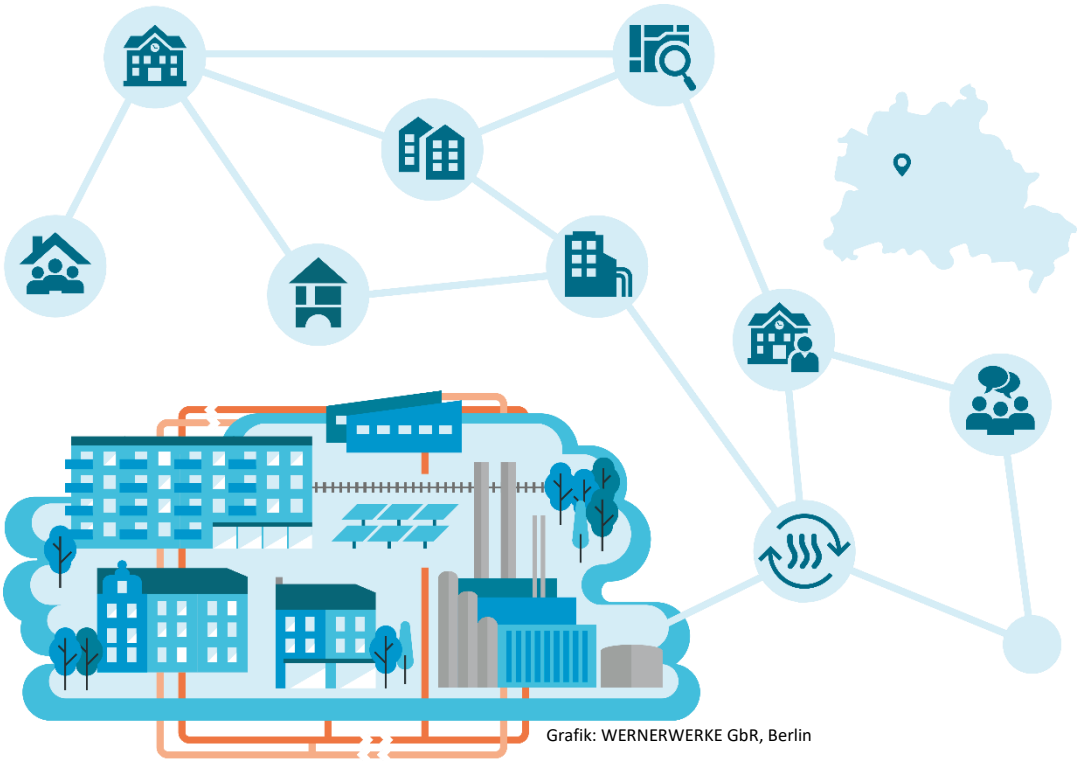
KoWa - Wärmewende im Quartier

Berlin Mierendorff-Insel.

Erfahrungsbericht: Clusteranalyse und Konzeptionierung



Grafik: WERNERWERKE GbR, Berlin

Stand: Februar 2022

Wärmewende in der kommunalen Energieversorgung (KoWa)
Unterstützung von EVU bei der Erarbeitung intersektoral kombinierter kommunaler Einsatzoptionen regenerativer Energiequellen, KW(K)K, industrieller Abwärme und Effizienzmaßnahmen zur Umsetzung einer dezentralen, ökologischen und bezahlbaren Wärmeversorgung der Zukunft

kowa
...die Wärmewende im Quartier gestalten

Herausgeber

IZES gGmbH - Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme (Verbundkoordinator)
Altenkesseler Str. 17 (Geb. A1)
66115 Saarbrücken

Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin (HWR)
Campus Lichtenberg, Haus 5, Alt-Friedrichsfelde 60
10315 Berlin

enable energy solutions GmbH (EES)
Bollweg 9
49214 Bad Rothenfelde

Hochschule Osnabrück (HSO)
Albrechtstr. 30
49009 Osnabrück

Steinbeis Innovation gGmbH, vertreten durch Solites (Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme)
Meitnerstr. 8
70563 Stuttgart

Universität Rostock
Universitätsplatz 1
18055 Rostock

Autor*innen

Teil I: Technologische und ökonomische Clusteranalyse
Florian Hewelt (HWR)
Prof. Dr. Holger Rogall (HWR)

Teil II: Akteurs-, Chancen- und Hemmnisanalyse
Dr. Anna Masako Welz (HWR)
Prof. Dr. Katharina Gapp-Schmeling (IZES)

KoWa-Berichte

Die Zwischenberichte des Forschungsprojektes KoWa dienen als Diskussionspapiere und sollen den jeweiligen Zwischenstand der interessierten Öffentlichkeit zugänglich machen. Sie spiegeln nicht notwendigerweise die Positionen aller Projektpartner wider.

KoWa wird im Rahmen des 7. Energieforschungsprogramms unter der Fördernummer 03EN3007C gefördert.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

kowa
...die Wärmewende im Quartier gestalten

Inhalt

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS VI
RECHTSNORMENVERZEICHNIS VII
ABBILDUNGSVERZEICHNIS VIII
ÜBERSICHTENVERZEICHNIS IX
TABELLENVERZEICHNIS IX
EINLEITUNG 1
TEIL I: TECHNOLOGISCHE UND ÖKONOMISCHE ANALYSE 2

1 Ausgangssituation 2
1.1 Kurzbeschreibung: Quartier Mierendorff-Insel 2
1.2 Ausgangssituation im Untersuchungsgebiet MiDoI 3
1.3 Vorgehensweise im Quartier MiDoI 4

2 Zusammenfassung der Projekte mit Bezug zur Transformation der Energieversorgung. 5
2.1 Projektüberblick 5
2.2 Teilprojekte und Schnittstellen des aktuellen Rahmenprojektes ‚Klimaschutz und Energieeffizienz auf der Mierendorff-Insel‘ 7

3 Darstellung der strukturellen Gegebenheiten 9
3.1 Wärmebedarf 9
3.2 Versorgungsstruktur 14

4 Darstellung der relevanten Versorgungsoptionen 17
4.1 Darstellung der Wärmequellen und -potentiale 17
4.2 Interne Potentiale 18
4.2.1 Nutzung der internen Potentiale durch Wärmepumpen 18
4.2.2 Abwasserwärme 20
4.2.3 Fluss- bzw. Kanalwasserwärme 23
4.2.4 Gewerbliche Abwärme 25
4.2.5 Solarthermie 25
4.2.6 Geothermie 28
4.2.7 Biomasse, intern 32
4.3 Externe Potentiale 32
4.3.1 Fernwärme – Verbundnetz 33
4.3.2 Erdgas 36
4.3.3 Power-to-Heat – EE-Überschussstrom 38
4.3.4 Biomasse, extern (von Bernhard Wern) 40
4.4 Bewertung der technischen Potentiale 42

5 Ergebnisse der technologischen Quartiersanalyse und weiteres Vorgehen 46
6 Konkretisierung eines Nahwärmeverbundes 49
6.1 Festlegung des Bilanzraumes 49
6.2 Endenergiebedarf und Versorgungsanteile 51
6.3 Strukturelle Rahmenbedingungen 56

7 Nachhaltigkeitsbewertung 58
7.1 Überblick zu den bewerteten Varianten und Zeitstufen 58
7.2 Auswertung Stufe 1 – Jahr 2021 59

7.3 Auswertung Stufe 2 – Jahr 2030 ... 62
7.4 Auswertung Stufe 3 – Jahr 2050 ... 65
7.5 Fazit zur Nachhaltigkeitsbewertung ... 67
8 Handlungsempfehlung ... 69
TEIL II: AKTEURS-, CHANCEN- UND HEMMNISANALYSE ... 71
9 Vorgehensweise Akteursinterviews ... 71
9.1 Vorgehensweise im Cluster Berlin ... 71
9.1.1 Fallauswahl und Vorbereitungen ... 72
9.1.2 Anpassungen im Interviewleitfaden ... 73
9.1.3 Durchführung, Dokumentation und Nachbereitung ... 74
9.2 Untersuchungsgebiet: Mierendorff-Insel ... 74
9.2.1 Vorbereitungen und Auswahl der Interviewpartner ... 74
9.2.2 Durchführung, Dokumentation und Nachbereitung ... 75
9.2.3 Vorgehen Auswertung ... 76
10 Hemmnisse der kommunalen Wärmewende in Berlin ... 77
10.1 Schwerpunkte der wahrgenommenen Hemmnisse ... 77
10.2 Organisatorische Hemmnisse ... 77
10.3 Wirtschaftliche und finanzielle Hemmnisse ... 80
10.4 Regulatorische Hemmnisse ... 81
10.5 Weitere Hemmnisse ... 83
10.6 Zusammenfassung: Hemmnisse der kommunalen Wärmewende in Berlin ... 84
11 Chancen der kommunalen Wärmewende in Berlin ... 87
11.1 Schwerpunkte der wahrgenommenen Chancen ... 87
11.2 Organisatorische Chancen ... 87
11.3 Technologische Chancen ... 89
11.4 Wirtschaftliche und finanzielle Chancen ... 90
11.5 Weitere Chancen ... 91
11.6 Zusammenfassung: Chancen der kommunalen Wärmewende in Berlin ... 92
12 Besondere Erkenntnisse ... 94
12.1 Erfolgreiches Projekt ... 94
12.2 Nicht-Erfolgreiches Projekt ... 95
12.3 Zusammenfassung: Besondere Erkenntnisse ... 95
13 Akteursinteressen und Forderungen ... 97
13.1 Interessen der Akteure ... 97
13.2 Forderungen der Akteure ... 98
13.3 Zusammenfassung: Interessen und Forderungen ... 99
14 Akteurskonstellation im Untersuchungsgebiet MiDoI ... 102
14.1 Vorgehensweise im Untersuchungsgebiet ... 102
14.2 Vorhandene Akteure im Berliner Untersuchungsgebiet MiDoI und ihre Interessen ... 103
14.3 Bewertung des Interessenlevels der Akteure auf der MiDoI ... 105
14.4 Bewertung des Einflusslevels der Akteure auf der MiDoI ... 108
14.5 Einfluss-Interessen-Matrix ... 110
15 Fazit der Akteursstrukturen, Chancen und Hemmnisse der Wärmewende ... 113
SCHLUSSBEMERKUNG ... 114

LITERATURVERZEICHNIS 116
Interviewmaterial und Gesprächsprotokolle 123
Quartiersbezogene Dokumente 124
ANHANG 125
A. Legende zur Abbildung 1: Stadtstrukturkarte der Mierendorff-Insel 125
B. Grundlagen und Ausführungen zur Nachhaltigkeitsbewertung 126
C. Interviewleitfaden für KoWa 146
D. Interviewleitfaden für die Senatsverwaltungen in Berlin 148
E. Interviewleitfaden für abgeschlossene Projekte 150
F. Kurzinterviewleitfaden für konkret geplante Projekte 152

Abkürzungsverzeichnis

ADL ..... *Abwasserdruckrohrleitungen*
AGH..... *Abgeordnetenhaus*
AWA..... *Abwasserwärmeatlas*
BA ..... *Bezirksamt*
BA-CW..... *Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf*
BKF..... *Bruttokollektorfläche*
BSR..... *Berliner Stadtreinigung*
BUND ..... *Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland*
BWB ..... *Berliner Wasserbetriebe*
COP ..... *Coefficient of Performance*
DN..... *Nenndurchmesser*
DOP..... *digitale farbige Orthophotos*
EE ..... *Erneuerbare(n) Energie(n)*
EinsMan..... *Einsatzmanagement*
EVU ..... *Energieversorgungsunternehmen*
FIS ..... *Fachübergreifendes InformationsSystem*
FW ..... *Fernwärme*
GFZ..... *GeoForschungszentrum*
GIS..... *Geoinformationssystem*
GNF ..... *Gebäudenutzfläche*
HW..... *Heizwärme*
JAZ ..... *Jahresarbeitszahl*
KWK ..... *Kraft-Wärme-Kopplung*
MAK ..... *Mischabwasserkanälen*
MFH ..... *Mehrfamilienhäuser*
MiDoI ..... *Mierendorff-Insel*
MiMi ..... *Mieter*innenvertetung Mierendorf-Insel*
NBB ..... *Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg mbH & Co. KG*
NKI ..... *Nationale Klimaschutzinitiative*
PE..... *Primärenergie*
PEF ..... *Primärenergiefaktors*
PPP..... *Public Private Partnership*
PtH..... *Power-To-Heat*
PV..... *Photovoltaik*
SenStadtWohn..... *Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen*
SenUVK ..... *Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klima*
SenWEB ..... *Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe*
SRU ..... *Sachverständigenrat für Umweltfragen*
ST ..... *Solarthermie*
THGE ..... *Treibhausgasemissionen*
TU Berlin ..... *Technische Universität Berlin*
TWW..... *Trinkwarmwasser*
UBA..... *Umweltbundesamt*
UdK Berlin ..... *Universität der Künste Berlin*
VDI ..... *Verein Deutscher Ingenieure*
WBGU ..... *Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen*
WFS..... *WebFeatureServices*

WMS..... WebMapServices
WP..... Wärmepumpe(n)

Rechtsnormenverzeichnis

BauGB ..... Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 10. September 2021 (BGBl. I S. 4147) geändert worden ist

BezVwG BE 2011 .. Bezirksverwaltungsgesetz in der Fassung vom 10. November 2011 mehrfach geändert, §§ 5a und 7a neu eingefügt, § 10 und Anlage neu gefasst durch Artikel 1 des Gesetzes vom 27.08.2021 (GVBl. S. 982)

BGB..... Bürgerliches Gesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Januar 2002 (BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S. 738), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3515) geändert worden ist

BSIG..... Gesetz über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, vom 14. August 2009 (BGBl. I S. 2821), das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 23. Juni 2021 (BGBl. I S. 1982) geändert worden ist

EnWG ..... Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das zuletzt durch Artikel 84 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist

EWG Bln ..... Berliner Klimaschutz- und Energiewendegesetz vom 22. März 2016 zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 27.08.2021 (GVBl. S. 989)

GenG ..... Genossenschaftsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2230), das zuletzt durch Artikel 67 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist

GG ..... Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III, Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten bereinigten Fassung, das zuletzt durch Artikel 1 u. 2 Satz 2 des Gesetzes vom 29. September 2020 (BGBl. I S. 2048) geändert worden ist

KSG..... Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stadtstrukturkarte der Mierendorff-Insel. 3
Abbildung 2: Übersicht der Baualtersklassen auf der Mierendorff-Insel. 9
Abbildung 3: Milieuschutzgebiet nach der 'Soziale Erhaltungsverordnung Mierendorff-Insel'. 10
Abbildung 4: Beantragte energetische Sanierungen im Milieuschutzgebiet Mierendorff-Insel in den Jahren 2018 und 2019. 11
Abbildung 5: Durchschnittliche Endenergiebedarfskennwerte von Wohngebäuden in Deutschland nach Baujahr und Gebäudegröße bezogen auf die Gebäudenutzfläche. 12
Abbildung 6: Versorgungsanteile der einzelnen Heizsysteme bezogen auf die beheizte Fläche auf der Mierendorff-Insel im Jahr 2005. 14
Abbildung 7: COP von Wärmepumpen in Abhängigkeit des Temperaturhubs. 19
Abbildung 8: Wassertemperaturen der Spree im Jahresverlauf 2019/2020 an der Messstation Mühlendammschleuse. 24
Abbildung 9: Spezifische Wärmeerträge unterschiedlicher Kollektortypen an Wärmenetzen in Abhängigkeit der mittleren Netztemperaturen. 26
Abbildung 10: Multikodierte Flächennutzung, Solarthermie in Verbindung mit Verkehrsflächen. 27
Abbildung 11: Darstellung ausgewählter theoretischer Flächenpotentiale für Geothermie Sondenfelder auf der Mierendorff-Insel. 30
Abbildung 12: KS95-Szenario zur installierten thermischen Fernwärmeleistung im VG1. 34
Abbildung 13: KS95-Szenario zu FW-Mengen nach Technologie/Energieträger im VG1. 34
Abbildung 14: KS95-Szenario zum Anstieg der Wärmegestehungskosten im VG1. 35
Abbildung 15: Zusammensetzung der Berliner Gasnachfrage in Endenergie bis 2050. 38
Abbildung 16: Lage und Eingrenzung des Bilanzraumes als Versorgungsgebiet für ein Nahwärmekonzept. 50
Abbildung 17: Darstellung der skalierten Verbrauchskurve 'MFH-Wohnen' sowie der festgelegten Temperaturverläufe in Vor- und Rücklauf. 52
Abbildung 18: Darstellung der Berücksichtigten Dachflächen für die Auslegung der solarthermischen Kollektorfläche. 53
Abbildung 19: Lastverlauf und stündliche Endenergie aus den berücksichtigten Energieträgern für die Wärmeversorgung des Bilanzraumes ‚Nahwärmeverbund‘. 54
Abbildung 20: monatliche Endenergieaufteilung Nahwärme nach Energieträgern. 55
Abbildung 21: Zeitstufen der Nachhaltigkeitsbewertung. 58
Abbildung 22: Ergebnis der Nachhaltigkeitsbewertung der Konzeptvarianten für Stufe 1: 2021. 60
Abbildung 23: Ergebnis der Nachhaltigkeitsbewertung der Konzeptvarianten für Stufe 2: 2030. 63
Abbildung 24: Ergebnis der Nachhaltigkeitsbewertung der Konzeptvarianten für Stufe 2: 2050. 65
Abbildung 25: Visualisierung der wahrgenommenen Hemmnisse nach Schwerpunkten. 77
Abbildung 26: Wortwolke der organisatorischen Hemmnisse in Berlin. 78
Abbildung 27: Wortwolke der wirtschaftlichen Hemmnisse in Berlin. 80
Abbildung 28: Wortwolke regulatorischen Hemmnisse in Berlin. 82
Abbildung 29: Wortwolke der weiteren Hemmnisse in Berlin. 83

Abbildung 30: Visualisierung der wahrgenommenen Chancen nach Schwerpunkten. 87
Abbildung 31: Visualisierung der organisatorischen Chancen. 88
Abbildung 32: Visualisierung der technologischen Chancen. 89
Abbildung 33: Visualisierung der wirtschaftlichen und finanziellen Chancen. 90
Abbildung 34: Visualisierung der weiteren Chancen. 91
Abbildung 35: Visualisierung der Interessen. 97
Abbildung 36: Visualisierung der Forderungen. 98
Abbildung 37: Einfluss-Interessen-Matrix im Berliner Untersuchungsgebiet MiDoI. 112

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Endenergieeinsatz in Kleinfeuerungsanlagen, berechnet auf Basis der Gebäudeeigenschaften im Vergleich mit der Energiebilanz Berlin 2012 und auf Basis der Schornsteinfegerdaten. Emissionskataster 2015 Berlin. 15
Tabelle 2: Leistungsklassen des Abwasserwärmeatlas. 21
Tabelle 3: Wirkungsgrade von Niedertemperatur- und Brennwertheizkesseln. 37
Tabelle 4: Technologien zentraler Großwärmespeicher zur Integration in Wärmenetze. 45
Tabelle 5: Gas- und Fernwärmeverbrauch im Bilanzraum im Jahr 2017. 51
Tabelle 6: Flächen für Solarthermie und Standorte für Infrastruktur. 53

Übersichtenverzeichnis

Übersicht 1: Kurzbeschreibung zum Quartier Mierendorff-Insel. 2
Übersicht 2: Überblick zu Wärmebedarf und -versorgung auf der MiDoI. 9
Übersicht 3: Zusammenfassung der technischen Potentiale aus Literaturquellen und Beispielrechnungen. 42
Übersicht 4: Netz- und Infrastrukturparameter sowie Energiemengen im Nahwärmenetz. 55
Übersicht 5: Akteure im Cluster Berlin. 72
Übersicht 6 Leitfaden für allgemeine Akteure und Senatsverwaltungen. 73
Übersicht 7: Liste der interessanten Akteure auf der / für die Mierendorff-Insel. 74
Übersicht 8: Zusammenfassung der genannten Hemmnisse in Berlin. 85
Übersicht 9: Zusammenfassung der genannten Chancen in Berlin. 93
Übersicht 10: Zusammenfassung der besonderen Erkenntnisse in Berlin. 96
Übersicht 11: Zusammenfassung der Interessen und Forderungen der Akteure in Berlin. 100
Übersicht 12: Vorhandene Akteure und ihrer Interessen aus Literatur und Interviews im Berliner Untersuchungsgebiet MiDoI. 103
Übersicht 13: Akteure und Bewertung ihres Interessenlevels auf Basis der Interviews und durch das Forschungsteam. 105
Übersicht 14: Akteure und Bewertung ihres Einflusslevels. 108
Übersicht 15: Fragen zur Konkretisierung einer Einfluss-Interessen-Matrix. 111

EINLEITUNG

KoWa

Das Forschungsprojekt KoWa – ‚Wärmewende in der kommunalen Energieversorgung' verfolgt das Ziel, kommunale Versorgungsunternehmen bei der Entwicklung von nachhaltigen Wärmeversorgungssystemen und -kooperationen wissenschaftlich zu begleiten und mit Fachexpertise zu unterstützen. Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich dabei auf vier bundesweit verteilte Versorgungsgebiete, die im Projekt als Cluster bezeichnet werden.

Cluster Berlin – MiDoI

Das Cluster Berlin beinhaltet zwei Untersuchungsgebiete, Untersuchungsgebiet Quartier 1 im Heimatvierten in Karlshorst mit der HOWOGE Wärme GmbH als Praxispartner und die Mierendorff-Insel, mit einer für Berlin typischen Akteurszusammensetzung. Die Akteurszusammensetzung ist in Berlin sehr heterogen, sie reicht von Einzeleigentümer*innen, über städtische Wohnungsbaugesellschaften und Genossenschaften sowie Immobilienkonzernen bis hin zu Wohneigentumsgemeinschaften. Ziel im Untersuchungsgebiet MiDoI ist es, auf Grundlage einer Struktur- und Potentialanalyse die Versorgungsvarianten Fernwärme, Gas ‚dezentral' und ein exemplarisches Nahwärmekonzept zu vergleichen sowie eine Untersuchung und Bewertung der Akteurskonstellation durchzuführen.

Aufbau des Berichtes

Dieser Bericht ist ein Erfahrungsbericht und umfasst in Teil I die technologische und ökonomische Analyse im Untersuchungsgebiet sowie die Konzeptionierung. Teil II beinhaltet die Akteurs-, Chancen- und Hemmnisanalyse. Als Abschluss wird in der Schlussbemerkung ein Fazit gezogen.

Teil I

Die ersten drei Kapitel im Teil I erfassen das Untersuchungsgebiet. Kapitel 1 beschreibt die allgemeine Ausgangssituation, die zu Beginn des Forschungsprojektes im Untersuchungsgebiet vorgefunden wurde. In Kapitel 2 werden die bisherigen Projekte mit Bezug zur Transformation der Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet vorgestellt. Kapitel 3 erfasst die strukturellen Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet MiDoI. In Kapitel 4 werden die identifizierten relevanten Energiequellen gegliedert in interne und externe Potentiale vorgestellt und bewertet. Kapitel 5 beschreibt die Ergebnisse der technologischen Analyse, bevor in Kapitel 6 ein Nahwärmeverbund konkretisiert wird. Abschließend stellt Kapitel 7, durch eine in KoWa entwickelte Nachhaltigkeitsbewertung, die Stärken und Schwächen der Versorgung durch Fernwärme, Gas ‚dezentral' und über ein Nahwärmekonzept heraus. Teil I schließt mit Handlungsempfehlungen zur technologischen Versorgungsstruktur in Kapitel 8.

Teil II

Die Akteurs-, Chancen- und Hemmnisanalyse beginnt in Kapitel 9 mit der Beschreibung der Vorgehensweise in den geführten Interviews. In den nachfolgenden vier Kapiteln werden die Interviews ausgewertet. In Kapitel 10 werden die genannten Hemmnisse und in Kapitel 11 die Chance ausgewertet. Die Ergebnisse von je einem als erfolgreich und nicht-erfolgreich wahrgenommenen Projekt der Wärmewende werden in Kapitel 12 unter besondere Erkenntnisse vorgestellt. In Kapitel 13 werden letztlich die Interessen und Forderungen der Akteure ausgewertet. Hier sei angemerkt, dass diese Auswertung für beide Untersuchungsgebiete in Berlin gemeinsam erfolgte. In Kapitel 14 wird die Akteurskonstellation im Untersuchungsgebiet, anhand einer Einfluss-Interessen Matrix visualisiert. Teil II schließt in Kapitel 15 mit einem Fazit der Akteursstukturen, Chancen und Hemmnissen der Wärmewende.

Schlussbemerkungen

In den Schlussbemerkungen wird ein Fazit aus beiden Teilen der Analysen gezogen und entscheidende Erkenntnisse zusammengeführt.

TEIL I: TECHNOLOGISCHE UND ÖKONOMISCHE ANALYSE

1 Ausgangssituation

1.1 Kurzbeschreibung: Quartier Mierendorff-Insel

Überblick

In diesem Unterkapitel werden einige Kurzinfos als Ausgangslage für die technologische Analyse des Quartiers MiDoI zusammengefasst. Dazu zeigt Übersicht 1 eine Kurzbeschreibung zum Quartier Mierendorff-Insel. In Abbildung 1 ist eine Stadtstrukturkarte der Mierendorff-Insel wiedergegeben. Anschließend stellt Kapitel 1.2 die Ausgangssituation und die Vorgehensweise der technologischen Analyse im Quartier vor.

Übersicht 1: Kurzbeschreibung zum Quartier Mierendorff-Insel.

Quartier	▪ Quartier im Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf ▪ Klimaschutz und Energieeffizienz auf der Mierendorff-Insel ▪ Ca. 15.000 Einwohner*innen ▪ Heizkraftwerk Charlottenburg
Struktur	▪ Insel begrenzt durch Kanäle und die Spree ▪ Mischgebiet (Wohngebiete mit Gewerbe, Grünanlagen und Kleingärten) ▪ Heterogene Akteursstruktur ▪ Vielfältige Eigentumsstrukturen: bei Wohngebäuden dominieren Einzeleigentümer*innen und Wohneigentumsgemeinschaften (Privatpersonen), institutionelle Vermieter*innen hauptsächlich private Wohnungsgesellschaften (Deutsche Wohnen, Aachener SWG und andere), daneben Genossenschaften und eine kommunale Wohnungsbaugesellschaft (degewo)
Fokus / Quartiere	▪ Heterogene Akteurs- und Eigentumsstruktur
Gebietstyp	▪ Wohnen, Gewerbe, Dienstleistung, öffentliche Institutionen
Gebäudetyp	▪ Überwiegend große Mehrfamilienhäuser (Blockrandbebauung, Gründerzeit)
Ziel	▪ Ausbau Wärmenetz ▪ Nutzung von Umwelt- und Abwärme ▪ Energieeffiziente und klimaneutrale Versorgung

Quelle: Eigene Erstellung.

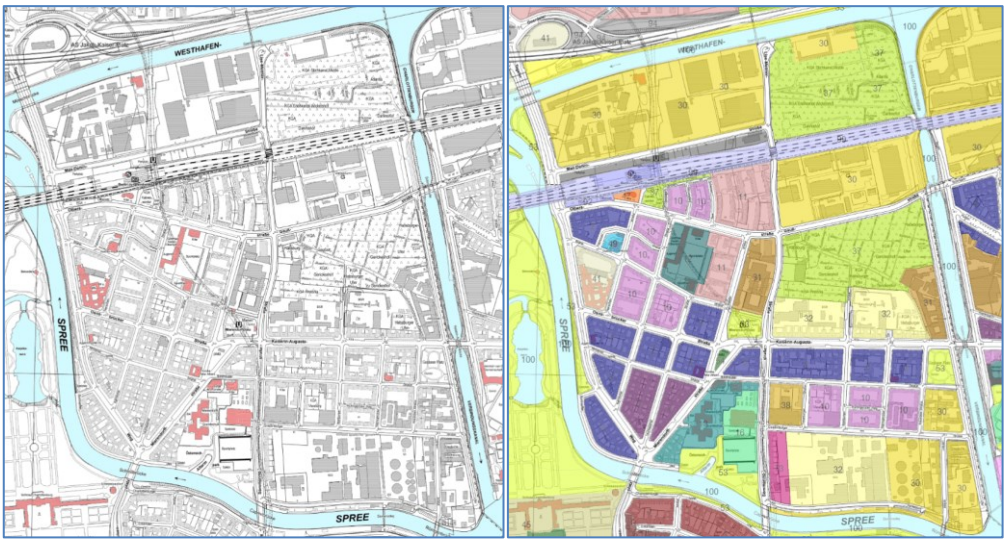


Abbildung 1: Stadtstrukturkarte der Mierendorff-Insel.
Erläuterung: Legende: s. Anhang, rot = Öffentliche Liegenschaften (Schulen etc.).
Quelle: SenSBW 2020d.

1.2 Ausgangssituation im Untersuchungsgebiet MiDoI

Zielstellung

Im Rahmen des Arbeitspaketes 2.1 ‚technologische und strukturelle Clusteranalyse' erfolgt eine systematische Aufnahme des Ist-Zustandes, die sowohl die anlagentechnische Situation in der Versorgung des Standortes, als auch eine Bewertung der potentiellen Energiequellen erfasst. Dazu wird eine Potentialanalyse des lokalen Angebotes an nutzbaren erneuerbaren Energien sowie möglicher industrieller Wärmequellen durchgeführt. Die Analyse der wärmetechnischen Versorgung der Quartiere samt Wärmebedarfsanalyse ist anhand typischer Gebäudestrukturen im Quartier aufgebaut, wobei auch Wärmenetze samt wichtiger Kenndaten im Fokus stehen. Nach Erhebung der Wärmebedarfe inkl. Infrastruktur und Kenndaten, liegt eine Bewertung der Energiepotentiale hinsichtlich Abwärme, Erneuerbare Energien, Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und der Kombination als innovatives KWK-System vor. AP 3.1 umfasst eine Auswertung und Zusammenfassung der Erhebungen und Ergebnisse aus AP 2, wobei auch der ökonomische und juristische Rahmen der Optionen dargestellt wird. Als zentrales Element auf technologischer Ebene zielt das AP 4 auf die Unterstützung der Praxispartner bei der Entwicklung und Bewertung sinnvoller Versorgungsoption. Hierzu werden Versorgungskonzepte definiert und ihre Stärken und Schwächen analysiert.

Situation auf der Mierendorff-Insel

Die Mierendorff-Insel (MiDoI) hat 15.000 Einwohner*innen, sie umfasst einen kompletten Postleitzahlenbereich und ist zu groß um eine vollständige Datenerhebung und Detailanalyse der Wärmebedarfe im Rahmen von KoWa durchführen zu können. Vor Projektbeginn hatten Gespräche mit dem assoziierten Partner ergeben, dass die Wärmebedarfe der Mierendorff-Insel in anderen Projekten zeitnah erfasst werden sollten. Dieses Ziel konnte aus unterschiedlichen Gründen nicht realisiert werden oder es wurden in der Durchführung nicht die gewünschten Ergebnisse erreicht. Eine bereits vertraglich fixierte Kooperation des Bezirksamtes mit der Schornsteinfeger-Innung wurde aufgelöst, so dass keine Daten erfasst werden konnten. Aufgrund ihrer eindeutig abgegrenzten Lage und des hohen Engagements des Ankerakteurs existiert auf der MiDoI eine Vielzahl von Projekten, u.a. plant das Bezirksamt im Rahmen eines größer angelegten Projektes den Aufbau eines (gebäudescharfen) Wärmekatasters. Eine Überschneidung der KoWa-Aktivitäten mit bereits laufenden Einzelprojekten auf der MiDoI sollte vermieden werden. Zudem existieren zwar

viele Einzelprojekte, allerdings kein für KoWa angemessener Überblick zur Situation der Bedarfs- und Versorgungsstruktur sowie lokaler Energiepotentiale.

1.3 Vorgehensweise im Quartier MiDoI

Angepasstes Vorgehen

Daher wurde für das Quartier MiDoI in KoWa ein angepasstes Vorgehen gewählt. Im Kapitel 2 erfolgt eine Zusammenfassung der Projekte mit Bezug zur Transformation der Energieversorgung. Sie stellt als Ausgangsbasis dar, an welchen Optionen einer zukünftigen Wärmeversorgung bereits aktiv gearbeitet wird und welche Optionen ggf. im Quartier geprüft und verworfen wurden. Daraufhin analysiert Kapitel 3 die strukturellen Gegebenheiten der MiDoI, indem einerseits die Wärmebedarfe und andererseits die Versorgungsstruktur dargestellt werden. Die Analyse basiert weitgehend auf öffentlich zugänglichen Daten, die über das web-based information system ‚FIS-Broker' (Fachübergreifendes Informationssystem) der Stadt Berlin zugänglich sind sowie teilweise auf Informationen aus geführten Interviews.
Im Kapitel 4 werden die für die MiDoI zukünftig relevanten Versorgungsoptionen anhand der Betrachtung ihrer technischen Potentiale vorgestellt. Unter Berücksichtigung zielpfadkonformer Treibhausgasemissionen (THGE) zur Erreichung der politischen Klimaschutzziele wird in Kapitel 5 zusammengefasst, welche Optionen ein nachhaltig nutzbares Potential auf der MiDoI aufweisen und damit im Rahmen sinnvoller Versorgungsoptionen Berücksichtigung finden. Kapitel 6 konkretisiert an einem Beispiel ein optionales Versorgungskonzept unter Berücksichtigung der herausgearbeiteten Potentiale. Dieses Konzept wird in Kapitel 7 im Vergleich mit anderen Versorgungsoptionen anhand des in KoWa genutzten 15-teiligen Bewertungsschemas bewertet. Die Stärken und Schwächen der Versorgungsoptionen werden identifiziert und gegenübergestellt. Kapitel 8 fasst die Erkenntnisse in Handlungsempfehlungen zusammen.

2 Zusammenfassung der Projekte mit Bezug zur Transformation der Energieversorgung.

2.1 Projektüberblick

Vielfältige Aktivitäten

Seit einigen Jahren besteht auf der MiDoI die Bestrebung, durch ganzheitliche Stadtentwicklung ein nachhaltiges Quartier zu gestalten. Initiator*innen dieser Aktivitäten stammen sowohl aus der Zivilgesellschaft als auch aus der Bezirks- bzw. Senatsverwaltung. Ausgangspunkte der Aktivitäten liegen z.T. mehr als 10 Jahre zurück (Interview Berlin 05 - indirekter Akteur 2020). Die Aktivitäten laufen dabei häufig aber nicht immer koordiniert.

Ziel des Kapitels

Ziel dieses Kapitels ist die Darstellung einer Projekt-Chronik, um zu erkennen, an welchen Optionen aktiv gearbeitet wird und welche Optionen ggf. im Quartier bereits geprüft und verworfen wurden. Die Darstellung beschränkt sich dabei weitgehend auf die energiebezogenen Projekte auf der Insel.

Nachhaltige Mierendorff-Insel

Bereits im Jahr 2014 hat sich die Initiative ‚Nachhaltige Mierendorff-INSEL'[1] auf Grundlage der Idee eines Bewohners gemeinsam mit dem ‚Kiezbüro' entwickelt. Die Vision war, aus der MiDoI eine ‚Zukunftswerkstadt des Bezirks Charlottenburg-Wilmersdorf' zu machen. Hierbei sollte, getragen von lokalen Initiativen, den Defiziten einer jahrzehntelangen Zentralisierung und Rationalisierung der Verwaltung durch bürgerliches Engagement entgegengetreten werden. Unter dem Motto ‚Vom Einwohner zum Miteigentümer' sollten Selbstbestimmung und Eigenverantwortung der Insulaner gemeinschaftlich entwickelt werden. Durch die Initiative wurde die MiDoI 2014 auch Partner im Programm ‚Verantwortungspartner-Regionen in Deutschland', welches im Rahmen ‚Gesellschaftliche Verantwortung im Mittelstand' aus Mitteln des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales und des Europäischen Sozialfonds gefördert wurde. Durch die Eigeninitiative regionaler Akteure wurden mittelständische Unternehmen mit der Kommune, Vereinen, Schulen und gemeinnützigen Organisationen zusammengebracht. Ziel war es, Nachhaltigkeitsthemen voranzubringen und die MiDoI zu einem Leuchtturmprojekt für vernetzte ökonomische, ökologische und soziale Stadtentwicklung zu machen. Das Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf (BA-CW) übernahm durch die Abteilung Stadtteilmanagement die damalige Regionalkoordination (Initiative "Nachhaltige Mierendorff-Insel 2030" 2015). Unter dem Titel ‚nachhaltige Mierendorff-INSEL' bündelt heute die DorfwerkStadt e.V. zahlreiche Aktivitäten (DorfwerkStadt e.V. 2021). Zudem koordiniert das Umwelt- und Naturschutzamt des Bezirks Charlottenburg-Wilmersdorf Projekte auf der MiDoI (BA-CW 2019b).

Projekte und Initiativen

Die Aktivitäten zur Gestaltung der nachhaltigen MiDoI umfassen von Beginn an auch Aspekte der Energie- bzw. Wärmeversorgung. An relevanten Projekten und Initiativen sind zu nennen: der Arbeitskreis Energieoffensive, die Städtebauförderung im Programm ‚Nachhaltige Erneuerung' und die Teilnahme am Wettbewerb Zukunftsstadt. Ansätze des vom Arbeitskreis Energieoffensive begonnen Rahmenprojektes ‚Energieautarke Mierendorff-Insel' werden aktuell vor allem durch das BA-CW geführte Projekt ‚Klimaschutz und Energieeffizienz auf der Mierendorff-Insel' weitergetragen oder umgesetzt.

[1] INSEL beschreibt für die Initiative Nachhaltige Mierendorff-INSEL nicht nur den klar umgrenzten Stadtteil, sondern bedeutet auch I-nnovativ, N-achhaltig, S-ozial, E-mpathisch, L-ebenswert.

Arbeitskreis Energieoffensive

Der Arbeitskreis ‚Energieoffensive Mierendorff-Insel' beschäftigte sich im Rahmen der Verantwortungspartner-Region mit dem Thema Energieversorgung und Energieverbrauch auf der MiDoI. Es wurden Maßnahmen angestoßen, die langfristig zu einer CO_2-neutralen Energieversorgung und Energieautarkie der Insel führen sollen. Neben der Gründung eines ‚Energietisches' sollte durch Befragung von Hauseigentümer*innen, Unternehmen und anderen Akteuren eine Bestandsanalyse der Energieversorgungsstrukturen und –verbräuche als Grundlage zur Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs stattfinden (Initiative "Nachhaltige Mierendorff-Insel 2030" 2015). Die Akteursbefragungen im Quartier haben ergeben, dass aus diesen Aktivitäten nur teilweise konkrete Projekte folgten (Interview Berlin 05 - indirekter Akteur 2020: Frage 3). Die Hemmnisse dafür werden in der Akteurs- und Hemmnisanalyse ausführlich dargestellt.

Stadtumbau Fördergebiet

In Berlin werden 16 Stadtumbaugebiete im landeseigenen Programm ‚Nachhaltige Erneuerung' durch die Städtebauförderung des Bundes gefördert (SenSBW 2020a). Seit Oktober 2017 umfasst das Fördergebiet ‚Charlottenburger Norden' auch die MiDoI[2] (SenSBW 2020b). Als Vorbereitung wurde im April 2017 der Bericht „Grobcheck zum Stadtumbau Mierendorff-INSEL" (Jahn, Mack & Partner architektur und stadtplanung 2017) durch das Bezirksamt (BA) vorgestellt. Dieser Bericht legt die Ausgangsituation und die Charakteristik des Stadtteils zu verschiedenen Themengebieten wie Bevölkerungs- und Sozialstruktur, aber auch Wohnen und Verkehr bzw. Mobilität dar.

Wettbewerb Zukunftsstadt

Anfang 2015 hat sich der Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf, zusammen mit der DorfwerkStadt e.V. als Träger vor Ort und Initiativpartner des oben genannten Verantwortungs-Partner-Projektes ‚Nachhaltige Mierendorff-Insel 2030' erfolgreich für eine Teilnahme am ‚Wettbewerb Zukunftsstadt' des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) beworben. Bei der Teilnahme am Wettbewerb ‚Zukunftsstadt' wurde die Umsetzungsphase nicht erreicht, jedoch kam es zur Entwicklung eines Handlungskonzeptes für eine nachhaltige MiDoI, welches im Juni 2018 vorgestellt wurde (DorfwerkStadt e.V. 2018). Unter anderem aus der Handlungsempfehlung 5.A.5.3 – Energieoffensive Mierendorff-Insel, geht seit 2018 eine Zusammenarbeit zwischen dem BA-CW und dem Berliner Energieversorgungsunternehmen (EVU) GASAG zur Energieeffizienz auf der MiDoI hervor, die inzwischen um eine Kooperation mit der Vattenfall Wärme Berlin AG, unter anderem Besitzerin und Betreiberin des Berliner Fernwärmeverbundnetzes, ergänzt wurde.

Klimaschutz und Energieeffizienz

Das Projekt „Klimaschutz und Energieeffizienz auf der Mierendorff-Insel" ist auf eine Verbesserung der Energieeffizienz für gewerbliche und private Nutzungen auf der MiDoI angelegt. Der Schwerpunkt liegt auf dem privaten und gewerblichen Wärme- und Strombedarf sowie gewerblicher Prozessenergie (BA-CW 2020a).

[2] Bisher ist das Programm ‚Nachhaltige Erneuerung' für die MiDoI nicht relevant. Es fanden keinerlei Aktivitäten unter dem Programm im Quartier statt, auch wenn es formal zur Förderkulisse gehört.

2.2 Teilprojekte und Schnittstellen des aktuellen Rahmenprojektes ‚Klimaschutz und Energieeffizienz auf der Mierendorff-Insel'

Projektrahmen

Das Projekt ist auf eine Laufzeit von 10 Jahren angelegt. Nach dem Abschluss der ersten Kooperationsverträge im November 2017 ist es im Jahr 2018 gestartet. Unter der Projektleitung des Umwelt- und Naturschutzamt Charlottenburg-Wilmersdorf soll die Entwicklung eines „Instrumentenkastens" (BA Charlottenburg-Wilmersdorf 2019: 3) zum Erreichen eines klimaneutralen Stadtquartiers umgesetzt werden. Das Umwelt- und Naturschutzamt tritt dabei als Funktionseinheit des BA-CW auf. Zwischenzeitlich sind die Partner Vattenfall, Universität der Künste Berlin (UdK Berlin) und Technischen Universität Berlin (TU Berlin) hinzu gekommenen .

Phase 1 und 2

Das Projekt sieht zunächst zwei Phasen vor: Zur Phase 1 ‚*Vorbereitung des Projektes'* zählten im Rahmen der IST-Analyse, neben der Identifikation von Handlungsfeldern, die Beschaffung und Zusammenführung von Verbrauchs- und Erzeugungsdaten, um ein detailliertes Bild des Wärmebedarfs auf der MiDoI aufzeigen zu können. Die IST-Analyse bildet die Grundlage für das in Phase 2 angestrebte Wärmekataster als öffentlich zugängliche Struktur-Darstellung auf Basis eines Geoinformationssystems (GIS). Es ist die Voraussetzung für die Festlegung von Sanierungszielen und konkreten Maßnahmen für einzelne Bestandssegmente. Mit dem Eintritt in Phase 2 geht es in die Investitionsplanung und die Umsetzung von Maßnahmen (BA-CW 2019c).

Zwischen-ergebnisse der Phase 1

Im Rahmen der ersten Phase ist im Juni 2020 der ‚Ergebnisbericht zur energetischen Simulation der Mierendorff-Insel' veröffentlicht worden. Die Ergebnisse der Simulation gebäudescharfer Endenergiebedarfe sollten über die Daten des Energiesparkontos MiDoI validiert werden. Jedoch wichen die Simulationsdaten signifikant von tatsächlichen Verbrauchswerten ab. Dies wird hauptsächlich fehlenden, ungenauen und fehlerhaften Informationen über die Gebäude und die Gebäudetechnik zugeschrieben (Brandt et al. 2020: 40), sodass die Simulation allein als Grundlage für das Wärmekataster und die Entwicklung und Umsetzung energetischer Quartierskonzepte ungenügend scheint. Auch eine geplante Kooperation mit der Schornsteinfeger-Innung zur Erhebung gebäudescharfer Wärmebedarfe konnte nicht realisiert werden (Interview Berlin 01a - indirekter Akteur 2020: 4).

Energiesparkonto MiDoI

In Phase 1 konnten demnach keine umfassenden gebäudescharfen Informationen zum Wärmebedarf generiert werden, die als wichtige Datengrundlage für weitere Analysen und Synthesen benötigt werden. Dieses Hemmnis wird durch das Projekt ‚Energiesparkonto Mierendorff-Insel' adressiert. Im ‚Energiesparkonto Mierendorff-Insel', das auf dem Online Portal ‚co2online' beruht, werden durch freiwillige Einspielung von Verbrauchsdaten durch Verbraucher*innen oder Eigentümer*innen adressenscharfe Daten erhoben, die vom BA-CW anonymisiert auszuwerten sind. Hierzu werden aktiv Nutzer*innen geworben, die durch die Teilnahme über das Portal eine transparente Aufbereitung und Entwicklung ihrer Verbrauchsdaten einsehen können. Das BA-CW plant, die anonymisierten Daten allen gesellschaftlichen Akteuren der Energiewende für Planungs- und Vergleichszwecke zur Verfügung zu stellen. Über die Form der Veröffentlichung ist jedoch noch nicht abschließend entschieden (co2online 2019). Auf Grundlage dieser Datenbasis könnten mittels einer Bilanzierung adressenscharfe Verbrauchsdaten für ein Wärmekataster ermittelt werden. Hierfür wäre die Zusammenführung der real erhobenen Daten aus dem Energiesparkonto und den blockweisen Verbrauchsdaten der Energieversorger sowie eine ergänzende Simulation auf Grundlage generischer Daten nach Gebäudetypen (z.B. TABULA-Daten) denkbar (Interview Berlin 01d - indirekter Akteur 2020; Interview Berlin 01a - indirekter Akteur 2020: 5.1).

EnergyMap Berlin

Im Projekt EnergyMap Berlin ist geplant, ein gebäudescharfes digitales Wärmekataster für Berlin zu erstellen. Die MiDoI soll hier als Testgebiet dienen. Für das Projekt wurde ein Antrag zur Förderung im 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung gestellt (Anfang 2022 wurde das Projekt nach Aussage des BA-CW bewilligt). Projektpartner sind die UdK Berlin, co2online, Senercon GmbH, das BA-CW sowie die LUP – Luftbild Umwelt Planung GmbH. Das Energiespar-Konto trägt durch das „crowd sourcing“ eine Datengrundlage bei (BA-CW et al. 2019).

Geplante Maßnahmen in Phase 2

Neben der Entwicklung von öffentlichen Datenplattformen plant das BA-CW, im Rahmen der Phase 2, Keimzellen für gebäudeübergreifende Versorgungslösungen zu identifizieren und für charakteristische Bestandselemente der MiDoI (z.B. Gründerzeitblock oder Blockrandbebauung in Händen institutioneller Vermieter) exemplarische energetische Quartierskonzepte zu erstellen. Diese könnten ggf. als Blaupause für andere Quartiere dienen. Zur Finanzierung und Erstellung der Konzepte ist ein Förderantrag im KfW-Programm 432 und eine externe Ausschreibung geplant (BA Charlottenburg-Wilmersdorf 2019).

Konsequenzen für KoWa

Aufgrund der unzureichenden Datenverfügbarkeit sowie Größe und Komplexität der Insel ist eine Konzeptionierung von Versorgungsoptionen für die MiDoI als Ganzes nicht möglich. Zwar könnte theoretisch eine Vollversorgung über Fernwärme oder das Gasnetz etabliert werden. Dies lässt sich aufgrund der heterogenen Eigentümerstruktur innerhalb des Forschungsprojektes jedoch nicht realisieren. Politisch wäre dieser Strukturwandel unter Umständen über einen Anschluss- und Benutzerzwang durchzusetzen, dessen Verordnung in Bestandsquartieren nicht prinzipiell ausgeschlossen ist.[3] Zugleich binden die bereits (außerhalb von KoWa) geplanten Einzelprojekte Kapazitäten der assoziierten Partner. Ein Mitwirken des KoWa-Teams an diesen Einzelprojekten bot aus Perspektive der Partner*innen keinen Mehrwert für das Quartier. Bisherige Analysen fokussierten jeweils nur auf Teilfragestellungen der Wärmeversorgung auf der MiDoI. Was fehlt, ist eine übergreifende konzeptionelle Analyse. Daher analysiert Kapitel 3 im Folgenden die strukturellen Gegebenheiten der MiDoI in Bezug auf die Wärmebedarfe und die Versorgungsstruktur. Die Auswertungen basieren weitgehend auf öffentlich zugänglichen Daten, die über das web-based information system ‚FIS-Broker‘ der Stadt Berlin zugänglich sind sowie teilweise auf Informationen aus geführten Interviews. In Kapitel 4 werden anschließend für die MiDoI relevante Versorgungstechnologien vorgestellt. Anhand der technischen Potentiale und unter Berücksichtigung zielpfadkonformer THGE zur Erreichung der politischen Klimaschutzziele wird ermittelt, welche Optionen ein nachhaltig nutzbares Potential auf der MiDoI aufweisen könnten und somit für eine umfassendere Bewertung heranzuziehen sind.

---

[3] Ermächtigungsgrundlage des Berliner Senates zur Verordnung eines Anschluss- und Benutzungszwanges an die Fernwärme besteht durch das EWG Bln. Über § 18 Abs. 2 EWG Bln ist die Verordnung eines Anschluss- und Benutzungszwanges grundsätzlich, jedoch nicht prinzipiell, auf Neubaugebiete zu beschränken. Die juristische Formulierung der Soll-Vorschrift in § 18 Abs.2 Satz 1 EWG Bln lässt Ausnahmen von der Begrenzung auf Neubaugebiete im speziellen Fall zu. Da der Anschluss- und Benutzungszwang einen Eingriff in Art. 14 GG darstellt, muss er verhältnismäßig sein. Bei der Bewertung der Verhältnismäßigkeit ist zwischen Bestandsgebäuden und Neubauten zu unterscheiden. Im Falle von Bestandsbauten sind höhere Anforderungen zu stellen als im Falle von Neubauten, da bei Bestandsbauten grundsätzlich der Bestandsschutz eine Rolle spielt. Siehe dazu (Hehn 2015; Maaß 2020) So wären in Verordnungsgebieten für Bestandsgebäude ggf. Übergangsregelungen zu formulieren.

3 Darstellung der strukturellen Gegebenheiten

Ziel des Kapitels ist die Ermittlung und Darstellung des aktuellen Wärmebedarfs und der bestehenden Versorgungsstruktur. Aufgezeigt werden zudem bedeutende Rahmenbedingungen, die im Kontext einer angestrebten Modernisierung und Transformation der Wärmeversorgung von Bedeutung sind. Übersicht 2 fasst die Bedarfs- und Versorgungsstruktur zusammen.

Überblick

Übersicht 2: Überblick zu Wärmebedarf und -versorgung auf der MiDoI.

Bedarf HW/TWW	▪ Durchschnittlich hoher Bedarf von ca. 165 kWh/(m²a) ▪ Unzureichender Sanierungsstand ▪ Geringe Sanierungsrate
Versorgung HW/TWW	▪ Versorgungsstruktur sehr heterogen ▪ Fernwärme ▪ Gas-Etagen- oder Zentralheizungen ▪ Ölzentralheizungen ▪ Vereinzelt Kohleöfen oder Nachtspeicherheizungen
Versorgung Prozesswärme	▪ nach ersten Analysen keine nennenswerten Potentiale

Quelle: Eigene Erstellung.

3.1 Wärmebedarf

Baualtersklassen

Die MiDoI ist gekennzeichnet durch eine Mischung aus Wohnen, Gewerbe, Dienstleistung und öffentliche Institutionen und ist mit Grünanlagen und Kleingärten durchsetzt. Die Wohngebiete der MiDoI sind größtenteils geprägt durch gründerzeitlichen Wohnungsbau sowie Wohnungsbau von 1919 bis 1945 (Blockrandbebauung) Die nordwestlich des Mierendorff-Platzes gelegenen Blockrandbebauungen aus den 1920er Jahren stehen größtenteils unter Denkmalschutz. Zudem finden sich Bauten aus den 1950er bis 1980er Jahren. (siehe Abbildung 1 und Abbildung 2 sowie SenSBW (2021b))

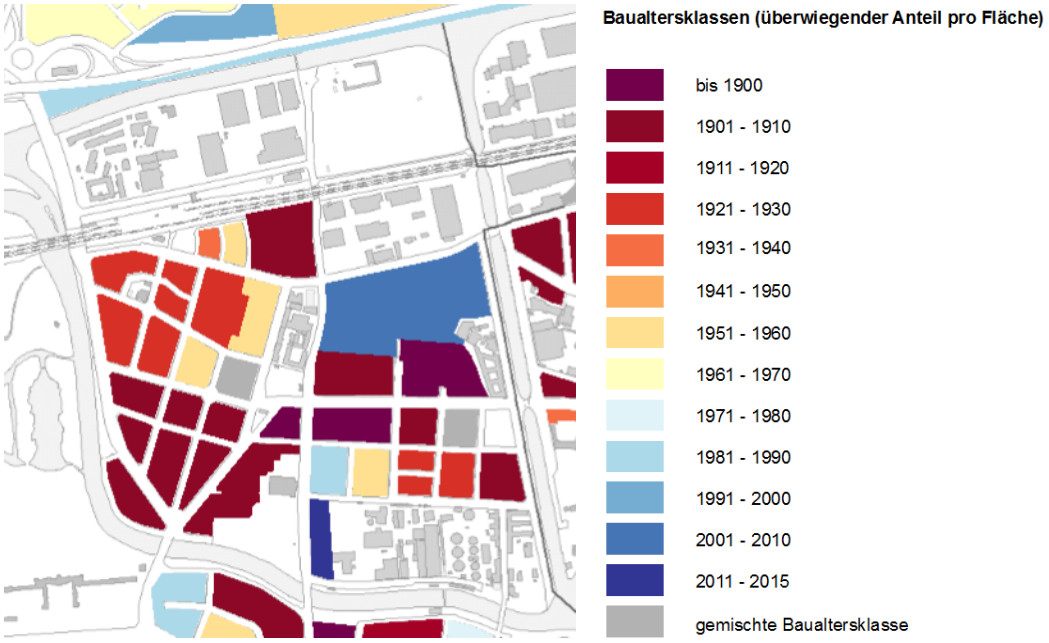


Abbildung 2: Übersicht der Baualtersklassen auf der Mierendorff-Insel.
Quelle: SenSBW 2020d.

Energetischer Sanierungs-zustand

Eine energetische Sanierung fand nach aktueller Datenlage auf der MiDoI nur in geringem Umfang statt (z.B. die Wohnanlage der gemeinnützigen Baugenossenschaft Steglitz zwischen der Olbers- und der Lambertstraße oder die der EVM eGenossenschaft – ehemals Erbbauverein Moabit – an der Olbers-/Keplerstraße). Detaillierte gebäudespezifische Energieverbräuche und Sanierungsstände liegen dem BA-CW aus vergangenen Projekten nur teilweise vor, sind jedoch für KoWa aus Datenschutzgründen nicht verfügbar. Aus dem ‚Grobcheck zum Stadtumbau Mierendorff-INSEL' lässt sich entnehmen, dass die überwiegende Zahl der Wohngebäude noch nicht energetisch saniert worden scheint. Die Annahmen der Studie beruhen auf einer Sichtung. Hierzu wird darauf hingewiesen, dass der Umfang an Keller- und Deckendämmungen sowie die Umrüstung von Heizanlagen von außen nicht einschätzbar ist. Fenster seien jedoch in weiten Teilen bereits von Holz- in Kunststofffenster ausgetauscht worden, jedoch sei auch hier eine Einschätzung hinsichtlich der Wärmedämmwerte nicht möglich. Vermutet wird, dass der Austausch im Rahmen der Sanierungs- und Modernisierungswelle in den 1970er bis 1990er Jahren erfolgt ist (Jahn, Mack & Partner architektur und stadtplanung 2017: 14). Die Sanierungsrate auf der MiDoI betrug seit Anpassung der nach § 559 Baugesetzbuch (BauBG) gestatteten Modernisierungs-umlage von 11 % auf 8 % laut Aussage des BA-CW bis zum Jahr 2020 etwa 0,6 %/a (Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020).

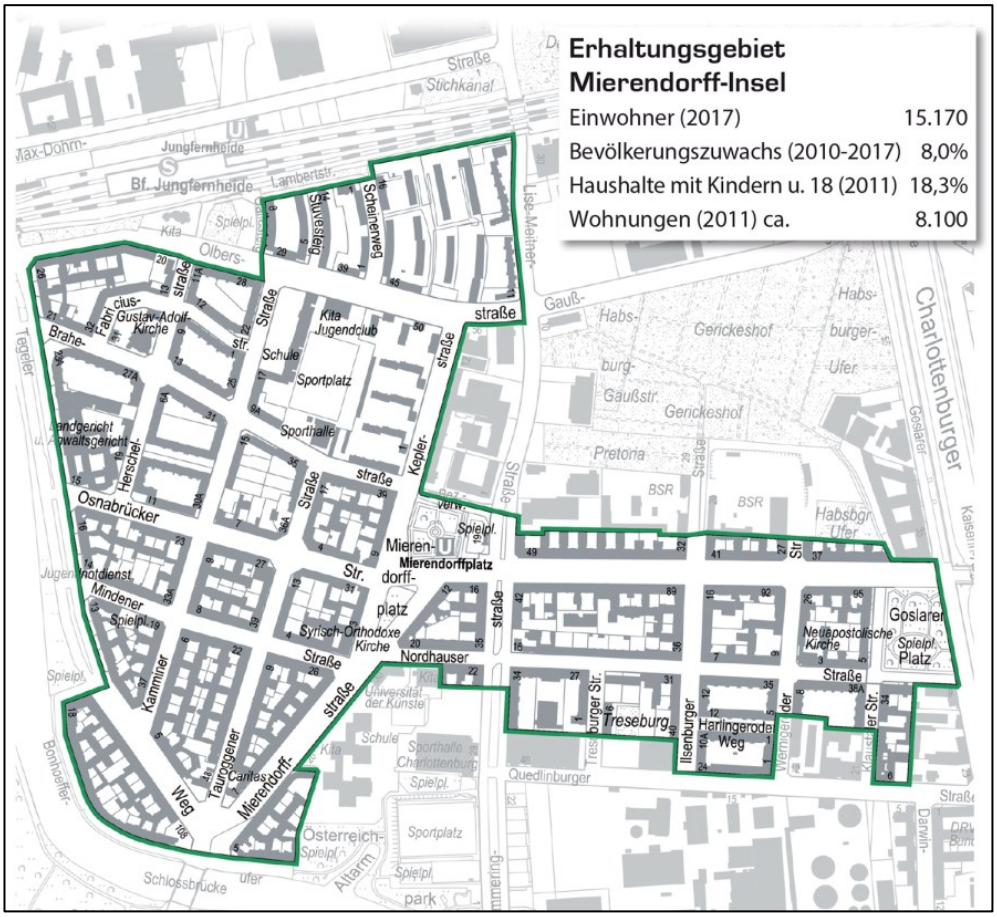


Abbildung 3: Milieuschutzgebiet nach der 'Soziale Erhaltungsverordnung Mierendorff-Insel'.
Quelle: BA-CW (2018b).

Milieuschutz

Am 01. September 2018 trat die Verordnung über das soziale Erhaltungsgebiet „Mierendorff-Insel“ in Kraft (BA-CW 2018a). Damit unterliegt ein Großteil der MiDoI dem sogenannten Milieuschutz (siehe Abbildung 3). Der Milieuschutz dient der Erhaltung der Zusammensetzung der Wohnbevölkerung. In Milieuschutzgebieten bedürfen der Rückbau, die Änderung oder die Nutzungsänderung baulicher Anlagen der Genehmigung (§ 172 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 BauGB). Hierzu zählen ebenso Maßnahmen der energetischen Sanierung. Nach Angaben des BA-CW sind in den Jahren 2018 und 2019 für die MiDoI insgesamt 15 Anträge auf energetische Sanierung gestellt und genehmigt worden. Darunter beinhalteten 13 Anträge die energetische Sanierung der Fenster, zwei Anträge die Dämmung von Gebäuden und zwei die energetische Sanierung der Heizungsanlage (siehe Abbildung 4, Anträge können entweder eine oder mehrere Sanierungsarten abdecken, woraus die Abweichung zu der im Text genannten Summe von Anträgen resultiert). Über eine Selektierung der Adressen mit der Postleitzahl der MiDoI (10589) lassen sich über den FIS-Broker 799 Einträge ermitteln. Anträge auf energetische Sanierung können zwar auch auf mehrere Adressen bezogen sein oder von einem Eigentümer für einen Gebäudepool gestellt werden, dennoch ist die Anzahl der Anträge im Verhältnis zur Anzahl der Gebäude gering und lässt auf eine jährliche Sanierungsrate unter 1 % schließen.

Jahr	Fenster	Dämmung	Heizung
2018	2	0	0
2019	11	2	2
Gesamt	13	2	2

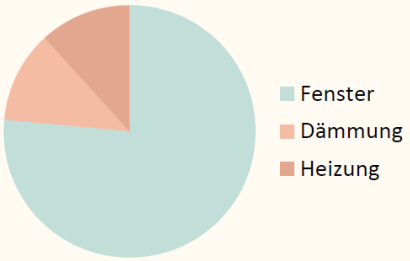


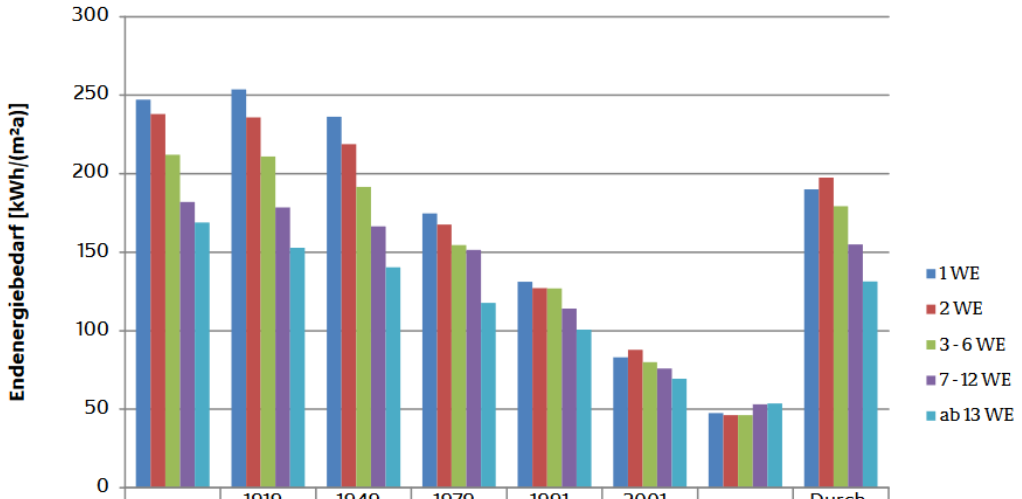
Abbildung 4: Beantragte energetische Sanierungen im Milieuschutzgebiet Mierendorff-Insel in den Jahren 2018 und 2019.
Quelle: BA-CW (2019a).

