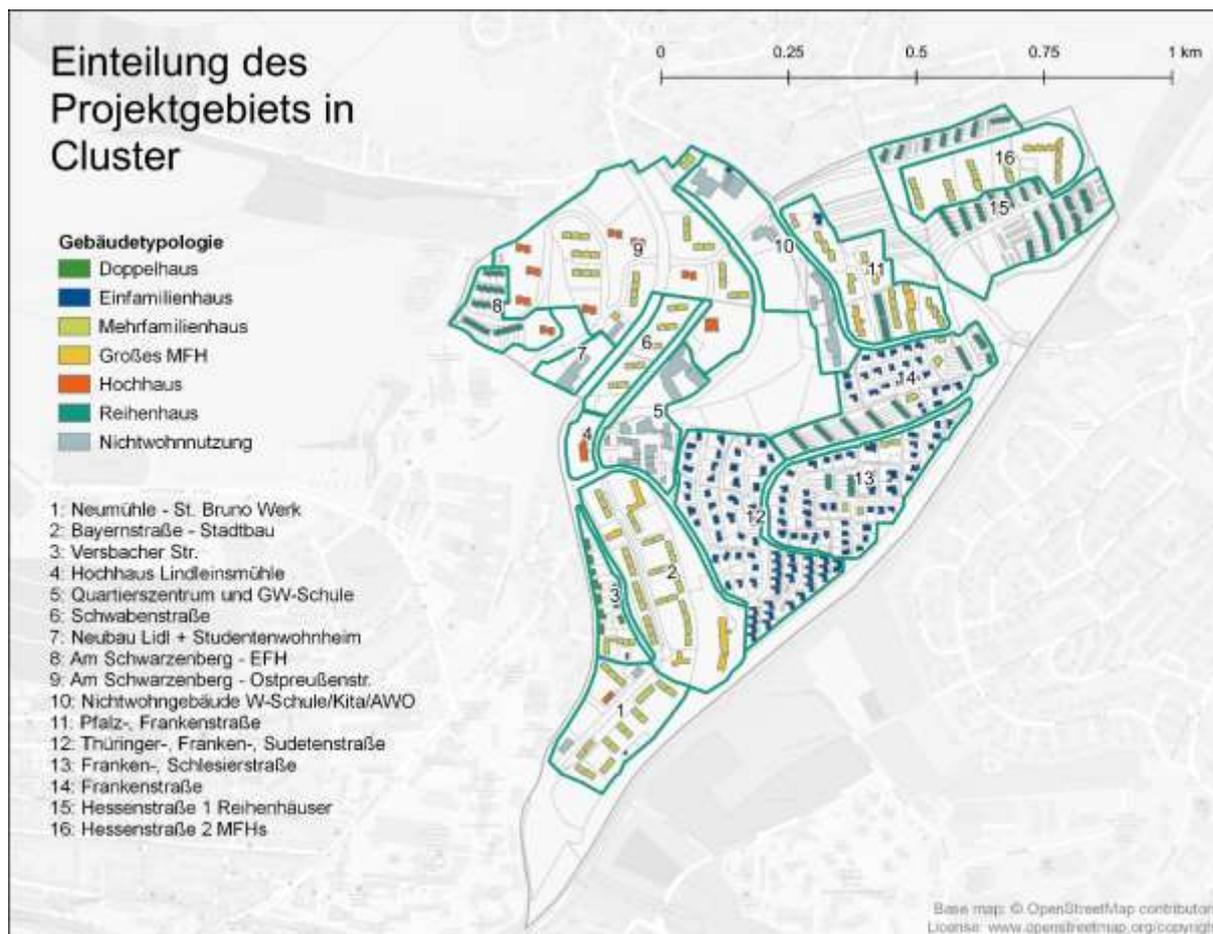


Abbildung 19: Einteilung des Projektgebiets in Cluster

### 3.3.3 Abfrage der Verbrauchsdaten leitungsgebundener Energieträger

Für die festgelegten Cluster mit je mindestens 50 Wohneinheiten wurden die Verbrauchsdaten für Strom und Erdgas vom Netzbetreiber abgefragt. Der Netzbetreiber bezog seine Datenschutzkriterien nicht auf die Anzahl der Adressen, sondern auf die Anzahl von mindestens 5 Abnahmestellen. Aufgrund der Heizzentralen im Bereich der ehemaligen „Neue Heimat“ (Cluster 8 und 9) konnten für das Cluster 8 keine Gasverbrauchsdaten zur Verfügung gestellt werden. Diese mussten somit geschätzt werden. Es wurden die Verbrauchsdaten Gas und Strom für 2017 zur Verfügung gestellt. Eine Differenzierung bezüglich der Verbrauchssektoren erfolgte nicht.

Tabelle 2: Clustereinteilung

Cluster	Anzahl Netzanschlüsse Strom	Energie Strom 2017 [kWh]	Anzahl Netzanschlüsse Gas	Energie Gas 2017 [kWh]
1	228	792.381	146	1.985.386
2	426	882.983	214	3.397.104
3	101	190.569	45	911.918
4	164	418.564	139	1.452.194
5	60	442.421	30	1.060.575
6	88	185.107	82	939.016
7	10	17.114		
8	50	86.865		

Cluster	Anzahl Netzanschlüsse Strom	Energie Strom 2017 [kWh]	Anzahl Netzanschlüsse Gas	Energie Gas 2017 [kWh]
9	598	1.103.974	7	2.782.025
10	23	137.956	6	2.642.604
11	250	572.248	105	2.879.050
12	96	343.273	58	2.508.484
13	113	283.511	56	1.780.353
14	91	285.627	75	1.963.492
15	107	323.120	102	2.180.363
16	228	477.080	5	2.108.350

### 3.3.4 Abfrage Schornsteinfegerdaten

Die festgelegte Clustereinteilung wurde auch genutzt, um von den zuständigen Bezirkskaminkehrern Daten über den Bestand der Heizanlagen zu ermitteln. Gefragt wurde je Cluster nach Anzahl der Anlagen je Energieträger, Altersgruppe, Anlagenart (Zentralheizung, Etagenheizung, Einzelöfen). Wie eingangs in Kapitel 2.2. dargestellt, wurden die Daten allerdings nur begrenzt und stark anonymisiert bzw. verallgemeinert herausgegeben

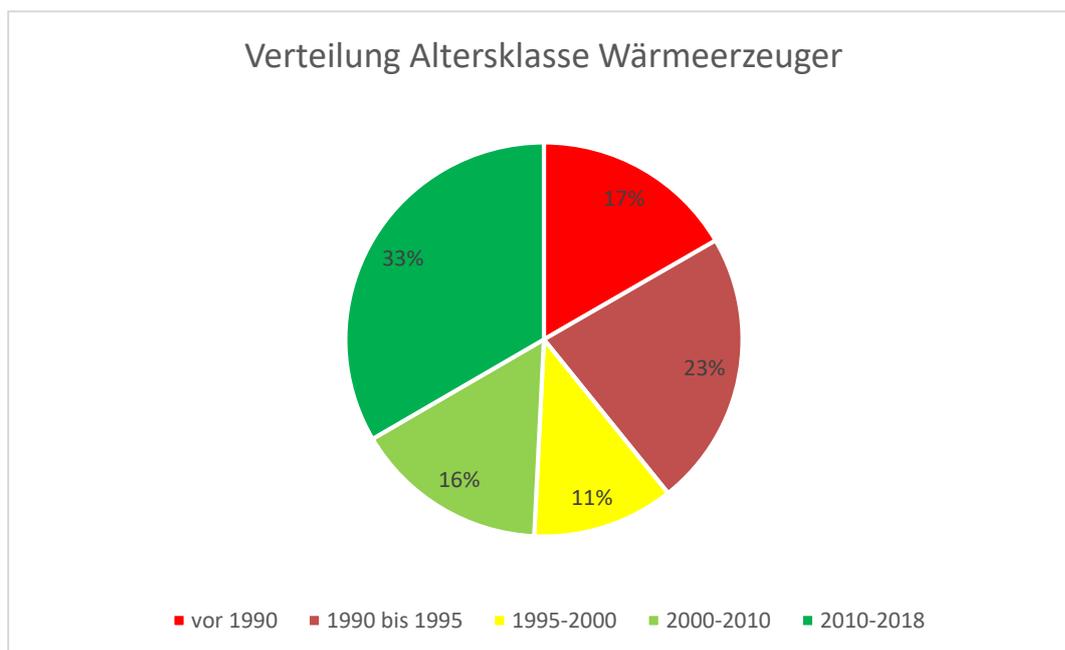
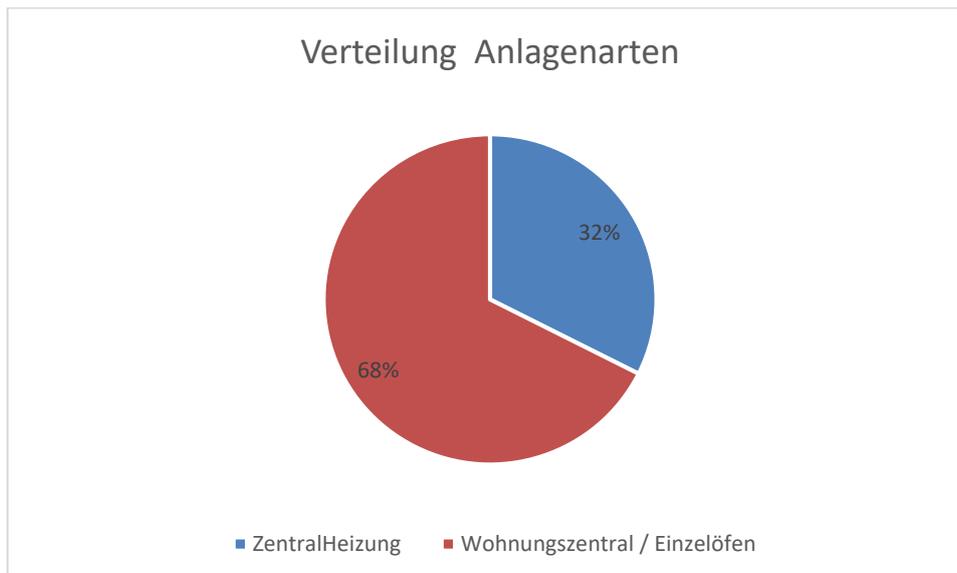


Abbildung 20: Verteilung Altersklasse Wärmeerzeuger

Die Auswertungen zeigen, dass immerhin ein Drittel der Anlagen neueren Datums ist. Die Hälfte ist jedoch älter als 18 Jahre und ein Sechstel gar älter als 28 Jahre.

Beim Energieträger überwiegen wie erwartet deutlich die Gasheizungen mit insgesamt 1166 Anlagen. Daneben sind 13 Wärmeerzeuger auf Basis Holz/Holzpellets vorhanden und nur 5 Ölheizungen.



**Abbildung 21: Verteilung Heizungs-Anlagenarten**

Bei den Anlagenarten überwiegen die wohnungszentralen Anlagen gegenüber den Zentralheizungen.

### 3.3.5 Energetische Bewertung kommunale Liegenschaften

Der Energieverbrauch kommunaler Einrichtungen wurde anhand der von der Stadt Würzburg zur Verfügung gestellten Daten analysiert.

In den beiden Schulen ist eine vollumfängliche Gebäudeleittechnik vorhanden. Die Energieverbräuche wurden jedoch bisher nicht ausgewertet oder optimiert. Mit der aktuellen Einrichtung des Energiemanagements für kommunale Liegenschaften wird sich dies ändern. Der mit der Gebäudetechnik befasste Ingenieur Herr Stützlein hat in einem ersten Schritt die energetische Situation bewertet:<sup>10</sup>

#### **Gustav-Walle Schule (BJ ca. 1970):**

- Wärmeerzeugung via Gaskessel Baujahr 1997, 270 KW, zus. Redundanzkessel, (Zustand: Erneuerungswürdig);
- Vorlauftemperatur 80°C; Verteiler und Pumpentechnik BJ 1996; Infrastruktur und Heizkörper BJ ca. 1970
- Fenster in den Klassenzimmern neuerer Generation / Zustand sehr gut)
- Fenster in den Nicht Klassenzimmer (Aulagebäude, Turnhalle Nassräume, Kellerräume) sehr alt / schlechter Zustand BJ ca. 1970
- keine Wärmedämmung
- PV auf dem Schuldach (WVV betrieben)
- Neue Lüftungsanlagen (BJ 2015)
- Niederspannungsschaltanlagen und - Installation: BJ ca. 1970

<sup>10</sup> Stadt Würzburg, Fachabteilung Hochbau, Hr. Stützlein an Hr. Galonska: Email vom 28.06.2018

**Wolffskeelschule (Baujahr 1971):**

- Wärmeerzeugung via Gaskessel 1x Baujahr 1996, 320 kW (Zustand: Erneuerungswürdig); 1x Baujahr 2010, 240 kW
- Fenster fast vollständig neue Generation / Zustand sehr gut
- keine Wärmedämmung
- neue Lüftungsanlagen (BJ 2010)
- Niederspannungsschaltanlagen und - Installation: BJ ca. 1970

Das alte Schulschwimmbad an der Gustav-Walle-Schule ist zum Abriss vorgesehen. An der Stelle des Schwimmbades ist eine Erweiterung der Schule für die Mittagsbetreuung vorgesehen.

Im Gegenzug wird ab Ende 2019 an der Wolffskeel-Schule ein neues Schulschwimmbaden gebaut.

Als dritte kommunale Liegenschaft war der Kindergarten „Bunter Drache“ zu bewerten. Die Verbrauchsdaten wurden von der Kindergartenleitung zur Verfügung gestellt.

**Tabelle 3: Aufstellung der kommunalen Liegenschaften nach Heizenergie**

Liegenschaften	Heizenergie in MWh/a	Verbrauchskennwert Heizenergie [kWh/m <sup>2</sup> NGF a]	Vergleichskennwert Heizen EnEV 2014 [kWh/m <sup>2</sup> NGF a]
Gustav-Walle-Schule	633	118	90
Wolffskeel-Realschule mit Sporthalle	735	106	90
Kindergarten Bunter Drache	82	71	110

**Tabelle 4: Aufstellung der kommunalen Liegenschaften nach Strom**

Liegenschaften	Strom in MWh/a	Verbrauchskennwert Strom [kWh/m <sup>2</sup> NGF a]	Vergleichskennwert Strom EnEV 2014 [kWh/m <sup>2</sup> NGF a]
Gustav-Walle-Schule	73	12,2	10
Wolffskeel-Realschule mit Sporthalle	96	15,4	10
Kindergarten Bunter Drache	14	12,5	20

Nachfolgendes Diagramm stellt die Abweichung der Energiekennwerte von den jeweiligen Vergleichskennwerten dar. Entsprechend der Abweichung sind auch die Einsparpotentiale ein zu stufen.

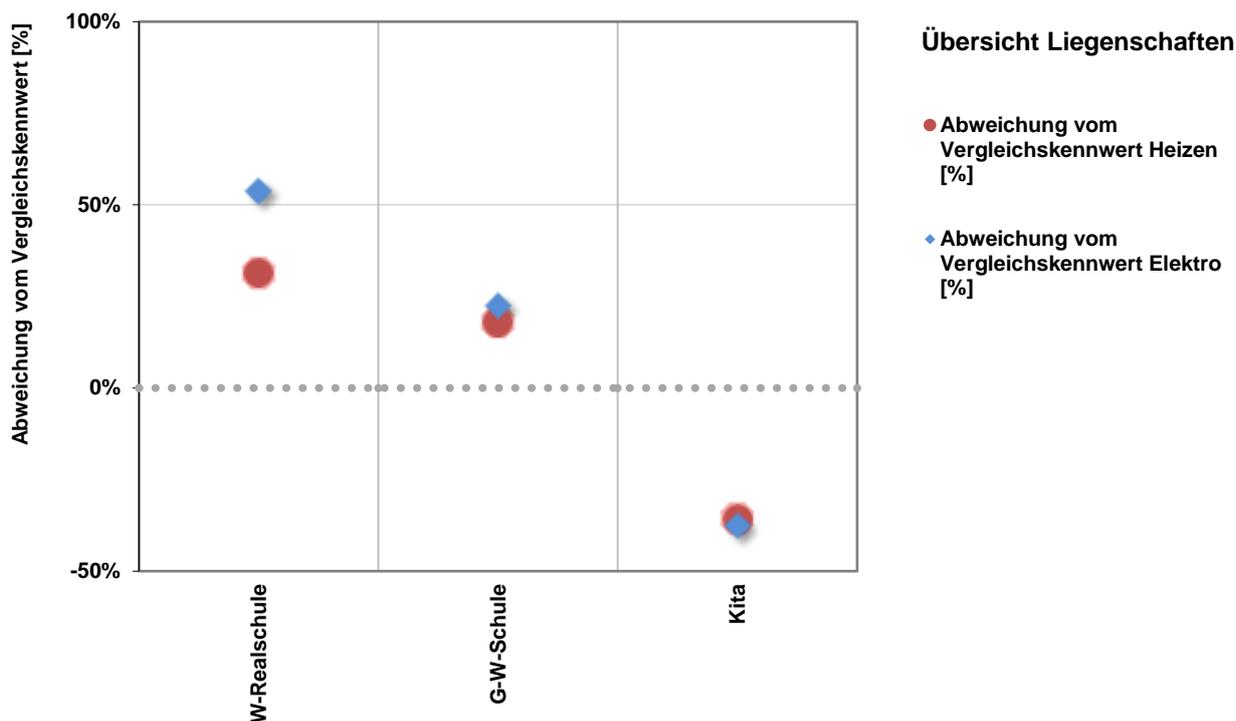


Abbildung 22: Abweichung Energiekennwerte

### 3.3.6 Energetische Bewertung Gewerbe und sonstige Einrichtungen

Um genauere Informationen über Energieverbrauch, Lage und die Bereitschaft zur Umsetzung von Effizienzmaßnahmen zu erhalten, wurden die Betriebe angeschrieben und befragt (Anlage). Der geringe Informationsrückfluss ermöglicht keine genauere Analyse. Es wurden daher die vom Netzbetreiber je Cluster zur Verfügung gestellten Verbrauchsdaten zu den leitungsgebundenen Energieträgern genutzt um den Anteil der gewerblichen, kirchlichen und sonstigen Einrichtungen am Energieverbrauch zu ermitteln. Hierzu wurden die abgeschätzten Geschossflächenanteile, Sanierungsstände, sowie typische Bedarfskennwerte herangezogen.

Bemerkenswert ist die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung im Neubau der AWO an der Frankenstraße. Ein Gas-Mini-Blockheizkraftwerk erzeugt hier gleichzeitig Wärme und Strom zur Versorgung der Liegenschaften der AWO.

### 3.3.7 Nutzung erneuerbarer Energieträger

Auf Stadtebene können teilweise von Fördermittelgebern (KfW, BAFA) Daten zu geförderten Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Verfügung gestellt werden. Solche Daten können durch Abschätzung der Anzahl nicht geförderter Anlagen ergänzt werden. Auf Quartiersebene stehen derartige Daten nicht zur Verfügung. Die Erfassung des Umfanges der Nutzung erneuerbarer Energien erfolgt daher überwiegend über die Quartiersbegehung, über Auswertung von Luftbildern sowie über die Abfragen bei Schornsteinfegern und Netzbetreibern.

#### Holz / Holzpellets

Von den Bezirksschornsteinfegern wurden insgesamt 13 Holz- oder Holzpellets-Wärmeerzeuger genannt. Diese Größenordnung deckt sich mit der Wahrnehmung von sichtbaren Brennholzvor-

räten während der Quartiersbegehung. Es wird davon ausgegangen, dass die Holz-Wärmeerzeuger überwiegend als Zusatzheizung, wie z.B. ein Kaminofen, genutzt werden. Entsprechend wurde der Brennholzbedarf abgeschätzt.

### Erd- und Umweltwärme

Im Energie-Atlas-Bayern<sup>11</sup> sind die zurzeit am Bayerischen Landesamt für Umwelt bekannten und erfassten Erdwärmesondenanlagen und -bohrungen dargestellt. Tatsächlich existieren in Bayern wahrscheinlich deutlich mehr Erdwärmesondenbohrungen. In Lindleinsmühle ist eine Anlage im Bereich der Hessenstraße registriert.

Im Rahmen der Quartiersbegehung fielen keine Außen-Wärmetauscher für Luft-Wasser-Wärmepumpen auf.

### Solarthermie

Der Umfang der Nutzung von Solarthermie wurde auf Grundlage der Begehung und der Auswertung von Luftbildern anhand der erkennbaren Anzahl an Kollektoren abgeschätzt. Anhand der so abgeschätzten Kollektorfläche wurde der Solarertrag hochgerechnet. Solarthermische Anlagen finden sich in Lindleinsmühle ausschließlich bei Einfamilienhäusern.

### Solarstrom

Vom Netzbetreiber wurden die Anlagenstammdaten nach EEG zur Verfügung gestellt. Die Daten enthalten die installierte Leistung in kW<sub>peak</sub>. Der Solarertrag wurde anhand des typischen mittleren Ertrages von 1.051 kWh/kW<sub>p</sub> hochgerechnet.

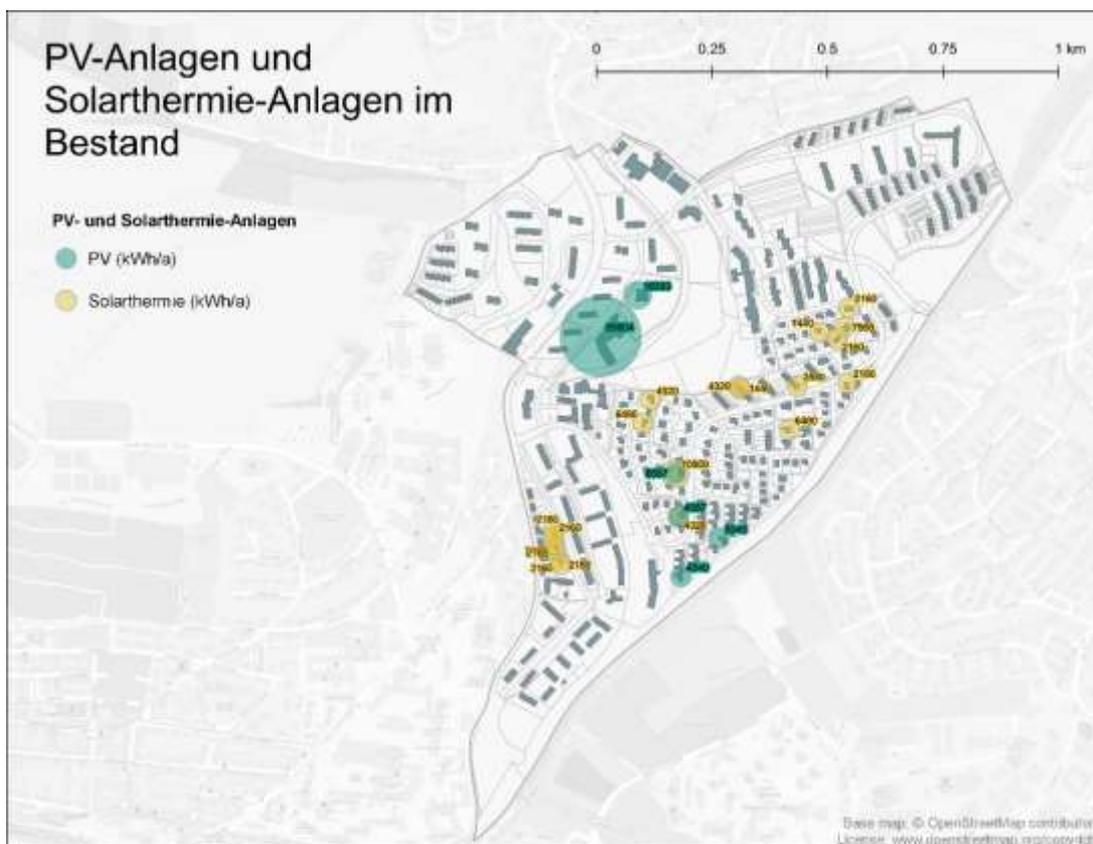


Abbildung 23: PV-Anlagen und Solarthermie-Anlagen im Bestand

<sup>11</sup> <https://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/?wicket-crypt=xOiDIKLotOQ>

### 3.3.8 Endenergieverbrauch Verkehr

Für das Quartier Lindleinsmühle liegen keine gesonderten Daten zum Fahrzeugbestand, wie z.B. Zulassungszahlen vor. Eine Hochrechnung des Endenergieverbrauchs anhand durchschnittlicher Kennwerte ist daher nicht möglich. Im integrierten Klimaschutzkonzept (IKK) für die Stadt Würzburg wird der Endenergieverbrauch des Sektors Verkehr für das Jahr 2010 mit 1.059 GWh/Jahr angegeben. Umgerechnet auf die Einwohnerzahl ergibt sich ein Endenergieverbrauch von 7,9 MWh/Einwohner und Jahr. Rechnet man diesen Wert auf die Einwohnerzahl in Lindleinsmühle um, so beträgt der Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr insgesamt 38.917 MWh/Jahr. Dies entspräche in der Größenordnung dem restlichen, erfassten Energieverbrauch der anderen Verbrauchssektoren.

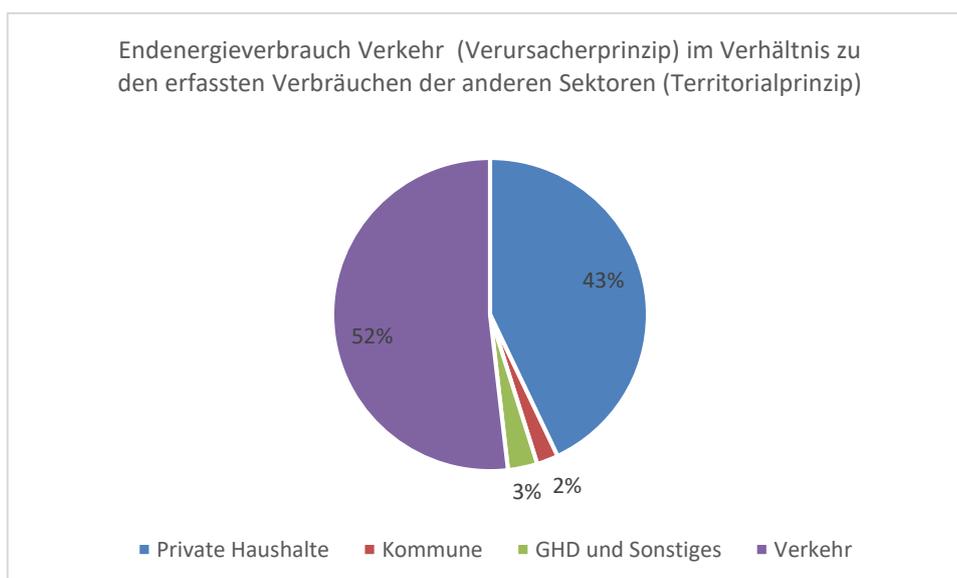


Abbildung 24: Verhältnis Energieverbrauch Verkehr zu restlichen Verbrauchssektoren

Zu beachten ist dabei jedoch, dass der Endenergieverbrauch Verkehr im IKK nach dem Verursacherprinzip erhoben wurde. Das heißt, hier ist der Energieverbrauch z.B. für den Güterverkehr mit enthalten. Die Verbräuche der restlichen Sektoren wurden für Lindleinsmühle wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben, nach dem Territorialprinzip erfasst. Eine Gegenüberstellung bzw. Vermischung dieser Daten macht keinen Sinn. Der Energieverbrauch für den Sektor Verkehr wird mangels konkreter Daten für Lindleinsmühle in den nachfolgenden Energie- und Treibhausgasbilanzen in der Regel ausgeklammert.

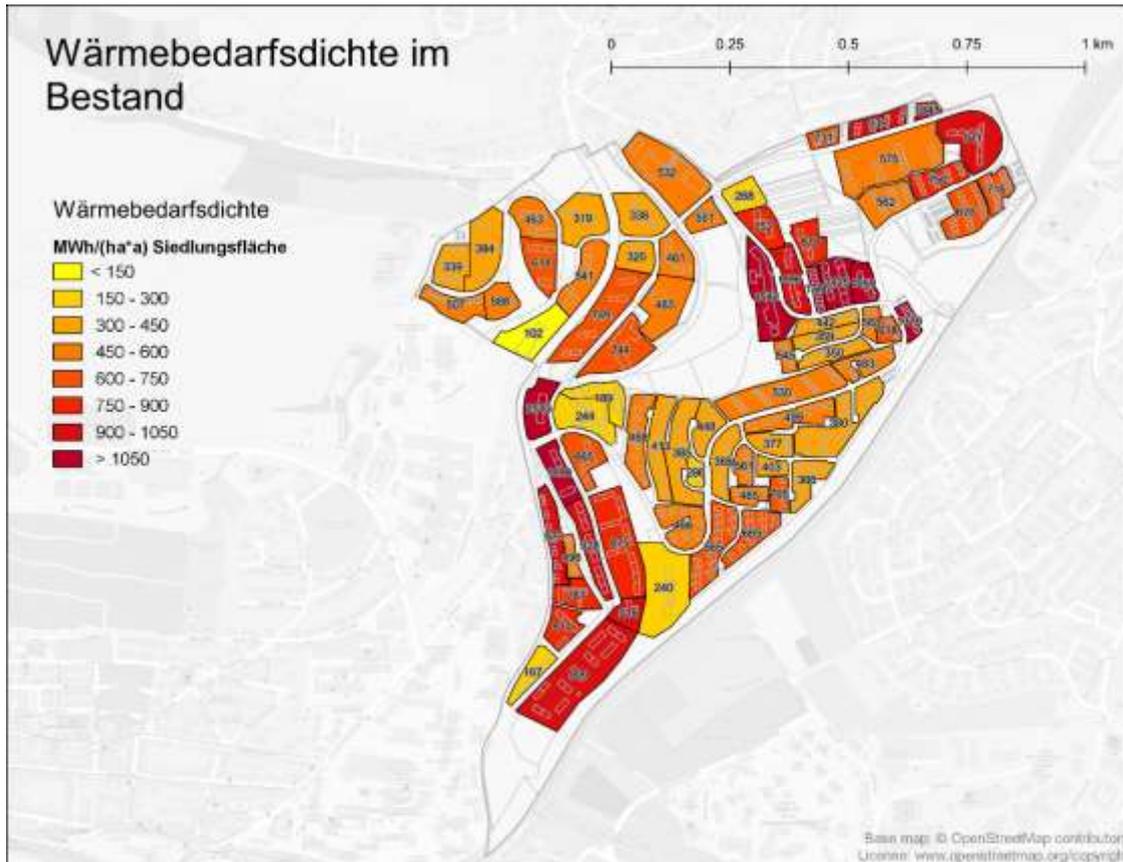
### 3.3.9 Wärmebedarfsdichte

Das Untersuchungsgebiet wurde, wie zuvor beschrieben, hinsichtlich des energetischen Ausgangszustandes auf Gebäudeebene untersucht, wobei die Berechnung aus zwei Stoßrichtungen erfolgte. Zum einen wurden Gasverbrauchsdaten des Gasnetzbetreibers erfasst, zum anderen wurde der Wärmebedarf für die einzelnen Gebäude über die Gebäudetypologie, die Baualterklasse, den Sanierungsstand und die beheizte Fläche beziffert.

