

## **DIPLOMARBEIT**

Industriell-gewerbliche Abwärmepotenziale und deren Nutzung  
für eine energieeffiziente Entwicklung im Stadtgebiet von Wien

**ausgeführt zum Zwecke der Erlangung  
des akademischen Grades einer Diplom-Ingenieurin**

unter der Leitung von

**Univ. Prof. Mag. Dr. Rudolf Giffinger**  
E280/2 Department für Raumplanung  
Fachbereich Stadt- und Regionalforschung

**eingereicht an der Technischen Universität Wien**  
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

**Romana Stollnberger**  
0925424

Wien, am 06.06.2016

**Unterschrift**



## **Abstract**

Global Warming is a reality and has mainly been caused by anthropogenic (human) activities. It is therefore crucial to change the way we consume energy in order to mitigate climate change and its consequences. This requires a shift from fossil fuels to renewable energy sources to reduce greenhouse gas emissions. One option to save resources is to use energy sparingly. Another one is to (re-)use residual energy such as waste heat. At an international, national and municipal level, legally binding energy saving targets have been set up and numerous recommendations on how to use industrial and commercial waste heat have been made.

The thesis points out opportunities and shortcomings as well as the lack of regulatory framework to encourage energy-efficient urban planning through the use of waste heat. It provides an overview where and to what extent waste heat in existing industrial and commercial sites from data centres, foundries, laundries, etc. is available for further use and what obstacles may counteract their usage. Waste heat potentials were identified and the amount of waste heat estimated, subsequently the possibilities of feeding the waste heat into the municipal district heating network and the ability to utilize waste heat locally through the establishment of local heating networks was analyzed.

Regarding the supply of residential areas with renewable energy, spatial energy system planning can provide an appropriate planning framework: the prevention of land-intensive development forms as well as the definition of appropriate population densities can have a positive effect on energy consumption of buildings and the use of renewable energy via residual heat. By planning mixed use areas (where waste heat sources and consumers are located in close proximity) and residential areas with a certain minimum building density the economic efficiency through grid-based energy supply systems such as district heating networks or local heating networks can be guaranteed.

To achieve the ambitious climate protection targets, cities need to develop innovative tools and measures within the energy and building sector. The thesis discusses the possibilities for action to further develop a future-oriented energy supply system and points out the challenges that arise in the course of waste heat recovery projects, based on interviews with key stakeholders from energy planning, energy supply and construction.

## **Kurzfassung**

Die globale Erderwärmung ist eine Tatsache, die Hauptverantwortung dafür trägt der Mensch. Eine Energiewende zur Einschränkung des Klimawandels und dessen Effekte ist demnach unbedingt erforderlich. Dazu bedarf es einer Umstellung von fossilen Energieträgern auf erneuerbare Energiequellen, um den Ausstoß von Treibhausgasemissionen zu verringern. Der sparsame Einsatz von Energie ist eine Möglichkeit, ressourcenschonend umzugehen. Eine andere ist die Nutzung von Restenergie wie z.B. Abwärme. Auf internationaler, nationaler und städtischer Ebene gibt es neben rechtlich verbindlichen Energieeinsparzielen bereits zahlreiche Handlungsempfehlungen, welche die Nutzung industriell-gewerblicher Abwärme thematisieren.

Die Diplomarbeit zeigt Möglichkeiten, aber auch Defizite und fehlende Rahmenbedingungen zur Förderung einer energieeffizienten Stadtplanung durch die Nutzung von Abwärmepotenzialen auf. Sie liefert einen Überblick darüber, wo und in welchem Ausmaß in bestehenden Industrie- und Gewerbestandorten Abwärme aus Rechenzentren, Gießereien, Wäschereien, etc. energetisch für eine weitere Nutzung verfügbar ist und welche Hemmnisse dieser entgegenwirken. Zuerst wurden die Abwärmepotenziale erfasst und Abwärmemengen geschätzt, in weiterer Folge wurde die Möglichkeit der Einspeisung ins städtische Fernwärmenetz analysiert, sowie die Möglichkeit, die vorhandene Abwärme durch die Errichtung lokaler Nahwärmenetze vor Ort zu nutzen.

In Hinblick auf die Versorgung von Siedlungen mit erneuerbaren Energieträgern kann die Energieraumplanung die Rahmenbedingungen ganz wesentlich beeinflussen: die Vermeidung flächenintensiver Bebauungsformen und die Festlegung von geeigneten Siedlungsdichten kann sich positiv auf den Energieverbrauch von Gebäuden und die Nutzung von erneuerbarer Energie via Restwärme auswirken. Indem Gebiete mit gemischter Nutzung (mit Abwärmequellen und – Nachfragern auf engem Raum) und gewissen Mindestbebauungsdichten vorgegeben werden, kann die Wirtschaftlichkeit von leitungsgebundenen Energieversorgungssystemen wie der Fernwärme bzw. lokaler Nahwärmenetze gewährleistet werden.

Zur Erreichung der ambitionierten Klimaschutzziele, müssen Städte innovative Instrumente und Maßnahmen im Energie- und Gebäudesektor entwickeln. Die Arbeit zeigt die Handlungsmöglichkeiten zur Weiterentwicklung eines zukunftsorientierten Energieversorgungssystems auf und weist anhand von Interviews mit wesentlichen Akteurinnen und Akteuren aus Energieraumplanung, Energiebereitstellung und Bauwirtschaft auf die Herausforderungen, die sich im Zuge von Abwärmenutzungsprojekten ergeben, hin.

### **Eidesstattliche Erklärung zur Eigenständigkeit der Arbeit**

Romana Stollnberger

Hiermit versichere ich, dass ich die Diplomarbeit „Industriell-gewerbliche Abwärmepotenziale und deren Nutzung für eine energieeffiziente Entwicklung im Stadtgebiet von Wien“ selbstständig und lediglich unter Benutzung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst habe.

Ich versichere außerdem, dass die vorliegende Arbeit noch nicht einem anderen Prüfungsverfahren zugrunde gelegen hat.

Wien, am 06.06.2016

Unterschrift

## **Danke**

Zunächst bedanke ich mich an dieser Stelle bei allen Beteiligten, die mir das Verfassen dieser Arbeit ermöglicht haben.

Ein großes Dankeschön gilt Herrn Dr. Rudolf Giffinger für die sehr gute Betreuung und kooperative Zusammenarbeit und Begleitung meiner Diplomarbeit.

Ganz besonderen Dank richte ich an Herrn Dr. Wolfgang Loibl und meine Kolleginnen und Kollegen am AIT für die wertvolle inhaltliche Unterstützung, Datenbeschaffung und hilfreichen Anregungen sowie die stets konstruktive Kritik.

Des Weiteren gilt mein Dank allen Interviewpartnern, die ich im Zuge des Arbeitsprozesses befragen konnte. Vielen Dank für die wertvollen Informationen und interessanten Einblicke über die Thematik in der Planungspraxis.

Ebenfalls bedanke ich mich bei den Korrekturleserinnen für die investierte Zeit.

Nicht zuletzt bedanke ich mich herzlich bei meiner Familie, insbesondere meine Eltern, die mir mein Studium ermöglicht und mich in all meinen Entscheidungen unterstützt haben.

Abschließend richte ich ganz besonderen Dank an meinen Freund, der mich immer wieder ermutigte und mich mit vielen nützlichen Tipps unterstützt hat.

# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	viii
<b>1 EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage und Motivation .....	1
1.2 Ziele, Forschungsfragen und Grenzen der Arbeit.....	2
1.3 Aufbau der Arbeit .....	4
1.4 Methodische Vorgehensweise.....	5
1.4.1 Methode zur räumlichen Analyse potenzieller Abwärmequellen und deren Menge.....	6
1.4.2 Methode zur räumlichen Analyse potenzieller energieverbrauchender Haushalte im Umkreis der erhobenen Abwärmequellen.....	8
1.4.3 Grenzen der Diplomarbeit .....	9
<b>2 VORAUSSETZUNGEN ZUR ENERGIEVERSORGUNG AUF EUROPÄISCHER, NATIONALER UND STÄDTISCHER EBENE .....</b>	<b>10</b>
2.1 Europäische und österreichische Energie- und Klimapolitik.....	10
2.2 Rahmenbedingungen in Wien .....	15
2.2.1 Gesetzliche und strategische Rahmenbedingungen zur Förderung der Umsetzung industriell-gewerblicher Abwärmenutzung in Wien .....	15
2.2.2 Energiebilanz.....	19
2.2.3 Gebäudebestand und dessen historische Entwicklung.....	22
2.2.4 Bevölkerungsstatistik und Stadtentwicklungsgebiete .....	24
2.2.5 Fernwärme/-kälte Wien.....	28
2.3 Stand der Forschung zur Abschätzung von Abwärmepotenzialen .....	32
2.4 Herausforderungen einer nachhaltigen Energieversorgung bzw. Versorgung durch Wärmenetze	35
2.4.1 Wirtschaftlichkeit der Fernwärme .....	35
2.4.2 Dezentrale Energieerzeugung und –versorgung als Strategie der Wien Energie .....	36
<b>3 WÄRME- UND ABWÄRMENUTZUNG .....</b>	<b>38</b>
3.1 Unterscheidungsmerkmale der Abwärme.....	38
3.2 Technologien der Abwärmenutzung .....	41
3.2.1 Wärmeauskopplung mit Wärmetauschern.....	41
3.2.2 Wärmepumpen und Kältemaschinen .....	41
3.2.3 Wärmespeicher.....	43
3.2.4 Stromproduktion aus Abwärme.....	43
3.3 Voraussetzungen und Barrieren einer effizienten kollektiven Energienutzung.....	44
3.3.1 Schwellenwerte im Hinblick auf eine wirtschaftliche Abwärmenutzung.....	45
3.3.2 Technologische und strukturelle Hemmnisse .....	46
3.3.3 Kosten der Infrastrukturbereitstellung und Rentabilität .....	46
3.3.4 Rechtliche Rahmenbedingungen .....	47
3.3.5 Information .....	47
3.3.6 Finanzielle Anreize .....	48
3.4 Zwischenfazit .....	49

<b>4</b>	<b>BEITRAG DER (ENERGIE-)RAUMPLANUNG ZUR ENERGIEWENDE .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1</b>	<b>Städtebauliche Komponenten im Zusammenhang mit Energiebedarf .....</b>	<b>51</b>
4.1.1	Fernwärmeversorgung und Siedlungsstruktur.....	53
4.1.2	Funktionsmischung als Voraussetzung für industriell-gewerbliche Abwärmenutzung .....	57
<b>4.2</b>	<b>Instrumente der Raumplanung zur Forcierung der Abwärmenutzung .....</b>	<b>59</b>
4.2.1	Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan.....	59
4.2.2	Widmungskategorie „förderbarer Wohnbau“ .....	59
4.2.3	Hocheffiziente alternative Systeme .....	60
4.2.4	Städtebauliche Verträge .....	60
4.2.5	Klima- und Energiekonzept im Rahmen von UVP-Verfahren .....	60
4.2.6	Anschlusspflicht an Fern-/Nahwärme und Ausweisung von Fern-/Nahwärmevorrangzonen.....	62
<b>4.3</b>	<b>Zwischenfazit.....</b>	<b>63</b>
<b>5</b>	<b>DIE ENERGIEANBIETER – NUTZBARE ABWÄRMEPOTENZIALE IN WIEN .....</b>	<b>64</b>
<b>5.1</b>	<b>Typische Abwärmequellen und ihre Eigenschaften.....</b>	<b>64</b>
<b>5.2</b>	<b>Auswahl der potenziellen Abwärmequellen .....</b>	<b>66</b>
<b>5.3</b>	<b>Methodik zur Abschätzung der Abwärmepotenziale.....</b>	<b>71</b>
5.3.1	Grenzen der Methode.....	73
5.3.2	Abwärmenutzung in den einzelnen Branchen .....	74
5.3.3	Branchenspezifische Bandbreiten als Basis für repräsentative Energieverbrauchswerte .....	85
<b>5.4</b>	<b>Nutzbare Abwärmepotenziale .....</b>	<b>90</b>
5.4.1	Ergebnisse der Abwärmepotenzialabschätzung .....	90
5.4.2	Räumliche Analyse der Abwärmepotenziale .....	91
<b>6</b>	<b>DIE ENERGIEVERBRAUCHER – DIE NUTZUNG DER ABWÄRMEPOTENZIALE.....</b>	<b>93</b>
<b>6.1</b>	<b>Abschätzung des Heizwärmebedarfs .....</b>	<b>95</b>
<b>6.2</b>	<b>Gegenüberstellung der Energieanbieter und Energieverbraucher .....</b>	<b>96</b>
6.2.1	Vorranggebiete für eine Abwärmepotenzialnutzung auf gesamtstädtischer Ebene .....	97
6.2.2	Vorranggebiete für eine Abwärmepotenzialnutzung in kleinräumigen Untersuchungsgebieten	104
<b>6.3</b>	<b>Zwischenfazit.....</b>	<b>107</b>
<b>7</b>	<b>HERAUSFORDERUNGEN DER ENERGIERAUMPLANUNG IN BEZUG AUF ABWÄRMENUTZUNG.....</b>	<b>108</b>
<b>7.1</b>	<b>ExpertInneninterviews zum Thema Abwärmenutzung.....</b>	<b>108</b>
7.1.1	Interviews mit Planerinnen und Planern.....	108
7.1.2	Interviews mit Akteuren aus dem praktischen Bereich (Bauträger und Berater).....	115
7.1.3	Zentrale Schlussfolgerungen der Interviews.....	120
<b>7.2</b>	<b>Handlungsbedarf .....</b>	<b>121</b>
<b>8</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>125</b>
	Quellenverzeichnis.....	129
	Abbildungsverzeichnis .....	148
	Tabellenverzeichnis.....	151
	Glossar .....	152





Die vorliegende Diplomarbeit wurde im Rahmen des Projektes „Sondierung zur systematischen Nutzung von Abwärmepotenzialen in Wien (Heat re-use)“ des Austrian Institute of Technology (Energy Department, Business Unit „Sustainable Buildings and Cities“ (SBC)) verfasst. Das Projekt wurde durch das Programm „Smart Cities Demo“, 5. Ausschreibung gefördert. „Smart Cities Demo“ ist ein Forschungs- und Technologieprogramm des Klima- und Energiefonds (KLIEN). Es wird im Auftrag des KLIEN von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) abgewickelt.

## Abkürzungsverzeichnis

Maßeinheiten und Umrechnung

1 TJ (Terajoule) = 1.000 GJ (Gigajoule)

1 GWh (Gigawattstunde) = 1.000 MWh (Megawattstunden)

1 MWh (Megawattstunde) = 1.000 kWh (Kilowattstunden)

1 TJ = 0,2778 GWh

1 GWh = 3,6 TJ

AIT	Austrian Institute of Technology	OGD	Open Government Data
BGF	Bruttogrund- oder –geschoßfläche	OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik
BGBL.	Bundesgesetzblatt	ÖREK	Österreichisches Raumentwicklungskonzept
BMLFUW	Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft	PRoBateS	Potenziale im Raumordnungs- und Baurecht für energetisch nachhaltige Stadtstrukturen
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie	RL	Richtlinie
bzw.	beziehungsweise	s.	siehe
ca.	circa	STEP	Stadtentwicklungsplan
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid	StF	Stammfassung
d.h.	das heißt	u.a.	unter anderem
ebd.	ebenda	UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
etc.	et cetera	v.a.	vor allem
Emikat	Emissionskataster	vgl.	vergleiche
EU	Europäische Union	z.B.	zum Beispiel
FMZK	Flächenmehrzweckkarte		
GFZ	Geschoßflächenzahl		
GWR	Gebäude- und Wohnungsregister		
GWZ	Gebäude- und Wohnungszählung		
Hrsg.	Herausgeber		
HWB	Heizwärmebedarf		
idF	in der Fassung		
idgF	in der geltenden Fassung		
km	Kilometer		
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung		
LGBL.	Landesgesetzblatt		
m	Meter		
m <sup>2</sup>	Quadratmeter		
MA	Mitarbeiter		
n.b.	nicht bekannt		

# 1 Einleitung

## 1.1 Ausgangslage und Motivation

Laut der UN-Studie „World Urbanization Prospects 2014“ leben seit 2014 mit 54% weltweit mehr Menschen in Städten als in ländlichen Gebieten. Im Jahr 1950 waren es nur 30%. Dieser Trend zur Urbanisierung hält weiter an, im Jahr 2050 werden zwei Drittel der Weltbevölkerung in Städten leben [vgl. *United Nations, 2014: 1*]. Durch die steigenden Bevölkerungszahlen und zunehmende Industrialisierung bzw. Anpassung des Fernen Ostens an den westlichen Lebensstandard wird der weltweite Energiebedarf steigen. Der BP Energy Outlook erwartet eine Zunahme des weltweiten Primärenergiebedarfs zwischen 2013 und 2035 um 37% sowie einen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 25% [vgl. *BP, 2015: 11 und 19*].