Wärmebedarf

Insgesamt weisen die verfügbaren Daten auf eine geringe Sanierungsqualität und -tiefe auf der MiDoI hin. Für MFH der vorherrschenden Baualtersklassen liegen die spezifischen Endenergiebedarfe für Wärme (Raumwärme und Warmwasser) nach dem Gebäudereport der DENA von 2016 im Durchschnitt bei ca. 120-180 kWh pro m² Nutzfläche[4] (Abbildung 5, Zeile 4+5, Spalte 2-4). Dunkelberg et al. (2020b) ermitteln für das in örtlicher Nachbarschaft liegende Gründerzeit-Quartier Klausenerplatz über alle Gebäude des Untersuchungsgebiets im Durchschnitt einen spezifischen Endenergiebedarf für Heizwärme (HW) von 139 kWh/[m²a] und einen Nutzenergiebedarf für Trinkwarmwasser (TWW) (inkl. Leitungsverluste) von 27 kWh/[m²a]. Diese Berechnungen beruhen auf der

[4] In Energieausweisen werden Kennwerte i.d.R. entsprechend der EnEV auf die Gebäudenutzfläche A_N bezogen. Diese ist ca. 1,2-bis 1,35-mal größer als die Wohnfläche. Auf A_N bezogene Kennwerte sind daher um diese Größenordnung kleiner als wohnflächenbezogene Werte.

Zusammenführung von TABULA-Bedarfsdaten[5] und Felddatenerhebungen (Dunkelberg et al. 2020b: 7).



	bis 1918	1919 - 1948	1949 - 1978	1979 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2008	ab 2009	Durch-schnitt
1 WE	247	254	236	175	131	83	48	190
2 WE	238	236	219	168	127	88	46	198
3 - 6 WE	212	211	192	155	127	80	46	179
7 - 12 WE	182	178	166	152	114	76	53	155
ab 13 WE	169	153	140	118	101	69	54	131

Abbildung 5: Durchschnittliche Endenergiebedarfskennwerte von Wohngebäuden in Deutschland nach Baujahr und Gebäudegröße bezogen auf die Gebäudenutzfläche. Quelle: dena (2016).

Abbildung 5 zeigt, dass Wohngebäude mit Baujahr ‚bis 1918' und ‚1949-1978' ähnliche Endenergiebedarfe aufweisen, hier sind die größten Unterschiede zwischen Gebäuden mit 1 WE (247, 254, 236 jeweils kWh/(m²a)) und Gebäuden mit 13 WE und mehr (169, 153, 140 jeweils kWh/[m²a]) auszumachen. Eine deutliche Verbrauchsminderung ergibt sich erst mit den Energieeinsparverordnungen ab 1979 (1 WE: 175, 131, 83, 48 jeweils kWh/[m²a]; 13 WE und mehr 118, 101, 69, 54 jeweils kWh/[m²a]). Der Wohngebäudebestand der MiDol besteht i.d.R. aus Mehrfamilienhäusern die überwiegend mehr als 7 Wohneinheiten aufweisen (siehe Abbildung 3). Der durchschnittliche Endenergiebedarf würde nach dena (2016) 131-155 kWh/[m²a] betragen. Insgesamt wird folgend unter Beachtung der vorherrschenden Baualtersklassen nach Abbildung 2, des gering einzuschätzenden Sanierungsstandes sowie der vorhandenen Vergleichswerte für den Nachbarkiez, von einem spezifischen Endenergiebedarf für HW und TWW von durchschnittlich 165 kWh/[m²a] ausgegangen.

Benötigtes Temperaturniveau

Der HW-Bedarf resultiert aus der benötigten Heizleistung in der Heizperiode. Zur Bereitstellung der Heizleistung werden abhängig von der Art bzw. der Fläche der Heizkörper bestimmte Vorlauftemperaturen im Heizkreis benötigt. Bestandsgebäude, die vor dem Jahr 2000 errichtet wurden, sind fast ausschließlich mit Radiatorheizkörpern mit relativ kleiner Oberfläche ausgestattet. Die Heizsysteme dieser Gebäude sind in Spitzenlastzeiten je nach Sanierungsstand auf Vorlauftemperaturen von 60-90°C angewiesen. Die Rücklauftemperaturen ergeben sich aus der Qualität der Wärmeübertragung zwischen Heizsystem

[5] „TABULA" – Projekt zur Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern.

und Wärmesenke und betragen für die betrachteten Objekte zwischen 45-70°C (Dunkelberg et al. 2020b: 8).

Netz-anforderungen

Die benötigten Vorlauftemperaturen in den Gebäuden bestimmen maßgeblich das Temperaturniveau der Wärmenetze. In Zeiten maximaler Last zur Versorgung von Gebäuden mit niedrigen Sanierungsstand werden u.U. Vorlauftemperaturen bei der Wärmenetzeinspeisung von 100°C benötigt. Dies gilt, wenn bei der Wärmeübertragung in Wärmetauschern eine minimale Grädigkeit zwischen den Wärmeträgerfluiden von 5 K angenommen wird und die Wärmeübertragung einmal von der Umwandlungsanlage auf das Wärmeträgermedium des Wärmenetzes und ein zweites Mal vom Wärmenetz auf das Wärmeträgermedium der Hausverteilung stattfindet. Kapazitätsanforderungen in Wärmenetzen können das Temperaturniveau in Abhängigkeit von der erreichbaren Rücklauftemperatur höher ausfallen lassen. Eine Möglichkeit zur Reduzierung der Temperaturniveaus besteht daher in der Absenkung der Rücklauftemperatur, die jedoch hauptsächlich durch die Abnehmerseite bestimmt wird. Neben hohen Dämmstandards sind geeignete Maßnahmen auf der Abnehmerseite zur Senkung der Rücklauftemperatur nach Nussbaumer et al. (2021) die Verwendung von Flächenheizungen (Fußbodenheizungen, Wandflächenheizungen und großflächige Heizkörper), Durchfluss- oder Speicherladesystemen zur TWW-Bereitung, Heizkörperthermostatventile, eine Begrenzung der Warmwasser Zirkulationsmenge sowie ein hydraulischer Abgleich des Heizsystems. Im Bereich von Bestandsgebäuden wird jedoch davon ausgegangen, dass selbst im Fall einer umfangreichen Sanierung die Nachrüstung von Flächenheizungen mit einem sehr hohen Aufwand verbunden ist und daher kaum Anwendung findet (Pehnt 2017: 67).

Wärmebedarfs-dichte

Das Erhaltungsgebiet MiDoI weist durch seine Siedlungsstruktur und dem vorherrschenden Gebäudebestand mit hohen spezifischen Wärmebedarfen eine hohe flächenbezogene Wärmedichte auf. Das Erhaltungsgebiet umfasst auf Grundlage einer Auswertung über den FIS-Broker eine Gesamtfläche etwa 580.000 m². Die durchschnittliche Wohnfläche pro Einwohner beträgt in Berlin rund 40 m² (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2021). Zusammen mit dem oben dargestellten, durchschnittlichen spezifischen Endenergiebedarf auf der MiDoI für HW und TWW von in Summe 165 kWh/[m²GNFa] und der in Abbildung 3 aufgeführten Einwohnerzahl von 15.170 Personen lässt sich unter Beachtung des Faktors 1,2 zwischen Wohn- und Gebäudenutzfläche für das Erhaltungsgebiet eine Wärmedichte von 207 kWh/[m²a] ermitteln.[6] Die Wärmedichte von Siedlungsgebieten wird als Maß zur Bestimmung der Eignung als potentielles Wärmenetzgebiet herangezogen. Nach Nussbaumer et al. (2021) sind Siedlungsgebiete i.d.R. ab einer Wärmedichte von 70 kWh/[m²a] geeignet, um die Betriebswirtschaftlichkeit von Wärmenetzen sicher zu stellen. Damit wäre eine Wärmenetzversorgung der MiDoI betriebswirtschaftlich darstellbar.

[6] Der EEV bezieht sich i.d.R. auf die Gebäudenutzfläche (GNF) und nicht auf die Wohnfläche. Zwischen Wohnfläche und GNF kann nach EnEV 2014 § 19 vereinfacht der Faktor 1,2 angenommen werden.

Zukünftige Anforderungen

In Bezug auf die Gebäudeeffizienz ist es nach dem Berlin Energie und Klimaschutzprogramm formuliertes Ziel, bis 2050 den flächenspezifischen Endenergieverbrauch des Gebäudebestandes auf durchschnittlich maximal 77 kWh/[m²a] zu senken.[7] Entscheidende Hebel sind die Erhöhung von Sanierungsrate[8] und –tiefe der Gebäudehüllen. In privaten Haushalten entfallen etwa 94 % des Endenergieverbrauchs auf die Wärme- und Kältebereitstellung (UBA 2020). Für die Mierendorff-Insel würde die Umsetzung dieses Ziels eine Reduzierung des derzeitigen Endenergiebedarfs für HW und TWW um rund 55 % bedeuten. Ausgehend von den CO_2-Emissionen in dem Handlungsfeld Gebäude wird bis 2050 eine Senkung der CO_2-Emissionen auf rd. 1,6 Mio. t pro Jahr angestrebt. Dies entspricht einer Reduzierung um rd. 85 %. Die Zielvorgaben im BEK 2030 (i.d.F. 2017) basieren auf der Machbarkeitsstudie Klimaneutrales Berlin 2050 aus dem Jahr 2014 und sind noch nicht an die Ziele aus dem Vertrag von Paris abgestimmt, sodass in Zukunft mit einer Verschärfung zu rechnen ist (zu den Zielvorgaben und den Grundlagen siehe Sen UVK, Seite 6 und 65).

3.2 Versorgungsstruktur

Heterogene Versorgungs-struktur

Die bestehenden Wärmeversorgungssysteme auf der MiDoI sind sehr unterschiedlich. Es überwiegen dabei je nach Gebiet (zum Teil auch blockweise) Fernwärme oder Gasheizungen, in wenigen Gebieten sind hauptanteilig Ölheizungen vorhanden (siehe Abbildung 6). Das Gewerbegebiet im Nordwesten wird mittlerweile überwiegend aus Erdgas und Fernwärme versorgt (Wein 2020). Da aus Abbildung 6 nur die anteiligen oder überwiegenden Hauptenergieträger hervorgehen, können im Einzelfall auch letzte Kohleöfen oder Nachtstromspeicherheizungen vorhanden sein, was sich durch Akteursinterviews bestätigen ließ (Interview Berlin 06 - indirekter Akteur 2020: Frage 2).

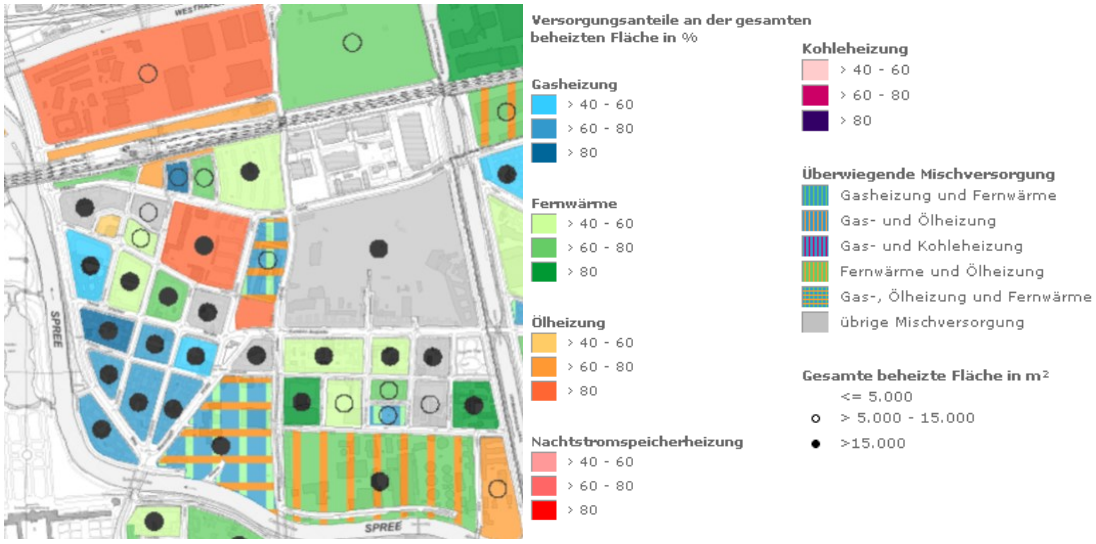


Abbildung 6: Versorgungsanteile der einzelnen Heizsysteme bezogen auf die beheizte Fläche auf der Mierendorff-Insel im Jahr 2005.
Quelle: SenSBW 2020d.

[7] Der spezifische jährliche EEV Berliner Wohngebäude von Ø 207 kWh/m² (Stand 2012) soll bis 2050 auf Ø 77 kWh/m² reduziert werden. Ohne Einbeziehung von Solarthermie und Umweltwärme reduziert sich dieser Wert auf 67 kWh/m² (Sen UVK 2019: 65).

[8] Zur Erreichung der Klimaschutzziele muss die Sanierungsrate auf deutlich über 2 % gesteigert werden (UBA 2021b: 77 f.).

Fernwärme- & Gasverbrauch

Dem Energieatlas Berlin ist zu entnehmen, dass der nicht temperaturbereinigte Fernwärmeverbrauch des Postleitzahlenbereichs 10589, welcher exakt die MiDoI abdeckt, im Jahr 2016 und 2017 jeweils rund 50 GWh betrug. Der entsprechende Gasverbrauch lag in den genannten Jahren bei jeweils rund 64 GWh (Sen WEB 2020).
Der Deckungsanteil von Fernwärme am Endenergieverbrauch für Raumwärme- und Warmwasser des Gebäudesektors beträgt für das gesamte Stadtgebiet Berlin rund 33 % (BET 2019: 5). Zwei Drittel der Endenergie für die Wärmeversorgung der Gebäude wird damit in dezentralen Heizsystemen umgewandelt. Für dezentrale Kleinfeuerungsanlagen liegt nach dem Emissionskataster 2015 für Berlin eine Verteilung der Brennstoffe Heizöl, Gas (inkl. Flüssiggas), Kohle und Holz / Pellets am Endenergieeinsatz vor. Zur Ermittlung wurden unterschiedliche Ansätze ausgeführt. Je nach Datengrundlage entfielen im Jahr 2015 für die dezentrale Wärmeversorgung zwischen 73 % und 80 % auf Gas, 16-26 % auf Heizöl[9], 1-2 % auf Kohle und 1-2 % auf Holz und Pellets (Schneider et al. 2016: 71).

Tabelle 1: Endenergieeinsatz in Kleinfeuerungsanlagen, berechnet auf Basis der Gebäudeeigenschaften im Vergleich mit der Energiebilanz Berlin 2012 und auf Basis der Schornsteinfegerdaten. Emissionskataster 2015 Berlin.

betrachtete Ansätze	Heizöl	Gas (inkl. Fl'gas)	Kohle	Holz / Pellets	gesamt
Endenergieeinsatz [GWh/a]					
Energiebilanz Berlin 2012, HH+GHD (Ansatz 1)	7.605	21.540	129	102	29.376
Schornsteinfegerdaten 2012 (Ansatz 2)	5.482	21.540	437	595	28.054
Gebäudeeigenschaften und Zusatzinformationen (Ansatz 3)	4.486	21.540	367	549	26.942
Anteile					
Energiebilanz Berlin 2012, HH+GHD (Ansatz 1)	25,9%	73,3%	0,4%	0,3%	100%
Schornsteinfegerdaten 2012 (Ansatz 2)	19,5%	76,8%	1,6%	2,1%	100%
Gebäudeeigenschaften und Zusatzinformationen (Ansatz 3)	16,7%	79,9%	1,4%	2,0%	100%

Quelle: Schneider et al. (2016).

Energieträger Kleinfeuerungsanlagen

Unter Berücksichtigung der Datengrundlage des Emissionskatasters aus Tabelle 1 und der verfügbaren Werte zum Gasverbrauch von 64 GWh/a, ergibt sich für die MiDoI ein Heizölverbrauch von 13,4-22,6 GWh/a. Der Verbrauch an Kohle liegt demnach zwischen 0,4 und 1,6 GWh/a und der von Holz / Pellets zwischen 0,3 und 1,75 GWh/a. Bei einer durchschnittlichen Wohnungsgröße von 75 m², einem spezifischen Heizwärmebedarf von 139 kWh/m²a und einem angenommenen Wirkungsgrad alter Kohleöfen von 40 % würde auf der MiDoI noch in bis zu 60 Wohnungen (0,4-1,4%) mit Kohle geheizt.

Summe Endenergieverbrauch

Der gesamte Endenergieverbrauch für die betrachteten Energieträger (Erdgas, Fernwärme, Heizöl sowie Kohle, Holz und Pellets) beläuft sich überschlägig auf 130-140 GWh/a, wobei der Endenergieverbrauch für die elektrische Warmwasserbereitung nicht enthalten ist.

[9] Eine Kampagne von Vattenfall zum Umstieg von Ölheizungen auf Fernwärme war nicht erfolgreich. Vattenfall vermutet, dass die Förderung zu niedrig war (Interview Berlin 02a - direkter Akteur 2020).

Netzabdeckung Gas und Fernwärme

Den Karten des Energieatlas der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe (SenWEB) ist die nahezu vollständige Abdeckung der MiDoI mit Fernwärme- und Gasnetz zu entnehmen. Der exakte Leitungsverlauf sowie Spezifika zu den Kapazitäten der vorherrschenden Versorgungsstruktur liegen für KoWa (aufgrund von Sicherheitsgeheimhaltung im Rahmen kritischer Infrastruktur[10]) jedoch nicht vor. Dadurch lassen sich keine generalisierten Aussagen über die mögliche Ausweitung der Anteile von Fernwärme und Erdgas als Wärmeversorgungssystem auf der MiDoI treffen. Sowohl Vattenfall als auch GASAG gehen davon aus, dass Neuanschlüsse auf der MiDoI zum Tagesgeschäft gehören. Beide Unternehmen verfügen nach eigenen Angaben über Kapazitäten, um an (ggf. innovativen) Versorgungslösungen mitzuwirken. Die konkreten Bedingungen richten sich nach den konkreten Versorgungsobjekten (Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020: 4; Interview Berlin 02a - direkter Akteur 2020: 1).

HKW Charlottenburg

Im Süden der Insel steht das Heizkraftwerk Charlottenburg. Das HKW verfügt über drei hauptsächlich erdgasbefeuerte Gasturbinen die zusammen eine elektrische Leistung von 215 MW sowie eine thermische Leistung von 295 MW aufweisen. Es wird seit 2003 von Vattenfall hauptsächlich zur Abdeckung von Spitzenlast in der Fernwärme betrieben (Interview Berlin 02a - direkter Akteur 2020: 3; VPC GmbH 2020). Die Errichtung eines eigenen Heizkraftwerkes für die Stadt Charlottenburg erfolgte durch Magistratsbeschluss von 1898. Die erste Heizwärme versorgte das Rathaus. Die Maschinenhalle für das Kraftwerk wurde 1899/1900 von Georg Klingenberg errichtet. Die Gesamtanlage steht unter Denkmalschutz. Im Jahr 1989 erfolgte die Nachrüstung mit einer Rauchgasentschwefelungsanlage, 1994 wurde die Rauchgasentstickungsanlage nachgerüstet. Nach diversen Rückbauten und einer Übereignung des Spreeufergrundstückbereiches an den Bezirk im Jahr 2007, beschloss Vattenfall im Januar 2008, den Betrieb des HKW am Standort aufrechtzuerhalten (BA-CW 2020b).

Bestehende EE-Wärmeanlagen und externe Abwärmenutzung

Neben den oben genannten Anteilen an Biomasse zur Wärmeversorgung sind auf der Mierendorff-Insel bisher keine nennenswerten Anteile von erneuerbarer Wärme dokumentiert. Nach den Daten des Energieatlas der SenWEB befinden sich im Postleitzahlenbereich 10589 der MiDoI lediglich zwei Solarthermie (ST) Anlagen in Betrieb. Im Umweltatlas der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klima (SenUVK) und Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (SenStadtWohn werden für diesen Postleitzahlenbereich drei ST-Anlagen ausgewiesen (Sen WEB 2020; SenSBW 2020c). Zwei ST-Dachanlagen (ca. 150 und 220 m² Bruttokollektorfläche) werden von der Degewo auf Wohngebäuden (Blockrandbebauung der 1920er Jahre) im Harlingeroder Weg und in der Quedlinburger Straße betrieben (Interview Berlin 01a - indirekter Akteur 2020). Geothermie-Anlagen oder die Nutzung von Umweltwärme sind nicht bekannt. Im Bereich der Bestandsgebäude existieren keine liegenschaftsübergreifenden Nahwärmenetze. Eine externe Nutzung gewerblicher oder industrieller Abwärme besteht nicht.

[10] Als kritische Infrastruktur werden laut § 2 Abs. 10 BSIG bezeichnet: „Einrichtungen, Anlagen oder Teile davon, die 1. den Sektoren Energie, Informationstechnik und Telekommunikation, Transport und Verkehr, Gesundheit, Wasser, Ernährung, Finanz- und Versicherungswesen sowie Siedlungsabfallentsorgung angehören und 2. von hoher Bedeutung für das Funktionieren des Gemeinwesens sind, weil durch ihren Ausfall oder ihre Beeinträchtigung erhebliche Versorgungsengpässe oder Gefährdungen für die öffentliche Sicherheit eintreten würden.“

4 Darstellung der relevanten Versorgungsoptionen

4.1 Darstellung der Wärmequellen und -potentiale

Vorgehen

Im Folgenden werden die potentiellen Wärmequellen für die MiDoI aufgezeigt. Die Wärmequellen, welche im städtischen Raum als regional verfügbar bewertet werden und auf der MiDoI als Bilanzraum intern erschließbar sind, stellen sich als ausschließlich erneuerbare Energien inklusive gewerblicher bzw. privater Abwärme dar. Hinzu treten externe Energiequellen, die über eine Umwandlung vor Ort für die Wärmebereitstellung über verschiedene Technologien genutzt werden können. Hierzu zählen auch alle Arten fossiler Energieträger. Da von diesen alleine Erdgas das Potential zur Verringerung der durchschnittlichen spezifischen CO_{2eq}-Emissionen der deutschen Wärmeversorgung aufweist und politisch die Substitution von Kohle und Heizöl angestrebt wird, begrenzt sich der Darstellungs- und Untersuchungsrahmen von Wärmeversorgungsoptionen durch fossile Energieträger in dieser Studie auf Erdgas. Betrachtet wird ebenso die etablierte Option der Übertragung von Fernwärme aus dem Berliner Fernwärmeverbundnetz.

Die Auswirkungen und Darstellung einzelner Wärmeversorgungsoptionen wurden im KoWa-Konsortium zum Teil kontrovers diskutiert, wobei die vielfältigen Verständnisse von Nachhaltigkeit und die unterschiedlichen Nachhaltigkeitsgrade (Rogall und Gapp-Schmeling 2021) der Positionen sichtbar wurden. Insbesondere die energetische Nutzung von Biomasse wird in der Öffentlichkeit und im wissenschaftlichen Diskurs zunehmend kontrovers diskutiert. Im Rahmen dieser Veröffentlichung erfolgt die Darstellung ausgewählter Aspekte von Biomasse, die nicht innerhalb des Bilanzraumes Mierendorff-Insel anfällt, in Unterkapitel 4.3.4 durch das IZES.

Die Analyse der Potentiale konzentriert sich auf die Einbindung in Wärmenetze, da nachhaltige Wärmepotentiale an Erneuerbaren Energien (EE) und Abwärme insbesondere über die Einbindung in Wärmenetze umfänglich sowie effizient erschlossen werden können. Zudem bringen Wärmenetze weitere Synergieeffekte für ein zukünftig notwendiges integriertes Energiesystem mit sich (siehe beispielsweise Pehnt 2017 und Agora EW 2019). Dabei werden die Bedingungen in Wärmenetzen der 4. Generation nach Lund et al. (2014) mit mittleren Netztemperaturen[11] von ca. 70°C angenommen.

Im ersten Schritt dieses Kapitels werden zunächst alle Wärmequellen einer Kurzanalyse hinsichtlich des technischen Potentials unterzogen, um so die relevanten Quellen zur weiteren Betrachtung auszuwählen. Prinzipiell ausgeschlossen werden Quellen bzw. Energieträger, bei deren Nutzung das globale Erwärmungspotential der bereitgestellten Wärme ungeeignet ist, um mittelfristig die politischen Ziele des Klimaschutzes einzuhalten.

[11] Gemittelte Temperatur zwischen Vorlauf und Rücklauf; max. Temperatur (Sommer/Winter): Vorlauf (90/80°C), Rücklauf (50/60°C).

4.2 Interne Potentiale

Überblick Versorgungs-optionen

Nach Dunkelberg et al. (2020b) stehen im städtischen Raum Berlins grundsätzlich die folgenden Wärmequellen zur Verfügung:[12]

- Abwasserwärme
- Fluss- und Kanalwasserwärme
- Gewerbliche Abwärme
- Solarthermie (ST)
- Oberflächennahe und tiefe Geothermie sowie
- in geringem Umfang Biomasse.

4.2.1 Nutzung der internen Potentiale durch Wärmepumpen

Notwendigkeit von Wärmepumpen

Für die Nutzung dieser Potentiale ist, außer bei Biomasse und Solarthermie (und ggf. tiefer Geothermie), der Einsatz von Wärmepumpen erforderlich, um die Wärme auf ein ausreichendes Temperaturniveau zu heben, d.h. sie exergetisch aufzuwerten. Hierbei besteht die Möglichkeit, die vorhandenen Dach- und Freiflächen ebenso für Photovoltaik (PV) und damit zur anteiligen Bereitstellung von elektrischer Antriebsenergie für die Wärmepumpen zu nutzen. Die Option der direktelektrischen Wärmeerzeugung über PV wird aufgrund des immensen Effizienznachteils gegenüber Wärmepumpen (WP) oder ST bei der Bereitstellung dieser Energieform nicht in Betracht gezogen.
Für den Einsatz von ST oder PV besteht nach Sandrock et al. (2020) die Option, zusätzliche Flächen durch Konzepte einer multikodierten Flächennutzung (Synchronisation und Zusammenführung verschiedener gleichzeitiger Nutzungsinteressen bzw. Anforderungen in Bezug auf eine bestimmte Fläche; Mehrfachnutzung) zu erschließen. Denkbar ist hierzu beispielsweise die Überbauung bestimmter Verkehrsflächen (z.B. Parkplätze) mit Kollektoren.

Einsatz von Wärmepumpen

Versorgungsoptionen auf Grundlage von EE bedienen sich häufig dem Einsatz von WP zur exergetischen Aufwertung der Wärme, um ein zu geringes Temperaturniveau, beispielsweise von Umweltwärmequellen, auf die benötigte Vorlauftemperatur im Heizsystem zu heben. Eine WP ist im Betrieb neben der Niedertemperatur-Wärmequelle (z.B. Umweltwärme) immer auch auf die Bereitstellung von Antriebsleistung angewiesen, wobei es sich im Regelfall um elektrische Leistung handelt (im Fall von Groß-WP werden häufiger auch Gasmotor-WP oder Sorpions-WP eingesetzt, deren Antriebsprinzipien auf der Bereitstellung von thermischer Leistung beruhen). Zur Bewertung der Wärme aus einer WP stellt daher die Effizienz, d.h. das Verhältnis aus Aufwand, in Form der Antriebsleistung, und dem resultierenden Nutzen, im Sinne des bereitgestellten Wärmestroms, ein entscheidendes Kriterium dar. Zusammen mit den Investitionskosten und in Abhängigkeit von den ökologischen und ökonomischen Kennwerten der Antriebsenergie, bestimmt die Effizienz im Betrieb einer WP Wirtschaftlichkeit sowie ökologische Wirkung der als Nutzenergie bereitgestellten Wärme. Die Effizienz einer WP als Quotient aus abgeführtem Wärmestrom und zugeführter elektrischer Leistung wird als reale Leistungszahl oder Coefficient of Performance (COP) bezeichnet. Die ideale Leistungszahl oder Carnot-Leistungszahl ergibt sich nach dem Carnot-Wirkungsgrad aus unterem und oberem Temperaturniveau der WP. Das Verhältnis aus den beiden Leistungszahlen bildet den

[12] Außenluft wird aufgrund der geringen Leistungsdichte sowie der relativ hohen Geräuschemissionen im Betrieb als Quelle für Groß-WP in urbanen Räumen häufig nicht in Betracht gezogen (Totschnig et al. 2017, 39).

Gütegrad einer WP. Aus dem mittleren COP als Quotient aus der abgegebene Wärmemenge und der zugeführten elektrischen Arbeit über ein Jahr ergibt sich die Jahresarbeitszahl[13] (JAZ) (Quaschning 2019: 382).

Effizienz von Wärmepumpen

Der ideale COP wird unendlich groß, wenn die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und -senke gegen null geht. Bei sehr hoher Temperaturdifferenz zwischen Quelle und Senke, nähert sich der COP dem Wert eins und die WP stellt quasi eine direktelektrische Heizung dar. WP arbeiten also effizienter, wenn Wärmequelle und bereitzustellende Nutzwärme eine geringe Temperaturdifferenz aufweisen, sodass die WP nur einen geringen Temperaturhub zu leisten hat. Niedrigere Vorlauftemperaturen (und auch Rücklauftemperaturen) in den Heizsysteme steigern demnach Wirtschaftlichkeit und ökologische Vorteilhaftigkeit einer Wärmepumpe gegenüber dem direkten Einsatze der Antriebsenergie zur Wärmebereitstellung. Abbildung 7 stellt den Zusammenhang grafisch dar. Der schwarze Graph beschreibt den theoretischen Wert des idealen COP (Quelltemperatur 0°C). Groß-WP erreichen derzeit maximale Gütefaktoren von 0,6, woraus der gestichelte rote Graph resultiert (FH IEE 2019: 61). Abbildung 7 dient im Verlauf der Bewertung, in Verbindung mit den unter 4.1 geschilderten Netzbedingungen, der überschlägigen Festlegung der Leistungszahl von Wärmepumpen bei der Berechnung der theoretischen Energiemengen zu den Versorgungsoptionen. Die Abbildung zeigt, dass insbesondere die heutigen marktgängigen Luft-WP wenig geeignet sind, um hohe Vorlauftemperaturen zu erzeugen.

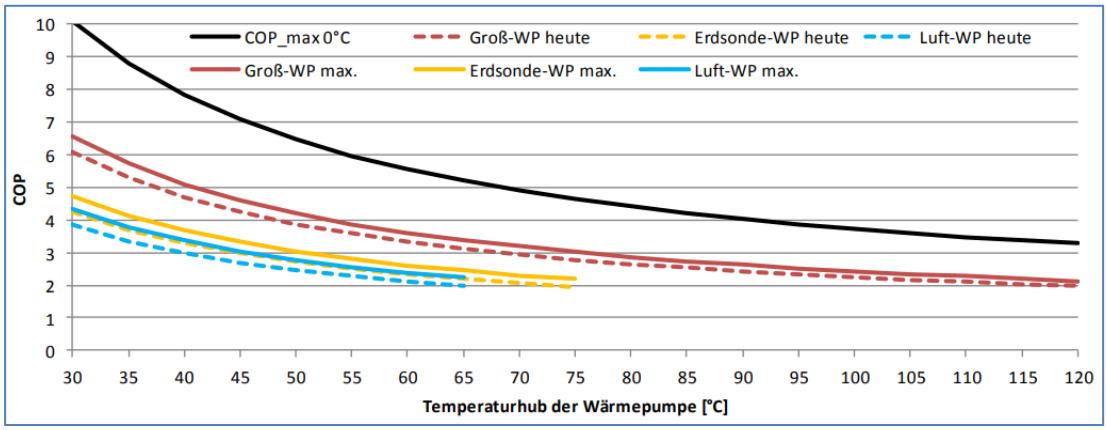


Abbildung 7: COP von Wärmepumpen in Abhängigkeit des Temperaturhubs. Quelle: FH IEE (2019: 61).

Strombedarf

Prinzipiell zu beachten gilt, dass sich mit dem Einsatz einer elektrisch angetriebenen Wärmepumpe der Strombedarf im Energiesystem insgesamt erhöht (es sei denn, die WP ersetzt eine direktelektrische Wärmebereitung). Je nach Effizienz resultiert ein Teil der bereitgestellten Wärme aus dem Antriebsstrom. Dieser an Strom aufzubringende Teil ergibt sich in etwa aus dem Kehrwert der JAZ oder korrekter aus dem Kehrwert des mittleren COP (Abweichungen bestehen, da die JAZ u.a. auch den Stromaufwand für Pumpen und EMSR berücksichtigt). Werden mit einer Wärmepumpe bei einem mittleren COP von 4 also 1 GWh Wärme aus fossilen Kraftwerken ersetzt, ist ein zusätzlicher Stromverbrauch von 0,25*1 GWh_{th}=0,25 GWh_{el} entstanden. Dies hat Auswirkungen auf die zu planende elektrische EE-Leistung und die Stromnetzkapazitäten.

[13] Die JAZ berücksichtigt Verluste durch instationären Betrieb sowie zudem die insgesamt benötigte Hilfsenergie, (Kaltschmitt et al. 2014: 635).

4.2.2 Abwasserwärme

Grundsätzliche Bedingungen

Wärme aus Abwasser ist in urbanen Quartieren aufgrund des relativ konstanten und ganzjährig hohen Temperaturniveaus der Quelle grundsätzlich sehr gut zur Bereitstellung von Raumwärme zu nutzen. Das Abwasser verlässt die Gebäude i.d.R. ganzjährig mit Temperaturen über 25°C. Beim Abfluss durch das Abwassersystem findet auf unterschiedlichem Weg ein Wärmeaustausch mit der Umgebung statt. Das Temperaturgefälle (der Temperaturgradient) zwischen Abwasser und Umgebung ist dabei ein entscheidender Einflussfaktor für die sich einstellende Abwassertemperatur. Die Kanäle und Druckrohrleitungen befinden sich normalerwiese im Untergrund, welcher in Abhängigkeit von den durchschnittlichen Außentemperaturen und der Sonneneinstrahlung von einem saisonalen Temperaturgang gekennzeichnet ist. Der Verlauf dieses Temperaturganges ist gegenüber dem Verlauf der Außenlufttemperaturen träge und in seiner Ausprägung moderater. Das Abwasser in Berlin weißt daher in der Heizperiode eine gut kalkulierbare und sich nur träge verändernde Temperatur zwischen 12–15°C und in den Sommermonaten bis knapp über 20°C auf (BWB 2020). Dunkelberg et al.(2020b) geben für das Berliner Abwassersystem ein Jahrestemperaturprofil mit Temperaturen von 10-24°C an.

Erschließung der Quelle

Bei der Ermittlung des Wärmepotentials sollte sinnvollerweise nur das nicht periodisch auftretende Abwasser (häusliches und betriebliches Schmutzwasser) für die Potentialanalyse herangezogen werden. Zur Erschließung der Quelle direkt im Quartier wird dem ungereinigten Abwasser aus Mischabwasserkanälen (MAK) oder Abwasserdruckrohrleitungen (ADL)[14] über spezielle Wärmetauscher Wärme entzogen. Verwendung finden Rohr- bzw. Kanal- oder Bypass-Wärmetauscher. Die Wärme kann entweder zur Versorgung großer MFH sowie Gebäudekomplexe oder der Einspeisung in ein Wärmenetz genutzt werden (die alleinige Versorgung kleinerer Einheiten schließt sich aufgrund betriebswirtschaftlicher Aspekte aus), wobei die Wärme je nach Konzeption zentral oder dezentral über Wärmepumpen auf das benötigte Temperaturniveau zu bringen ist. Die Wärmepumpen werden i.d.R. bi- oder multivalent mit anderen Erzeugern betrieben, um eine hohe Jahresarbeitszahl durch Einhaltung des optimalen Betriebspunktes bei dynamischen Lasten zu erreichen. Eine weitere Option zur Gewährleistung eines effizienten Betriebs von Wärmepumpen bei dynamischen Lasten besteht in einer Kaskadenschaltung mehrerer Wärmepumpen in Reihe, die je nach Wärmebedarf einzeln zugeschaltet werden und damit für sich nahe am Auslegungspunkt arbeiten.

Potential-ermittlung

Das technische Potential der Energie aus Abwasser bestimmt sich aus den minimal vorherrschenden Abwasser-Volumenströmen, der möglichen Temperaturabsenkung im Abwasser (Prozesse im Klärwerk dürfen nicht negativ beeinflusst werden). Dabei müssen technische Restriktionen beachtet werden, wie beispielsweise ein Mindestnenndurchmesser DN des Kanals bei nachträglich zu installierenden Kanalwärmetauschern, welcher grundsätzlich bei DN 800 zu sehen ist (Fritz und Pehnt 2018). Die höheren und einfacher zu erschließenden technischen Potentiale sind den ADL zuzuordnen, da diese konstant befüllt sind und häufig einen ausreichenden Volumenstrom aufweisen. In Berlin umfasst das Druckrohrleitungsnetz mehr als 1.170 km Leitungen. Besteht in den Hauptförderleitungen ein Volumenstrom größer 500 m³/h, kann dieser mit einer Temperatur von durchschnittlich 15°C energetisch genutzt werden. Die Berliner Wasserbetriebe als Betreiber des

[14] Transportleitungen, die das gesammelte Abwasser über größere Strecken zu den Klärwerken transportieren

Abwassersystems in Berlin nennen für die Temperaturabsenkung durch Wärmepumpen am Druckrohrsystem ein ΔT = 1-2 K Als Kriterien für den betriebswirtschaftlich rentablen Betrieb sind eine ausreichende Entzugsleistung von mehr als 100 kW_{th}, eine räumliche Nähe zwischen Entzugspunkt und Wärmesenke und möglichst geringe Vorlauftemperaturen im Sekundärkreis der Wärmepumpe, also im Heizsystem des Gebäudes, ausschlaggebend (BWB 2021). Eine kombinierte Wärme- und Kältebereitstellung durch das System erhöht die Effizienz und beeinflusst die Betriebswirtschaftlichkeit positiv. Hierbei wird die Wärmepumpe im Sommer genutzt, um dem Gebäude Wärme zu entziehen und diese an das Kanalsystem abzugeben. Wird das Abwassersystem als Wärmesenke verwendet, kann bei Senkentemperaturen bis 14°C auch eine passive Kühlung ohne Verdichterbetrieb in der WP stattfinden. Der Energieaufwand zur Kühlung ist dann minimal. Gebäudeseitig werden dafür zwingend Flächenheizungen in Kombination mit einem ausreichenden Wärmeschutzstandard sowie eine unabhängige TWW-Bereitung benötigt. Das Konzept kommt i.d.R. für Einzelgebäude oder zusammenhängende Gebäudekomplexe in Betracht (BWP 2020).

Erfahrungen im Cluster

In Berlin wurden bereits verschieden Projekte einer Abwasserwärmenutzung zur Bereitstellung von Raumwärme/-kälte umgesetzt. So Beispielsweise im Stadtteil Karlshorst, wo ein 2016 entstandener Wohnkomplex aus drei Gebäuden und insgesamt 78 Wohneinheiten über eine Wärmepumpenkaskade mit 600 kW Heizleistung monovalent versorgt wird (die Warmwasserbereitung erfolgt über elektrische Durchlauferhitzer). Der Primärkreis der Wärmepumpe nimmt die Abwasserwärme über einen ca. 80 Meter langen Rohr-in-Rohr-Wärmetauscher in der ADL unter der angrenzenden Straße auf, wobei das 12 bis 20°C warme Abwasser um maximal 2 K abgekühlt wird (BWP 2018: 10).

Abwasserwärme-atlas

Um Abwasserwärmepotentiale nutzbar zu machen, sind Informationen zu räumlicher und technischer Verfügbarkeit unabdingbar. Zurzeit wird in Berlin von den Berliner Wasserbetrieben (BWB) ein Abwasserwärmeatlas (AWA) erstellt, der grundlegende Informationen zu den Abwasserwärmepotentialen abbilden soll; das Vorhaben wird im Rahmen des Forschungsprojektes Urbane Wärmewende unterstützt, in dem das BA-CW Praxispartner ist. Der AWA basiert auf einem GIS-Tool. Als Datenbasis wurden von den BWB Netzkarten- und Sachdaten zu MAK und ADL des Berliner Abwassersystems georeferenziert aufbereitet. Über die Einbindung aktueller DOP (digitale farbige Orthophotos) oder topografischer Karten, die von der Stadt Berlin über das FIS-Broker bereitgestellten werden, lassen sich mittels der georeferenzierten Daten des Abwassersystems genaue Verläufe der MAK sowie der ADL im Stadtgebiet darstellen. Die Sachdaten enthalten technische Abwärme-Entzugsleistungen für jeden Punkt im System, sodass sich die thermische Entzugsleistung am Leitungsverlauf visualisieren lässt. Die Anzeige kann einerseits nach Abwassersystem (MAK oder ADL) und andererseits nach möglicher Entzugsleistung eingegrenzt werden. Hierfür sind folgende Leistungsklassen vorgegeben:

Tabelle 2: Leistungsklassen des Abwasserwärmeatlas.

Klasse	Leistung in kW thermisch		
1	150	-	250
2	250	-	500
3	500	-	1.000
4	1.000	-	3.000
5	3.000	-	5.000

Quelle: Eigene Erstellung auf Grundlage Gunkel und Gürtler (2020).

Der AWA bietet zudem die Funktion, über die Einblendung einer farblich transparenten Hohlkurve mit einer Weite von 150 m um die Leitung/den Kanal, einen Bereich im Stadtraum zu markieren, innerhalb dessen sich die Einrichtung eines Wärme-Einspeisepunktes nach Berechnungen der BWB betriebswirtschaftlich darstellen lässt. Weitere Geoinformationen, wie beispielswiese Baudenkmalkarten, können als zusätzliche Ebenen eingeblendet werden. Theoretisch sind über den Zugriff auf WebMapServices (WMS) und WebFeatureServices (WFS alle verfügbaren Geometrie- oder Sachdaten einzubinden, sodass eine komplexe Analyse und Beurteilung von Lagebeziehungen und Randbedingungen der Quellen- und Senkenpotentiale möglich wird (Gunkel und Gürtler 2020). Sinnvoll erscheint hier vor allem die Einbindung von (bisher nicht zur Verfügung stehendenden) Informationen zu anstehenden Tiefbauarbeiten an relevanter Infrastruktur, um Synergieeffekte frühzeitig erkennen und nutzen zu können.

Verfügbarkeit des AWA

Mit der geplanten Veröffentlichung des AWA wird es Akteuren möglich, örtliche Potentiale und technische Daten zur Nutzung von Abwasserabwärme einzusehen und diese mit anderen Geoinformationen in Beziehung zu bringen. Auf dieser Grundlage könnten erste Abschätzungen einer Machbarkeit von Projekten stattfinden und gezielte Anfragen an die BWB zur weiteren Umsetzung gestellt werden. Jedoch gibt es bezüglich der umfassenden öffentlichen Bereitstellung der Daten kritischer Infrastruktur erhebliche Sicherheitsbedenken seitens der BWB, sodass der weitere Verlauf und die Ergebnisse des Projektes unklar scheinen. Für konkrete Standorte können bei den BWB jedoch technische Daten und mögliche Entzugsleistungen angefragt werden.

Abwasserwärme auf der MiDoI

Informationen des BA-CW[15], welches als Praxispartner im Projekt zur Erstellung des Abwasserwärmeatlas beteiligt ist, zeigen auf der MiDoI technische Entzugspotentiale am Druckrohrsystem von 4-8 MW_{th}. Konkret verlaufen hier zwei parallele Leitungen entlang der Kaiserin-Augusta-Allee bis zum Mierendorff-Platz und von dort in nordwestlicher Richtung bis zur Olbersstraße, Ecke Tegeler Weg. Eine dieser Leitungen wird mit 1-3 MW_{th} und die andere mit 3-5 MW_{th} durchschnittlicher Entzugsleistung bewertet. Für die Abwasserwärmenutzung ist eine enge Abstimmung mit den BWB nötig. Zum einen sind hier alle Daten zum Abwassersystem, sowie nach Vorlage der Ausführungsplanung, eine Genehmigung einzuholen. Zum anderen sind die vertragliche Gestaltung der Nutzung und die geforderte Nutzungsgebühr zu vereinbaren. Hier wird von BWB bisher auch die Vereinbarung eines Eigentumsübergangs der technischen Anlage zum Abwasserwärmeentzug vom Wärmeversorger auf die BWB nach 15 Betriebsjahren gefordert (Interview Berlin 01d - indirekter Akteur 2020).

Technisches Potential

Vorausgesetzt eines COP von 3 bei dem Einsatz einer Groß-Wärmepumpe[16], könnten auf der MiDoI bei der oben genannten durchschnittlichen Entzugsleistung von maximal 8 MW bis zu 12 MW thermischer Leistung aus dem Abwasser-Druckrohrsystem für die Wärmenetzversorgung bereitgestellt werden. Bei einer Auslastung von 75 % der durchschnittlichen Entzugsleistung betrüge so die jährlich eingespeiste Energiemenge 78 GWh. Unter der Berücksichtigung von 12 % Verteilverlusten entspricht dies ca. 140 % des heutigen Fernwärmebedarfs von 50 GWh oder auch in etwa der Hälfte des gesamten Endenergie-

[15] konkret: Umwelt- und Naturschutzamt der Abteilung Stadtentwicklung, Bauen und Umwelt des Bezirksamtes Charlottenburg-Wilmersdorf

[16] Abgeleitet aus den Temperaturen Quelle/Senke: 15/85°C unter Berücksichtigung von Abbildung 7

bedarfs für Wärme auf der MiDoI von grob 150 GWh. Damit könnte diese Wärmeversorgungsoption einen entscheidenden Betrag für die Wärmewende auf der MiDoI leisten. Bezüglich der technischen Entzugspotentiale aus MAK liegen KoWa keine Informationen vor. Im Kanalsystem herrschen jedoch i.d.R. stark variierende Volumenströme und die Bildung einer Sielhaut am Kanalwärmetauscher kann die reale Entzugsleistung im Zeitverlauf um bis zu 40 % reduzieren (Fritz und Pehnt 2018). Das Potential der Mischwasserkanäle wird daher an dieser Stelle nicht tiefergehend betrachtet.

Restriktionen

Restriktionen bei der Erschließung von Abwasserwärme sind häufig betriebswirtschaftlicher Natur. Sie entstehen durch den hohen baulichen Aufwand zur Installation des Wärmetauschers oder der Zuleitung des Wärmeträgermediums zum Abnehmer. Eine entscheidende Herausforderung bei der Umsetzung von Abwasserwärmekonzepten wird daher in der zeitlichen Zusammenlegung der Errichtung einer Heizzentrale mit ohnehin anstehenden baulichen Maßnahmen am Abwassersystem (oder zumindest anstehenden Tiefbauarbeiten) gesehen. Kann der Wärmetauscher beispielsweise im Zuge von Rohr-/Kanalsanierungen oder Neuverlegungen installiert werden, wirkt sich dies entscheidend auf die Anfangsinvestitionen und damit auf die Wärmegestehungskosten aus (Dunkelberg et al. 2020b: 13). Entscheidend ist zudem die räumliche Deckung zwischen dem Standort der Heizzentrale bzw. dem Verbraucher und einer Abwasserinfrastruktur mit ausreichendem Wärmeentzugspotential sowie die zeitliche Verfügbarkeit des Wärmestroms.

4.2.3 Fluss- bzw. Kanalwasserwärme

Grundsätzliche Bedingungen

Aufgrund der Lage des Quartiers als Insel ist der Einsatz von Wärmepumpen zur Nutzung des Wassers der Spree oder der anliegenden Kanäle als Wärmequellen möglich. Die potentielle Entzugsleistung kann über den Abfluss (Volumenstrom des Fließgewässers) in Verbindung mit der Dichte, der spezifischen Wärmekapazität des Wassers und der Temperaturspreizung an der Primärseite (Quelle) der Wärmepumpe ermittelt werden. Hierbei muss beachtet werden, dass die Entzugsleistung nicht zu einem Gefrieren des Wassers führen darf bzw. die Gewässertemperaturen in den Wintermonaten zu Restriktionen für den Betrieb führen (können). Dunkelberg et al. (2020a) geben an, dass durch die Einschränkung der minimalen Entnahmetemperatur auf 8°C der Einsatz von Wärmepumpen an Berliner Kanälen und der Spree von Mitte November bis Mitte März nicht möglich ist. Hierbei berücksichtigen sie eine Temperaturspreizung zwischen entnommenem und wieder eingeleitetem Wassers von 5K.[17] In den Sommermonaten könnte diese Temperaturabsenkung einen positiven Effekt auf die Gewässerqualität bzw. den Einfluss der Spree auf Berlin haben (siehe Abbildung 8).

[17] Bei einer geringeren Temperaturabsenkung könnte auch die minimale Entnahmetemperatur abgesenkt werden, wodurch sich der Betriebszeitraum erweitern ließe. Allerding hat eine Verringerung der Temperaturspreizung bei gleichbleibendem Massestrom direkte Auswirkungen auf die Leistung.

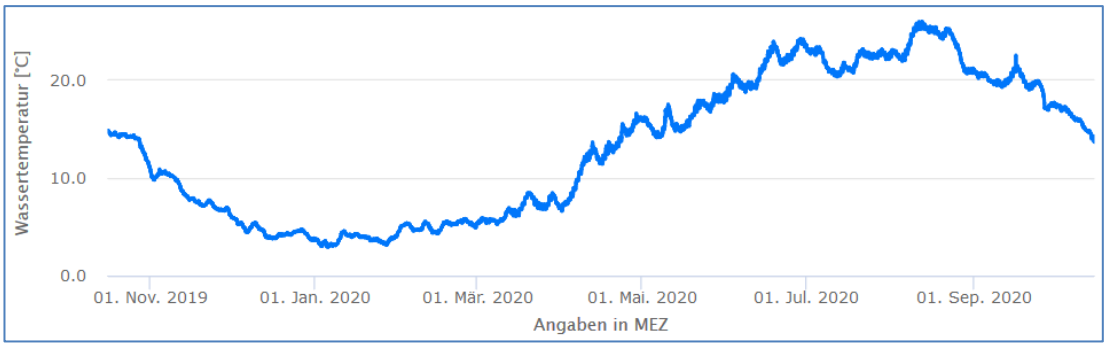


Abbildung 8: Wassertemperaturen der Spree im Jahresverlauf 2019/2020 an der Messstation Mühlendammschleuse.
Quelle: Sen UVK (2020c).

Technisches Potential

Grundsätzlich besteht für die maximale Temperaturspreizung bei der Nutzung von Fließgewässern in Deutschland jedoch keine einheitliche Regelung (FH IEE 2019: 64). Der mittlere Abfluss der Spree beträgt 35 m³/s (Müller 2014: 17). Bei einer angenommenen Temperaturspreizung von ΔT=5 K und der spezifischen Wärmekapazität von Wasser $cp_{10°C}$=4,182 kJ/(kg*K) entspricht das technisches Entzugspotential allein der Spree ca. 730 MW_{th}, welches sich auf Anwendungen über das gesamte Stadtgebiet aufteilen kann. In den Kanälen herrscht ein geringerer Durchfluss, der mit etwa 2 m³/s angenommen wird, wodurch sich pro Kanal bei ansonsten gleichbleibenden Parametern eine technische Entzugsleistung von ca. 40 MW_{th} ergibt. Werden beispielsweise der Spree über ein Pumpensystem 0,5 m³/s Wasser entnommen und am Wärmetauscher der Wärmepumpe um 5 K abgekühlt (und dann zurückgeführt), könnten bei einem angenommenen COP=3 etwa 15 MW Heizleistung bereitgestellt werden. Im o.g. Betriebszeitraum zwischen Mitte März bis Mitte November wären rund 5000 Betriebsstunden möglich. Eine angenommene Auslastung von 60 % in diesem Zeitraum führt zu einer Wärmemenge pro definierter Wärmepumpe von jährlich rund 45 GWh (von den insgesamt notwendigen ca. 150 GWh zur Vollversorgung der MiDoI). Damit kann diese Wärmeversorgungsoption einen wichtigen Beitrag für die Wärmewende auf der MiDoI leisten.

Restriktionen

Der Einsatz von Fließgewässer-Wärmepumpen erfordert nach den Normen des Wasserhaushaltsgesetzes eine Genehmigung, die bei den örtlichen Behörden beantragt werden muss. Für den Standort der Wärmepumpe muss zudem prinzipiell eine räumliche Deckung aus Gewässerzugang und Einspeisepunkt eines Wärmenetzes gegeben sein. Dies schränkt die Verfügbarkeit geeigneter Standorte für die Errichtung einer Heizzentrale ein und erfordert die Lage von Netzgebieten in ufernahen Bereichen oder ggf. lange Anbindungsleitungen, durch die erhöhte Verluste entstehen. Die Abhängigkeit der Wasser- von den Außentemperaturen und die damit verbundenen Einschränkungen beim Einsatz der Wärmepumpe in Bezug auf die notwendige Vermeidung von Vereisungen, führen zu einem jahreszeitlich gegensätzlichen Verlauf von Wärmeverfügbarkeit und Wärmebedarf. Um größere Anteile des Wärmebedarfs auf der MiDoI über diese Versorgungsoption abdecken zu können, werden saisonale Wärmespeicher notwendig.

4.2.4 Gewerbliche Abwärme

Technisches Potential

Urbane gewerbliche Abwärmepotentiale bestehen beispielsweise im Gastronomiebereich (Geschirrspülprozess), im Lebensmitteleinzelhandel oder der Lebensmittelproduktion (Kühltheken, Bäckereien, Kaffeeröstereien), im Logistikbereich (Kühlhäuser), bei Rechenzentren oder Wäschereibetrieben. Sie sind jedoch im Vergleich zu industrieller Abwärme häufig als gering einzuschätzen und die Nutzbarmachung für die externe Wärmeversorgung ist mit einer Vielzahl von Herausforderungen verbunden. Zudem bestehen i.d.R. interne Effizienzpotentiale, die die zukünftige Verfügbarkeit einschränken. Liegt im Einzelfall nach Berücksichtigung der Ausschöpfung von Effizienzpotentialen ein bedeutendes Abwärmeaufkommen vor, ist an erster Stelle die objektbezogene Wärmerückgewinnung anzustreben, welche in Bezug auf die Machbarkeit im Einzelfall zu prüfen ist. Schließt sie sich aus, besteht potentiell die Möglichkeit zur Einspeisung in ein Wärmenetz. Das bedeutendste Abwärmepotential auf der MiDoI wird der ‚Bildgießerei Hermann Noack GmbH + Co. KG' zugesprochen (Interview Berlin 05 - indirekter Akteur 2020: 5; Interview Berlin 01a - indirekter Akteur 2020: 8), in der klassische Guss- und Oberflächenverfahren für NE-Metalle des Kunsthandwerkes ausgeführt werden. Hier liegen jedoch sehr unregelmäßige Gießzyklen mit stark variierendem Energiebedarf vor. Daher wird kein nutzbares Potential in der Abwärme dieses Betriebes gesehen. Damit ist die Nutzung von gewerblicher Abwärme für die MiDoI keine prioritäre Option der Wärmewende.

4.2.5 Solarthermie

Grundsätzliche Bedingungen

Laut Markanalysen werden Solarthermie(ST)-Projekte zur Einspeisung in großstädtische Wärmenetze in den letzten 5 Jahre verstärkt umgesetzt (Miedaner und Pauschinger 2019). Bei der Einbindung in die Netze bietet sich sowohl die zentrale als auch die dezentrale Variante an. Zentrale Systeme speisen am Standort eines Hauptwärmeerzeugers oft in einen vorhandenen Wärmespeicher ein. Dazu wird die Wärme von der ST-Anlage über ein separates Rohrsystem zu der Heizzentrale geführt. Dezentrale Systeme speisen i.d.R. direkt in das primäre Fernwärmenetz ein und nutzen dieses dabei als Speicher (Elci 2018: 13 f.; Schramedei et al. 2019: 4). Die zentrale Einbindung bringt grundsätzlich geringere regelungstechnische und hydraulische Herausforderungen mit sich (Paar et al. 2013: 87). Grundsätzlich kommen Vakuumröhren- sowie Flachkollektoren zum Einsatz, die entweder auf Freiflächen oder Gebäudedächern installiert oder integriert werden (fassadenintegrierte Anlagen zur Einspeisung in Wärmenetze sind nicht bekannt). Da ST-Anlagen eine Kostendegradation mit zunehmender Anlagengröße aufweisen und die Integration in Wärmenetze einen gewissen organisatorischen und technischen Aufwand birgt, ist bei diesen Konzepten aus betriebswirtschaftlichen Gründen eine Mindestgröße notwendig, die in Bezug auf die Kollektorfläche von Grimm et al. (2018) mit etwa 500 m² angegeben wird.

Technisches Potential

Die MiDoI mit ihrer urbanen Bebauungsstruktur weist keine großen Freiflächen zur Errichtung von ST-Anlagen auf. Eine Analyse der Daten zu den Dachflächenpotentialen der MiDoI über das Geodatenportal FIS-Broker ergibt eine theoretisch installierbare ST-Modulfläche auf Gebäudedächern von 58.186 m². Hierzu wurden im Themenbereich des Portals ‚Solaranlagen – ST-Potential der Dachflächen (Umweltatlas)' über den Sachdatenfilter nach dem Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf gefiltert. In der zum Download bereitgestellten Excel-Datei wurden alle Adressen mit der Postleitzahl 10589, die geeignete Flächen größer 10 m² aufweisen, zur Summenbildung herangezogen. Die Datendokumentation der Senatsverwaltung gibt an, dass für diese Flächen in Relation zum regionalen Mittel eine „maximal mögliche Jahreseinstrahlung größer als 80 %" zu erwarten ist (SenSBW 2020c).

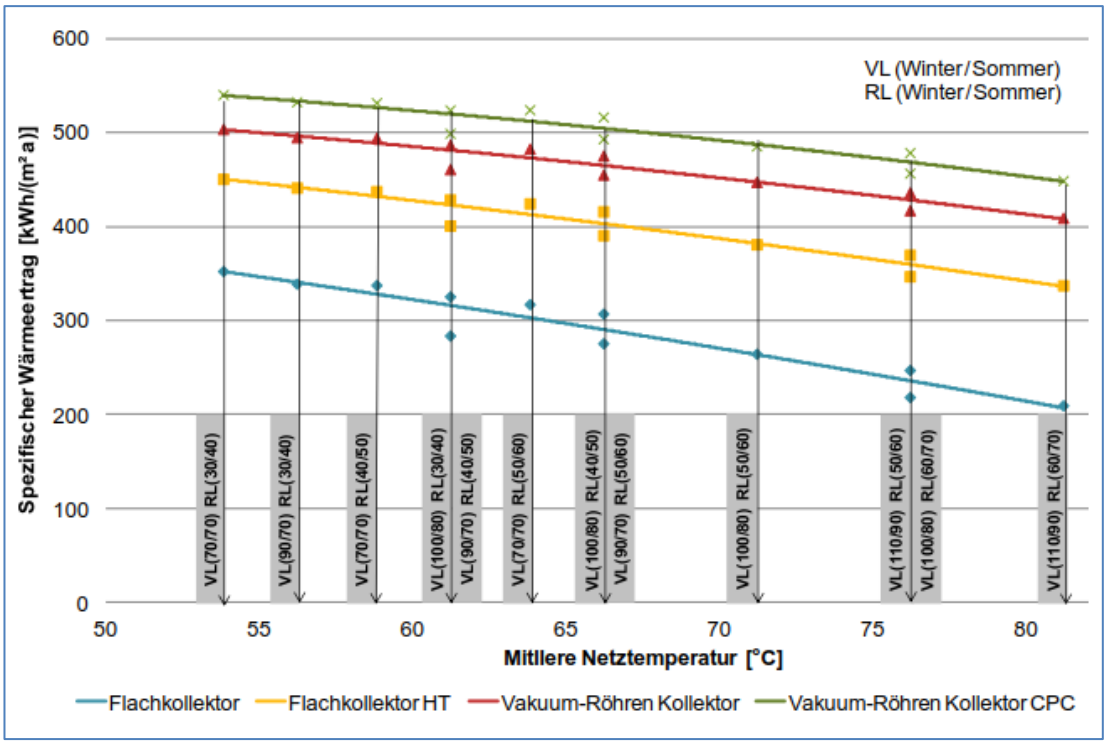


Abbildung 9: Spezifische Wärmeerträge unterschiedlicher Kollektortypen an Wärmenetzen in Abhängigkeit der mittleren Netztemperaturen.
Quelle: Solites (2015).

Wird nach Abbildung 9 für die Verwendung von Vakuumröhrenkollektoren an einem Wärmenetz mit mittleren Netztemperatur von 70°C und der Berücksichtigung des Vorsichtsprinzips ein durchschnittlicher spezifischer Jahresertrag von 360 kWh/m² angenommen (ca. 450 kWh/[m²a]*80%), beträgt die jährlich erzielbare Wärmemenge 22 GWh_{th} (von den insgesamt notwendigen ca. 150 GWh zur Vollversorgung der MiDol). Eine Eingrenzung der geeigneten Dachflächen auf zusammenhängende installierbare Modulflächen größer 300 m², verringert diesen Wert auf 15 GWh_{th}/a. Theoretisch bestehen zudem Potentiale durch eine Mehrfachnutzung von Flächen. So böten beispielsweise die S-Bahngleise, auf der Strecke über die MiDol von 1.125 m bei einer Breite von 40 m, eine zusätzliche Fläche von 45.000 m². Über die Einstrahlung auf dieser Fläche könnten bedeutende Wärmeanteile über Solarthermie bereitgestellt werden. Für den Einsatz von ST oder PV besteht nach Sandrock et al. (2020) die Option, zusätzliche Flächen durch Konzepte einer multikodierten Flächennutzung zu erschließen. Hingewiesen wird auf Möglichkeit der Überbauung bestimmter Verkehrsflächen mit Kollektoren. Praxisbeispiele bestehen im Bereich der PV vielfach, in Bezug auf ST bisher seltener. Ein Praxisbeispiel zu einer mit ST überbauten Parkplatzfläche bietet Abbildung 10. Das Potential ist damit zumindest ein technisches (in Abgrenzung zu einem betriebswirtschaftlichen). Es ist zu vermuten, dass das betriebswirtschaftliche Potential unter den gegebenen Rahmenbedingungen eher gering ausfällt. In Zukunft könnte sich dies aber ändern.

Abbildung 10: Multikodierte Flächennutzung, Solarthermie in Verbindung mit Verkehrsflächen.
Quelle: Sandrock et al. (2020).

Dem aufgezeigten Potential von Solarthermie sind die bereits genutzten Dachflächen gegenzurechnen. Der Berliner Umweltatlas weist lediglich drei ST-Anlagen auf der MiDoI in Betrieb aus, wobei die belegte Fläche nicht bekannt ist. Hinzu treten etwa 135 kWp installierter Leistung an Photovoltaik (SenSBW 2020c), was bei einem angenommenen Modul-Wirkungsgrad von 15 % zu einer Belegung von grundsätzlich auch für ST geeigneter Dachfläche von etwa 900 m² führt. Insgesamt kann in Bezug auf die potentiell installierbare Modulfläche auf Dächern von einem sehr geringen Belegungsgrad im niedrigen einstelligen Prozentbereich ausgegangen werden. Die überwiegend ungenutzten Dachflächen auf der MiDoI sowie die technischen Potentiale einer multikodierten Flächennutzung bieten damit eine bedeutende Ressource für dezentrale sowie netzgebundene Wärmeversorgungskonzepte. Bereits in dem Bericht ‚Grobcheck zum Stadtumbau Mierendorff-INSEL' wird auf die bedeutenden Potentiale an Dach- und Fassadenflächen insbesondere in den Gewerbegebieten hingewiesen (Jahn, Mack & Partner architektur und stadtplanung 2017: 23). Damit könnte der Einsatz von ST-Anlagen einen Beitrag für die Wärmewende auf der MiDoI leisten.