Über die zugrunde liegenden Gas-Verbrauchsdaten sowie aufgrund der Angaben des Gasnetzbetreibers zu den vorhandenen Gasanschlüssen ist klar, dass der deutlich überwiegende Teil der Gebäude mit Erdgas versorgt wird.

Um die technischen und wirtschaftlichen Potenziale einer möglichen Nahwärmeversorgung abschätzen zu können und um deren sinnvolle Ausdehnung in der Fläche planen zu können ist es

notwendig zu wissen, wie groß der Wärmebedarf in den unterschiedlichen Teilbereichen im Quartier Lindleinsmühle ist. Die aus Datenschutzgründen für die Abfrage der Energieverbräuche zusammengefassten Cluster sind als Teilflächen für diesen Zweck zu groß und damit zu ungenau. Die Cluster wurden daher in kleinere Teilflächen („Raster“) aufgeteilt. Der Wärmebedarf der jeweiligen Raster wurde aus der oben beschriebenen gebäudescharfen Umrechnung der Cluster-Verbräuche ermittelt. Über ein Geo-Informationssystem (GIS) kann hieraus eine Wärmebedarfsdichtekarte erstellt werden. Dargestellt wird hierbei der Wärmebedarf je Siedlungsfläche in MWh pro Hektar und Jahr (MWh/ha\*a). Ein Wärmebedarf von unter 150 MWh/ha\*a gilt dabei als für eine Fern- oder Nahwärmeversorgung ungeeignet.



**Abbildung 25: Wärmebedarfsdichte im Bestand**

Es zeigt sich, dass große Teilbereiche insbesondere der Geschosswohnungsbau für ein Wärmenetz in Frage kommen.

### 3.4 Energie- und Treibhausgasbilanz

Für das Quartier Lindleinsmühle wurde vergleichend die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz im Ist-Zustand ermittelt. Bei der Datenerfassung hat sich die durchgängige Unterteilung in die Verbrauchergruppen private Haushalte, kommunale Liegenschaften, GHD und Verkehr bewährt. Spätere Maßnahmenkataloge und Handlungsempfehlungen können somit präziser formuliert werden. Die Ermittlung des Energieverbrauchs erfolgte über die Verbraucher innerhalb der territorialen Grenzen des Untersuchungsgebiets.

#### 3.4.1 Bilanzierungsmethode

Im Rahmen des BMUB geförderten Vorhabens „Klimaschutz-Planer“ wurde eine standardisierte Methodik entwickelt, mit der eine einheitliche Berechnung kommunaler THG-Emissionen ermöglicht wurde. Im Vordergrund standen dabei neben einer methodischen Konsistenz auch die Vergleichbarkeit der Bilanzen sowie die Transparenz der Berechnung und der verwendeten Daten.

Die methodische Grundlage für die Bilanzierung fand in dieser Studie Ansatz<sup>12</sup>.

- ECOSPEED Region (siehe IKK Würzburg) ist BSKO-konform
- Endenergiebasierte Territorialbilanz für den stationären und mobilen Bereich - Abweichung entsprechend IKK: Verkehr nach Verursacherprinzip
- Differenzierte Aufteilung in Sektoren und Energieträger
- CO<sub>2</sub>-Faktoren mit Äquivalenten und Vorketten
- Bundesweiter Emissionsfaktor (Bundesmix) bei der Berechnung der Emissionen aus dem Stromverbrauch vor Ort - zusätzlich Emissionsfaktor nach WVV
- Bilanzierung ohne Witterungskorrektur

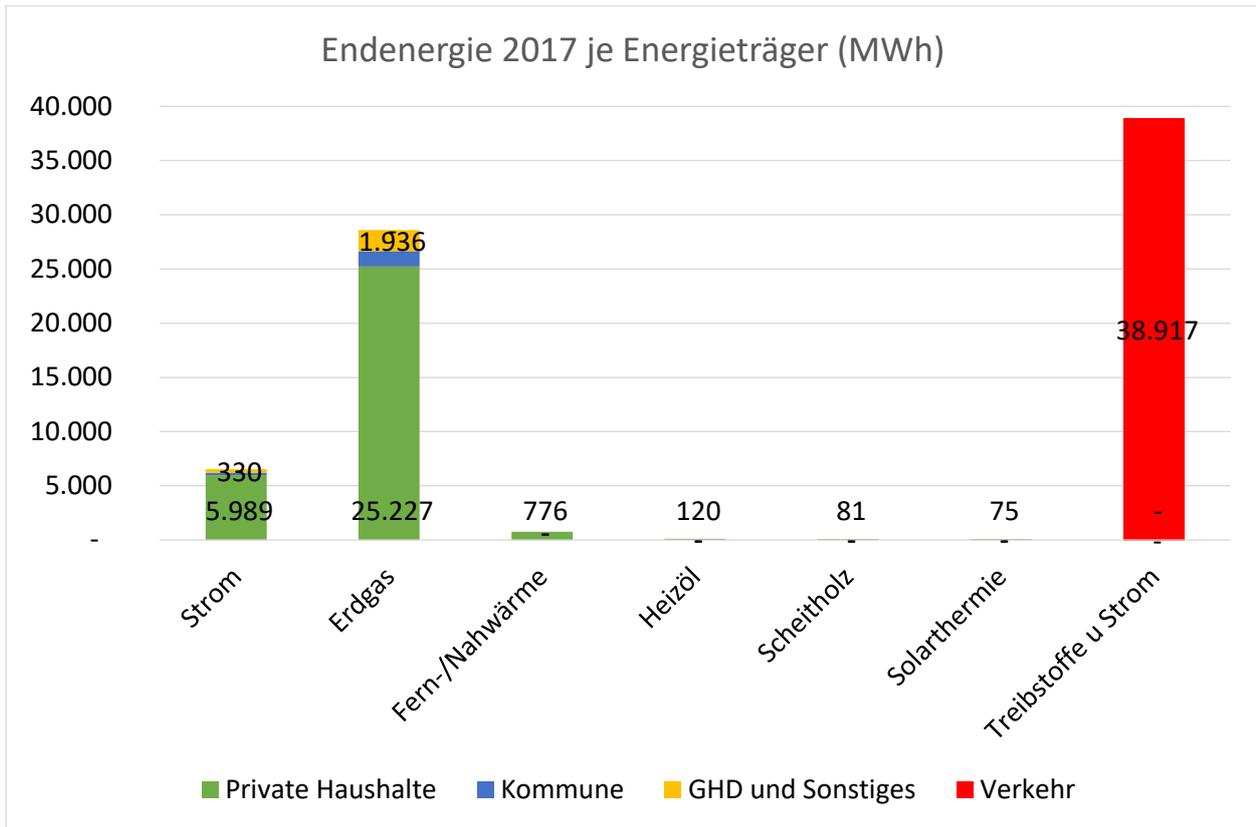
#### 3.4.2 Endenergiebilanz

Die Endenergiebilanzierung erfasst den gesamten Energiekonsum beim Endverbraucher, also ab Steckdose, Öltank, Gashahn etc. Über den Bereich der Energiebereitstellung gibt die Endenergiebilanz keine Auskunft. Ebenso wenig kann über die Endenergiebilanz eine ökologische Bewertung erfolgen, dies ist erst über eine Verknüpfung der jeweiligen Energieträger (Strom, Gas, Heizöl, Fernwärme, etc.) mit den dazugehörigen Primärenergiefaktoren möglich.

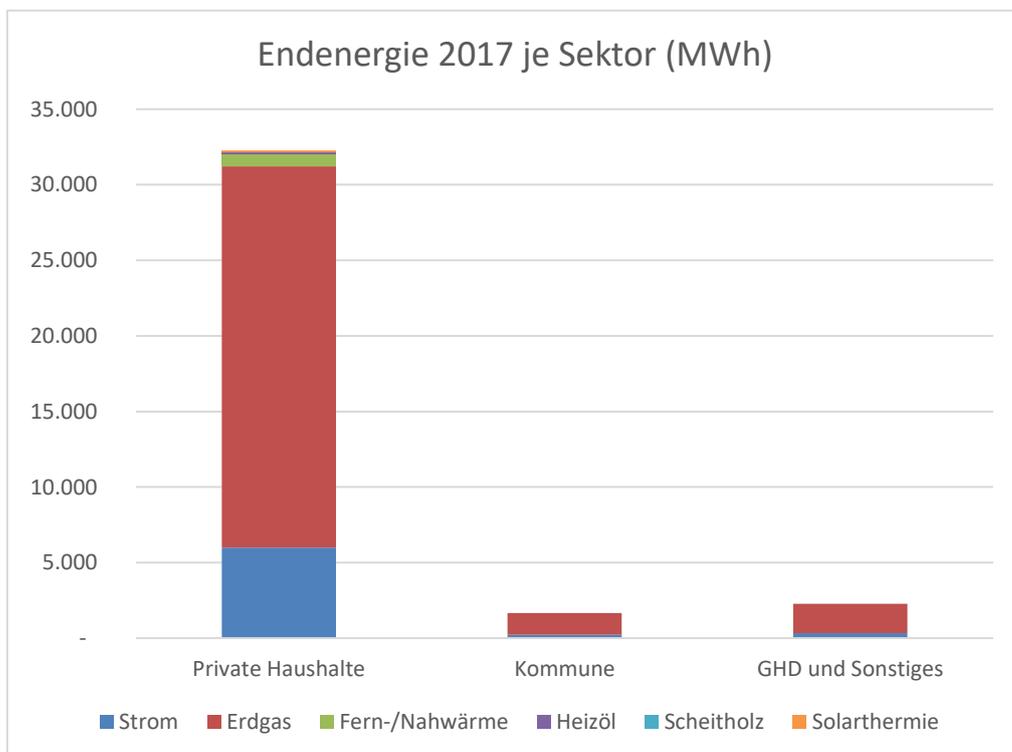
**Tabelle 5: Endenergiebilanz (2017)**

Endenergie (MWh)	Strom	Erdgas	Fern-/Nahwärme	Heizöl	Scheitholz	Solarthermie	Treibstoffe u Strom
Private Haushalte	5.989	25.227	776	120	81	75	-
Kommune	224	1.429	-	-	-	-	-
GHD und Sonstiges	330	1.936	-	-	-	-	-
Verkehr	-	-	-	-	-	-	38.917
<b>GESAMT</b>	<b>6.543</b>	<b>28.591</b>	<b>776</b>	<b>120</b>	<b>81</b>	<b>75</b>	<b>38.917</b>

<sup>12</sup> Ifeu Institut: BSKO - Bilanzierungs-Systematik Kommunal - Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland, Heidelberg 2016



**Abbildung 26: Verbrauch 2017 je Energieträger in MWh**



**Abbildung 27: Verbrauch 2017 je Sektor in MWh**

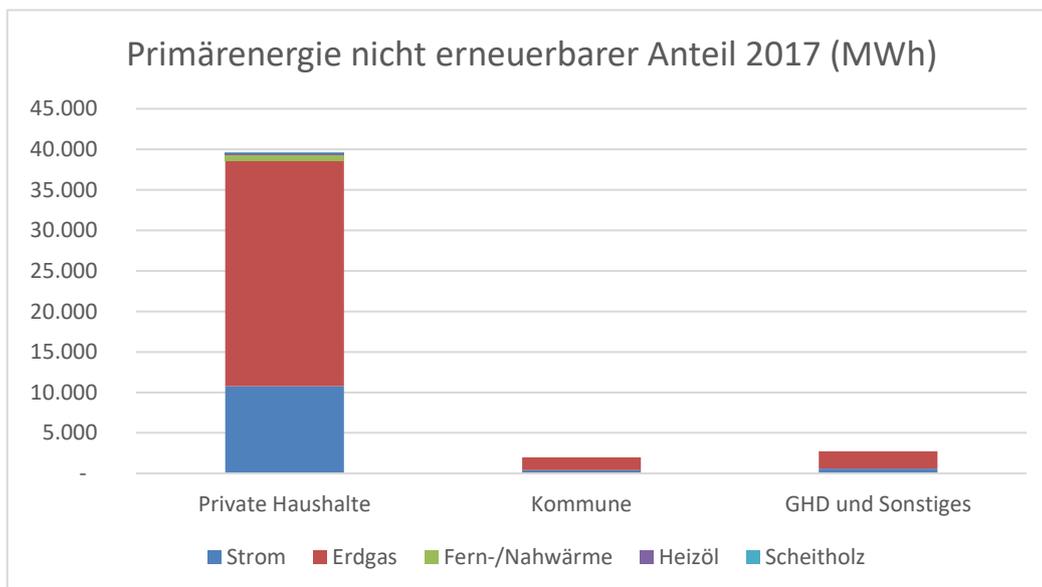
### 3.4.3 Primärenergiebilanz

Unter dem Primärenergiebedarf wird die Energiemenge verstanden, die zur Deckung des Jahresendenergiebedarfs benötigt wird, jedoch unter Einbeziehung aller zusätzlichen Energiemengen, die durch vorgelagerte Prozesse außerhalb des Untersuchungsgebiets entstehen. Vorgelagerte Prozesse können beispielsweise die Förderung, der Transport oder die Umwandlung von Energie sein. Der Energieaufwand für die vorgelagerten Prozesse wird durch den Primärenergiefaktor beschrieben.

Der Primärenergiefaktor ist das Verhältnis der Mengen von Primärenergie zur Endenergie und hat eine große Bedeutung für die Erfüllung gesetzlicher Anforderungen der EnEV. Die energiepolitischen Ziele des Bundes und der EU zur Minderung der Treibhausgasemissionen werden unter anderem anhand der Einsparung von End- und Primärenergie bewertet. Zur Umrechnung von End- in Primärenergie werden für alle Energieträger Primärenergiefaktoren verwendet.

**Tabelle 6: Primärenergiebilanz nicht erneuerbarer Anteil (2017)**

	Strom WVV	Erdgas	vermutlich Gas	Heizöl	Scheitholz	Solarthermie
Primärenergiefaktor nicht erneuerbar	1,8	1,1	1,1	1,1	0,2	0
EnEV						
Primärenergie (MWh)	Strom	Erdgas	Fern-/Nahwärme	Heizöl	Scheitholz	Solarthermie
Private Haushalte	10.780	27.749	854	132	16	-
Kommune	403	1.572	-	-	-	-
GHD und Sonstiges	594	2.129	-	-	-	-
Verkehr	-	-	-	-	-	-
<b>GESAMT</b>	<b>11.777</b>	<b>31.450</b>	<b>854</b>	<b>132</b>	<b>16</b>	<b>-</b>



**Abbildung 28: Primärenergie nicht erneuerbarer Anteil (MWh)**

### 3.4.4 CO<sub>2</sub>-Bilanz

Bei der CO<sub>2</sub>- Bilanz wird der fossile Anteil der Primärenergie bilanziert.

**Tabelle 7: Bilanz der CO<sub>2</sub>-Äquivalente**

CO <sub>2</sub> -Äquivalent (t)	Strom (WVV)	Erdgas	Fern-/Nahwärme	Heizöl	Scheitholz	Solarthermie
Private Haushalte	1.407	6.307	194	38	2	2
Kommune	53	357	-	-	-	-
GHD und Sonstiges	78	484	-	-	-	-
Verkehr	-	-	-	-	-	-
<b>GESAMT</b>	<b>1.538</b>	<b>7.148</b>	<b>194</b>	<b>38</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

In den CO<sub>2</sub>-Faktoren ist die Umrechnung von Endenergie auf Primärenergie enthalten. Der CO<sub>2</sub>-Bilanz liegen folgende Emissionsfaktoren zugrunde:

**Tabelle 8: Emissionsfaktoren CO<sub>2</sub>-Äquivalent (t/MWh)**

Energieträger	CO <sub>2</sub> -Faktor	Quelle
Erdgas	0,250	BISKO / Gemis 4.94
Heizöl	0,320	BISKO / Gemis 4.94
Biomasse/Scheitholz	0,027	BISKO / Gemis 4.94
Solarthermie	0,025	BISKO / Gemis 4.94
Fernwärme	0,270	BISKO
Strom Bundesmix 2014	0,620	BISKO / ifeu
Strom Bundesmix 2016	0,471	WVV
Strom Territorialmix 2016	0,235	WVV
Strom PV-Anlagen	0,063	BISKO / Gemis 4.94
Fernwärme WVV	0,067	WVV
Fernwärme Gas-BHKW	0,196	UBA
Fernwärme NAWARO BHKW	0,073	UBA

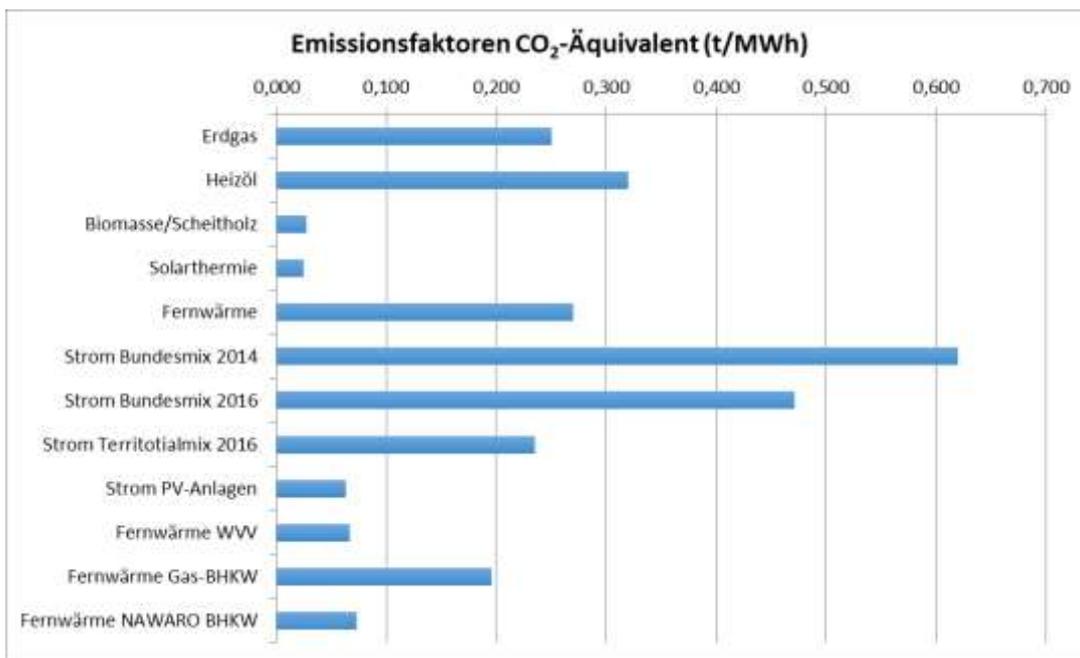


Abbildung 29: Emissionsfaktoren CO<sub>2</sub> Äquivalent

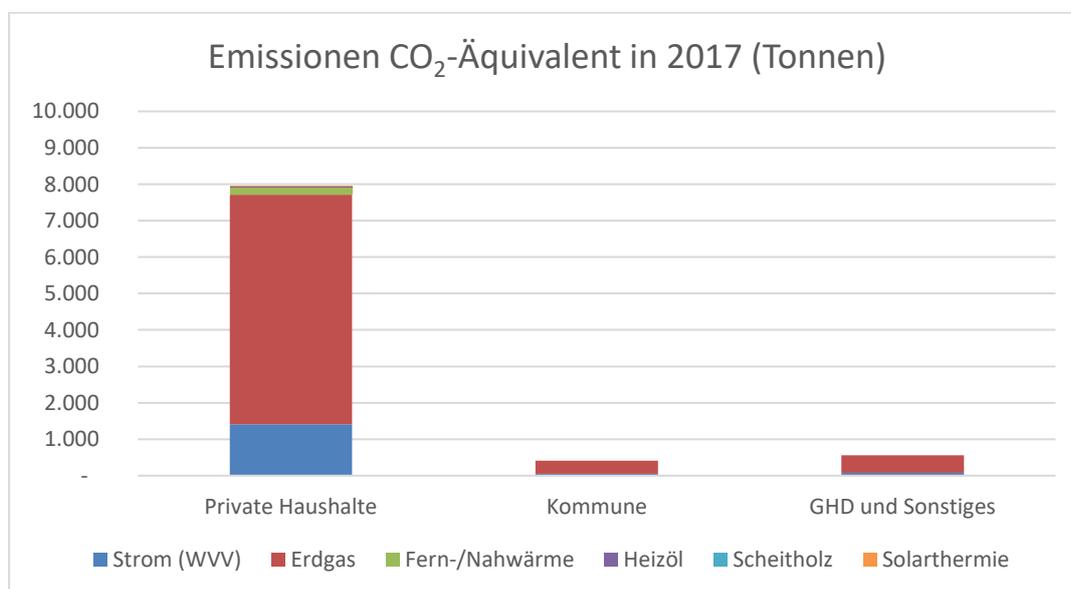


Abbildung 30: Emissionen CO<sub>2</sub> -Äquivalent

### 3.4.5 Zusammenfassung und Bewertung

Die Endenergiebilanz (Tabelle 5) zeigt, dass mit 29,6 GWh/Jahr<sup>13</sup> der Endenergiebedarf für die Gebäudewärme der mit Abstand größte Posten in der Energiebilanz ist und 82% des Gesamtenergieverbrauchs (Wärme + Strom) umfasst. Gedeckt wird der Wärmeenergiebedarf hauptsächlich durch Erdgas. Der Anteil für die Wohngebäude beträgt ca. 23,6 GWh/Jahr. Etwa 47% dieses Endenergiebedarfs entfallen dabei auf die Mehrfamilienhäuser und großen Geschosswohnbauten.

Ähnlich sieht es bei der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung aus. Von den gesamten CO<sub>2</sub> Emissionen (8.920 t/Jahr) entfallen 7.384 t oder rund 82% auf die Wärmeerzeugung. Das Umweltbundesamt (UBA) hat in der gerade veröffentlichten Methodenkonvention 3.0<sup>14</sup> seine Empfehlungen zur Ermittlung von Schäden durch Umweltbelastungen aktualisiert und die Kosten des Umweltschutzes neu berechnet. Danach verursacht zum Beispiel die Emission einer Tonne Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) Schäden von rund 180 Euro. Basierend auf den aktuellen Zahlen repräsentiert das CO<sub>2</sub> Kosten von derzeit 1,3 Mio €/Jahr.

---

<sup>13</sup> Anmerkung: nicht eingerechnet Heizstrom

<sup>14</sup> Webside: <https://www.umweltbundesamt.de/print/68205>

In der „Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten“ werden zahlreiche Parameter herangezogen, um die Kosten von Umweltbelastungen zu berechnen. Dazu gehören die Kosten zur Wiederherstellung beschädigter Gebäude und Infrastrukturen, der Marktwert von Ernteverlusten und Produktionsausfällen und der Betrag, den Menschen bereit wären für die Vermeidung von Gesundheitsschäden zu bezahlen.

## 4 Potenzialanalyse und Szenarien

Zur Bestimmung der überschlägigen Energieeinsparpotenziale bzw. der CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale werden die Sektoren Gebäudesanierung und Anlagentechnik getrennt betrachtet. Berücksichtigt werden dabei Maßnahmen, die mit den vorliegenden Voraussetzungen, beispielsweise soziale Struktur und Technologien, wirtschaftlich und realistisch umsetzbar sind.

Das erschließbare Potential ist damit kleiner als das theoretische technische Potenzial. Als Beispiel sei hier genannt, dass in den letzten Jahren zahlreiche technische Komponenten entwickelt wurden, die hocheffiziente Lösungen ermöglichen, wie z.B. bei Bestandsgebäuden ein „Passivhausniveau“. Dennoch bleibt das Bestreben jährlich 2% der Bestandsgebäude, die vor 1984 gebaut wurden, auf aktuellen Neubaustandard zu sanieren, mit einer bundesweiten Sanierungsrate zwischen 0,9 und 1,2% deutlich darunter.

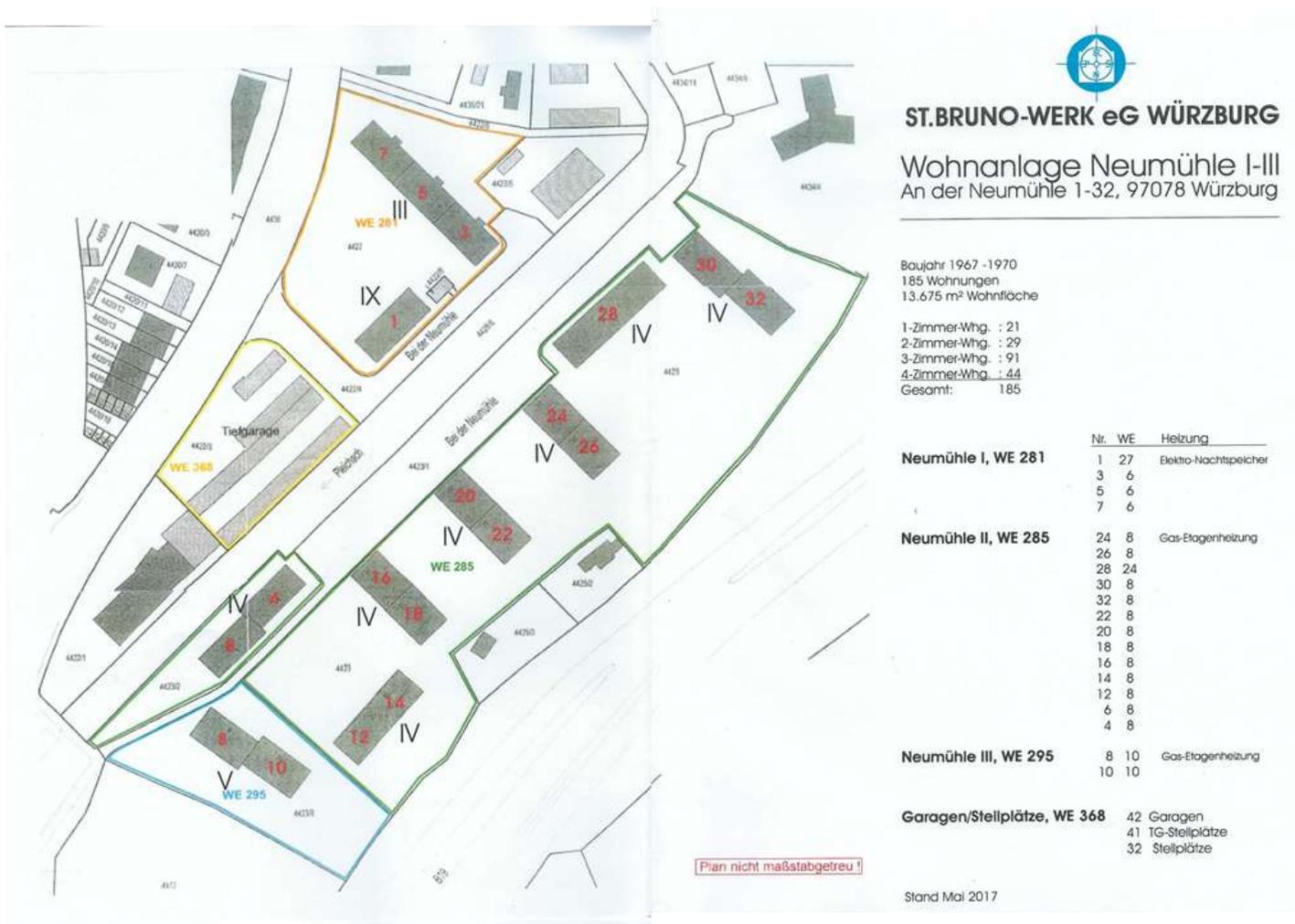
### 4.1 Potentiale Energieeinsparung Gebäudesanierung

Wärmeschutzmaßnahmen sind im Zuge der Errichtung der Gebäude der 1960er und 1970er Jahre kaum berücksichtigt worden, sodass hier das Potenzial für Energieeinsparung und -effizienz hoch ist. Die energetische Sanierung der privaten Gebäude zur Reduktion des Energiebedarfs ist zentral für das Quartier. So können mit umfassenden Wärmedämmmaßnahmen der Gebäudehülle bis zu 50% des Wärmeenergiebedarfs eingespart werden. Damit hat die energetische Gebäudesanierung unmittelbare Auswirkungen auf den Energiebedarf in Lindleinsmühle.

Aufgrund der Inaugenscheinnahme von öffentlichen Flächen aus können ca. 18% der Gebäude als grundlegend saniert oder als neu eingestuft werden. Somit besteht bei über 80% noch Sanierungsbedarf.

Um die zukünftig eintretenden Rahmenbedingungen einschätzen zu können wurden für einen Gebäudetyp im Areal Neumühle beispielhaft Berechnungen bei der Gebäudesanierung durchgeführt. Die gebäudespezifischen Energiebedarfswerte werden auf die spezifischen Kennwerte pro m<sup>2</sup> Grundstücksfläche umgerechnet.

### 4.1.1 Exemplarische Ableitung der Sanierungsmaßnahmen am Modellgebäude Neumühle



**Abbildung 31: Sanierungsgebiet Neumühle**

Im Rahmen des ISEKs „Soziale Stadt Lindleinsmühle“ wurde das Areal „Neumühle“, welches sich im Süden des Quartiers befindet, als mögliches Sanierungsgebiet identifiziert<sup>15</sup>. Hier „besteht dringender Sanierungsbedarf im Bereich der Geschosswohnungsbauten und der Freiflächen.“

Exemplarisch wurden deshalb die Einsparpotentiale eines typischen Mehrfamilienhauses an der Neumühle simuliert. Nachfolgend wird zunächst der Einfluss einer baulichen Sanierung dargestellt. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Gebäudehülle nach den Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) saniert wird. Außerdem werden dabei die Wärmebrücken reduziert und insbesondere, aufgrund neuer Fenster, die Luftdichtheit des Gebäudes erhöht.