Nachdem der Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)<sup>1</sup> laut fünftem Sachstandsbericht deutlich dokumentiert, dass es extrem wahrscheinlich ist, dass die beobachtete Treibhausgasbedingte Erwärmung zu mehr als 50% vom Menschen verursacht wird [vgl. *IPCC, 2014, S. 48*], muss ein Umdenken stattfinden, das zu einer langfristigen Umstellung des Energiesystems von fossilen auf erneuerbare Energieträger – der Energiewende [vgl. *Stöglehner et al., 2014: 1*] – führt. Das Ausmaß und die Dringlichkeit des Problems erfordern rasches Handeln im Sinne des Klimaschutzes. Die Energiewende darf nicht nur ein Ziel bleiben, die Maßnahmen zur Zielerreichung müssen umgesetzt werden und an erster Stelle bei relevanten Entscheidungen stehen. Internationale sowie EU-weit verbindliche Vorgaben bezüglich Einsparungen an Treibhausgasemissionen sowie Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energieträgern am Energieträgermix sind für verschiedene Länder ausgearbeitet.

Für Österreich gelten diese Vorgaben ebenfalls. Der Großteil der österreichischen Treibhausgasemissionen (78%) resultiert aus der Nutzung fossiler Energieträger [vgl. *APCC, 2014: 74*]. Der sparsame Einsatz von Energie ist eine Möglichkeit, ressourcenschonend umzugehen. Eine andere ist die Nutzung von Restenergie wie z.B. Abwärme. Bei der Gewinnung von Nutzwärme aus Produktionsprozessen mechanischer Arbeit entsteht Abwärme, die vielfach ungenutzt bleibt. Neben der Wärmerückgewinnung im eigenen Betrieb<sup>2</sup>, die bei energieintensiven Prozessen schon häufig eingesetzt wird, kann die Abwärme auch zur Wärme-/Kälte oder Stromproduktion genutzt werden, um sie externen Abnehmern außerhalb des Betriebs bereitzustellen und in ein Fernwärme- oder lokales Nahwärmenetz<sup>3</sup> sowie Stromnetz einzuspeisen. Für die Umsetzung von Maßnahmen zur Abwärmenutzung in Industrie- oder Gewerbebetrieben, müssen die technische Machbarkeit sowie die Wirtschaftlichkeit überprüft werden [vgl. *Green Jobs Austria, 2012: 28*]. Abwärmenutzung gilt sowohl als Maßnahme zur Steigerung der Energieeffizienz [vgl. *Energie-Lexikon: online*] als auch als Maßnahme zur Steigerung der Nutzung erneuerbarer Energie [vgl. *Green Jobs Austria, 2014: 28*]. Die Nutzung industrieller Abwärme eignet sich besonders zur Reduzierung von

---

<sup>1</sup> Zwischenstaatliche Ausschuss für Klimaänderungen

<sup>2</sup> Die Begriffe „Betrieb“ und „Unternehmen“ werden im Folgenden synonym verwendet

<sup>3</sup> Der Begriff „Nahwärme“ wird eher für kleinere, ländliche Wärmenetze und der Begriff „Fernwärme“ eher für größere, städtische Wärmenetze verwendet, wobei diese Unterscheidung technisch nicht von Bedeutung ist. Die grundlegende Funktionsweise ist für beide Typen von Wärmenetzen gleich [vgl. *Schmidt, 2015*]. Im Folgenden werden daher beide Begriffe synonym genutzt bzw. der Begriff „Wärmenetz“ verwendet. Wenn die Unterscheidung von Relevanz ist wird speziell darauf hingewiesen.

---

Treibhausgasemissionen, da diese einen sehr niedrigen Primärenergiefaktor<sup>4</sup> von 0,3 bis 1,0<sup>5</sup> aufweisen. Durch die Nutzung industriell-gewerblicher Abwärme durch Einspeisung in Fern-/Nahwärmenetze wird der Ausstoß von Treibhausgasemissionen reduziert, weil entweder der Bedarf an fossiler wie erneuerbarer Bedarf zur Fernwärmeproduktion reduziert wird, sowie – bei neuen Netzen – mit fossilen Brennstoffen betriebene Heizungen in den einzelnen Haushalten direkt ersetzt werden [vgl. Theißing, 2009: 14].

Um die Abwärmenutzung zu forcieren und somit einen Beitrag zur Energiewende zu leisten, kommt der Raumplanung künftig eine erhöhte Bedeutung zu. Die effiziente Gestaltung räumlicher Strukturen und deren Interaktion mit Energiesystemen und damit auch die Energieraumplanung<sup>6</sup> sind in vielerlei Hinsicht relevant für die Energiewende und haben sowohl Einfluss auf den Energieverbrauch wie auch auf die – dezentrale – Energiebereitstellung (Energieproduktion und -verteilung) [vgl. Stöglehner et al., 2014: 1, Stöglehner et al., 2011: 6]. Aus Sicht der Raumplanung gilt es, Lösungen für eine energieeffiziente Stadtentwicklung zu finden, denn *„funktionsgemischte, maßvoll verdichtete, kompakte Ortschaften, Städte und Regionen ermöglichen energieeffiziente Lebensstile und Wirtschaftsweisen“* [Stöglehner et al., 2014: 2].

Die Smart City Wien Rahmenstrategie enthält ambitionierte Ziele zur Abwärmenutzung: dem Ausbau der Fernwärme, die überwiegend aus Abwärme gewonnen wird, kommt eine hohe Bedeutung zu. Zusätzlich sollen auch erneuerbare Quellen, wie z.B. aus Geothermie und Niedertemperaturabwärmern entwickelt werden [vgl. Magistrat der Stadt Wien, Hrsg., 2014: 12]. Die Aussage von Christoph Chorherr Anfang des Jahres 2016, *„das meiste, was unter der Erde ist, muss auch dort bleiben“*, bildet somit eine Grundvoraussetzung zur Energiewende. Aufgrund des zu erwartenden massiven Bevölkerungswachstums in Wien sei laut Chorherr jetzt der Moment, Voraussetzungen zu schaffen, damit im Neubau nicht länger billige Gasheizungen eingebaut, sondern stattdessen viele kleine Abwärmequellen auch mit niedrigen Temperaturniveaus in vernetzten Systemen vor Ort genutzt werden. Auch Bernd Vogl, Leiter der MA 20 – Energieplanung, stellte die Energiethesen auf, dass die Stadt der Zukunft frei ist von Fossilenergie und mit Abwärme bzw. Umweltwärme heizt bzw. Energieverbände die Lösungen für dichte Stadtteile darstellen [vgl. Veranstaltung Städtische Wärmewende am 29.01.2016, Wien].

## 1.2 Ziele, Forschungsfragen und Grenzen der Arbeit

Zentrales Ziel dieser Arbeit ist es, Potenziale, Möglichkeiten, aber auch Defizite und fehlende Rahmenbedingungen zur Förderung einer energieeffizienten Stadtplanung durch die Nutzung von Abwärmepotenzialen aufzuzeigen. Zukünftig liegt die Herausforderung der Raumplanung in der Abstimmung von Abwärmequellen auf den Bestand sowie in der energieeffizienten Entwicklung von Siedlungsgebieten, um nachbarschaftliche Synergieeffekte zu nutzen. Die Diplomarbeit liefert

---

<sup>4</sup> Der Primärenergiefaktor (PEF) zeigt das Verhältnis von der eingesetzten Primärenergie zur abgegebenen Endenergie. Er zeigt somit an, wie viel Brennstoff insgesamt eingesetzt werden muss, um eine Einheit nutzbarer Energie bereitzustellen. Je kleiner der PEF, desto energieeffizienter ist der Energieeinsatz und -aufwand von der Quelle bis zum Endverbraucher [WVV: online].

<sup>5</sup> Der Wert ist der Tabelle Konversionsfaktoren der OIB Richtlinie 6 (Ausgabe März 2015) entnommen. Primärenergiefaktoren fossiler Brennstoffe wie Heizöl, Erdgas und Steinkohle liegen bei mindestens 1,17 [vgl. OIB RL 6, 2015]

<sup>6</sup> Stöglehner et al. (2014) versteht unter Energieraumplanung jenen „...integrale[n] Bestandteil der Raumplanung, der sich mit den räumlichen Dimensionen von Energieverbrauch und Energieversorgung umfassend beschäftigt.“ [Stöglehner et al., 2014: 12].

einen Überblick darüber, wie bestehende und geplante Industrie- und Gewerbestandorte wie Rechenzentren, Wäschereien, Großküchen, etc. energetisch besser genutzt werden können, um zu einer nachhaltigen Entwicklung zukünftiger Stadtstrukturen beizutragen.

Einerseits soll die Möglichkeit einer Abwärmeeinspeisung ins städtische Fernwärmenetz analysiert werden, andererseits die Möglichkeit, durch die Errichtung lokaler kleiner Nahwärmenetze einen Mehrwert für alle beteiligten Akteurinnen und Akteure zu gewinnen. Die energieverbrauchenden Haushalte profitieren dabei einerseits von einer wirtschaftlichen und umweltschonenden Wärmebereitstellung, die energie anbietenden Unternehmen profitieren von zusätzlichen Einnahmen durch den Wärmeverkauf und Fernwärmenetzbetreiber leisten einen Beitrag zur Substituierung fossiler Energieträger. Bei der Abwärmenutzung muss zusätzlich zwischen der Nutzung im bestehenden Gebäude und im Neubau unterschieden werden. In der bestehenden Stadt gilt es, die Abwärmepotenziale zu identifizieren und sie durch geeignete Geschäftsmodelle zwischen den Abwärme zur Verfügung stellenden Unternehmen und dem Wärmenetzbetreiber nutzbar zu machen. In Stadtentwicklungsgebieten ist es möglich, durch raumplanerische Maßnahmen bestimmte Nutzungen festzulegen und somit auch gewünschte Abwärmequellen und mögliche Abwärmenutzerinnen und Abwärmenutzer in engen räumlichen Kontext zueinander zu bringen und somit eine mögliche Abwärmenutzung zu steuern.

Daraus ergeben sich folgende Forschungsfragen, die sich in allgemeine Fragen, Fragen bezogen auf die energie anbietenden Unternehmen und bezogen auf die energieverbrauchenden Haushalte gliedern:

Allgemein:

Wie können industriell-gewerbliche Abwärmequellen (in Wien) systematisch erfasst werden und welche Unsicherheiten ergeben sich dabei?

Inwiefern kann Abwärmenutzung zu einer energieeffizienten Entwicklung von bestehenden und künftigen städtischen Siedlungsräumen beitragen?

Energieanbieter (Abwärmequellen)

Welche industriell-gewerblichen Abwärmepotenziale sind in Wien vorhanden und wie können diese in Bezug auf die verfügbaren Temperaturbandbreiten genutzt werden?

Energieverbraucher (Abwärmenutzerinnen und Abwärmenutzer)

Inwiefern ist eine quartiersbezogene Abwärmenutzung zwischen Unternehmen als Energieanbieter und benachbarten energieverbrauchenden Haushalten möglich? In welchem Ausmaß kann der Bedarf in ausgewählten Untersuchungsgebieten gedeckt werden und welche Rolle spielen dabei Siedlungsstrukturen bzw. Bebauungsdichte?

---

## 1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in acht Kapitel. Das erste Kapitel umfasst die Einleitung mit Ausgangslage und Motivation, Forschungsfragen, Ziele und Grenzen sowie Methodik und Aufbau der Arbeit.

- In Kapitel 2 werden die Voraussetzungen zur Energieversorgung auf europäischer, nationaler und städtischer Ebene erläutert. Zunächst werden die gesetzlichen und strategischen Rahmenbedingungen betreffend die europäische und österreichische Klimapolitik aufgezeigt. Darauf folgt eine Darstellung der aktuellen Veröffentlichungen von Abwärmestudien sowie ein Überblick über die aktuelle Wiener Situation betreffend einzuhaltende Vorgaben und Richtlinien, aktuelle Energiebilanz, Gebäudebestand und Stadtentwicklungsgebiete sowie relevante Statistiken zur Fernwärme Wien.
- Kapitel 3 beschäftigt sich mit der Wärme- und Abwärmenutzung. Dabei wird ein Überblick über die Nutzungsmöglichkeiten industriell-gewerblicher Abwärme sowie über unterschiedliche Temperaturniveaus in den relevanten Branchen gegeben. Anschließend folgt eine Übersicht der Technologien zur Abwärmenutzung sowie der Faktoren, die eine Abwärmenutzung begünstigen bzw. behindern können.
- In Kapitel 4 wird anhand städtebaulicher Komponenten aus theoretischer Sicht analysiert, inwiefern die Energieraumplanung einen Beitrag zur Energiewende leisten kann und welche Parameter auf die Fernwärmeversorgung einer Stadt Einfluss nehmen. Abschließend werden Instrumente der Raumplanung aufgezeigt, die entweder auf direkte oder indirekte Weise eine industriell-gewerbliche Abwärmenutzung begünstigen.
- Kapitel 5 setzt sich mit den nutzbaren Abwärmepotenzialen Wiens auseinander. Dabei werden die potenziellen Abwärmequellen identifiziert und deren verfügbare Abwärmemenge abgeschätzt. Die Ergebnisse werden in einen räumlichen Kontext gebracht und eine mögliche Einspeisung ins Fernwärmenetz bzw. die Möglichkeit der Errichtung eines lokalen Wärmenetzes evaluiert.
- Kapitel 6 beschäftigt sich mit der möglichen Nutzung der identifizierten Abwärmepotenziale zur Bereitstellung von Heizwärme für private Haushalte in näherer Umgebung. Dabei werden die Ergebnisse aus Kapitel 5 mit einem abgeschätzten Heizwärmebedarf in Beziehung gebracht und eine mögliche Bedarfsdeckung analysiert.
- In Kapitel 7 werden die zentralen Ergebnisse zusammengefasst. Anhand von Interviews mit Akteurinnen und Akteuren aus dem Planungsbereich und der Wohnbaugesellschaft „BUWOG“ werden die Hauptproblemfelder analysiert und der Handlungsbedarf aufgedeckt. Ebenso werden auf den Ergebnissen aufbauende Handlungsempfehlungen formuliert. Abschließend enthält das Kapitel einen Ausblick auf den zukünftigen Forschungs- und Handlungsbedarf.

## 1.4 Methodische Vorgehensweise

Zuerst erfolgt eine grobe Bestandsanalyse der gesamten industriell-gewerblichen Abwärmepotenziale in Wien. Anhand ausgewählter Untersuchungsgebiete mit größerem Nutzungspotenzial wird dann aufgezeigt, inwieweit betriebliche Abwärmequellen in einer Stadt zur nachhaltigen und energieeffizienten Siedlungsentwicklung beitragen können. Einerseits wird dabei die Möglichkeit einer Einspeisung in das lokale Fernwärmenetz, andererseits die Bildung lokaler Nahwärmenetze untersucht, bei denen energieverbrauchende Haushalte in unmittelbarer Nähe die Abwärme eines Betriebes nutzen.

Dazu wird eine Analyse der wesentlichen bestehenden Abwärmequellen in Wien durchgeführt. Innerhalb modellhaft ausgewählter Untersuchungsgebiete werden in weiterer Folge die Abwärmennutzung aus vorhandenen Industrie- oder Gewerbebetrieben wie Rechenzentren, Wäschereien, Großküchen, Lebensmittelproduktion etc. evaluiert und eine mögliche Bedarfsdeckung für Heizzwecke bei den energieverbrauchenden Haushalten im jeweiligen Untersuchungsgebiet analysiert. Konkret werden energie anbietende Unternehmen identifiziert und deren Abwärmemengen abgeschätzt, sowie der Energiebedarf potenzieller energieverbrauchender Haushalte, die sich in unmittelbarer Nähe zu Energie zur Verfügung stellenden Unternehmen (Energieanbieter) befinden, berechnet. Nachfolgend sind beide Schritte erläutert.

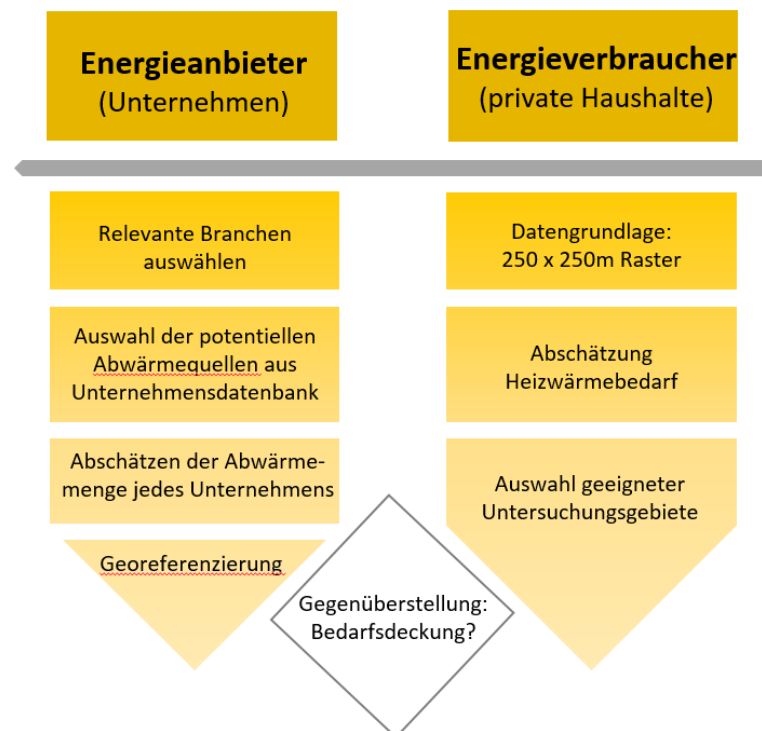


Abbildung 1-1: methodische Vorgehensweise, eigene Darstellung

Zusätzlich wurden Interviews mit Akteurinnen und Akteuren aus dem Bereich der Energieraumplanung wie der MA 20 – Energieplanung und verschiedenen Bauträgern geführt, um deren Einblick in das Thema industriell-gewerbliche Abwärmennutzung zu bekommen und die unterschiedlichen Sichtweisen miteinander verknüpfen zu können (s. Kapitel 7.1).