Restriktionen

Bei der Betrachtung der technischen Potentiale von Solarthermie zur Wärmeversorgung im Gebäudebereich ist zu beachten, dass in Deutschland etwa 75 % der Jahreseinstrahlung in der Zeit von April bis September anfällt. In dieser Zeit ist der Bedarf an Raumwärme aber gering, sodass sich der thermische Energiebedarf größtenteils auf die Trinkwarmwasserbereitung begrenzt. Die in den Sommermonaten bereitgestellte Energie großer ST-Dachanlagen kann den Energiebedarf zur Bereitung von TWW einzelner MFH oder Gebäudekomplexe übersteigen. In dieser Zeit können solarthermische Anlagen ihre Wärme bis zu bestimmten solaren Deckungsgraden in Wärmenetze einspeisen, ohne dass zusätzliche Speicherkapazitäten notwendig werden. Um dabei eine übermäßige Stagnation der Anlage zu vermeiden bzw. eine angemessene Wärmeabnahme durch die Senke zu erreichen, dürfen die solaren Deckungsgrade nicht höher als 5-8 % an der gesamten Wärmenetzeinspeisung

betragen (C.A.R.M.E.N. e.V 2020; Meißner 2019: 28). In Verbindung mit Pufferspeichern ist eine solare Volldeckung der Sommerlast von Wärmenetzen möglich (Solites 2015: 32). Für eine übersaisonale Nutzung größerer Wärmemengen aus Solarthermie im Bilanzraum MiDoI sind saisonale Groß-Wärmespeicher nötig, dann ist ein wesentlicher Beitrag zur Wärmeversorgung möglich. Zudem ist bei der tatsächlichen Eignung der Dächer die Statik und der Sanierungszustand zu berücksichtigen, was die technischen Potentiale ohne die Berücksichtigung umfänglicher baulicher Maßnahmen geringer ausfallen lassen dürfte, als im Umweltatlas ausgewiesen.

4.2.6 Geothermie

Grundsätzliche Bedingungen

Nach der Norm 4640 ‚Thermische Nutzung des Untergrunds' des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) handelt es sich bei Geothermie um unterhalb der Erd-Oberfläche gespeicherte Wärme, die zu etwa 30 % aus der Gravitationsenergie der Erdentstehung und zu 70 % aus dem radioaktiven Zerfall von Atomen im Erdinneren herrührt (2010 2010). Hinzu kommt in oberflächennahen Bereichen der Einfluss durch Sonneneinstrahlung und Lufttemperaturen, sodass bis zu einer Tiefe von 20 m ein Temperaturjahresgang herrscht. In 20 m Tiefe liegen die Temperaturen konstant bei etwa 10°C. Sie steigen mit zunehmender Tiefe im Mittel um 3°C pro 100 m an. Dieser Temperaturgradient wird durch einen Wärmestrom aus dem Erdinneren an die Erdoberfläche verursacht. Die Wärmestromdichte beträgt in Deutschland durchschnittlich etwa 0,065 W/m². Nach der VDI-Richtlinie 4640 beginnt die tiefe Geothermie in Abgrenzung zur oberflächennahen Geothermie ab einer Tiefe von 400 m und einer Temperatur von 20°C. Von tiefer Geothermie im eigentlichen Sinne wird in Fachkreisen jedoch erst ab 1000 m und Temperaturen über 60°C gesprochen. In Berlin ist die Wärmestromdichte aus dem Erdinneren geringer als durchschnittlich, sodass sich ein Temperaturgradient von 2°C pro 100 m ergibt. In 100 m Tiefe ist demnach mit ca. 12°C zu rechnen (Sen UVK 2020a: 1). Die Planung und Auslegung von Erdwärmeanlagen verlangt möglichst genaue Kenntnisse über die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse des Untergrundes. Art, Mächtigkeit und Verbreitung der Gesteine und ihre relevanten Eigenschaften wie Permeabilität, sowie bei oberflächennaher Geothermie Grundwasserstände und Grundwasserfließverhältnisse, bestimmen die möglichen spezifischen Entzugsleistungen (Kaltschmitt et al. 2020: 621 ff.). Einen Überblick über zu erwartende Untergrundtemperaturen und die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse im Land Berlin bieten die Grundwasserkarten, die Flurabstandskarte, die Karten zu den Geothermiepotentialen und Profildarstellungen aus Probebohrungen, die über den FIS-Broker öffentlich abrufbar sind.

Oberflächennahe Geothermie

Großflächige horizontale Erdwärmekollektoren kommen in dichtbebauten Innenstadtbereichen i.d.R. nicht in Frage. Für den Betrieb von vertikalen Erdwärmesonden in geschlossenen Systemen ist nach dem Energieatlas Berlin bei Bohrungen von 100 m Tiefe für 2400 Stunden jährliche Betriebsdauer (h/a) (TWW+HW) auf der MiDoI eine theoretische spezifische Entzugsleistung von 30-40 W/m angegeben. Für 1800 h/a (nur TWW) beträgt die spezifische Entzugsleistung 35-45 W/m (Sen WEB 2020). Diese Entzugsleistung liegt nach Kaltschmitt et al. (2014) eher im unteren Bereich der möglichen spezifischen Entzugsleistungen unterschiedlicher Untergrunde, die bei einem Mindestabstand der Erdwärmesonden von 6 m mit 25-100 W/m angegeben sind. In Gebieten mit ausreichend ergiebigen Grundwasserleitern kann Geothermie auch über offene Systeme durch Grundwasserbrunnen nutzbar gemacht werden (Kaltschmitt et al. 2014: 643 ff.). Die MiDoI liegt außerhalb der Wasserschutzzonen Berlins, was den Einsatz geothermischer Systeme

grundsätzlich ermöglicht[18] (SenSBW 2020c). Standortbezogen muss dabei beachtet werden, dass es durch Bohrungen nicht zu einem Schluss der i.d.R. voneinander unabhängigen und durch wasserundurchlässigere Schichten getrennten Grundwasserleiter kommen darf. Im Rahmen des Vorsorgeprinzips gemäß § 6 Wasserhaushaltsgesetz ist jede Beeinträchtigung des Grundwassers zu vermeiden. Daher ist in Berlin aufgrund der geologischen Gegebenheiten die Bohrtiefe für Erdwärmesonden prinzipiell auf 100 m begrenzt, wodurch die Gefahren einer möglichen nachteiligen Veränderung des Grundwassers und damit einer Beeinträchtigung der öffentlichen Trinkwasserversorgung vermieden werden soll. In den Gebieten, in denen der Rupelton als Grenzschicht zwischen dem oberflächennahen Süßgrundwasser und den tieferen salzwasserführenden Schichten weniger als 100 m beträgt, ist die Bohrtiefe bis zum Erreichen dieser Schicht begrenzt (Sen UVK 2020a: 5). An vielen Standorten in Berlin reduziert sich damit die prinzipiell begrenzte Bohrtiefe weiter.

Technisches Potential - Flächenbedarf

Wird für die MiDoI von einer möglichen Bohrtiefe für Erdwärmesonden von 80 m ausgegangen, würden für eine Wärmepumpe mit 600 kW Heizleistung für TWW-Bereitstellung und Heizungsunterstützung bei einem COP=3 etwa 130-160 Sonden notwendig, welche untereinander einen Abstand von mindestens 6 m nicht unterschreiten dürften. Bei einem gleichmäßigen Rechteckraster für die Sondenanordnung ergibt sich ungefähr der Flächenbedarf eines Fußballfeldes von 5000 m². Setzt man die Gleichung zur Berechnung der Packungsdichte eines Kreispakets an und wählt konservativ eine Packungsdichte von 0,75 ergibt sich ein minimaler (kreisflächiger) Platzbedarf für ein Sondenfeld aus 50 Sonden von 1884 m².

Die Flächen von Sondenfeldern stehen nach der Verbringung der Sonden für weitere Nutzungsoptionen zur Verfügung. Theoretisch sind Sondenfelder unter Sportplätzen, Parkanlagen, in Innenhofanlagen von Blockrandbebauungen oder sonstigen unbebauten Flächen möglich.

In Abbildung 11 sind ausgewählte, theoretische Flächenpotentiale für Erdwärme-Sondenfelder auf der Mierendorff-Insel dargestellt, die bei einer durchschnittlichen Tiefe von 80 m für die rechteckigen Flächen eine Entzugsleistung von ca. 400 kW und für die kreisförmigen Flächen eine Entzugsleistung von ca. 130 kW ergeben. In Summe ergibt sich eine Entzugsleistung von rund 1,9 MW durch die über Wärmepumpen bei einer JAZ von 3 bei der Einspeisung in Wärmenetze mit 2400 Vollaststunden rund 7 GWh Wärme bereitgestellt werden könnten. Unter Berücksichtigung der Flächenrestriktionen und in Bezug auf den gesamten Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung der MiDoI von 150 GWh ist anzunehmen, dass oberflächennahe Geothermie nur einen geringen Beitrag für eine nachhaltige Wärmeversorgung der MiDoI leisten kann.

[18] Innerhalb der ausgewiesenen Wasserschutzzonen I-III des Landes Berlin ist die Nutzung von Erdwärme und Grundwasser durch entsprechende Regelungen in den jeweiligen Wasserschutzgebietsverordnungen grundsätzlich verboten.

Abbildung 11: Darstellung ausgewählter theoretischer Flächenpotentiale für Geothermie Sondenfelder auf der Mierendorff-Insel.
Quelle: Eigene Darstellung. Orthophoto aus SenSBW (2021b).

Restriktionen

Nach den Flächennutzungsplänen für die MiDoI existieren keine bislang ungenutzten oder brachliegenden Flächen im Untersuchungsgebiet (SenSBW 2020c). Trotz der Möglichkeit einer multikodierten Flächennutzung scheint der Flächenbedarf für Erdsondenfelder bei den bestehenden Flächennutzungsformen Versorgungsoptionen über oberflächennahe Geothermie bis 100 m für die MiDoI außerhalb von Neubauprojekten i.d.R. schwer realisierbar zu machen. Größere unbebaute Flächen wie beispielsweise Sportanlagen, Parks oder Innenhöfe von Wohnanlagen nach Blockrandbebauung wären für die Verbringung der Sonden von Baumaßnahmen betroffen, durch die die bestehende Gestaltung und Vegetation stark beeinträchtigt würde bzw. entfernt und wieder neu zu einzurichten wäre. Hinzu kommt das Problem bestehender Altlasten durch Bodenverunreinigungen, welches die Geothermienutzung durch offene Systeme einschränkt. In Berlin existieren eine Vielzahl ehemaliger Gewerbe- und Industriestandorte bzw. Altablagerungen, auf denen zum Teil erhebliche Boden- und Grundwasserverunreinigungen stattgefunden haben. Bis zum Jahr 2019 wurden über 11.100 altlastenverdächtige Flächen im Bodenbelastungskataster erfasst (Sen UMVK 2022). Im Bereich von Altlasten ist die Nutzung des Grundwassers zu Heiz- und Kühlzwecken durch offene Systeme unzulässig (Sen UVK 2020b: 4) womit die Veränderung oder Ausdehnung der Schadstofffahnen im Untergrund vermieden werden soll. Insbesondere für die im unteren/südlichen Bereich von Abbildung 11 ausgewiesenen Flächen wäre eine konkrete Überprüfung der Altlastensituation notwendig.

Tiefe Geothermie

Berlin liegt geologisch im Norddeutschen Becken, welches bedeutende hydrothermale Potentiale aufweist. Nutzungsfähige niederthermale Speicherhorizonte mit Temperaturen von 50-70°C werden in unterschiedlichen Tiefenlagen zwischen 150-2.200 m im gesamten Land Berlin vermutet. Hochthermale Schichtwässer (>100°C) treten potentiell erst ab einer Tiefe von 3000 m auf (Henning 2010: 8 ff.).

Technisches Potential

Das Deutsche GeoForschungszentrum (GFZ) der Helmholz Stiftung in Potsdam erforscht die energetische Nutzung heißer Formationsfluide. Hier werden anhand von Modellen des Untergrunds die geothermischen Potentiale in mitteltiefen bis tiefen Reservoiren bei der Erschließung durch Bohrloch-Dubletten (zwei Bohrungen: Förderbohrung und Reinjektionsbohrung) abgeschätzt. Für den Raum Berlin werden für die Sedimentschicht des mittleren Buntsandsteins (Temperaturen bis 100°C und einer Tiefe bis 2600 m unter Geländeoberkante) bei einem Massenstrom von 35 kg/s mögliche Wärmeleistungen pro Dublette von bis zu 10 MW_{th} (im Mittel 3,4 MW_{th}) abgeschätzt. Für das sedimentäre Rotliegend ergibt sich bei einer Tiefe zwischen 3000 m bis 4500 m unter Geländeoberkante und einem realisierbaren Massenstrom von 2 bis 14 kg/s sowie einer Temperatur von 95 bis 135°C eine Wärmeleistung von bis zu 4 MW thermisch. Hierbei wird darauf hingewiesen, dass es sich um die bestehende hydrothermale Wärmeleistung handelt. Durch spezielle Maßnahmen, wie einer hydraulischen Stimulation, könnten für das sedimentäre Rotliegend noch höhere Wärmeleistungen erreicht werden (Blöcher et al. 2019: 9). In einem Beitrag des GFZ zu den Berliner Energietagen 2019 werden die möglichen Parameter einer geothermischen Dublette in Berlin bei Nutzung der Sedimentschicht ‚Rotliegend' wie folgt ausgewiesen:

„Rotliegend" (Geothermie):

- Tiefe: 3000 – 4000 m
- Mächtigkeit: 10 – 30 m
- Produktivitätsindex: 10 – 20 $m^3/(h*MPa)$
- Temperatur: ca. 130°C
- thermische Leistung: 5 – 8 MW
- Techn. Potential: 37,5 – 60 GWh (7500 Volllaststunden im Jahr)

Die Versorgungsoption der tiefen Geothermie kann unter diesen Annahmen einen entscheidenden Beitrag für die Wärmeversorgung der MiDoI liefern.

Flächenbedarf

Der oberirdische Flächenbedarf einer Dublette wird abhängig von der Tiefe der Bohrung mit 0,5–2 ha angegeben (Saadat und Huenges 2019). Dieser Flächenbedarf besteht in der Bohrphase, bzw. bei der Einrichtung und dem Betrieb des Bohrplatzes mit seinen übertägigen Komponenten wie Bohrmast, Hebesystem und Drehtisch sowie insbesondere der Spülungsanlage und der Bohrschlammgruben (Kaltschmitt et al. 2014: 707 ff.). Im Betrieb verbleiben die oberirdischen Gebäude der Brunnenköpfe, umliegend versiegelte Flächen geringen Ausmaßes und die Heizzentrale, sodass in der Betriebsphase nach Abschluss der Bohrungen nicht mehr Raum benötigt wird, als für ein konventionelles Kraftwerk (Agemar et al. 2018: 12; Paar et al. 2013: 84).

Restriktionen

Nach Paar et al. (2013) ist die Nutzung tiefer Geothermie aufgrund des hohen Erschließungsaufwandes erst ab einer Mindestleistung von 5 MW anzustreben. Die Nutzung der Potentiale niederthermaler Speicherhorizonte scheint daher nur in Verbindung mit ausreichend großen Wärmenetzen sinnvoll, was für Berlin gegeben ist. Dabei ist eine direkte Wärmeeinspeisung

aus tiefen Aquiferen mit ausreichende Temperaturen vorteilhaft. Muss das Temperaturniveau mittels einer Wärmepumpe angehoben werden, steigen i.d.R. die Wärmegestehungskosten (Henning 2010: 11). Die genauen Untergrundeigenschaften an spezifischen Standorten in Berlin (und damit auch der MiDoI) können nur durch Explorationsbohrungen aufgezeigt werden, die mit einem hohen Aufwand verbunden sind (BET 2019: 65 ff.). Neben dem hohen Erschließungsaufwand und langen Planungs-und Genehmigungsprozessen dürfte im Fall der MiDoI ebenso der Flächenbedarf während der Bohrphase die Realisierung dieser Nutzungsoption stark hemmen. Aufgrund des enormen Potentials der Tiefengeothermie von bis zu 60 GWh jährlich pro Dublette (bei einem gesamten Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung der MiDoI von 150 GWh) sollten die Erkundung des Untergrundes am Standort MiDoI jedoch weiter gefördert werden. Es ist zu erwarten, dass sich die technologischen und ökonomischen Bedingungen für die Nutzung hydrothermaler Aquifere in dichtbesiedelten urbanen Räumen aufgrund von Innovation und regulatorischen Anpassungen zukünftig verbessern. Die notwendigen Schritte für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft stellen Bracke und Huenges (2022) in der ‚Roadmap Geothermie' dar.

4.2.7 Biomasse, intern

Technisches Potential

An dieser Stelle wird das interne Biomasse-Potential der MiDoI betrachtet, also allein das Biomasseaufkommen innerhalb des Bilanzraumes ‚Postleitzahlenbereich MiDoI'. Im urbanen Raum anfallende Biomasse zur energetischen Nutzung ist grundsätzlich auf die Fraktion von Rest- und Abfallstoffe zu begrenzen. Hierzu gehören beispielsweise der biogene Anteil aus privaten und gewerblichen Abfällen (biogener Anteil im Restmüll sowie die gesondert zu sammelnden Bioabfälle), Grünpflegeschnitt bzw. Laub, sowie Industrierest- und Altholz, wobei diese Fraktionen bereits überwiegend stofflich oder energetisch genutzt werden. In Städten bieten vor allem die separat zu sammelnden Bioabfälle noch zusätzlich zu erschließende Bioenergie-Potentiale (AEE 2017). In Berlin werden die von der Berliner Stadtreinigung (BSR) gesammelten Bioabfälle in einer unternehmenseigenen Biogasanlage vergärt. Das anschließend zu Biomethan aufbereitete Biogas wird in das Erdgasnetz eingespeist und bilanziell vollständig für die gasbetriebene Müllfahrzeugflotte aufgewandt (BSR 2019: 34 ff.). Auf der MiDoI ist lediglich das Ausbildungszentrum der BSR und damit keine Industrie mit relevanten Reststoffen angesiedelt. Die Grünpflegeschnitt- und Altholzpotentiale der MiDoI können nicht direkt einer Postleitzahl zugeordnet werden. Diese Potentiale werden überregional aufbereitet und verwertet. Damit stellt sich das interne technische Potential der MiDoI für Energie aus Biomasse sehr gering dar. Im Zuge einer konkreten Projektentwicklung könnte mit den Abfallwirtschaftsbetrieben und den gewerblichen Entsorgungsbetrieben konkretisiert werden, welche Massesströme an Rest- und Abfallstoffen für eine Bioenergieanlage auf der MiDoI vor Ort zur Verfügung stehen.

4.3 Externe Potentiale

Überblick

Als externe Energiequellen für urbane Quartiere sind nach Dunkelberg et al. (2020b) zu nennen:

- Erdgas
- Biomethan
- Biomasse
- Power-to-Heat (EE-Überschussstrom)

4.3.1 Fernwärme – Verbundnetz

Berliner Fernwärme-Netz

Fernwärme (FW) aus dem Berliner Verbundnetz, welches zur Zeit von der Vattenfall Wärme AG betrieben wird, stellt bei dem bestehenden Erzeugermix ebenso die Nutzung externer fossiler Quellen dar. Das Berliner Fernwärmesystem ist in zwei Versorgungsgebiete (grob in West und Ost) unterteilt, die zwar hydraulisch verbunden sind, sich aber, historisch bedingt, technisch unterschiedlich entwickelt haben und somit weitgehend entkoppelt voneinander betrieben werden.

Versorgung des Netzes

Die Wärme für das westliche Versorgungsgebiet wird mit 2,3-2,8 TWh jährlich zu 60 % aus den Kohleheizkraftwerken Reuter West (Blöcke D+E, 720 MW_{th}) und Moabit (136 MW_{th}) versorgt. Der verbleibende Anteil wird etwa zu gleichen Teilen aus Erdgas und thermischer Abfallverwertung bereitgestellt (BET 2019: 6 ff.). Nach dem Ausstieg aus der Braunkohle plant Vattenfall in zwei Phasen die Fernwärme in Berlin bis 2050 vollständig zu dekarbonisieren. Hierzu soll bis 2030 die Steinkohle und bis 2050 auch das fossile Gas in der Erzeugung ersetzt werden (Agora EW 2019). Wie die Transformation mit welchen Anteilen an EE und Abwärme im Zeitverlauf konkret aussehen könnte und in welche Technologien dafür zu investieren wäre, stellt die Machbarkeitsstudie „Kohleausstieg und nachhaltige Fernwärmeversorgung Berlin 2030“ dar, welche im Jahr 2019 gemeinsam von der Vattenfall Wärme Berlin AG und dem Land Berlin veröffentlicht wurde. Die vom BET (2019) modellierten Szenarien basieren zur Substitution der derzeit vorherrschenden fossilen Energien im Erzeugermix des westlichen Versorgungsgebietes fast ausschließlich auf den Einsatz von gasbasierter Technologie in Verbindung mit Power-to-Heat (hybride KWK[19], KWK-Anlagen, Heißwasserkessel), wobei ab 2030 der sukzessive Ersatz von Erdgas durch synthetisches Gas angenommen wird. Zudem wird eine Ausweitung der Wärme aus der thermischen Abfallverwertung angenommen. Ein zusätzliches Biomasse-Heizwerk, eine Geothermie-Anlage und Abwasserabwärme über Wärmepumpen kommen mit nur sehr geringen Anlagenleistungen zum Tragen. Solarthermie und andere EE bleiben unberücksichtigt. Abbildung 12 und Abbildung 13 stellen die modellierte zeitliche Entwicklung von installierter Leistung und Fernwärme nach Technologie dar.

[19] In der Studie definiert als gasbasierte KWK-Anlage in Kombination mit einer Rauchgaswärmepumpe, einem Wärmespeicher und einer Power-to-Heat-Anlage.

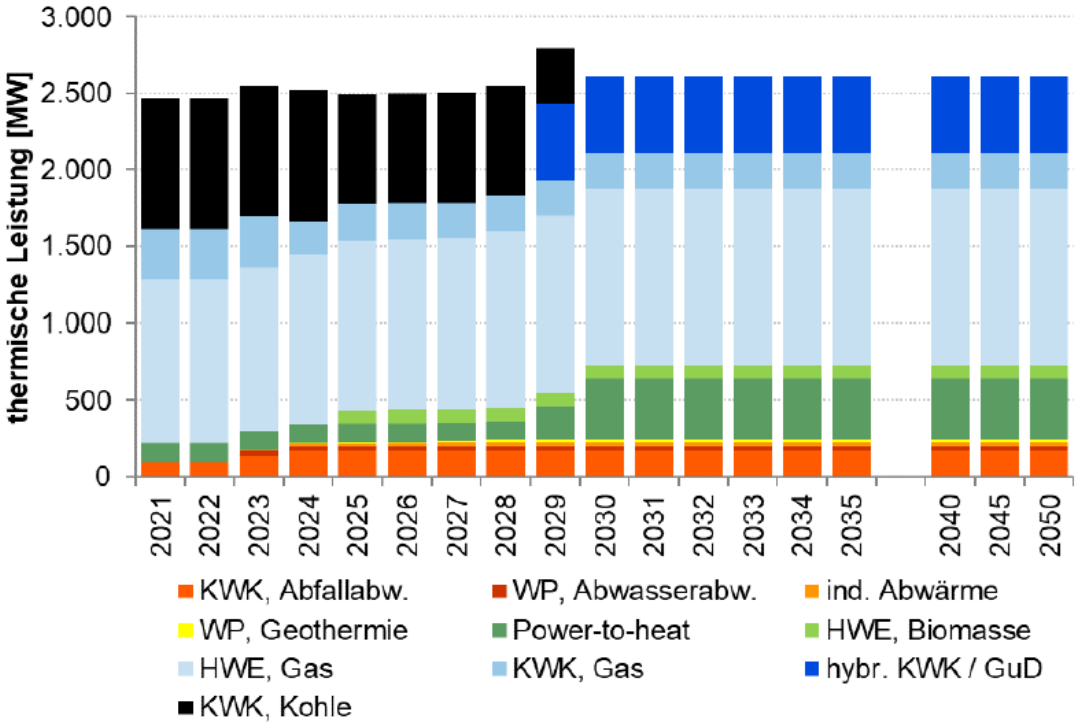


Abbildung 12: KS95-Szenario zur installierten thermischen Fernwärmeleistung im VG1. Quelle: BET (2019).

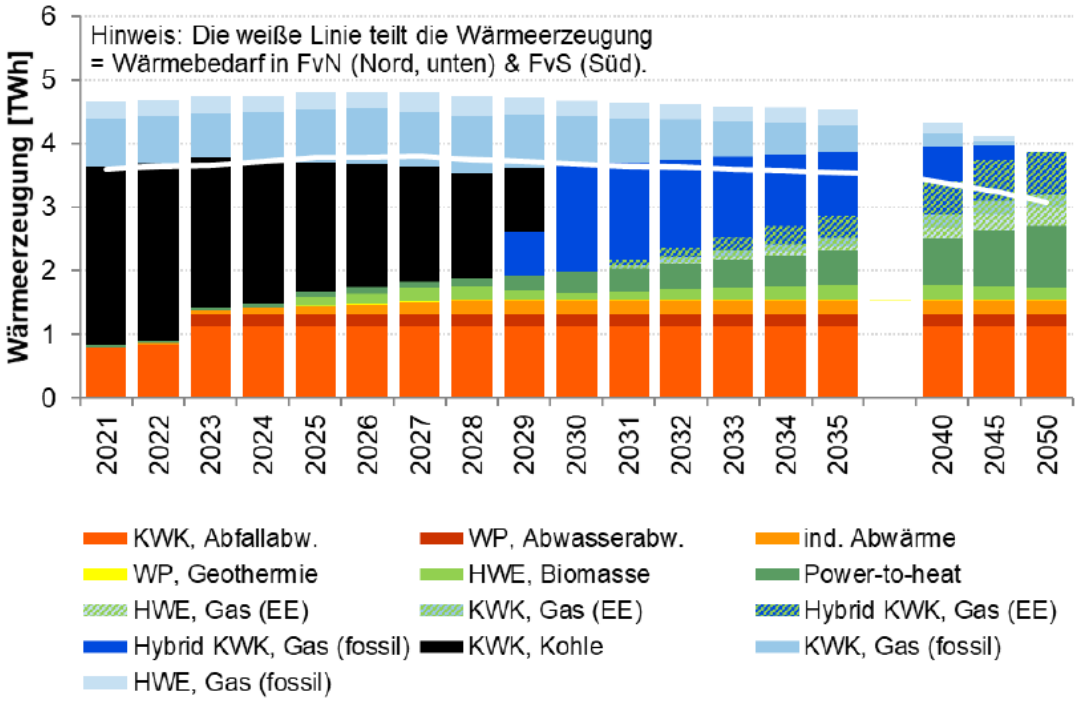


Abbildung 13: KS95-Szenario zu FW-Mengen nach Technologie/Energieträger im VG1. Quelle: BET (2019).

Geplante Verdichtung des FW-Netz

Neben dem Umbau der Erzeugungsanlagen sieht die Machbarkeitsstudie des BET (2019) umfangreiche Änderungen am Fernwärmenetz vor. Zum Erhalt des Wärmeabsatzes auf dem dargestellten Niveau, sollen durch Erweiterung des bestehenden Netzes allein im westlichen Versorgungsgebiet jährlich ca. 5 MW Fernwärmeanschlusswert hinzukommen. Um ein Vielfaches bedeutsamer sind aber die Verdichtungen im bestehenden FW-Netz des westlichen Versorgungsgebietes. Hier wird für die Transformationsszenarien zwischen den Jahren 2021 und 2030 eine Steigerung des Fernwärmeanschlusswertes um jährlich 46 MW berücksichtigt, in den Folgejahren sinkt die jährliche Steigerung bis auf 16 MW in 2050. Insgesamt wird in den Berechnungen der Marktanteil der FW im Versorgungsgebiet von derzeit 30 % auf 60 % im Jahr 2050 gesteigert. Dies wäre in der Realität mit einem enormen Vertriebs-Aufwand verbunden, der nach Angaben von BET (2019: 54 & 98ff.) bis 2025 in der Vertriebsplanung der Vattenfall Wärme Berlin berücksichtigt ist. Für die Zeit ab 2025 würde die angenommene Nachverdichtung jedoch auch weiter mit großen Herausforderungen verbunden sein, deren Bewältigung heute schwer abzuschätzen ist.

Kosten-entwicklung

Anfang 2012 beträgt der FW-Mischpreis aus Grundpreis und Arbeitspreis für ein großes Mehrfamilienhaus in Berlin etwa 9,1 Cent/kWh (Vattenfall 2021). Zu beachten ist der kalkulierte Anstieg der Wärmegestehungskosten in den Szenarien. Gründet sich der Anstieg um 1,7 ct/kWh bis 2030 größtenteils auf die Kapitalkosten sowie weitere fixe Kosten der neuen Produktionsmittel, ist der Anstieg um ca. 7 ct/kWh bis 2050 hauptanteilig variablen Kosten aus der Beschaffung von Brennstoffen und Emissionszertifikaten oder -kompensation zuzuschreiben, wie Abbildung 14 zeigt.

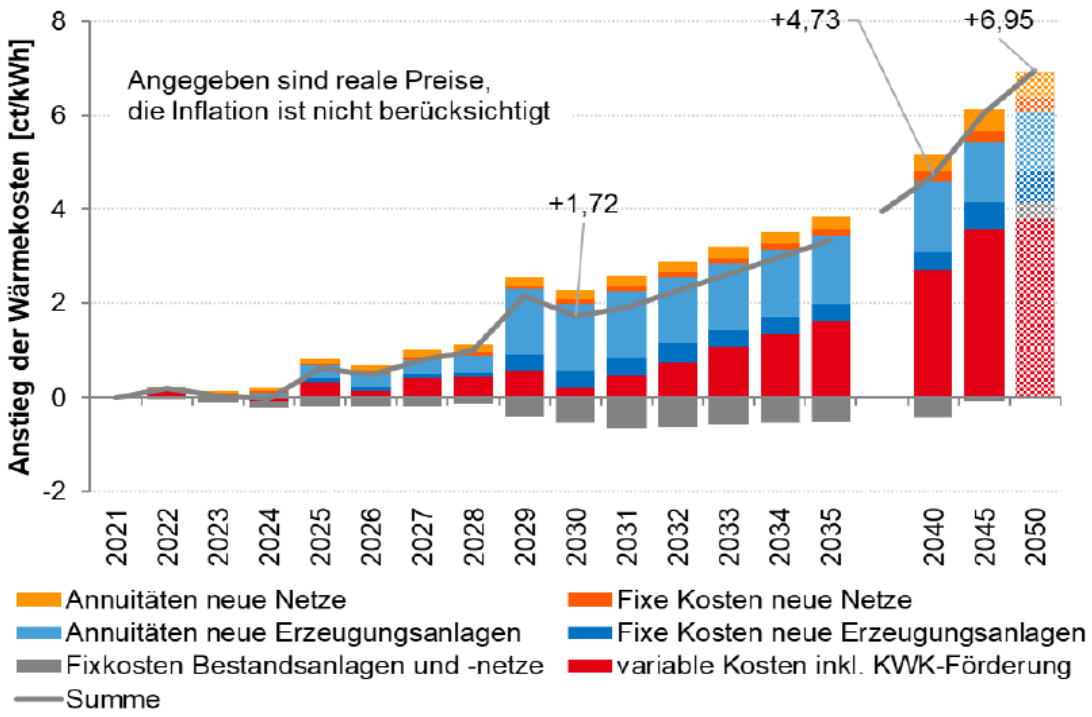


Abbildung 14: KS95-Szenario zum Anstieg der Wärmegestehungskosten im VG1. Quelle: BET (2019).

Potential

Zusammengefasst bietet Fernwärme aus dem Berliner Verbundnetz das Potential für eine Vollversorgung der MiDoI mit Wärme. Im Rahmen der Klimaschutzziele muss der Fernwärmebedarf bis 2050 insgesamt mit Erneuerbaren Energien gedeckt werden. Der

Umfang der Verfügbarkeit synthetischer Gase ab 2030 lässt sich schwer einschätzen, sodass auch die Kosten schwer kalkulierbar bleiben. Erdgas – als Brückenenergieträger – darf in multivalenten Heizsystemen künftig nur ausgewählte Aufgaben wie eine geringe Spitzenlastabdeckung oder Redundanzen für den Notbetrieb übernehmen. Vor dem Hintergrund des selbstgesteckten Ziels der Energie-Autarkie der MiDoI ist zu empfehlen, dass auch der Fernwärmeverbrauch aus dem Verbundnetz bilanziell soweit wie möglich durch die Ausnutzung interner Potential kompensiert wird.
Eine Strategie zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung im Gebäudebereich, die schon heute auf eine Vollversorgung durch Fernwärme abzielt, würde ohne die Notwendigkeit zukünftiger dezentraler Einzelmaßnahmen (Planung, Baumaßnahmen, etc.) an diesem Pfad partizipieren. Daher sollte der von BET (2019) aufgezeigte Dekarbonisierungspfad in einer detaillierten Nachhaltigkeitsbewertung weiter untersucht werden. Allerdings setzt der Strategiepfad der Vattenfall Wärme AG zur Dekarbonisierung der Fernwärme zum großen Teil auf gasbasierte Technologie. Bis 2030 auf Erdgas, welches dann sukzessive durch grüne und blaue Gase substituiert werden soll. Ob dies tatsächlich der Fall sein wird, hängt vermutlich stark von den wirtschaftlichen und politisch-rechtlichen Rahmenbedingungen ab. Solange aus betriebswirtschaftlichen Aspekten die Nutzung von Erdgas gegenüber der Nutzung erneuerbarer Gase vorteilhaft bleibt und keine harten Instrumente deren Einsatz untersagen, bleibt der aufgezeigte Pfad unrealistisch. Es gilt also, den Transformationspfad durch ein geeignetes Instrumentarium abzusichern. Vorschläge, wie eine nach CO_2-Intensität differenzierte Wegenutzungsgebühr oder feste EE-Quoten, unterbreiten Dunkelberg et al. in ‚Entwicklung einer Wärmestrategie für das Land Berlin'. Sollten Vorgaben zur CO_2-Intensität der transportierten Wärme etabliert werden, ist in diese Betrachtung zudem die mögliche Kompensation durch einen Zukauf von Emissionszertifikaten zu berücksichtigen.

4.3.2 Erdgas

Wirkungsgrad und THGE

Erdgas stellt – wie im Deutschen Wohnungsbestand insgesamt– den größten Anteil an den Energieträgern zur Wärmeversorgung auf der MiDoI. Aufgrund der Baualtersklassen und des Sanierungsstandes ist davon auszugehen, dass die Nutzung zu hohen Anteilen in veralteten und ineffizienten Zentralheizungskesseln oder Gasetagenheizungen in Verbindung mit Wohnungsthermen für Warmwasser stattfindet. Nach Erhebungen der Schornsteinfeger-Innung und Schätzungen des Bundesverbands der deutschen Heizungsindustrie basierten im Jahr 2017 bundesweit mehr als 56 % der zentralen Gas-Heizsysteme im Bestand auf der veralteten Niedertemperatur- bzw. Heizwerttechnik, die den heutigen Effizienzanforderungen nicht mehr genügen (BDH 2019b: 31). Durch Verwendung von Brennwert-Technik kann die Effizienz gesteigert werden. Kommt es bei dem Einsatz von Gasbrennwertkesseln außerdem zur Substitution von Heizöl oder Kohle, können zudem die spezifischen THGE pro eingesetzter Endenergieeinheit gesenkt werden. Die Potentiale sind jedoch nicht ausreichend um die Klimaschutzziele zu erreichen. Gegenüber Heizöl mit einem CO_2-Emissionsfaktor von 314 gCO_2/kWh_{th} ist der CO_2-Emissionsfaktor von Erdgas mit 228 gCO_2/kWh_{th} um etwa 27 % geringer. Die Effizienzgewinne beim Kesselwirkungsgrad bezogen auf den Brennwert von Erdgas liegen bei 11,5 % wie Tabelle 3 zeigt.

Tabelle 3: Wirkungsgrade von Niedertemperatur- und Brennwertheizkesseln.

Niedertemperaturkessel				Bezug		Brennwertkessel			
Heizöl		Gas				Heizöl		Gas	
(H_i)	(H_s)	(H_i)	(H_s)	Heizwert (H_i)	Brennwert (H_s)	(H_i)	(H_s)	(H_i)	(H_s)
106 %	100 %	111 %	100 %	Kesselwirkungsgrad max. theoretisch		106 %	100 %	111 %	100 %
93 %	88 %	93 %	84 %	Kesselwirkungsgrad max. tatsächlich		101 %	95,5 %	106 %	95,5 %
13 %	12 %	18 %	16 %	Summe Verluste		5 %	4,5 %	5 %	4,5 %
7 %		7 %		davon Abgasverluste		1 %		1 %	
6 %		11 %		Kondensationswärme nicht genutzt		4 %		4 %	

Quelle: BDH (2019a).

Bei einem Vergleich der Umweltwirkung von Heizungssystemen aus dem Jahr 2011 gibt das Umweltbundesamt die spezifischen Emissionen beheizter Wohnfläche für ein Mehrfamilienhaus auf KfW Effizienzhaus 70 Standard inkl. Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung bei dem Einsatz von Gas-Brennwertkesseln als Zentralheizung mit jährlich etwa ca. 20 $kgCO_2/m^2$ an. Für einen unsanierten Altbau werden die flächenspezifischen Emissionen beim Einsatz von Gas-Brennwerttechnik mit jährlich ca. 70 $kgCO_2/m^2$ benannt (Bettgenhäuser und Boermans 2011: 35). Für einen teilsanierten Altbau kann ein Wert dazwischenliegend angenommen werden. Wird dieser Werte auf den aktuellen Durchschnitt der flächenspezifischen Emissionen im Stadtgebiet Berlin von 50 $kgCO_2/m^2*a$ und dem im BEK als klimaneutral bezeichneten und für 2050 angestrebtem Wert von 7 $kgCO_2/m^2*a$ (Sen UVK 2019: 66) bezogen, wird klar: Der Zielpfad der THGE-Minderung im Gebäudesektor ist durch den Einsatz dezentraler monovalenter Gaskessel nicht erreichbar. Daher sollte Erdgas – als Brückenenergieträger – in multivalenten Heizsystemen künftig nur ausgewählte Aufgaben wie Spitzenlastabdeckung oder Redundanzen für den Notbetrieb übernehmen. Dies muss ebenso für den Einsatz in multivalenten Heizzentralen zur Versorgung von (Nah-)Wärmenetzen gelten.

Biogene und synthetische Gase sowie Wasserstoff

Dies gilt auch unter Berücksichtigung einer zunehmenden Beimischung grüner oder blauer Gase, wie Bio-Methan, Wasserstoff (aus Elektrolyse mittels EE-Strom, Dampfreformierung inkl. Abscheidung und Speicherung des CO_2 oder Pyrolyse) sowie synthetischem Methan. Ein Einsatz dieser Gase sollte aus heutiger Sicht aufgrund ihrer geringen Primärenergieeffizienz und ihrer hohen Kosten auf Schlüsselfunktionen in der Wärmewende wie industrielle Hochtemperaturanwendungen oder Luft- und Schwerlastverkehr begrenzt bleiben. Aktuelle Studien weisen vermehrt darauf hin, dass der Einsatz von Bio-Methan oder Wasserstoff nicht in der breiten Anwendung zur Wärmeversorgung im Gebäudebereich liegen kann (Fehrenbach et al. 2019: 189; Klepper und Thrän 2019: 43). Ungeachtet dessen visiert die Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg mbH & Co. KG (NBB) eine Dekarbonisierung der Gasversorgung in Berlin-Brandenburg bis zum Jahr 2050 an. Zu diesem Zeitpunkt soll sich im Versorgungsgebiet der NBB der im Gasnetz transportierte Energieträger aus Biomethan und Wasserstoff zusammensetzen (NBB 2021). Dazu wurde der in Abbildung 15 dargestellte Entwicklungspfad vorgestellt.

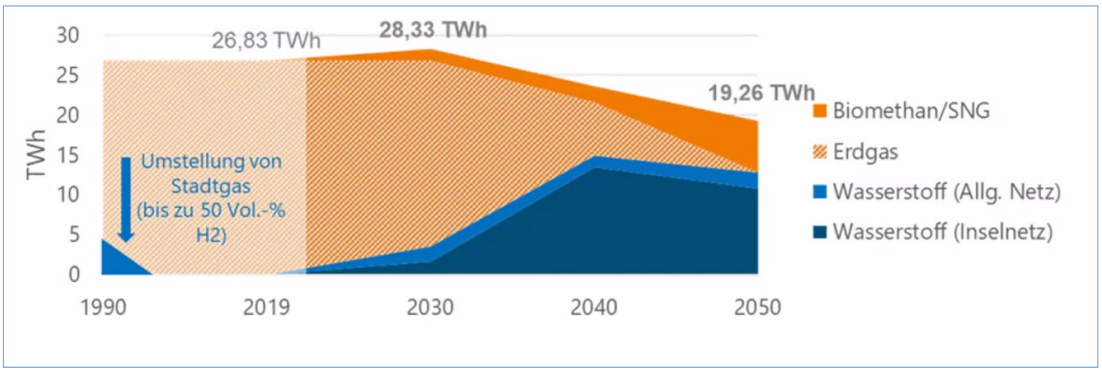


Abbildung 15: Zusammensetzung der Berliner Gasnachfrage in Endenergie bis 2050. Quelle: NBB (2021).

Hierbei wird i.d.R. auf Importe gesetzte. Der ‚Netzentwicklungsplan Gas 2020-2030' wurde von den Fernleitungsnetzbetreibern Gas in Erfüllung ihrer Pflichten nach § 15a Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) erstellt. Er sieht bis zum Jahr 2030 lediglich den Anteil von 3,3 % des Gesamtgasbedarfs in Form grüner Gase inländischer Herkunft vor (FNB Gas 2021: 33).

Potential und Restriktionen

Erdgas weißt grundsätzlich das Potential zu einer Vollversorgung der MiDoI auf, bringt aber als fossiler Energieträger bei der energetischen Nutzung immer noch hohe THGE mit sich. Es ist damit vor allem als Brückentechnologie auf dem Weg zu einem klimaneutralen Gebäudebestand zu sehen. Erdgas allein eingesetzt kann die Klimaschutzziele nicht erreichen und muss sukzessive substituiert werden. In allen heutigen Planungen ist unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer von Feuerungssystemen zur Wärmeversorgung der Gasanteil zugunsten der Anteile aus Erneuerbaren Energieträgern möglichst gering zu halten.

4.3.3 Power-to-Heat – EE-Überschussstrom

Allgemeine Bedingungen

Durch den Ausbau von Windenergie- und PV-Anlagen kommt es zu steigenden Anteilen von fluktuierenden EE im Stromnetz, die den regionalen Bedarf teilwiese überschreiten und daher über große Strecken in die Bedarfsregionen transportiert werden müssen. Aufgrund des mangelnden Netzausbaus entstehen hierbei Netzengpässe, die einen ‚Abtransport' nicht immer zulassen, sodass die Netzbetreiber im Rahmen des Engpassmanagements vermehrt EE-Anlagen in ihrer Einspeiseleistung reduzieren oder abschalten. Diese Maßnahmen werden als Einsatzmanagement (EinsMan) bezeichnet.
Anlagen zur Strom-Wärmeumwandlung, sogenannte Power-to-Heat (PtH)-Anlagen könnten kurzfristig auf EE-Überschussstrom reagieren und diesen in Wärme umwandeln, sodass weniger EE-Anlagen leistungsreduziert werden müssten und es zu einer Effizienzsteigerung für das Gesamtsystem käme. Die Stromüberschüsse treten allerdings nur regional auf. Im Bilanzraum Deutschland kam es bis heute nicht zu negativer Residuallast (d.h. höhere EE-Leistung als national anliegende Last). Den bisher höchsten Anteil an der deutschlandweiten Nachfrage hatten EE am 22. April 2019, um 15 Uhr (Ostermontag). Zu diesem Zeitpunkt lieferten sie etwa 92 % des Stromverbrauchs (Agora EW 2020: 59). Der aufgrund von Maßnahmen des Engpassmanagements nicht eingespeiste Strom darf daher nur bedingt als „EE-Überschussstrom" bezeichnet werden, da er allein auf unzureichenden Netzkapazitäten beruht. Das könnte sich – aufgrund des zu erwartenden beschleunigten EE-Ausbaus – künftig verändern.

Restriktionen

Boysen et al. (2019) zeigen in Bezug auf die Nutzung von EE-Überschussstrom auf, dass bislang der Einsatz von PtH-Anlagen bei EE-Stromanteilen im Netz kleiner 100 % den Bedarf an konventionellen Kraftwerken zur Stromerzeugung erhöht (die zugeschaltete Last muss bedient werden und die EE-Leistung ist ausgeschöpft). Im Zuge können die THG-Emissionen der Wärmeerzeugung stark ansteigen. Das Einsatzsignal für PtH müsste daher regional differenziert an das tatsächliche Auftreten ansonsten abzuschaltender lokaler EE-Stromüberschüsse gebunden sein (Boysen et al. 2019: 82).
Der nationale Börsenstrompreis als Einsatzsignal ist dagegen ungenügend. EinsMan-Maßnahmen korrelieren nur bedingt mit den Börsenstrompreisen und werden zum großen Teil bei mittleren Strompreisen ausgelöst (Gores 2016: 9). Eine Möglichkeit wird in der Aufspaltung des nationalen Marktgebietes für Strom gesehen, dies könnte jedoch eine negative Verteilungswirkung zu Lasten einzelnen Verbrauchsregionen haben. Zudem bleibt unsicher, in welchem Umfang sich EinsMan-Maßnahmen dadurch tatsächlich reduzieren würden (Matthes 2016: 16). Ebenso ist zu beachten, dass aufgrund der unzureichenden Flexibilität konventioneller Kraftwerke diese auch bei geringen (oder sogar negativen) Handelspreisen zu großen Anteilen am Netz bleiben und es derzeit allein aus diesem Grund zu negativ Preisen kommt (FH ISE 2020: 35 f.) Damit ist der Markt unter gegebenen Voraussetzungen ungeeignet, um einen ökologisch und ökonomisch sinnvollen Einsatz von PtH zu gewährleisten.

Technische Potentiale

Für den Einsatz von PtH-Anlagen zur Nutzung von EE-Überschussstrom bei direkter Koppelung an EinsMan-Maßnahmen im Rahmen des § 13 EnWG wird das technische Potential für die Wärmenetze in Berlin derzeit als sehr gering gesehen. Das bisherige EinsMan bezieht sich in Deutschland hauptsächlich auf einige wenige regelmäßig überlastete Netzelemente, die zum Großteil auf einer Achse zwischen Hamburg und München liegen. Zur Behebung eines Engpasses müssen Erzeuger in netztopografischer Nähe ab- oder Lasten zugeschaltet werden. Die abweichende Lage zwischen innerstädtischen Wärmenetzen und aktuellen sowie prognostizierten Netzengpässen schränkt das Potential damit stark auf einzelne Standorte (wie beispielsweise das nördliche Hamburg) ein. Bei der Einbindung in Wärmeversorgungssysteme wären erweiterte Herausforderungen der Bemessung und Vorhaltung von thermischen Speicherkapazitäten zu beachten. Etwa 30 % der EinsMan-Maßnahmen halten länger als zwei Stunden an, einzelne liegen über 20 Stunden. Zudem kann der zukünftige Netzausbau den Bedarf an lokalen zuschaltbaren Lasten schlagartig verringern oder ihn örtlich verlagern. Weitere Einflussfaktoren, wie der Rückbau konventioneller Kraftwerke oder der zukünftige Einsatz von Phasenschiebertransformatoren, werden Engpässe weiter reduzieren. Die Anwendung des § 13 Abs. 6a EnWG ist zudem an eine Vielzahl von Bedingungen geknüpft, wie beispielsweise der Lage des Einsatzortes in einem Netzausbaugebiet (TU Berlin et al. 2018: 9 ff.). Auch ist in den nächsten Jahren mit einer vermehrten Nutzungskonkurrenz um Überschussstrom (synthetische Gase, Batterieladung, industrielle Hochtemperaturanwendungen) zu rechnen (Agora EW 2019: 6), sofern es wirtschaftlich darstellbar ist. Denn gemäß § 13 Abs. 1 EnWG besteht lokaler „Überschussstrom“ erst nach netzbezogenen Schaltmaßnahmen und es sind diejenigen Maßnahmen zu ergreifen, welche voraussichtlich zu den insgesamt geringsten Kosten führen. D.h. die gezahlten Preise für in diesem Falle zuschaltbare Lasten werden nie über den Ersatzzahlungsleistungen an die EE-Anlagen im Falle EinsMan liegen. Damit kann eine Wärmeversorgung mit Power-to-Heat aufgrund der geringen Verfügbarkeit von Überschussstrom aus EE für die nächsten 10 Jahre nicht als genereller Strategiepfad der Wärmewende angesehen werden, der Einsatz ist z.Zt. nur in Pilotprojekten sinnvoll. Die

Bewertung wäre anzupassen, sollte die elektrische EE-Nennleistung in der Region Berlin früher als bis 2030 deutlich über 100 % des Bedarfes ausgebaut werden.

4.3.4 Biomasse, extern (von Bernhard Wern)

Grundsätzliche Bedingungen

Konversionsanlagen zur Bereitstellung von Wärme aus Biomasse bieten im Rahmen von EE eine sehr günstige technische Anschlussfähigkeit an Bestandswärmenetze, da sie im Wesentlichen auf der bisherigen Verbrennungstechnologie zur Nutzung fossiler Energieträger beruhen und damit hohe Temperaturen sehr gut bedienen können. Zudem ist Biomasse lagerfähig und damit übersaisonal bedarfsgerecht einsetzbar. Insbesondere Biogas- und Biomethan- Heiz(kraft)werke können aufgrund ihrer technischen Eigenschaften (gutes Teillastverhalten, geringe Laständerungsdauer) zudem sehr flexibel gefahren werden (Paar et al. 2013: 51 ff.). Damit bringt Biomasse entscheidende Eigenschaften zur Erbringung von Schlüsselfunktionen für das Energiesystem mit, die über andere EE nicht oder nur schwer abzudecken sind.

Restriktionen

Bei der Einbindung von Bioenergie in Wärmenetze stellen daher auch weniger die technischen Aspekte, als vielmehr die Etablierung nachhaltiger Versorgungsketten die zentrale Herausforderung und die entscheidende Restriktion dar. Dies hat eine ökonomische Dimension (Versorgungssicherheit) und eine ökologische Dimension (z.B. Sicherstellung der Vermeidung von Importen aus ökologisch sensiblen Regionen). Die Versorgungssicherheit muss zum einen durch langfristige Kundenbindung abgesichert werden. Zum anderen müssen Nutzungskonkurrenzen betrachtet werden, die wie folgt beschrieben werden können: „Je stärker Biomasse im Energiesystem eingesetzt wird, desto mehr Nutzungskonkurrenzen und Trade-offs entstehen, da die verwendete Biomasse weder für andere Nutzungsformen (stoffliche Nutzung, Nahrungs- und Futtermittel) genutzt werden kann, noch für ökosystemare Prozesse (zum Beispiel als Nahrung für Wildtiere) zur Verfügung steht.“ (Klepper und Thrän 2019: 21) Die genannten Restriktionen gelten v.a. für Anbaubiomasse, bei der Flächen teilweise direkt zwischen verschiedenen Nutzungsformen konkurrieren. Die Entscheidung, ob Futter, Lebensmittel oder Energiepflanzen angebaut werden, muss der Landwirt auf Grund seiner ökologischen Voraussetzungen (Kulturfolge, Bodenfruchtbarkeit,…) und der ökonomischen Überlegungen treffen, letztendlich entscheidet hier der Markt. Eine Verknappung von landwirtschaftlichen Flächen für Nahrungsmittel in Deutschland bedeutet eine Verringerung von Exportüberschüssen Deutschlands im Agrarsektor.

Kaskadenprinzip

Institutionen wie der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU), der Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU), der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) oder das Umweltbundesamt (UBA) fordern seit Längerem die konsequente Einhaltung des Kaskadenprinzips im Sinne einer Nutzungshierarchie bei der Verwendung von Biomasse (Rogall 2014: 169 f.).[20] Dies wird v.a. im Bereich Holz angestrebt (Fehrenbach et al. 2017) und im Markt auch umgesetzt, wie die Entwicklungen hin zu einer rein Altholz basierten Spanplatte zeigt (bvse 2019). Fehrenbach et al. (2017) zeigen auf, dass andere Kaskadenprozesse wie z.B. bei Papier schon nahezu umgesetzt sind und in anderen Bereichen die Nutzungsmöglichkeiten als nicht sehr hoch

[20] Auf Agrarflächen hat die Erzeugung von Nahrungsmitteln höchste Priorität vor der Bereitstellung von Biomasse zur stofflichen Nutzung, welche wiederum der energetischen Nutzung vorzulagern ist. Erst nach ausgeschöpften Recyclingkreisläufen (Kaskaden) sollten die resultierenden Rest- und Abfallstoffe im Energiesystem Verwendung finden.

gesehen werden. Vor diesem Hintergrund sollte die derzeit erreichte Größenordnung von Bioenergie nicht überschritten werden. Aus exergetischer Sicht muss sie jedoch anders verwendet werden, um ihre Stärken auszubauen (Fehrenbach et al. 2019). Rest- und Abfallstoffe bergen insgesamt die geringsten Risiken für Ernährungssicherheit, Ökosysteme und Klima (Klepper und Thrän 2019: 92). Der Gesetzgeber hat dies schon mit dem EEG 2012 erkannt und zur Reduktion der Anbauflächen für Biogas einen Maisdeckel eingeführt, nachdem die Anlagen nur bis zu 60 Masseprozent Mais einsetzen dürfen (§ 27 (5) 1. EEG 2012). Dieser Maisdeckel wurde in den Folgejahren weiter verschärft und liegt mit dem EEG 2021 bei 40 % (§ 39i Abs. 1 EEG 2021). Alle Mengen müssen sich künftig den Regeln der BiomasseNachV unterziehen. Wenn Strom in Form des EEG's eingespeist werden soll, müssen die Biomassen also zertifiziert werden. Dieses Zertifizierungssystem wird gerade aufgebaut und ist – ähnlich wie bei flüssigen Biomassen – eine Umsetzung aller oben beschriebenen Überlegungen.

Technisches Potential

Gegenwärtig werden in Deutschland jährlich rund 275 TWh Primärenergie (PE)(AGEB 2019: Tab. 3.1) aus Biomasse genutzt, davon etwa 150 TWh aus Rest- und Abfallstoffen (Klepper und Thrän 2019: 34).
In der vom UBA beauftragten Metastudie ‚BioRest' wird das technische Potential an Rest- und Abfallstoffen in Deutschland bis zum Jahr 2050 mit 240-260 TWh PE jährlich ermittelt (Fehrenbach et al. 2019: 196 ff.), wobei hier etwa 20 % Waldholz inkludiert war, jedoch keine Anbaubiomasse von Äckern. Diese Zahl wurde bestätigt von der Arbeitsgruppe Biomasserreststoff-Monitoring des Pilotberichtes zum Monitoring der deutschen Bio-ökonomie (Bringezu et al. 2020: 36). Technisch gesehen kommen bei Beibehaltung der derzeitigen Anbaufläche vom Acker (ca. 2 Mio. ha) noch etwa 130 TWh an energetischer Nutzung hinzu (siehe FNR 2021: 26). Eine Erhöhung dieser Fläche ist auf Grund des steigenden Flächenbedarfes für Ökolandbaus nicht zu erwarten. Somit ergibt sich ein gesamtpotential von 370 – 390 TWh an Primärenergie. Diese kann nun im Strom-, Wärme- und Mobilitätssektor eingesetzt werden.
Wie weiter oben bemerkt, muss Bioenergie perspektivisch in der Industrie eingesetzt werden und in Mobilitätsbereichen, die derzeit noch keine andere Lösung der Energieversorgung haben. Zur Zeit jedoch hat die Biomasse eine Brückenfunktion und muss dazu beitragen, Heizöl und Kohle im Gebäudebereich zu ersetzen, da auch durch eine starke energetische Sanierung von Gebäuden, diese in absehbarer Zeit nicht durch 100 % EE versorgt werden können (siehe hierzu als ein bottom up Beispiel Wern et al. 2016: 7).

Regionalität

Eine nachhaltige Bioenergienutzung ist grundsätzlich auf die regionale Verfügbarkeit von Biomasse aus einem bestimmten Einzugsgebiet sowie auf überregionale Stoffströme aus dem Reststoffbereich angewiesen. Dunkelberg et al. (2020b) analysieren auf Grundlage der ‚Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz' zum Land Berlin für das Jahr 2016 sowie verschiedenen Biomassepotentialstudien zum Land Brandenburg, dass unter Berücksichtigung des aktuellen Biomasseeinsatzes für die Energieerzeugung in Berlin und Brandenburg unter der Prämisse regionaler Verfügbarkeit kein nennenswertes Potential zum Ausbau der energetischen Biomassenutzung für Berlin besteht. Insbesondere für die größte Biomasse-Fraktion Waldholz sind nach der Leitmaxime der gemeinsamen Landesplanung Berlin-Brandenburg prioritär stoffliche Nutzungspfade vorgesehen (Dunkelberg et al. 2020b: 18 f.). Zudem ist in § 3a (1) Klimaschutzgesetz (KSG)) vorgesehen, die Senkenfunktion des LULUCF Sektors durch eine Erhöhung des Vorrats im Wald zu stärken, was durch den wissenschaftlichen Beirat für Waldpolitik des BMEL in seiner Stellungnahme „Geplante Änderung des Klimaschutzgesetzes riskiert Reduktion der potentiellen Klimaschutzbeiträge von Wald und Holz", stark kritisiert wurde. Hier bleibt abzuwarten, inwiefern das

Klimaschutzgesetz Umsetzung findet. Somit ist aus dem Waldbereich auf Grund politischer Vorgaben zunächst kein Energieholzpotential zu konstatieren.
Im Transformationskonzept zum Fernwärme-Verbundnetz ist bis zum Jahr 2030 ein Anstieg der jährlichen Energiemengen aus Biomasse auf Basis von Reststoffen auf ca. 100 GWh kalkuliert worden (BET 2019: xxiii).

Zwischenfazit

Unter der Berücksichtigung der geschilderten Aspekte kann eine Ausweitung der Wärmeversorgung von Gebäuden auf der Grundlage von Biomasse nur im Einzelfall unter kritischer Prüfung folgender Punkte befürwortet werden:

- Beachtung des Einsatzes von Biomasse als letzte Möglichkeit. D.h. alle anderen Möglichkeiten (Wärmepumpen etc.) können aus ökologischen oder ökonomischen Gründen nicht umgesetzt werden,
- Beachtung anderer Bioenergieprojekte in einer Nutzungskonkurrenzanalyse,
- Aufbau langfristiger Stoffstromnetzwerke zum Bezug der Biomasse,
- keine Importe aus ökologisch sensiblen Regionen.

4.4 Bewertung der technischen Potentiale

Ziel

Die Kapitel 4.2 und 4.3 haben die potentiellen Wärmequellen zur Versorgung der MiDoI analysiert. Die Wärmequellen wurden anhand von Literaturangaben technischer Potentiale oder Beispielrechnungen auf mögliche Energieerträge untersucht. Auf dieser Grundlage erfolgt die Konzeptionierung von zukunftsfähigen nachhaltigen Wärmeversorgungssystemen für die MiDoI, die in Folge einer detaillierten ganzheitlichen Analyse unterzogen werden. Ebenso kommt es zu einer Darstellung und Diskussion ausgewählter bedeutender Rahmenbedingungen in Bezug auf den Einsatz von EE oder Abwärme im Untersuchungsgebiet.

Potentiale

Übersicht 3: Zusammenfassung der technischen Potentiale aus Literaturquellen und Beispielrechnungen.

Versorgungsoptionen		Leistung [MW]	Wärmemenge [GWh]
Interne Potentiale	Abwasserwärme**	12	78
	Fluss- und Kanalwärme*‘ **	15	45
	Gewerbliche Abwärme	Geringes Potential	
	Solarthermie 1. (> 10 m²) 2. (> 300 m²) (2. ist Teilmenge von 1.)		 22 15
	Geothermie* 1. Oberflächennahe ** 2. Tiefe	 1,6 5-8	 7 38-60
	Biomasse	Geringes Potential	
Externe Potentiale	Fernwärme, Verbundnetz	Vollversorgung möglich	
	Erdgas	Vollversorgung möglich	
	Biomasse	insgesamt abnehmendes Potential	
	PtH (EE-Überschussstrom)	z.Zt. geringes Potential	

Quelle: Eigene Erstellung.

*jeweils auf spezifische Einzelanlagen bezogen, kein umfassendes tech. Potential. ** mit Wärmepumpe COPØ3

Die Untersuchungsergebnisse legen die detailliertere Untersuchung der folgenden Versorgungsoptionen nahe:

- **Nahwärmeverbund** z.B. mit:
  - Abwasserwärme
  - Fluss und Kanalwasserwärme
  - Solarthermie
  - Geothermie
  - Biomasse (aufgrund der Eigenschaften zur Erfüllung von Schlüsselfunktionen)
- **Fernwärme, Berliner Verbundnetz**
- **Gas, dezentral**

Hemmnis Sanierungs-zustand

Die technischen Konzepte der relevanten Versorgungsoptionen sind zumeist auf den Einsatz von Wärmepumpen angewiesen. Das Temperaturniveau vieler Wärmequelle ist für eine direkte Bereitstellung von Nutzwärme nicht ausreichend. Es bedarf einer exergetischen Aufwertung auf das Temperaturniveau der Heizsysteme. Die hierfür benötigte Antriebsenergie steigt proportional mit dem zu leistenden Temperaturhub. Der schlechte Sanierungszustand des Gebäudebestands auf der MiDoI erfordert hohe Vorlauftem-peraturen in den Heizsystemen und damit einen großen Temperaturhub, was den Einsatz von Wärmepumpen ungünstig beeinflusst. Um die Effizienz und damit die ökologische Wirkung sowie die Wirtschaftlichkeit beim Einsatz von Wärmepumpen zu verbessern, sind möglichst niedrige Systemtemperaturen auf Seite der Heizsysteme anzustreben. Grundlage hierfür bilden die Steigerung der Sanierungsrate von heute 0,6 % auf 2-3 % jährlich (UBA 2021b: 77 f.) sowie eine ausreichende Sanierungstiefe, notwendigenfalls inklusive der Nachrüstung von Flächenheizungen. Sanierte Gebäude lassen sich dann über effiziente Nahwärmnetze der 4. Generation oder hydraulisch entkoppelte und exergetisch optimierte Sekundärnetze des Berliner Verbundnetzes versorgen, die ihrerseits die entsprechenden Bedingungen für den effizienten Betrieb von Wärmepumpen aufweisen. Auf dieser Basis wird die umfängliche und effiziente Nutzung der internen Potentiale der MiDoI bei gleichzeitiger Erschließung zusätzlicher Synergieeffekte von Wärmenetzen für die gesamte Energiewende möglich.