#### Einsparpotential der Gebäudehülle:

- Dämmung aller wärmeübertragenden Flächen nach EnEV 2014
- Gezielte Betrachtung der Wärmebrücken: 0,05 W/m<sup>2</sup>K
- Durchführung eines Luftdichtheitstests: Luftwechsel 0,60 h<sup>-1</sup>

<sup>15</sup> ISEK Sozial Stadt Lindleinsmühle, Schirmer Architekten und Stadtplaner, Mai 2017

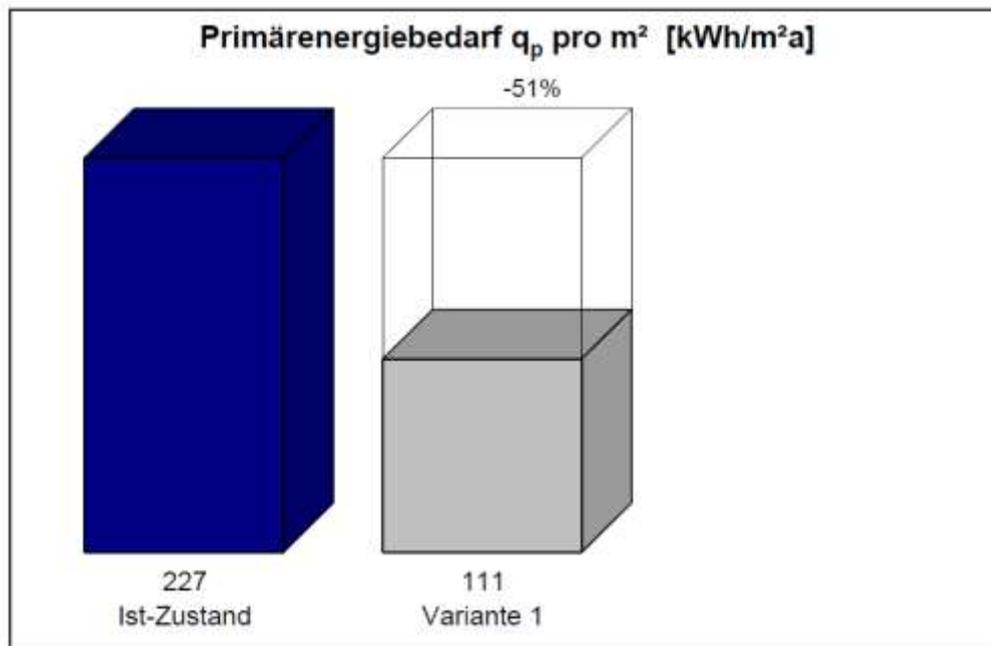


Abbildung 32: Einsparpotential Gebäudehülle Wohngebäude „Bei der Neumühle“

Am Modellgebäude kann der Energiebedarf alleine durch bauliche Maßnahmen nach dem Mindeststandard der EnEV um ca. 50% verringert werden. Weitere Einsparpotentiale unter anderem in Kombination mit einer optimierten Wärmeversorgung werden unter Punkt 4.2.4 dargestellt.

#### 4.1.2 Exemplarische Ableitung anhand der Auswertung Energieausweise

Die Energieausweise der beiden Wohnungsbaugesellschaften wurden im Zuge der Bestandserfassung ebenfalls mit ihren spezifischen Kennzahlen erfasst und auf Plausibilität überprüft. Wie eingangs (Kap. 2.4.1) dargelegt, verfolgen die beiden WBGs jeweils verschiedene Sanierungsstrategien. Während St. Bruno Werke eine Generalsanierung ihrer Gebäude vorsieht, verfolgt die Stadtbau GmbH die sukzessive Teilsanierung ihrer Gebäude. Diese Sanierungsmaßnahmen wurden ebenfalls erfasst und dokumentiert. Nach der Sanierung wurden die Energieausweise mit ihren spezifischen Kennwerten neu berechnet und ausgestellt. Anhand der Energieausweise konnte nun ermittelt werden, welche Teilsanierung zu welchen Einsparungen bei den Gebäuden geführt hat. Die folgende Grafik illustriert beispielhaft die Auswertung aus Cluster 3:

1. Die Energieeinsparung bei einem Vergleich der Energieausweise nach Sanierung gegenüber dem Energieausweis vor Sanierung lag im Mittel bei 13%
2. Die Energiekennzahl der Gebäude, die bei einer Teilsanierung mit Außenwanddämmung versehen wurden, erbrachte eine Einsparung im Mittel von 32% gegenüber den Gebäuden ohne Dämmung.

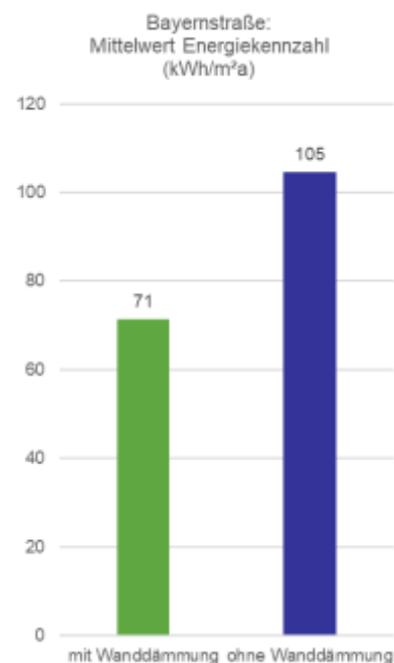


Abbildung 33: Mittelwert Energiekennzahl

## 4.2 Erzeugungs- und versorgungstechnische Potentiale

Die Erreichung der energie- und klimapolitischen Ziele der Stadt Würzburg legt mittel- bis langfristig einen Ausstieg von fossilem Energieträger für die Wärmeversorgung nahe. So ist die Abkehr von fossilen Energien und der Ausbau regenerativer Energien ein wichtiges Ziel, das langfristig und mit Ausdauer betrieben werden muss. Kurz- bis mittelfristig wird das Gasnetz aber noch eine wichtige Rolle spielen, auch im Zusammenhang mit Gas aus erneuerbaren Energieanlagen (Power to Gas) und Speichermöglichkeiten. Gas-Brennwert-Heizungen sind eine hochwertige Technologie, die zusätzlich die Wärme aus den Abgasen der Anlage nutzt.

Während im Neubau eine Reihe von technischen Alternativen verfügbar und praktisch umsetzbar sind, stellt die Umstellung der Wärmeversorgung von Bestandsgebäuden eine deutlich komplexere technische und ökonomische Herausforderung dar.

### 4.2.1 Effiziente Heizungstechnik

Hierzu zählt überwiegend der Ersatz alter Niedertemperatur-Kessel und Gasetagenheizungen durch moderne Brennwerttechnik. Gasetagenheizungen spielen im Quartier insbesondere in den Wohneigentümergeinschaften noch immer eine große Rolle. Dieser Status Quo kann nur dann aufrechterhalten werden, wenn Gasetagenheizungen zukünftig auf Basis von erneuerbarem Gas betrieben werden. Die folgende Abbildung listet wärmetechnische Alternativen auf, mit ihren spezifischen Eigenschaften:

**Tabelle 9: Gasetagenheizung und technische Alternativen**

	Neue Gas-Kombi-Wasserheizer	Neue Gas-Brennwertthermen	Zentralheizung mit Wohnungsstationen	Fernwärme oder Heizzentrale, Nahwärmenetz mit Wohnungsstationen
Effizienzsteigerung	gering	mäßig bis gering	gut möglich, ggf. KWK	gut möglich, ggf. KWK
Erneuerbare Energien	kaum möglich	kaum möglich	möglich	möglich
Primärenergiefaktor	schlecht	mäßig	gut bis sehr gut	gut bis sehr gut
Verteilungsverluste	bleiben	bleiben	höher	deutlich höher
Installationsaufwand Wärmezeuger	normal	alle an einem Schornstein gleichzeitig austauschen	nur ein Wärmezeuger, Heizraum	Extern: Heizzentrale und Wärmenetz oder FW-Anschluss
Installationsaufwand Verteilung	gering	Wärmeverteilung und -übergabe anpassen	Zirkulations-Steigleitungen Wohnungsstationen	Hausübergabe, Zirkulations-Steigleitungen Wohnungsstationen
Wartungsaufwand	bleibt	bleibt	geringer	bleibt, Rest extern
Heizkostenabrechnung	extern	extern	Vermieter	extern
Wärmekosten	Gaspreis	Gaspreis	Gaspreis + HK-Abrechnung	Wärmepreis

Raumluftunabhängige Gasetagenheizungen müssen seit September 2015 den Anforderungen zur Energieeffizienz nach der europäischen Verordnung Nr. 813/2013 genügen. In Mehrfamilienhäusern können sich aus Sicherheitsgründen hier Schwierigkeiten ergeben, wenn mehrere Heizgeräte an eine gemeinsame Abgasanlage angeschlossen sind und ein Gerät ausgetauscht werden muss. Eine zukunftsfähige Alternative ist der Einbau einer zentralen Wärmeversorgung, da dann erneuerbare Energien (z.B. Nahwärme Heizwerk regenerativ) oder auch Kraft-Wärme-Kopplung genutzt werden können. Zentrale Systeme sind allerdings als Alternative für den Sanierungsfall „Ersatz der Gastherme in einer oder einigen wenigen Einzelwohnungen“ praktisch nicht realisierbar, da in diesem Fall eine parallele Infrastruktur aufgebaut und geführt werden

muss. Die Problematik der doppelten Systemführung kann folglich nur vermieden werden, wenn es gelingt entweder schrittweise alle Stockwerke zu sanieren oder – idealerweise - die Gesamtsanierung des Gebäudes realisiert wird.

Soll die Bedarfsdeckung der benötigten Endenergie zukünftig durch Nah-/Fernwärme und durch Strom gedeckt werden, so wäre aus technischer Sicht der Einsatz einer KWK-Anlage eine mögliche Option.

#### **4.2.2 Nahwärmenetz (Insellösungen) mit Kraft-Wärme-Kopplung**

Ideale Bedingungen für den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung – also die gemeinsame Produktion von Wärme und Strom – herrschen vor, wenn ein hoher Strom- und Wärmeverbrauch an einem Ort besteht. Interessant sind vor allem Gebäude, die ganzjährig einen hohen Wärmebedarf aufweisen (z.B. Schwimmbäder, Altenheime, Geschosswohnungsbauten). Nahwärmelösungen können dort besonders wirtschaftlich realisiert werden, wo hohe Wärmeverbräuche auf kleinem Raum anfallen und lange Wegstrecken zum Transport der Wärme entfallen. Perspektivisch sind drei Gebiete für den Einsatz von Nahwärme geeignet. In den ausgewählten Teilgebieten ist zu erwarten, dass auch nach Sanierung der Gebäude eine ausreichend große Wärmedichte für den Betrieb eines BHKW vorhanden sein wird (vgl. Abb. 46). Durch einen Ausbau des Netzes und den Anschluss weiterer benachbarter Gebäude kann der Rückgang der Wärmedichte bei bereits angeschlossenen und nachträglich sanierten Gebäuden wieder ausgeglichen werden. Auch bauliche Nachverdichtung, wie sie z.B. von St. Bruno-Werke im Bereich der Neumühle angedacht ist, beeinflusst grundsätzlich die Rentabilität der Fernwärme positiv. Qualitative Zahlen zum Nachverdichtungspotential liegen derzeit nicht vor. Deshalb sollte im weiteren Sanierungsverfahren geprüft werden, ob nicht auch der Anschluss von Gebieten mit niedrigeren Wärmedichtezahlen unter CO<sub>2</sub>, energetischer und/oder volkswirtschaftlicher Sicht sinnvoll sein könnte.

Die Abbildungen zeigen die Priorisierung räumlicher Potenziale für eine BHKW-Strategie: Variante eins legt die benachbarten Baublöcke der beiden Wohnungsbaugesellschaften, die Interesse an einer zentralen Versorgung signalisiert haben, zusammen. Variante zwei orientiert sich am bereits vorhandenen Nahwärmenetz „Am Schwarzenberg“ und die dritte Variante berücksichtigt das in Planung befindliche BHKW zur Versorgung des neuen Schwimmbades<sup>16</sup>. Basieren kann die Versorgung der Heizzentralen auf einem erdgasbetriebenen BHKW mit Einsatz von Brennstoffzelle. Als zukunftsfähige Option kann statt fossilem Erdgas auch Bio-Methan für den BHKW-Betrieb eingesetzt werden.

---

<sup>16</sup> Es handelt sich hierbei um prinzipielle Vorschläge, die in der weiteren Planung noch variiert werden sollten. So ist in der zunächst als kommunales Netz geplanten dritten Netzvariante durch andere Trassenführung der Anschluss weiterer Abnehmer möglich.

### Eckdaten Nahwärme-Insel 1: Neumühle + Bayernstraße

- Gesamtleistung ca. 2.900 kW
- Gesamt-Wärmeerzeugung ca: 5.380 MWh/a
- Heizzentrale BHKW 252 kW + Gasspitzenlastkessel
- Gesamt-Wärmeerzeugung nach Sanierung ca. 3.815 MWh/a



Abbildung 34: Nahwärme-Insellösung 1

### Eckdaten Nahwärme-Insel 2: Am Schwarzenberg

- Zusammenschluss von drei Heizzentralen durch Nahwärmeleitung, Wärmenetze vorhanden
- Heizzentrale BHKW + Gasspitzenlastkessel
- Gesamtleistung ca. 1.900 kW
- Gesamt-Wärmelieferung ca. 3.910 MW



Abbildung 35: Nahwärme-Insellösung 2

### Eckdaten Nahwärme-Insel 3: Wärmenetz kommunal und AWO Altenheim

- Kommunales Netz zwischen beiden Schulen
- Trassenführung entlang Albertus-Magnus-Weg
- Ggf. Anschluss KiGa und AWO Ersatzneubau
- Gesamtleistung ca. 760 kW
- Gesamt-Wärmeerzeugung ca. 1.520 MWh/a
- Heizzentrale BHKW 90 kW + Gasspitzenlastkessel



Abbildung 36: Nahwärme-Insellösung 3

#### 4.2.3 Räumliche Potentiale für Fernwärme der WVV

Die bereitgestellte Wärme des Fernwärmenetzes der WVV wird bevorzugt unter Einbeziehung regenerativer Energiequellen nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung im modernen Heizkraftwerk an der Friedensbrücke erzeugt, sowie durch das Müllheizkraftwerk des Zweckverbandes Abfallwirtschaft. Das Fernwärmenetz deckt große Teile der Würzburger Stadtgebiete ab. Der zertifizierte Primärenergiefaktor<sup>17</sup> liegt bei  $fp,FW(2008-2010) = 0,19$  (im Vergleich zu Gas 1,10) und der  $CO_2$ -Faktor der Fernwärme beträgt  $67,2 \text{ gr/kWh}$ <sup>18</sup>.

Ein Fernwärmenetz in Lindleinsmühle kann die Basis für die Energiewende sein, da Wärme effizient, umweltschonend und zukunftsorientiert erzeugt und bereitgestellt wird. Angesichts der großen Potentiale, die die Fernwärmeerzeugung und -verteilung im Stadtgebiet Würzburg bieten, wird es aus energetischer Sicht als sinnvoll erachtet, die Errichtung einer Fernwärmeleitung in die Lindleinsmühle genauer zu untersuchen. Dies setzt aber voraus, dass sich günstige Voraussetzung, wie z.B. ein hoher Wärmebedarf bei gleichzeitig hoher Wärmedichte, für eine langfristige Wärmeversorgung des Areals bieten.



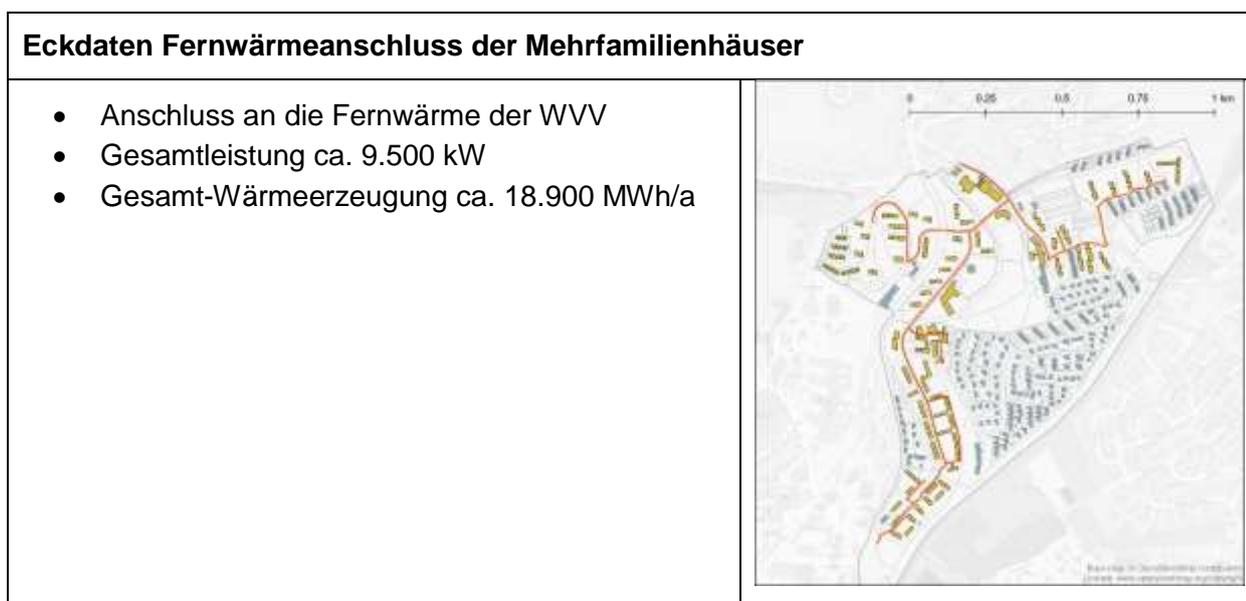
Abbildung 37: Versorgungsbereich Fernwärme

Über die Verbrauchsdaten der WVV und eigene Berechnungen konnten die Cluster mit einem hohen Wärmebedarf identifiziert werden. Die vorgeschlagenen Erweiterungen des Fernwärmenetzes in der folgenden Karte steuern Bereiche mit Schlüsselkunden an. Schlüsselkunden sind

<sup>17</sup> Siehe auch Tabelle 54, Kapitel 5.2.3

<sup>18</sup> WVV in einer Email vom 06.02.2019 gemäß Umwelterklärung der Heizkraftwerk Würzburg GmbH

größere Abnehmer. Als für die Fernwärme besonders gut geeignet gelten Mehrgeschosswohngebäude mit hohen Wärmedichten (Abb. 25) Ein weitergehender Ausbau der Fernwärme in die Bereiche mit Einfamilienhäusern und Reihenhäusern wird mittelfristig als wenig realistisch erachtet. Ein Netzausbau lässt sich nur realisieren, wenn bestimmte Schlüsselkunden im Gebiet vorhanden sind und anschließen wollen. In den EFH/RH Gebieten gibt es diese Schlüsselkunden nicht, sondern eine Vielzahl gleichartiger Abnehmer.



**Abbildung 38: Fernwärmeanschluss Geschosswohnungsbau**

Um die Fernwärme in einem Gebäude nutzbar zu machen, muss eine zentrale Versorgungsstruktur im Gebäude vorhanden sein. Da bei dem Großteil der betrachteten MFH eine zentrale Versorgung über Gasheizungen vorliegt, bedeutet sie keinen größeren Aufwand für die Heizungs- und Warmwasser-Zentralisierung. Dort wo noch gasbefeuerte Etagenheizungen vorhanden sind, ist eine Zentralisierung im Haus erforderlich.

Aber auch hier gilt: der Nah- bzw. Fernwärme-Ausbau wird den dynamisch ablaufenden Umbauprozess berücksichtigen müssen. Dies setzt grundsätzlich eine enge Zusammenarbeit und ein Zusammendenken von immobilienwirtschaftlichen, städtebaulichen und versorgungstechnischen Veränderungsstrategien voraus, die erfahrungsgemäß mit einem erheblichen Kooperations- und Koordinationsaufwand verbunden sind. Die mit Projektstart in der Lindleinsmühle praktizierte besondere Kooperation zwischen Stadtverwaltung, Stadtwerken und den Wohnungsbaugesellschaften als potentielle Schlüsselabnehmer, war jedoch beispielgebend und eröffnet eine einzigartige Chance.

Die Anbindung an die FW der WVV wird somit als Leitstrategie der Energetischen Stadtsanierung ausdrücklich empfohlen.

Aus den Ergebnissen der Szenario-Entwicklung (siehe auch Kapitel 4.5.2.) lässt sich ableiten, dass die Versorgung mit Fernwärme auch bei stark zurückgehenden Wärmebedarf langfristig noch wirtschaftlich tragfähig bleiben wird.

Für eine zukünftig deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen sind tiefgreifende Schritte notwendig. Hierzu zählen die Erhöhung des Anteils an regenerativen Energien. Die Bedingungen für Investitionen in die Erweiterung des Fernwärmenetzes sind günstig. Gebäudeseitig sind Investitionen in den Erhalt und für die Instandsetzung der Gebäude notwendig. Im Zuge dieser

Arbeiten sollen dezentrale Gasetagenheizungen beseitigt werden und zentrale Versorgungsstrukturen aufgebaut werden. Die beiden Wohnungsbaugesellschaften signalisieren großes Interesse einer Anbindung ihrer Gebäude an die Fernwärme der WVV.

Eine besondere Konstellation bildet außerdem die unmittelbare Nachbarschaft der Uni-Kliniken Würzburg. Hier könnte ein besonders innovativer Handlungs- und Lösungsansatz entwickelt werden: den zentralen Bezugspunkt einer gemeinsamen Energiestadtplanung bildet die Anbindung beider Gebiete an die Fernwärme, durch die sukzessive Erweiterung des bestehenden Netzes. Damit wäre eine CO<sub>2</sub> neutrale Versorgung beider Gebiete auf lange Sicht realisierbar.

Zu diesem Zweck kann eine Fernwärmeleitung, die vor allem die Geschosswohnungsbauten in Lindleinsmühle sukzessive anschließt, gelegt und mit dem bereits bestehenden Fernwärmenetz der Würzburger Innenstadt verbunden werden. Die von Lindleinsmühle durchgeführte Wärmemenge könnte besonders effizient genutzt werden bei einer zusätzlichen Versorgung des Neubau-Bereichs der Uni-Kliniken. Die abgekühlten Temperaturen erfordern allerdings ein Niedertemperaturnetz mit einer speziell angepassten Heiz- und Gebäudetechnik. Im weiteren Planungsprozess kann sich eine Machbarkeitsstudie mit der Versorgung der geplanten Neubauten der Uni-Kliniken und dem unmittelbar angrenzenden Bestandsgebiet Lindleinsmühle befassen. Der besondere Innovationsgehalt liegt darin, dass ein zweistufiges Fernwärmenetz aus Hoch- sowie Niedertemperatur aufgebaut würde. Langfristiges Ziel der Stadtentwicklung könnte also die energetische Verknüpfung beider Gebiete sein.

#### 4.2.4 Kombination von Maßnahmen an der Gebäudehülle und Anlagentechnik

Auf Basis der zuvor dargestellten versorgungstechnischen Potentiale wurde exemplarisch die Kombination von Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Anlagentechnik am Modellgebäude eines typischen Mehrfamilienhauses an der Neumühle simuliert. Ergänzend zu den bereits dargestellten Maßnahmen an der Gebäudehülle nach dem Mindeststandard der EnEV wurden bauliche Maßnahmen nach dem Standard der KfW-Förderbank (Kreditanstalt für Wiederaufbau) untersucht. Aus der Kombination mit optimierter Wärmeversorgung können Energiestandards erreicht werden, die über die KfW-Förderbank besonders gut bezuschusst werden – sogenannte KfW Effizienzhaus-Standards. Der beste, in den nachfolgenden Varianten erreichte Standard, das Effizienzhaus 70 wird beispielsweise mit einem zinsgünstigen Darlehen und einem Tilgungszuschuss von derzeit 22,5% der Darlehenssumme gefördert.

##### Einsparpotential der Gebäudehülle:

- Dämmung aller wärmeübertragenden Flächen nach EnEV 2014<sup>19</sup>
- Alternativ Dämmung aller wärmeübertragenden Flächen nach KfW-Standard<sup>20</sup>
- Gezielte Betrachtung der Wärmebrücken: 0,05 W/m<sup>2</sup>K
- Durchführung eines Luftdichtigkeitstests: Luftwechsel 0,60 h<sup>-1</sup>

##### Einsparpotential der Gebäudetechnik (Varianten):

- Erneuerung der wohnungszentralen Heizkessel auf Gas-Brennwerttechnik
- Umstellung der wohnungszentralen Beheizung auf einen zentralen Gas-Brennwertkessel
- Ergänzung eines zentralen Kessels mit einer Warmwasser-Solaranlage
- Einbau von Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung
- Installation einer Photovoltaikanlage zur Nutzung des Solarstroms im Gebäude
- Umstellung der Beheizung durch Anschluss an ein Nah- oder Fernwärmenetz auf Basis Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) mit erneuerbarem Energieträger (vergleichbar mit Anschluss an Fernwärmenetz der WVV)

Zur Veranschaulichung dieser Einsparpotentiale wurden mehrere Varianten aus Kombinationen dieser Maßnahmen am Beispielgebäude untersucht:

Variante 1. Optimierung der Gebäudehülle nach Standard der Energieeinsparverordnung EnEV

Variante 2. Optimierung der Gebäudehülle nach Standard der KfW-Förderbank

Variante 3. Wie 2, jedoch zusätzlich Erneuerung der Wohnungszentralen Heizkessel (Gas-Brennwert)

Variante 4. Wie 2, jedoch Umstellung auf einen gebäudezentralen Gas-Brennwertkessel. Es wird der KfW-Standard Effizienzhaus 115 erreicht.

Variante 5. Wie 1, jedoch Umstellung auf einen gebäudezentralen Gas-Brennwertkessel und zusätzlich Warmwasser-Solaranlage. Es wird der KfW-Standard Effizienzhaus 100 erreicht.

Variante 6. Wie 4, zusätzlich Solarstromanlage und kontrollierte Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung. Es wird der KfW-Standard Effizienzhaus 85 erreicht.

Variante 7. Wie 1, jedoch Umstellung auf zentrale Wärmeversorgung mit Anschluss an ein Wärmenetz auf Basis KWK regenerativ. Es wird der KfW-Standard Effizienzhaus 85 erreicht.

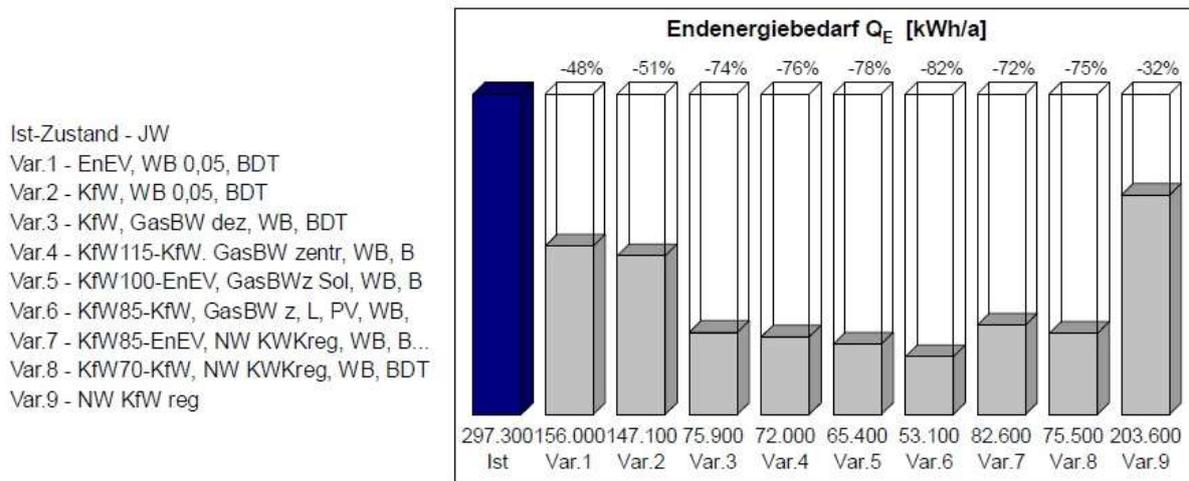
<sup>19</sup> Anforderung bei Änderung oder Ersatz von Bauteilen nach Energieeinsparverordnung 2014, Anhang 3, Tabelle 1

<sup>20</sup> Anforderungen nach KfW-Programm 152 Energieeffizient Sanieren bei Einzelmaßnahmen

Variante 8. Wie 2, jedoch Umstellung auf zentrale Wärmeversorgung mit Anschluss an ein Wärmenetz auf Basis KWK regenerativ. Es wird der KfW-Standard Effizienzhaus 70 erreicht.

Variante 9. Umstellung auf zentrale Wärmeversorgung mit Anschluss an ein Wärmenetz auf Basis KWK regenerativ. Keine Verringerung der Wärmeverluste. Es wird kein förderfähiger KfW-Standard erreicht.

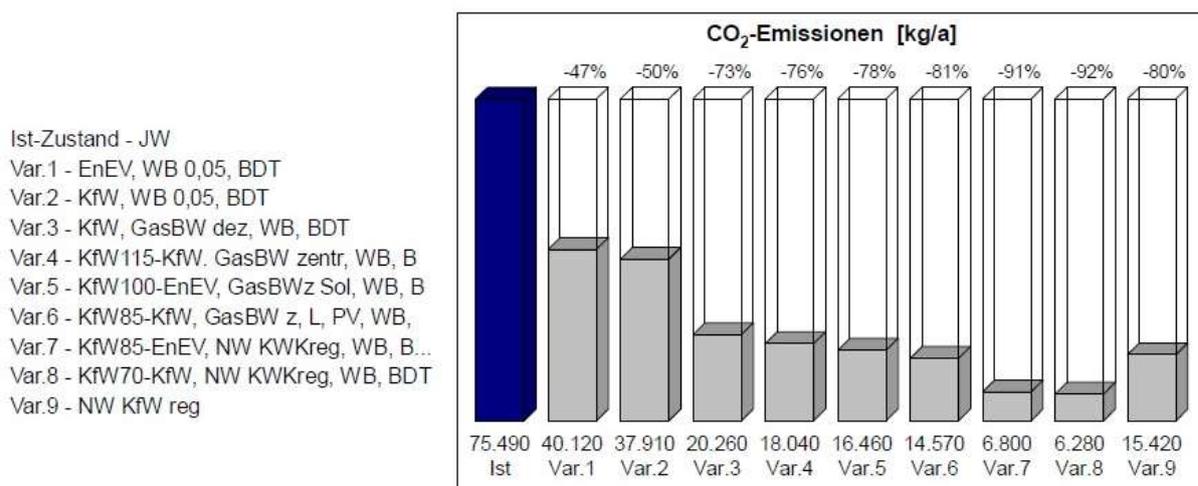
Nachfolgende Grafik zeigt den Einfluss der Maßnahmen auf den Endenergiebedarf:



**Abbildung 39: Einsparpotential Endenergie Wohngebäude Bei der Neumühle**

Auffallend ist, dass allein durch Verbesserung der Gebäudehülle eine Energieeinsparung von 50% erreicht werden kann. Die Lüftungswärmeverluste haben hier noch einen großen Einfluss. Weitere Einsparungen werden durch die Optimierung der Gebäudetechnik erreicht.