---

## 1.4.1 Methode zur räumlichen Analyse potenzieller Abwärmequellen und deren Menge

### Potenzialdefinitionen

Bei der Ermittlung und Definition von Abwärmepotenzialen ist es notwendig, zwischen den verschiedenen Begrifflichkeiten zu unterscheiden. Das **theoretische Potenzial** beschreibt die Gesamtheit des rein physikalisch zur Verfügung stehenden Abwärmepotenzials im Untersuchungsgebiet. Das **technische Potenzial** beschreibt jenen Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung von vorhandenen technischen und ökologischen Restriktionen wie Temperaturniveaus und Wirkungsgraden nutzbar ist. Unter dem **wirtschaftlichen Potenzial** wird der Teil des technischen Potenzials verstanden, der unter Berücksichtigung ökonomischer Rahmenbedingungen umgesetzt werden kann. Dieses Potenzial ist sowohl stark vom Marktpreis der Energieträger als auch vom Stand und den Kosten der Technologien zur Nutzung von Abwärme abhängig [vgl. Blesl et al, 2009: 47f; Waldhoff & Reckzüge, 2014: 16f].

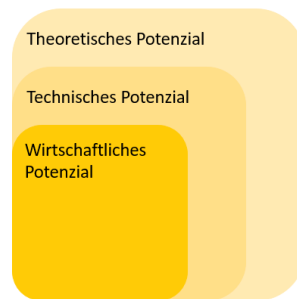


Abbildung 1-2: unterschiedliche Potenzialdefinitionen, eigene Darstellung [Blesl et al., 2009: 47]

Im Rahmen dieser Arbeit wird das technische Potenzial analysiert, wobei sowohl das Potenzial zur direkten Einspeisung ins vorhandene Fernwärmenetz sowie das Potenzial zur Einspeisung in ein neu zu errichtendes lokales Nahwärmenetz erhoben werden. Die Wirtschaftlichkeit des Potenzials wird über die Abwärmemengen bzw. die zeitliche Verfügbarkeit der Potenziale mitberücksichtigt.

Nach Pehnt et al. (2010) gibt es drei Methoden, um Abwärmepotenziale zu ermitteln:

1. Top-Down-Berechnung: Bei dieser Methode wird anhand des mittleren Energieverbrauchs je Branche oder repräsentativer Unternehmen der relevanten Branchen und die Wirkungsgrade der Anlagen, Maschinen und Prozesse ein Abwärmepotenzial geschätzt. Nach dieser Methode werden unter Bezug auf Literaturquellen Abwärmeanteile abgeleitet.
2. Bottom-Up-Erhebung: Bei dieser Methode wird das Potenzial durch eine Erhebung unternehmensspezifischer Daten mittels Fragebögen abgeschätzt. Eine systematische Analyse der Gesamtheit aller Abwärmequellen einer Region ist demnach mit großem Aufwand verbunden und hängt maßgeblich von der Rücklaufquote sowie der Vollständigkeit der Angaben ab. Bei einer Befragung weniger Unternehmen, einer Stichprobe, kann nur schwer auf die gesamten Abwärmepotenziale einer Region geschlossen werden. Problematisch ist dabei die Erhebung von unternehmensspezifischen wettbewerbsrelevanten Angaben, die teilweise aufgrund von Datenschutzbestimmungen nicht oder nur aggregiert veröffentlicht werden dürfen.



3. Bottom-Up-Messung: Diese Methode beinhaltet das direkte Messen der Abwärmeströme in den Betrieben durch Fachpersonal. Um das Potenzial einer gesamten Branche zu erheben, muss eine repräsentative Anzahl von Betrieben untersucht werden, was mit hohem Aufwand verbunden ist. Problematisch ist hier ebenfalls die Erhebung von unternehmensspezifischen wettbewerbsrelevanten Angaben, die aufgrund von Datenschutzbestimmungen nicht im Detail veröffentlicht werden dürfen.

Nachdem in dieser Arbeit ein Überblick über alle industriell-gewerblichen Abwärmepotenziale in Wien gegeben wird, wurde ein Ansatz gewählt, der Elemente der 1. wie auch der 2. Methode beinhaltet. Einerseits werden dabei Energieverbräuche über branchenspezifische Kennwerte (z.B. Energieverbrauch/Mitarbeiter<sup>7</sup>) abgeschätzt, andererseits werden die Ergebnisse mit bekannten Abwärmenutzungsquoten aus in der Literatur belegten empirischen Untersuchungen abgeleitet. Eine weitere Quelle zur Validierung der abgeschätzten Ergebnisse ist eine Emissionserhebung aus den Jahren 2005-2010, aus der aggregierte Energieeinsätze pro Branche für das Projekt des AIT zur Verfügung gestellt wurden. Die Methode wird im folgenden Abschnitt bzw. in Kapitel 5 näher erläutert.

Um das verfügbare Abwärmepotenzial zu analysieren, ist es notwendig, relevante Betriebe/Unternehmen zu identifizieren. Zuerst wurden anhand einer umfassenden Literaturrecherche potenzielle Branchen ausgewählt, die Abwärmepotenziale zeigen. In weiterer Folge wurden relevante Unternehmen dieser Branchen ab einer gewissen Größe (Details finden sich weiter unten) ausgewählt. Dazu wurden Daten der Unternehmensdatenbank der „Bisnode Austria Holding GmbH“<sup>8</sup> welche die AIT für die Untersuchung angekauft hat, herangezogen. Der Datensatz wird nachfolgend als „Unternehmensdatenbank“ bezeichnet. Aus dieser Datenbank wurden der Firmenname, die Adresse des Betriebsstandortes, die Branchenzugehörigkeit nach NACE-Klassifizierung<sup>9</sup>, der Umsatz und die Beschäftigtenzahlen für jedes Unternehmen extrahiert. Dabei zeigte sich, dass einige Daten fehlten und korrigiert werden mussten, wodurch sich der Zeitaufwand zur Auswahl der potenziellen Unternehmen erhöhte. Die Auswahl der potentiellen Abwärmequellen erfolgte für die zuvor ausgewählten relevanten Branchengruppen anhand der Umsätze der Unternehmen (Unternehmen aus der produzierenden Branche mit einem Umsatz von weniger als zwei Millionen Euro pro Jahr wurden nicht berücksichtigt) sowie anhand von intensiven Internetrecherchen zu den einzelnen Unternehmen. Zusätzlich erfolgte eine Abstimmung mit der „Wien Energie“, die eine Einschätzung der Abwärmepotenziale der ausgewählten Unternehmen durchführte.

Für die ausgewählten Unternehmen folgte eine Abschätzung der Abwärmemenge. Nachdem für die Unternehmen keine Daten zu Energieverbräuchen bzw. Abwärmemengen zur Verfügung stehen, erfolgte eine Abschätzung anhand anderer empirischen Unterlagen. Dazu wurde ein

---

<sup>7</sup> Die Begriffe „Mitarbeiter“ bzw. „Beschäftigter“ werden im Folgenden synonym verwendet.

<sup>8</sup> Aufbauend auf der weltweiten Dun & Bradstreet Wirtschaftsdatenbank liefert Bisnode Wirtschaftsinformationen angefangen von der Bonitätsbewertung der Einzelperson und Firma bis zur integrierten Gesamtlösung. Die Datenbank bietet Zugriff auf über 500.000 österreichische Unternehmen, über 7,5 Millionen österr. Privatpersonen sowie über 240 Millionen internationale Unternehmen, welche laufend aktualisiert werden [vgl. *Bisnode, n.b.: online*]

<sup>9</sup> NACE (französisch *Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne*) ist ein System zur Klassifizierung von Wirtschaftszweigen, das von der EU entworfen wurde [vgl. *Europa, 2016: online*]

---

Berechnungsablauf zur Abschätzung von Abwärmemengen mittels spezifischer Kennwerte für jede Branche durch eine umfassende Literaturrecherche erarbeitet.

Als Ergebnis wurde eine Abwärmelandkarte erstellt, die nutzbare Abwärmequellen im Stadtgebiet zeigt, ohne dabei vertrauliche firmeninterne Informationen zu veröffentlichen. Eine detaillierte Beschreibung der Methode erfolgt in Kapitel 5.

#### **1.4.2 Methode zur räumlichen Analyse potenzieller energieverbrauchender Haushalte im Umkreis der erhobenen Abwärmequellen**

Die räumliche Abschätzung der Wärmenachfrage der privaten Haushalte erfolgte über die Zahl und Größe der Wohnungen und deren Verortung. Die Abschätzung des Heizwärmebedarfs wurde im Zuge des Forschungsprojektes PROBateS<sup>10</sup> („Potenziale im Raumordnungs- und Baurecht für energetische nachhaltige Stadtstrukturen“, Projektpartner Austrian Institute of Technology (AIT) – Energy Department und Wirtschaftsuniversität Wien (WU) – Forschungsinstitut für Urban Management and Governance, Laufzeit: Ende 2014 bis Anfang 2016) [Gebetsroither et al., 2016] durchgeführt. Sie basiert auf Wohnungsdaten der aktuellen Gebäude- und Wohnungsregisterzählung (GWR), die von der Statistik Austria aggregiert auf 250\*250m „Regionalstatistische-Rastereinheiten“<sup>11</sup> bereitgestellt werden. Zur Berechnung des Wärmebedarfs wurden die Zahlen der Wohnungen nach Größenklassen und der Wohnungen nach Baualtersklassen sowie die durchschnittlichen Wohnnutzflächen verwendet. Die Baualtersklassen dienen als Proxy für die Energieeffizienz der Gebäudehülle. Während unterschiedlicher Dekaden des letzten Jahrhunderts wurde unterschiedlich qualitativ gebaut, was einen unterschiedlichen Heizenergiebedarf nach sich zieht. Anhand der Baualtersklassen wurde unter Verwendung von angepassten Faktoren der im Rahmen des EU-Projekts TABULA<sup>12</sup> erfassten mittleren Energieverbräuche je Quadratmeter und Baualtersklasse, die Energienachfrage für Raumwärme ermittelt.

Durch die Überlagerung der Abwärmemengen der Unternehmen mit dem Heizwärmebedarf der Wohnungen werden Gebiete identifiziert, die vorrangig durch die Nutzung industriell-gewerblicher Abwärme mit Heizenergie versorgt werden könnten. Einerseits wird dabei die Möglichkeit eines Anschlusses an das lokale Fernwärmenetz, andererseits die Errichtung lokaler Insellösungen als Nahwärmenetze evaluiert. In Kapitel 6 wird die Methode im Detail erklärt.

---

<sup>10</sup> Das Projekt PROBateS wird durch das Programm ENERGIE DER ZUKUNFT, 1. Ausschreibung Stadt der Zukunft, einem Forschungs- und Technologieprogramm des BMVIT gefördert, online unter: <http://www.probates-projekt.at/>, zuletzt abgerufen am 28.04.2016

<sup>11</sup> Die regionalstatistischen Rastereinheiten im ETRS-LAEA-Raster wurden von der Statistik Austria zur aggregierten Darstellung von Registerdaten eingeführt. Die verfügbaren Rastergrößen sind 100m, 250m, 500m, 1.000m, 2.000m, 5.000m und 10.000m. Die STATISTIK AUSTRIA bietet zurzeit das Paket Bevölkerungsstand, das Paket Gebäude und Wohnungen, Daten aus der Registerzählung 2011, Daten der Gebäude- und Wohnungszählung 2011, Daten der Arbeitsstättenzählung 2011, Daten der Abgestimmten Erwerbsstatistik, Daten aus der Proberregisterzählung 2006 und Daten der Großzählung 2001 an. Fallzahlen werden ab einer Rastergröße von 100m angeboten, Merkmale zu den Fallzahlen werden ab 250m zur Verfügung gestellt [vgl. Statistik Austria, 2016: online].

<sup>12</sup> Im Zuge des im Jahr 2009 gestarteten EU-Projekts TABULA (Typology Approach for Building Stock Energy Assessment) wurden nationale Gebäudetypologien entwickelt, durch die eine systematische energetische Beurteilung von Bestandsgebäuden möglich ist. Eine Gebäudetypologie setzt sich aus verschiedenen Modellgebäuden zusammen, die bestimmte Gebäudekategorien in unterschiedlichen Baualtersklassen darstellen [vgl. Energy Agency, n.b.: online].

### 1.4.3 Grenzen der Diplomarbeit

Was die Datenqualität betrifft, können die angenommenen Kennwerte zur Abschätzung der spezifischen Energieverbräuche sowie zur Abschätzung der Abwärmemengen nur als Hilfestellung dienen, um die Potenziale zu ermitteln, weshalb die Ergebnisse mit Unsicherheiten behaftet sind. Für die Unternehmen besteht aufgrund der Abschätzung über Kennwerte daher eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Ergebnisse aufgrund der Verwendung von Branchendurchschnittsfaktoren die realen Verbrauchswerte signifikant über- oder unterschreiten. Beispielsweise weisen manche Unternehmen betriebseigene Besonderheiten auf, was jedoch aufgrund der Durchschnitts-Annahmen nicht berücksichtigt werden kann. Um eine genaue Analyse der Abwärmepotenziale durchzuführen, wäre es notwendig, jedes Unternehmen individuell auf seine Produktionsprozesse, Energieverbräuche, Temperaturniveaus und Abwärmemenge zu analysieren, was nicht nur mit hohem Aufwand verbunden, sondern auch kaum möglich ist, da die Unternehmen diese Daten freiwillig zur Verfügung stellen müssten, was aus Gründen der Wettbewerbsfähigkeit nur bedingt möglich wäre. Die Ergebnisse der Abschätzung mittels Annahmen können dennoch als erste Grobabschätzung für die momentan bestehenden Unternehmen der Wiener Gewerbe- und Industrie angesehen werden.

Auch bei der Analyse der Bedarfsdeckung von privaten Haushalten durch die ermittelten Abwärmepotenziale ergeben sich Unsicherheiten. Einerseits aufgrund der fehlenden Informationen über den Sanierungszustand einzelner Gebäude, andererseits durch die Methode der Überlagerung der Informationen der Abwärmemenge mit dem Heizwärmebedarf (Details s. Kapitel 6).

Der Fokus der Arbeit liegt auf räumlicher Erfassung der potenziellen Abwärmequellen und deren Nutzungsmöglichkeiten für private Haushalte. Die Wirtschaftlichkeit einer Abwärmenutzung wird über die Temperaturniveaus der Abwärmequellen mitberücksichtigt. Die rechtliche Umsetzbarkeit wurde dabei nicht im Detail analysiert.

---

## 2 Voraussetzungen zur Energieversorgung auf europäischer, nationaler und städtischer Ebene

Die Erwärmung des Klimas ist laut fünftem Sachstandsbericht des IPCC eindeutig unbestreitbar. Dies geht aus Beobachtungen der Anstiege der mittleren globalen Luft- und Meerestemperaturen, dem Abschmelzen von Schnee und Eis sowie dem Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels hervor [vgl. IPCC, 2014: 2]. Laut IPCC ist es extrem wahrscheinlich, dass die beobachtete Treibhausgasbedingte Erwärmung zu mehr als 50% vom Menschen verursacht wird [vgl. ebd.: 48], was eine Umstellung der Energieversorgung und Industrieprozesse, die Unterlassung der Entwaldung sowie eine Veränderung von Landnutzung und Lebensstilen zur Einschränkung des Klimawandels und dessen lebensbedrohlicher Folgen für die Menschheit unbedingt erforderlich macht. Diese von Menschen verursachten Treibhausgase entstammen unterschiedlichen Quellen. Die Nutzung fossiler Energieträger verursacht mit 78% im Jahr 2010 den größten Teil der österreichischen CO<sub>2</sub>-Emissionen [vgl. IPCC, 2014: S. 74]. Der sparsame Einsatz von Energie wäre eine Möglichkeit, ressourcenschonend vorzugehen. Nachdem dies aufgrund eines wachstumsorientierten Wirtschaftssystems keine leichte Aufgabe ist, gilt es, andere Möglichkeiten zu finden, wie z.B. die Nutzung von Restenergie wie Abwärme.

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Voraussetzungen zur Forcierung von Maßnahmen zur industriell-gewerblichen Abwärmenutzung. In weiterer Folge werden Gesetze und strategische Rahmenbedingungen auf unterschiedlichen Hoheitsebenen aufgelistet und die Rahmenbedingungen für Wien dargestellt. Anschließend werden die Ergebnisse und Abschätzungsmethoden vorhandener Potenzialstudien für Österreich und Wien aufgezeigt, um eine Vorstellung über die vorhandenen Potenziale zu bekommen. Abschließend werden die Herausforderungen, die sich im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Energieversorgung ergeben, dargestellt, um den zukünftigen Handlungs- und Forschungsbedarf abschätzen zu können.