Zusätzlicher Strombedarf

Bei der Option des Einsatzes von Wärmepumpen zur Bereitstellung großer Mengen an Wärme darf die aufzubringende Antriebsenergie nicht außer Acht geraten. Bei dem hier angenommenen COP von 3 sind 1/3 des bereitgestellten Wärmestroms als Antriebsleistung einzubringen. Hierzu kommt i.d.R. elektrischer Strom zum Einsatz.[21] Die Bereitstellung der in Übersicht 3 aufgeführten Wärme aus Abwasser sowie Kanal- und Flusswasser würde den Bedarf an elektrischer Energie auf der MiDoI um jährlich rund 40 GWh erhöhen. Heute liegt der Stromverbrauch im Postleitzahlenbereich der MiDoI bei insgesamt rund 56 GWh/a, wovon lediglich 0,34 GWh/a auf den Betrieb von Wärmepumpen entfallen (Sen WEB 2020). Das Energiesystem muss die Energiemengen und insbesondere die Lastgänge realisieren können. Die Infrastruktur ist ggf. anzupassen. Der Einsatz zusätzlicher fossiler Energie zur Bewältigung dieser Anforderungen ist unbedingt zu vermeiden. Der ökologisch sinnvollste

[21] Im Bereich von Großwärmepumpen werden auch Gasmotoren zur Verrichtung der Verdichterarbeit eingesetzt. Bei Sorpions-Wärmepumpen ist der Bedarf an zuzuführender Verdichterarbeit sehr viel geringer, zur Aufrechterhaltung des Kreislaufs muss jedoch zusätzlich thermische Energie zugeführt werden.

Einsatz von Wärmepumpen hat als notwendige Bedingung den weiteren Ausbau der EE im Stromsektor bis zu einem Deckungsanteil von >100 %. Werden spezifische Einzelanlagen betrachtet, kann die Bilanz durch PV-Eigenstromverbrauch optimiert werden.

Bedeutung von Ankerkunden

Für den Betrieb von Wärmenetzen sind sogenannte ‚Ankerkunden' von großer Bedeutung. Nichtwohngebäude wie Krankenhäuser oder Schwimmbäder aber auch große Mehrfamilienhäuser oder zusammenhängende Gebäudekomplexe unter gemeinsamer Verwaltung (z.B. Gebäudebestände von städtischen Wohnungsbaugesellschaften oder Genossenschaften) stellen mit ihrem hohen Wärmebedarf die lukrativsten Abnehmer dar. Sie bilden regelmäßig die betriebswirtschaftliche Grundlage für den Ausbau von Wärmenetzen (Prognos et al. 2019: 135). Entsprechende Objekte bieten damit ebenso die Chance, als Grundlage für die Errichtung eines Quartierswärmenetzes bzw. der Initialisierung eines Nahwärmeverbunds zu fungieren. Sie stellen einen Großteil des kumulierten Wärmebedarfs im Quartier und bieten sich häufig als Standort für eine Heizzentrale an. Dunkelberg et al. (2020b) bezeichnen diese Objekte im Rahmen des Forschungsprojektes ‚Urbane Wärmewende' als Keimzellen, die in Kombination mit lokalen Potentialen an erneuerbarer Wärme entscheidende Impulse für die Umsetzung von Nahwärmekonzepten im Bereich der Bestandsquartiere geben können (Dunkelberg et al. 2020b).

Saisonale Wärmespeicher

Die relevanten Optionen zur Wärmeversorgung auf der MiDoI sind zur Bereitstellung größerer Anteile an der Wärmeversorgung teils auf saisonale Großwärmespeicher angewiesen, vor allem bei Solarthermie und Fluss-/Kanalwasserwärme aber auch für leistungsstarke Tiefen-Geothermie-Anlagen scheint es sinnvoll, die im Sommer bereitgestellten Energiemengen in die Zeit mit hohem Wärmebedarf, also in die Winterzeit zu transferieren. Solarthermie und Fluss-/Kanalwasserwärme erbringen die höchsten Erträge in Frühling und Sommer. Aufgrund der hohen Erschließungskosten geothermisch nutzbarer Horizonte sollte die Nennleistung von Tiefen-Geothermie-Anlagen dem maximal förderbaren Wärmestrom entsprechen und die Anlage mit maximalen Volllaststunden betrieben werden, womit die Leistung einer Dublette den Wärmestrombedarf im Sommer ggf. überschreitet. Auch Abwasserwärmepumpen sind aus wirtschaftlichen Gründen eher als Grundlastanlagen zu betreiben. Während damit im Sommer ein Überangebot besteht, müssten in den Wintermonaten bedarfsgerecht einsetzbare Technologien die Residualwärme bereitstellen. Hierzu kommen hauptsächlich kalorische Kraft- oder Heizkraftwerke in Betracht, deren Anteile an der Wärmeversorgung aufgrund der Klimawirkung im Falle fossiler Brennstoffe oder der Verfügbarkeit sowie Effizienz- und Kostengründen im Falle biogener oder synthetischer Brennstoffe möglichst gering zu halten sind. Dies ist insbesondere unter Beachtung der technischen Nutzungsdauer dieser Anlagen im Kontext der zeitlichen Disposition der Wärmewende von großer Bedeutung. Die zeitnahe Etablierung saisonaler Großwärmespeicher scheint daher eine notwendige Bedingung für eine CO_2-freie und effiziente Wärmeversorgung. Die Größenordnung der notwendigen Speicher wird durch eine überschlägige Betrachtung ersichtlich. Soll etwa die Hälfte der dargestellten Energiemenge aus Fluss- und Kanalwasser (22,5 GWh) in einem sensiblen Wasserspeicher (Behälter oder Erdbecken, Speicherdichte 60 kWh/m³) eingespeichert werden, sind etwa 375.000 m³ Speichervolumen notwendig (entspricht in etwa dem Wasservolumen des Flughafensees in Berlin-Reinickendorf). Der im Jahr 2017 weltweit größte Erdbeckenspeicher in Voljens, Schweden weist ein Volumen von rund 210.000 m³ auf (SolarServer 2021). Durch die zusätzliche Nutzung latenter Wärme des Phasenübergangs (fest/flüssig) verringert sich das benötigte Volumen, wobei die technischen Anforderungen steigen (Kallert et al. 2021).

Konkurrenzsituation der Optionen

Wie geschildert kann es aufgrund der teilweisen Abhängigkeit vom zeitlich nicht zu beeinflussendem Energieangebot in einem Wärmenetz unter Einbindung unterschiedlicher Arten von EE und Abwärme zu einer Konkurrenzsituation bei der Einspeisung zwischen den verschiedenen Anlagen kommen. Im Sommer besteht die Konkurrenz insbesondere zwischen Wärme aus Wärmepumpen zu Solarthermie, die nur geringe Grenzkosten und kaum direkte Emissionen aufweist und damit vorrangig einspeisen sollte. Ähnliches gilt für Wärme aus Wärmepumpen gegenüber direkt nutzbarer Wärme aus tiefer Geothermie. Großdimensionierte Saisonalwärmespeicher würden diese Konkurrenz aufheben oder mindern, indem sie in lastarmen Zeiten überschüssige Energie aus als Grundlastkraftwerken konzipierten EE-Anlagen und Solarthermie aufnehmen und diese bei Hochlastzeiten wieder ausspeisen. Durch diese Flexibilisierung zum Abgleich von Angebot und Nachfrage ließe sich der Einsatz brennstoffbasierter Technologie reduzieren. Die Schaffung umfangreicher Speicherkapazitäten ist demnach nicht nur notwendige Bedingung für einen breiten Mix an EE in Wärmenetzen, sondern auch die Voraussetzung für eine effiziente Flexibilisierung der fossilen KWK in ihrer Funktion als Brückentechnologie mit immer weiter abzusenkenden Volllaststunden.

Speicheroptionen

Als zentrale Langzeitspeicher zur Integration in Wärmenetze kommen i.d.R. sensible drucklose oder teilweise niederdruckbehaftete Wasserspeicher zum Einsatz. Verwendung finden oberirdische Behälterspeicher oder im Untergrund verbrachte Erdbeckenspeicher. Insbesondere als Saisonalspeicher können bei geeignetem Untergrund sowie Grundwasserfließverhältnissen Erdsondenspeicher oder Aquiferspeicher eingesetzt werden. Auf der MiDoI kommen je nach Flächen- bzw. Raumverfügbarkeit grundsätzliche alle genannten Speichertechnologien in Frage. Für Erdsonden- und Aquiferspeicher sind die Rahmenbedingungen parallel zu den Versorgungsoptionen oberflächennahe und tiefe Geothermie insbesondere in Bezug auf die Restriktionen bei der Erschließung zu beachten. Einen Überblick über die gängigen Speichertechnologien zur Integration in Wärmenetze zeigt Tabelle 4. Zur detaillierteren Betrachtung wird auf den Technologiesteckbrief ‚Speicher' verwiesen.

Speichertechnologien

Tabelle 4: Technologien zentraler Großwärmespeicher zur Integration in Wärmenetze.

Speichertechnologie	Beschreibung
Behälterspeicher	Ein Behälterspeicher ist ein gedämmter, oberirdischer Stahl- oder Stahlbetontank, der üblicherweise als Speichermedium Wasser nutzt. Dies ist eine sehr häufige, besonders variabel zu nutzende Variante.
Erdbeckenspeicher	Bei einem Erdbeckenspeicher handelt es sich um von innen gedämmte Baugruben mit einem aufliegenden Deckel als Abschluss.
Erdsondenspeicher	Bei Erdsondenspeichern erfolgt eine Speicherung der Wärme im Gestein, indem Erdwärmesonden in vertikalen Bohrlöchern eingebracht und von heißen Flüssigkeiten durchlaufen werden, um das Gestein zu erwärmen. Zur Wärmeentnahme wird der Prozess umgekehrt. Kaltes Wasser nimmt beim Durchlaufen des Gesteins die Wärme wieder auf und mit an die Oberfläche. Diese Methode bedarf eines Untergrunds mit hoher Wärmekapazität und Dichte, wie z.B. wassergesättigte Tonschichten.
Aquiferspeicher	In Aquiferspeichern werden natürliche unterirdische wasserführende Gesteinsschichten (Aquifer) zur Speicherung genutzt. Bis in einige hundert Meter Tiefe ist dies möglich. Das enthaltene Wasser wird empor gepumpt, erwärmt und zurückgeleitet, um bei Bedarf wieder abgerufen zu werden.

Quelle: Maier 2017.

5 Ergebnisse der technologischen Quartiersanalyse und weiteres Vorgehen

Die Analyse verschiedener Techniken zur Wärmeversorgung der MiDoI hat die folgenden Ergebnisse gebracht. Die angeführten Werte beziehen sich auf Übersicht 3 und sind im Kontext des heutigen Endenergieverbrauchs für Wärme auf der Mierendorff-Insel von etwa 150 GWh/a zu bewerten, der sich nach heutiger BEK-Maßgabe durch energetische Ertüchtigung insbesondere der Gebäudehüllen bis zum Jahr 2050 mehr als halbieren soll.

Interne Potentiale

Die Nutzung von Abwasserwärme in Kombination mit Großwärmepumpen:
Diese Versorgungsoption könnte eine Energiemenge von 78 GWh/a liefern. Unter der Berücksichtigung von 12 % Verteilverlusten entspricht dies ca. 140 % des heutigen Fernwärmeverbrauchs von 50 GWh/a oder auch in etwa die Hälfte des heutigen Endenergieverbrauchs für Wärme auf der MiDoI. In Zukunft könnte über die ermittelte Energiemenge zumindest vom Betrag her der gesamte Endenergieverbrauch Wärme der MiDoI gedeckt werden. Damit kommt dieser Wärmeversorgungsoption eine wichtige Rolle für die Wärmewende zu.

Die Nutzung von Fluss- und Kanalwasserwärme in Kombination mit Wärmepumpen:
Diese Versorgungsoption könnte auf Grundlage der Beispielrechnung eine Energiemenge von 45 GWh/a liefern. Sollen höhere Anteile der Wärmeversorgung der MiDoI über diese Option bereitgestellt werden, sind saisonale Großwärmespeicher mit immensen Volumen notwendig (siehe Kap. 4.4: saisonale Wärmespeicher) Dennoch kann diese Wärmeversorgungsoption einen Bestandteil der Wärmewende auf der MiDoI darstellen.

Nutzung von gewerblicher Abwärme z.T. in Kombination mit Wärmepumpen:
Die Nutzung der gewerblichen Abwärme stellt für die MiDoI keine prioritäre Strategie der Wärmewende dar, da die Potentiale sehr kleinteilig, im Einzelfall oft gering und schwer erschließbar sind.

Nutzung der Solarthermie:
Der Umweltatlas Berlin weist auf der MiDoI für ST geeignete Dachflächen aus, die zu einem technischen Potential von 22 GWh/a führen. Diese Menge entspricht etwa 1/3 des für die Zukunft angestrebten Wärmeverbrauchs der MiDoI. Für eine übersaisonale Nutzung größerer Wärmemengen aus Solarthermie sind saisonale Großwärmespeicher nötig. Damit könnte der Einsatz von ST-Anlagen einen Beitrag für die Energiewende auf der MiDoI leisten.

Nutzung der Geothermie z.T. in Kombination mit Wärmepumpen
Über die betrachteten Flächen könnten auf der MiDoI jährlich etwa 7 GWh Wärme bereitgestellt werden. Unter Berücksichtigung der Flächenrestriktionen durch bestehende Nutzung und in Bezug auf den gesamten Endenergiebedarf für die Wärmeversorgung der MiDoI von heute ca. 150 GWh scheint oberflächennahe Geothermie nur einen begrenzten Beitrag für eine nachhaltige Wärmeversorgung der MiDoI leisten zu können (hierbei ist die Funktion als Speicher nicht abgebildet). In Bezug auf den angestrebten zukünftigen Verbrauch wären jedoch bedeutende Anteile möglich. Dennoch sind die Potentiale für Versorgungsoptionen durch oberflächennahe Geothermie bis zu einer Tiefe von 100 m eher für Neubauprojekte zu erschließen. Hier können die Sonden auch in innovativer Verbindung mit Fundamenten (Energiepfähle) oder der Peripherie der Gebäude schon während der Bauphase verbracht werden und die höhere Energieeffizienz von Neubauten verringert die notwendige Sondenanzahl.

Tiefen Geothermie weist in der Erschließungsphase einen hohen Flächenbedarf auf, der auf der MiDoI schwer bereitzustellen scheint. Das große technische Potential einer Dublette mit bis zu 60 GWh (bei insgesamt ca. 150 GWh zur Vollversorgung der MiDoI) könnte jedoch entscheidende Anteile einer nachhaltigen Wärmeversorgung liefern.

Nutzung von Biomasse aus Reststoffen:
Auf der MiDoI ist keine Industrie mit relevanten Reststoffen angesiedelt, die Grünpflegeschnitt- und Altholzpotentiale der MiDoI werden als gering eingestuft. Damit stellt sich das interne technische Potential für Energie aus Biomasse sehr gering dar. Für spezifische Projekte könnte in Zusammenarbeit mit den gewerblichen Entsorgungsbetrieben das vor Ort verfügbare Potential an Rest- und Abfallstoffen konkretisiert und eine mögliche Umstrukturierung bestehender Nutzungspfade abgewogen werden.

Externe Potentiale

Vollversorgung durch das Fernwärme-Verbundnetz:
Fernwärme aus dem Berliner Verbundnetz bietet das Potential einer Vollversorgung der MiDoI mit Wärme. Im Rahmen der Klimaschutzziele muss der Fernwärmebedarf bis 2045 insgesamt mit Erneuerbaren Energien gedeckt werden, wofür in Bezug auf das Berliner Verbundnetz eine detaillierte Machbarkeitsstudie vorliegt. Den Transformationspfad gilt es, durch politisch-rechtliche Instrumente abzusichern. Eine Strategie zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung auf der MiDoI, die schon heute auf eine Vollversorgung durch Fernwärme abzielt, würde ohne die Notwendigkeit zukünftiger dezentraler Einzelmaßnahmen an diesem Pfad partizipieren. Der Umfang der Verfügbarkeit biogener und synthetischer Gase ab 2030 lässt sich schwer einschätzen, sodass auch die Kosten schwer kalkulierbar bleiben. Wenn es bei der angestrebten Energie-Autarkie der MiDoI bleibt, ist zu empfehlen, dass der Fernwärmebedarf bilanziell durch die Ausnutzung der internen Potentiale zur Netzeinspeisung gedeckt wird.

Vollversorgung über Erdgas:
Erdgas weißt grundsätzlich das Potential zu einer Vollversorgung der MiDoI auf, bringt aber als fossiler Energieträger bei der direkten energetischen Nutzung hohe THGE mit sich. Es ist damit vor allem als Brückenenergieträger auf dem Weg zu einem klimaneutralen Gebäudebestand zu sehen und in Verbindung mit Brennwerttechnik als Übergangstechnologie derzeit unverzichtbar. Erdgas allein eingesetzt kann die Klimaschutzziele jedoch nicht erreichen und muss innerhalb des Zielhorizontes (bis zum Jahr 2045 nach dem EWG Bln) sukzessive substituiert werden. In allen heutigen Planungen ist unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer von Verbrennungssystemen zur Wärmeversorgung der fossile Gasanteil zugunsten der Anteile aus brennstofffreien EE möglichst gering zu halten und ausschließlich für Schlüsselfunktion zu nutzen, bei denen die Substitution nicht oder nur sehr schwer zu realisieren ist.

Biomasse:
Insbesondere für teilsanierte Bestandsgebäude weist die Nutzung von Biomasse zur Wärmeversorgung aufgrund sehr guter Temperaturdienlichkeit und der übersaisonal bedarfsgerechten Verfügbarkeit gegenüber anderen EE teilweise Vorteile auf. Eine Biomassenutzung sollte sich jedoch grundsätzlich auf lokale Potentiale und die Einhaltung des Kaskadenprinzips bzw. der Nutzungshierarchie stützen. Unter Berücksichtigung des aktuellen Biomasseeinsatzes für die Energieerzeugung in Berlin und Brandenburg sowie unter der Prämisse regionaler Verfügbarkeit besteht kein nennenswertes zusätzliches Potential für Berlin, sodass es lediglich zu einer Umverteilung der Fraktionen von Rest- und Abfallstoffen innerhalb des Energiesystems kommen könnte. Dies setzt eine

Nutzenkonkurrenzanalyse voraus. Wenn auf dieser Grundlage durch Biomasse fossile Energieträger substituiert werden und andere erneuerbare Wärmeversorgungsoptionen nicht in ausreichendem Maß zur Verfügung stehen, kann sie einen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten.

Einsatz von direktelektrischen PtH-Anlagen zur Nutzung von EE-Überschussstrom:
Die Einsatzzeit von PtH-Anlagen zur Nutzung von EE-Überschussstrom für die Wärmenetze in Berlin wird zumindest für die nächsten Jahre als sehr gering bewertet, da es nicht oft genug zu Überschüssen an EE-Strom kommt. Auch ist in den nächsten Jahren mit einer vermehrten Nutzungskonkurrenz um Überschussstrom zu rechnen. Damit kann eine Wärmeversorgung mit Power-to-Heat für die nächsten 10 Jahre nicht als genereller Strategiepfad der Wärmewende angesehen werden, der Einsatz ist nur in Pilotprojekten an sehr spezifischen Standorten sinnvoll. Bei einem sehr schnellen Ausbau von Windenergie- und PV-Kapazitäten könnte sich diese Bewertung verändern.

Fazit und Ausblick

Die Analysen zu den internen technischen Potentialen an Erneuerbarer Energie und Abwärme auf der Mierendorff-Insel haben gezeigt, dass eine Vollversorgung über diese Potentiale theoretisch möglich wäre. Hinzu treten die externen Potentiale der Fernwärme und des Gasnetzes. Für eine Analyse der Stärken und Schwächen über eine Nachhaltigkeitsbewertung wurden daher folgende technologische Versorgungsoptionen ausgewählt:

I. **Fernwärme aus dem Verbundnetz**
II. **Gas, dezentral** (sukzessive erneuerbare Gase)
III. **Nahwärmeverbunde** in Netzen der 4. Generation mit hohen Wärmeanteilen aus Abwasser, Wärme aus Fluss-/Kanalwasser, Solarthermie, Geothermie, ggf. Biomasse

Fernwärme aus dem Verbundnetz und dezentrale Gasversorgung stellen im Allgemeinen sehr klar definierte Versorgungslösungen dar. Ein Nahwärmeverbund lässt sich konkret in sehr diverser Form ausbilden. In Kapitel 6 wird daher ein exemplarisches Nahwärmenetz unter Beachtung der verfügbaren Potentiale für den bewertenden Vergleich konzeptioniert.

6 Konkretisierung eines Nahwärmeverbundes

Ziel

Ziel dieses Kapitel ist es, ein optionales Nahwärmenetz auf Basis erneuerbarer Energie und Abwärme zu skizzieren, das sich auf die Nutzung interner Potentiale konzentriert. Dabei soll das entworfene Konzept die potentiellen Möglichkeiten einer Kombination von Wärmequellen zur Versorgung eines Teils der MiDoI über eine Wärmenetzinfrastruktur aufzeigen und die Blaupause für die Nachhaltigkeitsbewertung eines Nahwärmekonzeptes liefern.

Vorgehen

Im ersten Schritt werden hierzu geeignete Gebäude-Blöcke als Bilanzraum ausgewählt, der potentielle EEB abgeschätzt und die technischen Anlagen zur Nutzung der in Frage kommenden Wärmequellen konzeptionell ausgelegt. Entsprechend eines ‚Green-Field'-Ansatzes werden die notwendige Betriebsparameter des Netzes, insbesondere der Vor- und Rücklauftemperatur, festgelegt und der notwendige Sanierungsstand der Gebäude vorausgesetzt. Im Ergebnis stehen die tragenden Infrastrukturelemente mit ihren energetischen Kennzahlen und die anteilige Zusammensetzung der gelieferten Endenergie.

6.1 Festlegung des Bilanzraumes

Für die Festlegung des hypothetischen Versorgungsgebietes wird sich an ausgewählten Kriterien orientiert, die die im Rahmen der bisherigen Untersuchungen analysierten Bedingungen und spezifischen Anforderungen auf der MiDoI berücksichtigen.

Auswahlkriterien

Folgend sind die angewandten Kriterien zur Auswahl des Bilanzraumes für die Konzeptionierung eines Nahwärmeverbundes aufgeführt:

- Potentiell hohe Abnahmemenge/Anschlussdicht
- Potentielle ‚Keimzelle' vorhanden
- Geringer Anteil Fernwärmeversorgung
- Günstige Bedingungen für die Einbindung von EE
- Heterogene Eigentümer*innen-Struktur
- Abgrenzung zum KoWa-Untersuchungsgebiet 2 (Q1 in Karlshorst)
- Keine Überschneidung mit Projekten des Bezirksamtes

Als Grundvoraussetzung für ein möglichst effizientes Wärmenetz ist eine hohe Wärmedichte als Quotient aus Abnahmemenge und Netzgebiet bzw. Leitungslänge zu erreichen. Bestenfalls lässt sich eine Keimzelle (siehe Kap. 4.4) identifizieren. Die Versorgung mit Fernwärme aus dem Verbundnetz bietet einerseits bereits die Teilhabe an dem Prozess einer sukzessiven Dekarbonisierung der Nutzwärme und sollte beibehalten werden, andererseits ist der Wechsel der Versorgungsart nicht jederzeit möglich. Um für die ausgewählten Blöcke perspektivisch eine hohe Anschlussdichte erreichen zu können, wird bei der Auswahl auf einen möglichst geringen bestehenden Versorgungsanteil mit Fernwärme gezielt. Die Bedingungen zur Einbindung von EE sind ein wichtiger Faktor. So begünstigt die räumliche Nähe zur Abwasserdruckrohrleitung die Erschließung wichtiger identifizierter Potentiale. Ebenso können verfügbare Flächen (Dächer o. Hinterhöfe) einen Ausschlag geben. Für alle Wärmewendeprojekte auf der MiDoI ist die heterogene Eigentümerstruktur zu beachten. Als projektspezifische Anforderungen wird daher die Erprobung von Konzepten auch in anspruchsvollem Umfeld gesehen. Zudem wird darauf geachtet, in Bezug auf die Gebäudestruktur eine Abgrenzung zu dem Untersuchungsgebiet ‚Q1' herzustellen und mit der Festlegung des Bilanzraumes keine Überschneidungen zu weiteren laufenden Projekten des Bezirksamtes auf der MiDoI zu erzeugen.

Ausgewählte Blöcke

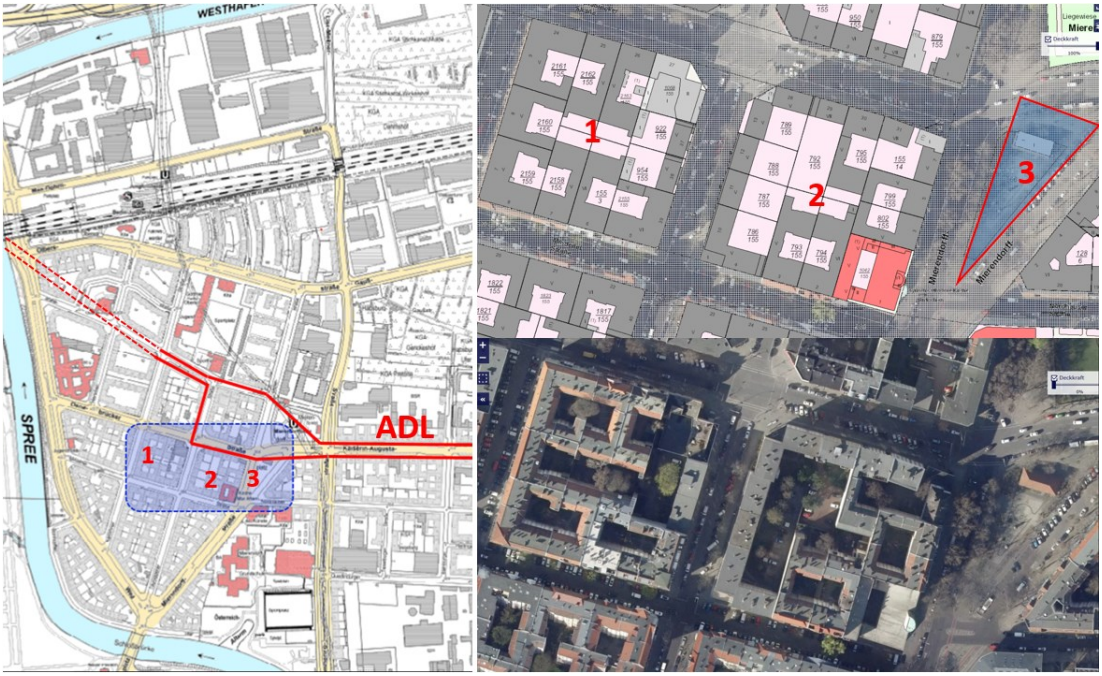


Abbildung 16: Lage und Eingrenzung des Bilanzraumes als Versorgungsgebiet für ein Nahwärmekonzept.
Quelle: Eigene Darstellung. Karten und Othophoto aus SenSBW (2021b), Interview Berlin 01d - indirekter Akteur 2020.

Als vorläufiges Versorgungsgebiet für das Nahwärmekonzept und damit als Bilanzraum für den Endenergiebedarf und die Betrachtung der Energieanteile im Nahwärmenetz werden die in Abbildung 16 mit ‚1' und ‚2' gekennzeichneten Gebäudeblöcke ausgewählt. Die Grundfläche dieser beiden Blöcke beträgt nach SenSBW (2021b) in Summe etwa 22.000 m². Die Grundfläche der Gebäude beider Blöcke beträgt auf Grundlage von Analysen der ALKIS-Dateien über die Software ‚QGIS' rund 11.800 m². Über die Geschossanzahl der Gebäude lässt sich daraus eine Nettogrundfläche von in Summe 57.380 m² ermitteln. Als zusätzlich günstiges Element grenzt ein landeseigenes Grundstück (Fläche 3) an, dass in den Bilanzraum aufgenommen wird. Der nächste Abschnitt stellt diese Fläche näher dar.

Verkehrsfläche

Bei der in Abbildung 16 mit ‚3' gekennzeichnete Fläche handelt es sich nach dem Allgemeinen Liegenschaftskataster Informationssystem (ALKIS) um ein als Verkehrsfläche in Form eines öffentlichen Platzes genutztes Grundstück im Eigentum des Landes Berlin (Flurstück 366, Flur 11, Gemarkung Charlottenburg) (SenSBW 2021b). Aus dem ALKIS stammen unter anderem folgende Informationen:

Bezeichnung:	Flurstück 366, Flur 11, Gemarkung Charlottenburg (0007)
Eigentum:	Land Berlin
Gebietszugehörigkeit:	Bezirk Charlottenburg-Wilmersdorf
Lage:	Mierendorffplatz 1
Fläche:	1.432 m²
Tatsächliche Nutzung:	Verkehrsfläche (Platz)
Klassifizierung:	Gemeindestraße
Landesgrundvermögen:	Geschäfts- u. Aufgabenbereiche der Bezirksverwaltung Charlottenburg-Wilmersdorf, Tiefbau

Auf der Verkehrsfläche befindet sich ein einstöckiges Gebäude mit öffentlicher Toilette, welches ebenso den Zugang zu Berlins größter Fernwärme-Pumpstation darstellt. Betreiberin der Fernwärme-Pumpstation ist die Vattenfall Wärme GmbH (Vattenfall 2017).

6.2 Endenergiebedarf und Versorgungsanteile

Energieabsatz Wärmenetz

Um den Endenergiebedarf im Bilanzraum bzw. den potentiellen Energieabsatz über das konzeptionierte Wärmenetz abschätzen zu können, werden die blockscharfen Endenergieverbräuche im Bilanzraum aus dem Jahr 2017 herangezogen. Diese setzen sich aus Angaben der EVU und aus Daten der Schornsteinfeger zusammen. Erdgas ist zukünftig vollständig zu substituieren. Der potentielle Energieabsatz über das Nahwärmenetz orientiert sich demnach am derzeitige Gasverbrauch im Bilanzraum und wird mit 2.300 MWh festgelegt.

Tabelle 5: Gas- und Fernwärmeverbrauch im Bilanzraum im Jahr 2017.

	Gas 2017		Fernwärme 2017		
	Zähler [Stk.]	EEV [kWh]	Haus-anschlüsse [Stk.]	versorgt. Adressen [Stk.]	EEV [kWh]
Block 1	163	1.703.967	4	5	756.718
Block 2	100	564.376	10	10	1.210.555
Summe	263	2.268.343	14	15	1.967.273

Quelle: Eigene Erstellung auf Grundlage BA-CW (2021).

Wärmenetz Parameter

Für das Verteilnetz des Konzeptes werden Netztemperaturen im Sommer von 80°C im Vorlauf und 60°C im Rücklauf sowie im Winter von 90°C im Vorlauf und 50°C im Rücklauf definiert. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Temperaturniveau zur Versorgung aller anzuschließenden Einheiten ausreicht. Für das Wärmenetz werden industriell vorgefertigte, kunststoffisolierte Doppelrohr-Wärmeleitungen berücksichtigt. Pauschal werden im Wärmenetz Verteilverluste von 9 % berücksichtigt.

Lastgang

Da die verfügbaren Daten zum Wärmeverbrauch keine tageszeitlichen Dynamiken beinhalten, wie sie jedoch beispielsweise für die Kalkulation der Leistung/Erträge solarthermischer Kollektoren relevant sind, werden die Lastkurven für das Netz an den Hausübergabestationen über eine standardisierte Verbrauchskurve für Mehrfamilienhäuser modelliert, indem der festgelegte EEB von 2.300 MWh entsprechend dieser Verbrauchskurve auf Stundenwerte über ein Jahr skaliert wird. Stunde 0 als Ursprung der x-Achse in den folgend abgebildeten Last- und Leistungskurven bezieht sich auf 00:00 Uhr des 01.01. eines Jahres.

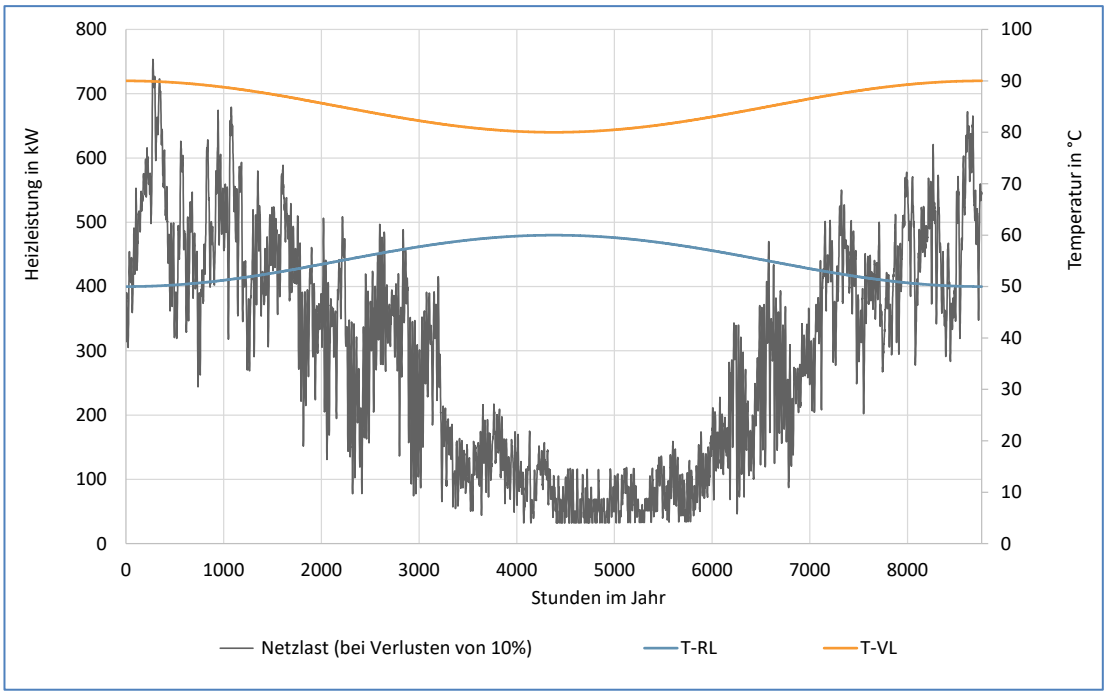


Abbildung 17: Darstellung der skalierten Verbrauchskurve 'MFH-Wohnen' sowie der festgelegten Temperaturverläufe in Vor- und Rücklauf.
Quelle: Eigene Darstellung.

Wärmequelle

Das Konzept ‚Nahwärmeverbund' soll sich auf die Nutzung interner Potentiale stützen. Auf Grundlage der Potentialanalysen und der Bedingungen des Bilanzraumes wird auf eine Kombination aus Abwasserwärme und Solarthermie gesetzt. Ebenso stellt die Nutzung von oberflächennaher Geothermie eine Option dar, die vorerst nicht im hier konzeptionierten Nahwärmeverbund aber weiterhin im Projekt Berücksichtigung findet. Die Konzeptionierung sieht vor, Abwasserwärme über eine Kaskade drehzahlgeregelter Wärmepumpen auf die benötigte Vorlauftemperatur zu bringen. Moderne Wärmepumpen liefern hierzu die ausreichenden Temperaturniveaus im Verdampferkreis. Die kritischen Temperaturen von Ammoniak (132,40°C) und n-Butan (152,01°C) ermöglichen beispielsweise die Bereitstellung von Vorlauftemperaturen bis 120°C (Totschnig et al. 2017: 159 ff.). Bei einer Netztemperatur im Vorlauf von 85°C und einer durchschnittlichen Abwassertemperatur von 15°C können von heutigen Großwärmepumpen Leistungszahlen von 3 erreicht werden (FH IEE 2019: 61). Das benötigte Speichervolumen wird über einen Behälterwärmespeicher bereitgestellt. Perspektivisch ist auch eine Wärmespeicherung über Erdwärmesonden denkbar.

Solarthermie

Zu Deckung der Wärmestromlast im Netz über Solarthermie wird die Belegung der Verkehrsfläche und der geeigneten Dächer von Block 2 berücksichtigt. Als Kollektortyp kommen Hochleistungsflachkollektoren zum Einsatz. Die in Abbildung 18 rot gerahmten Dachflächen mit 2.048 m² ergeben zusammen mit dem Flurstück 366 eine Gesamtfläche von 3.320 m². Unter Berücksichtigung eines entsprechenden Reihenabstandes der auf den Flachdächern aufgeständert installierten Kollektoren wurde zur Ermittlung der möglichen Bruttokollektorfläche (BKF) der Faktor 2,3[22] verwendet. Daraus resultiert eine installierbare

[22] Für eine erste Abschätzung wird üblicherweise ein Faktor von 2 bis 2,5 bezüglich der Grundfläche angesetzt, um den notwendigen Reihenabstand eines Kollektorfeldes ausreichend zu berücksichtigen.

BKF von rund 1.450 m². Unter den ortsspezifischen Einstrahlungsbedingungen bei gegebener Verschattungssituation resultiert auf Grundlage einer Simulation über das Tool ‚SenoCalc Fernwärme' ein spezifischer Kollektorfeldertrag von jährlich 394 kWh/m²BKF. Zur Realisierung dieses Ertrages wird ein Speichervolumen von 650 m³ (eines drucklosen Wasserspeichers) benötigt, der als Behälterspeicher im Innenhof von Block 1 ausgeführt werden kann. Es wäre ebenso denkbar, die Betriebsstätten der Fernwärmepumpstation als Standort für einen Wärmespeicher zu nutzen. Die Prüfung der Machbarkeit dieser Option in Bezug auf verfügbaren Raum oder Bereitschaft seitens Vattenfall ist für die nächste Projektphase geplant.

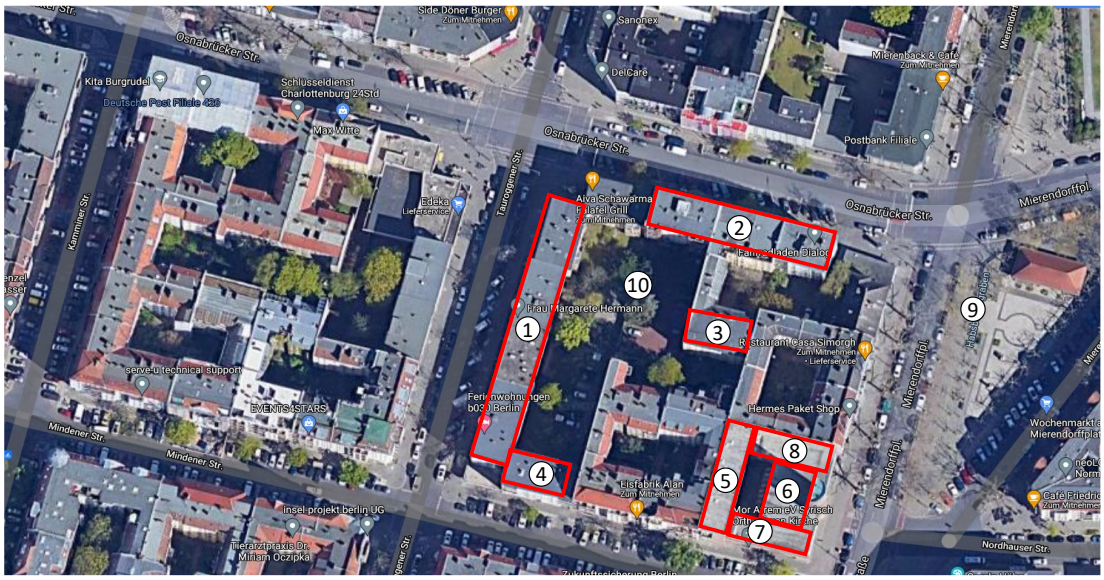


Abbildung 18: Darstellung der Berücksichtigten Dachflächen für die Auslegung der solarthermischen Kollektorfläche.
Quelle: Eigene Darstellung Solites.

Tabelle 6: Flächen für Solarthermie und Standorte für Infrastruktur.

Nr.	Art	Fläche, ca. [m²]
1	Dachfläche	750
2	Dachfläche	500
3	Dachfläche	144
5	Dachfläche	144
6	Dachfläche, teilverschattet	150
7	Dachfläche, teilverschattet	100
8	Dachfläche, teilverschattet	100
9	Verkehrsfläche, Flurstück 366	1.432
9	Standort Heizzentrale	-
10	Standort Wärmespeicher	-

Quelle: Eigene Darstellung.

Heizzentrale und Abwasserwärme

Abbildung 18 zeigt die berücksichtigten Dachflächen zur Belegung mit solarthermischen Kollektoren und die möglichen Standorte für Heizzentrale und Wärmespeicher. Der Standort Verkehrsfläche für die Heizzentrale bietet sich insbesondere an, da hier Entfernung und

Zugang zu der ADL sehr günstig sind. Der Anschluss der Wärmepumpe an die Abwasserwärme trägt einen entscheidenden Anteil an den Investitionskosten. Optimale Bedingungen zur Senkung dieser Kosten bestehen daher durch die örtliche Nähe von Wärmetauscher bzw. Entzugspunkt und Wärmepumpe. Sind die Erd- und Montagearbeiten zum Anschluss der Abwasserwärme zudem mit ‚sowieso' anstehenden straßenbaulichen Maßnahmen oder sonstigen Erdbauarbeiten im betroffen Bereich zu kombinieren, lassen sich die Kosten weiter optimieren (Dunkelberg et al. 2020b: 13). In der Heizzentrale wäre lediglich die Wärmepumpe unterzubringen, sodass ein relativ geringer Platz-/bzw. Raumbedarf besteht.

FW-Verbundnetz als Redundanz

Mit der großen Fernwärmepumpstation in unmittelbarer Nähe wäre es möglich, das Nahwärmenetz an das Fernwärme-Verbundnetz Zwecks Notversorgung im Fall einer Betriebsunterbrechung der Abwasserwärmepumpe zu koppeln. Hydraulisch getrennt könnte über einen Bypass und einen Wärmetauscher das Nahwärmenetz im Notfall oder bei Instandhaltungsmaßnahmen direkt mitversorgen werden. Eine Klärung der prinzipiellen Machbarkeit mit Vattenfall, auch in Bezug auf die Bereitstellung benötigter Kapazitäten, wäre ein Element der im Projekt anstehenden Erprobungsphase.

Leistungs- und Energieverteilung

Abbildung 19 zeigt den jährlichen Lastverlauf und die stündlich bereitgestellte Endenergie nach den Energieträgern Solarthermie und Abwasserwärme. Dabei ist zu erkennen, dass die Grundlast (i.d.R. die benötigte Leistung für die Warmwasserbereitung) bei rund 100 kW liegt. Die maximale Last im Netz liegt bei etwa 680 kW.

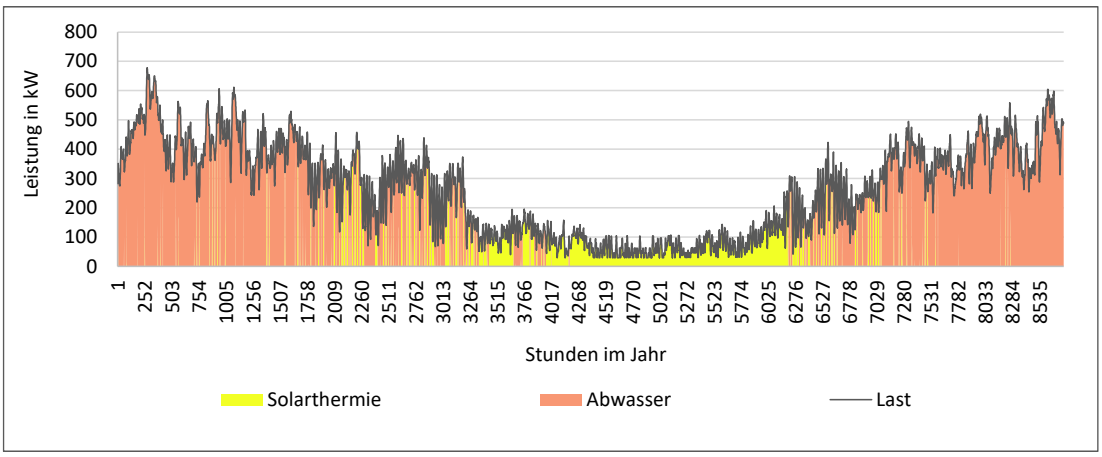


Abbildung 19: Lastverlauf und stündliche Endenergie aus den berücksichtigten Energieträgern für die Wärmeversorgung des Bilanzraumes ‚Nahwärmeverbund'.
Quelle: Eigene Darstellung.

Nach der Darstellung der monatlichen Endenergieaufteilung in Abbildung 20 ist ersichtlich, dass der Wärmebedarf in Juli und August zu 100 % über die solarthermische Kollektoranlage gedeckt werden kann. Insgesamt kommt es zu einem solaren Deckungsgrad bei der Netzeinspeisung von 21 %.

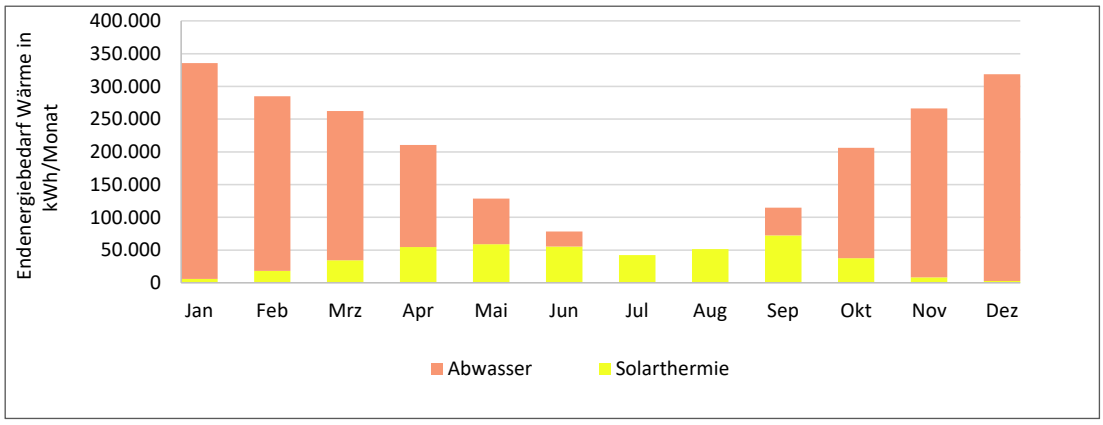


Abbildung 20: monatliche Endenergieaufteilung Nahwärme nach Energieträgern. Quelle: Eigene Darstellung.

Übersicht Auslegung

Aus den identifizierten Flächen lassen sich über die vorgegebenen Parameter wie Belegungsgrad, Kollektorart, Netztemperaturen und Netzverlusten die solarthermischen Erträge simulieren, womit sich die Abwasserwärme ableitet. In Übersicht 4 sind wichtige Parameter und die eingespeiste Energiemenge nach Energieträgern dargestellt.

Übersicht 4: Netz- und Infrastrukturparameter sowie Energiemengen im Nahwärmenetz.

Wärmenetz		
VL-/RL-Temperatur	Sommer: 80/60 Winter: 90/50	°C
Netzverluste im Wärmenetz	9	%
ST-Anlage		
Standort ST	Verkehrsfläche + Dachflächen	
Kollektortyp	HLFK	
Bruttokollektorfläche	1450	m²
Notwendiges Speichervolumen	650	m³
WaA-WP		
min. Last Abwasserwärme	0	kW
max. Last Abwasserwärme	754	kW
WP-Kaskade	6 x 125	kW
Ø COP	2,5	
Einspeisung		
Netzeinspeisung ST	486.679	kWh/a
Netzeinspeisung WaA	2.043.321	kWh/a
solarer Deckungsgrad	21	%

Quelle: Eigene Erstellung.

6.3 Strukturelle Rahmenbedingungen

Anforderungen Sanierungs-zustand und TGA

Wie in Kapitel 4.4 aufgezeigt, bedarf es für den effizienten Betrieb von Wärmenetzen der 4. Generation eines gewissen Sanierungsniveaus der zu versorgenden Gebäude. Ein schlechter Sanierungszustand der Gebäude erfordert relativ hohe Vorlauftemperaturen in den Heizsystemen. Um die Effizienz und damit die ökologische Wirkung sowie die Wirtschaftlichkeit von Nahwärmenetzen zu optimieren, sind möglichst niedrige Systemtemperaturen anzustreben. Grundlage hierfür bildet einerseits eine ausreichende Sanierungstiefe in Bezug auf die Dämmung der Gebäudehülle, welche sich im flächenspezifischen Endenergiebedarf abbildet. Die Bereitstellung dieses EEB erfordert unter anderem in Abhängigkeit der Übertragungsfläche der vorhandenen Wärmeübertrager in den Wohnungen (Heizkörper oder Flächenheizungen wie Fußboden- oder Wandheizungen) ein bestimmtes Temperaturniveau im Vorlauf der Heizung. Die Rücklauftemperatur resultiert dann aus dem an die Umgebung abgegebenem Wärmestrom. Über gebäudespezifische Informationen zum Sanierungszustand oder der Art der Wärmeübertrager in den Wohnungen konnte im Rahmen von KoWa nicht verfügt werden. Ebenso konnten für das Untersuchungsgebiet MiDoI keine umfangreichen Berechnungen auf Grundlage von Gebäudemodellen für die Gebäude im Bilanzraum durchgeführt werden. Die festgelegten Parameter zu den benötigten Vor- und Rücklauftemperaturen leiten sich daher aus Dunkelberg et al. (2020a) in Abhängigkeit vom Baualter und den in Kapitel 3.1 dargestellten Rahmenbedingungen zum Sanierungszustand der Gebäude ab. Die festgelegten Netztemperaturen stellen im Einzelfall ggf. eine Restriktion für das potentiell anzubindende Gebäude dar, sodass Sanierungsmaßnahmen, wie ein Austausch alter Fenster und/oder weitere Maßnahmen zur Dämmung der Gebäudehülle, notwendig sein können. Für einen effizienten Betrieb sollte jedoch bei allen anzubindenden Gebäuden nach Nussbaumer et al. (2021) eine energetische Optimierung der Gebäudetechnik erfolgen. Geeignete Maßnahmen zur energetischen Optimierung auf Gebäudeseite sind neben der Verwendung möglichst großer Wärmeübertragerflächen u.a. die Verwendung von Durchfluss- oder Speicherladesystemen zur TWW-Bereitung und Heizkörperthermostatventile zur raumweisen Temperaturregelung, die technische Begrenzung der Warmwasser-Zirkulationsmenge sowie ein hydraulischer Abgleich des gesamten Heizsystems. Zudem sind technische Maßnahmen bzw. der Austausch von Komponenten vorzunehmen, um hydraulische Kurzschlüsse zwischen Vor- und Rücklauf auszuschließen (Nussbaumer et al. 2021: 169 ff.)

Öffentlicher Zweck

Voraussetzung für die skizzierte Nahwärmelösung ist die Auslegung als öffentliches Netz. Nur auf Grundlage eines öffentlichen und allgemein zugänglichen Netzes mit dem Zweck der öffentlichen Energieversorgung besteht nach dem Berliner Straßengesetz die Option zur Einbindung von öffentlichem Raum bei der Erschließung von Energiepotentialen. Ein öffentlicher Zweck (z.B. die öffentliche Versorgung) bei der Nutzung des öffentlichen Raums stellt nach dem Berliner Straßengesetz eine Bedingung für die Sondernutzung einer Verkehrsfläche dar (siehe §§11+12 BerlStrG). Dies müsste ebenso für die Errichtung und den Betrieb einer solarthermischen Kollektoranlage auf öffentlichen Verkehrsflächen gelten.[23]

[23] Zur weiteren Klärung der Bedingungen für die Erteilung einer Erschließungsgenehmigung ist das Straßen- und Grünflächenamt Charlottenburg Wilmersdorf zuständig.

Betreibermodell Energiegenossenschaft

Als Wärmenetz-Betreiber würden sich die öffentlichen Energieversorgungsunternehmen anbieten. Das Netzbetreiber-Unternehmen könnten ebenso den Betrieb der Heizzentrale, der Abwasserwärmepumpe sowie der solarthermischen Kollektoranlage auf der Verkehrsfläche übernehmen und zusammen mit den Haus- bzw. Wohnungseigentümer*innen und den Mieter*innen eine Bürger*innen-Energiegenossenschaft gründen. Die Eigentümer*innen der Gebäude wären neben Wärmebezieher*innen Mit-Eigentümer*innen an der Infrastruktur und würden so zu mitbestimmenden Prosumern. Vielfältige Praxisbeispiele und Geschäftsmodelle für die Kooperation von Energiegenossenschaften mit Stadtwerken finden sich beispielsweise in Lange et al. (2020).

Public-Private-Partnership (PPP)[24]

Die Errichtung und der Betrieb von Infrastrukturen wie der eines Wärmenetzes ist kapital- und kostenintensiv und bedarf einer langfristigen Finanzierung. Gerade kleinere Kommunen oder kommunale Unternehmen stellt dies regelmäßig vor große Herausforderungen. Da aber wiederum die Kommune ein Interesse an einer nachhaltigen Wärmeversorgung haben sollte und im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens sowieso beteiligt ist, erscheint eine Einbindung dieser als sinnvoll. Die kommunale Wärmeplanung gehört in Deutschland allerdings Ende 2021 noch nicht zu deren Pflichtaufgaben und es fehlt häufig an der nötigen finanziellen Ausstattung. So musste 2018 jede fünfte Kommune unter einem Haushaltssicherungskonzept arbeiten (Degenhart und Holstenkamp 2010: 103 f.; Deutscher Bundestag 2020). Aus diesen Gründen etablierte sich in den vergangenen Jahren insbesondere für kapitalintensive Investitionen neben der konventionellen öffentlichen Bereitstellung und einer vollständigen Privatisierung eine Mischform, das Public Private Partnership (PPP)[25] (Degenhart und Holstenkamp 2010: 103 f.; Wigger 2017: 396 f.). Innerhalb dieser werden die öffentlichen Interessen mit privater unternehmerischer Tätigkeit verbunden. Nach der Definition des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, dem BMZ (2021), sind PPP „Kooperationen von öffentlicher Hand und privater Wirtschaft beim Entwerfen, bei der Planung, Erstellung, Finanzierung, dem Management, dem Betreiben und dem Verwerten von zuvor allein in staatlicher Verantwortung erbrachten öffentlichen Leistungen. Öffentliche-private Partnerschaften stellen somit eine Beschaffungsalternative des Staates zur herkömmlichen Eigenrealisierung dar.“ (BMZ 2021).

[24] Ausführungen zu PPP auf Grundlage der Hochschule Osnabrück.

[25] Synonym wird im Deutschen auch die Bezeichnung Öffentlich-Private Partnerschaft (ÖPP) verwendet.

7 Nachhaltigkeitsbewertung

7.1 Überblick zu den bewerteten Varianten und Zeitstufen

Einleitung

Im Rahmen des 4. Arbeitspaketes (Konzeptionierung und Bewertung) werden auf Basis der Analysen in den Arbeitspakten 2 (Erhebung) und 3 (Auswertung) unterschiedliche Konzepte einer künftigen Wärmeversorgung definiert sowie auf Stärken und Schwächen untersucht. Dafür werden im Untersuchungsgebiet MiDoI die untenstehenden Wärmeversorgungskonzepte anhand einer Nachhaltigkeitsbewertung vergleichbar gemacht.

Bewertete Varianten

Variante I:	**Fernwärme aus dem Verbundnetz** (KS95 nach BET (2019))
Variante II:	**Gas, dezentral** (sukzessive erneuerbare Gase)
Variante III:	**Nahwärmeverbund** (21% ST + 79% WaA)

Hierbei erfolgt die Bewertung von Variante I auf Grundlage des aufgezeigten Transformationsszenarios KS95 der ‚Machbarkeitsstudie Kohleausstieg und nachhaltige Fernwärmeversorgung Berlin 2030', welche durch das BET (2019) erstellt wurde. Die Bewertung von Variante II erfolgt unter der Prämisse des GASAG-Szenarios einer sukzessiven Substitution des im Gasnetz beförderten Energieträgers Erdgas durch erneuerbare synthetische Gase. Für Variante III ‚Nahwärme' erfolgt die Bewertung auf Basis der Konzeptionierung in Kapitel 6. Die Prognosen und Annahmen der ausgewählten Szenarien werden im Rahmen der Analyse nicht validiert.

Zeitliche Differenzierung

Entscheidungen zu Wärmeversorgungslösungen werden für einen langen Nutzungshorizont getroffen. Das Durchschnittsalter der Heizungen in Deutschland liegt bei 17 Jahren, jede vierte Heizung ist älter als 25 Jahre (BDEW 2019). Um die Zukunftsfähigkeit der Versorgungsvarianten beurteilen zu können, erfolgt eine Bewertung für drei Zeitstufen: Stufe 1 für das Jahr 2021, Stufe 2 für das Jahr 2030 und Stufe 3 für das 2050.

Abbildung 21: Zeitstufen der Nachhaltigkeitsbewertung.
Quelle: Eigene Darstellung.

Methodisches Vorgehen

Bei dem in KoWa angewendeten Bewertungsverfahren handelt es sich um eine multikriterielle Bewertung (Haase et al. 2021) der Konzepte in Bezug auf ihren Beitrag zu einem nachhaltigen Energiesystem. Die Bewertung des Beitrags der jeweiligen Variante zu einem nachhaltigen Energiesystem berücksichtigt 15 Nachhaltigkeitskriterien in den drei Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales. Die ausgewählten Kriterien beziehen sich jeweils auf ein zu erreichendes Qualitätsziel. Grundlagen zum Bewertungsschema sowie die detaillierte Operationalisierung der Bewertung beinhaltet Gapp-Schmeling et al. (2021) ‚Nachhaltigkeitsbewertung kommunaler Wärmeversorgungsoptionen – Methoden-

beschreibung'.[26] Die Datengrundlage sowie eine Zusammenfassung der Argumentation zur Bewertung der entwickelten Konzepte finden sich im Anhang ‚Grundlagen und Ausführungen zur Nachhaltigkeitsbewertung'.

Ziel der Bewertung

Insgesamt dient die Nachhaltigkeitsbewertung dazu, die einzelnen Konzeptoptionen mit ihren Stärken und Schwächen innerhalb eines Untersuchungsgebietes vergleichen zu können. Die Stärken und Schwächen der Alternativen werden systematisch identifiziert, um eine rationale Entscheidungsfindung zu ermöglichen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in einem Profilliniendiagramm für jede Zeitstufe, welche nach Varianten sowie den Bewertungskriterien und ihren Nachhaltigkeitsdimensionen differenzieren. Die Visualisierung bewirkt eine Komplexitätsreduktion und Verdeutlichung der relativen Positionen der Varianten insgesamt und bei den einzelnen Bewertungskriterien.

7.2 Auswertung Stufe 1 – Jahr 2021

Überblick

In Abbildung 22 lassen sich die Stärken und Schwächen der Versorgungsvarianten I-III für Stufe 1/das Jahr 2021 innerhalb des Bewertungsschemas für eine Nachhaltige Energieversorgung anhand eines Profilliniendiagramms ablesen. Die horizontalen Beschriftungen der Bewertungspunkte 1-15 benennen die für ein nachhaltiges Energiesystem zu erreichenden Qualitätsziele. Die Zuordnung einer Variante zu einem Bewertungspunkt beschreibt grundsätzlich den Beitrag dieser Variante zur Erreichung des Qualitätszieles, wobei eine Bewertung mit ‚1' als Punkt auf der linken Seite des Diagrammes eingetragen wird und als positive Wertung zu verstehen ist. Eine Bewertung mit der Bewertungsstufe 5 findet sich auf der rechten Seite des Diagrammes wieder und entspricht einer negativen Bewertung. Ordinalskaliert ordnen sich die Bewertungsstufen 2-4 dazwischen ein.

[26] Nach der Methodenbeschreibung werden zur Bewertung des Beitrags einer Versorgungslösung zum Qualitätsziel ‚Klimaneutralität' vorzugsweise die spezifischen CO_2-äquivalenten Emissionen in kg CO_{2eq} pro MWh als Indikator herangezogen. Zur Bewertung der in diesem Bericht berücksichtigten Versorgungslösungen werden die direkten CO_2-Emissionen betrachtet. Diese sind in BET (2019) als Bewertungsgrundlage der Fernwärme im VG1 für die betrachteten Zeitstufen verfügbar. Gegenüber der Verwendung von GEMIS-Prozessdatensätzen mit deutschlandweiten Durchschnittswerten für CO_2-äquivalente Emissionen der Fernwärme ist so eine clusterspezifischere Analyse und ein exakterer Vergleich der Versorgungslösungen für die MiDoI möglich. Da sich die im Methodenbericht festgelegten Stufengrenzen für die Einteilung der Versorgungslösungen zu den Bewertungsstufen des Kriteriums THG-Emissionen auf $kgCO_{2eq}$/MWh beziehen, ist das teilweise leicht positivere Resultat der Bewertung des Beitrags der Versorgungslösungen zum Qualitätsziel Klimaneutralität zu berücksichtigen.

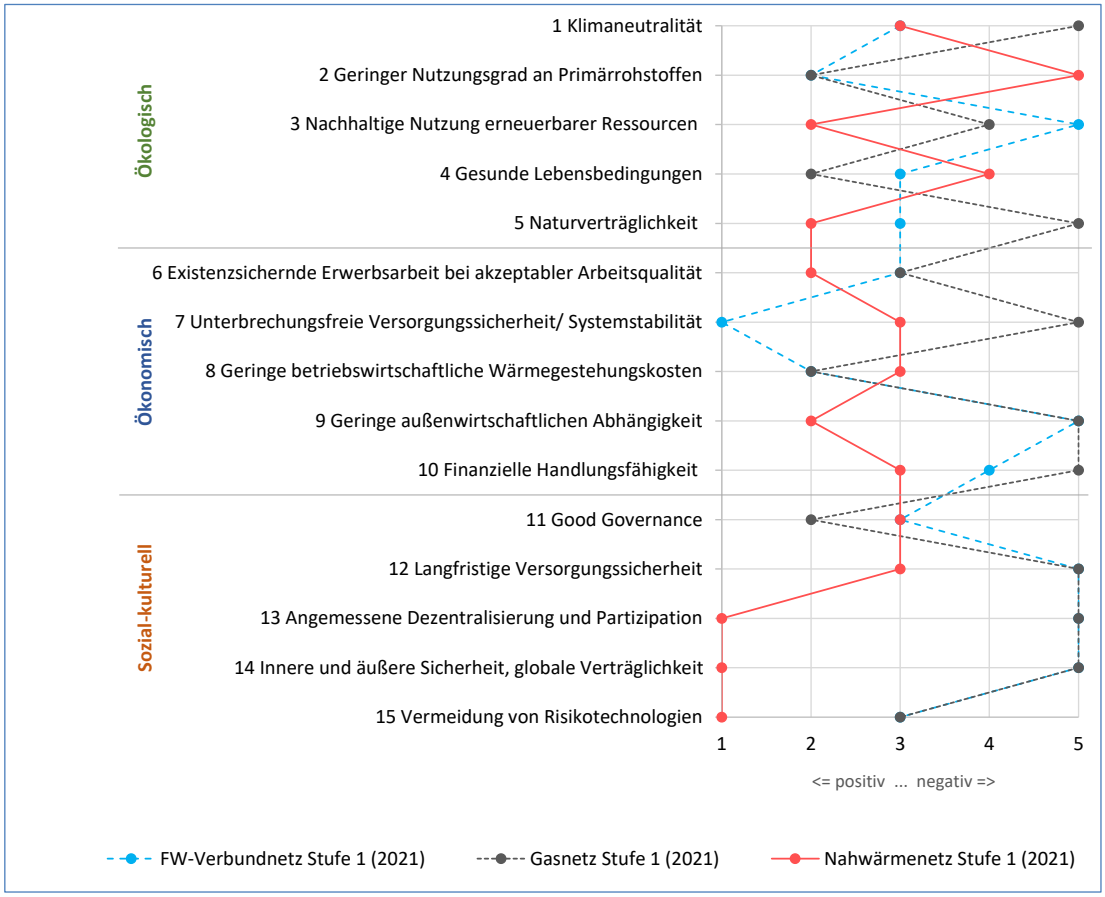


Abbildung 22: Ergebnis der Nachhaltigkeitsbewertung der Konzeptvarianten für Stufe 1: 2021.
Quelle: Eigene Darstellung.