Nachfolgende Grafik zeigt ein Einfluss der Maßnahmen auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Gebäudes.



**Abbildung 40: Einsparpotential CO<sub>2</sub>-Emissionen Wohngebäude An der Neumühle**

Bemerkenswert ist hier, dass alleine durch Umstellung auf Nahwärme auf Basis Kraft-Wärme-Kopplung mit regenerativen Energieträgern beziehungsweise auf die Fernwärme der WVV eine CO<sub>2</sub>-Minderung von 80% erreicht werden kann (Variante 9)

Der bis zum Jahr 2050 angestrebte weitgehend CO<sub>2</sub>-neutrale Gebäudebestand kann nur durch die Kombination einer Optimierung der Gebäudehülle und einer Wärmeversorgung auf regenerativer Basis wie zum Beispiel die Fernwärme der WVV erreicht werden (Varianten 7 und 8).

### 4.3 Haushaltsstrom und Haustechnik

Die Bundesregierung hat sich mit dem Energiekonzept aus dem Jahre 2010 zum Ziel gesetzt, den Stromverbrauch bis 2020 um 10% gegenüber 2008 zu senken. Für die Abschätzung des Stromverbrauchs in der Zukunft ist es hilfreich, die Entwicklung des Stromverbrauchs in der Vergangenheit zu analysieren. Im Sektor private Haushalte ist die Stromintensität im Zeitraum von 1990 bis 2016 mit einer durchschnittlichen Wachstumsrate von 0,2 Prozent pro Jahr gestiegen. Umso ehrgeiziger ist das Ziel, zumal neue Stromverbraucher wie Elektroautos und Wärmepumpen hinzustoßen.



Abbildung 41: Stromverbrauch und -intensität private Haushalte

Insgesamt rangiert Strom im Jahr 2016 mit einem Anteil von 19,3 Prozent am Endenergieverbrauch der privaten Haushalte nach Gas (39,9 Prozent) und knapp hinter Heizöl (19,4 Prozent) an dritter Stelle des Endenergieverbrauch<sup>21</sup>.

Für das Untersuchungsgebiet beträgt der Endenergieverbrauch beim Haushaltsstrom ca. 5.5 GWh/Jahr. Das entspricht 17,4% des Gesamtenergieverbrauchs und ist nach der Wärmeenergie die zweitgrößte Position in der Energiebilanz.

#### Verhaltensbezogenes Potential

Innovative Anlagen und Produkte müssen nicht nur zu einer Verbrauchssenkung führen, sondern auch „intelligenter“ werden. Aber auch die Verbraucher sind gefragt. Neben Maßnahmen am Gebäude lassen sich auch durch geändertes Nutzungsverhalten Energieeinsparungen realisieren.

<sup>21</sup> BMWi, Energieeffizienz in Zahlen, Entwicklungen und Trends in Deutschland 2018, Berlin 2018

Maßnahmen in diesem Bereich sind nicht-investiv und setzen auf Information und Motivation der Bewohner, wie und wo Energie gespart werden kann (siehe auch Kap. 6, Maßnahmen Sanierungsmanagement).

Technische Themen wie Energieeinsparung, Stand-By-Verbrauch, Energieeffizienz von Geräten und richtiges Lüften sollten so bekannt gemacht werden, dass die privaten Haushalte selbstständig eine Änderung ihrer Gewohnheiten durchführen. Einsparungen von über 10 Prozent erreicht ein knappes Drittel der untersuchten Haushalte im Allgemeinen bei einer gezielten Energiesparberatung vor Ort.<sup>22</sup> Verschiedene Quellen gehen im Strombereich von Einsparpotenzialen von 5 bis 30% durch ein geändertes Verbrauchsverhalten aus, die ohne Komfortverluste erreicht werden könnten. Im Bereich Raumwärme wird das verhaltensbezogene Potenzial auf etwa 25% geschätzt.<sup>23</sup>

Möglichkeiten zur Stromeinsparung im Haushaltsbereich gibt es viele. Zu nennen sind unter anderem:

- Einsatz von LED Leuchten
- Einsatz stromsparender Haushaltsgeräte, Computer und Unterhaltungselektronik
- Reduzierung bzw. Vermeidung von Stand-by Betriebsphasen
- Überprüfung von elektrischen Warmwasserbereitern (dazu zählen auch z.B. Spül- und Waschmaschine)
- Treppenhaus u. Freiflächenbeleuchtung mit LED Leuchten
- Beleuchtung bedarfsgesteuert durch Dämmerungsschalter, Zeitschaltuhr und Bewegungsmelder
- Einsatz von effizienten Pufferspeichern (Schichtenspeicher)

Indirekte Stromeinsparungen lassen sich neben dem Ersatz bestehender Elektroheizungen durch die Substitution von Elektroboilern erzielen, wobei sich eine effiziente Heiztechnik zusätzlich positiv auf die CO<sub>2</sub> Bilanz auswirkt:

- Zentrale Warmwasserbereitung über die Heizungsanlage mit Gas- bzw. Pellet-Brennwerttechnik
- Warmwasserbereitung durch Solarthermie im Zusammenwirken mit Pufferspeichern (Schichtenspeicher)

---

<sup>22</sup> VDE, Effizienz- und Einsparpotentiale elektrischer Energie in Deutschland, Frankfurt 2008

<sup>23</sup> IWU: Nutzerverhalten im Mietwohnbereich, Darmstadt 2009

## 4.4 Einsparpotentiale Erneuerbare Energien

Die Potentialanalyse zu erneuerbaren Energien beschränkt sich auf die für das Quartier relevanten Bereiche. Für eine flächendeckende Potentialanalyse zu erneuerbaren Energien im gesamten Stadtgebiet sei auf das „Integrierte Klimaschutzkonzept (IKK)“ der Stadt Würzburg verwiesen.

### 4.4.1 Solarpotenziale

#### Geeignete Dachflächen

Technisch ist im Grunde jede besonnte Dachfläche für die Solarenergienutzung geeignet. Für die Solarthermie Nutzung (für Warmwasser und Heizung) sind nur möglichst nach Süden ausgerichtete Dachflächen geeignet, West- und Ost-Orientierungen nur bedingt. Anders sieht es inzwischen bei der Photovoltaik aus. Waren zu Beginn des Solarstrom-Booms nur nach Süden ausgerichtete Dachflächen interessant, sind heute insbesondere für die Eigenstromnutzung auch nach Ost und West orientierte Dachflächen gut geeignet, und selbst flach nach Norden geneigte Dächer werden heute genutzt. Voraussetzung ist nur ein weitgehend unverschattetes, tragfähiges Dach mit mindestens der gleichen Lebensdauer, wie die geplante Nutzungsdauer der PV-Anlage.

Somit bietet bei fast jedem Gebäude zumindest eine Teilfläche des Daches Potenzial zur Solarenergienutzung<sup>24</sup>. Einschränkungen bestehen bei größerer Verschattung. Darüber hinaus muss die Tragfähigkeit des Daches berücksichtigt werden.

Flachdächer sind in Lindleinsmühle weit verbreitet, in einigen Clustern sogar die überwiegende Mehrzahl. In den Zeiten hoher EEG-Vergütung für Solarstrom wurden PV-Module möglichst optimal nach Süden mit einer Neigung von 30 bis 35° montiert, um einen möglichst hohen Gesamtertrag zu erzielen. Dies führte zu Spitzenenerträgen in der Mittagszeit. Es wurden nur Süddächer genutzt und bei Flachdächern mussten die Module zur Vermeidung von Verschattung bei Aufständigung auf Abstand montiert werden. Inzwischen liegt der Fokus zum Zwecke der Eigenstromnutzung mehr auf einem zeitlich gleichmäßigeren Ertrag. Dünnschichtmodule erzielen allgemein einen etwas geringeren, dafür aber gleichmäßigeren Ertrag – Orientierung und Neigung haben eine geringere Auswirkung. Auf Flachdächern werden Module teilweise flach montiert, bei Satteldächern werden teilweise auch flache Norddächer genutzt. Dies führt zu einer gewissen Relativierung der Unterschiede bei den Dachformen. Zu beachten ist jedoch bei Flachdächern die technische und statische Eignung der bestehenden Konstruktion.

Aufgrund der aktuellen EEG-Regelungen ist bei Solarstromnutzung vor allem ein hoher Anteil an Eigenstromerzeugung günstig.

#### Potential der nutzbaren Solarenergieeinstrahlung

Für die Erfassung aller Gebäude mit Ausrichtung, Dachneigung und Verbauung im Einzelnen wäre eine gesonderte Verschattungs- und PV-Studie ideal, die den Rahmen eines Quartierskonzepts sprengen würde. Um das gesamte technisch nutzbare Potenzial aus Dachflächen-Solaranlagen zu ermitteln, wurde daher hier auf Basis der Grundfläche aller Gebäude anhand von empirisch ermittelten Kennzahlen, die statistisch nutzbare Solarenergieeinstrahlung errechnet. Die hierbei verwendeten Werte aus dem Leitfadens-Energienutzungsplan basieren auf der Untersuchung mehrerer bayerischer Gemeinden, in denen die Dachflächen auf ihre Eignung für die Solarnutzung hinsichtlich Flächenanteil, Neigung und Ausrichtung analysiert wurden. Berücksichtigt sind

---

<sup>24</sup> Ein zusätzliches Flächenpotential bieten die Fassaden der Gebäude, entweder als fassadenintegrierte Photovoltaikmodule oder als kleine Steck-Solar-Geräte, sogenannte „Balkon-Module“. Diese zusätzlichen Flächen wurden im Rahmen der Potentialabschätzung nicht gesondert berücksichtigt.

alle süd-, ost-, west-, süd-ost- und süd-west-orientierten Steildächer sowie alle Flachdächer auf Haupt- und Nebengebäuden<sup>25</sup>. Dieser Wert ist abhängig von der jeweiligen Strahlungszone:

- Solare Einstrahlung im Quartier ca. 1060 – 1104 kWh/m<sup>2</sup>a (Solaratlas Bayern)
- Typisch nutzbare Solareinstrahlung pro m<sup>2</sup> Gebäudegrundfläche (Zone3): 620 kWh/(m<sup>2</sup>GF\*a) (Leitfaden Energienutzungsplan)

Die Gebäudegrundflächen wurden im GIS (Geografisches Informations-System) erfasst und sind somit differenzierbar. Zum Beispiel kann zwischen Einfamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern unterschieden werden:

- Grundflächen Hauptgebäude: 97.387 m<sup>2</sup>
- Grundflächen. Haupt- und Nebengebäude.: 120.622 m<sup>2</sup>
- Grundflächen EFH, DHH, RH: 41.350 m<sup>2</sup>

Zur Ermittlung des zusätzlichen Solarenergiepotentials sind die bereits mit Solarthermie oder PV-Anlagen belegten Dachflächen abzuziehen. Hier wurde die Grundfläche der jeweiligen Gebäude komplett berücksichtigt.

- Flächen Gebäude mit PV im Bestand: 4.009 m<sup>2</sup>
- Grundflächen Gebäude mit Solarthermie im Bestand: 2.000 m<sup>2</sup>

### **Nutzbares Solarenergiepotential**

Zur Ermittlung des nutzbaren Solarenergiepotentials ist der Nutzungsgrad der jeweiligen Anlagen zu berücksichtigen. Es wurde angenommen:

- Der Jahresnutzungsgrad thermischer Solaranlagen für Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung beträgt 22,5 %
- Der Jahresnutzungsgrad thermischer Solaranlagen nur für Warmwasserbereitung beträgt 32,5 %

Bei Photovoltaikanlagen schreitet die technische Entwicklung derzeit noch voran. Ältere Studien gehen von einem geringeren Nutzungsgrad aus als heute zu erreichen ist:

- Der Jahresnutzungsgrad PV-Anlage laut Leitfaden ENP aus dem Jahr 2011 beträgt 8,5%. Dies entspricht etwa dem aus der Peakleistung abgeschätztem Ertrag der in Lindleinsmühle bereits installierten Anlagen.
- Aktuelle Annahmen zu PV-Anlagen, zum Beispiel die Plattform „photovoltaik.org“ gehen von höheren Nutzungsgraden aus<sup>26</sup>: 13,5 %

Zur Potentialabschätzung wird im Quartierskonzept Lindleinsmühle der Umstand berücksichtigt, dass hier Flachdächer vorherrschen. Zur Vermeidung von gegenseitiger Verschattung aufgeständerter Module muss hier ein größerer Abstand vorgesehen werden. Ausgehend von den gemeldeten Solarstromerträgen der vorhandenen Anlagen wird von einem Ertrag von 35 kWh pro Jahr und m<sup>2</sup> Flachdachfläche ausgegangen. Dies entspricht zum Vergleich mit den oben genannten Daten auf die nutzbare Dachfläche übertragen einen Nutzungsgrad von 5,65%.

Hausbesitzer können sich im Energie- und Klimazentrum der Stadt Würzburg mit Hilfe des kommunalen Solarkatasters zum individuellen Solarpotenzial ihres Hauses beraten lassen.

---

<sup>25</sup> StMUG: Leitfaden Energienutzungsplan, München 2011

<sup>26</sup> Quelle: <https://www.photovoltaik.org/>

## Szenarien der Solarenergienutzung

Auf Grundlage der zuvor beschriebenen Daten wurden für Lindleinsmühle mehrere Szenarien der Solarenergienutzung untersucht:

- Szenario 1 100% Solarthermie: Sämtliche Dachflächen der Hauptgebäude im Quartier werden für thermische Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung genutzt. Dies ist ein eher theoretisches Szenario, denn die solare Heizungsunterstützung setzt eigentlich überwiegend Flächenheizungen voraus. Im Geschosswohnungsbau ist Solarthermie nur schwer sinnvoll ein zu setzen. Denkbar wäre dieses Szenario in Verbindung mit einem flächendeckenden Nahwärmenetz<sup>27</sup>, das unter anderem dezentral über Solarthermieanlagen gespeist wird. Außerdem wären voraussichtlich größere Wärmespeicher notwendig.
- Szenario 2 100% Photovoltaik: Sämtliche Dachflächen der Hauptgebäude im Quartier werden für Photovoltaikanlagen zur Solarstromnutzung vorgesehen. Jahresnutzungsgrad der PV-Anlagen konservativ mit 8,5%
- Szenario 3 100% Photovoltaik: Sämtliche Dachflächen der Hauptgebäude im Quartier werden für Photovoltaikanlagen zur Solarstromnutzung vorgesehen. Jahresnutzungsgrad der PV-Anlagen optimistisch mit 13,5%
- Szenario 4 bedarfsorientierte Szenario WW a): Für Solarthermie wird so viel Fläche vorgesehen, wie für eine Deckung des gesamten Warmwasserbedarfes von 60% notwendig. Die restlichen Dachflächen der Hauptgebäude werden für Photovoltaikanlagen zur Solarstromnutzung vorgesehen. Jahresnutzungsgrad der PV-Anlagen optimistisch mit 13,5%
- Szenario 5 bedarfsorientierte Szenario WW b): Für Solarthermie wird so viel Fläche vorgesehen, wie für eine Deckung des gesamten Warmwasserbedarfes von 60% nur der Einfamilienhäuser und kleinen Mehrfamilienhäusern notwendig. Die restlichen Dachflächen der Hauptgebäude werden für Photovoltaikanlagen zur Solarstromnutzung vorgesehen. Jahresnutzungsgrad der PV-Anlagen optimistisch mit 13,5%. Die Beschränkung auf die Einfamilienhäuser erscheint realistischer. Bei Mehrfamilienhäusern könnte die Nutzung von PV-Anlagen für Mieterstrom interessanter sein. Überschüssiger Strom könnte dort nach dem Prinzip Power-to-Heat Pufferspeicher oder Warmwasserspeicher erwärmen.

Mit Szenario 5 ist demnach mit einem thermischen Solarertrag von ca. 1.165 MWh pro Jahr zu rechnen, sowie mit einem Solarstromertrag von 7.160 MWh pro Jahr.

Es ist zu beachten, dass aufgrund von Wirkungsgradsteigerungen dieser Wert in Zukunft sehr wahrscheinlich steigen wird.

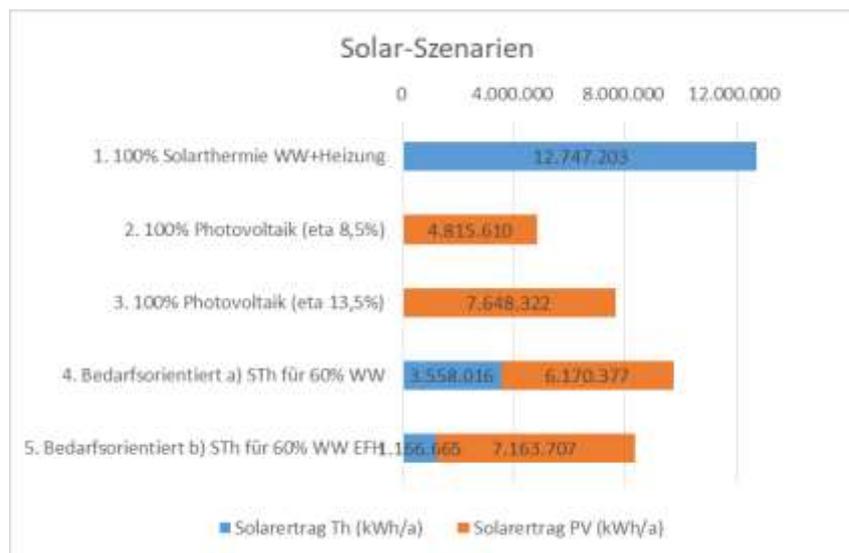
Das Szenario ist ehrgeizig aber langfristig machbar, sowie ein wichtiger Baustein einer CO<sub>2</sub>-neutralen Energieversorgung.

---

<sup>27</sup> Eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen und effizienten Betrieb auch der Solaranlage ist ein möglichst tiefes Temperaturniveau des Wärmenetzes.

**Tabelle 10: Solar-Szenarien**

Solar-Szenarien	Solarertrag Th (kWh/a)	Solarertrag PV (kWh/a)
1. 100% Solarthermie WW+Heizung	12.747.203	
2. 100% Photovoltaik (eta 8,5%)		4.815.610
3. 100% Photovoltaik (eta 13,5%)		7.648.322
4. Bedarfsorientiert a) STh für 60% WW	3.558.016	6.170.377
5. Bedarfsorientiert b) STh für 60% WW EFH	1.166.665	7.163.707



**Abbildung 42: Solar-Szenarien**

## 4.4.2 Geothermie

### Oberflächennahe Geothermie (bis 400m)

Die oberflächennahe Geothermie beschreibt die Nutzung der Erdwärme über Kollektoren und Sonden. Erdwärmekollektoren und -sonden sind in sich geschlossene geothermische Systeme, die über ein Wärmeträgermedium die Wärme bereitstellen.

Die Standorteignung oberflächennaher Geothermie im Quartier Lindleinsmühle<sup>28</sup>:

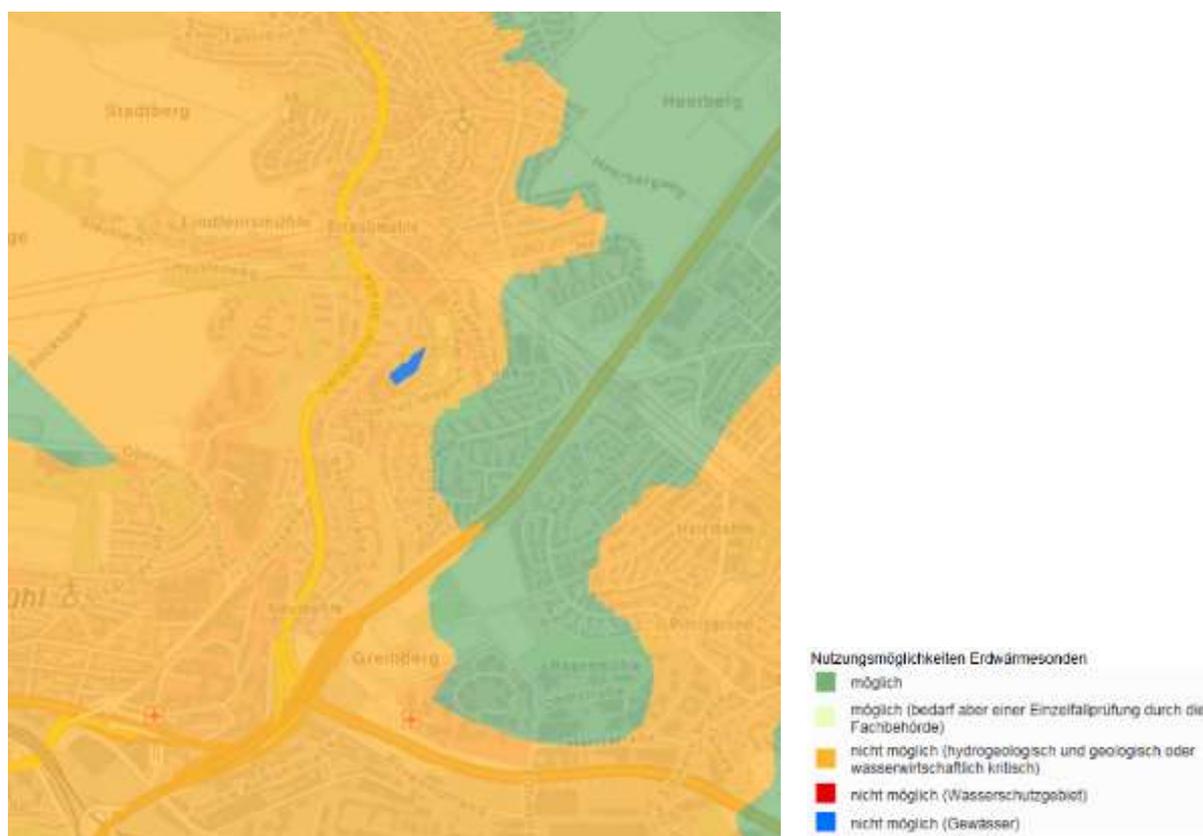


Abbildung 43: Nutzungsmöglichkeiten Erdwärmesonden

Oberflächennahe Geothermie im Quartier Lindleinsmühle ist in großen Bereichen nicht möglich. Lediglich im östlichen Bereich, auf der Anhöhe der Frankenstraße bestehen Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärmesonden. Hier sollten weiterführende, spezifische Potentialuntersuchungen angestrebt werden. Insbesondere für die Einfamilienhäuser in diesem Bereich, mit Garten und Dachflächen können Wärmepumpe in Verbindung mit Erdwärmesonden eine wirtschaftliche Option sein. Kombiniert mit einer PV-Anlage auf dem Dach kann ein hoher Anteil an Eigenstromnutzung erzielt werden. Bei entsprechenden Planungen ist aber darauf zu achten, dass nennenswerte Primärenergieeinsparungen nur bei Neubauten oder vollsanierten Gebäuden zu erwarten sind.

### Tiefengeothermie (ab 400 m)

Das Potential der Tiefengeothermie wurde bereits von B.A.U.M. Consult GmbH 2012 im Integrierten Klimaschutzkonzept für die Stadt Würzburg untersucht:

<sup>28</sup> Quelle: Energie-Atlas, Bayern

„Allgemein lässt sich feststellen, dass die Stadt Würzburg in einem Gebiet liegt, in welchem Energieerzeugung aus tiefer Geothermie wirtschaftlich nicht realisierbar erscheint. Dies wurde mit der Stadt Würzburg in Rücksprache mit dem Wasserwirtschaftsamt bestätigt.“

#### 4.4.3 Biomasse

Die Potentialabschätzungen im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes der Stadt Würzburg verweisen darauf, dass bilanziell kein ungenutztes Potential an Biomassereststoffen zur Verfügung steht.

„In Summe beträgt das nutzbare Gesamtpotenzial an fester Biomasse für das Betrachtungsgebiet rund 18.080 MWh/a. In der Stadt Würzburg werden bereits rund 55.164 MWh/a durch die Feuerung von Biomasse-Zentralöfen und Einzelfeuerstätten verbraucht (z.B. durch Zukauf aus dem Landkreis, etc.). Somit besteht aus eigenen Ressourcen im Betrachtungsgebiet kein weiteres Ausbaupotenzial.“<sup>29</sup>

#### 4.4.4 Wind

Im innerstädtischen Bereich sind theoretisch Kleinwindanlagen z.B. auf Hochhäusern denkbar. Die Potentialanalyse für die Nutzung von Windenergie setzt die Betrachtung der mittleren Windgeschwindigkeit und die Vollaststunden voraus<sup>30</sup>.



Abbildung 44: Mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe

<sup>29</sup> BAUM Consult: Integriertes Klimaschutzkonzept für die Stadt Würzburg, 2012

<sup>30</sup> Quelle: Energie-Atlas, Bayern

Die mittleren Windgeschwindigkeiten in 100 m Höhe liegen im Quartier bei nur 4-4,5 m/s und bieten somit keine wirtschaftliche Basis der Windenergienutzung.

#### **4.4.5 Wasser**

An der Pleichach wurden im Untersuchungsgebiet mehrere Mühlen betrieben: die Lindleinsmühle, die Neumühle und die Straubmühle. Laut Fachabteilung Wasser- und Bodenschutzrecht der Stadt Würzburg liegen keine Wasserrechte vor, sodass eine wirtschaftliche Nutzung der Wasserkraft auszuschließen ist. Lediglich für die Schäfersmühle in Versbach besteht ein Altrecht.

### **4.5 Szenarien-Entwicklung**

#### **4.5.1 Zieldefinition**

Bei einer Betrachtung von Szenarien wird die zu erwartenden Auswirkung unterschiedlicher Entwicklungen und Maßnahmen in einem festgelegten Zeitraum untersucht. So kann festgestellt werden, welche Maßnahmen oder Ausbauraten notwendig sind, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen.

Das für Lindleinsmühle, in Abstimmung mit der Steuerungsgruppe, gesteckte Ziel entspricht den Zielen des Bundes bis 2050: ein weitgehend klimaneutraler Gebäudebestand, Energieversorgung weitgehend unabhängig von fossilen Energieträgern und damit eine Minderung der THG-Emissionen um 95% gegenüber 1990.

Für das Untersuchungsgebiet sind die THG-Emissionen von 1990 als Referenz kaum zu rekonstruieren. Da Lindleinsmühle vor allem ein Wohngebiet ist, können vereinfachend die THG-Daten für den Sektor Privathaushalte aus dem integrierten Klimaschutzkonzept der Stadt Würzburg herangezogen werden und proportional auf den Stadtteil übertragen werden. Demnach dürfte der Sektor Privathaushalte nach einer Minderung der THG um 95% in 2050 nur noch ca. 630 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente emittieren. Rechnet man die Emissionen der anderen Sektoren hinzu, dürfen nur noch knapp 700 Tonnen THG emittiert werden.

Dies ist der Zielwert für ein „CO<sub>2</sub>-Neutral-Szenario“.

In nachfolgender Darstellung der THG-Bilanz ist der Zielwert als rote Linie dargestellt.

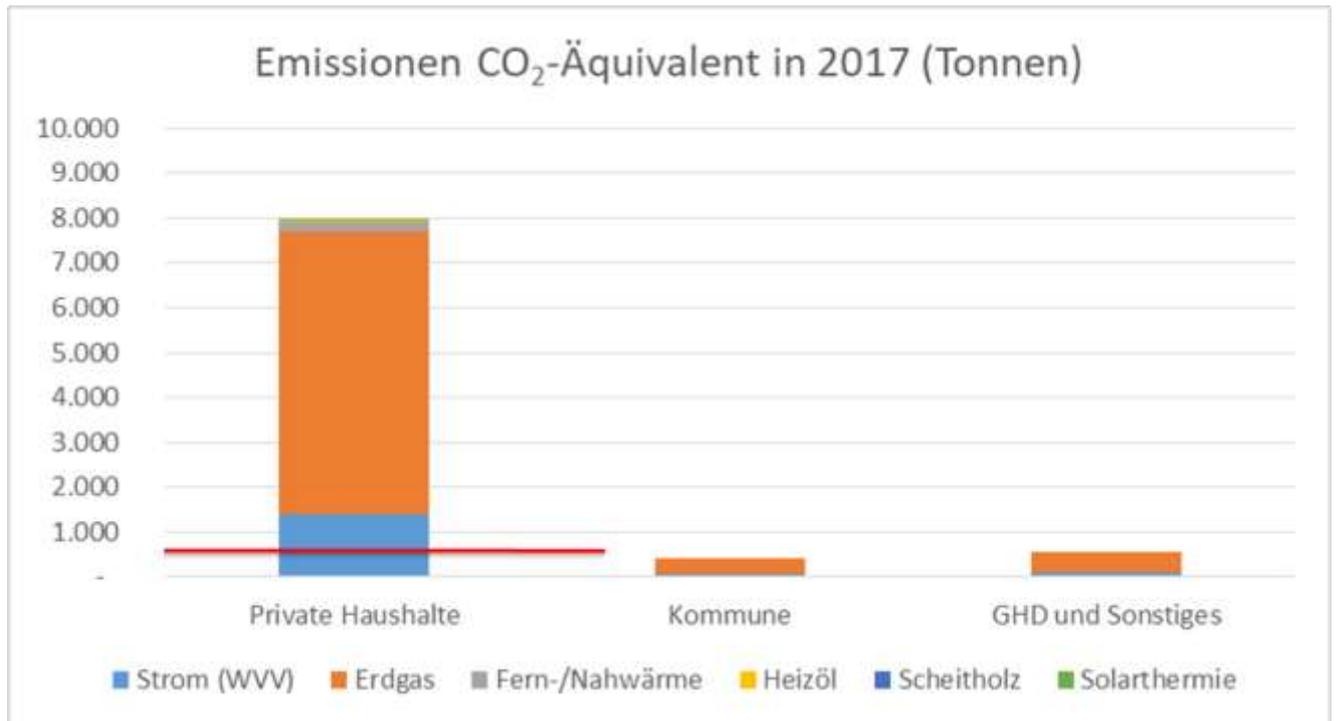


Abbildung 45: Emissionen CO<sub>2</sub> Äquivalent in 2017 (Tonnen)

Dem gegenüber wird ein Referenzszenario gestellt, in dem dargestellt wird, wie sich die THG-Emissionen voraussichtlich entwickeln, wenn keine weiteren Schutzanstrengungen getroffen werden.