### 2.1 Europäische und österreichische Energie- und Klimapolitik

Der Klimawandel<sup>13</sup> als globales Problem erfordert auch globale Lösungen und Kooperationen der Staaten untereinander. Für Österreich ist neben Vereinbarungen, Zielsetzungen und Gesetzen der europäischen Union das **Kyoto-Protokoll**<sup>14</sup>, das im Jahr 1997 verabschiedet wurde und 2005 in Kraft getreten ist, von großer Bedeutung. Im Protokoll sind völkerrechtlich verbindliche Ziele zur Minderung der Treibhausgasemissionen der Industriestaaten festgelegt [vgl. BMUB, 2015: online]. Die teilnehmenden Länder decken jedoch nur rund ein Fünftel der gesamten weltweiten Treibhausgasemissionen ab [vgl. Umweltbundesamt, 2015: online] (die USA haben das Kyoto-Protokoll bis heute nicht ratifiziert und Kanada ist im Jahr 2013 ausgetreten [vgl. BMUB, 2015: online]). In der ersten Verpflichtungsperiode (2008-2012) verpflichteten sich die Staaten, ihre Treibhausgasemissionen um mindestens 5% gegenüber den Emissionen des Jahres 1990 zu senken [vgl. ebd.]. Im Gegensatz

---

<sup>13</sup> Der Klimawandel ist die durch anthropogene Einflüsse (vor allem durch die Verfeuerung fossiler Brennstoffe) ausgelöste schnelle Klimaveränderung, welche mit Klimaschutzmaßnahmen (Vermeidungsstrategien) in ihrer Intensität und Geschwindigkeit reduziert und deren Folgeschäden durch Klimaanpassungen (Anpassungsstrategien) minimiert werden soll [vgl. Hemis, 2010: 8].

<sup>14</sup> Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen

zur Mehrheit der EU-Mitgliedsstaaten (darunter Deutschland, Großbritannien, Frankreich und Schweden) sind die Treibhausgas-Emissionen in Österreich deutlich gestiegen [vgl. APCC, 2014: 103]. Die Emissionen lagen 2011 um rund 6% über denen von 1990 [vgl. Umweltbundesamt, 2013: 63], womit das österreichische Kyoto-Ziel nicht durch heimische Emissionsreduktionen erfüllt werden konnte. Eine formale Erfüllung wurde durch Zertifikatzukäufe (s. Glossar) im Ausland im Ausmaß von etwa 80 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. mit einem Mittelaufwand von rund 500 Mio. € erreicht [vgl. APCC, 2014: 74 und 103]. Im Rahmen der 2. Verpflichtungsperiode wurde ein Reduktionsziel von 18% gegenüber dem Jahr 1990 festgelegt. Neben der EU und ihren Mitgliedsstaaten nehmen nur acht weitere, meist kleinere Industrieländer daran teil [vgl. Umweltbundesamt, 2015: online]. Die EU hat sich zu einer Verringerung von 20% bis zum Jahr 2020 verpflichtet [vgl. BMUB, 2015: online].

Auf der UN-Klimakonferenz im Dezember 2015 wurde das **Paris-Abkommen**, eine rechtlich bindende Vereinbarung der 195 Mitgliedsstaaten der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen, mit dem Ziel des Klimaschutzes verabschiedet. Als Nachfolger des Kyoto Protokolls tritt es ab 2020 in Kraft. Es gilt als großer Erfolg mit dem zentralen Ziel, die globale durchschnittliche Erwärmung deutlich auf unter 2 Grad, wenn möglich 1,5 Grad im Vergleich zur vorindustriellen Zeit zu halten<sup>15</sup>. Das Abkommen tritt in Kraft, wenn mindestens 55 Vertragsparteien, die für zumindest 55% der globalen Treibhausgasemissionen verantwortlich sind, ratifiziert haben [vgl. European Commission, 2016: online]. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts soll ein Gleichgewicht zwischen dem Ausstoß von Treibhausgasen und deren Absorption (durch Wälder, Meere) erreicht werden. Die Vertragsparteien werden ab 2020 alle fünf Jahre neue Klimaschutzpläne vorlegen, deren Ziele möglichst immer verschärft werden sollen [vgl. Spiegel, 2015: online].

Auf europäischer Ebene beschloss die EU im Jahr 2008 das „**Energie- und Klimapakett**“ mit den sogenannten „20-20-20-Zielen“, wodurch bis zum Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen um 20% reduziert (bezogen auf das Jahr 1990), der Anteil erneuerbarer Energien auf 20% des Energiebedarfs gesteigert und der Energieverbrauch durch verbesserte Energieeffizienz um 20% gesenkt werden sollen. Zur Reduktion der Treibhausgasemissionen tragen alle Mitgliedsstaaten mit differenzierten nationalen Zielen bei. Hierbei wird in den Emissionshandelssektoren (Stromerzeugung, Raffinerien, Stahlerzeugung) und den Nicht-Emissionshandelssektoren (Verkehr, Gebäude sowie kleine und mittlere Unternehmen) unterschiedlich vorgegangen. Österreich verpflichtete sich demnach zu einer Reduktion von 16% der Treibhausgasemissionen in Nicht-Emissionshandelssektoren gegenüber 2005. In Sektoren, die dem Europäischen Emissionshandel unterliegen, muss Österreich 21% weniger Treibhausgasemissionen (Stromerzeugung, Raffinerien, Stahlerzeugung) erreichen. Der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Gesamtenergieverbrauch („Brutto-Endenergieverbrauch“) bezogen auf das Jahr 2005 soll auf 34% erhöht werden [vgl. E-Control, 2016: online].

Während die gesamte EU optimistische Prognosen zur Zielerreichung für das Jahr 2020 vorlegen kann, drohen die vier Staaten Österreich, Belgien, Irland und Luxemburg laut aktuellem EU-Klimabericht von 2015 die Ziele in Bezug auf die Treibhausgasemissionen mit bestehender Politik, d.h. wenn keine weiteren Maßnahmen implementiert werden, zu verfehlen. Alle anderen 24

---

<sup>15</sup> Bei einem Temperaturanstieg im globalen Mittel um 2°C ist eine Anpassung menschlicher Systeme an den Klimawandel mit noch akzeptablen wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Folgen möglich [vgl. Umweltbundesamt, 2013: 63].

---

Staaten liegen demnach bei diesem Thema auf Kurs [vgl. EEA, 2015: 10 und 24]. Österreich müsste geplante Maßnahmen vor allem im Bereich Verkehr (Effizienzsteigerung bei Fahrzeugen, Forcierung des öffentlichen Verkehrs etc.) umsetzen, um dem Ziel näher zu kommen [vgl. ebd.: 34]. Die Experten des Umweltbundesamtes rechnen aber damit, dass die österreichischen Klimaziele bis 2020 mit Maßnahmen im Inland erreichbar sind [vgl. Umweltbundesamt, 2015a: online].

Die Staats- und Regierungsoberhäupter der EU-Mitgliedsländer konnten sich im Oktober 2014 auf neue Ziele für ihre Klima- und Energiepolitik einigen. Die wichtigsten Eckpunkte dieser sogenannten 2030-Ziele wurden wie folgt definiert: Der Treibhausgasausstoß soll bis zum Jahr 2030 um mindestens 40% im Vergleich zu 1990 reduziert werden, womit das bisherige Ziel einer Reduktion um 20% bis zum Jahr 2020 erweitert wurde. Der Anteil an erneuerbaren Energien am Gesamtenergiemix soll auf 27% erhöht (bisheriges Ziel: 20% bis zum Jahr 2020) und die Energieeffizienz um 27% gesteigert werden (bisheriges Ziel: 20% bis zum Jahr 2020 im Vergleich zum Jahr 2005) [vgl. European Commission, 2016a: online]. Die 2030-Ziele ernten jedoch massive Kritik von den österreichischen Klimaschützern. Der Grund dafür ist, dass die Ziele für erneuerbare Energie und für mehr Energieeffizienz für die Nationalstaaten unverbindlich sind, hier wird nur ein Ausbau auf EU-Ebene gefordert, ohne verbindliche Zielvorgaben für die EU-Mitgliedsstaaten [vgl. Kleinezeitung, 2014: online].

Diese kurze Übersicht über zu erreichende Ziele soll verdeutlichen, dass sofortiger Handlungsbedarf gegeben ist: sowohl auf europäischer als auch auf österreichischer Ebene – von Gesetzgeberinnen und Gesetzgebern sowie Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern ausgehend über einzelne Unternehmen bis hin zur einzelnen Bürgerin bzw. zum einzelnen Bürger, der durch Verhaltensänderungen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen beitragen kann.

Zur Zielerreichung gibt es dennoch einige gesetzliche sowie strategische Rahmenbedingungen, wovon im nächsten Kapitel die relevantesten im Hinblick auf eine Forcierung der Nutzung von Abwärmepotenzialen aufgelistet werden.

### **Gesetzliche und strategische Rahmenbedingungen zu energie- und umweltpolitischen Zielen auf (inter)nationaler Ebene**

Im folgenden Abschnitt werden jene Programme aufgelistet, die konkrete Maßnahmen mit Bezug zu Abwärmenutzung beinhalten: einerseits direkt beziehend auf industrielle Abwärmenutzung, andererseits auf indirekte Weise (Ausbau Fernwärmenetz, Nutzung erneuerbarer Energieträger, energieeffiziente Siedlungsentwicklung). Die Bestimmungen dieser gesetzlichen Rahmenbedingungen und strategischen Leitlinien haben einen entscheidenden Einfluss auf die Förderung der Umsetzung industriell-gewerblicher Abwärmenutzung und deshalb galt es, diese zu erheben.

#### **Gesetze und Richtlinien**

Auf europäischer Ebene gibt die im Dezember 2012 in Kraft getretene **Energieeffizienzrichtlinie RL 2012/27/EU** einen Rahmen vor, um einen erheblichen Beitrag zur Erreichung des EU-Energieeffizienzziels von 20% Primärenergieeinsparung durch Verbesserung der Energieeffizienz bis zum Jahr 2020 zu erreichen. Gemäß Artikel 3 der Richtlinie hat jeder Mitgliedstaat einen Richtwert für ein nationales Energieeffizienzziel festzulegen. Gemäß Artikel 14 „Förderung von

Effizienz bei der Wärme- und Kälteversorgung“ hat jeder Mitgliedsstaat eine umfassende Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und der effizienten Fernwärme- und Fernkälteversorgung durchzuführen<sup>16</sup>. Zusätzlich verpflichtet Artikel 24 die Mitgliedstaaten, jedes Jahr einen Fortschrittsbericht betreffend die Erfüllung der nationalen Energieeffizienzziele der Europäischen Kommission vorzulegen, sowie alle drei Jahre, beginnend mit dem 30. April 2014, einen nationalen Energieeffizienzaktionsplan (NEEAP) an die Europäische Kommission zu übermitteln [vgl. BMWFW, 2016a: online]. Im aktuellen Plan von 2014 sind keine Maßnahmen enthalten, die auf direkte Abwärmenutzung abzielen, lediglich unter der strategischen Maßnahme „Gesetzliche Regelungen zur Forcierung von Fernwärme“ wird festgelegt, dass bestehende industrielle Wärme- und Abwärmepotenziale kostengünstig genutzt und der Fernwärmeausbau beschleunigt werden soll [vgl. BMWFW, 2014: 32].

Auf nationaler Ebene wurde im August 2014 das **Bundes-Energieeffizienzgesetz** kundgemacht, dessen Zweck in der Umsetzung der Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU wie auch der "20-20-20 Ziele" liegt. Österreich verpflichtet sich im Rahmen dieses Gesetzes, dass der Endenergieverbrauch die Höhe von 1050 PJ nicht überschreitet. Energieliefernde Unternehmen müssen künftig Maßnahmen zu einer jährlichen Energieverbrauchseinsparung in Höhe von mindestens 0,6% nachweisen, große Unternehmen<sup>17</sup> sind dazu verpflichtet, Energie- oder Umweltmanagementsysteme<sup>18</sup> einzuführen oder regelmäßige Energieaudits durchführen zu lassen [vgl. BMWFW, 2016b: online]. Als Maßnahmenfelder hinsichtlich der Energieeffizienz werden im Industriesektor Maßnahmen wie die Rückgewinnung von Abwärme oder überschüssiger Prozesswärme und Lieferung an Betriebe in der Nachbarschaft zur Deckung eines Teils ihres Wärmebedarfs sowie die Einbindung von Abwärme in lokale Nah- oder Fernwärmeversorgungsnetze, auch zu Kälteerzeugung, genannt [vgl. EEffG Anhang 1 Z 2 lit j; Z 2 lit k].

### Strategien und Programme auf nationaler Ebene

Im Jahr 2010 wurde die **Energiestrategie** erstellt, deren Ziel die Entwicklung eines nachhaltigen Energiesystems zur Erreichung der nationalen Ziele des Klima- und Energiepakets der EU ist. Zur Erreichung der Ziele muss der bisherige Trend eines stetig steigenden Energieverbrauchs gebrochen werden. Daher wurde für das Jahr 2020 die Stabilisierung des Endenergieverbrauchs des Basisjahres 2005 beschlossen. Der Zielwert beträgt somit 1.100 PJ [vgl. BMWFJ, BMLFUW, 2010: 9]. Die Energiestrategie legt Maßnahmen fest, die auf folgenden drei Säulen basieren: Steigerung der Energieeffizienz, Ausbau erneuerbarer Energien und Sicherstellung der Energieversorgung. Die Energiestrategie beinhaltet einige Maßnahmen zur Forcierung von Abwärmenutzung: Fernwärme und Fernkälteausbau in urbanen Gebieten soll angestrebt werden, um Wärme aus Geothermie, Biomasse KWK, industrieller Abwärme etc. nutzbar zu machen. Die Fernwärmeversorgung spielt demnach in urbanen Gebieten eine große Rolle zur Deckung des Raumwärmebedarfs. Im Maßnahmenfeld „Regionale Energieplanung“ wird die Nutzung der betrieblichen Abwärme bei

---

<sup>16</sup> Die Umsetzung erfolge im Jahr 2015 durch die Studie „Bewertung des Potenzials für den Einsatz hocheffizienter KWK und effizienter Fernwärme- und Fernkälteversorgung“ [Büchle et al., 2015], die im Auftrag des BMWFW durch die TU Wien und Ecofys erstellt wurde.

<sup>17</sup> Beschäftigt ein Unternehmen z.B. 250 Mitarbeiter (oder mehr), ist es jedenfalls als großes Unternehmen zu qualifizieren. Ein Unternehmen, das den Mitarbeiterschwelldwert von 249 Mitarbeitern nicht überschreitet, ist jedenfalls als großes Unternehmen zu qualifizieren, wenn es sowohl den Umsatz- als auch den Bilanzschwelldwert von 50 Mio. Euro bzw. 43 Mio. Euro überschreitet [vgl. BMWFW, 2016, online].

<sup>18</sup> Dabei werden die Energieflüsse in einem Unternehmen erfasst, abgebildet und bewertet sowie Vorschläge für Einsparmaßnahmen generiert. [vgl. EEffG §5 Abs 1 Z12]

---

Betriebsneuan siedlungen festgelegt. Örtliche und regionale Energiekonzepte, die die Nutzung des Potenzials von Fernwärme und industrieller Abwärme aufzeigen, sollen im Rahmen von Raumordnungskonzepten erstellt werden. Zur effizienten Nutzung von Abwärme soll ein Instrument der „Energieraumplanung“ durch Festlegung von Fern- und Nahwärme(kälte)-Versorgungsgebieten geschaffen werden [vgl. BMWFJ, BMLFUW, 2010: 128, 130, 62, 88].

Ziel der im Jahr 2012 beschlossenen **Anpassungsstrategie** (Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel) ist es, nachteilige Auswirkungen des Klimawandels auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft einzudämmen. Die Strategie gliedert sich in zwei Teile: in ein strategisches Rahmenwerk und einen Aktionsplan. Letzterer beinhaltet konkrete Handlungsempfehlungen zur Anpassung für 14 Aktivitätsfelder (u.a. Tourismus, Energie, Bauen und Wohnen, Schutz vor Naturgefahren, Raumordnung im Klimawandel) [vgl. Klimawandelanpassung, 2012: online]. Im Aktivitätsfeld Wirtschaft sind die Erhöhung der Energie-Versorgungssicherheit durch verstärkten Einsatz regenerativer Energien, der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung sowie betriebliche Energiegewinnung als Ziele definiert. Zur Zielerreichung sollen erneuerbare Energieträger, Nutzung industrieller Abwärme, Sanierung von Gebäuden und andere Maßnahmen beitragen. Als empfohlene weitere Schritte werden die Schaffung von Anreizen für die Einspeisung in das Fernwärmenetz sowie die Nutzung regionaler Abwärmepotenziale durch die Einrichtung regionaler Abwärmeverbünde genannt [vgl. BMLFUW, 2012: 332 und 356ff].