Ökologische Dimension

In Stufe 1 weisen in der ökologischen Dimension alle Varianten Schwächen auf. Insgesamt zeigen sich durch die Ausprägung der Stärken jedoch Vorteile von Variante II ‚Gas dezentral' und insbesondere Variante III ‚Nahwärmenetz' gegenüber Variante I ‚Fernwärme', die mit ihrem Beitrag zu den ökologischen Qualitätszielen meist nicht über eine mittlere Bewertung hinauskommt. Dabei zeigt Variante I ‚Fernwärme' ihre ausgeprägteste Schwäche in einem negativen Beitrag zur nachhaltigen Nutzung erneuerbarer Ressourcen (V-I,Z3:5)[27], insbesondere aufgrund der sehr hohen Anteile an Steinkohle zur Wärmeversorgung, die sich besonders negativ auf die Regenerationsrate erneuerbarer Ressourcen auswirkt. Die entscheidende Schwäche von Variante II ‚Gas dezentral' liegt in den hohen direkten CO_2-Emissionen von 202 kg/MWh (gegenüber V-I: 145 kg/MWh; V-III: 130 $kgCO_2$/MWh) und damit einem negativen Betrag zur Erreichung der ‚Klimaneutralität' (V-II,Z1:5). Variante II kann aber aufgrund der relativ geringen GEMIS-Werte zum kumulierten Stoffaufwand und zu den Emissionen an Schwefeldioxidäquivalenten Stärken in Bezug auf einen ‚geringen Nutzungsgrad an Primärrohstoffen' (V-II,Z2:2) sowie dem Qualitätsziel ‚gesunde Lebensbedingungen' (V-II,Z4:2) aufweisen. Hier besteht ein Vorteil gegenüber den bewerteten Alternativen. Variante III ‚Nahwärme' weist aufgrund der GEMIS-Werte hingegen eine ausgeprägte Schwäche in ihrem Beitrag zu einem ‚geringen Nutzungsgrad an Primärrohstoffen' auf (V-III,Z2:5). Konkret resultiert der sehr hohe Wert für den kumulierten Stoffaufwand aus den Vorketten der Wärmepumpe, die im Rahmen von KoWa nicht validiert

[27] **V**ariante **I**, (Qualitäts-)**Z**iel **2**: (Bewertungs-)Stufe **2** = **V-I,Z2:2.**

werden konnten. Die Versorgungsvariante ‚Nahwärme' bringt aber insgesamt auch die ausgeprägteste Stärke in der ökologischen Dimension mit: Da über die Einbindung unvermeidbarer Abwärme und quasi-unerschöpflicher Solarenergie bereits versiegelte Flächen effizienter genutzt werden (multicodierte Flächennutzung), kann die Versorgungsvariante einen hohen Beitrag zur ‚Naturverträglichkeit' des Energiesystems leisten (V-III,Z5:2). Zudem wird im relativen Vergleich mit den anderen Varianten aufgrund dieses Energiemix ebenso der höchste Beitrag zum Qualitätsziel ‚Nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen' geleistet (V-III,Z3:2). Lediglich rund 1/6 der bereitgestellten Wärme von Variante III ‚Nahwärme' beruht auf fossiler Energie, welche auf den Antriebsstrom der Wärmepumpe und hier den fossilen Anteil am deutschen Strommix zurückgeht.

Ökonomische Dimension

In der ökonomischen Dimension der Nachhaltigkeitsbewertung zur Stufe 1 (2021) ergeben sich im Vergleich bei 3 der 5 Qualitätsziele Vorteile für Variante III ‚Nahwärme', wenngleich sich allein in ihren Beiträgen zu den Qualitätszielen ‚Existenzsichernde Erwerbsarbeit und gute Arbeitsbedingungen' sowie ‚Geringe außenwirtschaftliche Abhängigkeit' Stärken ausprägen (V-III,Z6+Z9:2). Alle weiteren Bewertungen dieser Variante sind im mittleren Bereich verortet. Hingegen zeigt die Bewertung zu Variante I ‚Fernwärme' deutliche Stärken dieses Versorgungskonzeptes in Bezug auf Versorgungssicherheit und geringe Kosten (V-I,Z7:1+Z8:2). Zum einen sind die Erzeugungsanlagen mehrfach redundant, was eine unterbrechungsfreie Wärmeversorgung fördert, und zum anderen liegen die Wärmegestehungskosten bzw. die Vollkosten für die Endnutzer (hier vereinfacht der energieeinheitenspezifische Fernwärmepreis der Vattenfall Wärme GmbH als Mischpreis aus Grund- und Arbeitspreis) bei rund 10 €ct/kWh (Stand November 2021) und damit im unteren Bereich heute verfügbarer zukunftsfähiger Wärmelösungen. Schwächen von Variante I ‚Fernwärme' liegen in der sehr starken außenwirtschaftlichen Abhängigkeit von den zu annähernd 100 % importierten Energieträgern Steinkohle und Erdgas und, damit in Verbindung stehend, der ‚finanziellen Handlungsfähigkeit' bzw. eingeschränkten Planbarkeit der verbrauchsgebundenen Kosten aufgrund hoher Risiken bei der Preisentwicklung fossiler Energie (V-I,Z9:5,Z10:4). Noch einmal stärker ausgeprägt sind diese Schwächen bei Variante II ‚Gas dezentral' bewertet (V-II,Z9+Z10:5). Hinzu tritt bei ‚Gas dezentral' eine sehr ausgeprägte Schwäche in Bezug auf die Versorgungssicherheit (V-II,Z7:5), da eine dezentrale Heizungsanlage in der Regel nicht redundant ausgeführt ist. Gegenüber der Fernwärme kann ‚Gas dezentral' keine besonders ausgeprägte Stärke aufweisen. Allein bei den Wärmegestehungskosten von 10€ct/kWh wird eine Bewertung der Stufe 2 erreicht (V-II,Z9:2). Variante II ‚Gas dezentral' weist damit in der ökonomischen Dimension klare Nachteile gegenüber den Versorgungsvarianten ‚Nahwärme' und ‚Fernwärme' auf.

Sozial-kulturelle Dimension

In der sozial-kulturellen Dimension des Bewertungsschemas zu einer nachhaltigen Energieversorgung zeigt Variante III ‚Nahwärme' deutliche Vorteile gegenüber den alternativen Varianten. Insbesondere prägen sich die Stärken des Nahwärmekonzeptes in den Beiträgen zu den Qualitätszielen ‚angemessene Dezentralisierung', ‚globale Verträglichkeit' und ‚Vermeidung von Risikotechnologien' aus, die jeweils als sehr positiv zu bewerten sind (V-III,Z13+14+15:1). Dies ist insbesondere auf die Nutzung interner EE-Potentiale mit geringen Konflikt- und Gefährdungspotentialen sowie das konzeptionierte Betreibermodell mit komplexen Entscheidungsstrukturen und den Partizipationsmöglichkeiten im Rahmen von Energiegenossenschaften zurückzuführen. Die Variante ‚Gas dezentral' weist eine Stärke in Bezug auf das Qualitätsziel ‚Good Governance' auf (V-II,Z11:2), da sie aktuell (noch) über eine hohe Akzeptanz bei den Akteuren verfügt. Damit hat sie an dieser Stelle im Jahr 2021 einen Vorteil gegenüber der Fernwärme und dem Nahwärmekonzept, für deren

Verallgemeinerung auf der Mierendorff-Insel Befürworter*innen und kritische Gegenstimmen gleichermaßen vorkommen. Deutliche Schwächen in der sozial-ökologischen Dimension weisen Variante I ‚Fernwärme' und Variante II ‚Gas dezentral' in Bezug auf die Qualitätsziele ‚Langfristige Versorgungssicherheit', ‚angemessene Dezentralisierung' und ‚globale Verträglichkeit' auf (V-I u. V-II,Z12+13+14:5). Hier kommt das geringe noch verbleibende CO_2-Budget für die Erdgas- und Kohlenutzung, die zentralisierten Entscheidungsstrukturen in den Wertschöpfungsketten von Fernwärme- und Gasversorgung sowie das hohe globale Konfliktpotential der eingesetzten Energieträger zum Tragen.

7.3 Auswertung Stufe 2 – Jahr 2030

Überblick

Abbildung 23 zeigt die Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung der Versorgungsvarianten für das Jahr 2030 (Stufe 2). Gegenüber der Bewertung für das Jahr 2021 (Stufe 1) ist deutlich die positive Verschiebung der Profillinien netzgebundener Wärmeversorgung zu erkennen, insbesondere in der ökologischen Dimension. Die Bewertung der dezentralen Gaslösung verändert sich hingegen weniger deutlich. Variante I ‚Fernwärme' kann bei 7 der 15 Bewertungskriterien eine Verbesserung ausweisen und Variante III ‚Nahwärme' bei 5 Kriterien. Variante II ‚Gas dezentral' zeigt bei 3 Kriterien eine Verbesserung, verschlechtert sich jedoch auch zu einem Qualitätsziel. Dies ist vor allem auf die unterschiedlich starken Veränderungen in der Zusammensetzung der verwendeten Energieträger bei der Wärmebereitstellung und die Akzeptanzsituation zurück zu führen. Während bis 2030 in Berlin der Kohleausstieg vollzogen sein soll und sich die Anteile fossiler Energie im deutschen Strommix weiter verringern werden, ist bis Ende der 2020er Jahre nicht mit deutlich gesteigerten Anteilen biogener oder synthetischer Gase im Gasnetz zu rechnen. Zudem werden diese auf nicht absehbare Zeit knapp und mit hohen Kosten verbunden bleiben.

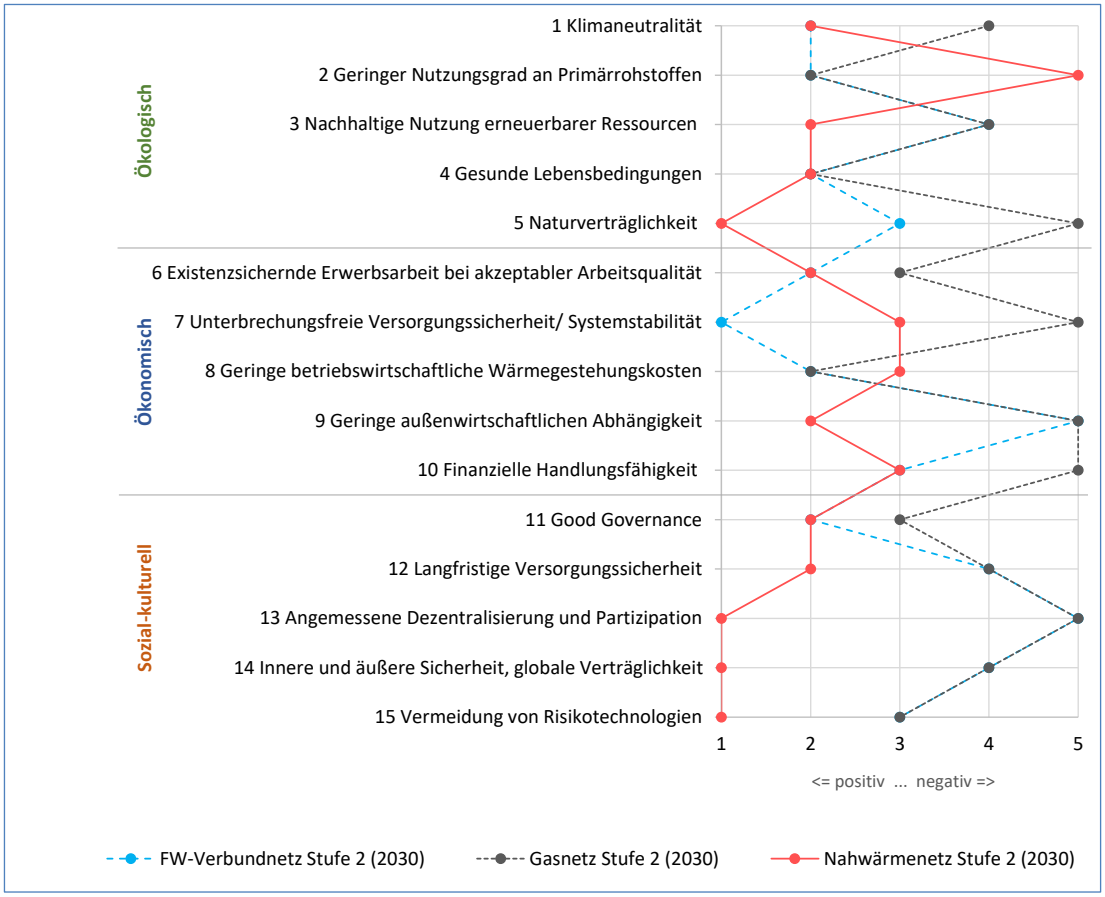


Abbildung 23: Ergebnis der Nachhaltigkeitsbewertung der Konzeptvarianten für Stufe 2: 2030.
Quelle: Eigene Darstellung.

Ökologische Dimension

In der Bewertung für das Jahr 2030 zeigen sich Stärken in der Ökologischen Dimension insbesondere bei Variante I ‚Fernwärme' und Variante III ‚Nahwärme'. Aufgrund des vollzogenen Kohleausstiegs in Berlin und den veränderten Energieträgeranteilen bei Strom als Antriebsenergie der Wärmepumpe im Nahwärmekonzept, kommt es bei diesen Lösungen zu deutlich positiveren Bewertungen. Die Fernwärme aus dem Berliner Verbundnetz kann sich in ihrem Beitrag zu den Qualitätszielen Klimaneutralität, geringer Nutzungsgrad an Primärrohstoffen, nachhaltige Nutzung erneuerbarer Rohstoffe und gesunde Lebensbedingungen verbessern (V-I,Z1:2,Z2:2,Z3:4,Z4:2). Damit weist sie in der ökologischen Dimension keine ausgeprägte Schwäche mehr auf. Bei der Bewertung des Nahwärmekonzepts fällt der Beitrag zur Erreichung von Klimaneutralität und gesunden Lebensbedingungen positiver aus (V-III,Z1:2,Z4:2). Die Schwäche dieses Konzeptes in Bezug auf den Beitrag zu einem geringen Nutzungsgrad an Primärrohstoffen bleibt allerdings aufgrund der extrem hohen GEMIS-Werte zum kumulierten Stoffaufwand bestehen.[28] Eine Versorgung über ‚Gas dezentral' ist weiterhin mit einem negativen Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität verbunden (V-II,Z1:4). Auch wenn sich das Konzept zu diesem Qualitätsziel mit einer Unterschreitung des Wertes von 200 $kgCO_2/MWh$ um eine Bewertungsstufe verbessert, bleiben die direkten CO_2-Emissionen gegenüber den alternativen Varianten (V I=70 $kgCO_2/MWh$, V III=62 $kgCO_2/MWh$) sehr hoch. Eine weitere Schwäche weist ‚Gas

[28] Die Ursache für den hohen Wert konnte über die GEMIS-Prozessketten nicht vollständig nachvollzogen werden.

dezentral‘ durch den negativen Beitrag zur Erreichung des Qualitätsziels ‚nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen‘ auf (V-II,Z3:4). Im relativen Vergleich mit den alternativen Versorgungsvarianten, wird hier die Endenergie noch zu höheren Anteilen aus fossilem Gas bereitgestellt, dessen Förderung in der Regel erneuerbare Ressourcen überbeansprucht. Damit zeigt sich die Versorgungsvariante ‚Gas dezentral‘ im Jahr 2030 in der ökologischen Dimension auch bei dem prognostizierten Anteil grüner Gase nachteilig gegenüber Fernwärme aus dem Berliner Verbundnetz sowie dem Nahwärmekonzept auf Grundlage von Solarthermie und Abwasserwärme.

Ökonomische Dimension

In der ökonomischen Dimension verändert sich die Bewertung für das Jahr 2030 gegenüber der Bewertung zum Jahr 2021 weniger stark als in der ökologischen Dimension. Die Variante ‚Fernwärme‘ kann sich jedoch in ihren Beiträgen zu existenzsichernder Erwerbsarbeit und finanzielle Planbarkeit verbessern (V-I,Z6:2,Z10:3). Die positive Veränderung resultiert aus einer stärkeren Nutzung regionaler CO_2-armer Energieträger wie Abwärme und Biomasse, was zu mehr regionaler Wertschöpfung sowie einem verringerten Einfluss von Emissions-Zertifikatspreisen bei den verbrauchsgebundenen Kosten führt. Kosten- und damit Preisschwankungen bleiben jedoch weiterhin ein Risiko. Daneben ist die bestehende Stärke der hohen Versorgungssicherheit bei der Fernwärmeversorgung weiter ein Vorteil gegenüber den Alternativen (V-I,Z7:1). Das Konzept ‚Nahwärme‘ zeigt eine Verbesserung bei der Bewertung der außenwirtschaftlichen Abhängigkeit aufgrund weiter gestiegener Anteile von EE im deutschen Strommix als Antriebsenergie für die Abwasser-Wärmepumpe (V-III,Z9:2). Die Bewertung des Nahwärmekonzeptes bleibt damit in der ökonomischen Dimension im insgesamt mittleren Bereich, bei der es keine deutlichen Stärken aber auch keine Schwächen gibt. Die Bewertung zur Variante II ‚Gas dezentral‘ zeigt keine Veränderungen gegenüber der Bewertung für das Jahr 2021. Es überwiegen weiterhin deutliche Schwächen durch die negativen Beiträge zu den Qualitätszielen unterbrechungsfreie Versorgungssicherheit, geringe außenwirtschaftliche Abhängigkeit und finanzielle Handlungsfähigkeit (V-II,Z7+Z9+Z10:5). Damit zeigt sich ‚Gas dezentral‘ in der ökonomischen Dimension bei der Bewertung für das Jahr 2030 klar nachteilig gegenüber den Alternativen.

Sozial-kulturelle Dimension

In der sozial-kulturellen Dimension bleibt auch für das Jahr 2030 der ausgeprägte Vorteil von Variante III ‚Nahwärme‘ gegenüber den alternativen Varianten ‚Fernwärme aus dem Verbundnetz‘ und ‚Gas dezentral‘ bestehen. Hierbei können die Beiträge des ‚Nahwärmekonzeptes‘ zur Erreichung der Qualitätsziele ‚Good Governance‘ und ‚Langfristige Versorgungsicherheit‘ noch verbessert werden (V-III,Z11+Z12:2), sodass für diese Versorgungsvariante in der sozial-kulturellen Dimension bei allen Kriterien positive Ausprägungen gegeben sind. Dies zeigt die deutliche Stärke des Nahwärmekonzeptes in dieser Dimension insbesondere auch im zeitlichen Verlauf. Es ist zu erwarten, dass durch die Preisentwicklung bei den fossilen Energien auf EE basierenden Nahwärmekonzepten mit einer eher stabilen Kostenstruktur in Zukunft eine deutlich höhere Akzeptanz widerfährt. Auch werden durch den weiteren EE-Ausbau im Stromsektor zunehmend Energieträger genutzt, die das verbleibende CO_2-Budget nicht belasten und dadurch zu einer langfristigen Versorgungssicherheit auch für die Antriebsenergie von Wärmepumpen beitragen. Aufgrund veränderter Rahmen- und Preisbedingungen, wird erwartet, dass die Fernwärmeversorgung in der Akzeptanz der Akteur*Innen zukünftig über derer dezentraler Gasversorgung liegen wird (V-I,Z11:2/V-II,Z11:3). Jedoch weisen ‚Fernwärme‘ und ‚Gas dezentral‘ in der sozial-kulturellen Dimension weiterhin gleichermaßen ausgeprägte Schwächen ähnlich der Bewertung zum Jahr 2021 auf. Konkret kann auf die Beiträge zu den Qualitätszielen ‚Langfristige Versorgungssicherheit‘, ‚angemessene Dezentralisierung‘ und ‚globale

Verträglichkeit‘ (V-I/V-II,Z12+13+14:5) verwiesen werden. Hier kommt es zwar aufgrund der sukzessiven Substitution von Kohle und Erdgas zu leichten Verbesserungen. Die weiterhin hohen Anteile an fossiler Energie an der bereitgestellten Wärme und die daraus resultierenden Grundprobleme eines hohen globalen Konfliktpotentials und geringen CO_2-Budgets sowie die zentralisierten Entscheidungsstrukturen bleiben jedoch bestehen.

7.4 Auswertung Stufe 3 – Jahr 2050

Überblick

Abbildung 24 zeigt die Ergebnisse der Nachhaltigkeitsbewertung der Versorgungsvarianten für das Jahr 2050. Noch deutlicher als für das Jahr 2030 ist die insgesamt positive Verschiebung der Profillinien von Variante I und Variante III gegenüber der Bewertung für das 2021 festzustellen. Die Beiträge dieser Varianten zur Erreichung der Qualitätsziele innerhalb eines nachhaltigen Energiesystems sind über nahezu alle Kriterien hinweg positiv oder zumindest nicht negativ zu bewerten. Dabei zeigt insbesondere Variante III ‚Nahwärme‘ Vorteile in der ökologischen und der sozial-kulturellen Dimension. In der ökonomischen Dimension kann Variante I ‚Fernwärme‘ ein leichter Vorteil gegenüber der Nahwärme zugesprochen werden. Insgesamt fällt die Bewertung von Variante III 7-mal sehr positiv (d.h. Bewertung mit Stufe 1) aus. Variante I wird 4-mal und Variante II 0-mal sehr positiv bewertet. Grundsätzlich muss für die Beurteilung der Bewertung zum Jahr 2050 jedoch der weite Zeithorizont berücksichtigt werden, der die Annahmen mit starken Unsicherheiten belegt. So können die Aussagen nur mögliche Entwicklungen beschreiben. Eine Beurteilung der Eintrittswahrscheinlichkeit der betrachteten Szenarien unterbleibt an dieser Stelle.

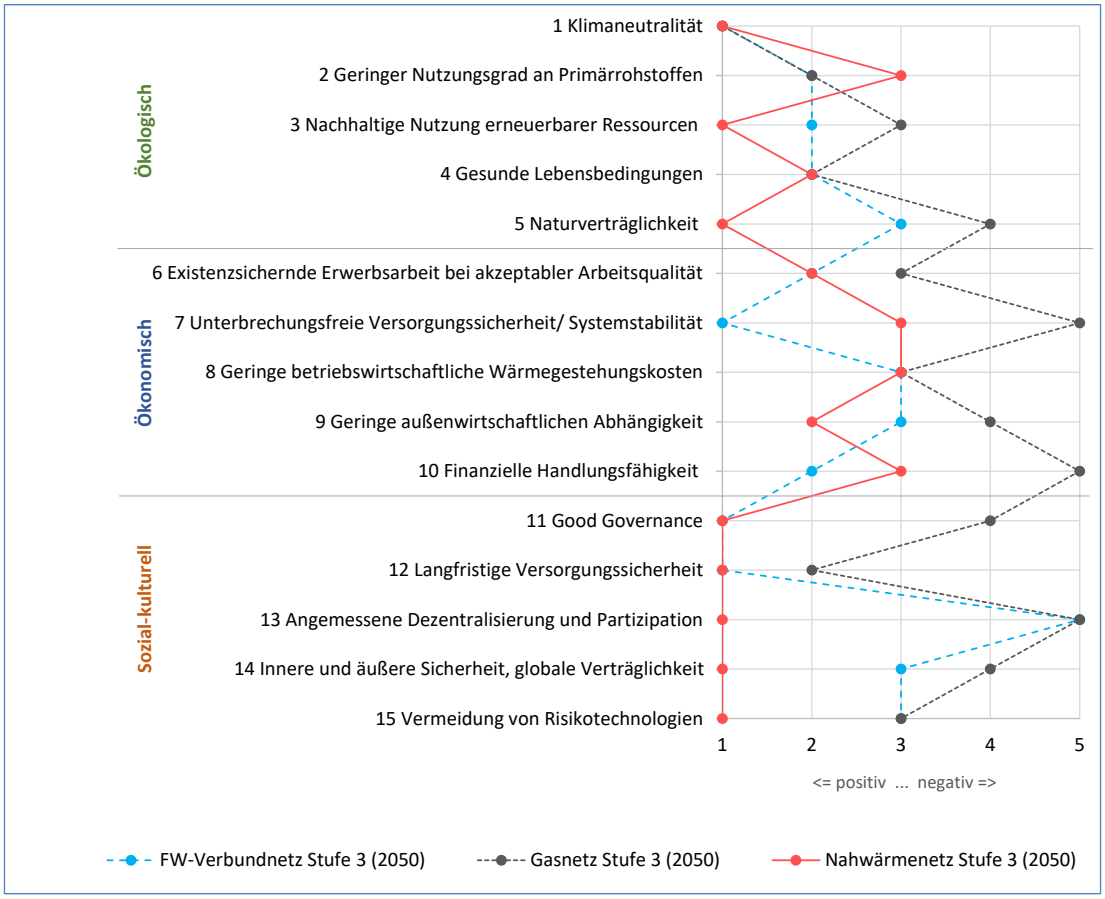


Abbildung 24: Ergebnis der Nachhaltigkeitsbewertung der Konzeptvarianten für Stufe 2: 2050.
Quelle: Eigene Darstellung.

Ökologische Dimension

Für das Jahr 2050 zeigen sich ausgeprägte Stärken in der Ökologischen Dimension insbesondere bei den netzgebundenen Versorgungslösungen. Zwar gehen aufgrund der nahezu vollständigen Substitution der fossilen Energieträger die direkten CO_2-Emissionen aller Varianten gegen 0 (V-I/V-II/V-III,Z1:1). Insgesamt kann jedoch das Nahwärmekonzept aufgrund des hohen Nutzungsgrades interner EE-Potentiale Vorteile durch den besonders positiven Beitrag zu den Qualitätszielen ‚nachhaltige Nutzung erneuerbarer Ressourcen; sowie ‚Naturverträglichkeit' ausweisen (V-III,Z3+5:1 vs. V-I,Z3:2,Z5:3). Wie bereits in den vorangegangenen Bewertungshorizonten ist hier die Nutzung quasi unerschöpflicher Ressourcen und unvermeidbarer Abwärme in Verbindung mit einer multicodierten Flächennutzung ausschlaggebend, welche zu entscheidenden Effizienzvorteilen im Gesamtsystem führt. Aber auch Variante I ‚Fernwärme' zeigt Vorteile gegenüber Variante II ‚Gas, dezentral' in ihrem Beitrag zur nachhaltigen Nutzung erneuerbarer Ressourcen und bei der Naturverträglichkeit, was auf den breiter ausgelegten Energieträgermix mit Anteilen an Ab- und Umweltwärme sowie EE-Strom zurückzuführen ist. Die Bewertung der Variante ‚Gas dezentral' zeigt zum Qualitätsziel Naturverträglichkeit die einzige negative Ausprägung in der ökologischen Dimension (V-II,Z5:4). Hier ist im relativen Vergleich zwischen den Varianten zum einen die geringe Flächeneffizienz bei dem Konversionspfad zu synthetischen Gasen zu berücksichtigen. Zum anderen ist zu erwarten, dass zur Deckung des hohen Bedarfs an grünen Gasen weltweit auch ehemals naturbelassene Flächen für PV und WEA versiegelt oder verdichtet werden und der Transport der Gase über weite Strecken negative Auswirkungen hat, beispielsweise durch den Bau von Pipelines oder dem Hochseetanker-Verkehr. Variante II ‚Gas dezentral' zeigt sich damit, trotz vollständiger Dekarbonisierung, in der ökologischen Dimension nachteilig gegenüber den alternativen Varianten.

Ökonomische Dimension

In der ökonomischen Dimension bleibt die Bewertung für 2050 (Stufe 3) im Vergleich zu der des Jahres 2030 (Stufe 2) annähernd gleich, mit insgesamt leichtem Vorteil für die Fernwärmeversorgung. In Bezug auf die Wärmegestehungskosten ist anzunehmen, dass sich die Kosten für ‚Fernwärme' und ‚Gas dezentral' weiter erhöhen, da insbesondere importierte grüne Gase zu hohen Anteilen Verwendung finden. In dem Beitrag zum Qualitätsziel geringe Wärmegestehungskosten kann damit keine der Varianten einen Vorteil gegenüber den anderen ausweisen (V-I/V-II/V-III,Z8:3). Variante I ‚Fernwärme' verbessert sich hingegen in Bezug auf die Beiträge zu den Qualitätszielen geringe außenwirtschaftliche Abhängigkeit und finanzielle Handlungsfähigkeit (V-I,Z9:3,Z10:2), da die Anteile an importierten Energieträgern zur Bereitstellung der Energiedienstleistung Fernwärme auf bis zu 25 % sinken. Die Bewertung der Variante II ‚Gas dezentral' weist auch im zeitlichen Verlauf und bei Berücksichtigung der Substitution von Erdgas durch grüne Gase keine nennenswerte Verbesserung in der ökonomischen Dimension auf. Aus heutiger Sicht müssen grüne Gase in Zukunft zu einem großen Anteil importiert werden, wodurch die Abhängigkeitsstrukturen und Risiken im Vergleich mit Erdgas kaum abnehmen werden. Damit zeigt Variante II für das Jahr 2050 deutliche Schwächen in der ökonomischen Dimension, konkret in ihren negativen Beiträgen zu den Qualitätszielen ‚unterbrechungsfreie Versorgungssicherheit', ‚geringe außenwirtschaftliche Abhängigkeit' sowie ‚finanzielle Handlungsfähigkeit' (V-II,Z7:5,Z9:4,Z10:5).

Sozial-kulturelle Dimension

In der Bewertung für das Jahr 2050 lässt sich in der sozial-kulturellen Dimension insbesondere für die wärmenetzbasierten Varianten ‚Fernwärme aus dem Verbundnetz' und ‚Nahwärme auf Grundlage Solarthermie und Abwasserwärme' noch einmal eine deutlich positive Verschiebung der Profillinien im Diagramm erkennen. Zum einen besteht der deutsche Strommix nun zu etwa 100 % aus EE und zum anderen ist nach dem Szenario KS95 der BET die Substitution der fossilen Energien auch im Berliner Fernwärmeverbundnetz komplett vollzogen. Es wird davon ausgegangen, dass die Versorgung über Wärmenetze, die

im Fall von Nahwärme überwiegend dezentral über interne Potentiale gespeist werden, sich im hochverdichteten Innenstadtbereichen etabliert hat. Dies trägt entscheidend zu den sehr positiven Bewertungen von Variante I und Variante III in der sozial-kulturellen Dimension bei (V-I,Z11+12:1/V-III,Z11-15:1). Allerdings ist zu erwarten, dass die Entscheidungsstrukturen bezüglich Variante I ‚Fernwärme' weiterhin zentralisiert bleiben werden. Hier liegt eine deutliche Schwäche der Variante gegenüber dem konzipierten Nahwärmeverbund (V-I,Z13:5), da die Entscheidungsbeteiligung der Bewohner*innen als Prosumer oder Genossenschaftsmitglieder zu einer erheblichen Akzeptanzsteigerung führen kann. Auch zu dem Qualitätsziel ‚globale Verträglichkeit' weist die Fernwärme gegenüber des Nahwärmekonzeptes einen Nachteil auf (V-I,Z14:3), da der Energieträgermix zur Fernwärmebereitstellung zu einem hohen Anteil auf synthetischen EE-Gasen beruht. Berlin wird zur Deckung des Bedarfs an EE-Gasen auf die Nutzung externer Ressourcen angewiesen sein. Nach Prognosen werden Gase auf Basis Erneuerbarer Energie überwiegend in Ländern des heutigen globalen Südens produziert werden müssen und die Beschaffung auf Grundlage von bilateralen Handelsverträgen organisiert sein. Damit bleiben Abhängigkeiten und das Konfliktpotential des Energiesystems bzw. der fossilen Energieträger bei der Etablierung von grünen Gasen zum Teil bestehen. Je höher hier die Anteile an Abwärme aus Industrie und Gewerbe, Umweltwärme und PtH, desto positiver die Tendenz bei der Bewertung. Ebendiese Analyse führt in Bezug auf die Versorgungsvariante ‚Gas dezentral' zu den überwiegend negativen Bewertungen auch in der sozial-kulturellen Dimension. Insbesondere die Bewertungen zu den Qualitätszielen ‚Good Governance', ‚angemessene Dezentralisierung' und ‚globale Verträglichkeit' weisen die Schwächen der Versorgungsvariante ‚Gas dezentral' aus (V-II,Z11:4,Z13:5,Z14:4).

7.5 Fazit zur Nachhaltigkeitsbewertung

Variante I ‚Fernwärme'

Zeigt Variante I in der Bewertung für das Jahr 2021 (Stufe 1) noch deutliche Schwächen vor allem in der ökologischen und der sozial-kulturellen Dimension, können diese Schwächen im zeitlichen Verlauf größtenteils ausgeglichen werden. Dies liegt an der Substitution der fossilen Energieträger im KS95 Szenario zur Transformation des Berliner Fernwärmeverbundnetzes. Dabei können jedoch auch bei abgeschlossenem Umbau der Fernwärmeversorgung über das Verbundnetz in 2050 nicht ausschließlich positive Beiträge zu den Qualitätszielen eines nachhaltigen Energiesystems erbracht werden. Hier kommen insbesondere hohe Anteile an zu importierenden emissionsarmer Gasen zum Tragen, deren Konversionspfade ineffizient sind und die einen hohen Flächenverbrauch mitbringen. Zudem bleiben Abhängigkeiten, Preisrisiken und ein hohes globales Konfliktpotential bestehen. Auch weisen die absehbar beständig bleibenden zentralen Entscheidungsstrukturen im Sinne eines nachhaltigen Energiesystems und der hier definierten Kriterien eine deutliche Schwäche der Berliner ‚Fernwärme aus dem Verbundnetz' aus. Besondere Stärken zeigt die Fernwärme im Zeitverlauf hingegen durch den steigenden Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität, durchgehend hohe Versorgungssicherheit und steigende Akzeptanz.

Variante II ‚Gas, dezentral'

Variante II weist insgesamt die ausgeprägtesten Schwächen auf. Insbesondere in der ökonomischen aber auch in der sozial-kulturellen Dimension sind deutliche Nachteile gegenüber Variante I und Variante III zu erkennen. Dies liegt vor allem an dem geringen Anteil an erneuerbarer Energie zur Bereitstellung der Wärme in den Bewertungshorizonten 2021 (Stufe 1) und 2030 (Stufe 2). Mit einer sukzessiven Substitution des fossilen Energieträgers im Gasnetz werden zwar Verbesserungen der Bewertung für 2050 (Stufe 3) ersichtlich, in weit stärkerem Maße als bei Variante I bleiben aber Schwächen bestehen. Variante II setzt weit weniger auf einen breiten Energiemix aus regionalen Potentialen.

Wärme aus 100 % grünen und blauen Gasen setzt vor allem auf externe Ressourcen aus ineffizienten Konversionspfaden bei hoher Importquote. Die gebäudegebundenen monovalenten Umwandlungssysteme bieten keine Versorgungssicherheit bei Ausfall einer Einheit. Hohe Kosten- bzw. Preisrisiken durch hohe Anteile an verbrauchsgebunden Kosten stellen eine potentielle Einschränkung der finanziellen Handlungsfähigkeit der Akteure dar.

Variante III ‚Nahwärme'

Variante III ‚Nahwärme' zeigt in der ökologischen Dimension in der ersten Stufe der Bewertung (Jahr 2021) noch deutliche Schwächen in der ökologischen Dimension insbesondere durch die hohen GEMIS-Werte für den kumulierten Stoffaufwand von Wärmepumpen als Indikator für den Beitrag zum Qualitätsziel geringer Nutzungsgrad an Primärrohstoffen. Aber auch der Betrag zu Klimaneutralität ist lediglich mit einer mittleren Bewertung versehen. Dies resultiert maßgeblich aus den Vorketten der Wärmepumpe und der hier verwendeten Antriebsenergie Netzstrom (mit dem heutigen Strommix mit immer noch hohen Kohleanteilen). Steigt im zeitlichen Verlauf der EE-Anteil im deutschen Strommix, verbessert sich die Bewertung des Nahwärmekonzeptes über alle Bereiche. Vor allem in der sozial-kulturellen Dimension liegen die Stärken des konzipierten Nahwärmeverbundes. Das Nahwärmekonzept weist jedoch aufgrund des hohen Nutzungsgrades interner EE-Potentiale auch insgesamt Vorteile aus. Hier ist die Nutzung quasi-unerschöpflicher Ressourcen und unvermeidbarer Abwärme in Verbindung mit einer multicodierten Flächennutzung ausschlaggebend, welche zu entscheidenden Effizienzvorteilen im Gesamtsystem und führt. Durch die skizzierte Betreiberstruktur wird eine hohe Akzeptanz erreicht.

8 Handlungsempfehlung

Infrastrukturoptionen

Als Wärmeversorgungsstrategie für die MiDol stellen sich insbesondere Variante I ‚Fernwärme aus dem Verbundnetz' und Variante III ‚Nahwärmeverbund' oder eine Kombination aus beiden vorteilhaft dar:

Erstens könnte das Untersuchungsgebiet Mierendorff-Insel mit Fernwärme aus dem Verbundnetz versorgt und damit im Zuge der geplanten Dekarbonisierung des Fernwärmenetzes bis 2050 klimaneutral werden.

Zweitens könnte die Erschließung interner Potentiale an EE und unvermeidbarer Abwärme über Nahwärmekonzepte zu einer klimaneutralen Versorgung führen. Hierbei kommen insbesondere die Nutzung von Abwasserwärme sowie Fluss- bzw. Kanalwasserwärme mit Großwärmepumpen und die Nutzung von Solarthermie in Betracht. Tiefe Geothermie kann einen entscheidenden Beitrag liefern, weißt jedoch immense Hemmnisse bei der Erschließung auf. Für diese Konzepte sind lokale Großwärmespeicher als Infrastrukturelemente zur Ziel-Erreichung mitzudenken. Wärmeanteile aus kalorischen Wärmeerzeuger sind zu minimieren: die Berücksichtigung von externer Biomasse oder Gasen sollte sich auf strategische Schlüsselfunktionen begrenzen.

Drittens ist eine Kombination möglich (und aus Sicht der Autor*innen wahrscheinlich). Dort, wo Ankerobjekte bzw. Keimzellen mit bereitwilligen Akteuren in Verantwortung umliegender Objekte zusammengebracht werden können, sind innovative Nahwärme- bzw. Mitversorgungskonzepte eine potentielle Option. Daneben stellt der Anschluss an das Fernwärme-Verbundnetz eine allgemein zugängliche Option zur sukzessiven Erreichung der Klimaneutralität eines Gebäudes bis 2045 dar, ohne auf den Zusammenschluss eines Nahwärmeverbundes angewiesen zu sein. Für wenige Gebäude, die beispielsweise einen energetischen Standard nach Neubauvorgaben erreichen oder Restriktionen bei der energetischen Sanierung aufweisen, stellen spezifische Einzellösungen eine Option dar. Soll hierbei eine dezentrale Gasversorgung eine Rolle spielen, müssten die ausgeprägten Schwächen dieser Versorgungsvariante abgemildert werden. Neben der vollständigen Dekarbonisierung des transportierten Energieträgers sind möglichst geringe Importquoten für diesen anzustreben. Langfristige Lieferverträge und Kooperationen mit Wind- und Solarparkbetreibern, die Errichtung eigener EE-Anlagen oder die Übernahme von aus der EEG-Förderung laufender EE-Altanlagen können eine Option sein, den Anteil importierter Gase möglichst klein zu halten.

Breiter EE-Mix

Die Analyse zeigt, dass ein Gebiet nicht zu 100 % über eine bestimmte/ einzige EE-Form versorgt werden kann. Die Transformation zu einer nachhaltigen Wärmeversorgung erfordert die breite Erschließung der relevanten Potentiale, wobei die quasi-unerschöpflichen Ressourcen zu priorisieren sind. Dies sollte bei Infrastrukturplanungen von den beteiligten Akteuren und insbesondere in den Verwaltungen frühzeitig und ressortübergreifend berücksichtigt werden. Eine strategische und operative Wärmeplanung ist zwingend erforderlich.

Die bestehenden Potentiale an EE und Abwärme lassen sich gegenüber der gebäudebezogenen Nutzung oder der Einbindung in das Berliner Verbundnetz effizienter über die Integration in moderne Nahwärmenetze oder exergetisch optimierte Sekundärnetze (mit Koppelung an das primäre Verbundnetz) nutzen. In zwei Fällen könnten Netzteile des Verbundnetzes zur Versorgung einzelner Gebiete als sogenannte Sekundärnetze mit angepassten Betriebsparametern, wie niedrigeren Vor- und Rücklauftemperaturen und ggf.

niedrigeren Drücke, betrieben werden. Dies ist erstens möglich, wenn in Zukunft die Entwicklung von Sanierungsrate und –tiefe auf der MiDoI positiver als im übrigen Stadtgebiet verläuft (wobei die Analysen dies nicht als wahrscheinlich ausweisen). Der zweite Fall betrifft Wohnblöcke oder zusammenhängende Gebiete, die bereits heute einen ausreichenden Sanierungsstand aufweisen. Durch die weiterhin bestehende Verbindung zum Primärnetz ließen sich Lastspitzen abdecken und/oder die Versorgungssicherheit im Allgemeinen erhöhen.

Unter der notwendigen Bedingung einer zunehmenden Gebäudeeffizienz (weitreichende Dämmmaßnahmen und soweit wie möglich der Etablierung von Flächenheizungen) scheint es realistisch, dass sich die Betriebsparameter in den Nahwärmenetzen und Teilnetzen/ Sekundärnetzen des Verbundnetzes über die Zeit angleichen. Perspektivisch wäre über ein ‚Zusammenwachsen' der Netze ein Ausgleich von Angebot und Nachfrage im gesamten Bilanzraum Mierendorff-Insel möglich. Im Ergebnis könnte so die angestrebte Energieautarkie der MiDoI im Wärmebereich zumindest bilanziell realisiert werden.

Weitere Schritte

In den weiteren Schritten sind insbesondere die Akteure zur Realisierung von Nahwärmeverbünden (Betreiber + Prosumer + Eigentümer*Innen + Bezirksverwaltungen mit ihren Funktionseinheiten) zu mobilisieren. Neben der Überzeugungsarbeit bei der sehr kleinteiligen Eigentumsstruktur bestehen entscheidende Herausforderung darin, geeignete Betreiber zu motivieren sowie Bedingungen zur Überwindung der verwaltungstechnischen Hürden, wie beispielsweise der Erwirkung von Erschließungsgenehmigungen für die Einbindung des öffentlichen Raums im Sinne einer multicodierten Flächennutzung, zu definieren. Hierbei ist laut Aufgabenbereich insbesondere das Straßen- und Grünflächenamt Charlottenburg-Wilmersdorf maßgeblich. Zudem könnten durch einen Workshop unter Einbeziehung der Akteure vor Ort Zwischenergebnisse erarbeitet werden.

TEIL II: AKTEURS-, CHANCEN- UND HEMMNISANALYSE

9 Vorgehensweise Akteursinterviews

Akteursanalyse als Teil von KoWa

KoWa legt einen Schwerpunkt der Arbeiten auf die Analyse der Akteursperspektiven. Das Ziel in der Projektphase II lag darin, diese zu erfassen, mögliche Hemmnisse und Konflikte aus Akteursperspektive zu identifizieren, um im weiteren Verlauf geeignete Lösungswege zur Verbesserung der Kommunikation zu erstellen. Um ein vergleichbares Vorgehen in allen Untersuchungsgebieten zu gewährleisten, wurde eine gemeinsame Vorgehensweise erarbeitet. Das allgemeine Vorgehen in den Interviews und zur Auswertung der Interviews ist detailliert in einer separaten Methodenbeschreibung beschrieben, die auf der Projekthomepage verfügbar ist (Welz et al. 2021).

Interviews

Um eine Analyse der Akteursstrukturen und empfundenen/erlebten Hemmnisse der Wärmewende im Cluster Berlin durchzuführen, wurden im Zeitraum April 2020 bis August 2020 Interviews bzw. Gesprächsnotizen mit insgesamt 14 verschiedenen Akteuren geführt. Die Akteure weisen zum Teil einen direkten Bezug zu den Untersuchungsgebieten MiDoI und Q1 auf bzw. sind in diesen unmittelbar aktiv, teilweise sind sie eher auf übergeordneter Ebene zu verorten. Diese Akteure beinhalteten den Ankerakteur, EVUs, lokale Bürger*innen-Initiativen, eine Wohnungsbaugenossenschaft und eine landeseigene Wohnungsbaugesellschaft und Vertreter*innen zweier Senatsverwaltungen. Zudem wurden Interviews zu je einem erfolgreichen und einem nicht-erfolgreichen Projekt der Wärmewende geführt. Die Auswertung dieser Interviews erfolgte für beide Untersuchungsgebiete gemeinsam und in Kapitel 10 bis 13 dargestellt. Die Beschreibung der Akteurskonstellation in Kapitel 14 bezieht sich nur auf das Untersuchungsgebiet MiDoI.

9.1 Vorgehensweise im Cluster Berlin

Sonderrolle Stadtstaat

Berlin ist ein sogenannter Stadtstaat. Stadt und Bundesland zugleich. Die Landespolitik erstreckt sich auf die Belange der Stadt, die Bezirkspolitik wird in zwölf Bezirken umgesetzt und ist auf Verwaltungshandlungen beschränkt. Dabei wird die Exekutive durch den Senat von Berlin repräsentiert. Ihm gehören der*die regierende Bürgermeister*in und die Senator*innen an. Der*die regierende Bürgermeister*in entspricht dabei dem*der Ministerpräsident*in in anderen Bundesländern. Die Senatsverwaltungen, entsprechen den Ministerien. Die Legislative wird durch das Abgeordnetenhaus (AGH) repräsentiert. Die zwölf Berliner Bezirke werden durch die Bezirksverordnetenversammlung (ohne Gesetzeskompetenz) und die Bezirksämter repräsentiert. Ihre Aufgaben sind vornehmlich Angelegenheiten vor Ort. Die Bezirke sind eine „Selbstverwaltungseinheit Berlins ohne Persönlichkeitsrecht“ (§ 2 Abs. 1 Bezirksverwaltungsgesetz) und sind weder Kreise noch Gemeinden.

9.1.1 Fallauswahl und Vorbereitungen

Akteure im Cluster

Im Cluster Berlin gibt es Akteure, die quartiersübergreifend eine Rolle spielen. Dazu gehören die EVU und Stadtverwaltungen. Zu diesen Akteuren wurde der Kontakt auf verschiedenen Wegen aufgebaut.

Übersicht 5: Akteure im Cluster Berlin.

Akteursgruppe	Akteure
Kommune & Stadtverwaltung	Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe (SenWEB) Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK)
Energieversorgungs-unternehmen	GASAG AG Vattenfall Wärme Berlin AG
Klima- und Quartiersmanagement	BA Lichtenberg, Klimaschutzbeauftragte*r, Abt. für Wirtschaft, Personal und Finanzen BA Charlottenburg-Wilmersdorf, Abt. Stadtentw., Bauen und Umwelt
Fachexpert*innen	co2online

Quelle: Eigene Erstellung.

Die Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe (SenWEB) ist ein assoziierter Partner des Projektes. Daher bestand bereits Kontakt. SenWEB hatte bereits vor Projektbeginn den Kontakt zum Ankerakteur auf der Mierendorff-Insel (BA Charlottenburg-Wilmersdorf) und zum Ansprechpartner der GASAG hergestellt. Diese Kontakte waren den Clusterbetreuer*innen bereits zu Projektbeginn zugänglich.
Aus den ersten Gesprächen mit SenWEB wurde die inhaltliche Projektrelevanz der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK) deutlich. Daher wurde dieser Kontakt im Frühjahr 2020 durch SenWEB vermittelt.
Zum Bezirksamt Lichtenberg, konkret zur Klimaschutzbeauftragten des Bezirks, bestand bereits vor Projektbeginn Kontakt über die HWR Berlin. Dieser Akteur hat ebenfalls weitere Kontakte vermittelt.

Weitere Projekte

In Berlin existiert eine Vielzahl von Wärmewende-Projekten zur Gestaltung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung des Gebäudebestandes, die aus Akteurssicht als erfolgreich und auch nicht erfolgreich eingestuft werden. Der Kontakt zu indirekten Akteuren auf clusterübergreifender Ebene wurde genutzt, um in zwei Interviews über je ein – aus Akteurssicht – erfolgreiches und ein als nicht-erfolgreich zu betrachtendes Projekt Informationen über Hemmnisse und Erfolgsfaktoren zu gewinnen.
Als erfolgreich wurde das Projekt zum Quartier Möckernkiez bewertet, hier entstand ein Quartier mit 14 Wohngebäuden nach Passivhausstandard, welches heute durch ein Nahwärmenetz versorgt wird (Möckernkiez 2021).
Als nicht erfolgreich gilt das Projekt zum integrierten energetischen Stadtteilkonzept im Gebiet Frankfurter Allee Nord, hier wurde eine energetische Gesamtbetrachtung des Quartiers gefördert, deren Ergebnisse in ein städtebauliches Entwicklungskonzept und eine Maßnahmenplanung fließen sollten (SenSBW 2021a). Direkt im Anschluss an das Ende des Projektes fanden keine weiteren Umsetzungen statt.

9.1.2 Anpassungen im Interviewleitfaden

Interviews mit der Senatsverwaltung

Im Gegensatz zu den anderen Clustern spielt in Berlin der Status als Stadtstaat eine Sonderrolle. Berlin ist gleichzeitig Kommune und Bundesland, die Verwaltung ist in Berlin zweigeteilt in Landesverwaltung und Bezirksverwaltung. Da dies in den anderen Clustern keine Rolle spielt, wurde der Leitfaden für Berlin angepasst und für die Senatsverwaltungen zusätzliche Fragen aufgenommen. Die Übersicht 6 zeigt die Fragenkomplexe und die Unterschiede zwischen dem Leitfaden für allgemeine Akteure und den Senatsverwaltungen auf. Im Wesentlichen unterscheiden sich die Leitfäden im Fragenkomplex zu ‚Allgemeine Angaben' und ‚Erfahrungen und Chronologie'. Der vollständige Interviewleitfaden für die Berliner Senatsverwaltungen ist in Anhang D angefügt.

Übersicht 6 Leitfaden für allgemeine Akteure und Senatsverwaltungen.

	Fragenkomplex	Inhalt	Senatsverwaltung
1.	Allgemeine Angaben	• Zu energetischen Quartierskonzepten • Straßensanierungen • In Berlin zum BEK	• Chronologie des Klimaschutzes in Berlin • Sonderrolle Stadtstaat: Senat - Bezirksämter • BEK (Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm)
2.	Akteure	Andere bekannte bzw. relevante Akteure	Andere bekannte bzw. relevante Akteure
3.	Erfahrungen und Chronologie	• Entwicklung der Wärmeversorgung • Bisherige Projekte	• Laufende Projekte • Klimaschutzvereinbarungen • BEK • Energetische Quartierskonzepte • Chancen & Hemmnisse: Milieuschutzgebiete & Mietendeckel
4.	Kommunikation	• Bisherige Kommunikation: Art und mit wem • Zukünftige Kommunikation: Chancen, relevante Punkte	• Zwischen Senatsverwaltungen • Kooperationspartnern • Akteuren • Zukünftige Kommunikation
5.	Kompetenzen	• (Nicht) Vorhandene Kompetenzen • Zusätzliche Kompetenzen	• (Nicht) Vorhandene Kompetenzen • Zusätzliche Kompetenzen
6.	Beteiligung	• Erfahrungen und Strukturen • Planungs- und finanzielle Beteiligung • Relevante Kapitalgeber	• Erfahrungen und Strukturen • Planungs- und finanzielle Beteiligung • Relevante Kapitalgeber

Quelle: Eigene Erstellung.

Interviews über abgeschlossene Projekte

Der Interviewleitfaden für erfolgreiche bzw. nicht-erfolgreiche Projekte unterscheidet sich vom Leitfaden für allgemeine Akteure (siehe Methodenbericht Akteure; Welz et al. 2021: Anhang und Anhang C) insofern, dass in Fragenkomplex 1, konkret nach Angaben zum Projekt gefragt wird. Die Fragenkomplexe 2 & 3 sind vertauscht: Es wird zuerst nach den Erfahrungen & der Chronologie des Projektes gefragt, bevor die Schlüsselakteure erfasst

werden, die besonders zum Gelingen oder Scheitern des Projektes beigetragen haben. Die Fragenkomplexe 4-6 sind unverändert. Dieser Interviewleitfaden ist in Anhang E zu finden.

9.1.3 Durchführung, Dokumentation und Nachbereitung

Dokumentation

Die Gespräche mit den übergreifenden Berliner Akteuren und den Akteuren in den Untersuchungsgebieten wurden in der Regel aufgezeichnet. Es wurden außerdem während der Interviews stets inhaltliche Notizen angefertigt. Da die Akteure über sehr unterschiedliche IT-Ausstattung verfügen, mussten für die Aufzeichnungen z.T. unterschiedliche technische Lösungen eingesetzt werden. In zwei Fällen wurde die Aufnahmedatei dabei fehlerhaft erstellt bzw. war die Aufnahmequalität für eine weitere Auswertung zu schlecht.

9.2 Untersuchungsgebiet: Mierendorff-Insel

Eine detaillierte Vorstellung des Untersuchungsgebiets MiDoI liegt in Kapitel 1 vor.

9.2.1 Vorbereitungen und Auswahl der Interviewpartner

Feldzugang

Um die Akteure im Quartier Mierendorff-Insel zu identifizieren, wurde ein Gespräch mit dem Ankerakteur geführt. Beim Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf handelt es sich um einen assoziierten Partner des Projektes. Aus diesem Gespräch ergaben sich vorhandene und bekannte Akteure aus Sicht des BAs, unabhängig davon, ob zu den einzelnen Akteuren (guter) Kontakt besteht oder nicht.

Quartiersrund-gang

Um einen Überblick über die Gegebenheiten vor Ort zu erhalten, wurde ein Kiezspaziergang mit dem Ankerakteur durchgeführt, bei dem die wichtigsten Akteure nochmals besprochen wurden (Interview Berlin 01c - indirekter Akteur 2020). Aus diesem Quartiersrundgang ergaben sich außerdem wichtige Hinweise für die Erfassung der technologischen Versorgungsstrukturen.

Auswahl der Gesprächspartner

Aus der Dokumentation zum Initialgespräch und dem Quartiersrundgang wurde eine Liste mit für KoWa interessanten Akteuren erstellt, die in Übersicht 7 dargestellt ist:

Übersicht 7: Liste der interessanten Akteure auf der / für die Mierendorff-Insel.

Akteursgruppe	Akteure
Direkte Akteure	
Kommune & Stadtverwaltung	Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe (SenWEB) Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK)
Energieversorgungs-unternehmen	GASAG AG Vattenfall
Wohnungswirtschaft (Wärmeabnehmer)	Baugenossenschaften ▪ Märkische Baugenossenschaft ▪ Gemeinnützige Baugenossenschaft Steglitz ▪ EVM Berlin eG Städtische Wohnungsbaugesellschaften ▪ Gewobag ▪ Degewo

	Privat/ Einzeleigentümer & Kapitalgesellschaften ▪ Einzeleigentümer*innen ▪ Wohneigentumsgemeinschaften (WEGs) ▪ Deutsche Wohnen
Gewerbliche Unternehmen	Gießerei Noack div. Dienstleistungsunternehmen mit kalten Lagerräumen BioTechpark
Indirekte Akteure	
Kommune & Stadtverwaltung	BA Charlottenburg-Wilmersdorf, Abt. Stadtentw., Bauen und Umwelt
Initiativen / NGOs	Dorfwerkstadt Inselprojekt UG Mieter*innen-Initiative Mierendorff-Insel (MIMI)
Öffentliche Institutionen	Universität der Künste (Versorgungstechnik & -planung) TU Berlin (Gebäudeenergiesysteme) Schulen Landgericht
Sonstige	co2online Schornsteinfeger-Innung

Quelle: Eigene Erstellung.

Ansprache der Akteure

Zunächst erfolgte die Ansprache derjenigen Akteure, die insbesondere in der Vergangenheit bzw. bei laufenden Projekten mit dem BA zusammengearbeitet haben und im Quartier aktiv sind. Diese Akteure wurden durch das BA über die Interviewanfrage durch KoWa informiert und anschließend durch das KoWa-Team angesprochen. Bei Akteuren, für die keine Kontaktinformationen durch das BA bereitgestellt werden konnten, erfolgte der Versuch einer Kontaktaufnahme über andere Kanäle. Dabei wurde auch das bestehende Kontaktnetz der HWR genutzt.

9.2.2 Durchführung, Dokumentation und Nachbereitung

Einzelinterviews

Im Quartier Mierendorff-Insel wurden, bedingt durch die CoViD-19-Pandemie, in der Regel Einzelinterviews geführt. In einem Einzelfall gab es ein Gruppeninterview mit den Vertreter*innen der MiMi.
Zu Einzelgewerbetreibenden wurde kein Kontakt aufgenommen. Beim BioTech Park konnte Kontakt zu einem Unternehmen im Park hergestellt werden und in Erfahrung gebracht werden, dass dort die für KoWa relevanten Anlagen bereits Ende 2019 rückgebaut wurden, weshalb von weiteren Kontaktversuchen Abstand genommen wurde (Interview Berlin 11 - indirekter Akteur 2020).

Überblick

Die Interviews mit den Akteuren im Untersuchungsgebiet Mierendorff-Insel wurden im Zeitraum von Mai 2020 bis September 2020 geführt. Dabei war es leider nicht möglich, zu allen Akteursgruppen Kontakt aufzunehmen. So konnte aus der Gruppe der Wohnungswirtschaft nur die Märkische Baugenossenschaft befragt werden. Einen Kontakt zu einer Wohneigentumsgemeinschaft bzw. einem Einzeleigentümer gab es nicht.
Einige der in der Übersicht 7 genannten Akteure wurden während der ersten Clusterphase nicht interviewt. Dies hatte unterschiedliche Gründe. So wurde eine Interviewanfrage von Seiten der EVM zunächst mehrfach nicht beantwortet und schließlich abgelehnt. Hier könnte sich aufgrund technologischer Fragestellungen im zweiten Quartier (Heimatquartier in Karlshorst) in Zukunft noch ein Kontakt ergeben.

Die Schornsteinfeger-Innung, GB Steglitz, öffentliche Einrichtungen und die energiepolitischen Sprecher wurden in der ersten Clusterphase nicht vom KoWa-Team kontaktiert. Dies ist bedingt durch die Verschiebung des Hauptfokus in diesem Untersuchungsgebiet hin zur allgemeinen Bewertung von Versorgungsoptionen im städtischen Kontext.

9.2.3 Vorgehen Auswertung

Im Cluster Berlin wurden die Interviews zu den Untersuchungsgebieten und der übergeordneten Ebene gemeinsam ausgewertet. Die EVUs sind in beiden Untersuchungsgebieten aktiv, die übergeordnete politische Ebene betrifft ebenso beide Untersuchungsgebiete. Die Interviews zu konkreten Projekten der Wärmewende werden zusätzlich gesondert in Kapitel 12 betrachtet. In Kapitel 13 werden die in den Interviews genannten Interessen und Forderungen der Akteure ausgewertet.

Die Analyse der Hemmnisse (Kapitel 10) und Chancen (Kapitel 11) erfolgt auf Basis der Akteursinterviews und der von den Akteuren angesprochenen Hemmnisse. Hierbei wird sich auf die Darstellung der getätigten Aussagen begrenzt und keine Interpretation vorgenommen. Falls erforderlich, werden die Aussage(n) der Akteure durch einen erklärenden Satz in den Kontext eingeordnet. Zu jedem ausgewerteten Hemmnis und jeder ausgewerteten Chance sind Wortwolken zur Visualisierung der Häufigkeit der jeweiligen Begriffe beigefügt. Dabei werden die 25 am häufigsten genannten Wörter je Code-Kategorie, bereinigt um Füllwörter, dargestellt.

In Kapitel 14 wird die Akteurskonstellation im Cluster analysiert. Diese wird mit Hilfe einer Einfluss-Interessen-Matrix (Ackermann und Eden 2011), nach dem ‚Top-Bottom'-Ansatz (Eden und Ackermann 1998) dargestellt.

10 Hemmnisse der kommunalen Wärmewende in Berlin

10.1 Schwerpunkte der wahrgenommenen Hemmnisse

Überblick

Abbildung 25 visualisiert die gewählten Kategorien, denen die angesprochenen Hemmnisse nach dem Kodierkatalog zugeordnet wurden, entsprechend der Häufigkeit, mit denen sie von den Berliner Akteuren in den Interviews genannt wurden. Ein Auszug des Kodierkatalogs ist im Methodenbericht (Welz et al. 2021) dargestellt. In Abbildung 25 ist deutlich zu erkennen, dass organisatorische, wirtschaftliche und regulatorische Hemmnisse von den Akteuren am häufigsten erwähnt werden. Daraus lassen sich Schwerpunkte in den Kategorien ‚organisatorisch', ‚wirtschaftlich' und ‚regulatorisch' erkennen, die die Realisierung der Wärmewende im Cluster ‚Land Berlin' hemmen. Daher werden diese drei Hemmniskategorien im Folgenden ausführlicher dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die Hemmnisse in der Regel nicht isoliert voneinander auftreten und nicht immer vollständig zu trennen sind. In der Tendenz zeigt die Analyse dennoch klare Schwerpunkte.

Abbildung 25: Visualisierung der wahrgenommenen Hemmnisse nach Schwerpunkten. Quelle: Eigene Darstellung.

10.2 Organisatorische Hemmnisse

Überblick

Von den Berliner Akteuren wurden in den Interviews häufig organisatorische Hemmnisse angesprochen und insgesamt über 70 Mal als solche codiert. Aufgrund dieser hohen Anzahl an Nennungen wurden die codierten Textsegmente einer tieferen Analyse unterzogen. Erkennbar war anhand der Textsegmente, dass die angesprochenen Hemmnisse sich auf die interorganisationale Zusammenarbeit beziehen. Als theoretische Basis der weiteren Analyse wurden daher die potentiellen Konfliktauslöser und Problemfelder in kooperativen Beziehungen von Ringlstetter et al. (2016: 133) verwendet. Diese sind: die Akteure, die organisatorische Ebene, externe Rahmenbedingungen und (Unternehmens-)Kultur. Ein Aspekt, der hier in Berlin zum Tragen kommt, ist die Situation als Stadtstaat und der unterschiedlichen Aufgabenbereiche des Senates, des Abgeordnetenhauses und der Bezirksverwaltungen, die nicht immer reibungslos miteinander verzahnt sind, zumal die Bezirke weder Kreise noch Kommunen sind (§ 2 Abs. 1 BezVwG BE 2011).