Im dritten Szenario, dem „Standard-Szenario“ werden gängige Sanierungszyklen und Ausbauraten angesetzt, welche die in der Regel eine maßvolle Steigerung der Klimaschutzanstrengungen erfordern.

Vor dem Hintergrund der sich abzeichnenden Verfehlung der Klimaschutzziele ohne gravierende Änderung unseres Handelns, bei gleichzeitiger Zunahme der bereits heute spürbaren Auswirkungen des Klimawandels, muss das „CO<sub>2</sub>-Neutral-Szenario“ die Grundlage für die zu ergreifenden Maßnahmen sein.

#### 4.5.2 Stellschrauben der Szenarien: Sanierungszyklus und Ausbauraten

Für das „CO<sub>2</sub>-Neutral-Szenario“ sind die Sanierungszyklen und Ausbauraten sozusagen die „Stellschrauben“ die in der Szenarien-Entwicklung so lange angepasst werden, bis das angestrebte Ziel erreicht wird.

### 4.5.2.1 Sanierungszyklus

Unter einer Gebäudesanierung, im Sinne der Sanierungsraten, wird hier eine Generalsanierung verstanden, wobei in der Regel ein Großteil der Gebäudehülle energetisch auf aktuellen Stand gebracht und die Heizungsanlage erneuert wird. Es wird dabei davon ausgegangen, dass im Durchschnitt eine Endenergieeinsparung von 50% zu erwarten ist.

Aufgrund der gebäudescharfen Erfassung der – zum Teil abgeschätzten – Sanierungsstände in GIS und Tabellenkalkulation können Sanierungsraten zum Beispiel wie folgt dargestellt werden:

Im erfassten Ist-Zustand wurden. 33% der Gebäudenutzflächen als weitgehend unsaniert angenommen, 49% sind offensichtlich zum Teil saniert und 18% der Gebäudenutzflächen sind saniert.



Abbildung 46: Sanierungsstand nach Nutzfläche

#### a) Sanierungsrate Szenario a (Referenzszenario)

Angenommen alle bisher unsanierten Gebäude werden innerhalb der nächsten 30 Jahre, also bis 2050 general-saniert, entspricht dies einer Sanierungsquote von 1,1 %. Dies ist mit der aktuellen Sanierungsrate vergleichbar.

- Alle bisher unsanierten Gebäude werden general-saniert
- Je 50 % Einsparung
- Sanierungsquote 1,1 %

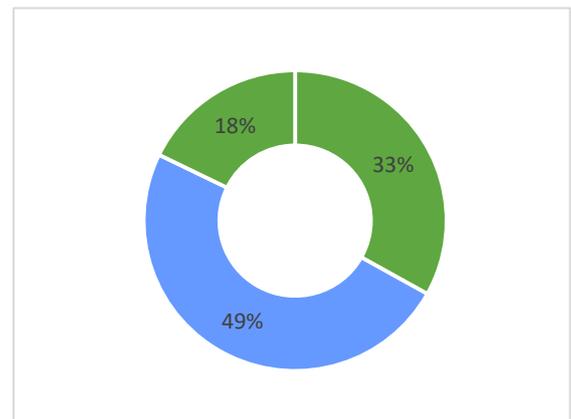


Abbildung 47: Sanierungsszenario a

### b) Sanierungsrate Szenario b

Angenommen zusätzlich zu Fall a) werden alle bisher nur teilsanierte Gebäude innerhalb der nächsten 30 Jahre, auf das gleiche Niveau wie generalsanierte Gebäude gebracht, entspricht dies einer Sanierungsquote von 2,7%. Damit wäre der Energiebedarf aller Gebäude 50% des unsanierten Zustandes. Zum Vergleich: die Bundesrepublik strebt eine Verdoppelung der Sanierungsrate von derzeit 1% auf 2% an.

- Alle teilsanierten Gebäude werden zusätzlich auf gleiches Niveau saniert
- Je 33 % Einsparung
- Sanierungsquote 2,7 %

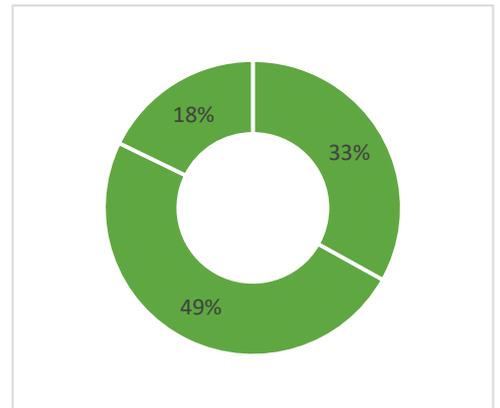


Abbildung 48: Sanierungsszenario b

### c) Sanierungsrate Szenario c

Werden bis 2050 alle Gebäude so saniert, dass gegenüber dem aktuellen Stand 50% eingespart wird, heißt das, dass auch die Sanierungsqualität angehoben wird und auch bisher schon sanierte Gebäude innerhalb der nächsten 30 Jahre zusätzlich optimiert werden. Vor dem Hintergrund des Zieles eines weitgehend CO<sub>2</sub>-neutralen Gebäudebestands erscheint diese Notwendigkeit plausibel. Die Sanierungsrate liegt damit bei 3,3%.

- Alle Gebäude werden bis 2050 so saniert, dass jeweils 50% eingespart wird, unabhängig von bisheriger Sanierung
- Sanierungsquote 3,3 %

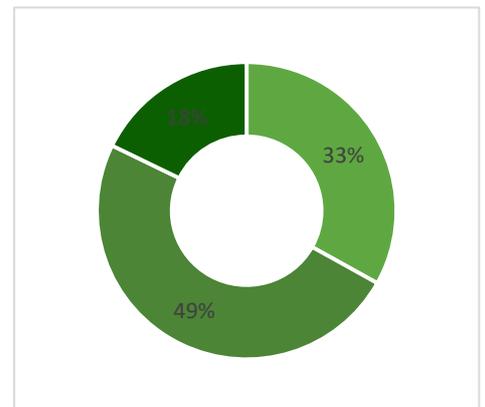
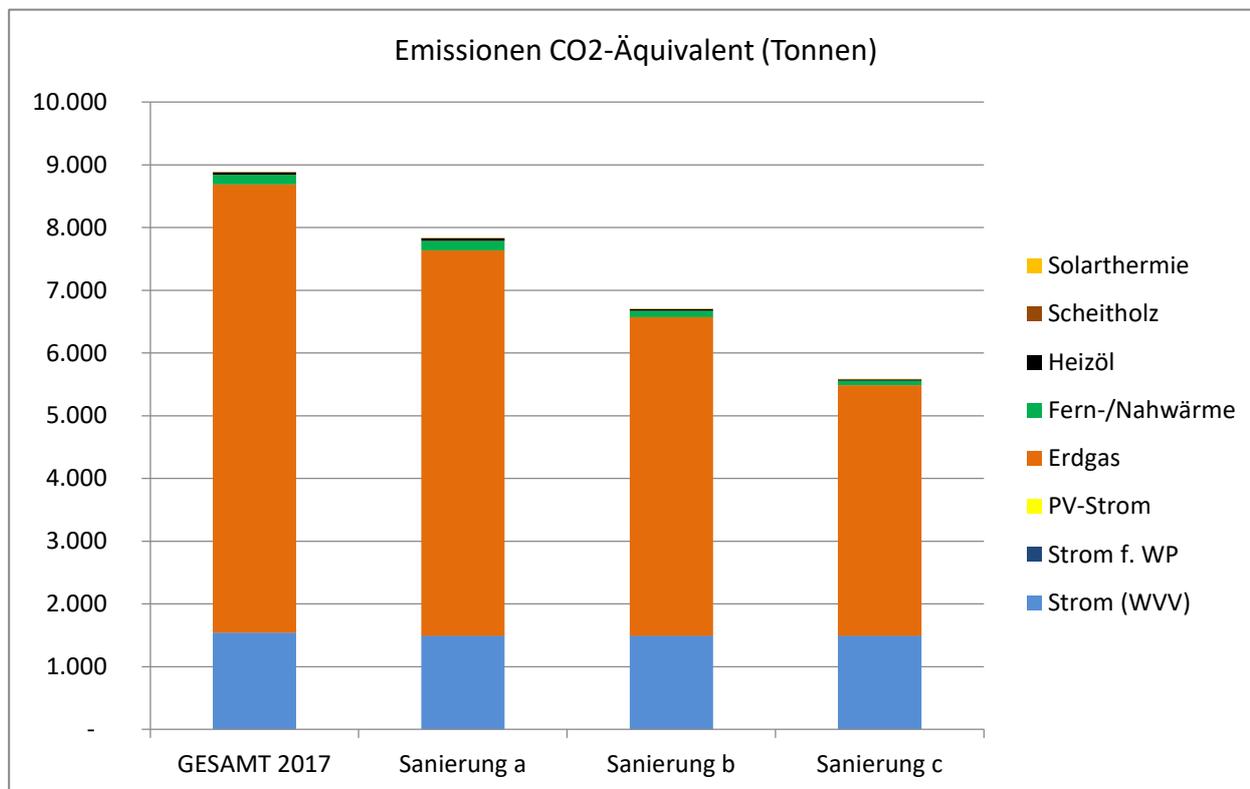


Abbildung 49: Sanierungsszenario c

### Entwicklung THG-Emissionen bis 2050 in Abhängigkeit von Sanierungsraten



**Abbildung 50: Emissionen CO<sub>2</sub> Äquivalent in 2050 (Tonnen)**

Wie an dem Diagramm zu erkennen, reicht eine komplette Generalsanierung aller Gebäude als alleinige Maßnahme nicht aus, um den weitgehend CO<sub>2</sub>-neutralen Gebäudebestand zu erreichen.

Bei der Szenarienentwicklung sind auch Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Maßnahmen zu berücksichtigen. Ein sehr guter Dämmstandard ist nach derzeitigem Stand der Technik erst Voraussetzung, um Solarenergie oder Wärmepumpen zu Heizzwecken sinnvoll einzusetzen. Andererseits verringert eine abnehmende Wärmebedarfsdichte die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen. Wie in nachfolgenden Darstellungen erkennbar, liegt die Wärmebedarfssichte auch bei kompletter Sanierung noch über dem Grenzwert von 150 MWh je Hektar Siedlungsfläche und Jahr. Die verringerte Wärmeabnahme muss jedoch bei der Kalkulation von Wärmenetzen berücksichtigt werden. Kompensiert könnte der Rückgang an Wärmebedarf durch die Identifikation von Gebieten mit Nachverdichtungspotential. Qualitative Zahlen dazu liegen nicht vor. Bei Nachverdichtung in Bereichen mit guten Voraussetzungen für die Neuerschließung der Fernwärme sollte im Rahmen einer Bebauungsplanänderung bzw. Bebauungsplanaufstellung kritisch gewürdigt werden, inwieweit dies politisch gewollt und machbar ist. Grundsätzlich wird jedoch die Rentabilität der Fernwärme durch Nachverdichtung positiv beeinflusst.

### Wärmebedarfsdichte in 2050 in Abhängigkeit der Sanierungsraten:

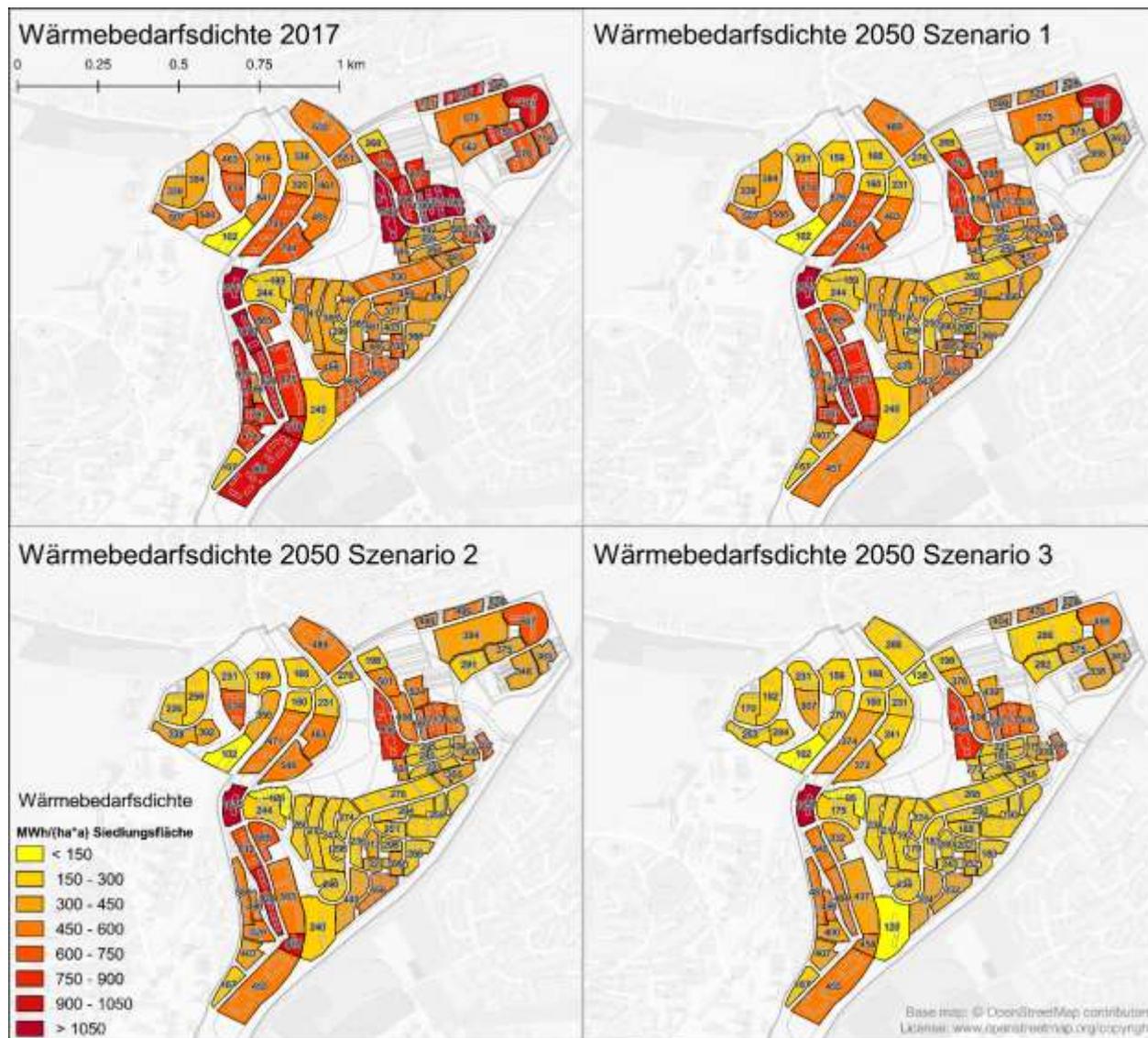


Abbildung 51: Wärmebedarfsdichte in Abhängigkeit der Sanierungsrate

#### 4.5.2.2 Ausbauraten Solarenergienutzung

##### Solarthermie

Laut dem Bundesverband Solarwirtschaft e.V. wurden in den Jahren 2017 und 2018 bundesweit jeweils ca. 0,5 Millionen Quadratmeter Solarthermieanlagen zugebaut. Ende 2018 waren damit 20,5 Millionen m<sup>2</sup> installiert. Der Zubau beträgt somit knapp 3% jährlich<sup>31</sup>.

Setzt man diese Ausbauraten für Lindleinsmühle an, so würden zu den derzeit ca. 165 m<sup>2</sup> Kollektorfläche im ersten Jahr etwa 5 m<sup>2</sup> zugebaut werden, also eine kleine Warmwasseranlage mit zwei Kollektoren. Im 30ten Jahr würde etwa 12 m<sup>2</sup> zugebaut werden. Die gesamte Kollektorfläche betrüge dann 400 m<sup>2</sup>.

Das Fortschreiben des aktuellen Trends entspricht dem Referenz-Szenario.

<sup>31</sup> Quelle: [https://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/user\\_upload/bsw\\_faktenblatt\\_st\\_2019\\_3.pdf](https://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/user_upload/bsw_faktenblatt_st_2019_3.pdf)

Für die Klimaschutzszenarien „Standard“ und „CO<sub>2</sub>-neutral“ wird angenommen, dass eine solare Heizungsunterstützung in Verbindung mit Flächenheizungen im Gebäudebestand nur selten gelingt. Als realistischer wird dagegen eine Deckung von etwa 60% des Warmwasserbedarfs angenommen. Dieser wird mit ca. 18% des derzeitigen Gesamtwärmebedarfs geschätzt. Außerdem wird davon ausgegangen, dass im Geschosswohnungsbau eine Solarthermie-Nutzung zwar möglich, aber im Vergleich zu anderen Möglichkeiten eher aufwändig ist. Die Solarthermie-Nutzung wird daher nur für die Einfamilienhäuser angenommen – ohne dabei die Solarenergienutzung für den Geschosswohnungsbau auszuschließen.

Der derzeitige Warmwasserbedarf des Nicht-Geschosswohnungsbaus beträgt ca. 1.944 MWh/a. Für die solare Deckung eines Anteils von 60%, also ca. 1.167 MWh ist eine Kollektorfläche von ca. 2.693 m<sup>2</sup> notwendig. Um dies nach 30 Jahren zu erreichen, müssten jährlich etwa 84 m<sup>2</sup> Kollektorfläche hinzukommen, oder ca. 12 Anlagen mit je drei Kollektoren.

### **Photovoltaik**

Laut dem Bundesverband Solarwirtschaft e.V. beträgt der Zubau bei Photovoltaikanlagen insgesamt ca. 6 % jährlich<sup>32</sup>.

Setzt man diese Ausbaurate für Lindleinsmühle an, so würde der Solarstromertrag von derzeit ca. 126 MWh/a auf 726 MWh/a im 30ten Jahr gesteigert werden. Der Zubau betrage im ersten Jahr etwa 7,2 kWp und im 30en Jahr ca. 41,4 kWp.

Das Fortschreiben des aktuellen Trends entspricht dem Referenz-Szenario.

In den Klimaschutzszenarien wird angenommen, dass künftig ein Großteil der nutzbaren Flächen für die Solarstromerzeugung herangezogen wird<sup>33</sup>. Im Standard-Szenario werden in 30 Jahren 75% aller nutzbaren Dachflächen der Hauptgebäude zur Solarstromerzeugung genutzt. Im CO<sub>2</sub>-neutral-Szenario werden rechnerisch 100% dieser Flächen genutzt. Dabei ist davon auszugehen, dass teilweise auch Nebengebäude oder Wandflächen genutzt werden.

### **4.5.2.3 Umfang der Erschließung mit Nah- oder Fernwärme**

Im Referenz-Szenario wird angenommen, dass - wie bisher - keine Erschließung mit neuen Wärmenetzen erfolgt.

#### **Nahwärme mit Kraft-Wärme-Kopplung**

Für das Standard-Szenario wird angenommen, dass in den Clustern zwei und drei, wo die Wohnbaugesellschaften ein Interesse an einer nachhaltigen Wärmeversorgung haben, Wärmenetze errichtet werden. Da Biomassennutzung (vgl. Kap. 4.3.3) aufgrund der Kessellage zu unerwünschten Feinstaubemissionen führen würde, wird angenommen, dass die Wärmeerzeugung auf Erdgasbasis unter Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung erfolgt.

In den Clustern acht und neun, wo bereits ältere Wärmenetze vorhanden sind, wird ebenso von einer künftigen Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung auf fossiler Basis ausgegangen. In Verbindung mit Mieterstrom- oder Quartierstromkonzepten wäre diese Energieversorgung besonders interessant.

---

<sup>32</sup> Quelle: [https://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/user\\_upload/bsw\\_faktenblatt\\_pv\\_2019\\_3.pdf](https://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/user_upload/bsw_faktenblatt_pv_2019_3.pdf)

<sup>33</sup> Es wird hier angenommen, dass aufgrund steigender wirtschaftlicher Attraktivität von PV-Anlagen, sowie aufgrund von Initiativen im Rahmen des Sanierungsmanagements, künftig der Ausbau deutlich verstärkt wird.

### **Fernwärme der WVV oder alternativ Nahwärme mit erneuerbaren Energien**

Um im Geschosswohnungsbau einen weitgehend klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen müssten erneuerbare Energien in großem Umfang eingesetzt werden. Am sinnvollsten ist dies aus heutiger Sicht in Verbindung mit einzelnen Nahwärmenetzen zu erreichen. Da die Fernwärmeversorgung in Würzburg bereits weitgehend klimaneutral ist, wäre ein Anschluss der Lindleinsmühle an das Fernwärmenetz der WVV erstrebenswert (vor allem auch vor dem Hintergrund, dass möglicherweise das benachbarte Grombühl ebenfalls sukzessive erschlossen werden könnte).

Im „CO<sub>2</sub>-neutral-Szenario“ wird davon ausgegangen, dass für alle Mehrfamilienhäuser bis 2050 eine dieser beiden Optionen umgesetzt wird.

#### **4.5.2.4 Dezentrale KWK und weitere Alternativen**

In den Einfamilienhausgebieten ist eine Erschließung mit Wärmenetzen aus heutiger Sicht aus wirtschaftlichen Gründen eher unwahrscheinlich. Im Rahmen einer Generalsanierung mit Einbau von Flächenheizungen ist die Nutzung von Wärmepumpen und Solarenergie zur Heizungsunterstützung denkbar. Die Verwendung von Biomasse zum Beispiel in Form von Holzpellets ist denkbar, vorausgesetzt entsprechenden Feinstaubfilter kommen zum Einsatz.

Derzeit sind Brennstoffzellen die Hoffnungsträger der Heizungstechnik-Industrie. Die inzwischen marktreifen Geräte finden auch in Einfamilienhäuser mit geringer Strom-Grundlast sinnvolle Verwendung. Seit 2016 bezuschusst die KfW den Einbau in Privathaushalten. Gefördert werden Anlagen im Leistungsbereich von 0,25 bis 5 kW elektrischer Leistung. Der Zuschuss setzt sich dabei aus einem Festbetrag in Höhe von 5.700 Euro sowie einem leistungsabhängigen Betrag zusammen. Für große Brennstoffzellen-Geräte mit einer Leistung von 5 kW sind demnach Zuschüsse von bis zu 28.200 Euro möglich<sup>34</sup>.

In den Klimaschutzszenarien wird angenommen, dass künftig in allen noch mit Gas versorgten Gebäuden die Brennstoffzellentechnik eingesetzt wird. Da die Brennstoffzellen voraussichtlich nur einen Teil der Heizlast decken werden, wird hier pauschal angenommen, dass 20% des verbliebenen Gasbedarfs zur gleichzeitigen Stromerzeugung über Brennstoffzellen genutzt wird.

Darüber hinaus wird in der Energiewirtschaft damit spekuliert, dass Erdgas künftig immer größere Anteile an Methan enthalten wird, das auf Basis von erneuerbaren Energien durch Hydrolyse oder synthetisch erzeugt wird. Zur Treibhausgasbilanzierung der Szenarien wird dies jedoch hier nicht berücksichtigt.

#### **4.5.2.5 Entwicklung Stromverbrauch**

Aufgrund der überwiegenden Wohnnutzung ist der Großteil des Stromverbrauchs in Lindleinsmühle dem Haushaltsstrom zuzuweisen. Es gibt viele Möglichkeiten den Stromverbrauch im Haushalt zu verringern: Stromsparende LED-Beleuchtung, Verzicht auf Standby-Stromverbrauch, effiziente Kühlschränke, Umwälzpumpen und Bildschirme.

Es stellt sich jedoch allgemein heraus, dass trotz effizienterer Technik der Trend zu immer mehr stromverbrauchenden Geräten besteht. Es wird daher in allen Szenarien angenommen, dass der Stromverbrauch bestenfalls konstant bleibt. Im Falle einer deutlich verstärkten Nutzung von elektrischen Wärmepumpen oder von elektrischen Fahrzeugen wird der Energieverbrauch von anderen Energieträgern auf Strom verlagert werden.

---

<sup>34</sup> <https://www.kfw.de/433>

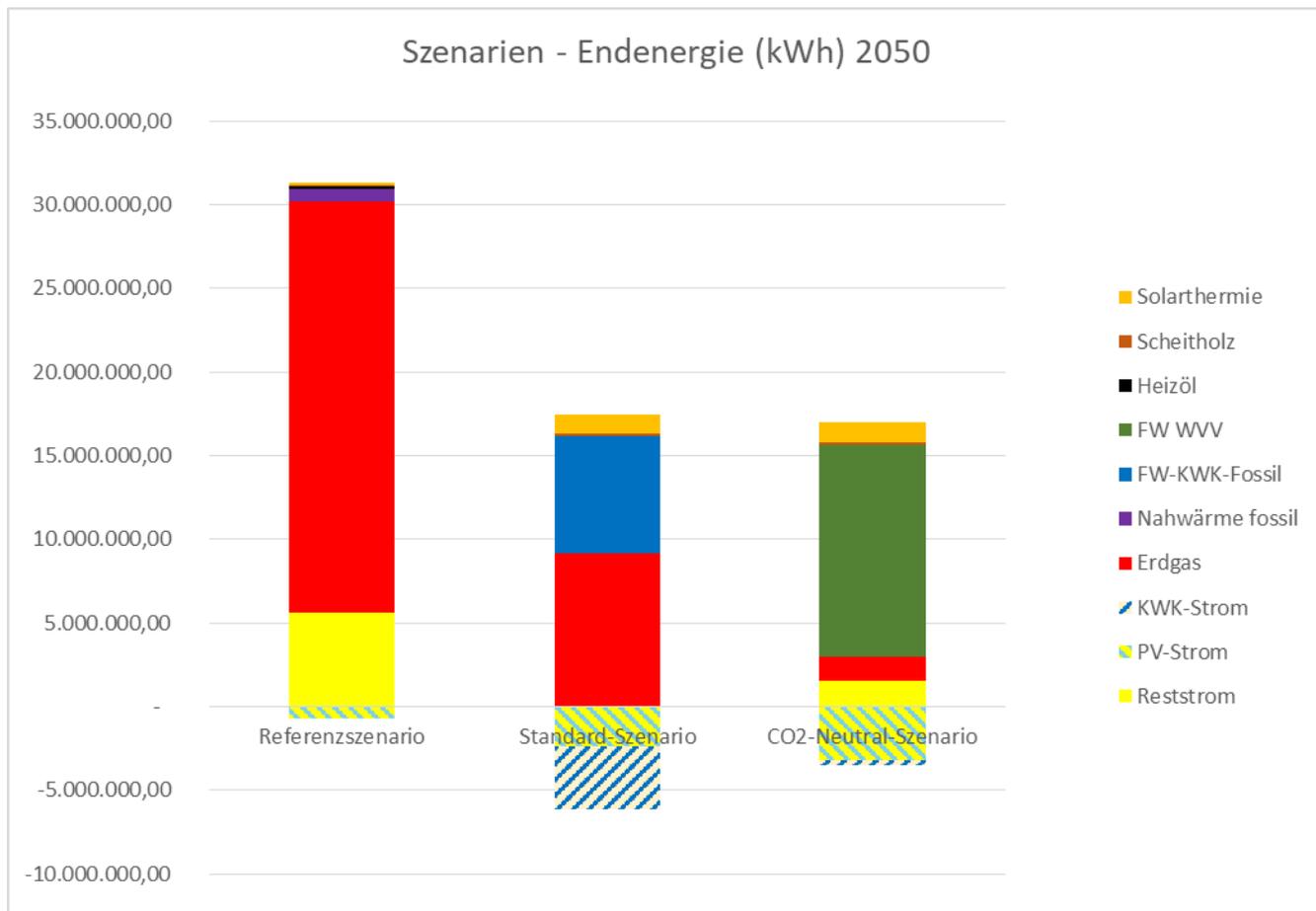
Nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht der Annahmen zu den drei untersuchten Szenarien.

**Tabelle 11: Annahmen bis 2050**

Stellschrauben bis 2050	Worst-Case-Szenario (Referenz)	Standard-Szenario	CO <sub>2</sub> -neutral-Szenario
Sanierungsrate	1,10%	2,00%	2,70%
Zunahme Solarthermie	jährlich 3% Zunahme	Deckung 60% WW-Bedarf in 2050	Deckung 60% WW-Bedarf in 2050
Nahwärme KWK fossil	--	Cluster 2,3 und 8+9	--
Fernwärme WVV oder NAWARO	--	--	alle MFH
KWK Brennstoffzellen (pauschal Stromerzeugung =20% Gasverbrauch)	--	alle noch mit Gas versorgten Gebäude	alle noch mit Gas versorgten Gebäude
PV-Anlagen	jährlich 6% Zunahme	75% aller nutzbaren Dachflächen Hauptgebäude	100% aller nutzbaren Dachflächen Hauptgebäude
Stromeinsparung	0%	0%	0%

In nachfolgendem Diagramm wird die Endenergiebilanz nach Energieträgern im Jahr 2050 für die drei verschiedenen Szenarien dargestellt:

- Im „Referenz-Szenario“ sind nach wie vor Strom und Erdgas die überwiegenden Energieträger, der Verbrauch ist hoch.
- Im „Standard-Szenario“ ist zunächst der allgemein geringere Energiebedarf aufgrund der Gebäudesanierung erkennbar. Darüber hinaus wird ein großer Teil der Gebäude mit Nah/Fernwärme auf Basis KWK versorgt. Die schraffierten Blöcke unterhalb der Null-Linie veranschaulichen den Umfang der Stromerzeugung aus PV-Anlagen und Kraft-Wärme-Kopplung aus den Nahwärmenetzen und Brennstoffzellen. Diese wurden bereits vom Stromverbrauch abgezogen, so dass dieser in der Bilanz nahezu vollkommen gedeckt ist.
- Im „CO<sub>2</sub>-Neutral-Szenario“ ist die komplette Versorgung der Geschosswohnungsbauten mit Fernwärme der WVV oder Nahwärme auf Basis erneuerbarer Energien / nachwachsender Rohstoffe (Nawaro) erkennbar. Die Solarstromerzeugung ist noch umfangreicher, die Stromerzeugung aus KWK der Nahwärmenetze ist jedoch zugunsten der Fernwärme der WVV entfallen.



**Abbildung 52: Szenarien – Endenergie (kWh) 2050**

Das nächste Diagramm zeigt die gleiche Situation als Treibhausgasbilanz nach Energieträgern im Jahr 2050.

- Im „Referenz-Szenario“ sind die THG-Emissionen entsprechend hoch.
- Im „Standard-Szenario“ wird der Großteil der Emissionen vom verbleibenden Erdgasverbrauch und von der Fernwärme auf Basis fossiler KWK verursacht.
- Im „CO<sub>2</sub>-Neutral-Szenario“ wirkt sich vor allem der günstige CO<sub>2</sub>-Faktor der Fernwärme der WVV aus.