Das **Österreichische Raumentwicklungskonzept** von 2011 (ÖREK) ist ein strategisches Steuerungsinstrument für die gesamtstaatliche Raumordnung ebenso wie für jene der Länder, Städte und Gemeinden, das auf einen Zeithorizont von 10 Jahren ausgelegt ist. Es dient als Leitlinie für abgestimmtes, raumrelevantes Handeln des Bundes, der Länder, der Städte und Gemeinden. Österreich soll keine räumliche Entwicklung zulassen, die weder nachhaltig noch effizient ist, was eine erhöhte Kooperation zwischen den Gebietskörperschaften verhindern soll. Das ÖREK definiert vier Säulen, 14 ausgewählte Handlungsfelder und 36 Aufgabenbereiche [vgl. ÖROK, Hrsg., 2011: 13 und 25]. Im Rahmen der Säule „Klimawandel, Anpassung und Ressourceneffizienz“ sind Ziele und Handlungsmöglichkeiten gelistet, die eine Abwärmennutzung indirekt begünstigen. Beispielsweise soll der gesamte Energieverbrauch von Siedlungen durch raumplanerische Maßnahmen reduziert werden. Die Erstellung von Raum- und Energiekonzepten sowie die Ausweisung von Vorranggebieten für bestimmte Arten der Energieversorgung werden ferner als Möglichkeiten zur Zielerreichung genannt [vgl. ebd.: 73]. Die Umsetzung des ÖREK erfolgt im Rahmen von „ÖREK-Partnerschaften“, bei denen sowohl Mitglieder als auch andere relevante Akteurinnen und Akteure die Umsetzung eines oder mehrerer Aufgabenbereiche in Projektarbeitsgruppen vornehmen [vgl. ÖROK, 2016: online]. In der im Dezember 2014 abgeschlossenen Partnerschaft „Energieraumplanung“ ist das Handlungsfeld „Optimierung und Aktivierung ungenutzter Energiepotenziale (z.B. Abwärme)“ definiert. Im ersten Schritt sollten ungenutzte Energiequellen und energieverbrauchende Haushalte bzw. Unternehmen sowie deren räumliche Verteilung erhoben werden, um in einem weiteren Schritt Fernwärmeversorgungs- und -Ausbaugebiete festlegen zu können. Zur Umsetzung sind noch viele Fragen zu klären, wie etwa die Umsetzung von Anschlussverpflichtungen (s. Kapitel 4.2.6) und der Ausschluss von bestimmten Energieträgern wie Kohle oder Erdöl [vgl. Stöglehner et al., 2014: 28ff].



## 2.2 Rahmenbedingungen in Wien

Im Folgenden wird ein Überblick über die aktuelle Wiener Situation betreffend einzuhaltende Vorgaben und Richtlinien, aktuelle Energiebilanz, Gebäudebestand und Stadtentwicklungsgebiete sowie relevante Statistiken zur Fernwärme Wien gegeben.

### 2.2.1 Gesetzliche und strategische Rahmenbedingungen zur Förderung der Umsetzung industriell-gewerblicher Abwärmenutzung in Wien

Das folgende Kapitel zeigt, dass die vermehrte Nutzung vorhandener industriell-gewerblicher Abwärme im Interesse aktueller städtebaulicher Strategien sowie verbindlicher Vorgaben der Stadt Wien liegt. Es werden sowohl verbindlich umzusetzende Gesetze als auch Strategiepapiere der Stadt Wien analysiert und auf Ziele bzw. Maßnahmen hinsichtlich Abwärmenutzung untersucht.

#### Gesetze und Richtlinien

In der **Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden** 2010/31/EU (Gebäuderichtlinie) sind Bestimmungen zum Einsatz hocheffizienter Systeme enthalten. Laut Artikel 6 bzw. 7 muss beim Neubau und bei größeren Renovierungen bestehender Gebäude vor Baubeginn die technische, ökologische und wirtschaftliche Realisierbarkeit des Einsatzes von hocheffizienten alternativen Systemen, sofern verfügbar, in Betracht gezogen und berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 4.2.3). Die Umsetzung dieser Richtlinie ist u.a. im Baurecht der einzelnen Länder erforderlich. Die bautechnischen Aspekte der Gebäuderichtlinie wurden im Rahmen der Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften umgesetzt. Das Österreichische Institut für Bautechnik (OIB) beschloss 2007 die Richtlinie 6 „Energieeinsparung und Wärmeschutz“, die über die Bauordnungen aller Länder verpflichtend umzusetzen ist [vgl. WKO, n.b: 1f und Energiebewusst, n.b.a: online]. Die Umsetzung erfolgte in Wien durch die Novelle der Wiener Bautechnikverordnung (LGBl Nr. 31/2008) als Ergänzung der Wiener Bauordnung [vgl. Rechtambau, 2014: online]. Die Richtlinie 6 legt beispielsweise Vorgaben zum maximal erreichbaren Heizwärmebedarf sowie zum Einsatz hocheffizienter alternativer Energiesysteme fest [vgl. OIB RL 6, 2015].

Die **Wiener Bauordnung** gibt zusätzlich wesentliche Rahmenbedingungen vor, die indirekt eine positive Wirkung auf die Nutzung von industriell-gewerblichen Abwärmequellen haben. Der §118 Abs. 3 WBO schreibt vor, dass *„bei Neu-, Zu- und Umbauten sowie bei Änderungen und Instandsetzungen von mindestens 25 vH der Oberfläche der Gebäudehülle [...] hocheffiziente alternative Systeme eingesetzt werden [müssen], sofern dies technisch, ökologisch und wirtschaftlich realisierbar ist.“* Hocheffiziente alternative Energiesysteme sind jedenfalls dezentrale Energieversorgungssysteme auf der Grundlage von Energie aus erneuerbaren Quellen, Kraft-Wärme-Kopplung, Fern-/Nahwärme oder Fern-/Nahkälte (insbesondere, wenn sie ganz oder teilweise auf Energie aus erneuerbaren Quellen beruht oder aus hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen stammt) sowie Wärmepumpen [vgl. § 118 Abs. 3]. Die Beifügung der technischen, ökologischen und wirtschaftlichen Machbarkeit gibt dabei natürlich einen großen Handlungsspielraum vor, die vermutlich bei vielen Projekten zur Nichteinhaltung der vorgegebenen Schwellwerte führt.

---

Ein verbindliches Gesetz, das Bestimmungen über die Förderung des Wohnungsneubaus und der Wohnhaussanierung sowie die Gewährung von Wohnbeihilfe beinhaltet, ist das **Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz (WWFSG 1989)**. Demnach kann u.a. eine Förderung für Sanierungsmaßnahmen an und in Gebäuden gewährt werden, wenn es sich um den Anschluss bestehender oder geplanter Zentralheizungsanlagen an Fernwärme handelt

[vgl. §36 Z 1 lit a WWFSG; §37 Z 2 WWFSG], was indirekt eine Begünstigung der Abwärmenutzung darstellt.

In der **Neubauverordnung 2007** sind thermisch und energetische Mindestanforderungen enthalten, die als Voraussetzung für die Gewährung einer Förderung eingehalten werden müssen.

### **Strategien und Programme**

Im aktuellen Wiener **Regierungsübereinkommen** zwischen SPÖ und Grünen vom 14. November 2015 sind ambitionierte Ziele in Bezug auf die Energiepolitik enthalten. In dem Papier wird vereinbart, die Abhängigkeit der Fernwärme von gasbasierten KWK-Anlagen durch Ausbau von erneuerbarer Energie und Abwärme zu reduzieren. Als weiterer Punkt wird vereinbart, dass im Wärmebereich neben dem Fernwärme- und Fernkälteleitungsausbau (bestehende Abwärmepotentiale) die Erschließung bzw. Integration von alternativen Wärmeversorgungsmöglichkeiten unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit, der Effizienz und der regionalen Wertschöpfungskette vorangetrieben werden soll [vgl. Wien, 2015: 98].

Die Stadt Wien hat am 25. Juni 2014 zwei maßgebende Strategien für die zukünftige Entwicklung beschlossen: den Stadtentwicklungsplan 2025 [vgl. MA 18, Hrsg., 2014: 32] und die Smart City Wien Rahmenstrategie 2050 [vgl. Magistrat der Stadt Wien, Hrsg., 2014: 97]. Beide Strategiepapiere beinhalten Ziele und Maßnahmen zum Klimaschutz und zum schonenden Umgang mit Ressourcen. Der **Stadtentwicklungsplan 2025** (STEP) ist jenes Instrument der Stadtplanung, das Entwicklungsrichtungen für die Stadt Wien vorgibt. Der Plan mit vorwiegend strategischem und leitbildhaftem Charakter setzt sich mit Handlungen auseinander, die räumlich koordiniert werden müssen. Etwa alle zehn Jahre wird ein Plan erstellt, die Leitlinien werden auf Aktualität überprüft und neue Anforderungen berücksichtigt [vgl. Smartcity, 2016: online]. In Bezug auf Abwärmenutzung, enthält der STEP Überlegungen im Sinne einer „integrierten Energie-Raum-Planung“. Diese Strategie für das Stadtwachstum Wiens fällt unter die Überschrift „Smarte Energieplanung & Smartes Ressourcenmanagement“, worunter Veränderungen der Energieinfrastruktur zu verstehen sind. Aktuell versorgen einige (Groß-)Erzeugerinnen bzw. (Groß-)Erzeuger viele Verbraucherinnen bzw. Verbraucher. Dieses Modell soll sich wandeln – hin zu einer Vielzahl an Akteurinnen und Akteuren, die gleichzeitig Erzeugerinnen und Erzeuger bzw. Verbraucherinnen und Verbraucher sind und verstärkt erneuerbare Energien und Abwärme vor Ort nutzen. Dadurch sollen möglichst hohe Grade der „Vor-Ort-Energieversorgung“ neuer Stadtteile bzw. Quartiere erreicht werden. Energiesysteme müssen durch moderne Regel- und Steuerungsmechanismen wie Smart Grids und dezentrale Wärmenetze an diese Dezentralisierung angepasst werden. Ziel dabei ist es, CO<sub>2</sub>-Emissionen zu vermeiden und die Versorgungssicherheit zu erhöhen. Zu den Maßnahmen, um eine integrierte Energie-Raum-Planung zu erreichen, gehören die Erhebung von räumlichen und energetischen Grundlagen, die Entwicklung von Energie-Raum-Typologien, die Festlegung von Planungsprozessen, Planungsinhalten und zu involvierenden Akteurinnen und Akteure. Ferner wird die Erstellung von Energiekonzepten für neue Stadtteile und Quartiere genannt, in denen auch Fragen des Flächen- und Raumbedarfs für den Ausbau der

Energieinfrastruktur behandelt werden. Ein Modell für die vertragliche Umsetzung der Energiekonzepte soll entwickelt werden [vgl. MA 18, Hrsg., 2014: 57].

Die **Smart City Wien Rahmenstrategie** ist eine langfristige Dachstrategie bis 2050, die alle Bereiche der Wiener Verwaltung und Stadtpolitik anspricht. Durch Entwicklungs- und Veränderungsprozesse im Energie-, Mobilitäts-, Infrastruktur- und Gebäudesektor soll der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2050 deutlich verringert werden. Dazu ist es notwendig, die benötigte Energie deutlich effizienter zu nutzen. Es ist die erste große Aufgabe der vorliegenden Smart City Rahmenstrategie der Stadt, Pfade aufzuzeigen, wie Wien zur Erreichung der europäischen Klima- und Energieziele beitragen kann [vgl. Magistrat der Stadt Wien, Hrsg., 2014: 12]. In Zahlen bedeutet dieses Gesamtziel eine Verringerung der Treibhausgasemissionen pro Kopf um jedenfalls 35% bis 2030 und 80% bis 2050 (im Vergleich zu 1990). Pro Kopf bedeutet dies im Sektor Energie eine Senkung des Endenergieverbrauchs um 40% bis 2050 (im Vergleich zu 2005), der Primärenergieeinsatz sinkt dabei von 3.000 Watt auf 2.000 Watt pro Kopf. Das erklärte Ziel, bezogen auf die Erhöhung erneuerbarer Energieträger, ist es, im Jahr 2030 mehr als 20% und im Jahr 2050 mehr als 50% aus erneuerbaren Quellen zu beziehen [vgl. ebd.: 43-47]. Diese ambitionierten Ziele sollen durch bewussten und sparsamen Umgang mit Ressourcen gemeinsam mit innovativen Lösungen erreicht werden. Die Vision 2050 setzt sich den Ausbau der Fernwärme, die in Wien überwiegend aus Abwärme gewonnen wird, als Ziel. Dafür sind erneuerbare Quellen wie z.B. aus Geothermie und Niedertemperaturabwärme zu entwickeln [vgl. ebd.: 20].

Das **Städtische Energieeffizienz-Programm (SEP)** wurde 2006 als Antwort auf die Energieeffizienzrichtlinie 2006/32/EG (s. Kapitel 2.2.1) erstellt [vgl. Karner et al., 2012: 3] und enthält Leitlinien und Maßnahmen für die verbraucherseitige Energiepolitik bis zum Jahr 2015. Im städtischen Energieeffizienz-Programm sind einerseits Maßnahmen, die in indirekter Weise auf die Forcierung von Abwärmenutzung abzielen, andererseits Maßnahmen, die die direkte Nutzung von Abwärmepotenzialen forcieren, enthalten. Im Zuge der Maßnahme „Berücksichtigung energierelevanter Aspekte in der Raum- und Stadtplanung“ sollen Energieeinsparpotenziale lokalisiert und die Entstehung des Energieverbrauchs minimiert werden. Die Festlegung von Abwärme- bzw. Fernwärmegebieten (zu erzielende Energieanschlussdichten sind zu berücksichtigen) wird als Instrument zur Zielerreichung gelistet [vgl. MA 27, Hrsg., 2006: 130]. Die Maßnahme „Verstärkte Nutzung von Abwärmepotenzialen in der Industrie und produzierendem Gewerbe“ zielt direkt auf die optimale Nutzung von Abwärmepotenzialen ab. Dabei sollen Netzwerke geschaffen werden, Beratungen im Rahmen des „ÖkoBusinessPlan“ Wien stattfinden, um vor allem KMUs Informationen zu Abwärmenutzung bereitzustellen und Energieberatungen in Anspruch nehmen können [vgl. MA 27, Hrsg., 2006: 160]. Der ÖkoBusinessPlan ist das Umwelt-Service-Paket der Stadt Wien und wurde 1998 von der Wiener Umweltschutzabteilung (MA 22) ins Leben gerufen. Der Plan zielt darauf ab, Unternehmen durch professionelle und geförderte Beratung bei der Umsetzung von umweltrelevanten Maßnahmen im Betrieb zu unterstützen [vgl. Ökobusinessplan: online]. Als weitere Maßnahme wird das „Sammeln und Verbreiten von Best-Practice-Beispielen“ angeführt [vgl. MA 27, Hrsg., 2006: 160]. Im Jahr 2012 wurde ein Bericht zur Evaluierung des SEP veröffentlicht, in dem u.a. die oben genannte Maßnahme zur verstärkten Nutzung von Abwärmepotenzialen in der Industrie und produzierendem Gewerbe evaluiert wurde. Das Ergebnis ist, dass die vom ÖkoBusinessPlan Wien dokumentierte Energieeinsparung in Wiener Betrieben durch Abwärmenutzungsmaßnahmen in den Jahren 2006 bis 2008 insgesamt knapp 3

---

GWh, zwischen 2009-2011 rund 2 GWh betrug [vgl. Karner et al., 2012: 125]. Durch die Erstellung der Studie „Nutzung von Abwärmepotenzialen“ (MA 27, Hrsg., 2008, s. 0) gilt die Maßnahme „Sammeln und Verbreiten von Best-Practice-Beispielen“ als erfüllt. Der größte Erfolg des SEP ist laut Herrn DI Ritter von der MA 20, dass Energieeffizienz im Bewusstsein aller Akteurinnen und Akteure gelandet ist. Im Zuge des geführten Interviews erklärt er ebenfalls, das SEP sei ein Maßnahmenprogramm – aber noch mehr sei es ein Motivations- und Bewusstseinsbildungsprogramm. Die Fortsetzung des SEPs wird derzeit (Stand Februar 2016) erarbeitet. Abwärmennutzung ist darin wieder ein Thema, der Schwerpunkt liegt darauf, Datengrundlagen sichtbarer zu machen. Die Identifikation der Abwärmequellen bzw. die Erstellung eines Abwärmekatasters werden in der Fortsetzung des SEPs festgelegt [vgl. MA 20, Hrsg., 2015: 17; Interview MA 20, 2016].