Abbildung 26: Wortwolke der organisatorischen Hemmnisse in Berlin.
Quelle: Eigene Darstellung.

Akteure

Das Problemfeld Akteure umfasst Hemmnisse, die auf Personalwechseln, dem (Management)-Commitment oder den Eigeninteressen der Akteure beruhen. Mehrfach angesprochen wurde zum Beispiel der Personalwechsel eines Klimaschutzmanagers im Bezirk Marzahn. Obwohl die Stelle zeitnah nachbesetzt wurde, verringerte sich nach dem Personalwechsel die Intensität der Zusammenarbeit. Auch der Personalwechsel in der Leitungsebene eines EVU führte aus Sicht der Akteure zu Diskontinuitäten (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020). Die mangelnde Kontinuität des Personals wird u.a. auf die Auslegung von Klimaschutzaufgaben als Projekt (insbesondere zeitlich begrenzte Ressourcen) zurückgeführt.
Neben den Personalwechseln wird das fehlende Commitment als Hemmnis gesehen. Diese fehlende Verbindlichkeit oder nicht vorhandene persönliche Identifikation mit den Zielen der Wärmewende äußert sich bei den direkten Akteuren und auf Verwaltungsebene in geringen personellen Kapazitäten bzw. in einer anderen Schwerpunktsetzung. Dies geht damit einher, dass keine regelmäßigen Aufgaben und finanzielle Ressourcen in der Wärmeplanung auf behördlicher Seite definiert sind (Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020). In einem Fall wird auch das fehlende Potential an engagierten und für das Thema motivierten Fachkräften, wie Planungsbüros und Handwerk, angesprochen (Interview Berlin 07 - direkter Akteur 2020). Die indirekten Akteure hingegen sind laut ihren Aussagen verstärkt auf ehrenamtliches Engagement angewiesen. Trotz scheinbar hoher Interessensbekundungen am Thema Wärmewende, fehlt hier ein verbindliches, auf Dauer angelegtes Engagement. Zudem sprechen die indirekten Akteure die fehlende Expertise der meisten Ehrenamtler*innen an (Interview Berlin 05 - indirekter Akteur 2020; Interview Berlin 03 - indirekte Akteure 2020; Interview Berlin 06 - indirekter Akteur 2020).

Organisatorische Ebene

Das Problemfeld der organisatorischen Ebene umfasst unklare bzw. intransparente Kommunikations- und Entscheidungswege auf Bezirksebene. Erwähnt wurde hier, dass die Klimaschutzbeauftragten häufig nicht von den Fachämtern eingebunden werden. Da die Fachämter die Perspektive der Klimaschutzbeauftragten nicht berücksichtigen müssen,

arbeiten beide voneinander losgelöst (Stichwort: „Parallelwelten"; Interview Berlin 13 - direkter Akteur 2020). Hier ist ein wesentlicher Aspekt die nicht klar geregelte Zuständigkeit für das Thema Wärme zwischen den Berliner Senatsverwaltungen. Obgleich die Senatsverwaltung Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (Sen UVK) von allen Akteuren als zuständig erachtet wird, werden insgesamt drei weitere Senatsverwaltungen als diejenigen genannt, die mit dem Thema Berührungspunkte haben oder aus Sicht der Akteure aktiv werden könnten. Diese sind die Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe (Sen WEB), die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen und die Senatsverwaltung für Finanzen (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020).
Neben den nicht immer klaren Zuständigkeiten auf Verwaltungsebene werden zudem ‚Verwaltungsroutinen' als Hemmnis gesehen. Diese beziehen sich auf die fehlenden Partizipationsmöglichkeiten, die Länge der Genehmigungsverfahren und die fehlende quartiersbezogene Anpassung (Interview Berlin 13 - direkter Akteur 2020).

Externe Rahmenbedingungen

Als externe Rahmenbedingungen werden die verschiedenen Aspekte der Marktstruktur angesprochen: die heterogene Eigentümer*innenstruktur der Wohnungswirtschaft im Untersuchungsgebiet MiDoI, die insgesamt wettbewerbliche Struktur des Wärmemarktes und Engpässe bei Planungsbüros und Handwerksbetrieben. Die Struktur des Wärmemarktes wird in der Regel auch als regulatorisches Hemmnis wahrgenommen (Interview Berlin 08a - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 07 - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020).

(Organisations-) Kultur

Im Problemfeld Kultur wurden mehrere Aspekte angesprochen. Der Schwerpunkt der genannten Hemmnisse liegt in den (unternehmens-) kulturellen Gepflogenheiten. Thematisiert wurde der Umgang mit Erfolgen und deren Kommunikation. Beispielsweise wurde Hamburgs erste Wasserstofftankstelle sehr öffentlichkeitswirksam kommuniziert, im Vergleich zu den bereits vorhandenen Wasserstofftankstellen Berlins. Dies liegt auch der Größe Berlins geschuldet, Meldungen werden hier, aufgrund der Vielzahl der Meldungen, schlechter wahrgenommen (Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020). Zudem wurde die fehlende Beteiligung mehrfach angesprochen: Aus Sicht einiger Akteure gibt es nur wenige aktive Bürger*innen, die sich konkret inhaltlich beteiligen (Interview Berlin 13 - direkter Akteur 2020). Aus Sicht der Bürger*innen wurde geäußert, dass die Beteiligung nur in den vorgegebenen Formaten (z.B. Anhörungen) stattfindet und sie keine wirksamen und niederschwelligen Beteiligungsmöglichkeiten sehen (Interview Berlin 06 - indirekter Akteur 2020). In mehreren Einzelfällen wurde das politische Taktieren der Entscheidungsträger*innen als Hemmnis thematisiert („Berliner Filz"; Interview Berlin 03 - indirekte Akteure 2020).

10.3 Wirtschaftliche und finanzielle Hemmnisse

Überblick

Wirtschaftliche und finanzielle Hemmnisse wurden von den Berliner Akteuren insgesamt in über 50 Textsegmenten angesprochen. Die Hemmnisse betreffen die Schwerpunkte Finanzierung von Personal und Finanzierung von Investitionen, Investor-Nutzer-Dilemma und den Mietendeckel.

Abbildung 27: Wortwolke der wirtschaftlichen Hemmnisse in Berlin.
Quelle: Eigene Darstellung.

Finanzierung von Personal

Die Planung und Umsetzung von nachhaltigen Wärmeversorgungslösungen bedarf umfassender personeller Kapazitäten. Dies hängt eng mit den organisatorischen Hemmnissen zusammen. Da die Aufgaben der Wärmeplanung und Begleitung der Umsetzung von nachhaltigen Wärmeversorgungslösungen keine definierten Aufgaben für die Verwaltung darstellen, fehlt es an einer durchgängigen Finanzierung. Das Personal wird derzeit in der Regel aus Projektmitteln finanziert (z.B. im Rahmen der NKI (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020). Dadurch kommt es zu den o.g. Diskontinuitäten (siehe Problemfeld Akteure in Kapitel 10.2). Befürchtet wird, dass die Weiterfinanzierung einiger Stellen gefährdet sein könnte, wenn das Land Berlin aufgrund der wirtschaftlichen Folgen der Covid-19-Pandemie Sparmaßnahmen ergreifen muss, um die Haushalt zu konsolidieren (die Schuldenbremse des Grundgesetzes (GG) einzuhalten, Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020).
Die Finanzierung von Personal wird aber nicht nur in der Verwaltung kritisch gesehen. Auch mit Blick auf die Wohnungswirtschaft und generelle Planungspersonalkapazitäten wird eine nicht ausreichende und nicht auf Dauer angelegte Finanzierung als Hemmnis gesehen (Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020).

Investitionen

Die Realisierung von Investitionen in nachhaltige Wärmeversorgungslösungen wird von fast allen Akteuren als schwierig empfunden. Genannt wurden schwerpunktmäßig Aspekte zur Art der Finanzierung (Außenfinanzierung, Innenfinanzierung, Inanspruchnahme von Fördermitteln; Interview Berlin 03 - indirekte Akteure 2020) oder eine oft nicht gegebene Betriebswirtschaftlichkeit nachhaltiger bzw. CO_2-armer Versorgungsoptionen. Die wird z.B. in der Konzeptionierung der Wärmeversorgungslösung im Untersuchungsgebiet Q1

berücksichtigt, indem ein Vergleich der Wärmegestehungskosten alternativer Optionen gegenüber den betrieblichen Leistungen die Wirtschaftlichkeitslücke aufzeigt. Wie im unternehmerischen Handeln der Regelfall, ist die Betriebswirtschaftlichkeit von Versorgungslösungen für den Praxispartner im Q1 elementar (Interview Berlin 12a - direkter Akteur 2020).

Investor-Nutzer-Dilemma

Unter den wirtschaftlichen und finanziellen Hemmnissen wird auch das Investor-Nutzer-Dilemma benannt. Wärmekosten sind für Vermieter*innen ein durchlaufender Posten. Vermieter*innen bzw. Eigentümer*Innen von fremdgenutzem Wohnraum haben in der Regel ein geringes Interesse an Investitionen, die diesen Posten begrenzen bzw. reduzieren. Für sie ergibt sich die Betriebswirtschaftlichkeit dieser Investition erst über viele Jahre in Abhängigkeit der Regelungen zu Umlage der Kosten. Verstärkt würde dieses Hemmnis durch die Absenkung der Modernisierungsumlage nach § 559 Bürgerliches Gesetzbuch (BGB von 11 % auf 8 %, wodurch sich ihre Investitionen erst längerfristig amortisieren. Das führt dazu, dass das Modernisierungsgeschehen „zuverlässig tot“ ist (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020). Seit der Kappung der Modernisierungsumlage ist ein Rückgang der Investitionen zu beobachten. Um Klimaneutralität zu erreichen, ist jedoch eine Steigerung der Sanierungsrate notwendig (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020).

Mietendeckel

Als ein weiteres Hemmnis wurde der Berliner Mietendeckel genannt[29]. Mietobergrenzen und eine Beschränkung von Mieterhöhungen bei Neuvermietung und in bestehenden Mietverhältnissen können die Umsätze und Renditen von gewinnmaximierenden Vermieter*innen verringern wodurch nach Ansicht einiger Interviewpartner*Innen Modernisierungsmaßnahmen, auch energetische Sanierungen, längerfristig gehemmt würden (Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020). Der Mietendeckel, vor allem die Kappung der Modernisierungsumlage, wird in Bezug auf den Klimaschutz sehr kritisch bewertet. Eine Lösung erscheint schwierig, vor allem da soziale Belange berücksichtigt werden müssen (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020).

10.4 Regulatorische Hemmnisse

Überblick

Regulatorische Hemmnisse wurden von den Akteuren fast 50mal angesprochen. Darunter wurden am häufigsten der Mietendeckel bzw. der Milieuschutz genannt. Die Verwendung des Primärenergiefaktors (PEF) als Maß der Sanierungsmaßnahmen, Förderprogramme, (nicht vorhandene) Maßnahmen zur Wärmeplanung und energetische Sanierungen.

[29] Unter dem Mietendeckel wird ein Mietenstopp (‚einfrieren‘ der Mieten), Mietobergrenzen, Mietabsenkungen und die Regelung zur Modernisierungsumlage zusammengefasst. Am 25. März 2021 wurde mit Beschluss des Bundesverfassungsgerichtes (BVerfG 2021) der sogenannte Berliner Mietendeckel aus Gründen der mangelnden Gesetzgebungskompetenz des Bundeslandes mit dem Grundgesetz als unvereinbar erklärt. Damit ist das Gesetz nichtig. Zum Zeitpunkt der geführten Interviews war das Gesetz noch in Kraft, so dass es hier Berücksichtigung findet.

Abbildung 28: Wortwolke regulatorischen Hemmnisse in Berlin.
Quelle: Eigene Darstellung.

Mietendeckel & Milieuschutz (-gebiete)

Unter den am häufigsten genannten regulatorischen Hemmnissen werden der Mietendeckel und Milieuschutz(gebiete) genannt. Die damit verbundenen wirtschaftlichen und finanziellen Aspekte wurden bereits in Kapitel 10.3 beschrieben. Zusätzlich werden im Zusammenhang mit dem Mietendeckel und Milieuschutz weitere regulatorische Hemmnisse benannt. Darunter sind die Genehmigungspflicht von baulichen Maßnahmen in Milieuschutzgebieten, die zur Verunsicherung bei Vermieter*innen beitragen[30] (Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020).

PEF

Die Berechnung des PEF wird als problematisch beschrieben. Ein PEF von 0,0 ist nicht gleichbedeutend mit der Verwendung von 100 % erneuerbaren Energien, suggeriert dieses jedoch. Der PEF ist allerdings in den Förderprogrammen die entscheidende Kenngröße und führt zu dem Dilemma, dass eine gff. teurere Lösung mit schlechterem PEF nicht gewählt wird, obwohl diese langfristig nachhaltiger ist (Interview Berlin 10b - direkter Akteur 2020).

Förderprogramme

Die Sonderrolle als Stadtstaat mit Landesbefugnissen auf Senatsebene aber ohne kommunalen Befugnissen auf Bezirksebene wirken sich auf die Förderprogramme aus (Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020). Förderprogramme müssen zu Bundesprogrammen passen und sind für Berlin meist zu klein ausgelegt bzw. die Vorhaben und (Wärme-)Netze in Berlin zu groß (Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020). Außerdem werden die vorhandenen Förderprogramme als wenig hilfreich eingeschätzt, wenn diese nicht mit andern Förderungen kombinierbar sind (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020).

Maßnahmen zur Wärmeplanung

In Berlin sind keine Maßnahmen zur Wärmeplanung vorhanden. Mehrere Maßnahmen des Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm (BEK) beinhalten eine Wärmeplanung, auch Maßnahmen zu Wärmenetzen beinhalten eine indirekte Wärmeplanung, es gibt aber keine einheitliche Planung (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020).

---

[30] Zum Zeitpunkt der Interviews war das Gesetz zum Berliner Mietendeckel noch in Kraft, die bereits angekündigte rechtliche Überprüfung, wurde von einem Akteur als Verunsicherung der Eigentümer*innen wahrgenommen.

Energetische Sanierungen

Im regulatorischen Hemmnis ‚energetische Sanierungen' kommen mehrere Aspekte zusammen. Häufig werden energetische Sanierungen mit anderen Sanierungen zusammengelegt, diese Gesamtproblematik ist nur über hohe Förderungen finanzierbar (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020). Die Sanierungskosten, sind vor allem in Milieuschutzgebieten nur bedingt umlagefähig (Interview Berlin 12b - direkter Akteur 2020). Ein attraktives Investitionsumfeld für energetische Sanierungen benötigt veränderte Rahmenbedingungen. Der Milieuschutz erschwert Investitionen im Allgemeinen und speziell auch (energetische) Sanierungen. Diese sind seit Einführung des Milieuschutzgebietes auf der Mierendorff-Insel im Jahr 2018 bis auf 0 % abgesunken. Eine positive Entwicklung ist nicht abzusehen (Interview Berlin 01a - indirekter Akteur 2020).

10.5 Weitere Hemmnisse

Überblick

Darüber hinaus wurden weitere Hemmnisse benannt. Diese sind in diesem Kapitel zusammengefasst. Am häufigsten wurden Datenverfügbarkeit und Datenschutz, sowie Mieter*innen, Eigentumsverhältnisse und Kommunikation benannt.

Abbildung 29: Wortwolke der weiteren Hemmnisse in Berlin.
Quelle: Eigene Darstellung.

Datenverfügbarkeit und -schutz

Als wichtigste weitere Hemmnisse wurden Datenaspekte, insbesondere die Datenverfügbarkeit, am häufigsten genannt. Dabei wurde sowohl die Verfügbarkeit von Daten der Energieversorger als auch von Seiten der Eigentümer*innen genannt. Während einzelne EVUs aufgeschlossen sind, Daten zur Verfügung zu stellen (Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020), haben andere EVUs die Datenverfügbarkeit blockiert (Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020). Sind die Daten verfügbar, stellt der Datenschutz ein weiteres Hemmnis dar, eine Datensammlung muss von den Bezirksämtern begründet werden (Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020). Weder das Gas- noch das Fernwärmenetz gehören der Stadt oder dem Land Berlin, so dass auch dies die Datenverfügbarkeit erschwert (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020).

Mieter*innen

Berlin ist eine Mieter*innenstadt, über 80 % der Wohnungen sind vermietet (Feilbach J. 2019). Dies birgt mehrere verschiedene Ursachen für Hemmnisse. Mieter*innen haben zum Teil Angst vor Verdrängung (Interview Berlin 03 - indirekte Akteure 2020) und es besteht ein Mangel an Technologieverständnis. Einmal bezüglich der eingesetzten Technologie selbst aber auch bei der Anwendung der Technologie. Z.B. „fühlt sich die Heizung kalt an" (Interview

Berlin 12b - direkter Akteur 2020) bei Niedertemperaturheizsystemen oder es muss über das Lüftungsverhalten aufgeklärt werden (Interview Berlin 06 - indirekter Akteur 2020). Hier besteht ein Hemmnis durch eine unzureichende Kommunikation mit den Mieter*innen.

Eigentums-verhältnis

Insbesondere im Untersuchungsgebiet Mierendorff-Insel befinden sich die Wohngebäude im Streubesitz, d.h. dass es sehr viele verschiedene Eigentümer*innen gibt. Die Bandbreite der Eigentümer*innen reicht von Genossenschaften über Kapitalgesellschaften und landeseigene Wohnungsbaugesellschaften zu Privatpersonen und Wohneigentums-gemeinschaften. Diese Struktur wird als Hemmnis wahrgenommen (Interview Berlin 01a - indirekter Akteur 2020).

Kommunikation

An die Kommunikation ist direkt die Akzeptanz von Sanierungs- und Modernisierungs-maßnahmen geknüpft. Es besteht die Wahrnehmung, dass durch eine gute Kommunikation die Akzeptanz erhöht werden kann, eine schlechte Kommunikation fördert auf jeden Fall eine ablehnende Haltung. Das Kommunikationskonzept ist hier entscheidend. Häufig wird nur anlassbezogen kommuniziert und die Informationen erreichen nicht immer die Adressaten, da soziale und sprachliche Kompetenzen berücksichtigt werden müssen (Interview Berlin 08a - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 06 - indirekter Akteur 2020; Interview Berlin 12c - direkter Akteur 2021).

10.6 Zusammenfassung: Hemmnisse der kommunalen Wärmewende in Berlin

Am häufigsten haben die interviewten Akteure organisatorische, wirtschaftlich-finanzielle und regulatorische Hemmnisse genannt. Alle Hemmnisse werden hier nochmals zusammengefasst und anschließend in Übersicht 9 tabellarisch dargestellt.

Organisatorische Hemmnisse

Unter den organisatorischen Hemmnissen wurden Personalwechsel und zu wenig Personal bei den Akteuren, auch bei ehrenamtlichen Tätigkeiten genannt. Fehlende Verbindlichkeit und nicht vorhandene persönliche Identifikation mit den Zielen der Wärmewende wurden als weitere Hemmnisse benannt. Weiterhin fehlt eine einheitliche Zuordnung von Klima-schutzstellen und des Themas Wärme in Behörden und Verwaltungen. Die heterogene Eigentumsstruktur in Berlin, die wettbewerbliche Struktur des Wärmemarktes und Engpässe bei Planungsbüros und Handwerksbetrieben wurden als externe, hemmende Faktoren genannt. Außerdem wurden der Umgang mit Erfolgen und die Kommunikation darüber als (Unternehmens-) kulturelles Hemmnis wahrgenommen. Ebenso die Beteiligungs-möglichkeiten in ausschließlich vorgegebenen Formaten, die darüber hinaus nicht niederschwellig sind.

Wirtschaftliche und finanzielle Hemmnisse

Unter den wirtschaftlich-finanziellen Hemmnissen wurden am häufigsten die mangelnde (durchgängige) Finanzierung von Personal und die daraus entstehenden Diskontinuitäten genannt. Die schwierige (Re-)Finanzierung von Investitionen, z.B. durch Förderung von außen, wurde ebenfalls als Hemmnis identifiziert. Ebenso die schwierige Betriebswirtschaftliche Darstellbarkeit von Sanierungsmaßnahmen. Das Investor-Nutzer-Dilemma mit Wärmekosten als durchlaufender Posten für Vermieter*innen wurde als Hemmnis benannt. Die Absenkung der Modernisierungsumlage führte außerdem zu einem Rückgang der Investitionen. In Berlin wurde ferner der Mietendeckel (Mietobergrenze, Beschränkung von Mieterhöhung und Kappung der Modernisierungsumlage) als Hemmnis für energetische Sanierungen identifiziert.

Regulatorische Hemmnisse

Die Verunsicherung der Vermieter*innen über den Berliner Mietendeckel (zum Zeitpunkt der Interviews war Berliner Mietendeckel in Kraft, später nichtig) wurde als regulatorisches Hemmnis benannt. Ebenso wurde die Bedingung, dass in Milieuschutzgebieten bauliche Maßnahmen genehmigungspflichtig sind, als Hemmnis für energetische Sanierungen genannt. Weiterhin sind manche Akteure der Meinung, dass die entscheidende Kenngröße in Förderprogrammen nicht das PEF sein sollte, sondern der Anteil EE, und dass dies ein Hemmnis für die Wärmewende darstellt. Förderprogramme des Bundes sind meist für Berlin zu klein, da die (Wärme-)Netze hierfür zu groß sind, und sind zusätzlich meist nicht kumulierbar, was als weiteres Hemmnis wahrgenommen wird. Zusätzlich wurde die fehlende Wärmeplanung in Berlin als Hemmnis bezeichnet. Die Zusammenlegung energetischer Sanierungen mit anderen Sanierungsmaßnahmen, lassen sich aus Sicht der Akteure nur durch hohe Förderungen finanzieren; dabei hat die bedingte Umlagefähigkeit in Milieuschutzgebieten energetische Sanierungen dort zum Erliegen gebracht und wird somit als ein zusätzliches Hemmnis für die Wärmewende angegeben.

Weitere Hemmnisse

Nicht vorhandene Daten bzw. Daten, die nicht zur Verfügung gestellt werden, wurden als weiteres Hemmnis identifiziert. Sind die Daten verfügbar, stellt der Datenschutz, aus Sicht der Akteure ein weiteres Hemmnis dar. Mieter*innen, die Angst vor Verdrängung haben, und die zusätzlich mangelnde technologische Kenntnisse aufgrund fehlender Kommunikation aufweisen, wurde ebenfalls eine umsetzungshemmende Wirkung zugesprochen. Die Eigentumsverhältnisse in Berlin und speziell auf der Mierendorff-Insel wurden als großes Hemmnis bezeichnet. Die Immobilien befinden u.a. sich im Streubesitz von Genossenschaften, landeseigenen Wohnungsbaugesellschaften, Privatpersonen und WEGs. Fehlende und auch nicht barrierearme Kommunikation wurde als Hemmnis wahrgenommen, dies erschwert die Akzeptanz und fördert eine ablehnende Haltung zu Maßnahmen.

Übersicht 8: Zusammenfassung der genannten Hemmnisse in Berlin.

Schwerpunkte	Hemmnisse	Zusammenfassung
Organisatorische Hemmnisse 10.2	Akteure	Personalwechsel und zu wenig Personal bei Akteuren, fehlendes Commitment bzw. nicht vorhandene persönliche Identifikation mit Zielen der Wärmewende
	Organisatorische Ebene	Zuordnung von Klimaschutzstellen in Behörden und Verwaltungen, Fehlende Zuordnung des Themas Wärme zu einer Senatsverwaltung
	Externe Rahmen-bedingungen	Heterogene Eigentumsstruktur, wettbewerbliche Struktur des Wärmemarktes, Engpässe bei Planungsbüros und Handwerksbetrieben
	(Organisations-) Kultur	Umgang mit Erfolgen und Kommunikation darüber, Beteiligung nur in vorgegebenen Formaten und nicht niederschwellig

Schwerpunkte	Hemmnisse	Zusammenfassung
Wirtschaftliche und finanzielle Hemmnisse 10.3	Finanzierung von Personal	Mangelnde durchgängige Finanzierung dadurch Diskontinuitäten
	Investitionen	Realisierung von Investitionen schwierig, Förderung von außen, Betriebswirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen
	Investor-Nutzer-Dilemma	Wärmekosten sind durchlaufender Posten für Vermieter*innen, Absenkung der Modernisierungsumlage führte zu Rückgang von Investitionen
	Mietendeckel	Berliner Mietendeckel er hemmen energetische Sanierungen
Regulatorische Hemmnisse 10.4	Mietendeckel und Milieuschutz (-gebiete)	Verunsicherung der Vermieter*innen (zum Zeitpunkt der Interviews war Berliner Mietendeckel in Kraft, später nichtig), in Milieuschutzgebieten sind bauliche Maßnahmen genehmigungspflichtig
	PEF	PEF, entscheidende Kenngröße in Förderprogrammen, nicht Anteil EE
	Förderprogramme	Bundesprogramme meist zu klein für Berlin, bzw. (Wärme-)Netze zu groß, zusätzlich ist die nicht-Kumulierbarkeit ein Hemmnis
	Maßnahmen zur Wärmeplanung	Keine Maßnahmen zur Wärmeplanung vorhanden
	Energetische Sanierungen	Zusammenlegung mit anderen Sanierungen nur über hohe Förderungen finanzierbar, bedingte Umlagefähigkeit in Milieuschutzgebieten hat energetische Sanierungen zum Erliegen gebracht
Weitere Hemmnisse 10.5	Datenverfügbarkeit und -schutz	Daten werden nicht zur Verfügung gestellt, wenn Daten verfügbar sind ist Datenschutz ein weiteres Hemmnis
	Mieter*innen	Angst vor Verdrängung, Mangel an Technologieverständnis durch fehlende Kommunikation
	Eigentumsverhältnis	Streubesitz der Immobilien: Genossenschaften, Landeseigene Wohnungsbaugesellschaften, Privatpersonen und WEGs
	Kommunikation	Fehlende Kommunikation erschwert Akzeptanz und fördert ablehnende Haltung, vorhandene Kommunikation nicht barrierearm

Quelle: Eigene Zusammenstellung aus Interviews.

11 Chancen der kommunalen Wärmewende in Berlin

11.1 Schwerpunkte der wahrgenommenen Chancen

Überblick

Die Analyse der Chancen erfolgt ebenfalls auf Basis der Akteursinterviews und der von den Akteuren angesprochenen Chancen. Abbildung 30 visualisiert die angesprochenen Chancen entsprechend der Häufigkeit, mit der sie von den Berliner Akteuren in den Interviews genannt wurden. Daran lässt sich erkennen, dass organisatorische Chancen am häufigsten genannt wurden. Weiter folgen sonstige und technologische Chancen. An dritter Stelle wurden wirtschaftliche Chancen genannt. Daraus lassen sich Schwerpunkte erkennen, denen eine hohe positive Wirkung für die Realisierung der Wärmewende im Cluster zugerechnet werden. Daher werden diese drei Chancenkategorien etwas ausführlicher dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass die genannten Chancen in der Regel nicht isoliert voneinander auftreten und nicht immer vollständig zu trennen sind. In der Tendenz zeigt die Analyse dennoch wahrnehmbare Schwerpunkte.

Abbildung 30: Visualisierung der wahrgenommenen Chancen nach Schwerpunkten. Quelle: Eigene Darstellung.

11.2 Organisatorische Chancen

Überblick

Unter den organisatorischen Chancen wurden nur wenige häufig genannt. Vor allem wurden Chancen genannt, die sich aus den Akteuren heraus ergeben bzw. ihnen zugeschrieben werden. Dazu gehören die Akteure Bezirksämter, Genossenschaften und die Energieversorgungsunternehmen Gasag und Vattenfall sowie Projekt- & Quartiersmanagement als Chance für die Wärmewende.

Abbildung 31: Visualisierung der organisatorischen Chancen.
Quelle: Eigene Darstellung.

Bezirksämter (BA)

Aus dem Einfluss und den Möglichkeiten der Bezirksämter werden von den Interviewten große organisatorische Chancen abgeleitet. Ein engagierter Stadtrat kann Amtsleiter unterstützen und gute Rahmenbedingungen, z.B. eine*n Klimaschutz-manager*in einzustellen, im Bezirk schaffen (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020). Im Forschungsprojekt KoWa ist das Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf der direkte Projektpartner auf der Mierendorff-Insel. Dadurch hat das Bezirksamt die Datenhoheit und muss anhand der Datenlage mögliche Projekte aufzeigen und eine Ist-Analyse durchführen (Interview Berlin 08a - direkter Akteur 2020).

Genossenschaften

Die Akteure sehen in Wohnungsbaugenossenschaften im Gegensatz zur privaten Wohnungswirtschaft mehrere Vorteile. So sind Genossenschaften nicht an einer möglichst hohen Rendite interessiert, sondern an der Mitgliederförderung, siehe § 1 (1) Genossenschaftsgesetz (GenG), welches eine kostenadequate Wohnungsversorgung mit einschließt. Weiterhin bewirtschaften sie ihren Bestand langfristig und planen keine Verkäufe. Dies ist förderlich für langfristige Planungen von 30-40 Jahren und steht im Einklang mit dem Wunsch einer kostendeckenden statt gewinnorientierten Bewirtschaftung und nicht einer kurzfristigen Interessensbedienung (Interview Berlin 07 - direkter Akteur 2020). Zusätzlich ist die Kommunikation zwischen der Genossenschaft und den Mitgliedern zumeist direkter und dadurch einfacher (Interview Berlin 08a - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 07 - direkter Akteur 2020). Beides, die Ziele von Genossenschaften und bereits etablierte Kommunikationswege bieten organisatorische Chancen für die Wärmewende.

Quartiers- & Projekt-management

Im Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm ist die Finanzierung von Quartiersmanagement enthalten. Eine konkrete Anzahl an Quartieren ist nicht geplant und zum Zeitpunkt des Interviews reichten die Personalressourcen noch für die nächsten zwei bis drei Jahre (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020). Sie bieten somit eine Chance die Wärmewende in den Quartieren nicht nur zu managen, sondern auch zu etablieren.
Gutes Projektmanagement bei der Umsetzung von (Pilot-)Projekten zur Wärmewende ist zwar einerseits aufwendig, erhöht aber die Chance auf ein gelungenes Projekt (Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020).

Energie-versorgungs-unternehmen

Die beiden großen Energieversorgungsunternehmen im Bereich Gas und Fernwärme sind Gasag und Vattenfall. Für beide sind einzelne Projekte für die Außendarstellung sehr attraktiv (Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020). Gemeinsam mit der Senatsverwaltung und den Bezirken wird das Thema Wärmewende vertieft diskutiert und lässt nach Aussage eines Interviewpartners ein hohes Maß an Veränderungsbereitschaft erkennen (Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020). Weiterhin können Energieversorgungsunternehmen als Multiplikatoren bei den eigenen Kund*innen auftreten, aber auch in Pilotprojekten involviert sein (Interview Berlin 08a - direkter Akteur 2020). Dies bietet eine organisatorische Chance für die Wärmewende.

11.3 Technologische Chancen

Überblick

Unter den technologischen Chancen wurden nicht neue Technologien benannt, sondern der sinnvolle Einsatz bereits bestehender Technologien gefordert. Ebenso wurde bestehender Infrastruktur Potential und eine Chance für die Wärmewende zugeschrieben.

Abbildung 32: Visualisierung der technologischen Chancen.
Quelle: Eigene Darstellung.

Dächer & Gebäude

Unter den technologischen Chancen wurden unter anderem Dächer am häufigsten genannt. Hintergrund: Die Hausdächer werden bislang wenig zur Wärmeerzeugung genutzt und bieten Potentiale, für z.B. Energiegenossenschaften (Interview Berlin 03 - indirekte Akteure 2020; Interview Berlin 01a - indirekter Akteur 2020). Dabei bietet sich für die Dächer die Nutzung von Solarthermie- als auch Photovoltaikanlagen an. Weiterhin bieten die Gebäude technische Potentiale für eine energetische Sanierung, wie z.B. Ertüchtigung der Fenster oder Dämmung der Außenwände (Interview Berlin 03 - indirekte Akteure 2020).

Erneuerbare Energien

Die erneuerbaren Energien (EE) bieten technologische Chancen für die Wärmewende. Durch den eingeführten und weiter steigenden CO_2-Preis bieten insbesondere verbrauchs-unabhängige EE die Chance, langfristig preisstabil Wärme zu erzeugen (Interview Berlin 12c - direkter Akteur 2021). Aktuell ist ein Sanierungsstau vorhanden, der aufgelöst werden muss, um EE adäquat berücksichtigen zu können (Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020). Hier stellt sich für einige Akteure bereits heute die Frage, wie eine Versorgung mit 100%-EE erreicht werden kann (Interview Berlin 10b - direkter Akteur 2020).

Solarthermie

Unter den EE wurde im Zusammenhang mit der Wärmewende und den bereits genannten Dächern die Solarthermie hervorgehoben. Insbesondere in Gebäuden mit einer Heizzentrale im Dach, bietet die bereits vorhandene Infrastruktur gute Anknüpfungspunkte (Interview Berlin 12b - direkter Akteur 2020).

Biogas

Bei der Umstellung der Gasversorgung auf grüne Gase, stellt Biogas eine Komponente dar, die bereits heute verfügbar ist. Während in der Vergangenheit (Biogas-)BHKWs nicht hinterfragt wurden, steht heute die Frage im Raum wie 100% EE zum Heizen umgesetzt werden können (Interview Berlin 10b - direkter Akteur 2020).

11.4 Wirtschaftliche und finanzielle Chancen

Überblick

Bei den wirtschaftlichen und finanziellen Chancen sind die Finanzierung von Sanierungsvorhaben und die Abschreibung dieser Investitionen als Kernthema von den Akteuren genannt. Weiterhin wird das Geschäftsmodell des Contracting, als Chance für die Wärmewende gesehen.

Abbildung 33: Visualisierung der wirtschaftlichen und finanziellen Chancen.
Quelle: Eigene Darstellung.

Finanzierung / Geld

Am häufigsten wurden in den Interviews die Finanzierung bzw. die Mittel für Sanierungen genannt. Im Rahmen der Interviews entstand der Eindruck, dass bei einem Teil der Eigentümer*innen (z.B. Kaitalgesellschaften) die finanziellen Mittel für Sanierungen vorhanden sind (Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 06 - indirekter Akteur 2020). Die Erhöhung des Fördervolumens bietet eine weitere Chance (Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020). Neue Konzepte, die in der Anschaffung teuer sind, jedoch die Betriebskosten stabil halten (ggf. sogar Einsparpotential bieten), sind an Mieter*innen gut vermittelbar (Interview Berlin 07 - direkter Akteur 2020).

Contracting / Investitionen

Eine weitere Chance wird beim Contracting gesehen. Hier werden die Investitionen in eine Wärmeversorgung an ein Contracting-Unternehmen ausgelagert und dieses finanziert die Anlage und vertreibt die Wärme. Für die Eigentümer*innen ist dies ein „all-inclusive“-Service, bei dem sie sich nicht mehr um die Instandhaltung der Anlage kümmern müssen (Interview Berlin 13 - direkter Akteur 2020). Diese Unternehmen können die Wärmewende, durch entsprechende Wärmeversorgungskonzepte voranbringen und Eigentümer*innen müssen keine hohen Investitionskosten stemmen.

Abschreibung

Da Wärmeversorgungsanlagen in der Regel nach 10 Jahren abgeschrieben sind, bietet sich die Möglichkeit in relativ kurzen Zyklen in neue Anlagen zu investieren und im Sinne der Wärmewende auf erneuerbare Energien zurückzugreifen (Interview Berlin 10b - direkter Akteur 2020). Allerdings liegt die technische Lebensdauer der Anlagen bei etwa 20 Jahren, so dass die Entscheider*innen in der Wohnungswirtschaft erst nach längerer Dauer zu neuen Investitionen bereit sind.

11.5 Weitere Chancen

Überblick

Unter den weiteren Chancen wurden die Mieter*innen als Akteure genannt. Diese fordern zum Teil Sanierungsmaßnahmen und können durch entsprechende Kommunikation, die ebenfalls als Chance gesehen wird, gut eingebunden werden. Die Klimaschutzvereinbarung des Landes Berlin mit einigen Unternehmen wird als weitere Chance wahrgenommen. Zwar enthält die Vereinbarung keine Sanktionen, jedoch Ziele, welche die Unternehmen erreichen und über deren Erreichung berichten sollen.

Abbildung 34: Visualisierung der weiteren Chancen.
Quelle: Eigene Darstellung.

Mieter*innen

Unter weiteren Chancen werden Mieter*innen direkt benannt. Diese wünschen sich Sanierungen; profitieren sie doch von Einsparmaßnahmen (Interview Berlin 04 - indirekter Akteur 2020). Gleichzeitig können Mieter*innen, die in Bezug auf neue Technologien skeptisch sind, über Informationen und eine gute Kommunikation erreicht werden (Interview Berlin 06 - indirekter Akteur 2020). So können Mieter*innen ihren Verbrauch bzw. die Einsparungen über ein Energiesparkonto überwachen und kontrollieren; gleichzeitig geben sie eine Datenspende ab. i.d.R. reicht eine dieser Datenspenden, um Rückschlüsse auf das gesamte Gebäude ziehen zu können (Interview Berlin 03 - indirekte Akteure 2020). Diese Daten könnten Bezirksämtern zu Gute kommen (Interview Berlin 01a - indirekter Akteur 2020). Mieter*innen können auf diese Weise zusätzliche Beiträge zur Wärmewende leisten.

Klimaschutz-vereinbarung

Das BEK und insbesondere die Klimaschutzvereinbarungen mit zentralen Unternehmen in Berlin bieten eine Chance für die Wärmewende (Interview Berlin 08a - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 12c - direkter Akteur 2021). Zum Zeitpunkt der Interviews verhandelte der Senat mit den beteiligten Unternehmen Anschlussvereinbarungen der Klimaschutz-vereinbarungen, die quantifizierbare Ziele bis zum Jahr 2030 enthalten. Das BEK wird als

wirkungsvolles Instrument beschrieben, auch wenn es keine Sanktionen enthält (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020).
Aus Sicht eines Akteurs ist es sinnvoller den rechtlichen Rahmen für eine gelungene Wärmewende zu setzen, als kleinteilig in Quartieren tätig zu sein (Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020).

Kommunikation

Ein weiterer Punkt, unter dem sich mehrere Punkte zusammenfassen lassen, ist die Kommunikation. Sie wird als Schlüssel zur Wärmewende identifiziert (Interview Berlin 08a - direkter Akteur 2020). Mieter*innen müssen ausreichend gehört werden und wünschen sich frühzeitig in die Vorhaben eingebunden zu werden (Interview Berlin 06 - indirekter Akteur 2020).Weiterhin müssen die Mieter*innen transparent aufgezeigt bekommen, dass sich die Sanierungs- bzw. Modernisierungsvorhaben auch für sie lohnen, indem sie transparent über ihre Verbräuche und mögliche Einsparungen informiert werden. Auch wurde der Wunsch nach regelmäßigen Informationsveranstaltungen geäußert, z.B. zum Thema „Lüftungsverhalten & Schimmelprobleme“ (Interview Berlin 06 - indirekter Akteur 2020).

11.6 Zusammenfassung: Chancen der kommunalen Wärmewende in Berlin

Am häufigsten haben die interviewten Akteure organisatorische, technologische und wirtschaftlich-finanzielle Chancen genannt. Alle Chancen werden hier zusammengefasst und anschließend in Übersicht 9 tabellarisch dargestellt.

Organisatorische Chancen

Bei den organisatorischen Chancen wurden vor allem Chancen in den Bezirksämtern, mit engagiertem Personal und Wohnungsbaugenossenschaften mit ihrer eigenen Kultur gesehen. Quartiers- und Projektmanagement könnte die Wärmewende nach Meinung der Befragten langfristig in Quartieren etablieren und die Chance auf das Gelingen bzw. die Umsetzung erhöhen. (Energie-) Versorgungsunternehmen können als Multiplikatoren bei den eigene Kund*innen dienen und somit die Wärmewende voranbringen.

Technologische Chancen

Technologische Chancen werden hauptsächlich in der Gebäudestruktur und bislang ungenutzten Dächern gesehen. Grundsätzlich versprechen sich die Akteure durch den Einsatz erneuerbarer Energien die Chance auf langfristig stabile Wärmepreise. Als konkrete Technologie bzw. Wärmequelle wurden Solarthermie und Biogas hervorgehoben. Gerade in Verbindung mit der Option, die Berliner Dächer zu nutzen, ergibt sich die Chance für den Einsatz von Solarthermie.

Wirtschaftliche und finanzielle Chancen

Bei den wirtschaftlich-finanziellen Chancen wurde der Erhöhung von Förderprogrammen ein hoher Beitrag für die Wärmewende und den Einsatz neuer (EE) Konzepte zugesprochen, welche in der Zukunft die Betriebskosten stabil halten können. Das Auslagern von Investitionen an Contracting-Unternehmen, die erneuerbaren Energien einsetzen, wird als weitere Chance für die Wärmewende gesehen und reduziert die Investitionen der Eigentümer*innen. Nach ca. zehn Jahren sind technische Anlagen in der Regel abgeschrieben; darin wird ebenfalls eine Chance für den Austausch und Ersatz durch EE gesehen, auch wenn die technische Lebensdauer der Anlagen ca. 20 Jahren entspricht.

Weitere Chancen

Unter den weiteren Chancen wurden zum einen die Mieter*innen genannt, denen ein Wunsch an Sanierungen und Energieeinsparmaßnahmen zugeschrieben wird. Gleichzeitig könnten sie mit einer Datenspende die benötigten Informationen für eine Wärmeplanung bereitstellen. Die Klimaschutzvereinbarung, die das Land Berlin mit zahlreichen Akteuren

abgeschlossen hat, wird als wirkungsvoll bezeichnet, auch wenn keine Sanktionen vorgesehen sind. Gute und frühzeitige Kommunikation mit Mieter*innen und Transparenz über die bevorstehenden Sanierungen erhöhen die Akzeptanz. Außerdem wurde der Wunsch nach Informationsveranstaltungen zu Themen die die Wärmewende betreffen gewünscht.

Übersicht 9: Zusammenfassung der genannten Chancen in Berlin.

Schwerpunkte	Chancen	Zusammenfassung
Organisatorische Chancen 11.2	Bezirksämter	Engagierte Bezirksämter können Projekte unterstützen und gute Rahmenbedingungen schaffen
	Genossenschaften	Aufgrund z.T. intrinsischen Zielen und Interessen offen für nachhaltiges Bestandsmanagement
	Quartiers- & Projekt-management	Durch Finanzierung von Quartiers- und Projektmanagement zu Wärmewende, langfristige Etablierung in Quartieren möglich. Gutes Management erhöht Chancen auf Gelingen
	Energieversorgungs-unternehmen	Veränderungsbereitschaft z.T. erkennbar, sie könnten als Multiplikatoren bei eigenen Kund*innen dienen
Technologische Chance 11.3	Dächer und Gebäude	Gebäude bieten Chancen für energetische Sanier-ungen und Dächer könnten für Solarthermie oder PV-Anlagen genutzt werden
	Erneuerbare Energien	Bieten die Chance auf langfristig stabile Wärmepreise
	Solarthermie	In Kombination mit ungenutzten Dächern eine Chance die sich für den Einsatz von Solarthermie ergibt
	Biogas	Bei Umstellung der Gasversorgung, stellt Biogas eine Komponente dar
Wirtschaftliche und finanzielle Chancen 11.4	Finanzierung / Geld	Erhöhung von Fördervolumen bieten Chancen für neue (EE) Konzepte, die Betriebskosten in der Zukunft stabil halten können
	Contracting / Investitionen	Auslagern der Investitionskosten an Contracting-Unternehmen die die Wärmewende voran-bringen
	Abschreibung	Nach Abschreibung bietet sich die Chance auf Erneuerung von Heizungsanlagen
Weiter Chancen 11.5	Mieter*innen	Mieter*innen wünschen sich Sanierungen und profitieren von Energieeinsparmaßnahmen. Können eine Datenspende zum Energie-verbrauch leisten und ermöglichen somit Rückschlüsse auf Gebäude-strukturen bzw. –zustände
	Klimaschutz-vereinbarung	Wird als wirkungsvolles Instrument beschrieben, auch wenn es keine Sanktionen enthält
	Kommunikation	Frühzeitige Transparenz und Kommunikation mit Mieter*innen steigert Akzeptanz; außerdem Infor-mationsveranstaltungen für Mieter*innen zu Themen wie ‚Lüftungsverhalten‘

Quelle: Eigene Zusammenstellung aus Interviews.

12 Besondere Erkenntnisse

Es gab in Berlin bereits konkrete Projekte, die dem Thema Energie- und Wärmewende zugeordnet werden können. Um weitere Erkenntnisse zu gewinnen, wurde jeweils ein Projekt, welches von den interviewten Akteuren selbst, als erfolgreich zw. nicht-erfolgreich wahrgenommen wird, ermittelt und der jeweilige Akteur dazu interviewt.

12.1 Erfolgreiches Projekt

Ausgangslage

Ein ausgewähltes erfolgreiches Projekt zur Etablierung CO_2-armer Wärmeversorgung umfasst den Neubau von 470 Wohneinheiten in 16 Gebäuden. Es wird von einer Genossenschaft getragen. Die Gebäude sind KfW 40-Neubauten, sie werden über ein Nahwärmenetz aus einer Heizungszentrale mit Wärme versorgt. Die benötigte Wärme wird von einem Biogas-BHKW erzeugt und bei Bedarf durch einen Gasspitzenlastkessel (10 % Biogas) ergänzt. Der Strom des BHKWs, wird zusammen mit dem Strom eigener PV-Anlagen als Mieter*innen-Strom vertrieben (Interview Berlin 10b - direkter Akteur 2020).

Erfolgsfaktoren

Der Haupterfolgsfaktor ist die Genossenschaft selbst, die als Treiber ein ganzheitliches Wohnkonzept umsetzen wollte. Dies begünstigt, über das gesetzlich geforderte hinauszugehen (z.B. KfW 40 Statt KfW 55) und eine nachhaltige Strom- und Wärmeversorgung zu etablieren. Durch die Mitgliedschaft in der Genossenschaft sind die Bewohner*innen als Genoss*innen in besonderer Weise mit der Genossenschaft verbunden und der Mitmachanteil beim Mieter*innen-Strom ist mit ca. 90 % sehr hoch (Interview Berlin 10b - direkter Akteur 2020).

Contracting

Die Strom- und Wärmeversorgung wurde von der Genossenschaft als Contracting ausgelagert. Contracting bedeutet für die Genossenschaft, dass sie alle Komponenten der Strom- und Wärmeerzeugung an das Contracting-Unternehmen auslagern und nur noch bedarfsgerechte Endenergie bezieht. Das Contracting-Unternehmen finanziert die Anlage und steht vertraglich in der Verantwortung die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Dadurch werden in der Genossenschaft keine Kompetenzen zu den Erzeugungsanlagen benötigt (Interview Berlin 10b - direkter Akteur 2020).

Hemmnisse

Trotz des erfolgreich umgesetzten Projektes, bestehen dennoch Hemmnisse, vor allem regulatorische & finanzielle Hemmnisse. Es wird nicht immer die technisch sinnvollste Lösung entsprechend wirtschaftlich gefördert. So spielt der PEF in der Förderlandschaft eine große Rolle. Ein PEF von 0,0 suggeriert dabei auch den Einsatz von 100 % erneuerbaren Energien, obwohl dies nicht der Fall sein muss. Die konkreten CO_2-Emissionen wären eine bessere Bewertungsgrundlage. Die Größe eines privaten Stromnetzes ist rechtlich limitiert, und hemmt den Einsatz von eigenen Netzen. Im dargestellten Projekt findet eine Trennung von physikalischem und bilanziellem Netz statt und die Teilnehmenden am Mieter*innen-Strom bezahlen einen Solidartarif, ungeachtet ob sie physisch vom eigenen Netz mit Strom oder mit 100 %-Ökostrom aus dem regulären Stromnetz versorgt werden Der Einsatz von Solarthermie benötigt große Flächen und Geothermie ist in einem dicht besiedelten Gebiet wie Berlin sehr schwierig umzusetzen. Dadurch entfallen zwei Träger zur Versorgung mit 100 % erneuerbaren Energien (Interview Berlin 10b - direkter Akteur 2020).

12.2 Nicht-Erfolgreiches Projekt

Ausgangslage

Im Rahmen des Nicht-Erfolgreichen Projektes wurde in den Jahren 2012-2013 ein energetisches Quartierskonzept für ein Stadtumbau- und Sanierungsgebiet im Berliner Bezirk Lichtenberg erstellt. Das ausgewiesene Gebiet umfasst ca. 150 Hektar und knapp 10.000 Wohnungen. In diesem Gebiet wurde die energetische IST-Situation des Gebäudebestandes erfasst, um die Energie- und CO_2-Einsparpotentiale zu benennen. Es wurde ein Leitbild, Ziele und Maßnahmen herausgearbeitet und die notwendigen Umsetzungsschritte aufgezeigt. Ziel des Projektes war, Eigentümer*innen von Sanierungsmaßnahmen zu überzeugen und diese in eine Umsetzung zu bringen (Interview Berlin 13 - direkter Akteur 2020).

Erfolgsfaktoren

Als Erfolgsfaktoren, und Verbesserungen wurden eine bessere Personalausstattung und längere Projektlaufzeiten genannt, kombiniert mit einem langfristigen Sanierungsmanagement im Quartier. Seit Projektende wurden bereits einige der damals vorgeschlagenen Maßnahmen umgesetzt, andere sind in Planung. Des Weiteren würde eine Umsetzungsverpflichtung für Sanierungsmaßnahmen die Maßnahmen des Projektes unterstützen (Interview Berlin 13 - direkter Akteur 2020).

Hemmnisse

Dieses Projekt war eines der ersten Quartiere für die Entwicklung eines energetischen Quartierskonzeptes. Der Ausschreibungstext ist für alle Quartiere in Berlin derselbe ungeachtet der sehr unterschiedlichen Gebäudezusammensetzung und Begebenheiten vor Ort. Dies wurde als ungünstig empfunden, ebenso die fehlende konkrete Zuordnung eines Fachamtes bzw. mehrerer Fachämter. Das größte Hemmnis in diesem Projekt war jedoch, dass das energetische Quartierskonzept unabhängig von den Eigentümer*innen erstellt und ihnen anschließend übergestülpt wurde. Erschwerend kommt hinzu, dass Hausverwaltungen werden oft schlecht bezahlt, haben wenig Zeit und sind schwierig erreichbar und müssen individuell angesprochen werden (Interview Berlin 13 - direkter Akteur 2020).

Weitere Faktoren

Seit der Durchführung des Projektes hat sich die Optik und die Mieter*innen-Struktur im Quartier verändert, hier spielt die Nähe zu einem beliebten Bezirk eine große Rolle. Dies wurde als Chance für die Wärmewende bezeichnet. Ebenso sollte die Chance genutzt werden, die Erfahrungen und Wissen aus einzelnen Projekten innerhalb der Verwaltung zu transferieren um einen Berlinweiten Austausch zu etablieren (Interview Berlin 13 - direkter Akteur 2020).

12.3 Zusammenfassung: Besondere Erkenntnisse

Die Erkenntnisse aus den beiden interviewten Projekten werden hier nochmals zusammengefasst und anschließend in Übersicht 10 tabellarisch dargestellt.

Erfolgreiches Projekt

Wesentlicher Treiber des als erfolgreich wahrgenommenen Projektes ist die Genossenschaft, die dieses Projekt umgesetzt hat. Sie hat ein ganzheitliches Wohnkonzept angestrebt, welches die Energieversorgung berücksichtig. Die Bewohner*innen tragen durch ihre Teilnahme am Mieter*innenstrom (ca. 90 %) zum Erfolg des Projektes bei. Die Energieversorgung wurde vollständig an ein Contracting-Unternehmen ausgelagert und die Genossenschaft bzw. die Mieter*innen beziehen nur die Endenergie. Trotz des Erfolges, traten auch bei diesem Projekt Hemmnisse auf. Der PEF statt CO_2-Emissionen als Bewertungsgrundlage für Förderungen begünstigt nicht immer die klimafreundlichste Energieversorgung. Die Größe von privaten Stromnetzen ist limitiert, so dass nicht alle

Wohneinheiten physisch an den Mieter*innenstrom angeschlossen werden können. Der Einsatz von Geothermie als Wärmequelle ist in Berlin schwierig.

Nicht-Erfolgreiches Projekt

Das als nicht-erfolgreich wahrgenommene Projekt liefert dennoch Erkenntnisse über Erfolgsfaktoren, die zukünftige Projekte erfolgreicher werden lassen können. Dabei wurden eine bessere Personalausstattung und längere Laufzeiten für Projekte genannt, die langfristig sich in (energetischem) Quartiersmanagement etablieren könnten. Ebenso eine Verpflichtung zur Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen im Rahmen der energetischen Quartiersentwicklung würde aus Sicht des interviewten Akteurs zukünftige Projekte erfolgreicher gestalten. Dass Ausschreibungstexte für alle Quartiere in Berlin gleich sind, ungeachtet der örtlichen Begebenheiten, wurde als Hemmnis beschrieben. Ebenso, dass das Quartierskonzept unabhängig von den Eigentümer*innen erstellt wurde. Nach Projektende hat sich die Optik und Mieter*innen-Struktur begonnen sich zu ändern und erst Sanierungen wurden umgesetzt. Ein Wissensaustausch innerhalb der Verwaltung würde zukünftigen Projekten in anderen Quartieren zugutekommen.

Übersicht 10: Zusammenfassung der besonderen Erkenntnisse in Berlin

Schwerpunkte	Chancen	Beispiele
Erfolgreiches Projekt 12.1	Erfolgsfaktoren	Genossenschaft als Treiber für ganzheitliches Wohnkonzept, Mieter*innenstromanteil ca. 90 %
	Contracting	Energieversorgung an Contracting-Unternehmen ausgelagert, nur Bezug von Endenergie, Verantwortung für Betrieb abgegeben
	Hemmnisse	PEF statt CO_2-Emissionen als Bewertungsgrundlage für Förderungen, Größe von privaten Stromnetzen limitiert, Geothermie in Berlin schwierig
Nicht-Erfolgreiches Projekt 12.2	Erfolgsfaktoren	Bessere Personalausstattung und längere Laufzeiten für Projekte, langfristiges (energetisches) Quartiersmanagement, Umsetzungsverpflichtung für Sanierungsmaßnahmen
	Hemmnisse	Ausschreibungstext für alle Quartiere in Berlin gleich, Quartierskonzept unabhängig von Eigentümer*innen erstellt
	Weitere Faktoren	Optik und Mieter*innen-Struktur hat sich nach Projektende geändert, Erfahrungs- und Wissensaustausch innerhalb der Verwaltung etablieren

Quelle: Eigene Zusammenstellung aus Interviews.

13 Akteursinteressen und Forderungen

In diesem Kapitel werden die Interessen der Akteure im Cluster Berlin und deren Forderungen ausgewertet und dargestellt.

13.1 Interessen der Akteure

Abbildung 35: Visualisierung der Interessen.
Quelle: Eigene Darstellung.

Bei den Interessen wurden über alle Akteure hinweg wirtschaftliche und finanzielle Interessen am häufigsten genannt. Weitere Interessen sind Gemeinwohl, Energie- und Wärmewende und Klimaschutz.

Wirtschaftlichkeit

Um die Wärmewende erfolgreich umzusetzen muss sich die Betriebswirtschaftlichkeit von Sanierungen und Modernisierungen für die Eigentümer*innen darstellen lassen (Interview Berlin 12b - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020). Vor allem bei Unternehmen, dazu gehören auch die EVUs, müssen Projektkosten gedeckt sein (Interview Berlin 05 - indirekter Akteur 2020). Die EVUs haben als Kapitalgesellschaf5ten kommerzielle Interessen, z.B. sind Besitzer von Gasetagenheizungen ein wichtiger Kundenstamm für die Gasag (Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020). Bislang scheint es schwierig zu sein, klimaneutrale Gebäude (nach dem Berliner Energiewendegesetz 7 kg CO_2/m^2), bzw. eine Wärmeversorgung, die diesen Emissions-Anforderungen entspricht, betriebswirtschaftlich darzustellen (Interview Berlin 12a - direkter Akteur 2020). In den Berechnungen der Betriebswirtschaftlichkeit sollte der (zukünftige) CO_2-Preis berücksichtigt und Szenarien für die weitere Entwicklung im Nutzungszeitraum entwickelt werden (Interview Berlin 12b - direkter Akteur 2020).

Gemeinwohl

Es existieren einige Akteure bzw. Einzelkümmerer*innen, deren Interessen zum Teil dem Gemeinwohl dienen; z.B. wurde die Forderung nach klimaneutralen Gebäuden als Allgemeingut geäußert (Interview Berlin 12c - direkter Akteur 2021), aber auch die Verknüpfung mit sozialen Themen, dass soziale Härten vermieden werden müssen (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020). Es gibt Leuchtturmprojekte, in denen eine Genossenschaft der Philosophie folgt: ökologisch, nachhaltig, barrierefrei und sozial (Interview Berlin 10b - direkter

Akteur 2020). Auch ein Projekt zur Transparenz für Mieter*innen und ihre Verbräuche, will die Bürger*innen „empowern“ (Interview Berlin 03 - indirekte Akteure 2020) und kann dem Interesse des Gemeinwohls zugeordnet werden.

Energie- und Wärmewende / Klimaschutz

An dritter Stelle wurde das Interesse an Klimaneutralität geäußert, wobei dies z.T. bedeutet den Vorgaben des Berliner Energiewendegesetzes (7 kg CO_2/m^2) zu entsprechen und die Klimaschutzvereinbarung mit dem Berliner Senat zu erfüllen (Interview Berlin 12a - direkter Akteur 2020). Weiterhin gibt es Interesse an Mieter*innenstromprojekten mit einer Kombination aus BHKW und PV-Anlagen (Interview Berlin 07 - direkter Akteur 2020), bzw. in den Bezirken z.T. echtes Interesse an energetischer Sanierung (Interview Berlin 01b - indirekter Akteur 2020; Zander 2020)). Von einem EVU wurde die Dekarbonisierung als weiteres Interesse genannt, hierbei reicht ein Energieträgerwechsel alleine nicht aus und es muss über alle Sektoren der Energiewirtschaft dekarbonisiert werden (Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020).

13.2 Forderungen der Akteure

Neben Interessen haben die interviewten Akteure auch häufig Forderungen geäußert. Diese bezogen sich auf inhaltliche und finanzielle Unterstützung, konkrete Technologien oder einen anderen regulatorischen Rahmen.

Abbildung 36: Visualisierung der Forderungen.
Quelle: Eigene Darstellung.

Inhaltliche Unterstützung

Am häufigsten wurde die Forderung nach inhaltlicher Unterstützung geäußert. Diese umfasst vielfältige Inhalte und interdisziplinäre Kompetenzen. Die Breite der Themen reichte vom technischen Verständnis, wie eine konkrete Anlage oder Technologie funktioniert, bis hin zu betriebswirtschaftlichen Kompetenzen. Aber auch eine verbindliche Mitwirkung und personelle Stärkung der Akteure, z.B. in den Energiereferaten wurde gefordert (Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020). Ein aktives Klimaschutzmanagement auf Bezirksebene könnte die Wärmewende entscheidend unterstützen und die Schnittstelle bilden, um Akteure anzusprechen und um gemeinsam Klimaziele zu erreichen (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020). Die befragten Mieter*innen wünschen sich mehr direkte Demokratie und Teilhabe bei Sanierungs- und Modernisierungsmaßnahmen und sind sich sicher, dass Informationen zu verwendeter Technologien Ängste abbauen können (Interview Berlin 06 - indirekter Akteur 2020). Inhaltliche Unterstützung fordern mehrere Akteure auch von den EVU. Diese müssten

Daten zur Verfügung stellen, Öffentlichkeit herstellen, unterstützen und durch Informationen und Bildung ein Bewusstsein schaffen (Interview Berlin 03 - indirekte Akteure 2020).

Finanzielle Unterstützung

Die Forderung nach finanzieller Unterstützung bezieht sich vor allem auf die Förderungen. Und zwar in drei Aspekten, der generellen Höhe der Förderungen (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020), dem Umfang der bislang verfügbaren Förderungen und Personalmitteln, um Klimaschutzprojekte nicht immer nur Projektbezogen finanzieren zu können (Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020; Interview Berlin 13 - direkter Akteur 2020). Gleichzeitig wird der Umfang der Förderanträge als zu komplex wahrgenommen. Außerdem wird der Wunsch geäußert, bereits für die technische Planung mehr finanzielle Unterstützung zu erhalten (Interview Berlin 08b - direkter Akteur 2020).

Andere Technologien

Mit der Forderung nach anderen Technologien, werden etablierte Techniken gemeint, die bereits verfügbar und erprobt sind (Interview Berlin 12b - direkter Akteur 2020). So wurde nicht die Entwicklung neuer Techniken oder Technologien gefordert, sondern die Erprobung und der Einsatz bereits entwickelter Technologien, wie z.B. Photovoltaikanlagen auf Dächern zu installieren (Interview Berlin 03 - indirekte Akteure 2020). Dabei steht auch die Frage im Raum, wie eine Versorgung mit 100%-erneuerbaren Energien gelingen kann (Interview Berlin 10b - direkter Akteur 2020). Als Ziel wurde weiterhin formuliert, dass gebäudeübergreifende Konzepte bzw. Quartierskonzepte entwickelt werden sollten (Interview Berlin 08a - direkter Akteur 2020).

Regulatorische Rahmen-bedingungen

Die Forderung nach veränderten regulatorischen Rahmenbedingungen ist eng mit der Forderung nach finanzieller Unterstützung verknüpft. Bereits vorhandene Förderprogramme könnten, neben der Ausweitung (siehe finanzielle Unterstützung) an Erfolge geknüpft werden (Interview Berlin 04 - indirekter Akteur 2020). Weiterhin wurde eine Umsetzungspflicht für Sanierungsmaßnahmen gefordert (Interview Berlin 13 - direkter Akteur 2020). Weitere Forderungen beziehen sich auf die Verankerung des Klimaschutzes in der Städteplanung und die Erstellung und Nutzung eines Wärmeplanungsatlas (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020), aber auch in der Festschreibung von Klimaschutz-Beauftragten im Energiewendegesetz Berlin (Interview Berlin 09 - direkter Akteur 2020). Als weitere regulatorische Rahmenbedingung wurde die Regulierung der Sanierungsumlage auf Bundeseben gefordert (Interview Berlin 14 - direkter Akteur 2020). Eine Veränderung die nicht direkt auch an eine finanzielle Forderung geknüpft ist, ist die Forderung bei der Bewertung von Technologien zur Wärmegewinnung, nicht deren PEF zu verwenden, sondern die konkreten CO_2-Emissionen der Anlagen (Interview Berlin 10b - direkter Akteur 2020).

13.3 Zusammenfassung: Interessen und Forderungen

Die Interessen und Forderungen der interviewten Akteure sind in diesem Kapitel nochmals zusammengefasst und sind in Übersicht 11 tabellarisch dargestellt.