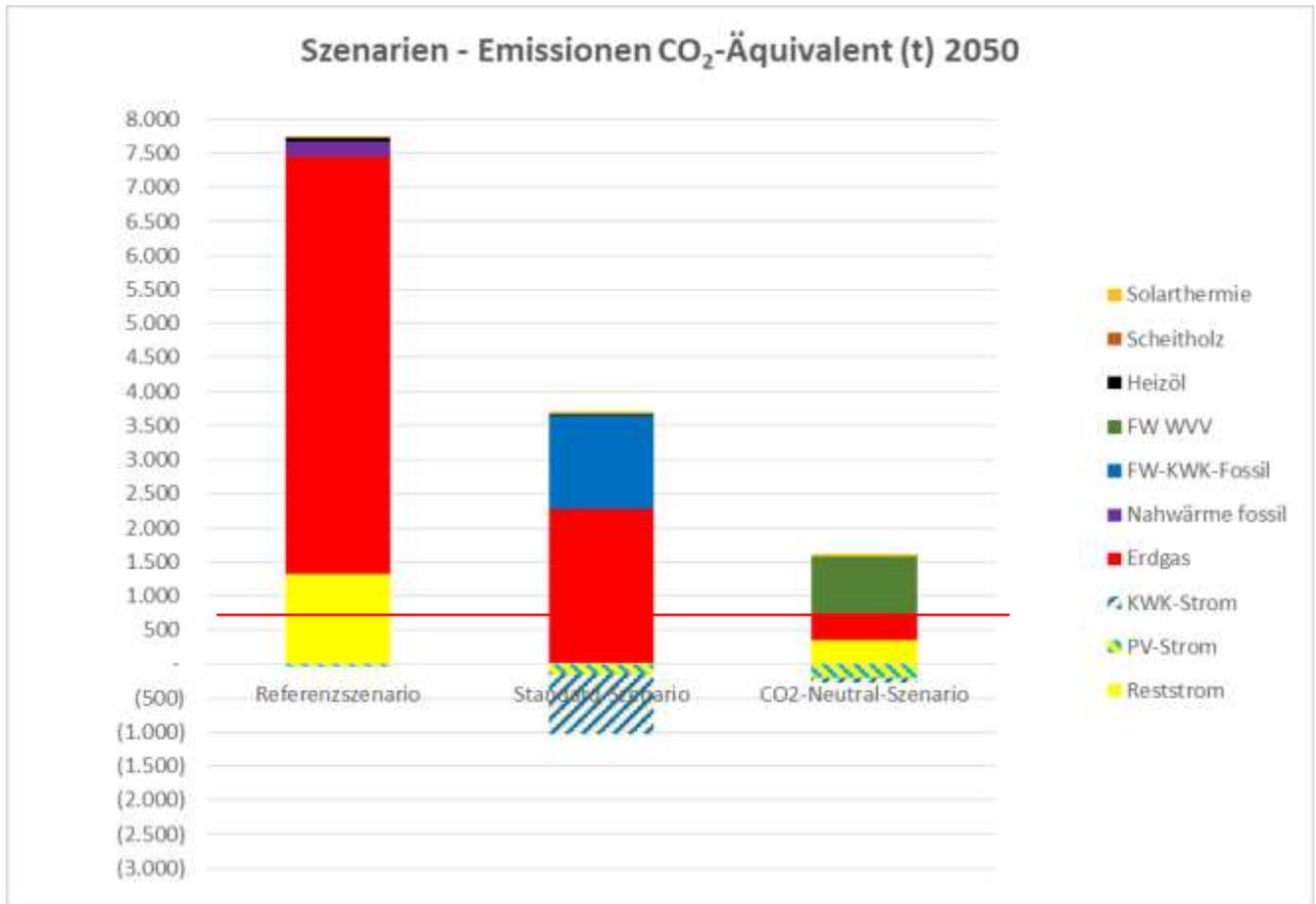


Abbildung 53: Szenarien – Emissionen CO<sub>2</sub> Äquivalent (t) 2050

### 4.5.3 Bewertung der Szenarienbetrachtung

Um das angestrebte „CO<sub>2</sub>-Neutral-Szenario“ zu erreichen, mussten die geschilderten „Stellschrauben“ stark angezogen werden. Grundsätzlich wäre dies machbar. Wie in Abbildung 53 erkennbar ist mit den Annahmen aus diesem Szenario eine 95%ige Minderung der THG-Emissionen noch nicht erreicht. Zusätzlich müsste also für eine weitgehend CO<sub>2</sub>-neutrale Energieversorgung die CO<sub>2</sub>-Faktoren für die Fernwärme der WVV, sowie die CO<sub>2</sub>-Faktoren für Gas und Strom weiter deutlich sinken. Im Bereich der nicht mit Fernwärme erschlossenen Gebäude könnte darüber hinaus der Einsatz von Wärmepumpentechnik den Gasverbrauch weiter senken. Schließlich könnte der Standard bei der Sanierung der Gebäudehüllen mit Passivhaustechnologie noch weiter verbessert werden.

Als Hauptakteur und Initiator zum „Anziehen der Stellschrauben“ sollte das Sanierungsmanagement auftreten, indem es:

- Wohnbaugesellschaften, Wohneigentümergeinschaften und Privathaushalte berät und unterstützt, um die Sanierungsraten sowie die Sanierungsqualitäten zu steigern;
- die gleichen Zielgruppen berät und unterstützt, um die Solarstromnutzung voran zu bringen, Mieterstromlösungen zu verwirklichen;
- gemeinsam mit dem Betreiber von Fernwärmenetzen und den Wohnbaugesellschaften das Ziel einer großflächigen, umfangreichen Fernwärmeversorgung voranbringt.

## 5 Umsetzung

Die Bundesregierung strebt bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand an. Um dieses Ziel zu erreichen, sind die Städte und Kommunen dazu angehalten, jährlich etwa zwei Prozent ihres Gebäudebestandes energetisch zu sanieren. Unter der Annahme, dass ausschließlich die Gebäudesanierung vorangetrieben wird und eine äußerst optimistische Sanierungsquote von 3,3% unterstellt wird, würde sich der jährliche Wärmebedarf in Lindleinsmühle bis 2050 halbieren. Die Ziele der Bundesregierung bis 2050 wären somit unter den ermittelten Bedingungen mit Gebäudesanierung allein nicht zu erreichen. Aus diesem Grund wurde der Einfluss der Energieerzeugung und die Potentiale alternativer Versorgungsstrukturen zusätzlich untersucht. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass ein Fernwärmenetz und die Wärmeenergieerzeugung der WVV in diesem Quartier, insbesondere aufgrund des hohen Anteils an Geschosswohnungsbauten, günstige Voraussetzungen für eine langfristige, zukunftsweisende Wärmeversorgung unter Nutzung erneuerbarer Energiequellen bietet. Die CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele der Bundesregierung für 2050 lassen sich, durch eine langfristig ausgelegte Versorgungsstrategie mit Fernwärme in Kombination mit einer wirtschaftlich vertretbaren Gebäudesanierung, rechnerisch mit großer Sicherheit erreichen.

### 5.1 Umsetzungsstrategie

Die bei der Erstellung des Energiekonzeptes praktizierte enge Zusammenarbeit und Kooperation zwischen Stadtverwaltung, WVV und den beiden Wohnungsbaugesellschaften Stadtbau GmbH und St. Bruno-Werk eröffnet im Projektgebiet einzigartige Chancen und bildet den Schwerpunkt des Quartierskonzeptes, verbunden mit folgenden Aufgaben:

- Beurteilung aller Wärmenetzpotentiale im Quartier mit dem Ziel einer wirtschaftlich sinnvollen Zusammenfassung zur Bündelung vorhandener Abnehmerpotentiale unter Berücksichtigung der Wärmebedarfsentwicklung in den nächsten 30 Jahren.
- Ausarbeitung einer technischen, finanziellen und wirtschaftlichen Umsetzungsstrategie, die eine Balance, zwischen heute technisch und wirtschaftlich machbaren Lösungen <sup>35</sup> und der Vision, die Energiewende im notwendigen Rahmen zu realisieren, gewährleistet.

Effiziente und innovative Energieversorgungssysteme sollten möglichst bei einem Leuchtturmprojekt zum Einsatz kommen. Das Leuchtturmprojekt soll Strahlkraft auf andere Projekte, Investoren, Eigentümer und auch sonstige Bewohner entfalten und Impulse setzen. Der vergleichsweise große Gebäudebestand der St.-Bruno-Werke, am Eingang der Lindleinsmühle, kann als Anker quartiersbezogener Wärme- und Stromversorgung dienen.

### 5.2 Handlungsfelder

Bereits in der Lenkungsgruppensitzung im Juli 2018 waren die Handlungsfelder der energetischen Quartierssanierung vor dem Hintergrund der Bestandssituation auf den Prüfstand gestellt und im Grundsatz als richtig und zielführend bestätigt. In der Aufgabenstellung zum energetischen Quartierskonzept war auf eine spezifische Befassung mit einzelnen teilbereichsbezogenen Themen abgestellt worden. Dieser Ansatz wurde im nächsten Schritt erweitert, indem das Quartier in räumliche Teilbereiche mit jeweils klar identifizierbaren, spezifischen Anforderungen und Bedingungen unterteilt wurde. Für diese Teilbereiche erfolgte eine Annäherung an die spezifisch

---

<sup>35</sup> Hier sei darauf hingewiesen, dass zum Zeitpunkt der Berichterstellung die Einführung einer CO<sub>2</sub>-Bepreisung zum Beispiel in Form einer Steuer oder Abgabe erwogen wird. Hiermit würden sich die Ergebnisse von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen ändern.

geeignete Zielsetzung der energetischen Quartierssanierung, mit jeweils unterschiedlicher Eingriffs- und Unterstützungsintensität.

### 5.2.1 Sanierungsmanagement:

Wesentlich für die Umsetzung des Konzeptes zur energetischen Stadtsanierung in Lindleinsmühle ist, die Voraussetzungen für die Realisierung in den Blick zu nehmen. Die getroffenen Annahmen für die Szenarien haben gezeigt, dass ohne erhebliche Anstrengungen und eine gut koordinierte Zusammenarbeit aller relevanten Beteiligten auch die, als realistisch und realisierbar eingeschätzten Ziele, nicht umgesetzt werden können.

Bereits bei der Erstellung des Konzeptes zur energetischen Stadtsanierung bezog sich die Tätigkeit des Sanierungsmanagers auf die wesentlichen Handlungsfelder und den Aufbau geeigneter Strukturen. So wurden alle wichtigen Akteure aus der Stadtverwaltung, dem Energieversorger und der Immobilienwirtschaft frühzeitig in die Konzepterstellung eingebunden und Handlungsansätze gemeinsam entwickelt. Eine enge, auf die Ziele der Sozialen Stadt bezogene, arbeitsteilige Zusammenarbeit mit den übrigen Stadtteilakteuren (z.B. Quartiersmanagement) war sichergestellt.

Für das Gelingen der Startphase und die Verstetigung der Prozesse ist die weitere Einbindung der relevanten Akteure aus Stadtverwaltung, Immobilienwirtschaft und Energieversorger zielführend. Entscheidend ist, dass ein reibungsloser Übergang zwischen Konzeptphase und Umsetzungsbegleitung gelingt. Deshalb ist die Fortführung des Prozesses mit der Lenkungsgruppe und die verstärkte Zusammenarbeit mit der WVV erforderlich, damit der enge fachliche Austausch mit den bisher Beteiligten und den für die Umsetzung im erforderlichen Umfang weiter gefassten Beteiligtenkreis, gewährleistet bleibt<sup>36</sup>.

Weitere wichtige Aufgaben bestehen darin:

- die ambitionierte Gebäudesanierung zu unterstützen
- sozialverträgliche Lösungen im sozialen Wohnungsbau zu entwickeln
- bei der Gebäudesanierung von Privatgebäuden gute Voraussetzungen für alternative Energieversorgung wie z.B. Wärmepumpen, zu schaffen
- den Einsatz innovativer Techniken zu befördern, wie z.B. Brennstoffzellen
- die Nutzung von Solarenergie, insbesondere PV-Anlagen, zu erhöhen

### 5.2.2 Pilotprojekt Neumühle

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse des ISEKs „Soziale Stadt Lindleinsmühle“ wurde das Areal „Neumühle“, welches sich im Süden des Quartiers befindet, als mögliches Sanierungsgebiet identifiziert. Wegen des dringenden Sanierungsbedarfs im Bereich der Geschosswohnungsbauten wurde ein besonderer Schwerpunkt auf die Entwicklung eines „Demonstrationsbauvorhabens“ in diesem Areal gelegt. Die geplante, schrittweise Generalsanierung durch seinen Träger St.-Bruno-Werke eröffnet für die energetische Stadtsanierung in Lindleinsmühle zahlreiche Chancen und realisiert Synergieeffekte für das gesamte Quartier.

- Die Sanierung verfolgt das Ziel, ein sozialverträgliches Gesamtkonzept zu entwickeln, dass neben der Senkung der Energiekosten auch Synergieeffekte, wie die altersgerechte Wohnraumanpassung verfolgt. Gleichzeitig besteht Bedarf an zusätzlichem Wohnraum mit Neubauten unter Einhaltung des EEWärmeG.

---

<sup>36</sup> Anmerkung: Ein regelmäßiger Austausch auf der Basis eines 14-tägigen Jour-Fixe ist bereits eingerichtet

- Mit der Sanierung soll eine Umstellung von Einzelversorgung auf eine zentrale Wärmeversorgung einhergehen. Alle Gebäude sind bisher mit Elektroheizung bzw. Gasetagenheizung ausgestattet und sollen zukünftig zentral mit Wärme versorgt werden. St.-Bruno-Werke priorisiert den Anschluss an die Fernwärme.
- Das Gebiet liegt am südlichsten Zipfel des Quartiers. Bei einer Erschließung des Gebietes mit Fernwärme, ist die Erweiterung des Netzes über die Durchleitung unter dem Greinberg Knotenpunkt im Süden geplant. Die Gebäude der St. Bruno-Werke könnten damit als erste Gebäude angeschlossen werden.
- Mit dem Sanierungsprojekt entstehen auch positive Effekte auf die nachbarschaftliche und stadträumliche Umgebung. Eine energetisch innovative Planung und Konzeption steigert die Attraktivität und das Image des Projektes und ist insofern auch für die anliegenden Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft Stadtbau GmbH von großem Interesse.
- „Neumühle“ ist der Eingangsbereich in das Quartier für Fahrradfahrer und Fußgänger und bietet aufgrund seiner hohen Frequentierung gute Voraussetzungen für Maßnahmen zur Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung. Die energetische Sanierung kann öffentlichkeitswirksam, z.B. anhand von Schautafeln, publiziert und der energetische Stadtumbau wahrnehmbar gemacht werden.

### 5.2.3 Fernwärmeanschluss/ Wärmenetz-Insellösungen

Das für Lindleinsmühle gesteckte Ziel entspricht den Zielen des Bundes bis 2050: Ein weitgehend klimaneutraler Gebäudebestand, Energieversorgung weitgehend unabhängig von fossilen Energieträgern und damit eine Minderung der THG-Emissionen um 95% gegenüber 1990.

Wie in der Szenarienbetrachtung (vgl. Kap. 4.5.3) dargestellt lassen sich diese Ziele ohne einen Umbau der Versorgungsstrukturen in Lindleinsmühle nicht realisieren. Eine besondere Chance eröffnet sich bei einer Erweiterung des Fernwärmenetzes der WVV in das Areal. Das Konzept sieht deshalb die Erschließung der Lindleinsmühle mit Fern-/Nahwärme in ihrer nachhaltigsten Variante vor, d.h. eine Optimierung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und CO<sub>2</sub>-Minderung.

In der Konzepterstellung wurden deshalb grundsätzlich die möglichen Varianten berücksichtigt:

- Großflächiger Anschluss an Fernwärme der WVV
- Großflächige Versorgung mit Wärmenetzen als Insellösung
- Kleinere Wärmenetze als Insellösungen

Die grundsätzlich beste Option ist die Anbindung an die Fernwärme der WVV, mit einem CO<sub>2</sub>-Faktor der Fernwärme von 67,2 gr/kWh<sup>37</sup>. Das Fernwärmenetz weist bereits heute einen zertifizierten Primärenergiefaktor von 0,19 auf, im Vergleich zu Gas mit einem Primärenergiefaktor von 1,10.

---

<sup>37</sup> WVV in einer Email vom 06.02.2019 gemäß Umwelterklärung der Heizkraftwerk Würzburg GmbH

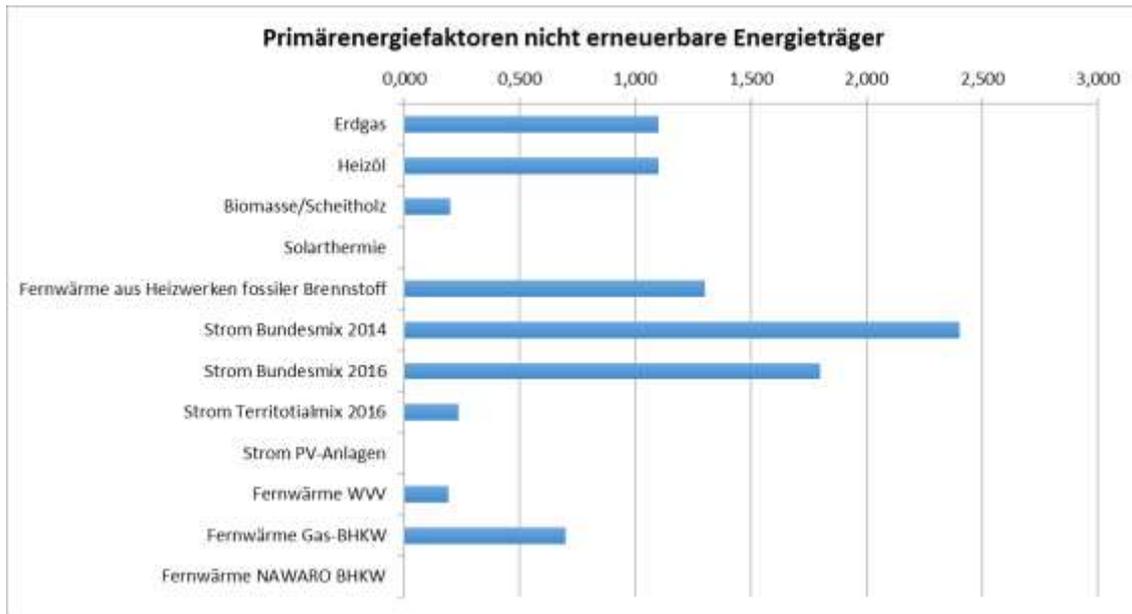


Abbildung 54: Primärenergiefaktoren nicht erneuerbare Energieträger<sup>38</sup>

Das ermöglicht eine nachhaltige Wärmeversorgung mit niedrigem Primärenergieeinsatz bzw. guter CO<sub>2</sub>-Bilanz.

Denkbare Alternativen sind lokale Wärmeverbände (Insellösungen) mit Heizzentralen auf Basis von:

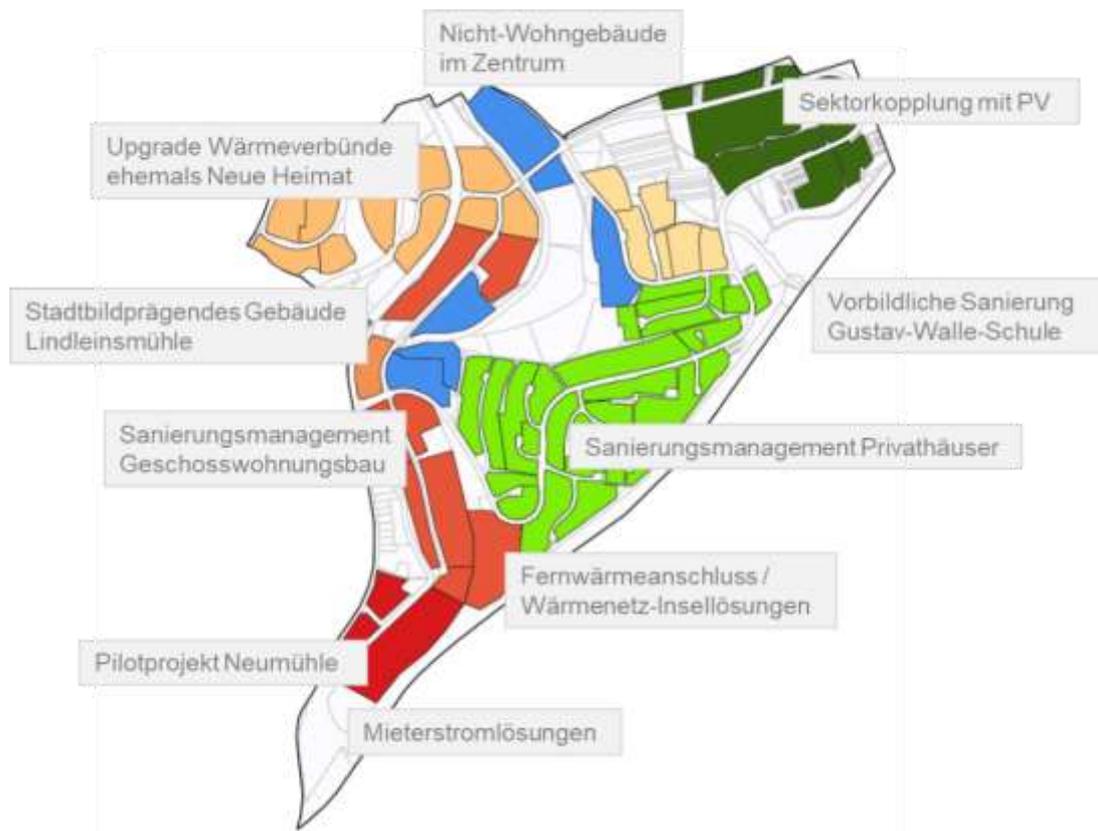
- Kraft-Wärme-Kopplung (Gas-BHKW / Brennstoffzelle)
- Gas-Spitzenlastkessel (langfristig voraussichtlich immer mehr Power-to-Gas, also Primärenergieeinsatz sinkend)
- Biomasse-Spitzenlastkessel mit Feinstaubfilter (ansonsten in Kessellage kritisch)

Wärmenetzlösungen aufzugeben und sich an individuellen Versorgungslösungen zu orientieren, führt möglicherweise in Einzelfällen kurzfristig zu geringeren Kosten für einzelne Kunden und Objekte (z.B. Einsatz dezentraler, kleiner BHKWs). Im Hinblick auf eine langfristige Versorgungs- und Kostenstabilität, sowie die Möglichkeiten der CO<sub>2</sub>-Einsparung, sind Einzellösungen mit Zentralheizungen nicht zielführend.

#### 5.2.4 Umsetzungsempfehlung

Aus den dargestellten Handlungsbereichen wurden Teilbereiche mit ihren Zielen und Handlungsansätzen abgeleitet.

<sup>38</sup> Quellen: Deutscher Bundestag / Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH / WVV



**Abbildung 55: Handlungsansätze**

Für alle konkreten energetischen Sanierungsmaßnahmen wurden sogenannte Maßnahmenblätter erstellt. Für das hier vorliegende Konzept sind das in Summe elf. Jedes Maßnahmenblatt enthält neben einer Beschreibung der Ausgangssituation und des Lösungsansatzes, eine Einstufung hinsichtlich verschiedener Bewertungskriterien:

1. Zeitplan:

- a. K = kurzfristig (1-2 Jahre);
- b. M= mittelfristig (2-5 Jahre);
- c. L= langfristig (ab 6 Jahren)

2. Prioritätensetzung:

- a. 1 = dringlich;
- b. 2 = erforderlich;
- c. 3 = wünschenswert

3. Bewertung der Maßnahme:

- a. Einsparpotential Endenergie
  - b. Reduktion CO<sub>2</sub>-Emissionen
- gering;  
mittel;  
hoch

4. Beschreibung der Ausgangssituation und mögliche Umsetzungshemmnisse bzw. spezifische Chancen

5. Konzept zur Überwindung und Ausgestaltung der Maßnahme

6. Benennung der Interdependenzen mit anderen Maßnahmen und Synergieeffekte
7. Organisatorische Umsetzung:
  - a. Einbindung Akteure
  - b. Handlungsschritte
  - c. Kosten der Maßnahme
  - d. Förderprogramme

Kapitel sechs listet die Maßnahmenblätter nachfolgend im Einzelnen auf.

## 6 Maßnahmenblätter

### M 01.1 Sanierungsmanagement Geschosswohnungsbau

**Zeithorizont:** K

**Endenergieeinsparung (MWh/Jahr):** 9.080

**Priorität:** 2

**CO<sub>2</sub>-Einsparung (tonne/Jahr):** 2.260

Hintergrund



Der Baubestand in Lindleinsmühle ist 50 Jahre nach Gründung in die Jahre gekommen. Ein unzureichender Wärmeschutz und eine veraltete Anlagentechnik verlangen nach energetischer Sanierung. Handlungsbedarf besteht sowohl in den Einfamilienhausgebieten als auch im Geschosswohnungsbau. Die Mehrfamilienhäuser stehen in den meisten Fällen vor einem großen Sanierungsstau. Für die energetische Ertüchtigung sind die hier häufig anzutreffenden Gasetagenheizung eine besondere Herausforderung. Um den aktuellen EU-Anforderungen an die Energieeffizienz zu genügen, müssen nach Verordnung 2013/813/EU Gasheizgeräte mindestens den Stand der Brennwertechnik erfüllen. In Mehrfamilienhäusern können sich Schwierigkeiten ergeben, wenn mehrere Gasetagenheizungen verschiedener Installationsarten an eine gemeinsame Abgasanlage angeschlossen sind und ein Gerät ausgetauscht werden muss. Das stellt Gebäudeeigentümer vor die große Aufgabe der Umstellung von Gasetagenheizungen auf eine effizientere und nachhaltige Wärmeversorgung. In diesen Fällen fehlen Steigleitungen für Heizung und Warmwasser, die es erst ermöglicht von den Etagenheizungen auf eine effizientere, zentrale Anlagentechnik oder Fernwärme umzusteigen.

#### Konzeptbeschreibung

Einrichtung bzw. Weiterführung eines (geförderten) Sanierungsmanagements für Lindleinsmühle. Der Sanierungsmanager initiiert aktiv den Dialog mit den Wohnungsgesellschaften und Wohneigentümergeinschaften und hilft bei der Vermittlung von Fördergeldern, Fachleuten, Entwicklung von Sanierungsfahrplänen und wirtschaftlichen Lösungen. Der Sanierungsmanager unterstützt auch bei der Auswertung und Darstellung von Einsparererfolgen, welche Grundlage und Motivation für weitere Projekte sind. Beide Wohnungsbauunternehmen St. Bruno-Werke und Stadtbau GmbH planen in absehbarer Zeit die energetische Gebäudesanierung. St. Bruno-Werke und Stadtbau GmbH priorisieren einen Anschluss an die Fernwärme der WVV. Die Problematik der Etagenheizungen kann auch die Eintrittskarte für den individuellen Dialog mit den Eigentümergeinschaften sein. Über die Hausverwaltung kann das Sanierungsmanagement Kontakt zu den Verwaltungsbeiräten und den Eigentümern aufbauen.

**Verknüpfte Handlungsfelder:** M 02, M 03, M 06, M 09

#### Umsetzung

Akteure	Sanierungsmanagement, Stadtbau GmbH Würzburg, Wohnungsbaugesellschaft St.-Bruno-Werk, Wohneigentümergeinschaften
Handlungsschritte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung einer Energiefibel</li> <li>• Monitoring bisheriger und künftiger energetischer Maßnahmen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Darstellung der Einsparererfolge (ökologisch, ökonomisch, Komfort)</li> <li>○ Ggf. Optimierung der Sanierungsstrategie</li> </ul> </li> <li>• Erstellung von Sanierungsfahrplänen mit abgestimmten Maßnahmen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sukzessive Umsetzung von Teilschritten oder Komplettanierungen</li> <li>○ Ausschöpfen gering-investiver Maßnahmen, z.B. Kellerdeckendämmung, Umwälzpumpen</li> </ul> </li> <li>• Verknüpfung barrierefreie Wohnungsanpassung mit energetischen Maßnahmen</li> <li>• Energiesparberatung für Mieter: Nutzerverhalten, Stromsparen</li> <li>• Strategie zur Nutzung erneuerbarer Energien: Fern-/Nahwärme, KWK, PV-Strom-Nutzung, Mieterstrom</li> <li>• Beratung WEGs mit den Hausverwaltungen (Annex: Argumentationshilfe)</li> </ul>
Umsetzung bzw. Initiierung durch Sanierungsmanagement	
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwaltungsinterne Kosten</li> </ul>
Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KfW-Programme: 151, 271, 281, 433, Kombination mit KfW Programm Altersgerecht Umbauen (455, 159), Mittel der Städtebauförderung, BAFA Energieberatung</li> </ul>

## M 01.2 Sanierungsmanagement Ein-Zweifamilienhäuser



<b>Zeithorizont:</b> K	<b>Endenergieeinsparung (MWh/Jahr):</b> 5.289
<b>Priorität:</b> 2	<b>CO<sub>2</sub>-Einsparung (tonne/Jahr):</b> 1.395
Hintergrund	

Die privaten Ein- und Zweifamilienhäuser verbrauchen ca. 30% der Endenergie in Lindleinsmühle. Entsprechend hoch ist das Einsparpotenzial. Die Hausbesitzer benötigen Unterstützung, um die bisher geringe Sanierungstätigkeit zu steigern. Auch das hohe Solarenergiepotential auf dem eigenen Dach ist weitgehend ungenutzt. Fehlende Zeit sich mit dem Thema zu beschäftigen und Angst vor Stress und Dreck wird häufig als hemmender Grund genannt. Gerade private Eigentümer wünschen sich neutrale, unabhängige Beratung bei der konkreten Planung, Finanzierung und Umsetzung von Maßnahmen. Betagte Eigentümer, machen in der Regel keine umfassenden Sanierungen mehr an ihrem Haus, sondern beschränken sich auf Einzelmaßnahmen, die mit bis zu 30.000 Euro gefördert werden. Aufgrund der Altersstruktur im Quartier ist künftig mit zunehmendem Besitzerwechsel zu rechnen. Der Eigentumsübertrag ist ein guter Zeitpunkt, die inzwischen 40 bis 50 Jahre alten Häuser auf einen zukunftsfähigen Stand zu bringen.