Das **Klimaschutzprogramm** (KliP II, [KliP 2, 2009]) der Stadt Wien von 2010-2020, die Fortschreibung des KliP I (1999-2009) [KliP 1, 1999.:online] hat die Reduktion von Treibhausgasemissionen bis 2020 pro Kopf um 21% im Vergleich zum Jahr 1990 zum Ziel. Das Programm umfasst 385 Einzelmaßnahmen in den fünf Handlungsfeldern: Energieaufbringung; Energieverwendung; Mobilität und Stadtstruktur; Beschaffung, Abfallwirtschaft, Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz und Öffentlichkeitsarbeit. Das Ziel des Maßnahmenprogramms „Fernwärmeausbau“ ist der Ausbau der Fernwärme auf 50% Marktanteil des Wärmemarktes (für Raumheizung und Warmwasser) in Wien. Rund zwei Drittel der Zuwächse sollen durch Verdichtung des Versorgungsgrades in bereits bestehenden Fernwärmegebieten erreicht werden, ein Drittel durch Neubautätigkeiten. Trotz geringerem Heizwärmebedarf durch höhere Baustandards (Niedrigenergie- und Passivhaustechnologie) ist bei großvolumigen Bauten ein Wärmebedarf gegeben [vgl. KliP 2, 2009: 33ff], der vor allem zur Warmwasserbereitung gebraucht wird. Laut Fortschrittsbericht über die Umsetzung des KliP der Österreichischen Energieagentur von 2014 ist die Investition in eine neue KWK aufgrund derzeitiger Rahmenbedingungen nicht wirtschaftlich machbar, womit eine der wesentlichen Säulen der bisherigen Fernwärmeaufbringung entfällt. Die „Wien Energie“ verfolgt daher neben der Fernwärmeversorgung alternative Wärmeversorgungsformen, um die Erreichung des Ziels, bis zum Jahr 2030 den Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Wärmeproduktion auf 42% zu erhöhen, sicherzustellen [vgl. Österreichische Energieagentur, 2014: 32 und Wien Energie, 2015: 7 und Wien Energie, 2014: 2]. Das Ziel des Maßnahmenprogramms „Nutzung von betrieblichen Abwärmepotenzialen“ ist eine Ausweitung der betriebsinternen und -externen Nutzung der Abwärme von Betrieben. Dabei führt die Fernwärme Wien in Kooperation mit dem ÖkoBusinessPlan Projekte zur Ermittlung geeigneter Betriebe durch, wobei die technische und wirtschaftliche Machbarkeit eines Anschlusses zur Einspeisung geprüft wird [vgl. KliP 2, 2009: 41-44].

Auch wenn in vielen Strategien Maßnahmen zur Erreichung einer effizienten Stadt enthalten sind, spielen im Endeffekt deren Umsetzung und Auswirkungen eine wesentliche Rolle. Nachdem der Großteil der Programme einen unverbindlichen Charakter hat und als Leitbilder einen Handlungsrahmen vorgeben, liegt es grundsätzlich an vielen Akteurinnen und Akteuren, ambitionierte Lösungen, sowohl in Hinblick auf die Errichtung effizienter Gebäude als auch innovativer Energieversorgungssysteme, zu finden bzw. umzusetzen.

Das folgende Kapitel behandelt die Themen Energiebilanz, Einwohnerstatistik, Gebäudebestand, Fernwärmeversorgung u.v.m, um einen Überblick über die aktuellen Rahmenbedingungen sowie

geplanten Entwicklungen im Wiener Stadtgebiet zu bekommen und darauf aufbauend den dringenden Handlungsbedarf abzuleiten.

### 2.2.2 Energiebilanz

In dieser Analyse der Wiener Energiebilanz [Statistik Austria, 2015b] und der Nutzenergieanalyse [Statistik Austria, 2015a] wird der Fokus hauptsächlich auf den Wärmesektor gelegt.

Anhand des Energieflussbilds (s. Abbildung 2-2) der Stadt Wien lassen sich die wesentlichen Charakteristika, insbesondere Größenordnungen des Energiesystems von Wien, gut erkennen. Dabei ist besonders interessant, wie viel Energie in welchen Formen in die Stadt kommt bzw. in der Stadt gewonnen wird und welche Umwandlungsprozesse vom Bruttoinlandsverbrauch<sup>19</sup> bis zum Nutzenergieverbrauch<sup>20</sup> stattfinden.

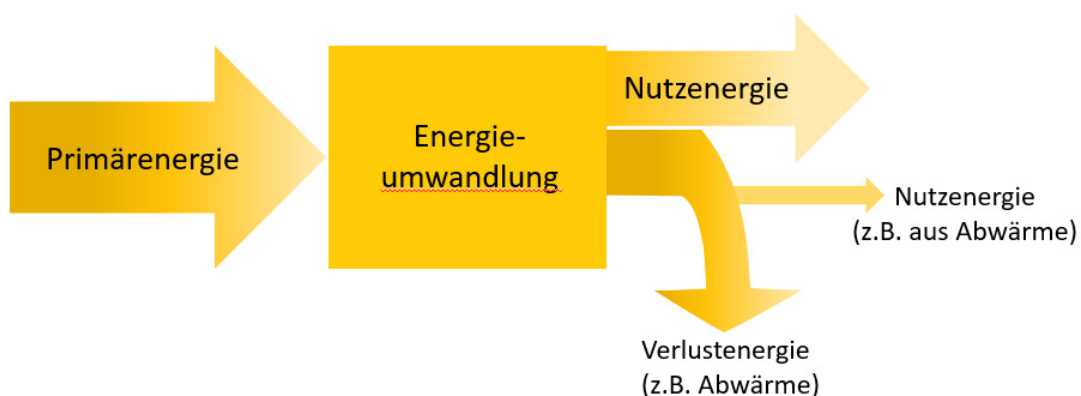


Abbildung 2-1: Energieumwandlung, eigene Darstellung [IZES, 2015: 10]

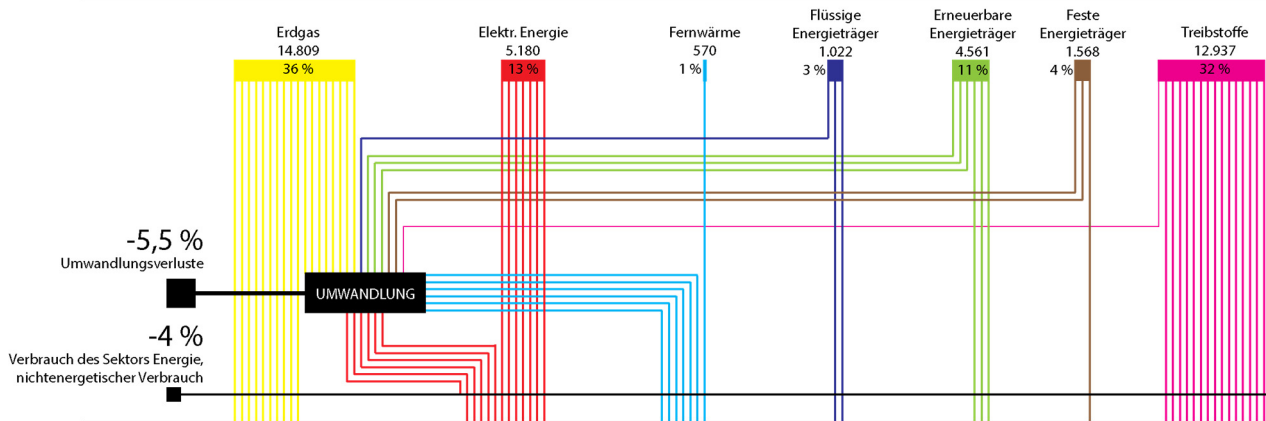
Der Bruttoinlandsverbrauch ist in Wien seit 1995 um 14% gestiegen und betrug im Jahr 2014 40.648 GWh. Der energetische Endverbrauch beträgt laut Energiebilanz 36.796 GWh, wovon mehr als ein Drittel auf Öl entfällt, gefolgt von elektrischer Energie mit 22% und Fernwärme mit 16%. Erneuerbare Energieträger werden zu 5,5% zur Energieversorgung eingesetzt. Bei der Umwandlung zur verwendbaren Endenergie<sup>21</sup> in Kraftwerken bzw. durch den nichtenergetischen Verbrauch (für Industrieprozesse) gehen demnach 9,5% verloren. Der größte Verlust von 38,5% ist jedoch bei den Endverbraucherinnen bzw. Endverbrauchern zu verbuchen. Im Endeffekt wurden im Jahr 2014 rund 53% des Energieinputs (Bruttoinlandsverbrauch) auch tatsächlich als Nutzenergie verwendet. Dabei teilt sich der energetische Endverbrauch auf die einzelnen Sektoren wie folgt auf: Der größte Teil mit 38% wird im Sektor Verkehr verbucht, die privaten Haushalte brauchen 29%, die privaten und öffentlichen Dienstleister 24% und der produzierende Bereich sowie die Landwirtschaft 8%. Die folgende Abbildung zeigt die eben beschriebenen Sachverhalte.

<sup>19</sup> Der Bruttoinlandsverbrauch ist jene Energiemenge, die der Stadt zur Verfügung steht. Sie setzt sich aus der Differenz zwischen über die Stadtgrenzen importierter und exportierter Energie (Nettoimport) und jener, die in der Stadt erzeugt wird, zusammen. [vgl. MA 20, Hrsg., 2015: 30]

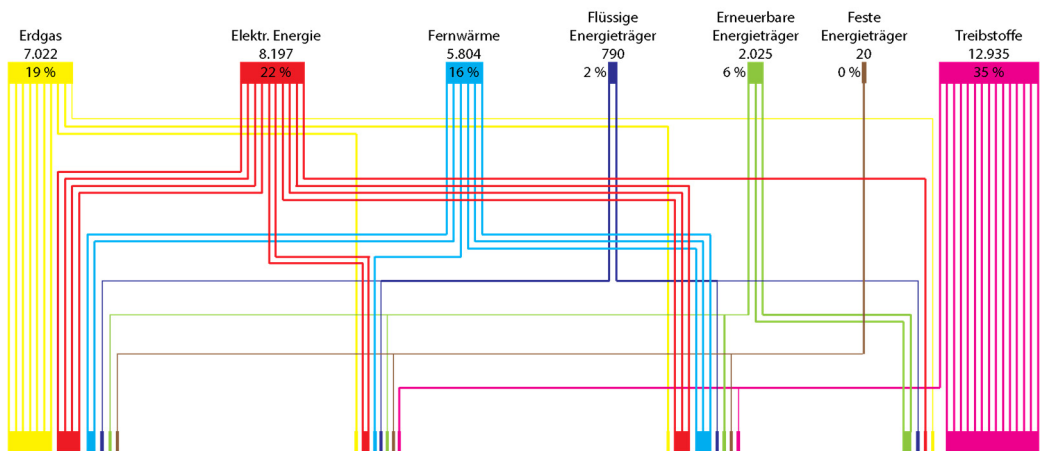
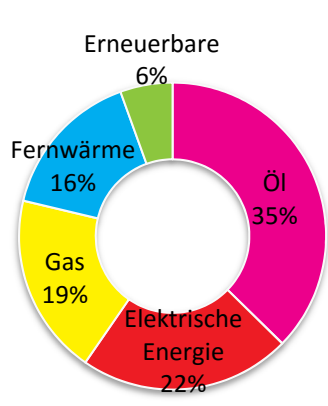
<sup>20</sup> Die Nutzenergie ist jene Energie, die tatsächlich in Form von Wärme, Licht, mechanischer Arbeit, Bewegung usw. genutzt wird. [vgl. MA 20, Hrsg., 2015: 31]

<sup>21</sup> Die Endenergie ist jene Energiemenge, die an den Endkunden zum Beispiel in Form von Strom, Fernwärme oder Erdgas abgegeben wird. [vgl. ebd.]

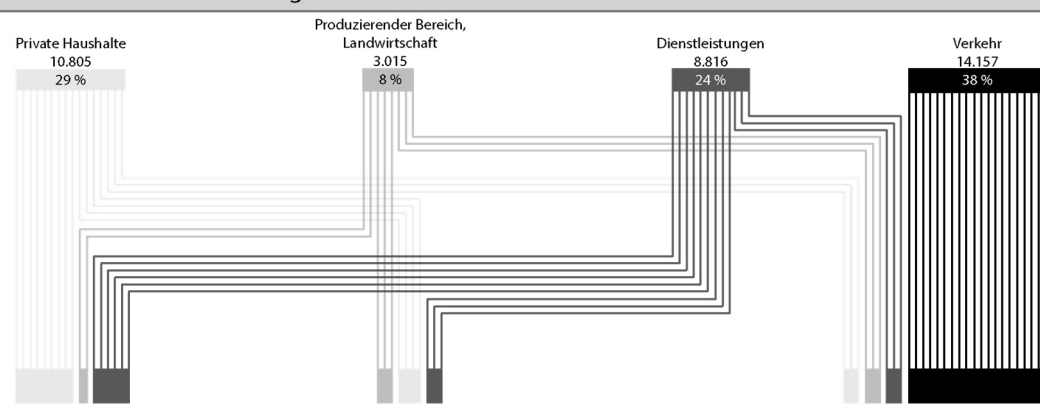
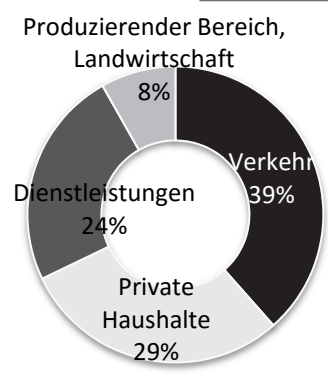
**100 % = 40.648 GWh = Bruttoinlandsverbrauch der Stadt Wien**



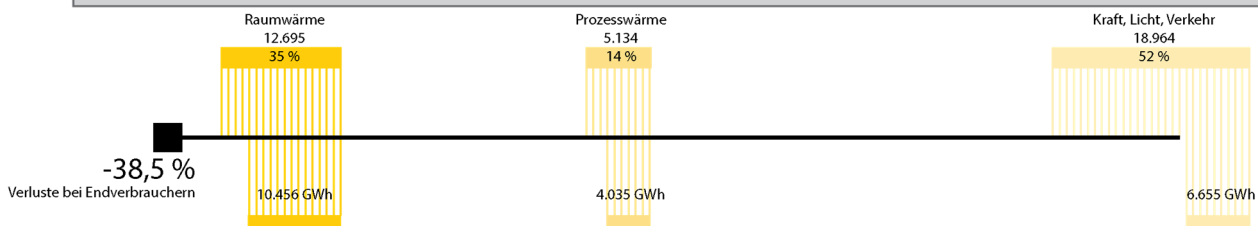
**90,5 % = 36.793 GWh = Endenergieverbrauch nach Energieträgern**



**90,5 % = 36.793 GWh = Endenergieverbrauch nach Verbrauchersektoren**



**90,5 % = 36.793 GWh = Endenergieverbrauch nach Verwendungszweck**



**52 % = 21.146 GWh = Nutzenergieverbrauch Wien 2014**

Abbildung 2-2: Energieflussbild der Stadt Wien 2014 eigene Darstellung nach MA 20, Hrsg., 2015, Daten von [MA 20, n.b.: online]

Die Stadt Wien kann zu 12,7% ihre Energie selbst aufbringen, 87,3% kommen von Importen aus dem Ausland.

	GWh	Anteil
biogene Brenn- und Treibstoffe	2.353	45%
Brennbare Abfälle	1.550	30%
Wasserkraft	1.063	20%
Umgebungswärme, Geothermie, Solarwärme etc.	183	4%
Wind und Photovoltaik	44	1%
Brennholz	25	0%
<b>Gesamt</b>	<b>5.219</b>	

Tabelle 2-1: Energieaufbringung im Jahr 2014, eigene Darstellung [Statistik Austria 2015b]

Das Energieflussbild ist dazu geeignet, um Größenordnungen und Zusammenhänge zu verstehen. Um die Entwicklung und den Fortschritt des Wiener Energiesystems zu analysieren, werden nachfolgend längere Zeiträume betrachtet.

### Endenergieverbrauch nach Energieträgern

Von 1995 bis 2014 hat sich der Energieträgermix im energetischen Endverbrauch teilweise stark verändert. Insgesamt stieg der Verbrauch von 32.293 GWh auf 36.796 GWh an, was einem Anstieg von knapp 14% entspricht. Die Energieversorgung mit Kohle wurde in diesen 14 Jahren beinahe eingestellt (von 300 GWh im Jahr 1995 auf 18 GWh im Jahr 2014). Die größten prozentuellen Verbrauchssteigerungen verzeichnen die erneuerbaren Energieträger mit 427%, gefolgt von der Fernwärme mit 27%. Der Verbrauch von Öl stieg ebenfalls um 19% an [vgl. Statistik Austria 2015b].