Interessen

Die Hauptinteressen der Akteure liegen in den Bereichen Wirtschaftlichkeit, Gemeinwohl sowie in Energie- und Wärmewende und Klimaschutz. Unter den wirtschaftlichen Interessen, steht die Betriebswirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungen im Vordergrund. Eine Sanierung hin zu einem klimaneutralen Gebäude (nach BEK) scheint sich betriebswirtschaftlich schwierig darstellen zu lassen. Die zukünftige Entwicklung des CO_2-Preises spielt eine große Rolle für Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Klimaneutrale Gebäude als Allgemeingut, wurde von einem Akteur als Interesse benannt, ebenso die Verknüpfung

mit sozialen Themen um soziale Härten zu vermeiden. Die Ermächtigung von Bürger*innen zu mehr Teilhabe an Themen der Wärmewende wurde auch genannt.

Forderungen

Die Forderungen gliedern sich in inhaltliche und finanzielle Unterstützung, der Einsatz von anderen Technologien und die Änderung von regulatorischen Rahmenbedingungen. Ein aktives Klimaschutzmanagement kann Schnittstellen zwischen Akteuren bilden und den Austausch zwischen ihnen fördern. Mieter*innen fordern mehr Teilhabe und inhaltliche Unterstützung zu Technologieverständnis. Von Energieversorgungsunternehmen wird Unterstützung in Form von Daten gefordert. Die Ausweitung des Umfangs und der Höhe der verfügbaren Förderungen wird gefordert, insbesondere, dass die technische Planung bereits gefördert wird. Als weitere Forderung wurde die kontinuierliche Bereitstellung von Personalmitteln genannt. Die Akteure fordern nicht die Entwicklung neuer Technologien, sondern den breiteren Einsatz bereits bestehender und etablierter Technologien und diese in gebäudeübergreifenden bzw. Quartierskonzepten zu planen. Die Forderung nach regulatorischen Rahmenbedingungen, berührt die Forderung nach finanzieller Unterstützung im Punkt der Förderungen. Neben der Ausweitung wird gefordert, Förderungen an Erfolge und die Bewertung der Technologien an die jeweiligen CO_2-Emissionen zu knüpfen. Die Verankerung von Klimaschutz in der Städteplanung und von Klimaschutzmanagement im Energiewendegesetz in Berlin sind weitere regulatorische Forderungen. Auf Bundesebene wird die Regulierung der Sanierungsumlage gefordert.

Übersicht 11: Zusammenfassung der Interessen und Forderungen der Akteure in Berlin.

Schwerpunkte	Chancen	Beispiele
Interessen 13.1	Wirtschaftlichkeit	Betriebswirtschaftlichkeit scheint schwierig Sanierung hin zu klimaneutralem Gebäude (nach BEK) darzustellen, Zukünftiger CO_2-Preis spielt große Rolle für Wirtschaftlichkeitsberechnung
	Gemeinwohl	Klimaneutrale Gebäude als Allgemeingut, Verknüpfung mit sozialer Kompensation um Härten zu vermeiden wird gefordert, Ermächtigung für Bürger*innen zu Teilhabe an Wärmewende-Themen
	Energie- und Wärmewende / Klimaschutz	Klimaschutzvereinbarung zw. Unternehmen und Land Berlin, Dekarbonisierung über alle Sektoren, Energieträgerwechsel reicht nicht aus

Schwerpunkte	Chancen	Beispiele
Forderungen 13.2	Inhaltliche Unterstützung	Aktives Klimaschutzmanagement kann Schnittstellen bilden um Akteure anzusprechen, insbesondere fordern Mieter*innen mehr Teilhabe und inhaltliche Unterstützung zu Technologieverständnis, Unterstützung in Form von Daten wird auch von EVUs gefordert
	Finanzielle Unterstützung	Höhe und Umfang der verfügbaren Förderungen und Personalmittel für kontinuierliche Finanzierung, Technische Planung bereits finanziell fördern
	Andere Technologien	Nicht die Entwicklung neuer Technologien wird gefordert, sondern breiterer Einsatz bereits bestehender und etablierter Techniken, Gebäudeübergreifende bzw. Quartierskonzepte entwickeln
	Regulatorische Rahmen-bedingungen	Berührt finanzielle Unterstützung, Förder-programme nicht nur ausweiten sondern auch an Erfolge knüpfen, Verankerung von Klimaschutz in Städteplanung, Festschreibung von Klimaschutzmanagement im Energiewende-gesetz Berlin, Regulierung der Sanierungsumlage auf Bundesebene, CO_2-Emissionen statt PEF bei Bewertung der Technologien

Quelle: Eigene Zusammenstellung aus Interviews.

14 Akteurskonstellation im Untersuchungsgebiet MiDoI

14.1 Vorgehensweise im Untersuchungsgebiet

Um die Akteurskonstellation im Untersuchungsgebiet Mierendorff-Insel zu visualisieren und die jeweiligen Rollen darzustellen, werden die Akteure in einer Einfluss-Interessen-Matrix dargestellt. Dazu wird der Ist-Zustand in Bezug auf den Einfluss und die Interessen der Akteure, der von den Forschenden in den Clustern vorgefunden wurde, analysiert. Das Vorgehen hierzu wird im oben genannten Methodenbericht (Welz et al. 2021) beschrieben. An dieser Stelle wird das Vorgehen kurz zusammengefasst.

Vorgehen - Zusammenfassung

In Kapitel 13.1 wurden die Interessen der im Cluster vorhandenen und interviewten Akteure themenspezifisch ausgewertet. Diese Interessen werden nun auf Basis der Interviews den einzelnen Akteuren zugeordnet. Die von den Akteuren selbst genannten Interessen, werden im ersten Schritt mit den in der Literatur genannten Interessen abgeglichen (siehe Kapitel 14.2.). In der Auswertung der Interviews wurden folgende Code-Kategorien verwendet (siehe Kapitel 14.3):

- finanzielles Eigeninteresse
- Interesse an Gemeinwohl, Klimaschutz, Energie- und Wärmewende
- Sonstiges Eigeninteresse

Um das Interessenlevel, nach der ‚Top-Bottom'-Methode (Eden und Ackermann 1998) bewerten zu können, wurde bewertet wie stark die jeweiligen Akteure diese Interessen verfolgen, dabei wurde auch berücksichtigt, wie eng der Bezug des Akteurs zum Standort ist.

Die Bewertung des Einflusslevels erfolgt ebenfalls nach der ‚Top-Bottom'-Methode (Eden und Ackermann 1998). Hier wurden folgende Kriterien angewendet (siehe Kapitel 14.4):

- Entscheidungsbefugnis
- Vernetzungsgrad
- Ressourcen

Im letzten Schritt werden die Bewertungen für das Interessen- und Einflusslevel in einer Einfluss-Interessen-Matrix (Ackermann und Eden 2011) zusammengeführt und konkretisiert. Dabei wird zusätzlich der Akteurs-Typ berücksichtigt, siehe Kapitel 14.5:

- Einfluss auf das Projekt
- Beeinflusst vom Projekt
- Involviert im Projekt
- Interessiert am Projekt

Abgrenzung

Zur Abgrenzung und besseren Verständlichkeit wird, insbesondere bei der Bewertung des Interessen- und des Einflusslevels, eine Einschränkung auf das Nahwärmekonzept (siehe Kapitel 6) vorgenommen. Dieses Konzept wurde im Rahmen des Forschungsprojektes KoWa definiert und grenzt sich von den bisher bestehenden Versorgungslösungen (Gas und Fernwärme) ab.

14.2 Vorhandene Akteure im Berliner Untersuchungsgebiet MiDoI und ihre Interessen

Übersicht Akteure

Entlang der Wertschöpfungskette der kommunalen Wärmeversorgung treten, nach Dunkelberg et al. 2018, folgende Akteure auf: Staatliche Akteure, Städte und Kommunen, Erzeuger, Netzbetreiber, Vertrieb, Abnehmer, Wärmenutzer*innen und verschieden Fachexpert*innen. Im Berliner Untersuchungsgebiet MiDoI leiten sich aus den technologischen Konzeptvorschlägen und den Vorarbeiten zu den Interviews (Kapitel 9.2.1) folgende Akteure entlang der Wertschöpfungskette ab:

- Städte und Kommune: Senatsverwaltungen, BA Charlottenburg-Wilmersdorf
- Energieversorgungsunternehmen: Gasag AG und Vattenfall
- Abnehmer, Wohnungswirtschaft: Märkische Baugenossenschaft
- Wärmenutzer*innen: Mieter*innen, Mieter*innenvertetung Mierendorf-Insel (MiMi)
- NGOs: Dorfwerkstatt, Inselprojekt UG
- Fachexpert*innen: co2online

Interessen

In Kapitel 14.2 sind die vorhandenen Akteure, ihre aus der Literatur zugeschriebenen Interessen (siehe Kapitel 2 im Methodenbericht; Welz et al. 2021) und die von den Akteuren selbst genannten Interessen aus den Interviews gelistet. Eine allgemeine Auswertung der Interessen über alle Akteure findet sich in Kapitel 13.1.

Übersicht 12: Vorhandene Akteure und ihrer Interessen aus Literatur und Interviews im Berliner Untersuchungsgebiet MiDoI.

Akteure	Interessen (Literatur)	Interessen (Interviews)
Städte & Kommunen Senatsverwaltungen	- Daseinsvorsorge - günstige und sichere Energieversorgung - Klimaschutz - Wirtschaftsförderung	- Daseinsvorsorge / Gemeinwohl - Quartiersentwicklung - Wärmeplanung / Energiemanagement - Klimaschutz
Städte & Kommunen BA Charlottenburg-Wilmersdorf	- Daseinsvorsorge - günstige und sichere Energieversorgung - Klimaschutz - Wirtschaftsförderung	- Gemeinwohl - Klimaschutz - Energetische Sanierung - Persönliches Interesse (Überzeugung) - Projektfinanzierung - Finanzierung eigener Stellen
Energieversorgungsunternehmen (EVU) / Stadtwerke / Genossenschaften Gasag und Vattenfall	- Anlagen-/Netzbetrieb - Wirtschaftlichkeit - Langfristige Kundenbindung	- Anlagen- /Netzbetrieb - Wirtschaftlichkeit - Langfristige Kundenbindung - Dekarbonisierung / Erreichung von Klimaschutzzielen - Schwerpunkt Berlin (Gasag)

Akteure	- Interessen (Literatur)	- Interessen (Interviews)
Wohnungswirtschaft Märkische Baugenossenschaft eG.	- Wirtschaftlichkeit - Wertsteigerung der Immobilien - Teils: Förderung von attraktivem und bezahlbarem Wohnraum, Erhalt bzw. Wertsteigerung der Immobilien	- Genossenschaftsinteresse - Werterhalt des Bestandes - Energie- und Wärmewende - Gemeinwohl
Mieter*innen Mieter*inneninitiative MiDoI MIMI	- Eigeninteresse	- Eigeninteresse - Mieter*innen vertreten - Nur auf MiDoI aktiv
NGOs DorfwerkStadt e.V.	- Eigeninteressen - Gemeinwohl	- Gemeinwohl - Transparenz, Nachbarschaft - Vernetzung - Soziale Themen - Nur auf MiDoI aktiv
NGOs insel-projekt.berlin UG	- Eigeninteressen - Gemeinwohl	- Gemeinwohl - Nachhaltigkeit fördern - Unternehmensnetzwerk - Ökonomie / Gewerbe - Unterstützung bei Ansiedlung - Finanzierung des Unternehmens - Nur auf MiDoI aktiv
Fachexpert*innen co2online gemeinnützige Beratungsgesellschaft mbH	- Gewinnung neuer Geschäftsfelder und Kund*innen	- Energie- und Wärmewende - Gemeinwohl (Empowerment) - Akzeptanz energetische Sanierungen - Persönliche Interessen

Quelle: Eigene Zusammenstellung aus Interviews, in Anlehnung an Hertle et al. 2015: 72; Riechel et al. 2017.

Fazit zu Abweichungen

Die Interessen aus Literatur und Interviews decken sich weitestgehend. Das, aus den Interviewanalysen abgeleitet, Interesse an der Erreichung von Klimaschutzzielen bei den EVU stellt eine Abweichung gegenüber der Literatur dar, die auf die Klimaschutzvereinbarung der Unternehmen mit dem Berliner Senat zurückzuführen ist. Durch diese verpflichten sich die Unternehmen zur Erreichung festgelegter Klimaschutzziele (Sen UVK 2019). Eine weitere Abweichung besteht bei der interviewten Wohnungsbaugenossenschaft. Durch ihre genossenschaftliche Organisation hat sie über die Interessen der Wohnungswirtschaft hinausgehende Interessen, wie beispielsweise die Förderung der Mitglieder (§ 1 (1) GenG). Die Märkische Baugenossenschaft eG hat daraus abgeleitet als Zweck ihres Geschäftsbetriebes in der Satzung stehen: „Zweck der Genossenschaft ist die Förderung ihrer

Mitglieder vorrangig durch eine gute, sichere und sozial verantwortbare Wohnungsversorgung.“ (§ 2 Satz 1 Märkische Baugenossenschaft eG 2021).

14.3 Bewertung des Interessenlevels der Akteure auf der MiDol

Zur Bewertung des Interessenlevels jeden Akteurs werden Kriterien herangezogen, um die Bewertung vergleichbar zu gestalten. Zu diesen Kriterien zählen Standortverbundenheit, Interesse an Gemeinwohl, Klimaschutz und Wärmewende sowie finanzielle (betriebswirtschaftliche) und persönliche Eigeninteressen. Dies ist ausführlich im Methodenbericht erläutert (Welz et al. 2021) erläutert. Die Bewertung erfolgt durch das Forschungsteam, nach der ‚Top-Bottom‘-Methode (Eden und Ackermann 1998). In Übersicht 13 sind die Kriterien je Akteur zusammengefasst. Im Anschluss folgt eine ausführliche Darstellung in Textform.

Übersicht 13: Akteure und Bewertung ihres Interessenlevels auf Basis der Interviews und durch das Forschungsteam.

Akteur	Bezug zum Standort	Gemeinwohl	Finanzielles Eigeninteresse	Persönliches Interesse	Level
Land Berlin Senatsverwaltung	- Vertritt kommunale und Landesinteressen	- BEK 2030 - Wärmeplanung / Energiemanagement	- Daseinsvorsorge / Gemeinwohl - Quartiersentwicklung	- Public Choice Theory - Wiederwahl	**Mittel**
Land Berlin BA-CW	- Vertritt Interessen im Bezirk	- BEK 2030 - Gemeinwohl und Klimaschutz	- Energetische Sanierungen - Projektfinanzierung	- Überzeugung - Finanzierung der eigenen Stelle	**Hoch**
Gasag und Vattenfall	- Börsennotierte Konzerne - Schwerpunkt Berlin (Gasag)	- Dekarbonisierung - Erreichung von Klimaschutzzielen	- Langfristige Kundenbindung - Wirtschaftlichkeit - Anlagen-/Netzbetrieb	- Möglicherweise gegeben	**Niedrig-Mittel**
Märkische BG	- Nur in Berlin tätig	- Gemeinwohl - Energie- und Wärmewende	- Werterhaltung der Immobilien	- Genossenschaftsinteressen	**Hoch**
Mieter *innen-initiative MiDol MIMI	- Nur auf MiDol aktiv	- K.A.	- Kostenneutralität	- Eigeninteresse	**Niedrig**
Dorfwerk Stadt e.V.	- Nachbarschaft - Vernetzung - Nur auf MiDol aktiv	- Gemeinwohl - Soziale Themen	- K.A.	- Transparenz - Eigeninteresse	**Mittel**

insel-projekt. berlin	- Vernetzung Gewerbe - Unterstützung bei Ansiedlung - Nur auf MiDoI aktiv	- Gemeinwohl - Themen: Ökonomie / Gewerbe - Nachhaltigkeit fördern	- Finanzierung des Unternehmens	- Eigeninteresse	**Niedrig-Mittel**
co2online	- K.A.	- Energie und Wärmewende - Gemeinwohl - Akzeptanz energetischer Sanierungen	- Gemeinnützig	- Persönliche Interessen	**Mittel-Hoch**

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Sonderrolle Stadtstaat

Die politischen Akteure sind im Stadtstaat Berlin vielschichtig. Auf Landesebene wird Berlin durch den Senat und das Abgeordnetenhaus (AGH) repräsentiert. Auf kommunaler Ebene durch die Bezirksverordnetenversammlung und die Bezirksämter, wobei die Bezirke weder Kreise noch Kommunen sind (§ 2 Abs. 1 BezVwG BE 2011). Im KoWa-Projekt wurden nicht die politischen Akteure befragt, sondern nur die Verwaltungen (Senatsverwaltung und die Abteilung Stadtentwicklung, Bauen und Umwelt des Bezirksamts Charlottenburg-Wilmersdorf). Mit diesen Akteuren wurden Interviews geführt.

Land Berlin Senats-verwaltungen

Die fachzuständigen Senator*innen und Verwaltungsmitarbeiter*innen in den Senats-verwaltungen haben zum Teil ein hohes Interesse an der Wärmewende (abhängig vom politischen Programm und dem persönlichem Interesse). Im Gegensatz zu gewählten Politiker*innen, werden Verwaltungsmitarbeiter*innen nicht gewählt und sind i.d.R. beständiger und unabhängiger von der jeweiligen Wahlperiode. Somit wird ihr Interes-senlevel als **Mittel** bewertet.

Land Berlin BA-CW

Die fachzuständigen Politiker*innen und ihre Verwaltungsmitarbeiter*innen in den Bezirksverwaltungen haben zum Teil ein hohes Interesse an der Wärmewende (abhängig vom politischen Programm und dem persönlichen Interesse). In der interviewten Abteilung des BA-CW ist neben dem persönlichen Interesse an der Wärmewende aus Überzeugung, Interesse an Gemeinwohl und Klimaschutz und energetischen Sanierungen genannt worden. Das Interessenlevel des BA-CW an der Wärmewende als **Hoch** bewertet.

EVU

EVU wollen eine möglichst langfristige Kund*innenbindung erreichen, um so ihren Umsatz planbarer und besser prognostizierbar zu gestalten. Der Bezug zum Standort spielt für börsennotierte Unternehmen eine weniger große Rolle, als bei Unternehmen, die wie die Gasag ihren Schwerpunkt in Berlin sehen. Dekarbonisierung spielt in Berlin vor allem bei Vattenfall eine große Rolle, da Berlin politisch festgeschrieben bis zum Jahr 2030 kohlefrei werden soll. Auch die GASAG bemüht sich in ihrer Öffentlichkeitsarbeit um die Darstellung einer Strategie zur Dekarbonisierung. Beide Unternehmen haben eine Klimaschutz-vereinbarung mit dem Land Berlin geschlossen und sind verpflichtet bestimmte festgelegte Ziele zu erreichen. Beide Unternehmen stehen im duopolistischen Wettbewerb. Da beide Unternehmen bislang nicht aktiv in eine Umsetzung eines Konzeptes involviert sind, wird ihr Interessenlevel als **Niedrig-Mittel** bewertet. Das Interessenlevel könnte steigen, wenn eines der Unternehmen im Nahwärmekonzept eine Möglichkeit zur Kund*innengewinnung erkennt oder bisherige Kund*innenbeziehungen gefährdet sieht (zum Beispiel, weil bisher gasversorgte Kund*innen in die Nahwärmeversorgung wechseln).

Märkische BG

Die Märkische Baugenossenschaft eG, ist eine Genossenschaft und hat ein Interesse in der Förderung der Zwecke nach ihrer Satzung. Dies beinhaltet unter anderem die Förderung der Mitglieder durch soziale Wohnungsversorgung. Sie sind am Werterhalt ihrer Immobilien interessiert, nicht an einer Wertsteigerung (da Wohnungsbaugenossenschaften ihre Bestände i.d.R. nicht veräußern). Weiterhin sind sie an Gemeinwohl inklusive dem Thema der Energie- und Wärmewende interessiert. Sie sind nur in Berlin tätig und verfügen über eine Liegenschaft auf der MiDoI. Da ihre Liegenschaft nicht direkt an das konzipierte Nahwärmenetz angrenzt, wird ihr Interessenlevel als **Niedrig** bewertet.

Mieter*innen-initiative MIMI

Die Mieter*innen der MiDoI leben vor Ort und haben Interesse an ihrem Standort. Sie haben ein Interesse an Kostenneutralität, bzw. vor allem haben sie kein Interesse an steigenden Kosten. Sie müssen durch den Warmmietenanteil die Kosten ihres Wärmeverbrauchs tragen. Die Art der Wärmeversorgung betrifft dabei ihre Interessen nicht notwendigerweise. Mit steigenden Energiepreisen für fossile Energien, wird vermutlich ihr Interesse an einer kostengünstigeren Alternative steigen. Wichtig ist, die Mieter*innen dennoch frühzeitig in die Kommunikation einzubinden, um die Akzeptanz des Projektes zu erhöhen, dies betrifft insbesondere Sanierungsmaßnahmen, die für die Mieter*innen im Anschluss eine höhere Miete nach sich ziehen. Da Mieter*innen und ihre Initiativen ihre Eigeninteressen vertreten, wird ihr Interessenlevel als **Niedrig** bewertet.

Dorfwerkstadt e.V.

Die Dorfwerkstadt ist ein gemeinnütziger Verein, der sich vornehmlich um soziale und Gemeinwohl Themen kümmert. Dabei agiert der Verein lokal auf der Mierendorff-Insel und ist an einer guten Nachbarschaft und Vernetzung interessiert. Der Verein hat ein Interesse an Transparenz zu Projekten, die auf der Insel vor sich gehen und verfolgt auch Eigeninteressen. Bislang sind sie nicht aktiv in das Nachwärmekonzept involviert, da eine nachhaltige Wärmeversorgung aber unmittelbar ihre Interessen streift, wird ihr Interesse als **Mittel** bewertet.

Inselprojekt UG

In der Abgrenzung zur Dorfwerkstadt e.V. liegt das Interesse der Inselprojekt UG in der Vernetzung, Unterstützung und Ansiedlung von Gewerbe auf der MiDoI. Weiterhin interessieren sie sich für Gemeinwohlthemen und wollen die Nachhaltigkeit fördern, immer mit dem Schwerpunkt auf Gewerbe. Neben weiteren Eigeninteressen und einem persönlichen Interesse an Nachhaltigkeit, haben sie ein Interesse an der Finanzierung ihres Unternehmens. Da sie bislang nicht aktiv in das Nahwärmekonzept involviert sind, wird ihr Interesse als **Niedrig-Mittel** bewertet.

co2online

co2online ist eine gemeinnützige Beratungsgesellschaft und berät zu Themen der Energie- und Wärmewende. Sie haben ein Interesse an Gemeinwohl und der Erhöhung der Akzeptanz energetischer Sanierungen. Neben persönlichen Interessen, wollen sie einzelne Personen ermächtigen ihren Energieverbrauch selbständig zu kontrollieren. Bislang sind sie nicht aktiv in das Nahwärmekonzept eingebunden, haben aber ein Interesse daran und wollen aus den Erfahrungen lernen. Somit wird ihr Interessenlevel als **Mittel-Hoch** bewertet.

14.4 Bewertung des Einflusslevels der Akteure auf der MiDoI

Zur Bewertung des Einflusslevels jeden Akteurs werden Kriterien herangezogen, um die Bewertung vergleichbar zu gestalten. Zu diesen Kriterien zählen Entscheidungsbefugnis, Vernetzungsgrad und zur Verfügung stehende Ressourcen. Dies ist ausführlich im Methodenbericht (Welz et al. 2021) erläutert. In Übersicht 14: Akteure und Bewertung ihres Einflusslevels sind die Kriterien je Akteur zusammengefasst. Im Anschluss erfolgt eine Verschriftlichung.

Übersicht 14: Akteure und Bewertung ihres Einflusslevels.

Akteur	Entscheidungs-befugnis	Vernetzungsgrad	Ressourcen	Level
Land Berlin Senatsverwaltung	- Auf die Rahmen-bedingungen - Finanzielle Förder-programme - Abhängig von Gesetzgebungs-kompetenz	- Stadtstaatstruktur	- Organisatorisch - Finanziell - Teilw. Know-how	**Niedrig-Mittel**
Land Berlin BA-CW	- Lokale Ent-scheidungs-befugnis - Kann auf Entscheidungen einwirken	- Hoher Vernet-zungsgrad durch langjährige aktive Tätigkeit	- Organisatorisch - Zeitlich - Keine finanziellen Ressourcen	**Mittel**
Gasag und Vattenfall	- Entscheidungs-befugnis für eigene Infrastruktur - Eigene Investitionen	- Oligopol - Gut vernetzt	- Organisatorisch - Finanziell - Know-how zum Betrieb eines Nahwärmenetzes	**Hoch**
Märkische BG	- Nur im eigenen Bestand	- Liegenschaften in mehreren Berliner Bezirken, kein alleiniger Fokus auf MiDoI	- Ressourcen im eigenen Bestand	**Niedrig**
Mieter*innen-initiative MiDoI MIMI	- Keine Entscheidungs-befugnis	- Eng gefasste Agenda, geringer Vernetzungsgrad	- Keine Ressourcen	**Niedrig**
DorfwerkStadt e.V.	- Keine Entscheidungs-befugnis	- Im Quartier gut vernetzt - Kann Einwohner-*innen erreichen - Kann Meinung machen	- Sehr geringe Ressourcen	**Niedrig-Mittel**

insel-projekt.berlin	- Keine Entscheidungs-befugnis	- Im Quartier gut vernetzt - Kann Gewerbe erreichen - Kann Meinung machen	- Sehr geringe Ressourcen	**Niedrig-Mittel**
co2online	- Keine Entscheidungsbef ugnis	- Gut mit Bezirksamt vernetzt	- Daten - Erfahrung aus langjähriger Tätigkeit - Werden als Expert*innen wahrgenommen	**Niedrig-Mittel**

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Sonderrolle Stadtstaat

Grundsätzlich muss bei den politischen Akteuren zwischen den Akteuren mit und ohne Gesetzgebungskompetenz unterschieden werden. Hierbei werden, wie schon bei der Bewertung des Interessenlevels, nur die Senatsverwaltung und die Abteilung Stadtentwicklung, Bauen und Umwelt des Bezirksamts Charlottenburg-Wilmersdorf näher vorgestellt, da mit diesen Akteuren Interviews geführt wurden. Zur Sonderrolle als Stadtstaat siehe Kapitel 14.3.

Land Berlin Senatsverwaltung

Der Senat von Berlin, mit den fachzuständigen Senatsverwaltungen (hier SenWEB und SenUVK), können zwar keine Gesetze und Verordnungen in Kraft setzen, aber diese initiieren und erarbeiten. Somit wird ihr Einflusslevel mit **Niedrig-Mittel** bewertet.

Land Berlin BA-CW

Die Bezirksverwaltung und Bezirksämter sind in ihren rechtlichen Kompetenzen sehr begrenzt, können Projekte jedoch verbal unterstützen. Mit zunehmendem Vernetzungsgrad steigt dabei ihr Einflusskreis und sie können auf Entscheidungen einwirken. Dies trifft auf die Abteilung Stadtentwicklung, Bauen und Umwelt des BA-CW zu. Da sie keine gesetzgebenden Kompetenzen haben, wird ihr Einflusslevel mit **Mittel** bewertet.

EVU

Beide hier genannten Versorgungsunternehmen haben keine direkte Entscheidungsbefugnis zur technischen Umsetzung des Projektes jedoch für die eigene Infrastruktur und Investitionen, wobei darauf hingewiesen wird, dass Vattenfall nur die Konzession für den Betrieb des Fernwärmenetzes in Berlin hält. Für das jeweilige Netz (Fernwärme bzw. Gas) können beide als Monopolisten angesehen werden. Im Hinblick auf die Versorgung der Abnehmer*innen mit Wärme handelt es sich im Wesentlichen um ein Oligopol. Als Oligopolisten sind beide Unternehmen sehr gut vernetzt und können auf politischer Ebene Einfluss ausüben, nicht jedoch auf das konkrete Projekt. Sie sind entsprechend mit Ressourcen ausgestattet und könnten ein Nahwärmenetz betreiben. Somit wird ihr Einflusslevel insgesamt mit **Hoch** bewertet.

Märkische BG

Die Märkische BG hat nur im eigenen Bestand Entscheidungsbefugnisse und verfügt auch nur über Ressourcen im eigenen Bestand. Durch die in verschiedenen Bezirken verteilten Liegenschaften ist der Vernetzungsgrad nicht so hoch. Da ihr im Untersuchungsgebiet liegender Bestand, nicht direkt an das Nahwärmenetz angrenzt, wird ihr Einflusslevel als **Niedrig** bewertet.

Mieter*innen-initiative MIMI

Die Mieter*innen haben keine Entscheidungsbefugnis und werden ggf. vom Projekt beeinflusst. Je nach technischer Umsetzung und Versorgungslösung, müssen die Mieter*innen die Heizkosten tragen. Durch ihre eng gefasste Agenda ist ihr Vernetzungsgrad gering. Sie verfügen über keine Ressourcen. Da die Mieter*inneninitiative nur dann aktiv wird, sollten ihre Mitglieder von den Planungen zum Nahwärmekonzept betroffen sein, wird ihr Einflusslevel als **Niedrig** bewertet.

Dorfwerkstadt e.V.

Die Dorfwerkstadt hat sehr geringe Ressourcen, ist aufgrund der lokal begrenzten Tätigkeit im Untersuchungsgebiet jedoch sehr gut vernetzt. Sie haben keine direkte Entscheidungsbefugnis für die Umsetzung des Nahwärmekonzeptes, können jedoch die Einwohner*innen gut erreichen und die Akzeptanz des Projektes beeinflussen, idealerweise unterstützen. Durch die Reichweite und die Möglichkeit das Projekt zu unterstützen, jedoch aufgrund nicht vorhandene Entscheidungsbefugnis wird ihr Einflusslevel als **Niedrig-Mittel** bewertet.

Inselprojekt UG

Für die Inselprojekt UG, treffen dieselben Kriterien und Einschätzungen wie auf die Dorfwerkstadt zu. Ihre Reichweite bezieht sich jedoch hauptsächlich auf Gewerbe, sie haben aber ebenfalls die Möglichkeit die Akzeptanz zu beeinflussen. Daher wird ihr Einflusslevel ebenfalls als **Niedrig-Mittel** bewertet.

co2online

co2online wird als Fachexperte wahrgenommen und verfügt aus früheren Projekten über Erfahrungen und Daten. Sie sind vor allem mit dem Bezirksamt gut vernetzt, haben jedoch keine direkte Entscheidungsbefugnis für die Umsetzung des Nahwärmenetzes. Da sie als Fachexpert*innen jedoch Einfluss nehmen können, wird ihr Einflusslevel als **Niedrig-Mittel** bewertet.

14.5 Einfluss-Interessen-Matrix

Einteilungs-kriterien

Neben den Fragen nach dem Einfluss- und Interessenlevel helfen folgende Fragen in der finalen Einordnung der Akteure in eine Einfluss-Interessen-Matrix.

- Welcher Typ ist der jeweilige Akteur? Hat der Akteur Einfluss auf das Projekt, wird von diesem beeinflusst, ist bereits involviert oder am Projekt interessiert? (Mehrfachnennungen möglich)
- Wie ist das Einflusslevel des Akteurs? In der Einteilung Hoch – Mittel - Niedrig
- Wie ist das Interessenlevel des Akteurs? In der Einteilung Hoch – Mittel - Niedrig

Einteilung der Akteure

In den Kapiteln 14.3 und 14.4 wurden die Interessen und der Einfluss der jeweiligen Akteure abgeleitet. Daraus ergibt sich mit der Konkretisierung nach dem Akteurs-Typ folgende Einschätzung der Akteure.
Das Land Berlin kann über die Gesetzgebung Einfluss auf das Projekt ausüben. Da das Land Berlin zum heutigen Zeitpunkt aber keinen direkten Einfluss auf das Projekt ausübt, wird dem Akteur ein mittlerer Einfluss und ein mittleres Interessenlevel zugeschrieben. Das Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf, insbesondere die Abteilung für Stadtentwicklung, Bauen und Umwelt, ist im Untersuchungsgebiet sehr aktiv und kann durch ihren hohen Vernetzungsgrad Einfluss auf Entscheidungen nehmen. Diesem Akteur werden ein hohes Interessenlevel und ein mittleres Einflusslevel zugeschrieben. Die EVU sind bislang nicht in die Umsetzung des Projektes involviert und werden eher beeinflusst. Sie könnten aber aufgrund ihrer Oligopolstellung Einfluss nehmen und u.U. das konzipierte Nahwärmenetz betreiben. Aufgrund dessen wird das Einflusslevel mit hoch bewertet, das Interessenlevel jedoch mit niedrig-mittel. Die Märkische BG ist weder direkt vom Projekt beeinflusst noch involviert. Ihnen wird jedoch ein Interesse am Projekt zugeschrieben und somit bewertet sich ihr

Einfluss- und Interessenlevel jeweils mit niedrig. Die Mieter*innen werden vom Projekt beeinflusst, sofern sie in den einbezogenen Gebäuden leben. Im Gegensatz zu den selbstnutzenden Eigentümer*innen haben sie jedoch keinen Einfluss auf die Entscheidungen im Projekt. Ihnen wird ein niedriger Einfluss zugeschrieben. Durch ihre teilweise Vernetzung in der Mieter*inneninitiative MIMI, wird ihnen jedoch ein mittleres-hohes Interessenlevel zugeschrieben. Die Dorfwerkstadt und das Inselprojekt sind beide interessiert am Projekt und haben ein niedrig-mittleres Einflusslevel. Da die mögliche Umsetzung in der derzeitigen Konzipierung vor allem Wohngebäude betrifft, wird der Dorfwerkstadt, mit Schwerpunkt soziale Themen ein etwas höheres Interessenlevel zugesprochen. Das Interessenlevel der Dorfwerkstadt wird mit Mittel bewertet, das der Inselprojekt UG mit niedrig-mittel. co2online hat Interesse am Projekt und kann ggf. über vorhandene Daten Einfluss auf das Projekt nehmen. Ihr Einflusslevel wird mit niedrig-mittel und ihr Interessenlevel mit mittel-hoch bewertet.
In Übersicht 15: Fragen zur Konkretisierung einer Einfluss-Interessen-Matrix sind die obigen Fragen für alle Akteure beantwortet und in einer Übersicht dargestellt. In Abbildung 37 ist dies visualisiert.

Übersicht 15: Fragen zur Konkretisierung einer Einfluss-Interessen-Matrix.

Akteur	Typ	Einfluss	Interesse
Land Berlin – Senat	Einfluss	Niedrig-Mittel	Mittel
Land Berlin – BA-CW	Involviert + Einfluss	Mittel	Mittel
EVUs	Beeinflusst (+involviert, wenn Netzbetreiber)	Hoch	Niedrig-Mittel
Märkische BG	Interesse	Niedrig	Niedrig
Mieter*innen MIMI	Interesse + ggf. beeinflusst	Niedrig	Mittel-Hoch
Dorfwerkstadt	Interesse	Niedrig-Mittel	Mittel
Inselprojekt	Interesse	Niedrig-Mittel	Niedrig-Mittel
co2online	Interesse + ggf. Einfluss	Niedrig-Mittel	Mittel-Hoch

Quelle: Eigene Erstellung.

Daraus ergibt sich folgende Einfluss-Interessen-Matrix:

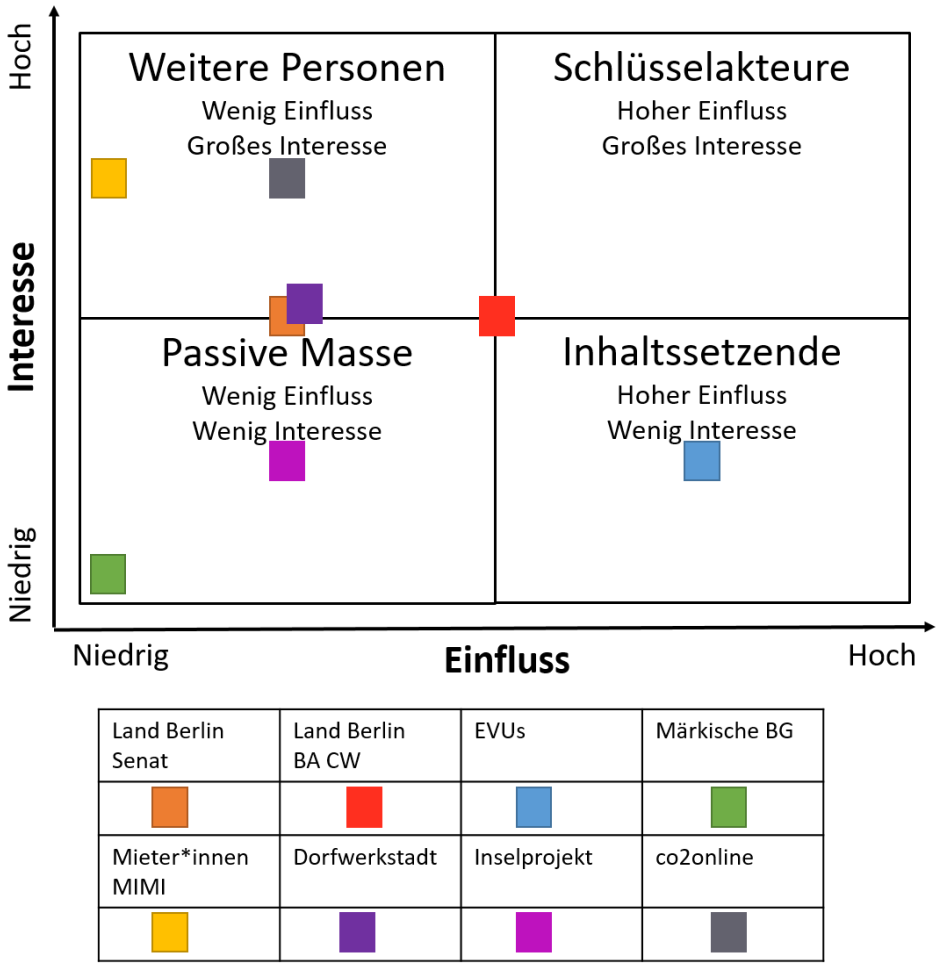


Abbildung 37: Einfluss-Interessen-Matrix im Berliner Untersuchungsgebiet MiDoI. Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an Ackermann und Eden 2011.

15 Fazit der Akteursstrukturen, Chancen und Hemmnisse der Wärmewende

Aus der Akteursinterviews und der Analyse der Akteursstruktur in Untersuchungsgebiet MiDoI lassen sich folgende Kernpunkte als Fazit zusammenfassen:

- Aus der Akteurskonstellation (siehe Abbildung 37) ist zum einen ersichtlich, dass die Akteure sehr heterogen sind und zum anderen, dass (bislang) keine Schlüsselakteure vorhanden sind. Für die Konzeptvarianten I und II sind die EVU die Schlüsselakteure. Ihr Interesse könnte durch rechtliche Rahmenbedingungen erhöht werden so dass sie zu Schlüsselakteuren werden. Für die Konzeptvariante III, dem Nahwärmekonzept, sind WEGs und die zukünftigen Netzbetreiber die zentralen Schlüsselakteure. Diese wurden bislang nicht interviewt und finden somit in der Akteurskonstellation bislang keine Berücksichtigung.
- Das engagierte Bezirksamt im Untersuchungsgebiet stellt eine Chance für die Wärmewende dar, auch wenn die rechtlichen Kompetenzen sehr begrenzt sind. Werden innerhalb des Bezirksamtes Ressourcen (organisatorisch, finanziell) bereitgestellt, könnte es noch effektiver Projekte der Wärmewende voranbringen und dazu beitragen eine strategische Ausrichtung zu etablieren. Klimaschutz sollte im Querverbund durch die gesamte Verwaltungseinheit gedacht werden und weitere Abteilungen, z.B. die Bauvorhaben genehmigen, miteinschließen.
- Beide voran gegangenen Kernpunkte können nur durch rechtliche Rahmenbedingungen gestützt werden. Zentrale Aspekte sind dabei die Verankerung von Klimaschutz, inklusive einer Wärmestrategie in den Kommunen und die strategische Ausrichtung und Verortung der Klimaschutzthemen in den Verwaltungen und die Bereitstellung von ausreichenden Ressourcen.

SCHLUSSBEMERKUNG

Untersuchte Versorgungs-optionen

Das KoWa-Projekt zeigt, dass auf der Midol mindestens drei Technologien potentiell eine klimaneutrale Wärmeversorgung in den Wohnquartieren gewährleisten können:

1) eine dekarbonisierte Fernwärmeversorgung,
2) eine dekarbonisierte Gasversorgung und
3) Nahwärmenetze mit Nutzung von Umweltwärme (z.B. industrieller Abwärme, Wärme aus Abwasser, Fließgewässer, Solarthermie) mit Hilfe von Wärmepumpen mit EE-Strom und Wärmespeichern).

Keine der Optionen ist trivial. Neben einer angemessenen Sanierung des Gebäudebestandes sind jeweils eine Reihe anspruchsvoller Bedingungen zu erfüllen, um eine nachhaltige Wärmeversorgung darstellen zu können:

Dekarbonisierte Fernwärme-versorgung

Zu 1): Fernwärme steht auf der Mierendorff-Insel allgemein zur Verfügung und lässt die angeschlossenen Gebäude an einer sukzessiven Dekarbonisierung des zentralen Energieträgereinsatzes teilhaben. Es gilt jedoch, den Transformationspfad der Fernwärme zu Klimaneutralität auch abzusichern. Setzen die Szenarien auf einen erheblichen Anteil grüner und blauer Gase, müssen diese entweder durch große EE-Stromüberschüsse in Deutschland erzeugt oder importiert werden. Vor allem letzteres birgt ökologische, ökonomische und soziale Risiken. Daher sollten auch in der Fernwärme möglichst hohe Anteile aus internen Ressourcen wie Umwelt- oder Abwärme angestrebt werden. Hierfür sind die Effizienzbedingungen in den Netzen insbesondere durch Temperaturabsenkungen zu verbessern, was wiederum Maßnahmen auf der Abnehmerseite voraussetzt.

Dekarbonisierte Gasversorgung

Zu 2): Strategisch angedacht ist durch den Berliner Gasnetzbetreiber bis 2050 der vollständige Ersatz des fossilen Erdgases durch grüne und blaue Gase. Für diese Option gelten die Bedingungen von 1) noch verstärkt. I.d.R. gehen die Szenarien von zukünftig hohen Importquoten für grüne und blaue Gase aus, was ökologische, ökonomische und soziale Risiken birgt. Durch verstärkte Bestrebungen der dauerhaften Sicherung regionaler Gase ließe sich das Risiko abmildern. Langfristige Lieferverträge und Kooperationen mit Wind- und Solarparkbetreibern, die Errichtung eigener Anlagen oder die Übernahme von aus der EEG-Förderung laufender EE-Altanlagen bieten eine Option, den Anteil importierter Gase möglichst klein zu halten. Die entscheidenden Stellschrauben zur Darstellbarkeit positiver Kapitalwerte solcher Projekte wären verstärkt zu diskutiert, um die Betriebswirtschaftlichkeit und den regulatorischen Rahmen zu bestimmen. Als Übergangslösung zur Substitution fossiler Kohle und Öl käme kurzfristig noch Erdgas in Verbindung mit Brennwerttechnik in Betracht. Unter Berücksichtigung der üblichen Nutzungsdauer von Heizungsanlagen, können allein auf diesem Weg die Klimaziele bis 2045 jedoch nicht erreicht werden. Wird das Substitutions-Szenario hingegen ernst genommen, wäre letztlich auch hier ein regulatorischer Rahmen in Bezug auf zu erfüllende EE-Quoten oder CO_2-Intensität beispielsweise in Form verbindlicher Stufenpläne zu fordern

Nahwärmenetz mit Umwelt-wärme

Zu 3): Die relativ dezentrale Nahwärmeversorgung ermöglicht die Nutzung quasi unerschöpflicher Ressourcen (Solar- und Geothermie) und Umweltwärme (z.B. industrielle Abwärme, Wärme aus Ab-/Oberflächenwasser) über Wärmepumpen mit EE-Strom und Wärmespeichern. Interne Potentiale an biogenen Rest- und Abfallstoffen sind gering, können den Erzeugermix unter bestimmten Umständen aber ergänzen. Grundsätzlich ist der steigende Strombedarf zu beachten und ein Ausbau der installierten EE-Leistung auf >100% der

heutigen Spitzenlast wird notwendig. Die detaillierte Nachhaltigkeitsbewertung der Wärmeversorgungsoptinen, die über die Betrachtung der reinen Dekarbonisierung hinausgeht und weitere ökologische, ökonomische und sozial-kulturelle Kriterien einschließt, erbrachte eine Präferenz für die 3) Option der Nahwärmeversorgung

Hemmnisse auf Akteursebene

Die Akteursanalyse zeigte, dass heterogene Eigentumsverhältnisse zur Realisierung einer nachhaltigen Wärmeversorgung erheblich längere Zeitspannen und erheblich stärkere Änderungen der Rahmenbedingungen benötigen. Insbesondere für die Umsetzung der aus Nachhaltigkeitssicht sinnvollsten Versorgungslösung von Nahwärmeverbunden stellt dies ein entscheidendes Hemmnis dar. Hier müssen die Akteure motiviert und in Verbindung gebracht werden, damit sie bestenfalls in einen Abstimmungs- und Organisationsprozess mit dem Ziel der Selbstversorgung kommen. Dies erfordert immensen (personellen und finanziellen) Ressourcenaufwand bei allen Beteiligten, der oftmals nicht vorhanden ist bzw. im Rahmen eines Engpassmanagements anderweitig eingesetzt wird. Dazu kommen Herausforderungen der Finanzierung und verwaltungstechnische Hürden. Bisher existieren keine politisch-rechtlichen Instrumente, um diesen Entwicklungspfad in dem notwendigen Zeitrahmen abzusichern (anders würde sich die Bewertung darstellen, bestünde auf EU-Ebene oder national eine pariskonforme Verpflichtung zur Wärmeschutzsanierung in Verbindung mit der Nutzungspflicht von Erneuerbaren Energien).

2nd best

Die bestmögliche Option würde daher in einer Konzentration auf die breite Etablierung der Fernwärmeversorgung über das Berliner Fernwärmeverbundnetz liegen. Instrumente zur Absicherung des Transformationspfades sind überschaubar und vor allem umsetzbar. Blaupausen und praktische Beispiele der Regulation von Fernwärme in Bezug auf den Einsatz von EE und die notwendige Dekarbonisierung lassen sich in Europa und bundesweit finden. In Berlin sind verschiedene Optionen vorgeschlagen und zur Prüfung empfohlen (Kap. 4.3.1). Für die Kommunikation im Rahmen von Anforderung und Prüfung bestünde ein ‚single point of contact' (der Netzbetreiber). Durch eine rechtlich abgesicherte sukzessive Einbindung des Gebäudebestandes der MiDoI (mit bestimmten Ausnahmen – siehe Kapitel 8) in das FW-Versorgungsgebiet 1 und einer rechtlichen Verpflichtung des Fernwärme-netzbetreibers zur Einhaltung eines definierten Transformationspfades wäre eine nachhaltige Wärmeversorgung der MiDoI bis 2050 (bzw. 2045) erreichbar.

Literaturverzeichnis

Ackermann, F., Eden, C. (2011): Strategic Management of Stakeholders: Theory and Practice. In: Long Range Planning 44 (3): 179-196.

AEE – Agentur für Erneuerbare Energie (2017): Biogene Rest- und Abfallstoffe. Renews Spezial. Berlin.

AGEB - Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (2019): Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland. Daten für die Jahre von 1990 bis 2018 (Stand: August 2019). Berlin.

Agemar, T., Suchi, E., Moeck, I. (2018): Die Rolle der tiefen Geothermie bei der Wärmewende. Wie Deutschland 60 % erneuerbare Wärme bis 2050 schaffen könnte. Hannover.

AGFW - Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK (2018): Die 40/40-Strategie des AGFW. Unser Konzept für die Wärmewende. Frankfurt am Main.

Agora EW - Agora Energiewende (2020): Stromerzeugung und Stromverbrauch. Berlin.

Agora EW - Agora Energiewende (2019): Wie werden Wärmenetze grün? Dokumentation zur Diskussionsveranstaltung am 21. Mai 2019 auf den Berliner Energietagen 2019. Berlin.

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2021): Gebäude und Wohnungen, Tabelle: Wohnfläche je Einwohner 2019: Amt für Statistik Berlin Brandenburg - Regionaldaten. URL: https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/regionalstatistiken/r-gesamt_neu.asp?Ptyp=410&Sageb=31000&creg=BBB&anzwer=9 (gesehen am: 14.01.2021).

BA Charlottenburg-Wilmersdorf (2020a): Energieeffizienz auf der Mierendorffinsel - Berlin.de. URL: https://www.berlin.de/ba-charlottenburg-wilmersdorf/verwaltung/aemter/umwelt-und-naturschutzamt/klimaschutz/artikel.660569.php (gesehen am: 23.04.2020).

BA-CW – Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf (2020b): Kraftwerk Charlottenburg: Über den Bezirk. URL: https://www.berlin.de/ba-charlottenburg-wilmersdorf/ueber-den-bezirk/gebaeude-und-anlagen/sonstige/artikel.182553.php.

BA-CW – Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf (2019a): Energetische Sanierung im sozialen Erhaltungsgebiet „Mierendorff-Insel“. Berlin.

BA-CW – Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf (2019b): Klimaschutz und Energieeffizienz auf der Mierendorff-Insel. Berlin.

BA-CW – Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf (2018a): Beschluss über die Aufstellung einer Erhaltungsverordnung gemäß §172 Abs 1 Nr. 2 des Baugesetzbuchs für das Gebiet mit der Bezeichnung Mierendorff-Insel im Bezirk Charlottenburg Wilmersdorff. Berlin.

BA-CW – Bezirksamt Charlottenburg-Wilmersdorf (2018b): Flyer Soziale Erhaltungsgebiete in Charlottenburg-Wilmersdorf (deutsch). Berlin.

Bauverlag BV GmbH (2020): Aufschwung in Russlands Bergbauindustrie - Aufbereitungstechnik: AT Mineral Processing, Aktuelle Marktentwicklung. Trends & Equipment. URL: https://www.at-

minerals.com/de/artikel/at_Aufschwung_in_Russlands_Bergbauindustrie_3507563.html (gesehen am: 02.12.2021).

BDH - Bundesverbands der deutschen Heizungsindustrie (2019a): Brennwerttechnik für Modernisierung und Neubau von Heizungsanlagen. Köln.

BDH - Bundesverbands der deutschen Heizungsindustrie (2019b): Effiziente Systeme und erneuerbare Energien. Köln.

Benzin, D. (2020): Kurzumtriebsplantagen: Es fehlt die Nachfrage. In: Bauernzeitung, 06.04.2020.

Berliner Wasserbetriebe (2021): Heizen und Kühlen mit Abwasser. URL: https://www.bwb.de/de/14317.php (gesehen am: 28.06.2021).

BET - Büro für Energiewirtschaft und technische Planung GmbH (2019): Machbarkeitsstudie Kohleausstieg und nachhaltige Fernwärmeversorgung Berlin 2030. Berlin.

Bettgenhäuser, K., Boermans, T. (2011): Umweltwirkung von Heizungssystemen in Deutschland. Dessau-Roßlau.

Blöcher, G., Reinsch, T., Regenspurg, S., Henninges, J., Brehme, M., Saadat, A., Kranz, S., Frick, M., Spalek, A., Huenges, E. (2019): Geothermie in urbanen Räumen: thermische Untergrundspeicherung und Tiefe Geothermie in Deutschland.

BMZ - Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (2021): Public Private Partnership (PPP). URL: https://www.bmz.de/de/service/lexikon/public-private-partnership-ppp-14780 (gesehen am: 02.12.2021).

Boysen, C., Kaldemeyer, C., Tuschy, I. (2019): Elektrizitätsnetzgekoppelte Fernwärmeversorgung 2020 - Untersuchung von Flexibilitätsoptionen in der Wärmeversorgung. Flensburg.

Bracke, R., Huenges, E. (2022): Roadmap Tiefengeothermie für Deutschland. Bochum, Potsdam (Fraunhofer-Gesellschaft).

Brandt et al. (2020): Schlussbericht - Energetische Simulation der Mierendorff-Insel. Berlin.

Bringezu, S., Banse, M., Ahmann, L., Bezama, A., Billig, E., Bischof, R., Blanke, C., Brosowski, A., Brüning, S., Borchers, M., Budzinski, M., Cyffka, K.-F., Distelkamp, M., Egenolf, V., Flaute, M., Geng, N., Gieseking, L., Graß, R., Hennenberg, K., Hering, T., Iost, S., Jochem, D., Krause, T., Lutz, C., Machmüller, A., Mahro, B., Majer, S., Mantau, U., Meisel, K., Moesenfechtel, U., Noke, A., Raussen, T., Richter, F., Schaldach, R., Schweinle, J., Thrän, D., Uglik, M., Weimar, H., Wimmer, F., Wydra, S., Zeug, W. (2020): Pilotbericht zum Monitoring der deutschen Bioökonomie. Kassel (Universität Kassel).

BSR - Berliner Stadtreinigung (2019): Gut für Dich. Gut für Berlin. Geschäftsbericht 2018. Berlin.

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2019): Wie heizt Deutschland 2019?

BVerfG - Bundesverfassungsgericht (2021): Bundesverfassungsgericht - Entscheidungen - Beitritt und Anschluss von Mitgliedern des Deutschen Bundestages zum Verfahren "Berliner Mietendeckel" unzulässig. 2 BvF 1/20 ECLI:DE:BVerfG:2021:fs20210325.2bvf000120. URL:

https://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Entscheidungen/DE/2021/03/fs20210325_2bvf000120_1.html (gesehen am: 26.10.2021).

bvse - Fachverband Ersatzbrennstoffe, Altholz und Biogene Abfälle (2019): Recycling-Holz für OSB-Platten. URL: https://www.bvse.de/verwertung/nachrichten-altholz-ersatzbrennstoffe-bioabfall/4814-recycling-holz-fuer-osb-platten.html.

BWP – Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2020): Heizen und Kühlen mit Abwasser. URL: https://www.bwb.de/de/14317.php.

BWP – Bundesverband Wärmepumpe e.V. (2018): Siedlungsprojekte und Quartierslösungen mit Wärmepumpe.

C.A.R.M.E.N. e.V (2020): Solarthermie und Holzenergie im Wärmenetz – C.A.R.M.E.N. e.V. URL: https://www.carmen-ev.de/2020/09/30/solarthermie-und-holzenergie-im-waermenetz/ (gesehen am: 26.01.2022).

co2online (2019): Energiemonitoring und Energieanalyse für Jedermann: energiedaten-mierendorffinsel.de. URL: energiedaten-mierendorffinsel.de.

Degenhart, H., Holstenkamp, L. (2010): Genossenschaftliche Beteiligungsfinanzierung von Investitionen für die Erzeugung und Verteilung erneuerbarer Energien. In: George, W., Bonow, M. (Hrsg.): Kommunale Kooperation. Lengerich (Pabst Science Publishers): 82-106.

dena - Deutsche Energie-Agentur GmbH (2016): Der dena - Gebäudereport 2016. Berlin.

Deutscher Bundestag (2020): Finanzielle Situation der Kommunen in Deutschland.

DorfwerkStadt e.V. (2021): DorfwerkStadt e.V. – Mierendorff-INSEL. URL: https://mierendorffinsel.org/akteurinnen/soziales-kultur/dorfwerkstadt-e-v/ (gesehen am: 05.01.2021).

DorfwerkStadt e.V. (2018): Handlungskonzept für die "nachhaltige Mierendorff-Insel".

Dunkelberg, E., Weiß, J., Maaß, C., Möhring, P., Sakhel, A. (2021): Entwicklung einer Wärmestrategie für das Land Berlin. Kurzfassung. Berlin.

Dunkelberg, E., Deisböck, A., Herrmann, B., Hirschl, B., Mitzinger, T., Röder, J., Salecki, S., Thier, P., Wassermann, T. (2020a): Fernwärme klimaneutral transformieren. Schriftenreihe des IÖW 218/20. Berlin.

Dunkelberg, E., Deisböck, A., Hirschl, B., Mitzinger, T., Röder, J., Salecki, S., Thier, P., Wassermann, T. (2020b): Keimzellen für eine Quartierswärmeversorgung. Berlin.

Dunkelberg, E., Gährs, Swantje, Weiß, Julia, Salecki, S. (2018): Wirtschaftlichkeit von Mehrleiter-Wärmenetzen. Schriftenreihe des IÖW 215/18.

Eden, C., Ackermann, F. (1998): Making strategy. London (SAGE).

Elci, M. (2018): Smarte und dezentrale solare Fernwärme. Solare Energie- und Systemforschung/Solar energy and systems research. Stuttgart (Fraunhofer Verlag).

Fehrenbach et al. (2017): BIOMASSEKASKADEN - Mehr Ressourceneffizienz durch stoffliche Kaskadennutzung von Biomasse – von der Theorie zur Praxis. Dessau-Roßlau.

Fehrenbach, H., Giegrich, J., Köppen, S., Wern, B., Pertagnol, J., Baur, F., Hünecke, K., Dehoust, G., Bulach, W., Wiegmann, K., Kümmerer, K., Schuster, A., Haiß, A., Günther, A., Jacobs, J., Mohring, S., Hamscher, G., Simon, D. (2019): BioRest: Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem (Strom-, Wärme- und Verkehrssektor) Abschlussbericht. UBA Texte. Dessau-Roßlau (Umweltbundesamt): 249 S.

Feilbach J. (2019): Ergebnisse des Mikrozensus 2018 zur Wohnsituation. Zeitschrift für amtliche Statistik Berlin Brandenburg.

FH IEE - Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (2019): Entwicklung der Gebäudewärme und Rückkopplung mit dem Energiesystem in -95% THG-Klimazielszenarien. Kassel.

FH ISE - Fraunhofer ISE (2020): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Freiburg.

FNB Gas - Vereinigung der Fernleitungsnetzbetreiber Gas e.V. (2021): Netzentwicklungsplan Gas 2020–2030. Berlin.

FNR - Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2021): Basisdaten Bioenergie. Güstrow.

Fritz, S., Pehnt, M. (2018): Kommunale Abwässer als Potenzial für die Wärmewende? Heidelberg: 23 S.

Gapp-Schmeling, K., Hewelt, F., Meyer, M., Rogall, H., Schmidt, C., Waldhoff, C., Welz, A., Wern, B. (2021): Nachhaltigkeitsbewertung kommunaler Wärmeversorgungsoptionen. KoWa-Berichte.

Gores (2016): Die Rolle der KWK bis 2030 & Konsequenzen für die KWK-Förderung. Berlin.

Grimm et al., S. (2018): Einbindung von Solarthermie in bestehende städtische Fernwärmenetze. Frankfurt am Main.

Gunkel, M., Gürtler, H. (2020): Abwasserwärmeatlas. Berlin.

Haase, M., Baumann, M., Wulf, C., Rösch, C., Zapp, P. (2021): Multikriterielle Analysen zur Entscheidungsunterstützung in der Technikfolgenabschätzung. In: Böschen, S., Grunwald, A., Krings, B.-J., Rösch, C. (Hrsg.): Technikfolgenabschätzung. Handbuch für Wissenschaft und Praxis. Baden-Baden (Nomos): 306-320.

Haug, T., Wieshammer, L., Hiemann, P., Lutz, J. (2020): Vergleich internationaler Eigenkapitalzinssätze für Energienetze. Berlin.

Hehn, N. (2015): Postfossile Stadtentwicklung. Beiträge zur sozialwissenschaftlichen Nachhaltigkeitsforschung Band 15. Marburg (Metropolis).

Henning, A. (2010): Nutzung der geothermischen Ressourcen des Landes Berlin. Berlin.

Herkel, S. (2018): Technologiebericht 3.2 Wärmetransport und -verteilung. In: WI - Wuppertal Institut, ISI - Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, IZES - Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme (Hrsg.): Technologien für die Energiewende. Teilbericht 2 an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Wuppertal, Karlsruhe, Saarbrücken.

Hertle, H., Pehnt, M., Gugel, B., Dingeldey, M., Müller, K. (2015): Wärmewende in Kommunen: Leitfaden für den klimafreundlichen Umbau der Wärmeversorgung. Schriften zur Ökologie 41. 3. Aufl. Berlin (Heinrich-Böll-Stiftung).

Hewelt, F., Welz, A., Rogall, H., Gapp-Schmeling, K. (2022): KoWa - Wärmewende im Quartier. Berlin Heimatviertel. Erfahrungsbericht zur Clusteranalyse und Konzeptionierung.

Initiative "Nachhaltige Mierendorff-Insel 2030" (2015): Verantwortungspartner-Region Berlin Mierendorff-Insel. Berlin.

Jahn, Mack & Partner architektur und stadtplanung (2017): Grobcheck zum Stadtumbau Mierendorff-INSEL.

Kallert, A., Lamvers, E., Yu, Y. (2021): Thermische Energiespeicher für Quartiere. Berlin.

Kaltschmitt et al., M. (Hrsg.) (2014): Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 5. Aufl. Berlin.

Kaltschmitt, M., Streicher, W., Wiese, A. (Hrsg.) (2020): Erneuerbare Energien. 6. Aufl. Berlin, Heidelberg (Springer Berlin Heidelberg): 1249 S.

Klepper, G., Thrän, D. (2019): Biomasse im Spannungsfeld zwischen Energie- und Klimapolitik Strategien für eine nachhaltige Bioenergienutzung. Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft. München.

Lange, R., Moseler, P., Ruppert, V. (2020): Mehr Klimaschutz durch Teilhabe. Mainz.

Lund, H., Werner, S., Wiltshire, R., Svendsen, S., Thorsen, J., Hvelplund, F., Mathiesen, B. (2014): Integratin smart thermal grids into future sustainable energy systems: 4th Generation District Heating (4GDH). In: Energy 68: 1-11.

Maaß, C. (2020): Wärmeplanung: Grundlagen einer neuen Fachplanung. In: ZUR - Zeitschrift für Umweltrecht 2020: 77-102.

Maier, M. (2017): Grosswärmespeicher. Renews Spezial Nr.80, Juli 2017. Berlin (Agentur für Erneuerbare Energien e.V.).

Mailach, B., Oschatz, B. (2021): BDEW-Heizkostenvergleich, Altbau 2021. Berlin.

Märkische Baugenossenschaft eG (2021): Satzung - Märkische Baugenossenschaft. URL: https://www.mb-eg.de/satzung.html (gesehen am: 08.12.2021).

Matthes, F. (2016): Netzengpassmanagement: Hintergründe, Stand und Perspektiven. Berlin.

Matuschek, P. (2013): Umstieg auf Fernwärme - Welche Gründe sind für Nutzerinnen und Nutzer relevant? Berlin.

Meißner, R. (2019): Innovative Kraft-Wärme-Kopplung. In: Energie & Management (11/2019), S. 28, 15.11.2019.

Miedaner, O., Pauschinger, T. (2019): Solarthermie-Freiflächenanlagen. In: UM BW - Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.): Freiflächensolaranlagen. Handlungsleitfaden. Stuttgart.

Genossenschaft für selbstverwaltetes, soziales und ökologisches Wohnen eG (2021): Möckernkiez. URL: https://www.moeckernkiez.de/ (gesehen am: 10.02.2021).

Müller, M. (2014): Spree City – Bürgerbeteiligung für eine lebenswerte städtische Umwelt. Berlin.

NBB - Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg mbH & Co. KG (2021): Transformation der Gasversorgung Berlin. Berlin.

Nussbaumer, T., Thalmann, S., Jenni, A., Ködel, J. (2021): Planungshandbuch Fernwärme. Bern.

Paar et al., A. (2013): Transformationsstrategien von fossiler zentraler Fernwärmeversorgung zu Netzen mit höheren Anteilen erneuerbarer Energien: Endbericht. Forschung und Entwicklung. Frankfurt am Main.