### Konzeptbeschreibung

Das Sanierungsmanagement bietet direkt vor Ort die kostenlose Energieberatung im Quartiersbüro. Aufgrund der baurechtlichen Vorgaben, während der schrittweisen Erschließung der Einfamilienhausgebiete, kann man die Privathäuser in einige Gebäudetypen, mit jeweils sehr ähnlichen oder gleichen Konstruktionen und Bauweisen einteilen. Diese Typologie ermöglicht die Erarbeitung von beispielhaften Lösungen zur Sanierung und Energieeinsparung, die auf viele Gebäude übertragbar ist. Die Vorschläge, laienhaft verständlich grafisch aufbereitet, können die Beratung und Planung zur Sanierung erheblich erleichtern. Der Modernisierungskatalog informiert über passende Sanierungsmaßnahmen für spezifische Gebäudetypen in Lindleinsmühle mit Sanierungsempfehlung, Einsparpotential, gering investiven Maßnahmen und Fördermöglichkeiten. Er dient bereits im ersten Beratungsgespräch als Anschauungsmaterial. Eine individuelle Abschätzung zu den energetischen und wirtschaftlichen Auswirkungen einer Hausanierung kann so plakativ und informativ angeboten werden. Mögliche Sanierungsförderprogramme sind zu prüfen und beim Beratungsgespräch aktiv einzuschließen. Umfassende Modernisierungsmaßnahmen, die häufig mit Eigentumswechsel einhergehen, sollten genutzt werden, um das große Potential für wirtschaftlich umsetzbare, energetische Sanierungsmaßnahmen zu realisieren.

**Verknüpfte Handlungsfelder:** M 01, M 10, M 11

Umsetzung	
Akteure	Sanierungsmanagement, private Hausbesitzer, externe Berater
Handlungsschritte Umsetzung bzw. Initiierung durch Sanierungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstetigung Bürger-Energieberatung Lindleinsmühle</li> <li>• Konzept für frühzeitige Identifikation von Eigentumswechsel (Annex)</li> <li>• Erstellung Modernisierungskatalog Lindleinsmühle / Gebäudetypologie:</li> <li>• Konzertierte Kampagnen, z.B. Thermografie Aktion, Energiekarawane, Stadtrundgang</li> <li>• Identifikation geeigneter Dachflächen (Solarkataster) und gezielte Ansprache der Eigentümer</li> <li>• Erstellung einer Bauherrenmappe/Energiefibel</li> <li>• regelmäßige Vorträge zum Themenbereich Energiesparen</li> </ul>
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwaltungsinterne Kosten</li> <li>• Ggf. externe Personalkosten für Gebäudetypologie</li> <li>• Sachkosten für Öffentlichkeitsarbeit</li> </ul>
Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KfW-Programme: 151/152, 430, 431, 433, 159/455, 270/275, Baukindergeld KfW 424, BAFA Marktanreizprogramm, ggf. EnergieBonus Bayern.</li> </ul>

## M 02 Fernwärmeanschluss / Wärmenetz-Insellösungen

**Zeithorizont:** K

**Endenergieeinsparung (MWh/Jahr):** 2.065

**Priorität:** 1

**CO<sub>2</sub>-Einsparung (tonne/Jahr):** 3.942

Hintergrund



In Lindleinsmühle wird überwiegend der fossile Energieträger Erdgas für die Heizenergie genutzt. Eine langfristige Umstellung aller Heizungsanlagen auf erneuerbare Energien wäre technisch aufwändig. Das nutzbare Gesamtpotenzial an fester Biomasse der Stadt Würzburg ist bereits ausgeschöpft. Wie im Klimaschutzkonzept dargelegt ist kein Ausbaupotenzial vorhanden. Darüber hinaus würde im Falle Biomassenutzung die lokale Feinstaubbelastung steigen. Die Nutzung erneuerbarer Energien bzw. energieeffizienter Technik ist über Wärmenetze wirtschaftlicher umzusetzen, als bei kleinen Zentralheizungen oder Etagenheizungen. Fernwärme ist dort wirtschaftlich, wo viel Wärme je Leitungslänge benötigt wird: im Geschosswohnungsbau. Als kurz- und mittelfristige Alternative kann mit Kraft-Wärme-Kopplung (Mini-BHKWs, Brennstoffzelle) Wärme und Strom gleichzeitig erzeugt werden und den Bewohnern kostengünstig, in Form von Mieterstrom, angeboten werden. Wärmeerzeugung mit Erdgas gilt in Kombination mit Kraft-Wärme-Kopplung als Brückentechnologie, welche im Falle von Wärmenetzen mittelfristig gegen erneuerbare Energien ausgetauscht werden kann. Die beiden in Lindleinsmühle tätigen Wohnungsunternehmen, St.-Bruno-Werk und Stadtbau GmbH Würzburg, haben großes Interesse an einer Fern- oder Nahwärmeversorgung und benötigen vor dem Hintergrund des Sanierungsbedarfs Planungssicherheit. Die WVV als potentieller Netzbetreiber, haben bereits Abstimmungsgespräche mit den Wohnungsunternehmen begonnen.

### Konzeptbeschreibung

Auf Grundlage der im Quartierskonzept erarbeiteten Potenzialuntersuchungen, zu verschiedenen Varianten des Netzausbaus und Sanierungsstands, gilt es nun baldmöglichst Planungssicherheit für die betroffenen Akteure zu schaffen. Hierzu sind vor allem der Umfang des Netzausbaus, sowie die zeitliche Abfolge mit den geplanten Sanierungsmaßnahmen der Wohnungsunternehmen abzustimmen. Sowohl die Nachhaltigkeit als auch die Wirtschaftlichkeit für Betreiber und Nutzer eines Wärmenetzes hängt stark davon ab, ob ein Anschluss an das Fernwärmenetz der WVV, oder eine eigene Wärmeversorgung für das Quartier (z.B. Kraft-Wärme-Kopplung) erfolgt. Aus Gründen der Gesamtwirtschaftlichkeit wird dringend empfohlen, die Wärmeversorgung entlang der Liefertrasse nachzuverdichten und so die Wärmeabsatzmenge und damit auch die CO<sub>2</sub>-Einsparung zu erhöhen. Hervorzuheben und wünschenswert ist der Einbezug potentieller Anschlussnehmer durch das Sanierungsmanagement.

Das Sanierungsmanagement übernimmt die Moderation des Prozesses zur Entwicklung eines abgestimmten Fahrplans für die Wärmenetzerschließung Lindleinsmühle. Der Fahrplan stimmt den zeitlichen Ablauf der Erschließung mit den Sanierungs-Bauabschnitten und Zielen der Wohnungsunternehmen ab. Außerdem stellt das Sanierungsmanagement als Moderator sicher, dass Optionen der Effizienzsteigerung, der Nutzung erneuerbarer Energien, sozialverträglicher Maßnahmen und Mieterstromkonzepte in die Planungen einbezogen werden. Ein wichtiger Erfolgsfaktor für die Umsetzung von Wärmenetzen ist die Kommunikation. Teilergebnisse müssen regelmäßig mit den betroffenen Akteuren in Workshops oder Planungstreffen vorgestellt und diskutiert werden.

**Verknüpfte Handlungsfelder** M 01, M 03, M 05, M 06, M 07, M 11

### Umsetzung

Akteure	Sanierungsmanagement, Wohnungsbaugesellschaften, Stadt Würzburg, WVV, AWO
Handlungsschritte Initiierung und Moderation durch Sanierungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung eines konkreten Fahrplans zur Erschließung des Quartiers oder von Teilbereichen mit einem Wärmenetz.</li> <li>• Variantenuntersuchungen Netz             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Großflächige Erschließung mit Fernwärme</li> <li>b. Alternatives Konzept für Versorgung mit Wärmenetz(en) als Insellösung(en)</li> </ol> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Variantenuntersuchung Energieerzeugung bei Insellösung<ul style="list-style-type: none"><li>a. Kraft-Wärme-Kopplung (Gas-BHKW / Brennstoffzelle)</li><li>b. Gas-Spitzenlastkessel (langfristig mit Gas aus erneuerbaren Quellen: Power-to-Gas)</li><li>c. Einsatzmöglichkeit erneuerbare Energien</li><li>d. Mieterstromkonzepte</li></ul></li><li>• Workshops/Planungstreffen: Präsentation von Teilergebnissen, Handlungsempfehlungen</li></ul>
Kosten	<ul style="list-style-type: none"><li>• Netzplanung und Netzausbau: abhängig von Konzept</li></ul>
Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"><li>• KfW-Programm Erneuerbare Energien Premium 271/281, BAFA Wärme-und Kältenetze aus KWK-Anlagen, Kommunalrichtlinie 2019 - Einstiegsberatung Kommunaler Klimaschutz</li></ul>

## M 03 Pilotprojekt Neumühle

**Zeithorizont:** K

**Endenergieeinsparung (MWh/Jahr):** 1.269

**Priorität:** 1

**CO<sub>2</sub>-Einsparung (tonne/Jahr):** 586

Hintergrund



Es besteht die Notwendigkeit einer umfassenden Sanierung aufgrund des Alters und Zustands der Gebäude der Wohnungsbaugesellschaft St.-Bruno-Werk. In allen Wohnungen östlich der Pleichach befinden sich Gasetagenheizungen. Die Gebäude westlich, mit den Hausnummern Neumühle 1,3 5 und 7, werden mit Elektro-Nachtspeicher beheizt - hier steht eine Generalsanierung konkret an. Die anderen Gebäude sollen folgen. Gleichzeitig plant die WBG zwei neue Geschosswohnungsbauten auf dem Areal, für die eine günstige und nachhaltige Wärmeversorgung zur Einhaltung der gesetzlichen energetischen Anforderungen gefragt ist. Das künftige Gebäudeenergiegesetz (GEG) bietet voraussichtlich Möglichkeiten energetische Anforderungen im Rahmen einer Quartierlösung nach zu weisen. Aufgrund der Mieterstruktur müssen Aspekte einer sozialverträglichen Sanierung berücksichtigt werden, um eine Gentrifizierung im Quartier zu vermeiden. Angestrebt wird eine Energienutzung in ihrer nachhaltigsten Variante hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und CO<sub>2</sub>-Einsparung. Es besteht grundsätzlich das Interesse an einer Wärmeversorgung durch einen externen Betreiber.

### Konzeptbeschreibung

Es bietet sich hier die Entwicklung einer mustergültigen Gesamtlösung für die Sanierung und Wärmeversorgung des Quartiers Neumühle an, die als Pilotprojekt Vorbild und Motivation für ganz Lindleinsmühle sein kann. Hierbei sind wirtschaftliche und sozialverträgliche Lösungen der Gebäudesanierung und der nachhaltigen Wärmeversorgung zu entwerfen und in ein stimmiges Gesamtkonzept zu fassen. Gefragt sind wirtschaftliche Synergien. Mit Themen wie „Mieterstrom“ „altersgerechte Wohnungsanpassung“ und „Elektromobilität“ sollte in die Zukunft gedacht werden. Das Sanierungsmanagement unterstützt die WBG bei der Konzeptentwicklung.

**Verknüpfte Handlungsfelder:** M 01, M 02, M 09, M 10, M 11

### Umsetzung

Akteure	Sanierungsmanagement, WBG St.-Bruno-Werke, WVV, Energieberater
Handlungsschritte Umsetzung bzw. Initiierung und Moderation durch Sanierungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderation bei der Entwicklung eines Sanierungsfahrplans für das Quartier Neumühle mit dem Ziel ein energetisch mustergültiges Quartier zu schaffen.</li> <li>• Beratung zur Festlegung energetischer, städtebaulicher und sozialer Ziele</li> <li>• Unterstützung bei der Akquise von Fördermitteln</li> <li>• Der Sanierungsfahrplan berücksichtigt: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ wirtschaftliche und sozialverträgliche Wärmeversorgung</li> <li>○ Gebäudesanierung mit bestmöglicher Nachhaltigkeit</li> <li>○ Untersuchung der Möglichkeit von Mieterstromkonzepten</li> <li>○ Kombination mit Maßnahmen zur Barrierereduzierung</li> <li>○ Energetisches Konzept Neubauvorhaben mit Ausnutzen neuer Möglichkeiten von Quartierslösungen im Rahmen des künftigen GEG</li> </ul> </li> <li>• Kommunikation des Quartierskonzepts Neumühle als beispielhaftes Leuchtturmprojekt bereits während der Entstehung.</li> </ul>
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwaltungsinterne Kosten</li> <li>• Bei Bedarf und je nach Konzept Kosten für externe Fachberatung/Fachplanung</li> <li>• KfW-Programme: 151, 271, 281, Kombination mit KfW Programm Altersgerecht Umbauen (455, 159), Städtebauförderung</li> </ul>
Fördermöglichkeiten	

## M 04 Ideenwettbewerb Hochhaus Lindleinsmühle

<b>Zeithorizont:</b> M	<b>Endenergieeinsparung (MWh/Jahr):</b> 799
<b>Priorität:</b> 3	<b>CO<sub>2</sub>-Einsparung (tonne/Jahr):</b> 200
<b>Hintergrund</b>	



Aufgrund seiner Lage am Eingang des Stadtteils, ist das Wohnhochhaus „Lindleinsmühle“ (Schwabenstraße 1 und 1a) mit seiner Fassade ortsbildprägend und wird von den Einwohnern entsprechend auch als Lindleinstower benannt. Die gesamte Eigentumswohnanlage wird mit Wärme durch Gas-Etagenheizungen versorgt. Eine deutliche Verbesserung zur Anpassung an künftige Standards ist bei Etagenheizungen kaum möglich. Mittel- oder langfristig muss neben den Heizungen auch die Fassade saniert werden. Damit sich die Eigentümer für eine umfangreiche Sanierung entscheiden können, müsste deren Wirtschaftlichkeit nachgewiesen werden. Sollte eine umfangreiche Sanierung vorerst nicht umsetzbar sein, sollten einheitliche Lösungsansätze gefunden werden, die die sukzessive Instandsetzung einzelner Wohneinheiten berücksichtigen.

### Konzeptbeschreibung

Als Eingang ins Quartier wird der Lindleinstower als „Leuchtturmprojekt“ mit städtebaulicher Ausstrahlung konzipiert. Die Stadt lobt einen Studentenwettbewerb „wirtschaftliche Klimaschutzfassade“ für das Wohnhochhaus aus. Eingeladen werden relevante Fakultäten von Planern, Technikern, Kaufleuten und Designern. Die Wettbewerbsteilnehmer sollten aus interdisziplinären Teams bestehen. Aufgabenstellung soll sein: „Klimaschutz und Wirtschaftlichkeit mit der Fassade“ Der Wettbewerb könnte auch in mehrere Teile mit unterschiedlichen Schwerpunkten gegliedert werden (z.B. Begrünung oder Energieerzeugung; Gesamtanierung oder Wohnungskonzept). Folgende Kriterien sind im Wettbewerb „wirtschaftliche Klimaschutzfassade“ angemessen zu berücksichtigen:

- Klimaschützende Fassade, die auch gestalterisch überzeugt (weithin sichtbar, Ortsbild prägend)
- Sanierungskonzept Gebäudehülle und Gebäudetechnik kombinieren
- Energie erzeugende Fassade und/oder Fassadenbegrünung
- Kombination mit Elektromobilität und/oder Mieterstromkonzept
- Sanierungsmaßnahmen für einzelne Eigentümer bis hin zu einer gemeinschaftlichen Lösung

In jedem Fall:

- Kostenermittlung und Finanzierungskonzept/Betreiberkonzept
- Fragestellung unter welchen Rahmenbedingungen die Maßnahme wirtschaftlich ist

Mit der Wohneigentümergeinschaft wird vorab die Idee des Wettbewerbes besprochen und abgestimmt. Damit die Bewohner für das Thema begeistert und mitgenommen werden, ist Teil des Konzepts, dass die Studenten an zwei bis drei Tagen vor Ort (open office) arbeiten. Die Bewohner erhalten so die Gelegenheit den Studenten „über die Schulter zu schauen“, und werden zugleich für das Thema Nachhaltigkeit sensibilisiert.

**Verknüpfte Handlungsfelder:** M 01, M 11

### Umsetzung

<b>Akteure</b>	Sanierungsmanagement, WEG Hochhaus Lindleinsmühle, WVV, Universitäten.
<b>Handlungsschritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung Studentenwettbewerb für Hochhaus Lindleinsmühle.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mögliche Auslober z.B. Stadt + WEG + WVV, Städtebauförderung</li> <li>b. Konzeption: Anforderungen und Abwicklung Wettbewerb</li> </ul> </li> <li>• Zusammenarbeit mit Eigentümerversammlung und Hausverwaltung</li> <li>• Wettbewerbsergebnisse auf ähnliche Gebäude im Quartier/Stadt übertragbar</li> <li>• Begleitende Öffentlichkeitsarbeit</li> </ul>
<b>Umsetzung oder Initiierung durch Sanierungsmanagement</b>	Verwaltungsinterne Kosten
<b>Kosten</b>	
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Förderaufruf für investive Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des BMU</li> <li>• Städtisches Förderprogramm „Urbanes Grün“</li> </ul>

## M 05 Energetische Sanierung Nicht-Wohngebäude



**Zeithorizont:** M

**Endenergieeinsparung (MWh/Jahr):** abh. von Planung

**Priorität:** 2

**CO<sub>2</sub>-Einsparung (tonne/Jahr):** noch nicht bezifferbar

Hintergrund

Energieeffizienz in NWG umzusetzen ist häufig anspruchsvoll, da die technische Ausstattung und die Architektur je nach Branche und Nutzung komplexer sind als WG. Gleichzeitig eröffnen diese aber auch vielfältige Ansatzpunkte zur Einsparung oder effizienteren Nutzung von Strom und Wärme. Eine verbesserte Energieeffizienz von NWG ist zudem ein wichtiger Baustein, um den nahezu klimaneutralen Gebäudebestand bis 2050 im Stadtteil zu verwirklichen. Für einige Nicht-Wohngebäude in zentraler Lage sind derzeit bauliche Maßnahmen geplant.

Konzeptbeschreibung

Einrichtung eines geförderten Sanierungsmanagements, das initiativ in einen engen Dialog mit den Investoren tritt, um Hemmnisse für eine energetische Sanierung abzubauen und gemeinsam marktfähige Lösungen zu entwickeln.

- Die Wirtschaftlichkeit einer Sanierungsmaßnahme ist in aller Regel noch wichtiger als bei Wohngebäuden. Niederschwellige Maßnahmen mit geringen Investitionen und hoher Einsparung und die Beratung und Begleitung von Förderprogrammen motivieren zur Energieeinsparung.
- Es gibt branchenspezifische Lösungen, die im Rahmen von Modellvorhaben oder Forschungsprojekten erarbeitet wurden. Darin werden Hemmnisse auf dem Weg zum energetisch optimierten Nichtwohngebäude konkretisiert und Lösungsansätze entwickelt.
- Anstrengungen für Maßnahmen in den Klimaschutz und das Engagement für mehr Nachhaltigkeit in Lindleinsmühle werden öffentlich gemacht und sorgen für eine positive Wahrnehmung.

**Verknüpfte Handlungsfelder:** M 01/ M 11

Umsetzung

Akteure	Sanierungsmanagement, öffentliche und private Bauherren
Handlungsschritte Umsetzung oder Initiierung durch Sanierungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Sanierungsmanager spricht aktiv an und unterstützt bei der Umsetzung mit kostenloser Energieberatung                             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Heizungserneuerung – geplantes Konzept, Planungsstand, ggf. Modifikationen (Anbindung Wärmenetz)</li> <li>b. Erweiterung und Sanierung – branchenspezifische Energieexperten</li> <li>c. Ersatzneubau oder Sanierung - Anbindung Wärmenetz, Belegung Dachflächen mit PV</li> </ul> </li> <li>• Wirtschaftlichkeitsberechnung unter Einbeziehung von Fördermitteln</li> <li>• Öffentlichkeitsarbeit (Quartierszeitung, Presse, Stadtteilstift)</li> </ul>
Kosten	Verwaltungsinterne Kosten
Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BAFA KMU Beratung, KfW-Programme: 147/157</li> </ul>

## M 06 Upgrade Wärmeverbände ehem. Neue Heimat

<b>Zeithorizont:</b> L	<b>Endenergieeinsparung (MWh/Jahr):</b> 169
<b>Priorität:</b> 3	<b>CO<sub>2</sub>-Einsparung (tonne/Jahr):</b> 125
Hintergrund	



Die Gebäude der ehemaligen Wohnbaugesellschaft „Neue Heimat“ sind über einige Heizzentralen und einem aus der Bauzeit stammenden Wärmenetz (Nahwärme) mit Gas versorgt. Bei den Mehrfamilienhäusern handelt es sich überwiegend um Eigentumswohnanlagen. Mögliche Dämmmaßnahmen am Gebäude wurden bisher aufgrund der hohen Kosten von den Wohneigentümern verworfen. Es bestehen vier Heizzentralen, die jeweils in einem der Hochhäuser untergebracht sind und die umliegenden Wohnhäuser mitversorgen, einschließlich der Einfamilienhäuser „Am Schwarzenberg“. Eines der Wärmenetze mit den angeschlossenen Häusern wird von der WBG Stadtbau GmbH Würzburg betrieben. Aufgrund der bestehenden Wärmenetze könnte über den Zusammenschluss und die Optimierung der Heizzentralen die Energieversorgung gleichzeitig für viele Wohneinheiten ökologischer und preiswerter werden. Bei einem alternativen Anschluss an ein Fernwärmenetz (M 02) könnte mit geringem Aufwand für Wärmeleitungen, eine große Zahl Wohneinheiten auf einmal angeschlossen werden.

### Konzeptbeschreibung

Für die Hausverwaltungen ist eine energetische Gebäudesanierung aus wirtschaftlichen Gründen in absehbarer Zeit kein Thema, so dass die Handlungsansätze der energetischen Stadtsanierung vorerst mehr bei Energieversorgung, Heizungstechnik und Sensibilisierung für energiesparendes Verhalten liegen. Der Austausch des Heizkessels in Gebäude Am Schwarzenberg 4 aus den 80er Jahren wird in den kommenden Jahren sowieso anstehen. Um die Eigentümergemeinschaften zu überzeugen, mehr als die Instandhaltung und Erneuerung der Heizzentralen zu tun, müssen wirtschaftliche, alternative Konzepte vorgelegt werden. Für die Bewohner sollten keine höheren Verbrauchskosten entstehen. Bei Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung könnte die Wirtschaftlichkeit durch Mieterstromnutzung gesteigert werden. Die Umsetzung der Optimierung, einschließlich eines Angebots von Mieterstrom, kann vermutlich durch einen Contractor am einfachsten realisiert werden. Der Sanierungsmanager initiiert und moderiert die Abstimmung zwischen den Eigentümergemeinschaften und möglichen Contractoren. Diese entwickeln ein wirtschaftliches Konzept und damit ein Angebot für die optimierte Energieversorgung. Dazu ist eine Einzelprüfung jedes Gebäudes und der bestehenden Wärmenetze erforderlich. Durch den Vergleich verschiedener Umsetzungsvarianten kann eine wirtschaftliche Lösung entwickelt werden. Ein besonderes Augenmerk muss auf der Verringerung des Ressourceneinsatzes für die Wärmenetze liegen, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß auf ein Minimum zu reduzieren.

**Verknüpfte Handlungsfelder:** M 01, M 02, M 09

Umsetzung	
Akteure	Sanierungsmanagement, WEGs Am Schwarzenberg/Ostpfeußenstraße, Stadtbau GmbH
Handlungsschritte Umsetzung bzw. Initiierung durch Sanierungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontaktaufnahme mit Beiräten der WEGs, Hausverwaltungen und potentiellen Contractoren</li> <li>• Entwicklung Gesamt-Strategie mit bestmöglicher Nachhaltigkeit, Variantenvergleich</li> <li>• Erstellung von Argumentationshilfen bei der Beratung von WEGs (Annex xy):                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kostenbeispiele</li> <li>○ Fördermöglichkeiten</li> <li>○ Einsparerfolg bei Sanierung Am Schwarzenberg durch Stadtbau GmbH (baugleiche Gebäude!)</li> </ul> </li> <li>• Runder Tisch mit Akteuren: Vertreter der Eigentümerversammlungen, Sanierungsmanager, Energieversorger/Contractor, Hausverwaltungen</li> </ul>
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwaltungsinterne Kosten</li> </ul>
Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunalrichtlinie 2019, Einstiegsberatung kommunaler Klimaschutz</li> </ul>

## M 07 Energiemanagement Kommunale Gebäude – Vorbildliche Sanierung Gustav-Walle-Schule



**Zeithorizont:** K

**Endenergieeinsparung (MWh/Jahr):** 292

**Priorität:** 1

**CO<sub>2</sub>-Einsparung (tonne/Jahr):** 73

Hintergrund

Schulen stellen im kommunalen Gebäudebestand einen wichtigen Schwerpunkt dar, da sie häufig bis zu 50% der städtischen Nutzflächen einnehmen und über ein erhebliches Einsparpotential verfügen. Der Ersatz des Hallenbads der Gustav-Walle-Schule durch einen Erweiterungsbau eröffnet die Möglichkeit gleichzeitig eine energetische Sanierung durchzuführen. Eine wichtige Schlüsselfunktion haben die Nutzer der Schule (Verwaltung, Schüler und Schülerinnen, Lehrkräfte, Pflegepersonal aber auch Sportvereine), da sie anfallende Energiekosten nicht selbst bezahlen, zugleich aber einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch haben. Deshalb sind neben Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Anlagentechnik gleichzeitig auch Maßnahmen zur Motivation und Sensibilisierung der Gebäudenutzer empfehlenswert. Bewährt haben sich Anreizmodelle, die realisierte Einsparungen honorieren, etwa als Geldbeträge oder Ideenwettbewerbe, aber auch Schulungen der Hausmeister, die üblicherweise für die Endkontrolle des Gebäudes nach Schulschluss zuständig sind. Erfahrungen aus durchgeführten Projekten belegen Einsparungen von bis zu 20% durch angepasstes Nutzerverhalten.

Konzeptbeschreibung

Die Stadt nimmt gegenüber der Öffentlichkeit ihre Vorbildfunktion bei der lokalen Klimaschutzpolitik wahr. Die Sanierung der Schule mit hohen Energieeffizienzstandards führt neben einer Verringerung von energiebedingten Emissionen auch zu einer Reduzierung des Verbrauchs und damit zu einer direkten Haushaltsentlastung. Gleichzeitig setzt die Stadt nach außen ein Zeichen, dass Klimaschutz in Lindleinsmühle ein Anliegen ist. Als engagierte Schule unterstützen die Lehrkräfte und Schüler die Anstrengungen der Stadt bei der Erreichung ihrer Klimaschutzziele. Bestehende Konzepte und Materialien werden gesichtet und pädagogische Maßnahmen während und nach der Sanierung von externen Fachleuten erarbeitet. Im Vorfeld des Starts wird das Energiesparprojekt in einem Elternabend vorgestellt und um Unterstützung der Kinder bei ihren Einsparbemühungen auch im häuslichen Umfeld gebeten. Begleitend dazu erfolgt die kostenlose Stromsparsprechstunde im Quartiersbüro. Um die Erfolge der technischen Sanierung sowie des Energiesparprojekts der Schule zu erfassen und weiter zu führen ist die Einrichtung eines kommunalen Energiemanagements notwendig, das im Rahmen der Quartierssanierung für alle kommunalen Liegenschaften erfolgt. Die Umsetzung des pädagogischen Konzeptes erfolgt nach einer Pilotphase sukzessive auch in den beiden Kindergärten der Lindleinsmühle und der Wolfskeel-Realschule.

**Verknüpfte Handlungsfelder:** M 01, M 11

Umsetzung

<b>Akteure</b>	Sanierungsmanagement, Energiemanager, Schulamt, Bauamt, Schulleitung, Hausmeister
<b>Handlungsschritte</b> Umsetzung oder Initiierung durch Sanierungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung kommunales Energiemanagement in allen städtischen Liegenschaften im Quartier incl. Hausmeisterschulungen</li> <li>• Regelmäßige Jour-Fix während der Planungsphase mit den zuständigen Ansprechpartnern aus dem Bauamt, dem Energiemanager und Sanierungsmanager</li> <li>• Frühzeitige Einbindung             <ul style="list-style-type: none"> <li>a. des Schulamtes in die Konzepterstellung und,</li> <li>b. der Schulleitung und Hausmeister in die Planungen</li> </ul> </li> <li>• Konzeption Anreizmodell (Fifty/Fifty) und Vorbereitung begleitendes pädagogisches Konzept während Sanierung</li> <li>• Elternabend im Vorfeld des Projektstarts</li> <li>• Begleitend Stromsparsprechstunde Quartiersbüro</li> <li>• Verknüpfung mit städtischem Förderprogramm „Urbanes Grün“</li> </ul>
<b>Kosten</b>	Verwaltungsinterne Kosten Fifty-Fifty Projekt: 10.000 Euro
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunalrichtlinie 2019 - Energiesparmodelle</li> <li>• KfW Investitionen in der kommunalen, sozialen Infrastruktur</li> </ul>

## M 08 Mieterstromlösungen



<b>Zeithorizont:</b> K	<b>Endenergieeinsparung (MWh/Jahr):</b> -
<b>Priorität:</b> 2	<b>CO<sub>2</sub>-Einsparung (tonne/Jahr):</b> 335 *
Hintergrund	

Durch die eigene Stromerzeugung z.B. mit Photovoltaik-Anlagen oder Brennstoffzellen und die direkte Nutzung des Stroms können in Einfamilienhäusern leicht Energiekosten gespart und ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. Mit dem Mieterstromkonzept wird dies in ähnlicher Weise auch Bewohnern von Mehrfamilienhäusern ermöglicht. Der Mieterstrom wird in „unmittelbarer räumlicher Nähe“ zum Mehrfamilienhaus produziert und muss nicht über die öffentlichen Netze geleitet werden. Deshalb entfallen unter anderem Netznutzungsentgelte und die sogenannte Konzessionsabgabe. Andererseits entstehen Kosten für Abrechnung und Messung. Eine Mietstromanlage kann, sowohl für den Betreiber als auch für die Bewohner, lohnend sein. Als Betreiber und somit als Mietstromlieferant kommen zum Beispiel ein Vermieter, eine Genossenschaft von Eigentümern oder ein externer Betreiber in Frage. Die Umsetzung eines Mieterstromkonzepts bietet sich vor allem im Falle einer Erneuerung der Heizungsanlage an (Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung) oder im Falle einer Sanierung der Gebäudehülle (Solarstromanlagen auf dem Dach oder an der Fassade). Die Thematik Mieterstrom mit ihren gesetzlichen Bedingungen und der Vielzahl von Betreiberkonzepten ist komplex, so dass Beratungs- und Moderationsbedarf besteht. Die WVV haben bereits erste Erfahrungen mit Mieterstrom gesammelt.