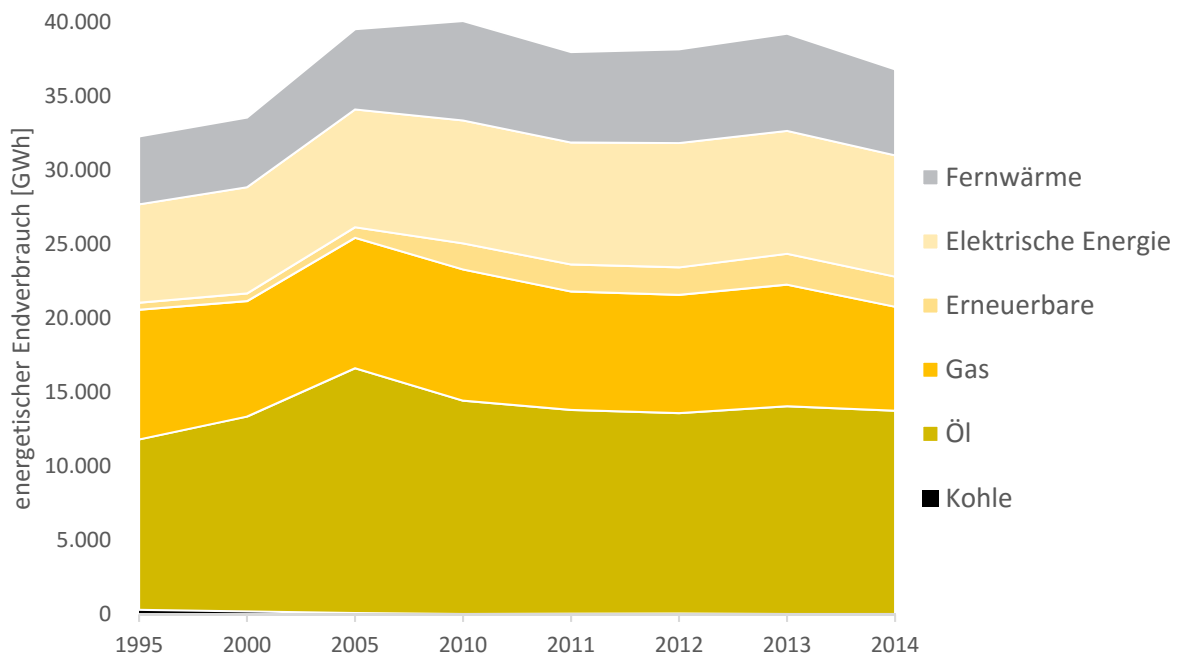


Abbildung 2-3: Endenergieverbrauch nach Energieträgern, eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015b]

## Endenergieverbrauch im produzierenden Sektor

Die Branchen mit dem größten Endenergieverbrauch in Wien sind die Nahrungs- und Genussmittelbranche, die Branche Maschinenbau sowie Chemie und Petrochemie. In der Branche „restliche Industrien“ ist die Baubranche mit dem insgesamt höchsten Verbrauch von 902 GWh inkludiert. Nachdem sie für die Abwärmepotenzialerhebung nicht relevant ist, ist sie in dieser Statistik zu vernachlässigen.

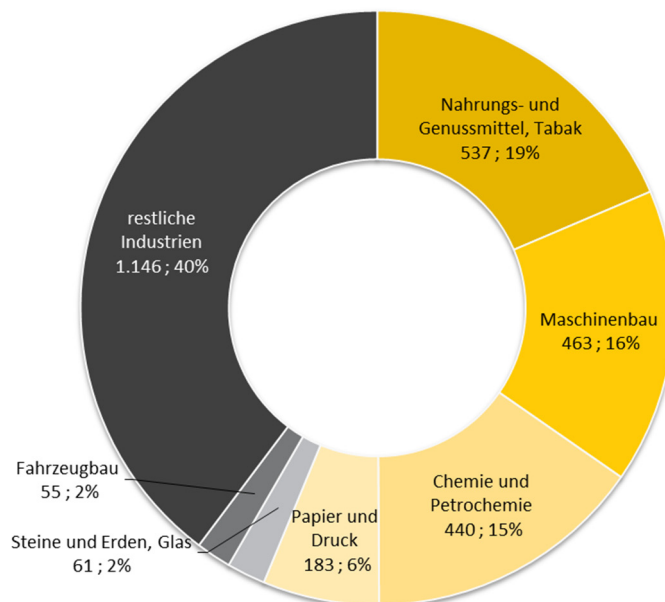


Abbildung 2-4: Endenergieverbrauch der Wiener Industrie im Jahr 2014 [GWh, %], eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015b]

### 2.2.3 Gebäudebestand und dessen historische Entwicklung

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über die derzeitige Wohnungsstruktur bzw. Baualtersperioden der Gebäude. Laut aktuellen Daten des GWR gab es im Jahr 2015 182.620 Gebäude (inkl. Nicht-Wohngebäude) in Wien, wobei sich folgende Verteilung nach Bauperioden ergibt:

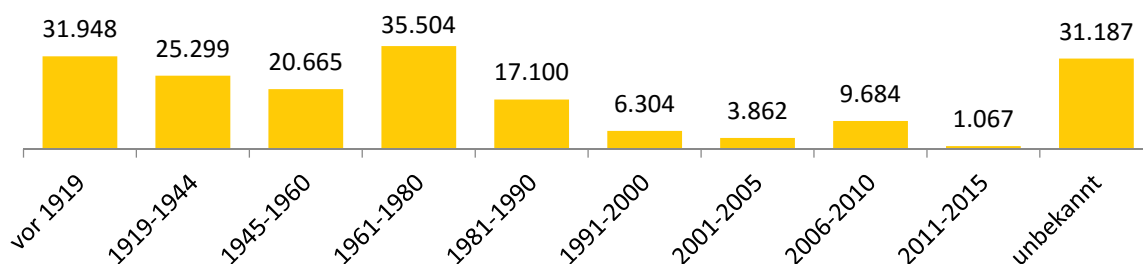
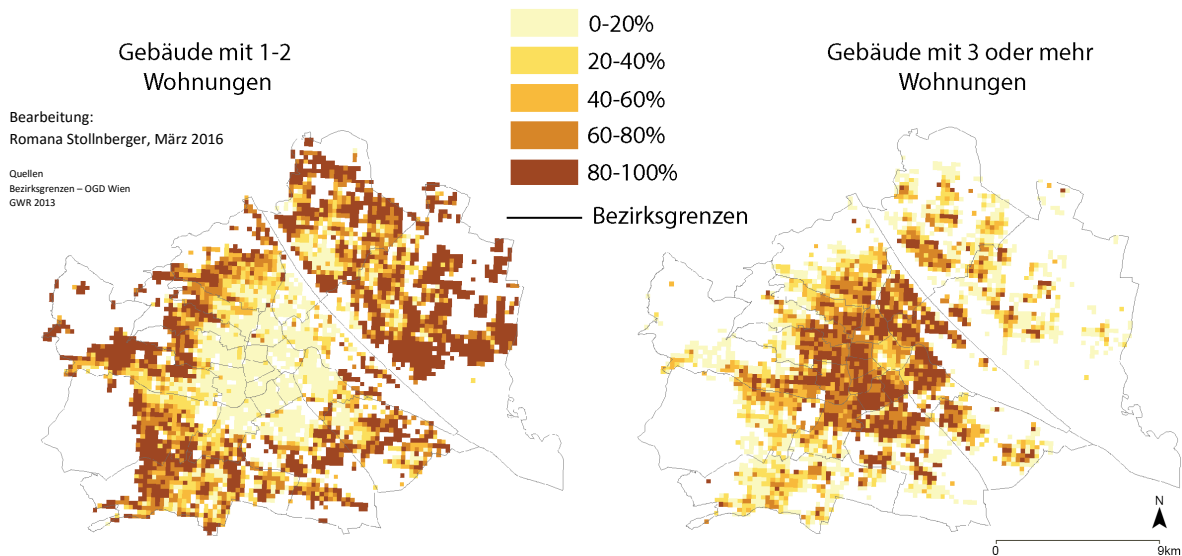


Abbildung 2-5: Absolute Gebäudeanzahl nach Baualtersklassen, eigene Darstellung [Statistik Austria GWR 2013]

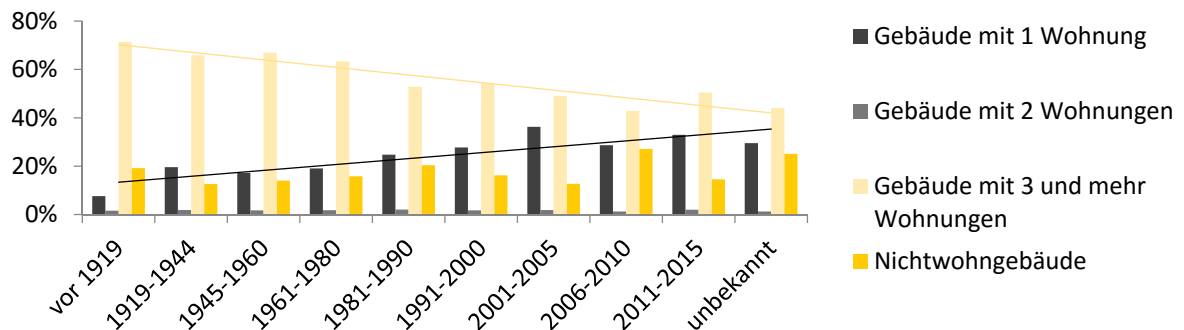
Die folgende Abbildung 2-6 zeigt die Verteilung der Wohngebäude mit ein bis zwei Wohnungen bzw. drei oder mehr Wohnungen:





**Abbildung 2-6: Anteile der Wohngebäude an allen Wohngebäuden je 250x250m Rasterfeld, eigene Darstellung [Statistik Austria GWR 2013, OGD Wien]**

Klar erkenntlich ist, dass sich Gebäude mit ein bis zwei Wohnungen in den Außenbezirken bzw. Gebäude mit drei oder mehr Wohnungen überwiegend in den Bezirken innerhalb des Gürtels befinden. Der zu beobachtende Trend der Ansiedlung von Einfamilien- bzw. Reihenhäusern im sogenannten Speckgürtel Wiens lässt sich u.a. aus dem Wunsch nach „Wohnen im Grünen“ als auch aus der Bodenpreisentwicklung ableiten. Die Lage der Mehrfamilienhäuser ergibt sich aus der historisch gewachsenen Struktur der Stadt, welche eine konzentrische Entwicklung ausgehend von der Innenstadt durchlief.



**Abbildung 2-7: Anteile der Gebäude nach Bauperiode und Wohnungsanzahl, eigene Darstellung [Statistik Austria GWR 2013]**

In dieser Abbildung sind deutlich zwei gegensätzliche Trends erkennbar. Einerseits steigt der Anteil an Gebäuden mit ein bis zwei Wohnungen stetig an, bis dieser ab 2006 wieder fällt bzw. stagniert. Andererseits fällt der Anteil an Gebäuden mit drei oder mehr Wohnungen konstant bis zum Jahr 2011. Der Anstieg der Einfamilienhäuser kann im eben genannten Wunsch nach „Wohnen im Grünen“ begründet liegen. Der gegenteilige Trend einer Abnahme des Anteils an Mehrfamilienhäusern kann durch das Bevölkerungswachstum begründet werden. Ab der Periode 2011-2015 steigt der Anteil an Mehrfamilienhäusern aufgrund einer hohen Wohnungsnachfrage, die durch steigende Bevölkerungszahlen bedingt ist, erneut.

Einfamilienhäuser sind für den Anschluss an ein Fernwärmenetz nur unter bestimmten Voraussetzungen geeignet. Die Wirtschaftlichkeit eines Anschlusses steigt mit der Erreichung einer hohen Wärmedichte, d.h. möglichst vielen Abnehmerinnen und Abnehmern in einem Gebiet, womit der Anschluss von Mehrfamilienhäusern aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoller ist als der Anschluss von Einfamilienhäusern. Die große Zahl an Gebäuden mit ein bis zwei Wohnungen in den Außenbezirken Wiens erschwert deshalb die flächendeckende Versorgung mit Fernwärme.

Umso wichtiger wird es, bei zukünftigen Stadtentwicklungsprojekten einerseits die Planung des Energieversorgungssystems rechtzeitig vorzunehmen und andererseits die Möglichkeiten einer Abwärmennutzung durch die Festlegung von geeigneten Bebauungsstrukturen zu steuern. Im folgenden Abschnitt werden deshalb Stadtentwicklungsgebiete, die in Wien geplant sind, erläutert.

#### 2.2.4 Bevölkerungsstatistik und Stadtentwicklungsgebiete

Besonders im Neubau ist es sinnvoll, Abwärmequellen zu identifizieren, da vor allem bei der Planung von Stadtentwicklungsgebieten die Möglichkeit besteht, durch Instrumente der Raumplanung steuernd einzugreifen, indem geeignete Standorte für relevante Abwärmepotenziale ausgewiesen werden. Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über die Bevölkerungsentwicklung, den Bedarf an neuen Wohnungen sowie die räumliche Verteilung der zukünftigen Stadtentwicklungsgebiete, in denen sich vermehrt Unternehmen, die Abwärme anbieten können, ansiedeln sollen.

Zu Beginn der 1950er-Jahre bis in die Mitte der 1970er-Jahre war Wien von einer relativ konstanten Bevölkerungsentwicklung geprägt. Bis zum Ende der 1980er-Jahre sank die Bevölkerungszahl infolge hoher Geburtendefizite und wachsender Überalterung. Mit Ausnahme einer Stagnationsphase Mitte der 1990er-Jahre ist Wien in den letzten beiden Jahrzehnten durch Zuwanderung aus dem Ausland stark gewachsen. Die folgende Abbildung zeigt die Bevölkerungsentwicklung inkl. einer Prognose bis zum Jahr 2044 [vgl. MA 23, Hrsg., 2014: 12f].

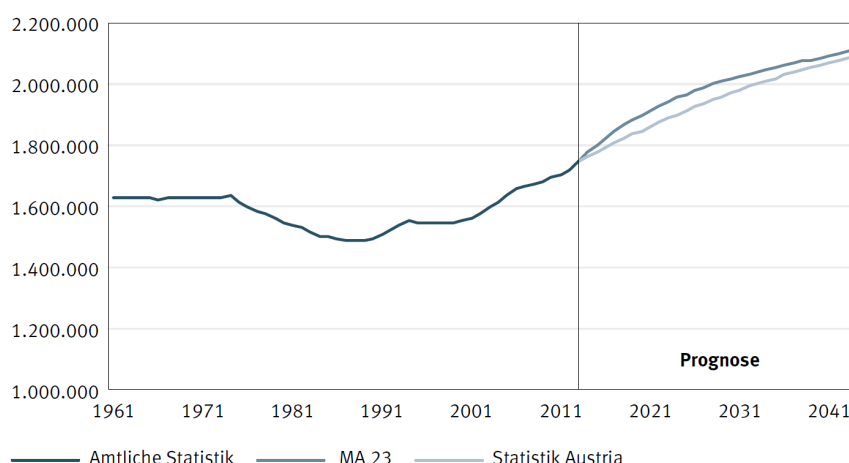


Abbildung 2-8: Bevölkerungsentwicklung Wiens 1961 bis 2013 und Prognose 2014 bis 2044 [MA 23, Hrsg., 2014: 13]

Mit knapp 1,8 Millionen Einwohnerinnen und Einwohnern im Jahr 2013 ist Wien die bevölkerungsreichste Stadt Österreichs. Wenn sich der demographische Trend in den nächsten Jahrzehnten fortsetzt, könnte die Bevölkerungszahl stark zunehmen, wie folgende

Prognoseergebnisse zeigen: Das Bevölkerungswachstum wird im kommenden Jahrzehnt rund 10% betragen. Somit würden im Jahr 2024 rund 1,952 Millionen Menschen in Wien leben, wobei der Bevölkerungsanstieg von 178.000 Personen zu 80% auf der Zuwanderung aus dem In- und Ausland und zu einem Fünftel auf der positiven Geburtenbilanz beruht. Im Jahr 2029 dürfte die 2-Millionen-Grenze erreicht werden [vgl. ebd.].

Die mit dem Bevölkerungszuwachs einhergehende Herausforderung besteht darin, Wohnraum für die neuen Einwohnerinnen und Einwohner zu schaffen. Laut Prognoseberechnung bedeutet dies, dass bis 2023 knapp 79.000 Neubauwohnungen für ca. 165.000 Einwohnerinnen und Einwohner geschaffen werden müssen. Ab 2024 bis zum Jahr 2033 sind weitere 65.000 für ca. 135.000 Einwohnerinnen und Einwohner notwendig [vgl. ebd: 100]. Im STEP 2025 ist die Errichtung von 120.000 neuen Wohnungen bis zum Jahr 2025 geplant, wobei diese zu 55% auf bekannten Potenzialflächen, zu 27% durch die Weiterentwicklung des Gebäudebestands, zu 10% durch eine geänderte Nutzung bestehender Gebäude und zu 8% durch die Bebauung bisher nicht für Bebauung vorgesehener Flächen errichtet werden sollen [vgl. MA 18, Hrsg., 2014: 35ff]. Laut Geschäftsführer der „Bauen und Wohnen Gesellschaft mbH“ (BUWOG) Andreas Holler würden viel zu wenig Wohnungen gebaut. Er rechnete vor, dass der Zuwachs im Jahr 2015 in Wien einen Bedarf von 21.600 Wohnungen für 2015 ergeben würde. Es wurden jedoch nur Widmungen für 12.000 Wohneinheiten und Baubewilligungen für 11.000 Wohneinheiten im Jahr 2015 beschlossen, weshalb sich eine immer größer werdende Angebotslücke ergebe [vgl. Standard, 2016: online].