Pehnt, M. (2017): Wärmenetzsysteme 4.0. Heidelberg, Berlin, Düsseldorf, Köln.

Prognos et al. (2019): Evaluierung der Kraft-Wärme-Kopplung. Analysen zur Entwicklung der Kraft-Wärme-Kopplung in einem Energiesystem mit hohem Anteil erneuerbarer Energien. Basel, Freiburg, Würzburg.

Quaschning, V. (2019): Regenerative Energiesysteme Technologie – Berechnung – Klimaschutz. München.

Riechel, R., Koritkowski, S., Libbe, J., Koziol, M., Trapp, J. (2017): Kommunales Transformationsmanagement für die lokale Wärmewende. Berlin (Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH).

Ringlstetter, M., Klein, B., Schäfer, B. (2016): Interorganisationale Kooperationsfähigkeit in der Praxis — Zentraler Baustein zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit von Unternehmen. In: Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung 68 (1): 123-146.

Rogall, H., Gapp-Schmeling, K. (2021): Nachhaltige Ökonomie. Grundlagen der Wirtschaftswissenschaft Band 27. 3. Aufl. Marburg (Metropolis-Verlag): 485 S.

Rogall, H. (2014): 100%-Versorgung mit erneuerbaren Energien. Marburg (Metropolis-Verl.): 494 S.

Saadat, A., Huenges, E. (2019): Geothermische Technologien für Städte.

Sandrock et al., M. (2020): Innovative Lösungen zur Flächenbereitstellung für solarthermische Großanlagen. Teilbericht zum Verbundvorhaben „SolnetBW II – Solare Wärmenetze für Baden-Württemberg“. Hamburg.

Schneider, C., Toenges-Schuller, N., Neiderau, A., Abert, M., Scheuermann, A., Schiffler, A. (2016): Erstellung der Berliner Emissionskataster Industrie, Gebäudeheizung, sonstiger Verkehr, Kleingewerbe, sonstige Quellen, Baustellen. Aachen.

Schramedei et al., R. (2019): SWD.SOL – Dezentrale Einbindung von Wärme aus erneuerbaren Energien in das KWK-Fernwärmesystem der Stadtwerke Düsseldorf AG. Endbericht. Düsseldorf.

Sen SBW - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (2021a): Fördergebiet Frankfurter Allee Nord: Nachhaltige Erneuerung Berlin: Energetisches Quartierskonzept. URL: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/nachhaltige-erneuerung/frankfurter-allee-nord/energetisches-quartierskonzept (gesehen am: 10.02.2021).

Sen SBW - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (2021b): Fachübergreifendes Informationssystem Berlin: FIS-Broker. Geodatenkatalog. URL: https://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp (gesehen am: 26.05.2021).

Sen SBW - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (2020a): Nachhaltige Erneuerung: Aus "Stadtumbau" wird "Nachhaltige Erneuerung". URL: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/staedtebau/foerderprogramme/nachhaltige-erneuerung/Aktuelles.3655.0.html?&tx_ttnews%5Btt_news%5D=1668&cHash=9c3c0eae7a2a7ab9bd69d9b0988853d7 (gesehen am: 09.10.2020).

Sen SBW - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (2020b): Nachhaltige Erneuerung: Charlottenburger Norden. URL: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/staedtebau/foerderprogramme/nachhaltige-erneuerung/Charlottenburger-Norden.7847.0.html (gesehen am: 09.10.2020).

Sen SBW - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (2020c): 08.09 Solaranlagen (Ausgabe 2020): Umweltatlas Berlin. URL: https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/d809_03.htm.

Sen SBW - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (2020d): Umweltatlas Berlin 2020.

Sen UMVK - Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (2022): Nachsorgender Bodenschutz / Altlasten. URL: https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/bodenschutz-und-altlasten/nachsorgender-bodenschutz-altlasten/ (gesehen am: 10.02.2022).

Sen UVK - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (2021): Vattenfall und Land Berlin unterzeichnen Nachhaltigkeitsvereinbarung 2.0 für Biomasse - Berlin.de. URL: https://www.berlin.de/sen/uvk/presse/pressemitteilungen/2021/pressemitteilung.1100116.php (gesehen am: 02.12.2021).

Sen UVK - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (2020a): Erdwärmenutzung in Berlin. Berlin.

Sen UVK - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (2020b): Nutzung der Geothermie in Berlin - Potenziale, Risiken und Handlungsempfehlungen. Berlin.

Sen UVK - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (2020c): Wassertemperatur: Wasserportal. Gewässerkundliche Messdaten. URL: https://wasserportal.berlin.de/messwerte.php?anzeige=tabelle&thema=wt.

Sen UVK - Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (2019): Berliner Energie- und Klimaschutzprogramm 2030 (BEK 2030). Berlin.

Sen WEB - Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe (2020): Energieatlas Berlin. URL: https://energieatlas.berlin.de/.

SolarServer (2021): Forschungsprojekt für große Wärmespeicher in urbanen Räumen. URL: https://www.solarserver.de/2021/11/25/forschungsprojekt-fuer-grosse-waermespeicher-in-urbanen-raeumen/ (gesehen am: 07.12.2021).

Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme (2015): Solare Wärmenetze für Baden-Württemberg. Grundlagen, Potenziale, Strategien. Karlsruhe.

Totschnig et al., G. (2017): Potentiale, Wirtschaftlichkeit und Systemlösungen für Power-to-Heat.

TU Berlin, BTB - Blockheizkraftwerks- Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin, Wista - WISTA Management GmbH (2018): Handlungsempfehlungen für heutige und zukünftige Betriebskonzepte von Power-to-Heat-Anlagen und Folgerungen für Stadtwerke. Berlin.

UBA - Umweltbundesamt (2021a): Daten und Fakten zu Braun- und Steinkohlen. UBA Texte.

UBA - Umweltbundesamt (2021b): Systemische Herausforderungen der Wärmewende. Dessau-Roßlau.

UBA- Umweltbundesamt (2020): Energieverbrauch privater Haushalte. URL: https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte#endenergieverbrauch-der-privaten-haushalte (gesehen am: 12.01.2022).

Vattenfall (2021): Beispielhafte Stadtwärmekosten: Wärmekostenberechnung. URL: https://xn--wrme-loa.vattenfall.de/fernw%C3%A4rme/fernw%C3%A4rme-berlin/preistransparenz/w%C3%A4rmekostenberechnung/ (gesehen am: 05.01.2021).

Vattenfall (2017): Netzpumpstation am Mierendorffplatz. URL: https://group.vattenfall.com/de/newsroom/blog/2017/07/berlins-groesste-fernwaerme-pumpstation (gesehen am: 14.09.2021).

VDI - Verein Deutscher Ingenieure e.V. (2010): VDI 4640: Thermische Nutzung des Untergrunds. Düsseldorf.

VPC GmbH (2020): Betriebs- und Instandhaltungsunterstützung im Heizkraftwerk Charlottenburg - VPC. URL: https://www.vpc-group.biz/referenz/betriebs-und-instandhaltungsunterstuetzung-im-heizkraftwerk-charlottenburg/ (gesehen am: 07.05.2020).

Welz, A., Gapp-Schmeling, K., Becker, D. (2021): Erhebung der Akteursstrukturen. Berlin, Saarbrücken.

Wern, B., Baur, F., Noll, F., Vogler, C., Mees, M., Steinert, M., Wiedemeyer, N., Beyer, S., Hill, A., Gebauer, M., Pauschinger, T., Kornmann, A., Menke, C., Barton, M. (2016): Wärmestudie Region Eifel und Trier (Unpublished).

Wigger, B. (2017): Vor- und Nachteile Öffentlich-Privater Partnerschaften. In: List Forum für Wirtschafts- und Finanzpolitik 42 (4): 395-421.

Wissen, M. (2016): Zwischen Neo-Fossilismus und “grüner Ökonomie“ – Entwicklungstendenzen des globalen Energieregimes. In: PROKLA. Münster (Westfälisches Dampfboot).

Interviewmaterial und Gesprächsprotokolle

Interview Berlin 01a - indirekter Akteur (2020).

Interview Berlin 01b - indirekter Akteur (2020).

Interview Berlin 01c - indirekter Akteur (2020).

Interview Berlin 01d - indirekter Akteur (2020).

Interview Berlin 02a - direkter Akteur (2020).

Interview Berlin 03 - indirekte Akteure (2020).

Interview Berlin 04 - indirekter Akteur (2020).

Interview Berlin 05 - indirekter Akteur (2020).

Interview Berlin 06 - indirekter Akteur (2020).

Interview Berlin 07 - direkter Akteur (2020).

Interview Berlin 08a - direkter Akteur (2020).

Interview Berlin 08b - direkter Akteur (2020).

Interview Berlin 09 - direkter Akteur (2020).

Interview Berlin 10b - direkter Akteur (2020).

Interview Berlin 11 - indirekter Akteur (2020).

Interview Berlin 12a - direkter Akteur (2020).

Interview Berlin 12b - direkter Akteur (2020).

Interview Berlin 12c - direkter Akteur (2021).

Interview Berlin 13 - direkter Akteur (2020).

Interview Berlin 14 - direkter Akteur (2020).

Quartiersbezogene Dokumente

BA Charlottenburg-Wilmersdorf (2021): Verbrauchsdaten ausgewählter Blöcke. schriftlich. Berlin.

BA Charlottenburg-Wilmersdorf (2019c): Klimaschutz und Energieeffizienz auf der Mierendorff-Insel. Berlin.

BA Charlottenburg-Wilmersdorf, SEnerCon GmbH, co2online, Luftbild Umwelt Planung, Universität der Künste Berlin (2019): "EnergyMap Berlin" - Online-Plattform zur Erstellung eines gebäudescharfen digitalen Wärmekatasters für den Gebäudebestand des Landes Berlin. PDF.

BA Charlottenburg-Wilmersdorf (2019): Klimaschutz und Energieeffizienz auf der Mierendorffinsel - Die nächsten Schritte. Berlin.

BWB - Berliner Wasserbetriebe (2020): Antw: Abwasserabwärme Mierendorff-Insel, Q1. schriftlich. Berlin.

Wein, K. (2020): Gasversorgung Gewerbegebiet MiDoI. schriftlich. Berlin.

Zander, J. (2020): Projekte_Miedo_endg_v2. schriftlich. Berlin.

ANHANG

A. Legende zur Abbildung 1: Stadtstrukturkarte der Mierendorff-Insel

Dichte Wohnbebauung

- 1 — 85% — Dichte Blockbebauung, geschlossener Hinterhof (1870er - 1918), 5 - 6-geschossig
- 2 — 78% — Geschlossene Blockbebauung, Hinterhof (1870er - 1918), 5-geschossig
- 3 — 65% — Geschlossene und halboffene Blockbebauung, Schmuck- und Gartenhof (1870er - 1918), 4-geschossig
- 6 — 60% — Mischbebauung, halboffener und offener Schuppenhof, 2 - 4-geschossig
- 10 — 55% — Blockrandbebauung mit Großhöfen (1920er - 1940er), 2 - 5-geschossig
- 72 — 46% — Parallele Zeilenbebauung mit architektonischem Zeilengrün (1920er - 1930er), 2 - 5-geschossig
- 8 — 65% — Heterogene, innerstädtische Mischbebauung, Lückenschluss nach 1945
- 7 — 66% — Entkernte Blockrandbebauung, Lückenschluss nach 1945
- 73 — 53% — Geschosswohnungsbau der 1990er Jahre und jünger
- 9 — 45% — Großsiedlung und Punkthochhäuser (1960er - 1990er), 4 - 11-geschossig und mehr
- 11 — 41% — Freie Zeilenbebauung mit landschaftlichem Siedlungsgrün (1950er - 1970er), 2 - 6-geschossig

Aufgelockerte Wohnbebauung

- 25 — 35% — Verdichtung im Einzelhausgebiet, Mischbebauung mit Garten und halbprivater Umgrünung (1870er bis heute)
- 21 — 34% — Dörfliche Mischbebauung
- 24 — 32% — Villen und Stadtvillen mit parkartigen Gärten (überwiegend 1870er - 1945)
- 22 — 32% — Reihen- und Doppelhäuser mit Gärten
- 23 — 29% — Freistehende Einfamilienhäuser mit Gärten
- 59 — 27% — Wochenendhaus- und kleingartenähnliches Gebiet

Handel, Dienstleistung, Gewerbe und Industrie

- 29 — 83% — Kerngebiet
- 31 — 87% — Gewerbe- und Industriegebiet, großflächiger Einzelhandel, dichte Bebauung
- 38 — 73% — Mischgebiet ohne Wohngebietscharakter, dichte Bebauung
- 30 — 65% — Gewerbe- und Industriegebiet, großflächiger Einzelhandel, geringe Bebauung
- 33 — 59% — Mischgebiet ohne Wohngebietscharakter, geringe Bebauung
- 32 — 44% — Ver- und Entsorgung

Verkehrsflächen

- 92 — 49% — Bahnhof und Bahnanlagen ohne Gleiskörper
- 99 — 44% — Gleiskörper
- 91 — 51% — Parkplatz
- 94 — 46% — Sonstige Verkehrsfläche
- 93 — 5% — Flughafen

Gemeinbedarf und Sondernutzung

- 43 — 57% — Verwaltung
- 45 — 52% — Kultur
- 41 — 40% — Sicherheit und Ordnung
- 12 — 55% — Altbau-Schule (Baujahr vor 1945)
- 13 — 50% — Neubau-Schule (Baujahr nach 1945)
- 44 — 45% — Hochschule und Forschung
- 47 — 36% — Kindertagesstätte
- 51 — 20% — Sonstige Jugendeinrichtung
- 58 — 16% — Campingplatz
- 60 — 37% — Sonstiges und heterogenes Gemeinbedarfs- und Sondergebiet
- 49 — 34% — Kirche
- 46 — 39% — Krankenhaus
- 98 — 34% — Baustelle

Grün- und Freiflächen

- 54 — 42% — Stadtplatz / Promenade
- 17 — 50% — Sportanlage, gedeckt
- 16 — 34% — Sportanlage, ungedeckt
- 36 — 24% — Baumschule / Gartenbau
- 37 — 22% — Kleingartenanlage
- 53 — 10% — Park / Grünfläche
- 27 — 8% — Friedhof
- 57 — 2% — Brachfläche
- 56 — 1% — Landwirtschaft
- 55 — 0% — Wald
- 100 — 0% — Gewässer

00 Typenummer
00% durchschnittlicher Versiegelungsgrad

Erläuterung: Legende: s. Anhang, rot = Öffentliche Liegenschaften (Schulen etc.).

B. Grundlagen und Ausführungen zur Nachhaltigkeitsbewertung

Ökologische Dimension

Laufende Nummer	**1**
Herausforderung	**Klimaerwärmung**
Qualitätsziel	**Klimaneutralität**
Indikator	**THG-Emissionen/MWh**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **3**

145 $kgCO_2$/MWh nach BET (2019) S. 150, KS95, VG1, AGFW-Methode

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **2**

70 $kgCO_2$/MWh in 2050 (BET 2019)

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **1**

0 $kgCO_2$/MWh in 2050 (BET 2019)

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **5**

202 $kgCO_2$/MWh direkte Emissionen (GEMIS: 235 kg CO_{2eq}/MWh ‚Gas-Heizung-DE-2020 (Endenergie)')

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **4**

Wert aus Stufe 1 sinkt auf 150-200 $kgCO_2$/MWh aufgrund des Anteils von bis zu 20 % EE-Gasen (werden die direkten CO_2-Emissionen aus Biomethan, syn. Methan und H_2 mit Null definiert und anteilig mit 20% berücksichtigt, betragen die verbleibenden direkten CO_2-Emissionen der Gaslösung rund 162 $kgCO_2$/MWh)

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **1**

Wird angenommen, dass Erdgas zu 100 % substituiert wurde und die direkten CO_2-Emissionen von Biomethan, syn. Methan und H_2 mit Null definiert sind, betragen die direkten Emissionen der dezentralen Gaslösung 0 $kgCO_2$/MWh. Dies führt zur Bewertungsstufe 1. Nach Einschätzung der Autor*innen wird der Mix aus EE-Gasen (Biomethan, H_2, syn. Methan) durch den niedrigen Wirkungsgrad und den relativen hohen Transportaufwand bei importierten Gasen über den gesamten Lebenszyklus THGE von 100-150 g CO_{2eq}/kWh mitbringen.

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **3**

Solarthermie: 0 $kgCO_2$/MWh
'El-mix-DE-2020' GEMIS: 404 $kgCO_2$/MWh
79 %WaA/COP2,5*404 $kgCO_2$/MWh =130 $kgCO_2$/MWh

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) **2**

Solarthermie: 0 $kgCO_2$/MWh
'El mix DE 2030 GEMIS': 194 $kgCO_2$/MWh
79 %WaA/COP2,5*194 kgCO2/MWh=62 $kgCO_2$/MWh

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) **1**

Für Vergleichbarkeit gegenüber den anderen Konzepten werden nur direkte Emissionen betrachtet.
Solarthermie: 0 $kgCO_2$/MWh
El mix DE 2050 GEMIS: 26 $kgCO_2$/MWh
79 %WaA/COP2,5*26 $kgCO_2$/MWh=8 $kgCO_2$/MWh

Ökologische Dimension

Laufende Nummer	**2**
Herausforderung	**Materialaufwand**
Qualitätsziel	**geringer Nutzungsgrad an Primärrohstoffen**
Indikator	**Kumulierter Stoffaufwand (KSA) in kg/MWh**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **2**

60 kg /MWh (GEMIS-Prozess: ‚Netz\Fernwärme-DE-2020/en' ohne Energieträger)

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **2**

60 kg /MWh (kaum Veränderungen durch durch veränderten Energieträgermix, vgl. Gemisprozess ‚Netz\Nahwärme-Gas-BHKW-DE-2015/en' ohne Energieträger: 59 kg/MWh)

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **2**

50 kg /MWh, Annahme: Leichte Verbesserung durch gesteigerte Materialeffizienz)

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **2**

42 kg/MWh (GEMIS: ‚Gas-Heizung-DE-2020 (Endenergie)')

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **2**

Aufgrund fehlender Daten wird die Annahme getroffen, das KSA gegenüber 2021 unverändert bleibt.

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **2**

Aufgrund fehlender Daten wird die Annahme getroffen, das KSA gegenüber 2021 unverändert bleibt.

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **5**

79 % ‚El-Wärmepumpe-mono-Wasser-DE-2020-mix (Endenergie)'; 21 % SolarKollektor-Flach-DE-2020) = 1561 kg/MWh (GEMIS)

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) **5**

79 % ‚El-Wärmepumpe-mono-Wasser-DE-2030-mix (Endenergie)'; 21 % SolarKollektor-Flach-DE-2020) = 408 kg/MWh (GEMIS)

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) **3**

79 % ‚El-Wärmepumpe-mono-Wasser-DE-2050-mix (Endenergie)'; 21 % SolarKollektor-Flach-DE-2020) = 114 kg/MWh (GEMIS)

Ökologische Dimension

Laufende Nummer	**3**
Herausforderung	**Übernutzung erneuerbarer Rohrstoffe**
Qualitätsziel	**nachhaltige Nutzung erneuerbarer Rohstoffe**
Indikator	**Auswirkungen auf die Einhaltung der Regenerationsrate**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **5**

Im Jahr 2021 werden 60 % der Wärme im VG1 durch die Kohleheizkraftwerke an den Standorten Moabit und Reuter West erzeugt. Die restliche Wärmeerzeugung erfolgt etwa zu gleichen Teilen auf der Basis von Erdgas und Abwärme aus der thermischen Abfallverwertung (BET 2019: xxi). 48 % der importierten Steinkohle kommt aus Russland, 23 % aus den USA und Kanada und 12 % aus Australien. In der Datenbank „Prozess-orientierte Basisdaten für Umweltmanagementsysteme“ des UBA wird von einer Steinkohle-Förderung von 25 % im Tagebau und 75 % im Untertagebau in den Herkunfts-ländern China, USA, Indien und Australien ausgegangen (UBA 2021a: 28, 68). In Russland wird Steinkohle zu 65 % im Tagebau gefördert (Bauverlag BV GmbH 2020). Steinkohletagebau und Erdgasförderung haben negativen Einfluss auf die Regenrationsrate von Biomasse.

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **4**

Vattenfall und das Land Berlin haben den verpflichtenden Kohleausstieg bis 2030 vereinbart. Im Jahr 2030 soll der heutige Kohleanteil ersetzt sein aus: 58 % hybrider KWK (fossiles Erdgas), 26 % zusätzlicher Abwärme, 16 % PtH, 4 % Biomasse und 0,5 % Geothermie. Die verwendete Biomasse unterliegt Nachhaltigkeitskriterien, die über die 'Nachhaltigkeitsvereinbarung für Biomasse" zwischen Vattenfall und dem Land Berlin festgelegt sind und stammt größtenteils aus KUP der Vattenfall Tochter ‚Energy Crops GmbH‘, welche mit über 2.000 Hektar Anbaufläche der größte Betreiber von KUP in Deutschland ist. Die Gesamtanbaufläche besteht aus 1.600 Hektar in Brandenburg in einem anbauvertraglichem Kooperationsmodell mit den ansässigen Landwirten sowie 400 Hektar selbstbewirtschaftete Pachtfläche in Polen (Benzin 2020; BET 2019: xxiii; Sen UVK 2021). Dazu kommen die heutigen Anteile fossilem Erdgas und Abwärme, sodass im Jahr 2030 die Wärme zu über 50 % aus fossilem Erdgas bereitgestellt.

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **2**

In 2050 soll Erdgas komplett ersetzt sein. Zu großen Teilen durch EE-Gase und PtH. Biomasse geringe Anteile an gesamter FW (~2,5 %). Nach BET (2019) ca. 100 GWh. Quasi-unerschöpfliche EE nicht Bestandteil des geplanten Energieträgermix in 2050.

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **4**

Erdgas u. geringe Anteile Biomasse mit unsicherer Herkunft.

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **4**

Überwiegend Erdgas, Anteile Biomasse mit unsicherer Herkunft. Geringe Anteile syn. Gase und H_2 vernachlässigbar

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **3**

Auswirkung der Produktion von EE-Gasen auf die Einhaltung der Regenerationsrate stark abhängig von den eingesetzten EE, den Wirkungsgraden und den Transportprozessen. Daher neutrale Bewertung.

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **2**

Hauptsächliche Nutzung von quasi-unerschöpflichen Ressourcen und unvermeidbarer Abwärme (WaA): Bewertungsstufe 1-2, Antriebsenergie für WP (Netzstrom) basiert zu 50 % auf fossiler Energie: dieser Anteil fossiler Energie an der gesamten bereitgestellten Endenergie (ca. 1/6) beeinflusst die Gesamtbewertung mit negativer Tendenz. Gesamtbewertung Stufe 2 (obere Grenze).

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) **2**

Siehe Bewertung Ausbaustufe 1, zu berücksichtigen ist geringerer Teil fossiler Energie im Strommix. Bewertungsstufe 2 (untere Grenze).

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) **1**

ST und Abwärme: Bewertungsstufe 2, zudem 100 % EE im dt. Strommix macht positiven Ausschlag. Gesamtbewertung Stufe 1.

Ökologische Dimension

Laufende Nummer	**4**
Herausforderung	**Gefährdung der menschlichen Gesundheit**
Qualitätsziel	**gesunde Lebensbedingungen**
Indikator	**Schadstoffemissionen in kg SO_{2eq}/MWh**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **3**

GEMIS 'Netz\Fernwärme-DE-2020/en: Fernwärme'= 0,305 kg SO_{2eq}/MWh

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **2**

Wegfall der Kohlefeuerung bis 2030, daher Annahme <0,25 SO_{2eq}/MWh

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **2**

Bei Verbrennung grundsätzlich SO_{2eq}-Emissionen gegeben. Annahme kleiner als 2030 aber mindestens noch 0,05 SO_{2eq}/MWh

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **2**

GEMIS 'Gas-Heizung-Brennwert-DE-2020' 0,10483 SO_{2eq}/MWh

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **2**

GEMIS 'Gas-Heizung-Brennwert-DE-2020' 0,10483 SO_{2eq}/MWh; Änderung der Zusammensetzung des Gases geringen Einfluss auf SO_x

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **2**

GEMIS 'Gas-Heizung-Brennwert-DE-2020' 0,10483 SO_{2eq}/MWh; Änderung der Zusammensetzung des Gases geringen Einfluss auf SO_x

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **4**

0,5 SO_{2eq}/MWh nach GEMIS (79 % El-Wärmepumpe-mono-Wasser-DE-2020-mix (Endenergie); 21 % SolarKollektor-Flach-DE-2020)

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) **2**

0,200 SO_{2eq}/MWh nach GEMIS (79 % El-Wärmepumpe-mono-Wasser-DE-2030-mix (Endenergie); 21 % SolarKollektor-Flach-DE-2020)

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) **2**

0,060 SO_{2eq}/MWh nach GEMIS (79 % El-Wärmepumpe-mono-Wasser-DE-2020-mix (Endenergie); 21 % SolarKollektor-Flach-DE-2020)

Ökologische Dimension

Laufende Nummer	**5**
Herausforderung	**Zerstörung Arten- und Landschaftsvielfalt**
Qualitätsziel	**Naturverträglichkeit**
Indikator	**Auswirkungen auf die Naturverträglichkeit**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **3**

Durch Anschluss eines HH an die FW keine negativen direkten Landnutzungsänderungen, da Anstieg der Anschlüsse durch Effizienzmaßnahmen bei den Gebäuden (Prämisse: fortschreitende Sanierung) kompensiert wird.

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **3**

Durch Anschluss eines HH an die FW keine negativen direkten Landnutzungsänderungen, da Anstieg der Anschlüsse durch Effizienzmaßnahmen bei den Gebäuden kompensiert wird. Insgesamt leicht positive Tendenz durch Kohleausstieg

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **3**

FW basiert laut BET (2019) im KS95 Szenario großteils auf synth. Gasen. Synthetische Gase weisen eine geringere Flächeneffizient als fossile Gase auf (Annahme Bewertungsteam: für grünes synthetisches Methan werden hauptsächlich PV und Wind-Strom aufgebracht).

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **5**

Bei der Nutzung fossiler Energien sind negative Auswirkungen zu erwarten, da für den Abbau fossiler Energieträger immense Natureingriffe notwendig sind. Diese betreffen die Förderung der Rohstoffe und auch den Bau von Transportleitungen.

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **5**

Siehe Stufe 2, Bewertung bleibt unverändert, da weiterhin 80% fossiles Gas

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **4**

Erneuerbare biogene u. synthetische Gase sowie H_2 weisen eine sehr viel geringere Flächeneffizienz als fossile Gase auf. Die absehbaren Konversionspfade beruhen größtenteils auf Wind- und PV-Strom aus Ländern des globalen Südens. Bisher kann die konkrete Ausgestaltung und Auswirkung zukünftig etablierter Konversionspfade inkl. der notwendigen Logistikketten auf die Naturverträglichkeit schwer abgeschätzt werden. In Relation zu quasi-unerschöpflichen Ressourcen, die vor Ort direkt nutzbar gemacht werden, kann die Naturverträglichkeit biogene u. synthetische Gase sowie H_2 eher negativ gewertet werden.

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **3**

- Bereits versiegelte Fläche wird durch ST effizienter genutzt, zudem ST quasi-unerschöpfliche Ressource
- Effizienzsteigerung durch Abwärmenutzung (WaA)
- fossile Anteile des Antriebstroms der WP wirken leicht negativ

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) **1**

- siehe Stufe 1 mit positiver Tendenz aufgrund höherer Anteile EE im Strommix

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) **1**

- siehe Stufe 2

Ökonomische Dimension

Laufende Nummer	**6**
Herausforderung	**negative Entwicklungen auf dem Arbeitsmarkt**
Qualitätsziel	**existenzsichernde Erwerbsarbeit bei akzeptabler Arbeitsqualität**
Indikator	**Beitrag zur regionalen Wertschöpfung**

Hinweis: Bei der Herleitung der Bewertung ‚Beitrag zur regionalen Wertschöpfung' für das Untersuchungsgebiet Mierendorff-Insel wird von der Beschreibung der Bewertungsstufen zu ‚regionale Wertschöpfung' in Gapp-Schmeling et al. (2021) abgewichen. In Gapp-Schmeling et al. (2021) erfolgt die Operationalisierung nicht über die quantitative Ausprägung des Indikators, sondern nach qualitativen Regeln. Diese bleiben mit der Einteilung der Bewertungsstufen 1,3 und 5 nach dem Verbleib eines ‚Großteils' der Wertschöpfung indes relativ vage. Insbesondere die Zuordnung zur Stufe 5 bei ‚weit überwiegender Herkunft des Energieträgers aus dem Ausland' bleibt unbegründet. Hierdurch scheint weder das Verhältnis zur Gesamtwertschöpfung noch der Betrag der in der Region generierten Wertschöpfung fixiert zu sind. Es schein weiter ebenso von Bedeutung, wo und wie der verbleibenden Teil der Wertschöpfung generiert wird. Dabei ist vorstellbar, dass in Verbindung mit alternativen Wärmelösungen weitgehend unabhängig vom Anteil fossiler Energie im Vergleich zu den hier vorgestellten Varianten auch höhere Anteile der Wertschöpfung nicht in der Region entstehen. Für die Operationalisierung im Rahmen der hier vorgenommenen Bewertung wurde die Bewertungsstufe 3 vergeben, wenn der größte Teil der Wertschöpfung in der Region anfällt. Fällt die gesamte Wertschöpfung in der Region an, wäre die Bewertungsstufe 1 vergeben worden. Bei vollständiger Wertschöpfung außerhalb der Region wäre die Bewertungsstufe 5 vergeben worden. Die Bewertungsstufen 2 und 4 wurden nach Ermessen als Abstufung vergeben.

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **3**

Der Verbraucherpreis entspricht i.d.R. der Wertschöpfung zu einem Produkt. Ca. 30 % vom Preis für eine Einheit Fernwärme (=Brennstoffkosten Kohle und Gas) gehen ins Ausland, (Vattenfall 2021). Empfänger von Verbindlichkeiten aus Fremdkapital und Eigenkapitalkosten unsicher (zumindest überregional und ggf. Ausland). Bei durchschnittlichen Eigenkapitalzinssätzen für Energienetze der Eurozone von 6,5 % (Haug et al. 2020) und dem derzeit geringen Niveau von Fremdkapitalzinsen, dürften die Gesamtkapitalkosten (weighted average cost of capital) jedoch unter 5 % liegen. Auf dieser Basis kann davon ausgegangen werden, dass mehr als 50% der Wertschöpfung in der Region anfallen/verbleiben.

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **2**

Wie Stufe 1 mit positiver Entwicklung, weil: Anteile von Müllverbrennung/industrieller Abwärme, Umweltwärme und Biomasse steigen auf 40 %. Hier liegt die Wertschöpfung zu sehr hohen Anteilen in der Region.

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **2**

BET (2019) Szenario KS95 berücksichtigt etwa 30 % grüne Gase: Anteil der Brennstoffkosten erhöht sich etwas (syn. Gase sind teurer als Erdgas), d.h. hier findet ein größerer Anteil der Wertschöpfung im Ausland statt (hier bessere Effizienzbedingungen und geringere Kosten). Jedoch ähnliche Relation.

Bewertung insgesamt etwas positiver als für Stufe 2, da Anteile von Müllverbrennung/industrieller Abwärme, Umweltwärme und Biomasse auf annähernd 50 % steigen.

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **3**

Gas: etwa 30 % gehen aufgrund der Brennstoffbeschaffung ins Ausland, Netz und Vertrieb in Region, Verbindlichkeiten aus EK+FK siehe Erläuterung zu ‚*FW-Verbundnetz Stufe 1*'
- Produktion der Heizsysteme eher nicht in Region, dafür Installation und Wartung
- Insgesamt entstehen weit mehr als 50 % der Wertschöpfung in Deutschland, davon der größte Teil in der Region bzw. in Berlin.

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **3**

Erläuterung siehe Stufe 1. Auswirkung der geringen Anteile an inländisch produzierter EE-Gase im Netz sind vernachlässigbar.

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **3**

Gas: etwa 30 % gehen aufgrund der Brennstoffbeschaffung ins Ausland (eventuell leichter Anstieg des Anteils an inländisch bereitgestelltem Brennstoff im Gasnetz durch inländisch produzierte syn. Gase), Netz und Vertrieb in Region, Verbindlichkeiten aus EK+FK siehe Erläuterung zu ‚*FW-Verbundnetz Stufe 1*'.
- Produktion der Heizsysteme eher nicht in Region, dafür Installation und Wartung

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **2**

Wärmenetz hoher Wertschöpfungsanteil in Deutschland: 1. hoher Anteil der Kosten gehen in Planung und Bau, 2. Hoher Anteil inländisch produzierter Vorprodukte (IKT, Rohre, Übergabestationen) (Herkel 2018).
Umweltwärme/WaA: 1. hohe lokale Wertschöpfung bei Bau (30-50% der der Kosten Handwerkerleistung), 2. hoher Marktanteil einheimischer Wärmepumpenproduzenten (80-90% bei Kompressionswärmepumpen).

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) **2**

- siehe Stufe 1

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) **2**

- siehe Stufe 1

Ökonomische Dimension

Laufende Nummer	**7**
Herausforderung	**unzureichende Befriedigung der Grundbedürfnisse mit nachhaltigen Produkten**
Qualitätsziel	**unterbrechungsfreie Versorgungssicherheit**
Indikator	**Systemstabilität / Resilienz**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **1**

Im VG1 Reuter-West 2 Blöcke á 300 MWth + HKW Charlottenburg mit 3xGasturbinen á 100 MWth + HKW Moabit 1x240 MWth

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **1**

Im VG1 Reuter-West 2 Blöcke á 300 MWth + HKW Charlottenburg mit 3xGasturbinen á 100 MWth + HKW Moabit 1x240 MWth

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **1**

Im VG1 Reuter-West 2 Blöcke á 300 MWth + HKW Charlottenburg mit 3xGasturbinen á 100 MWth + HKW Moabit 1x240 MWth

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **5**

Keine Redundanz bei objektgebundenen Zentralheizungen, Unterbrechungsfreie Versorgung nicht garantiert

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **5**

Keine Redundanz bei objektgebundenen Zentralheizungen, Unterbrechungsfreie Versorgung nicht garantiert

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **5**

Keine Redundanz bei objektgebundenen Zentralheizungen, Unterbrechungsfreie Versorgung nicht garantiert

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **3**

Sofern Koppelung an Verbundnetz o. Gaskessel mit Nennleistung= Spitzenlast als Redundanz berücksichtigt

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) **3**

Sofern Koppelung an Verbundnetz o. Gaskessel mit Nennleistung= Spitzenlast als Redundanz berücksichtigt

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) **3**

Sofern Koppelung an Verbundnetz o. Gaskessel mit Nennleistung= Spitzenlast als Redundanz berücksichtigt

Ökonomische Dimension

Laufende Nummer	**8**
Herausforderung	**Instabilitäten (Geld, Finanzmärkte, Wettbewerbsfähigkeit), Externalitäten**
Qualitätsziel	**geringe betriebswirtschaftliche Wärmegestehungskosten**
Indikator	**Wärmegestehungskosten (€/MWh)**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **2**

WGK aus Nutzersicht: Der FW-Mischpreis aus Grundpreis und Arbeitspreis für ein großes Mehrfamilienhaus in Berlin etwa 77,6 €/MWh brutto (Vattenfall 2021). Die Kosten der Erzeugung liegen für Fernwärme mit durchschnittlichen Erzeugerpark bei 28 €/MWh (Fehrenbach et al. 2019: 169), die Kosten der Verteilung bei 40 €/MWh (AGFW 2018: 20 ff.). Damit bestehen WGK von ca. 68 €/MWh.

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **2**

Kalkulierte Anstieg der Wärmegestehungskosten in den KS95 Szenarien von BET (2019) um 17 €/MWh bis 2030 (Inflationsbereinigt) größtenteils auf die Kapitalkosten sowie weitere fixe Kosten der neuen Produktionsmittel. Hinweis in Studie, dass angegebene Kostenentwicklung stark von den Preisen für Emissionszertifikate abhängig ist. Im KS95-Szenario wurde ein Anstieg der Preise auf 126€/Tonne bis 2050 kalkuliert. Annahme zur Bewertung: Zusätzliche Kosten werden 1:1 auf Preis umgelegt → 77,6+17=94,6 €/MWh

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **3**

Der Anstieg der WKG um 69,5 €/MWh bis 2050 nach BET (2019) hauptanteilig variablen Kosten aus der Beschaffung von Brennstoffen und Emissionszertifikaten oder -kompensation zuzuschreiben. Angabe stark von Entwicklung der Preise für Emissionszertifikate abhängig. Annahme zur Bewertung: Zusätzliche Kosten werden 1:1 auf Preis umgelegt → 77,6+69,5=147,1 €/MWh

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **2**

nach Mailach und Oschatz (2021)
- 99,7 €/MWh
- Vollkosten/LCOE nach VDI2067
- Kapitalkosten, Verbrauchskosten, Betriebskosten
- Inflationsbereinigt, Kalkulationszins 3 %
- Arbeitspreis Erdgas= 56,3 €/MWh brutto

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **2**

Einfluss CO_2-Abgabe auf Erdgaspreis: der Preis steigt um 0,202 €/MWh pro € CO_2-Abgabe/Tonne (Hewelt et al. 2022): d.h. bei 100 €/Tonne steigen die Vollkosten von 99,7€/MWh (Mailach und Oschatz 2021) um 20 €/MWh. Ergebnis: 119,8 €/MWh (inflationsbereinigt)

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **3**

Annahme: CO_2-Abgabe beträgt 300 €/TonneCO_2
damit steigen WGK auf etwa 160 €/MWh (inflationsbereinigt)

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **3**

Berechnungen in KoWa haben für vergleichbares Konzept (Q1) ca. 127 €/MWh (brutto, inkl. Inflation) ergeben (Hewelt et al. 2022). Diese Kosten werden für die MiDoI aufgrund

folgender abweichender Rahmenbedingungen mit dem Faktor 1,25 multipliziert, sodass sich WGK von ca. 160 €/MWh ergeben.
- Etwas höhere Temperaturanforderungen
- ST-Kollektoren verteilen sich auf mehrere Dächer
- Untersuchungsgebiete in hochverdichteter/versiegelter Innenstadtlage

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) | 3

Wie Stufe 1

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) | 3

Wie Stufe 1

Ökonomische Dimension

Laufende Nummer	**9**
Herausforderung	**globale und außenwirtschaftliche Ungleichgewichte, Abhängigkeiten**
Qualitätsziel	**geringe außenwirtschaftlichen Abhängigkeit**
Indikator	**Importe von Ressourcen (Brennstoffe und kritische Rohstoffe) (Lebenszyklus) / MWh**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) — 5

Wärmenetzeinspeisung aus: Steinkohle mit 100 %-Importquote, Erdgas=94 % Importquote (siehe Erdgas Bewertung).
Etwa 20 % Energieeinspeisung aus Abfallverbrennung als regionaler Energieträger (BET 2019). Gewichtete Importquote von 80 %

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) — **5**

Wärmeeinspeisung aus >50 % importierten Primärenergieträgern (PET)
(BET 2019)

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) — **3**

Etwa 75 % der Wärmeeinspeisung aus inländischen PET
(BET 2019)

Gasnetz, Stufe 1 (2021) — **5**

- Erdgas Importquote 94 %
- syn. Gase/H_2 Anteil derzeit gegen Null
- Biogas/-methan inländisch produziert, Anteil im Netz aber unter 1 %

(FNB Gas 2021)

Gasnetz, Stufe 2 (2030) — **5**

- Erdgas Importquote unverändert
- bis zu 20 % bio/syn. Gase u. H_2

(NBB 2021)

Gasnetz, Stufe 3 (2050) — **4**

- Prognose schwierig,
- Potential der inländischen Biogaserzeugung und Aufbereitung nur bedingt nachhaltig ausbaufähig (ggf. durch Berücksichtigung Hybridbetrieb Verstromung/Methanisierung für alle ländlichen Biogasanlagen)
- Syn.Gase+H_2 werden zwar mit steigendem Ausbau der EE-Im Stromsektor zu steigenden Anteilen inländisch produziert, bei dem Bedarf größerer Mengen jedoch überwiegend importiert werden müssen (FNB Gas 2021).

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) — **2**

Abwärme und ST regionale Ressourcen aber: WaA abhängig von strombetriebener WP. Importabhängigkeit von Energieträgern bei bestehendem Strommix: nicht erneuerbare /importierte Energieträger im Strommix ca. 50 % * 79 %WaA/COP 2,5 = 16 %

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) — **2**

Inländisch erzeugte EE-Anteile im Strommix steigen (Ziel: 80 %). Jedoch Zunahme importierter EE-Gase. Gesamtanteil importierter Energieträger am Wärmemix wird mit >10 % angenommen.

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) **2**

Inländisch erzeugte EE-Anteile im Strommix steigen (Ziel nach §1,3 EEG 2021:100 %), Jedoch weiter zunehmender Anteil importierter EE-Gase. Gesamtanteil importierter Energieträger am Wärmemix wird weiterhin mit >10 % angenommen.

Ökonomische Dimension

Laufende Nummer	**10**
Herausforderung	**Staatsverschuldung; unzureichende Ausstattung mit meritorischen Gütern**
Qualitätsziel	**finanzielle Handlungsfähigkeit**
Indikator	**finanzielle Planbarkeit**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **4**

80 % Wärmeeinspeisung aus importierten Rohstoffen. Insgesamt 30 % Brennstoffkosten also variable Kosten: mögliche Preisschwankungen durch ggf. politische Unsicherheiten in den Herkunftsländern der Rohstoffe Kohle und Erdgas. Index Schwankungen in den letzten 5 Jahren um bis zu 50 % (Schwankungen in der Vergangenheit der Betriebs- und Verbrauchsgebunden kosten als zusätzliches Argument für Bewertung)

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **3**

=Stufe 1, aber höherer Anteil regionaler Müll Biomasse als Brennstoff und PtH und Abwärme/Abwasserwärme (BET 2019) (hier sollte Unsicherheit der Entwicklung EU-CAP für CO_2-Zertifikate eingebaut werden?!)

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **2**

=Anteile an importierten Brennstoffen sinken auf bis zu 25 %

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **5**

50 % der WGK sind Brennstoffkosten (variable Kosten). Einfuhrpreisindex schwank stärker (siehe FW-Bewertung) Verbraucherpreis-Index ist Vergangenheit dagegen relativ stabil. CO_2-Abgabe ab 2026 sehr unsicher).

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **5**

50 % der WGK sind Brennstoffkosten (variable Kosten). Entwicklung von Erdgaspreisen und den Preisen für EE-Gase sowie CO_2-Abgabe/Preisen unsicher.

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **5**

50 % der WGK sind Brennstoffkosten (variable Kosten). Entwicklung von Erdgaspreisen und den Preisen für EE-Gase sowie CO_2-Abgabe/Preisen unsicher.

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **3**

Relativ hoher Anteil Fixkosten (u.a. Kapitalkosten), variable Kosten (u.a. Verbrauchskosten) abhängig von Strompreis in Relation zu JAZ, Strompreisentwicklung für WP wird rückläufig angenommen.

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) **3**

Relativ hoher Anteil Fixkosten (Kapitalkosten), variable Kosten (Verbrauchskosten) abhängig von Strompreis in Relation zu JAZ, Strompreisentwicklung für WP wird rückläufig angenommen. Zudem bessere JAZ aufgrund optimierter Effizienzbedingungen im Netz (insb. niedrigere Temperaturanforderungen durch fortschreitende Sanierung)).

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) **3**

Relativ hoher Anteil Fixkosten (Kapitalkosten), variable Kosten (Verbrauchskosten) abhängig von Strompreis in Relation zu JAZ, Strompreisentwicklung für WP wird rückläufig angenommen. Zudem bessere JAZ aufgrund optimierter Effizienzbedingungen im Netz (insb. niedrigere Temperaturanforderungen durch fortschreitende Sanierung)).

Sozial-kulturelle Dimension

Laufende Nummer	**11**
Herausforderung	**Fehlentwicklungen in Wirtschaft, Politik, Gesell.**
Qualitätsziel	**Good Governance**
Indikator	**erwartete Akzeptanz vor Ort**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **3**

Akzeptanz bzw. Präferenz sehr abhängig von dem vorher bestehenden Wärmeversorgungssystem. Es besteht ein starkes Informations-/ und Aufklärungsdefizit (Technik, Vollkosten).
Präferenz FW bei Entscheidung zu neuem Heizsystem nach Matuschek (2013): 1/3 Pro, 1/3 Unentschieden. 1/3 Gegen.

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **2**

1. höhere Akzeptanz durch zusätzliche Kommunikationsmaßnahmen.
2. Informationen insbesondere über ökologische Kennwerte und steigendes Bewusstsein der Akteure für Notwenigkeit zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung sowie veränderte Rahmenbedingungen für zu gesteigerter Akzeptanz.
3. Kosten steigen moderater als bei Gas

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **1**

Bewertung für Stufe 2 setzt sich fort.

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **2**

Z.Zt. noch hohe Akzeptanz von dezentralen Gas-Wärmeversorgungssystemen: etablierte/bewährte Technik, wird z.Zt. noch als kostengünstigste Lösung gesehen (Matuschek 2013).

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **3**

Ökologisches Bewusstsein steigt bei vielen Akteuren, wodurch fossile Energieträger vermehrt auch strikt abgelehnt werden.

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **4**

Zielkonflikt:
1. Akzeptanz steigt aufgrund abnehmender CO_2-Intensität
2. EE-Gase werden voraussichtlich sehr kostenintensiv sein, insbesondere für dezentrale Anwendungen der Wärmeversorgung. Zudem größtenteils Importe.
= Pkt. 2 wird als entscheidend betrachtet
(Zudem: ggf. Verbrennungsverbot in Innenstadt)

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **3**

Für- aber auch Gegenstimmen:
1. ökologisch sehr vorteilhaft und Partizipationsoptionen für alle Akteur*innen
2. in Relation z.Zt. hohe aber dafür sehr stabile/planbare WGK bis 2050
3. neuere Technik -> muss sich erst bewähren und verstanden bzw. akzeptiert werden (Interview Berlin 06 - indirekter Akteur 2020)
4. komplett neue Infrastruktur = umfangreiche Baumaßnahmen

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) | | **2** | | | |

Vermehrte positive Praxisbeispiele und Kommunikations- und Partizipationsprojekte erhöhen Akzeptanz. Dagegen stehen ggf. fortlaufende Baumaßnahmen. WGK von Alternativoptionen steigen. Relative Kostenposition verschiebt sich.

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) | **1** | | | | |

Etablierte Technologie/Versorgungsoption mit guten Partizipationsmöglichkeiten

Sozial-kulturelle Dimension

Laufende Nummer	**12**
Herausforderung	**Unsicherheit der dauerhaften Energieversorgung**
Qualitätsziel	**langfristige Versorgungssicherheit**
Indikator	**Reichweite der eingesetzten Ressourcen bei gleichbleibendem Verbrauch**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **5**

Der Energiebedarf wird fast ausschließlich aus Ressourcen (Steinkohle u. Erdgas) gedeckt, deren Budget-Reichweite vor 2050 endet (BET 2019).

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **4**

60 % Erdgas: Der Energiebedarf wird zum überwiegenden Teil aus Ressourcen gedeckt, deren Budget-Reichweite vor 2050 endet; ergänzend werden erneuerbare und quasi-unerschöpfliche Ressourcen genutzt (BET 2019).

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **1**

100 % EE nach Transformationsszenario KS95 in BET (2019).

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **5**

Der Energiebedarf wird fast ausschließlich aus Erdgas gedeckt, dessen Budget-Reichweite vor 2050 endet.

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **4**

Der Energiebedarf wird zum überwiegenden Teil aus Erdgas gedeckt, dessen Budget-Reichweite vor 2050 endet; ergänzend werden erneuerbare und quasi-unerschöpfliche Ressourcen genutzt (NBB 2021).

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **2**

Der Energiebedarf für erneuerbare Gase wird zum überwiegenden Teil aus quasi unerschöpflichen Ressourcen gedeckt. Ergänzend werden hauptsächlich erneuerbare Ressourcen genutzt. Lediglich in sehr geringem Umfang werden fossile Energieträger eingesetzt (NBB 2021).

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **3**

Der Energiebedarf wird zum überwiegenden Teil aus quasi-unerschöpfliche Ressourcen oder erneuerbaren Ressourcen gedeckt, deren Regenerationsrate eingehalten wird. Im Strommix zum Antrieb der WP sind jedoch fossile Anteil enthalten die zu 1/6 die bereitgestellte Endenergie bilden.

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) **2**

Strommix mit geringeren Anteilen fossiler Energie

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) **1**

Annahme: 100 % EE-Strom

Sozial-kulturelle Dimension

Laufende Nummer	**13**
Herausforderung	**Zentralisierung der Versorgungsstrukturen**
Qualitätsziel	**angemessene Dezentralisierung**
Indikator	**dezentralisierte Entscheidungsstrukturen**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **5**

Vattenfall Alleinentscheiderin

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **5**

In BET (2019) Transformations-Szenarien keine Dezentralisierung (Netzöffnung) vorgesehen (auch politisch nicht absehbar).

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **5**

In BET (2019) Transformations-Szenarien keine Dezentralisierung (Netzöffnung) vorgesehen. Politisch nicht absehbar.

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **5**

GASAG Alleinentscheiderin

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **5**

GASAG Alleinentscheiderin

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **5**

GASAG Alleinentscheiderin

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **1**

Theoretisches Konzept: öffentliches Nahwärmenetz mit Liegenschaften/Gebäuden als Prosumer und Genossenschaftlichem Betreibermodell. Genossenschaft aus öffentlichen Unternehmen und Prosumern. Förderung der Mitglieder (§ 1 (1) GenG) ermöglicht Partizipation bei Genossenschaften.

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) **1**

Siehe Stufe 1

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) **1**

Siehe Stufe 1

Sozial-kulturelle Dimension

Laufende Nummer	**14**
Herausforderung	**gewaltsame Konflikte**
Qualitätsziel	**innere und äußere Sicherheit, globale Verträglichkeit**
Indikator	**Konfliktpotential der eingesetzten Ressourcen**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) **5**

Hauptanteilig Steinkohle und Erdgas
Bewertungsstufe 5, Operationalisierung siehe Gapp-Schmeling et al. (2021)

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) **4**

Hauptanteilig Erdgas (58 %)
Abwärmenutzung (26 %) und EE (16 %)
Bewertungsstufe 4

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) **3**

Annahme, dass EE-Gase überwiegend in Ländern des globalen Südens mit relativ hohem Konfliktrisiko produziert werden (Aufgrund gefestigter bestehender Produktions- und Konsummuster und der Dependenzen im globalen ökonomischen System (Wissen 2016) wird von beständigen Strukturen auch für das zukünftige ökonomische System von EE-Gasen ähnlich heutiger Rohstoffströme ausgegangen). Zudem wird die Herkunft durch Beschaffung auf Grundlage bilateraler Handelsverträge nicht sehr stark diversifiziert sein. Bewertung EE-Gase mit Rang 4.
Abwärme aus Industrie und Abfallverbrennung führen zu leicht positiver Tendenz

Gasnetz, Stufe 1 (2021) **5**

Erdgas Bewertungsstufe 5

Gasnetz, Stufe 2 (2030) **5**

80 % Erdgas Bewertungsstufe 5, 20% EE Gase Bewertungsstufe 4= gewichtet 5

Gasnetz, Stufe 3 (2050) **4**

100 % EE Gase Bewertungsstufe 4

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) **1**

ST u. WaA interne Ressource: Bewertungsstufe 1
WP-Antriebsenergie (Netzstrom) beruht zu 50 % auf fossilen ET: Hier Bewertung wie Erdgas o. Steinkohle mit Bewertungsstufe 5. Durch Gewichtung über Endenergieanteile (ST:21, WaA:79/COP 2,5) ergibt sich eine Bewertung mit der Stufe 1

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) **1**

Siehe Stufe 1. Zudem verringerter fossiler Stromanteil

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) **1**

Siehe Stufe 1. Zudem verringerter fossiler Stromanteil
(hier nicht berücksichtigen, inwiefern ein 100 % EE-Stromsystem globale Konflikte verursacht!)

Sozial-kulturelle Dimension

Laufende Nummer	**15**
Herausforderung	**Technische Risiken (z.B. Atomtechnik, Digitalisierung der Wirtschaft)**
Qualitätsziel	**Vermeidung von Risikotechnologien**
Indikator	**Risikoeinschätzung**

FW-Verbundnetz Stufe 1 (2021) — **3**

Schadenswahrscheinlichkeit: unwahrscheinlich
Schadensausmaß: katastrophal (Gasexplosion/Staubexplosion)

FW-Verbundnetz Stufe 2 (2030) — **3**

Schadenswahrscheinlichkeit: unwahrscheinlich
Schadensausmaß: katastrophal (Gasexplosion/Staubexplosion)

FW-Verbundnetz Stufe 3 (2050) — **3**

Schadenswahrscheinlichkeit: unwahrscheinlich
Schadensausmaß: katastrophal (Gasexplosion/Staubexplosion)

Gasnetz, Stufe 1 (2021) — **3**

Schadenswahrscheinlichkeit: unwahrscheinlich
Schadensausmaß: katastrophal (Gasexplosion/Staubexplosion)

Gasnetz, Stufe 2 (2030) — **3**

Schadenswahrscheinlichkeit: unwahrscheinlich
Schadensausmaß: katastrophal (Gasexplosion/Staubexplosion)

Gasnetz, Stufe 3 (2050) — **3**

Schadenswahrscheinlichkeit: unwahrscheinlich
Schadensausmaß: katastrophal (Gasexplosion/Staubexplosion)

Nahwärmenetz, Stufe 1 (2021) — **1**

- Im Betrieb kein Risiko. Schadenswahrscheinlichkeit: unwahrscheinlich
- WP Kältemittel im Verdampferkreislauf und Wasser-Glykol-Gemisch im Solarkreislauf: im Schadensfall geringes Schadensausmaß bzw. kaum Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung oder die Ökosysteme (gegenüber Q1 kein Wasserschutzgebiet)

Nahwärmenetz, Stufe 2 (2030) — **1**

- Im Betrieb kein Risiko. Schadenswahrscheinlichkeit: unwahrscheinlich
- WP Kältemittel im Verdampferkreislauf und Wasser-Glykol-Gemisch im Solarkreislauf: im Schadensfall geringes Schadensausmaß bzw. kaum Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung oder die Ökosysteme (gegenüber Q1 kein Wasserschutzgebiet)

Nahwärmenetz, Stufe 3 (2050) — **1**

- Im Betrieb kein Risiko. Schadenswahrscheinlichkeit: unwahrscheinlich
- WP Kältemittel im Verdampferkreislauf und Wasser-Glykol-Gemisch im Solarkreislauf: im Schadensfall geringes Schadensausmaß bzw. kaum Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung oder die Ökosysteme (gegenüber Q1 kein Wasserschutzgebiet)

C. *Interviewleitfaden für KoWa*

Thema des Gespräches:		
Datum:	**Uhrzeit:**	**Ort der Besprechung:**
TT.MM.JJJJ		
Teilnehmer*innen (Kürzel):	**Aufzeichnung:**	**Protokollant*in:**
	Falls elektronisch aufgezeichnet	

(Protokollierung gerne mit Überschriften oder aufzählender Nummerierung)
Bitte keine Tabelle, sondern Fließtext.

Allgemeine Angaben

- Zu energetischen Quartierskonzepten
- Straßensanierungen (Straßenbelag, Strom, FW, Abwasser, Telekommunikation)
- zu relevanten energiepolitischen Zielstellungen
- In Berlin:
- bisherige Konzepte/ Planungen/ Ziele aus dem BEK

Akteure

- Welche Akteure sehen Sie als Schlüsselakteure im Untersuchungsgebiet
    - Wie ist deren Rolle / Haltung / Ziele (Direkt/ indirekt Unterstützer/ Gegner/ Multiplikator/ Entscheider…, Aktivität, Ziele)
- Ggf. nach einzelnen Akteuren nachfragen

Erfahrungen und Chronologie der Aktivitäten im Untersuchungsgebiet

- Wie hat sich die Wärmeversorgung entwickelt?
- Könnten Sie nochmal kurz einen kleinen historischen Abriss der Projekte geben?
    - Fokus: Wärmeplanung/ angrenzender Energieinfrastrukturen
    - Gab es Konflikte/ besonders positive Beispiele?

Kommunikation

- Wie wurde bisher über das Projektgeschehen kommuniziert?
    - Welche Aufgaben haben andere Akteure übernommen
    - Wie hat xxx nach außen kommuniziert?
    - Welche Kommunikation lässt sich bei bisherigen Projekten dokumentieren?
    - welche Probleme sehen Sie in der bisherigen Kommunikation?
- zukünftige Kommunikation
    - Wer ist aus Ihrer Sicht relevant für Kommunikation des Projektes in der Zukunft?
    - Welche Chancen sehen sie künftig für die Kommunikation
        - nach Innen?
        - nach außen?

Kompetenzen

- Welche Kompetenzen sind in den Clustern bzgl. Wärmeplanung vorhanden?
- Welche werden zusätzlich gebraucht?

Beteiligung

- Welche Beteiligungserfahrung liegt in den Clustern vor (Bereich Wärme / Quartierskonzepte / angrenzende Bereiche)?
- Welche Ansetzungspunkte gab/ gibt es für Planungs- oder finanzieller Beteiligung?
- Wer sind relevante Kapitalgeber?

D. *Interviewleitfaden für die Senatsverwaltungen in Berlin*

Thema des Gespräches:		
Datum:	**Uhrzeit:**	**Ort der Besprechung:**
TT.MM.JJJJ		
Teilnehmer*innen (Kürzel):	**Aufzeichnung:**	**Protokollant*in:**
	Falls elektronisch aufgezeichnet	

(Protokollierung gerne mit Überschriften oder aufzählender Nummerierung)
Bitte keine Tabelle, sondern Fließtext.

Chronologie Klimaschutz in Berlin

Sonderrolle Stadtstaat?
Aufteilung in Berlin

- Welche Senatsverwaltungen sind mit welchen Themen betraut?
- Wie gliedern sich Bezirksämter mit ein?
- Wer hat welchen Handlungsspielraum?

Wärmewende

- Speziell hierzu?

Akteure

- Wer sind die Akteure aus Sicht der Senatsverwaltung?

Welche Projekte laufen gerade?
Klimaschutzvereinbarungen mit?

- EVU
- Landeseigene Wohnungsbaugesellschaften
- Bewertung?

BEK

-

Planungen zum energetischen Quartierskonzept

- bisherige Konzepte/ Planungen/ Ziele aus dem BEK
- Sind Straßensanierungen geplant (Straßenbelag, Strom, FW, Abwasser, Telekommunikation)

Chancen und Hemmnisse

- Milieuschutzgebiet
- Mietendeckel

Kommunikation

- Wie ist die Kommunikation zwischen den Senatsverwaltungen?
- Wie mit den Kooperationsteilnehmern?
- Weitere Akteure?
- zukünftige Kommunikation
    - Wer ist aus Ihrer Sicht relevant für Kommunikation des Projektes in der Zukunft?
    - Welche Chancen sehen sie künftig für die Kommunikation
        - nach Innen?
        - nach außen?

Kompetenzen

- Welche Kompetenzen sind in den Bezirken und Senatsverwaltungen bzgl. Wärmeplanung vorhanden?
- Welche werden zusätzlich gebraucht?

Beteiligung

- Welche Beteiligungserfahrung liegt in den Bezirken und Senatsverwaltungen vor (Bereich Wärme / Quartierskonzepte / angrenzende Bereiche)?
- Welche Ansetzungspunkte gab/ gibt es für Planungs- oder finanzieller Beteiligung?
- Wer sind relevante Kapitalgeber?

E. Interviewleitfaden für abgeschlossene Projekte

Thema des Gespräches:		
Datum:	**Uhrzeit:**	**Ort der Besprechung:**
TT.MM.JJJJ		
Teilnehmer*innen (Kürzel):	**Aufzeichnung:**	**Protokollant*in:**
	Falls elektronisch aufgezeichnet	

(Protokollierung gerne mit Überschriften oder aufzählender Nummerierung)
Bitte keine Tabelle, sondern Fließtext.

Allgemeine Angaben zum Projekt

- Lage
- Jahr, wie lange?
- Größe
- Einwohner*innen
- Gebäudestruktur (Neubau / Bestand)

Bei Bestand:

- Versorgungslage vorher
- Versorgungslage nachher (bei erfolgreichem Projekt)
- Spielen weitere Bauvorhaben (z.B. Straßensanierungen) eine Rolle?

Bei Neubau:

- Versorgungslage jetzt

Erfahrungen und Chronologie des Projektes

-

Akteure

- Welche Akteure sehen Sie als Schlüsselakteure bei diesem Projekt
- Welche haben besonders zum Gelingen / Nichtgelingen des Projektes beigetragen?

Kommunikation

- Wie wurde über das Projektgeschehen kommuniziert?
    - Welche Aufgaben haben andere Akteure übernommen
    - Wie hat xxx nach außen kommuniziert?
    - Welche Kommunikation lässt sich bei bisherigen Projekten dokumentieren?
    - welche Probleme sehen Sie in der bisherigen Kommunikation?
- zukünftige Kommunikation

- Wer ist aus Ihrer Sicht relevant für Kommunikation des Projektes in der Zukunft?
- Welche Chancen sehen sie künftig für die Kommunikation
  - nach Innen?
  - nach außen?

Kompetenzen

- Welche Kompetenzen waren in den Clustern bzgl. Wärmeplanung vorhanden?
- Welche werden zusätzlich gebraucht?

Beteiligung

- Welche Beteiligungserfahrung fanden in den Clustern statt (Bereich Wärme / Quartierskonzepte / angrenzende Bereiche)?
- Welche Ansetzungspunkte gab/ gibt es für Planungs- oder finanzieller Beteiligung?
- Wer sind relevante Kapitalgeber?/ Wie ist die Eigentümerstruktur?

F. *Kurzinterviewleitfaden für konkret geplante Projekte*

Thema des Gespräches:		
Datum:	**Uhrzeit:**	**Ort der Besprechung:**
TT.MM.JJJJ		
Teilnehmer*innen (Kürzel):	**Aufzeichnung:**	**Protokollant*in:**
	Falls elektronisch aufgezeichnet	

(Protokollierung gerne mit Überschriften oder aufzählender Nummerierung)
Bitte keine Tabelle, sondern Fließtext.

Schlüsselakteure

- Welches sind die Schlüsselakteure zum Gelingen des angedachten Projektes?
- Und zum Gelingen der Wärmewende?

Rahmenbedingungen

- Welche Rahmenbedingungen müssen zum Gelingen des angedachten Projektes vorhanden sein?
    - Organisatorisch (inkl. Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten)
    - Regulatorisch
    - Wirtschaftlich

- Welche Voraussetzungen müssen noch gegeben sein?
- Wann ist das angedachte Projekt aus ihrer Sicht erfolgreich?

Kompetenzen

- Welche Kompetenzen sind vorhanden?
    - Beim Akteur selbst
    - Bei anderen Akteuren
- Welche werden zusätzlich gebraucht?

Kommunikation

- Wie wurde bisher über das Projektgeschehen kommuniziert?
    - welche Probleme sehen Sie in der bisherigen Kommunikation?
- zukünftige Kommunikation
    - Wer ist aus Ihrer Sicht relevant für Kommunikation des Projektes in der Zukunft?