### Konzeptbeschreibung

Das Sanierungsmanagement Lindleinsmühle entwickelt ein Beratungs- und Moderationsangebot für Wohneigentümergeinschaften und die Wohnbaugesellschaften und bietet dies aktiv an. Ziel dieses Angebots ist die frühzeitige Abstimmung zwischen WBG bzw. WEG und potentiellen Mietstromanbietern im Falle von Sanierungsmaßnahmen. Ein vom Sanierungsmanagement entwickeltes Informationsblatt „Fahrplan Mieterstrom Lindleinsmühle“ stellt die Vorteile und möglichen Betreibervarianten dar und empfiehlt eine Vorgehensweise zur Konzeptentwicklung. Als erstes Pilotprojekt für Mieterstrom bietet sich die anstehende Sanierung des Quartiers Neumühle der WBG St.-Bruno-Werke an. Die St.-Bruno-Werke haben hierfür Interesse signalisiert, beabsichtigen aber nicht, selbst als Mietstromlieferant aufzutreten. Über das Sanierungsmanagement wird durch Vermittlung von potentiellen Betreibern, sichergestellt, dass ein Mietstromkonzept – oder hier ein Quartierstromkonzept – im Sanierungsplan Neumühle berücksichtigt wird. Insbesondere im Sozialwohnungsbau ist die Senkung der Stromkosten über Mieterstrom von hoher Relevanz.

**Verknüpfte Handlungsfelder:** M 01, M 03, M 05, M 06, M 10

Umsetzung	
Akteure	Sanierungsmanagement, WEGs, WBG St.-Bruno Werke und Stadtbau GmbH, WVV, Dienstleister Mieterstrom,
Handlungsschritte Umsetzung bzw. Initiierung durch Sanierungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beratungs- und Moderationsangebot durch Sanierungsmanagement, „Fahrplan Mieterstrom Lindleinsmühle“</li> <li>Identifikation eines geeigneten Projektes als Leuchtturm: Neumühle</li> <li>Frühzeitige Kooperation und Abstimmung der Planung von WBG und Mietstromanbieter</li> <li>Round Table „Mieterstrom“ mit potentiellen Akteuren aus der Wohnungswirtschaft. Austausch über Entwicklung des Leuchtturmprojektes</li> </ul>
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verwaltungsinterne Kosten</li> </ul>
Fördermöglichkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geförderter Mieterstrom nach EEG mit Mieterstromzuschlag</li> </ul>

## M 09 Sektorkopplung: Wohnen-Photovoltaik-Elektromobilität



**Zeithorizont:** M **Endenergieeinsparung (MWh/Jahr):** -

**Priorität:** 3 **CO<sub>2</sub>-Einsparung (tonne/Jahr):** 14

### Hintergrund

Die anstehende Verkehrswende, als notwendiger Beitrag zum Klimaschutz, wird unter anderem zu einer zunehmenden Elektromobilität führen. Es werden dazu wohnungsnah, praktikable Lademöglichkeiten für Elektroautos benötigt. Idealerweise erfolgt deren Aufladung klimaneutral durch die Nutzung von Solarstrom. Im Geschosswohnungsbau oder bei Reihenhäusern mit Sammelstellplätzen besteht die Herausforderung darin, wirtschaftlich und technisch sinnvolle Lösungen für Ladestationen zu finden: bekommt jeder E-Mobil-Besitzer einen eigenen Stromzähler am Stellplatz mit Ladebox? Betreibt der Vermieter oder die Wohneigentümergeinschaft eine Ladestation? Wie wird abgerechnet? Die Eigentümergeinschaft einer Sammelstellplatzanlage an der Hessenstraße sucht bereits eine passende Lösung, die den Stellplatzbesitzern zukünftig eine wirtschaftliche Möglichkeit zum Laden ihrer Elektrofahrzeuge ermöglicht.

### Konzeptbeschreibung

Entwicklung eines Konzepts für lokale Sektorkopplung anhand eines Beispiel-Areals (z.B. Wohngebiet im Bereich der Sammelstellplatzanlage an der Hessenstraße. Reihenhäuser und ggf. Mehrfamilienhäuser). Zunächst Beauftragung einer Machbarkeitsstudie, in der verschiedene Konzeptvarianten mit folgenden Komponenten, hinsichtlich ihrer Realisierbarkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht werden:

- Größtmögliche Solarstrom-Nutzung (Dächer, Carports, Fassaden)
- Batteriespeicher dezentral oder zentral (Quartierspeicher)
- Ladestationen für Elektro-Fahrzeuge
- Weitgehend direkte Nutzung des erzeugten Stroms im Quartier ohne Netzeinspeisung
- Kombination mit Mieterstromkonzept / Quartierstromkonzept
- Mögliche Betreiberkonzepte (z.B. Gründung einer Betreiber-genossenschaft durch Anwohner und Nutzer)
- Berücksichtigung künftiger technischer, rechtlicher und tariflicher Optionen

### Verknüpfte Handlungsfelder M 01, M 08, M 09

### Umsetzung

<b>Akteure</b>	Sanierungsmanagement, WVV, Eigentümergeinschaften
<b>Handlungsschritte</b> Umsetzung bzw. Initiierung durch Sanierungsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Runder Tisch mit potentiellen Akteuren zur Projektumsetzung</li> <li>• Machbarkeitsstudie zu einer mit Solarstrom betriebenen Gemeinschaftsladestation für Elektroautos, gegebenenfalls in Kombination mit einem Quartierspeicher.</li> <li>• Akquise von Fördermöglichkeiten</li> </ul>
<b>Kosten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten für Machbarkeitsstudie – ggf. von Contractoren zu übernehmen</li> <li>• Ggf. Kosten für Gründung einer Energie-Genossenschaft</li> <li>• Investitionskosten konzeptabhängig</li> </ul>
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eventuell Energieforschungsprogramm des Bundes</li> <li>• KfW-Programme: Erneuerbare Energien 270 /271, Erneuerbare Energien – Speicher 275</li> </ul>

## M10 Öffentlichkeitsarbeit

<b>Zeithorizont:</b> K	<b>Endenergieeinsparung (kWh/Jahr):</b> nicht bezifferbar
<b>Priorität:</b> 1	<b>CO<sub>2</sub>-Einsparung (tonne/Jahr):</b> nicht bezifferbar

### Hintergrund

Zur Ermittlung von Projektpotentialen sind bereits mit Beginn der Konzepterstellung örtliche Akteure einbezogen worden. Von Anfang an stand der laufende Informationsaustausch mit den beiden Wohnungsunternehmen St.-Bruno-Werke und Stadtbau GmbH, aufgrund der hohen Relevanz dieser Zielgruppe. Mit der zweiten Phase der Ausgangsanalyse wurde die örtliche Bevölkerung im Rahmen einer Fragebogenaktion einbezogen. Die Bewohner von Lindleinsmühle bekamen mit der Quartierszeitung einen Fragebogen mit 13 Fragen. Davon kamen 42 ausgefüllte Fragebögen zurück und damit 1,6 %, die eine nicht ausreichende Grundlage für aufschlussreiche Hochrechnungen bildeten. Zurückzuführen ist die geringe Beteiligung teils auf die Bevölkerungsstruktur, die durch einen hohen Anteil an Personen mit Migrationshintergrund und einkommensschwachen Haushalten geprägt ist. Als gezieltes Angebot wurde Ostern 2018 eine kostenlose Energiesprechstunde für Hauseigentümer und Mieter in Lindleinsmühle durch das Sanierungsmanagement initiiert. Regelmäßig wurde über die Entwicklung des Quartierskonzeptes in der Quartierszeitung und Tagespresse informiert.



### Konzeptbeschreibung

In einem Gebiet wie Lindleinsmühle, mit teils sozial schwachen Bevölkerungsgruppen gilt es, die Vor- und Nachteile energetischer Maßnahmen umfassend zu kommunizieren. Dazu gehört das breit angelegte Informieren (Broschüren, Flyer, Stadtrundgänge, etc.), wenn möglich in verschiedenen Sprachen. Die Gestaltung von Informationsveranstaltungen – von Vortragsabenden, Energiesprechstunden bis hin zu Stadtteilsten – bietet sich dafür an. Ein erfolgreicher Ansatz ist zudem der Einsatz von Schlüsselpersonen, die als Vertreter einer Bevölkerungsgruppe weitere Personen aktivieren und informieren sollen. Vereine sollten hier grundsätzlich berücksichtigt werden, weil so meist eine komplette Personengruppe angesprochen werden kann. Für die BewohnerInnen muss Lindleinsmühle als ein Quartier der energetischen Stadterneuerung wahrnehmbar werden. Inwieweit sich die Situation nachhaltig verbessert, kann z.B. anhand des Pilotprojektes Neumühle oder im Rahmen der energetischen Sanierung der Gustav-Walle-Schule kommuniziert werden. Der deutlich lokale Bezug weckt die Neugierde, generiert Betroffenheit und motiviert zu energiesparendem Verhalten.

**Verknüpfte Handlungsfelder:** alle Maßnahmen

### Umsetzung

<b>Akteure</b>	Sanierungsmanager, Quartiersbüro, Bewohnerschaft, Vereine, WBGs
<b>Handlungsschritte Umsetzung oder Initiierung durch Sanierungsmanagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sanierung Gustav Walle Schule – projektbezogene Einbindung Schüler mit ihren Familien</li> <li>• Pilotprojekt Neumühle - stark frequentierter Radweg führt durch Neumühle. Schautafeln mit Information zu energetischer Stadtteilsanierung.</li> <li>• Eigenen Internetauftritt auf der Website Soziale Stadt Lindleinsmühle einrichten</li> <li>• Veranstaltungen mit Infostand (z.B. Stadtteilsten, Vortragsabend, Energietag für Eigentümer)</li> <li>• Gruppen-Energieberatung: gemeinsame Unterstützung der Bewohner von Reihenhäusern, in ähnlichem baulichen Zustand</li> <li>• Regelmäßige Berichterstattung über Einsparerfolge (Monitoring)</li> </ul>
<b>Kosten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwaltungsinterne Kosten:</li> <li>• Materialien für Öffentlichkeitsarbeit (z.B. Broschüren)</li> </ul>
<b>Fördermöglichkeiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KfW-Programm 432 Energetische Stadtsanierung – Zuschuss Sachkosten</li> </ul>

## 7 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Wärmenetze

In der Potentialanalyse und Szenarienbetrachtung stellt sich die Umstellung der Wärmeversorgung des Geschosswohnungsbaus in Lindleinsmühle auf Nah- oder Fernwärme als wesentliches Element heraus, um das Ziel einer weitgehenden CO<sub>2</sub>-Neutralität zu erreichen. Vorausgesetzt wird hierbei, dass das Netz auf Basis Kraft-Wärme-Kopplung idealerweise mit regenerativem Energieträger versorgt wird. Nachfolgend wird daher die Wirtschaftlichkeit unterschiedlich ausgehender Varianten von Wärmenetzen untersucht.

Da die Unterquerung des Verkehrsknotenpunktes südlich Lindleinsmühle mit einer Fernwärmeleitung der WVV bisher aus wirtschaftlicher Sicht ein Hemmnis zum Fernwärmeanschluss des Gebietes darstellt wird bei der nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von der Errichtung eines eigenständigen Wärmenetzes ausgegangen. Ein solches Netz wäre, bei der Wahl der Technik und Systeme, unabhängig von dem bestehenden Fernwärmesystem der WVV. Es werden daher allgemeingültige Kostenkennwerte angesetzt. Darüber hinaus werden die Kosten für Errichtung und Betrieb einer neuen Heizzentrale geschätzt.

Es wird an dieser Stelle jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass ein Anschluss an das Fernwärmenetz der WVV mit dessen niedrigen CO<sub>2</sub>-Faktor weiterhin an zu streben ist.

Die Investitionskosten für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden anhand von Kennwerten hochgerechnet bzw. basieren auf Erfahrungs- und Durchschnittswerten.

Die, in diesem Bericht aufgeführten Wirtschaftlichkeits- und Potentialbetrachtungen, können eine Fach- bzw. Detailplanung ausdrücklich nicht ersetzen! Im Zuge der weiteren Planung sind die Potentiale und die Wirtschaftlichkeit genauer zu untersuchen.

Folgende Randbedingungen wurden zugrunde gelegt:

Abschreibung bauliche Anlagen	20 Jahre
Abschreibung Nahwärmenetz	20 Jahre
Abschreibung Übergabestationen	20 Jahre
Abschreibung Anlagentechnik	20 Jahre
Kalkulationszins:	2%
Preissteigerung Energie	keine
Gaspreis	5,22 ct/kWh Brutto (WVV Frankengas Garant)

Kalkulatorische Grundlage ist darüber hinaus der im Rahmen der Bestandsanalyse gebäudescharf hochgerechnete Wärmebedarf. Hierbei ist der, im Laufe der Abschreibungsdauer, sinkende Wärmebedarf aufgrund der Sanierungstätigkeit zu berücksichtigen. Es wird daher neben dem aktuellen Wärmebedarf (Ist-Zustand) der Fall dargestellt, dass alle Bestandsgebäude mit Sanierungsbedarf oder teilsanierte Gebäude in Zukunft pauschal 50% weniger Endenergie benötigen.

Ein wesentlicher Kostenfaktor sind die Leitungslängen. Für die Haupttrassen wurden Vorschläge entwickelt und die Längen entsprechend gemessen. Für die Anschlussleitungen wurde ein pauschaler Mittelwert von 10 Meter je Hausanschluss angenommen. Im Zuge der weiteren Planung kann die Leitungsführung gegebenenfalls noch optimiert werden.

Das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind die sogenannten Wärmegestehungskosten, das heißt die Kosten je gelieferter MWh Wärme. In den Wärmepreis fließen alle Investitions- und Erzeugungskosten ein. Durch einen anfänglichen Baukostenzuschuss des Wärmeabnehmers,

der einen Teil der Investitionskosten abdeckt, kann der Preis der während der Vertragszeit gelieferten Wärme verringert werden.

Zur Wirtschaftlichkeitsberechnung gehört der Vergleich. Als Referenz-Wärmepreis wurden daher die Kosten abgeschätzt, die bei einer konventionellen gebäudebezogenen Wärmeerzeugung auf Basis von Gas-Brennwerttechnik entstehen. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass im Laufe der Betrachtungszeit von 20 Jahren alle bisherigen Wärmeerzeuger erneuert werden müssen. Neben den Energiekosten für die gebäude- oder wohnungszentrale Beheizung wurden daher auch die Investitionskosten der Heizungserneuerung im Referenzpreis berücksichtigt.

### Variante 1: Wärmenetz Neumühle + Bayernstraße

In dieser Variante werden die beiden aneinander liegenden Areale der Wohnbaugesellschaften Stadtbau GmbH Würzburg und St.Bruno Werk über ein gemeinsames Wärmenetz erschlossen. Hierbei wird davon ausgegangen, dass entsprechend der Planung des Bruno-Werks im Bereich Neumühle die bisher über Nachtspeicherheizungen versorgten Gebäude auf zentrale, wassergeführte Wärmeversorgung umgestellt werden, und dass zwei neue Mehrfamilienhäuser mit insgesamt 37 Wohneinheiten hinzukommen.



Anschluss an Fernwärme WVV oder Heizzentrale

Gesamtleistung ca.	2.690 kW
Gesamt-Wärmeerzeugung ca.	5.380 MWh/a

### Beispiel:

Heizzentrale BHKW 252 kW + Gasspitzenlastkessel

Wärmegestehungskosten incl. MwSt ca.	<b>102 €/MWh</b>
Referenz-Wärmepreis bei Erneuerung Gas-Etagenheizung ca.	120 €/MWh

### Gesamt-Wärmelieferung

nach Sanierung ca.	3.815 MWh/a
Wärmegestehungskosten incl. MwSt ca.	<b>125 €/MWh</b>
Referenz-Wärmepreis bei Erneuerung Gas-Etagenheizung ca.	146 €/MWh

## Variante 2: Fernwärmeversorgung aller Mehrfamilienhäuser

In dieser Variante wird die komplette Versorgung des Geschosswohnungsbaus in Lindleinsmühle mit einem Wärmenetz untersucht, einschließlich der bereits an einem Netz hängenden Einfamilienhäuser am Schwarzenberg.

Anschluss an Fernwärme WVV oder Heizzentrale

Gesamtleistung ca. 9.500 kW

Gesamt-Wärmeerzeugung ca. 18.900 MWh/a

### Beispiel:

Heizzentrale BHKW 1,5 MW + Gasspitzenlastkessel

Wärmepreis ca. **80 €/MWh**

Referenz-Wärmepreis ca. 80-100 €/MWh



## Nach Sanierung gesamt:

Gesamtleistung ca. 5.700 kW

Gesamt-Wärmelieferung 11.500 MWh/a

Wärmepreis ca. **101 €/MWh**

## Variante 3: Wärmenetz kommunal

In dieser Variante wird als Insellösung ein Wärmenetz zwischen den beiden Schulen als Großabnehmer untersucht. Die Trasse verläuft dabei über den Albertus-Magnus-Weg. Als zusätzlicher Wärmeabnehmer bietet sich das Gebäude der AWO an.

Gesamtleistung ca. 760 kW

Gesamt-Wärmeerzeugung ca. 1.520 MWh/a

### Beispiel:

Heizzentrale BHKW 90 kW + Gasspitzenlastkessel

Wärmepreis ca. **85 €/MWh**

Referenz-Wärmepreis ca. 90 €/MWh



## 8 Controlling und Monitoring

### 8.1 Zielvorgaben

Für das Quartier Lindleinsmühle wurde bereits das energetische Sanierungsmanagement installiert, um die Umsetzung des integrierten Quartierskonzepts sicher zu stellen. Damit das Sanierungsmanagement zielgerichtet und effektiv arbeiten kann, müssen die zu erreichenden Ziele definiert sein und der Erfolg von durchgeführten oder laufenden Maßnahmen messbar sein. Das grundlegende Ziel wurde bereits in der Vorhabenbeschreibung zum Quartierskonzept definiert:

*„Ziel des integrierten Quartierskonzeptes ist die Erstellung eines ganzheitlichen Energiekonzeptes, welches das Quartier „Würzburg-Lindleinsmühle“ möglichst unabhängig von fossilen Energieträgern werden lässt und die nachhaltige Versorgung v.a. durch erneuerbare Energien sicherstellt.“*

Im integrierten Klimaschutzkonzept der Stadt Würzburg aus dem Jahr 2012 ist als Ziel eine THG-Minderung um 50% bis 2020 gegenüber 1990 genannt. Für das Quartierskonzept Lindleinsmühle ist der Zeitraum bis 2020 zu kurzfristig.

Als konkretes THG-Minderungsziel wurde in der Steuerungsgruppe daher beschlossen, sich an den Zielen des Bundes zu orientieren. Diese sehen eine THG-Minderung um 95% bis 2050 gegenüber dem Jahr 1990, sowie einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand vor.

### 8.2 Monitoring durch Energie- und THG-Bilanzierung

Da für Lindleinsmühle keine historischen Energieverbrauchsdaten zu erhalten sind, aus denen die Energiebilanz des Referenzjahres 1990 zu ermitteln wäre, wurde in Abstimmung mit der Steuerungsgruppe die spezifischen THG-Emissionen für den Verbrauchssektor Wohnen/Privathaushalte entsprechend dem IKK Würzburg herangezogen:

- Spezifische THG-Emissionen Privathaushalte in 1990: 2,564 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent je Einwohner
- Privathaushalte in Lindleinsmühle gesamt
  - in 1990: ca. 12.600 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent
  - Ist 2017/2018: 8.000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent
  - Ziel 2050: 630 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent

Um das Ziel zu erreichen ist im Sektor Privathaushalte jährlich eine durchschnittliche THG-Minderung von ca. 230 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent erforderlich. Eine Aufteilung der Energieverbrauchsdaten auf alle Verbrauchssektoren würde unverhältnismäßigen Aufwand ohne größeren Erkenntnisgewinn verursachen.

Als ein Element des Klimaschutzcontrollings in Lindleinsmühle wird vorgeschlagen in regelmäßigen Abständen (alle 3 bis 5 Jahre) die Energie- und Treibhausgas-Bilanz für das Quartier zu erstellen.

Im Rahmen des Klimaschutzmanagements Würzburg wird regelmäßig die Energie- und Treibhausgas-Bilanz mit Hilfe des Rechentools ECOSPEED Region aktualisiert. Das Abfragen von Daten für die Gesamtstadt, zum Beispiel vom Netzbetreiber für leitungsgebundene Energieträger ist deutlich weniger aufwändig als für Teilbereiche. Ein Herunterbrechen der Gesamtbilanz auf Lindleinsmühle ist nicht möglich. Die Daten sind daher vom Netzbetreiber beziehungsweise vom Energieversorger zu erfragen (Strom, Gas, künftig Fernwärme). Dabei ist es sinnvoll die Daten

für die in diesem Quartierskonzept beschriebenen Cluster abzufragen. Zur Wahrung des Datenschutzes nach den Vorgaben der WVV sollten die Cluster 8 und 9 neu aufgeteilt oder zusammengelegt werden. Die Cluster bieten die Möglichkeit zum Beispiel die Entwicklungen von Geschosswohnungsbau und Einfamilienhäusern getrennt zu betrachten.

Die Betrachtung der THG-Entwicklung im Gesamtquartier entspricht der Top-Down-Ebene des Klimaschutzcontrollings, also die Betrachtung des Gesamtergebnisses sozusagen „von oben“. Hiermit werden alle Veränderungen erfasst, auch jene, die nicht vom Sanierungsmanagement direkt beeinflusst werden.

### **8.3 Maßnahmencontrolling**

Die Bottom-up-Ebene ist dagegen das Controlling im Rahmen der Maßnahmenentwicklung. Hier wird „von unten“ betrachtet, wie erfolgreich die einzelnen Maßnahmen sind. Den in diesem Quartierskonzept vorgeschlagenen Maßnahmen kann nicht immer ein direkter Effekt der THG-Minderung zugewiesen werden. Viele Maßnahmen wirken sich nur indirekt aus. Um ein Monitoring der Maßnahmenumsetzung zu ermöglichen werden nachfolgend jeweils Indikatoren beschrieben sowie Maßnahmen des Monitorings vorgeschlagen.

#### **8.3.1 Indikatoren Maßnahme 01.1. Sanierungsmanagement Geschosswohnungsbau**

##### **Energiesparberatung für Mieter und Wohnungseigentümer**

Anzahl Energiesparberatungen pro Jahr. Stromsparen, Energie im Haushalt, Nutzerverhalten, Energiefibel – „10% geht immer!“.

##### **Monitoring der Maßnahmen an den Gebäuden der Wohnungsbaugesellschaften Stadtbau GmbH und St.Bruno-Werk:**

Jährliche Erfassung der Verbrauchsdaten gebäudescharf. Erfassung der durchgeführten Maßnahmen. Aufzeigen der Einsparerfolge.

- Umsetzung: Excel-Tabelle für jede Wohnbaugesellschaft auf Basis Quartierskonzept. Wohnbaugesellschaften stellen jährlich die gebäudescharfen Verbrauchsdaten zur Verfügung und nennen geplante und erfolgte Maßnahmen. Witterungsreinigung und Fortschreiben der Tabelle durch Sanierungsmanagement. Ergebnisdarstellung in Grafiken. Kommunikation der Erfolge gegenüber Mietern.
- Indikatoren: Anzahl der sanierten Wohneinheiten pro Jahr; Einsparung Endenergie und THG gegenüber Vorjahren.

#### **8.3.2 Indikatoren Maßnahme 01.2. Sanierungsmanagement Ein- /Zweifamilienhäuser**

##### **Energiesparberatung für Hausbesitzer**

Anzahl Energiesparberatungen pro Jahr. Bauliche Sanierungsmaßnahmen, energetische Sanierungsmaßnahmen, Förderprogramme, Stromsparen, Energie im Haushalt, Nutzerverhalten, Energiefibel

##### **Anzahl (neu) installierter Solaranlagen**

Anzahl installierter Photovoltaik- und thermischer Solaranlagen bei Nicht-Geschosswohnungsbau. Erfassung durch jährlichen Quartiersrundgang und Überprüfung durch Kartenviewer mit Luftbild (z.B. Bayernviewer). Differenzierung in PV / Solarthermie, sowie groß / klein.

### **Anzahl durchgeführter Sanierungen**

Anzahl offensichtlich durchgeführter Sanierungen pro Jahr bei Nicht-Geschosswohnungsbau. Erfassung durch jährlichen Quartiersrundgang. Abgleich offensichtlicher Sanierungsstand (saniert / teilsaniert / sanierungsbedarf) mit bisheriger Erfassung aus Quartierskonzept.

### **Konzertierte Kampagnen**

Anzahl durchgeführter Kampagnen pro Jahr. Planung und Umsetzung mit Partnern wie Installateure, Thermographen etc... Beispiele:

- Thermografieaktion
- Heizungspumpenaustauschaktion
- Energiekarawane
- Sammeleinkauf Solar
- Energetischer Quartiersrundgang

### **8.3.3 Indikatoren Maßnahme 02. Fernwärmeanschluss / Wärmenetz-Insellösungen**

#### **Erschließungsumfang mit Fernwärme/Nahwärme**

Anzahl der Wohneinheiten die an Fernwärme der WVV oder an separates Wärmenetz angeschlossen sind. Erfassung und Zurverfügungstellung durch Netzbetreiber.

#### **Minderung Treibhausgase**

Jährliche Einsparung THG bei angeschlossenen Wohneinheiten. Erfassung und Zurverfügungstellung durch Netzbetreiber.

### **8.3.4 Indikatoren Maßnahme 03. Pilotprojekt Neumühle**

#### **Monitoring der Maßnahmen an den Gebäuden des St.Bruno-Werks:**

Entspricht Monitoring unter Maßnahme 01.1.: Jährliche Erfassung der Verbrauchsdaten gebäudescharf. Erfassung der durchgeführten Maßnahmen. Aufzeigen der Einsparerfolge.

- Umsetzung: Excel-Tabelle auf Basis Quartierskonzept. St.Bruno-Werk stellt jährlich die gebäudescharfen Verbrauchsdaten zur Verfügung und nennt geplante und erfolgte Maßnahmen. Zusätzlich Erfassung Neubaumaßnahmen. Witterungsbereinigung und Fortschreiben der Tabelle durch Sanierungsmanagement. Ergebnisdarstellung in Grafiken. Bei Neubauvorhaben vergleich mit Mindeststandard nach EnEV. Kommunikation der Erfolge gegenüber Mietern.
- Indikatoren: Anzahl der sanierten Wohneinheiten pro Jahr; Einsparung Endenergie und THG gegenüber Vorjahren. Einsparung neuer Wohneinheiten gegenüber Mindeststandard nach EnEV

#### **Umsatz Mieterstrom:**

Erfassung und Zurverfügungstellung des vor Ort erzeugten und gelieferten Mieterstroms in kWh pro Jahr durch Contractor bzw. Betreiber der Mieterstromanlagen.

### **8.3.5 Indikatoren 04. Ideenwettbewerb Hochhaus Lindleinsmühle**

#### **Medienresonanz:**

Da es sich hier voraussichtlich vor allem um eine Maßnahme der Öffentlichkeitsarbeit sowie der Schärfung des Bewusstseins um mögliche Lösungen handelt ist der zu erfassende Indikator der Umfang der Medienresonanz, z.B. Anzahl der Berichte in Medien.

### **8.3.6 Indikatoren 05. Energetische Sanierung Nicht-Wohngebäude**

#### **Energieberatung für Unternehmen:**

Anzahl pro Jahr der Energieberatungen für Betreiber von Nichtwohngebäuden.

### **8.3.7 Indikatoren 06. Upgrade Wärmeverbände ehem. Neue Heimat**

#### **Minderung Treibhausgase:**

Die Art und Weise der Effizienzsteigerung bei den Wärmeverbänden im Bereich der Hochhäuser der ehemaligen Wohnbaugenossenschaft Neue Heimat ist noch offen.

- Im Falle eines Anschlusses an die Fernwärme der WVV erfolgt die Einsparung der THG über Maßnahme 02.
- Im Falle individueller Maßnahmen wie Heizungserneuerung, Kraft-Wärme-Kopplung, Mieterstrom etc. muss die THG-Einsparung individuell erfolgen. Erfassung im Rahmen des Beratungsangebotes durch das Sanierungsmanagement und Rückmeldung durch Hausverwaltungen oder Contractoren.

### **8.3.8 Indikatoren 07. Energiemanagement Kommunale Gebäude – Vorbildliche Sanierung Gustav-Walle-Schule**

#### **Minderung Treibhausgase:**

Über das neu installierte kommunale Energiemanagement werden die Verbrauchsdaten der kommunalen Gebäude erfasst und ausgewertet. Die Einsparung der THG-Emissionen der kommunalen Liegenschaften in Lindleinsmühle können hieraus ermittelt werden.

#### **Medienresonanz auf Fifty-Fifty-Aktionen:**

Das begleitende pädagogische Konzept während und nach der Sanierung dient vor allem der Bewusstseinsbildung bei den Schülern und soll über die Schüler als Multiplikatoren bis in die Familien wirken. Diese Wirkung kann nur schwer gemessen werden. Ein geeigneter Indikator ist hier die Anzahl der Berichte in den Medien aufgrund der begleitenden Pressearbeit.

### **8.3.9 Indikatoren Maßnahme 08. Mieterstromlösungen**

#### **Umsatz Mieterstrom:**

Erfassung und Zurverfügungstellung des vor Ort erzeugten und gelieferten Mieterstroms in kWh pro Jahr durch Contractor bzw. Betreiber der Mieterstromanlagen.

### **8.3.10 Indikatoren Maßnahme 09. Sektorkopplung: Wohnen-Photovoltaik-Elektromobilität**

#### **Anzahl Ladepunkte**

Erfassung der Anzahl installierter Ladepunkte für Elektrofahrzeuge der Anwohner im Bereich der Sammelstellplätze/-Garagen.

#### **Umsatz Mieterstrom**

Wird in Maßnahme 08 miterfasst.

### **8.3.11 Indikatoren Maßnahme 10. Öffentlichkeitsarbeit**

#### **Anzahl durchgeführter Aktionen und Veranstaltungen**

Die Anzahl der durchgeführten Aktionen und Veranstaltungen ist ein Maß der „Sendeleistung“ im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit. Die Anzahl der Teilnehmer bei den Aktionen ist ein Maß des Erfolges dieser Leistung – wird aber oft von äußeren Umständen beeinflusst. Wie viele Menschen von der entsprechenden Öffentlichkeitsarbeit zur jeweiligen Aktion erreicht wurden lässt sich daraus nicht direkt messen.

#### **Medienresonanz:**

Die Anzahl der Berichte in den Medien zu den Aktionen, Projekten und Veranstaltungen aufgrund der begleitenden Öffentlichkeits- und Pressearbeit ist ein Indikator wie stark die Wahrnehmung in den Medien und damit bei den Bürgern ist.

## 9 Anhang