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die größten Stadtentwicklungsgebiete, die bis zum Jahr 2025 bebaut werden sollen, inklusive dem erwarteten Wohnungsneubau je Gebiet:

Bezirk	Zielgebiet	Entwicklungsgebiet	ha	Wohnungen	Arbeitsplätze	Baubeginn - Bezugsfertig bis	Quellen
2	Donauraum Leopoldstadt	Viertel Zwei Plus	-	800	-	ab 2015 bis 2021	[1]
		Marina Tower	-	640	-	bis 2018	[2]
		Nordbahnhof	85	10000	10000	bis 2025	[3]
20		Nordwestbahnhof	44	5000	5000	ab 2017 bis 2025	[4]
3		Franzosengraben	59	2500	-	bis 2017/2018	[5] [6]
3		Aspanggründe		1.600-2.000	8000	bis 2019	[7]
10	Bereich Hauptbahnhof	Quartier Belvedere	25	135	20000	bis 2019	[8] [9]
		Sonnwendviertel	34	5000	-	bis 2020	[10]
10		Violapark	12	800	-	-	[6]
10		Rothneusiedl	-	in Planung	-	-	[11]
11		ehem. Hörbiger Ventilwerke	-	500	-	bis 2018	[12]
12		Wolfganggasse	-	800	-	ab 2018	[27]
15		Felberstraße	7	in Planung	-	-	[13]
19		Muthgasse	47	1000	-	-	[14]
21		Donaufeld	60	6000	-	ab 2018 bis 2025	[6]
21		Junges Wohnen Gaswerk Leopoldau	13,5	1000	-	ab 2015 bis 2018	[15]
21		Nördl. Heeresspital	2,5	900	-	-	[16]
21		Ödenburgerstraße	-	1500	-	-	[17]
21		Siemens-Gründe	-	1.000-1.200	-	-	[18]
22		Berresgasse	-	2.500-3.000	-	-	[19]
22		Am Heidjöchl	-	in Planung	-	-	[20]
22		Seestadt Aspern	240	10000	20000	bis 2025	[21]
22		Hausfeld	26	2900	-	-	[14]
22		OASE 22+	3	600	-	ab 2016	[27]
22		Kapellenweg	-	350	-	ab 2016	[27]
23		Gastgebegasse, Sargfabrik	-	900	-	-	[27]
23		Unilever-Gründe	-	800	-	-	[20] [22]
23	Liesing-Mitte	In der Wiesen Süd	9	700	-	-	[23] [24]
		In der Wiesen Ost	6	1200	-	-	[25]
		Atzgersdorf	7	1.500	-	-	[26]
<b>Summe</b>				<b>60.625</b>			

**Abbildung 2-9: Stadtentwicklungsgebiete in Wien, eigene Darstellung<sup>22</sup>**

Die Recherchen zeigen, dass rund 60.000 Wohnungen bis 2025 in den größten Stadtentwicklungsgebieten errichtet werden. Die dazugehörige Karte zeigt die Lage der Gebiete im Stadtraum.

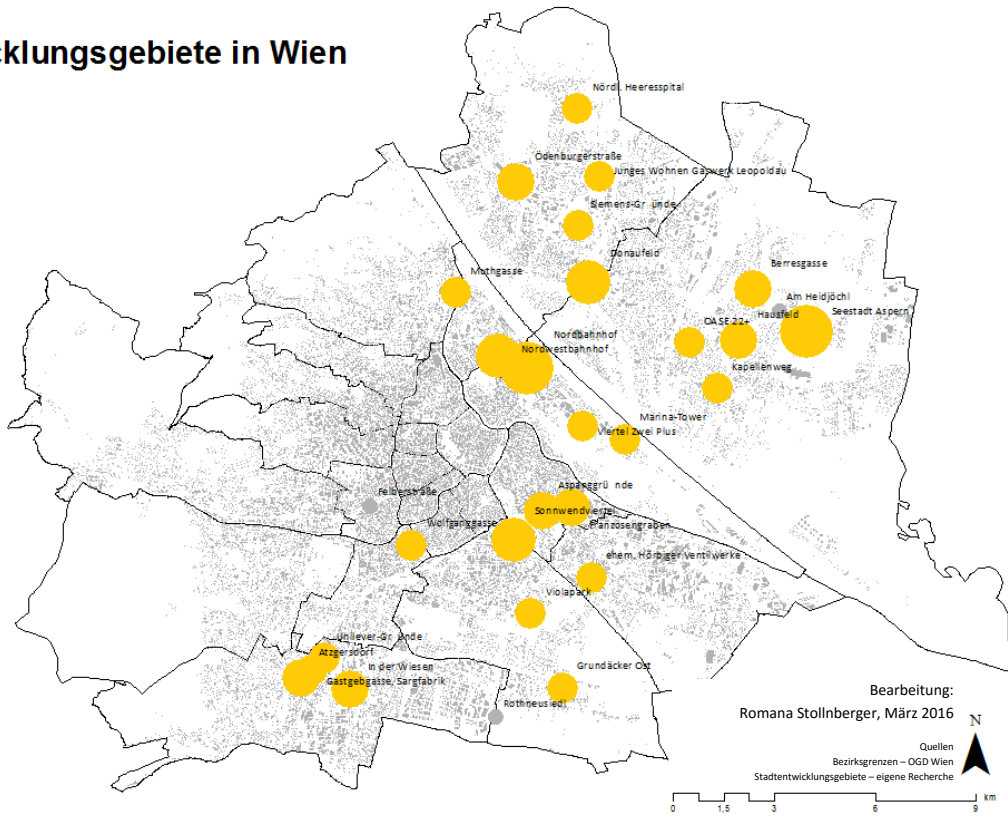
<sup>22</sup> Quellen: siehe Quellenverzeichnis

## Stadtentwicklungsgebiete in Wien

Anzahl der Wohnungen

- unbekannt
- < 1.000
- 1.001 - 3.000
- 3.001 - 6.000
- 6.001 - 10.000

- Bezirksgrenzen
- Gebäudebestand



Bearbeitung:  
Romana Stollnberger, März 2016

Quellen:  
Bezirksgrenzen – OGD Wien  
Stadtentwicklungsgebiete – eigene Recherche

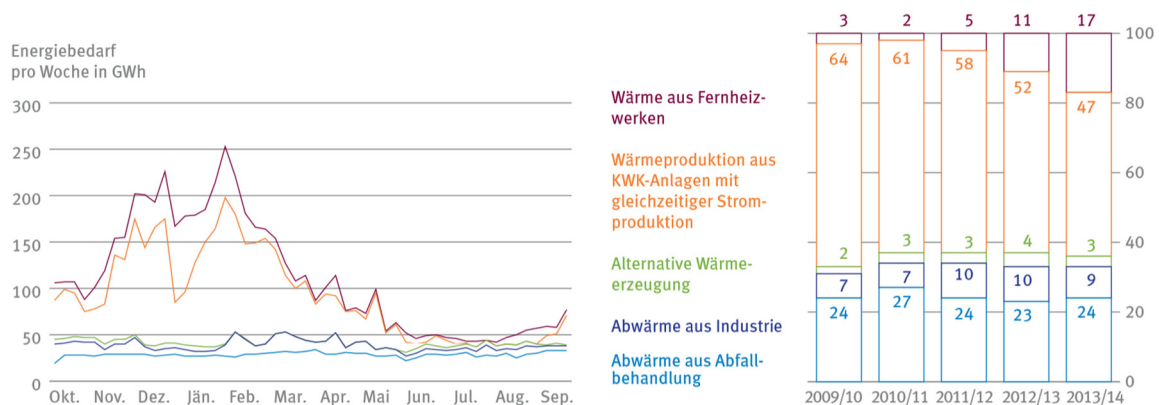
Abbildung 2-10: Stadtentwicklungsgebiete in Wien, eigene Darstellung

## 2.2.5 Fernwärme/-kälte Wien

Die „Wien Energie“ versorgt knapp 350.000 Haushalte – rund ein Drittel aller Wiener Haushalte – und mehr als 6.800 Großkundinnen und Großkunden mit umweltfreundlicher Wärme. Derzeit speisen 17 Erzeugungsanlagen an zwölf Standorten Heißwasser in das knapp 1.200 km lange Fernwärmenetz ein. Das Netz teilt sich in Primärleitungen, die Haupttransportleitungen und in Sekundärleitungen. Im rund 550 Kilometer langen Primärnetz werden große Wärmemengen bei hohem Druck und Temperaturen von max. 160 °C durch ganz Wien transportiert. In Übergabestationen wird das Heißwasser an die sekundären Netze übergeben und mit einer Temperatur von max. 90 °C und geringerem Druck zu den Kundinnen und Kunden geleitet. Dadurch kann die Wärmeverteilung in lokalen Gebieten mit kleineren, wesentlich günstigeren Leitungen erfolgen [vgl. Wien Energie 2015: 59 und Wiener Stadtwerke, 2015: online].

Rund zwei Drittel der Wiener Fernwärme kommen von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) und aus der Industrie. Die Grundlast – etwa ein Drittel – wird durch die Abwärme der Müllverbrennungsanlagen Flötzersteig (470 GWh Fernwärme), Spittelau (470 GWh Fernwärme und 40 GWh Strom), Simmeringer Haide (450 GWh Fernwärme und 50 GWh Strom) und Pfaffenau sowie dem Wald-Biomasse-Kraftwerk in Simmering bereitgestellt. Die Müllverbrennungsanlagen von „Wien Energie“ verwerten jährlich rund 900.000 Tonnen Abfall, Sondermüll und Klärschlamm. Die dabei gewonnene Wärmeenergie, rund 1.500 GWh pro Jahr, wird ganzjährig in das Fernwärmenetz eingespeist. Die restlichen ein bis fünf Prozent liefern fünf Fernheizwerke, die nur bei Bedarf zum Einsatz kommen [vgl. Wien Energie, 2016: online].

Wie in der nachfolgenden linken Grafik dargestellt ist, wird die Grundlast durch Abwärme aus den Müllverbrennungsanlagen bereitgestellt. Zur Spitzenlastabdeckung in den Wintermonaten liefern die Fernheizwerke die benötigten Energiemengen. In der rechten Grafik ist die Erzeugungsstruktur der Fernwärme abgebildet. Im Jahr 2013/2014 konnten 9% der Gesamterzeugung aus Abwärme aus der Industrie gewonnen werden.



**Abbildung 2-11: Deckung des Fernwärmebedarfs 2013/2014 nach Quellen und Erzeugungsstruktur in Prozent der Fernwärme Wien [Wien Energie 2015a: 7]**

„Wien Energie“ verfolgt das Ziel, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeproduktion bis 2030 von 21,4% im Jahr 2014 mittels Müllverbrennung, Geothermie etc. auf 42% zu erhöhen, was auch als Ziel in ihrer Energieeffizienzstrategie definiert ist. In der Stromerzeugung soll dieser

Anteil von 20,5% im Jahr 2014 auf 50% bis zum Jahr 2030 gesteigert werden. [vgl. *Wien Energie, 2015: 59 und Wien Energie, 2014: 2*]. Dieses Ziel ist auch im KLiP II verankert (s. Kapitel 2.2.1).

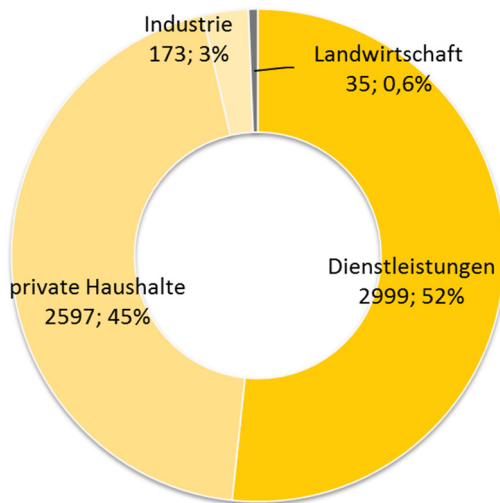


Abbildung 2-12: Fernwärme nach Sektoren im Jahr 2014 [GWh; %], eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015b]

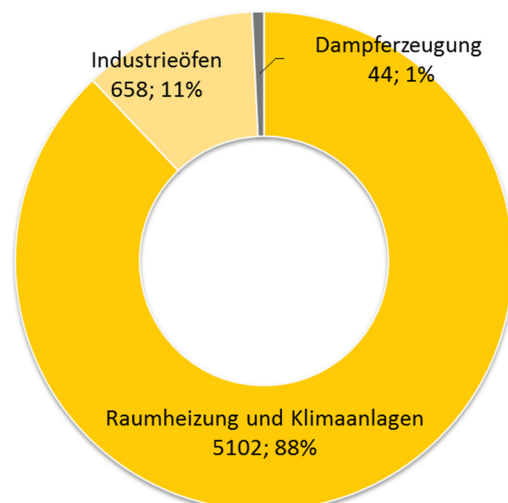


Abbildung 2-13: Fernwärme nach Verwendungszweck im Jahr 2014 [GWh; %], eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015a]

Insgesamt wurden durch die Fernwärme im Jahr 2014 5.804 GWh Wärme erzeugt, wobei rund die Hälfte der Fernwärme von öffentlichen und privaten Dienstleistungsunternehmen verwendet wurde, 45% von den privaten Haushalten und 3% von der Industrie. Die rechte Abbildung zeigt, dass der Großteil (88%) bei den Endverbraucherinnen und Endverbrauchern zur Raumheizung eingesetzt wird. Die restlichen Verwendungszwecke sind Industrieöfen sowie Dampferzeugung.

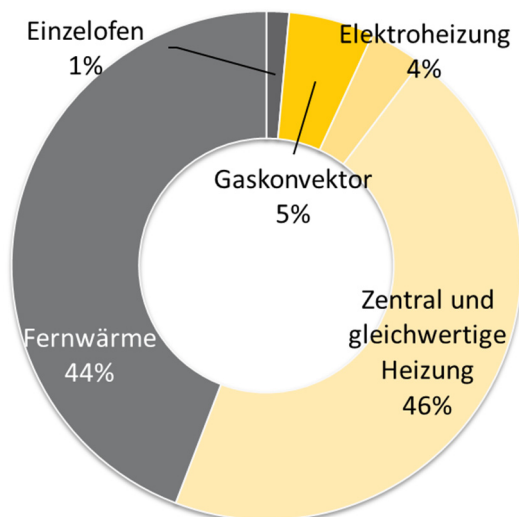


Abbildung 2-14: Anteil der verwendeten Heizungsart in Wien 2013/2014, eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015f]

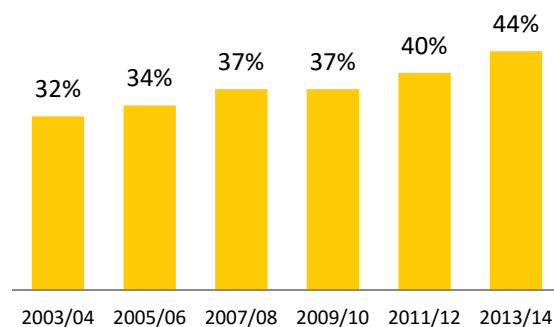


Abbildung 2-15: Anteil der fernwärmeversorgten Wohnungen in Wien von 2003-2014, eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015f]

2013/14 wurden etwas mehr Wohnungen mit zentral- oder gleichwertiger Heizung (46%) beheizt als mit Fernwärme (44%). 91% der zentralbeheizten Wohnungen verwenden Gas als Energieträger. Der Anteil an fernwärmeversorgten Wohnungen ist seit dem Jahr 2003 um knapp 48% gestiegen, sodass 2013/14 384.131 Wohnungen einen Fernwärmeanschluss hatten.

Um die Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz in Fernwärmenetzen zu gewährleisten, besteht ein zentrales Thema darin, **Netzverluste** bei der Übertragung und Verteilung so gering wie möglich zu halten. Diese hängen von den Netzlängen, von der Wärmedämmung der Rohre und von den Netztemperaturen ab. Die Siedlungsstruktur bzw. der Bebauungstyp eines an die Fernwärme angeschlossenen Gebietes beeinflusst die Netzlängen maßgeblich und hat somit einen wesentlichen Einflussfaktor auf die Wirtschaftlichkeit bzw. Effizienz des Fernwärmenetzes (s. Kapitel 4.1.1) [vgl. Wolff et al.: 20]. In Wien lagen die Netzverluste im Jahr 2014 bei 10,8% (s. Abbildung 2-16). Die Schwankungen werden insbesondere durch die schwankende Wärmeabnahme je Heizperiode ausgelöst.

2014	2013	2012	2011	2010
10,8%	7,4%	8,9%	9,6%	9,4%

Abbildung 2-16: Netzverluste Fernwärme Wien, eigene Darstellung [Wiener Stadtwerke 2015a: online]

Ein weiterer zentraler Faktor, der die Wirtschaftlichkeit von Fernwärmenetzen maßgeblich beeinflusst, ist der **Primärenergiefaktor**. Im Vergleich zu konventionellen Heizsystemen stellt Fernwärme, die überwiegend aus KWK-Anlagen und Müllverbrennungsanlagen stammt, eine wesentlich energieeffizientere Möglichkeit dar, Wärme bereitzustellen als mit Heizsystemen etwa auf Basis von Gas oder Öl. Der Primärenergiefaktor gibt an, wie viel Brennstoff insgesamt eingesetzt werden muss, um eine Einheit nutzbarer Energie bereitzustellen. Die Fernwärme Wien erfordert einen geringen Einsatz an Primärenergie, der Faktor liegt bei 0,33. Das bedeutet, dass der Einsatz von 0,33 MWh an fossilen Brennstoffen notwendig ist, um eine MWh Wärme bei der Kundin bzw. dem Kunden zur Verfügung zu stellen. Demgegenüber steht beispielsweise ein Faktor von 0,87 für eine Wärmepumpe, 1,46 bei einer Gasheizung und 1,54 bei einer Ölheizung [vgl. Wiener Stadtwerke, 2015b: online]. Dieser Primärenergievorteil wirkt sich auch auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Wie niedrig die **spezifischen Treibhausgasemissionen** der „Wien Energie“ bei Fernwärme sind, ist an der folgenden Abbildung erkennbar.

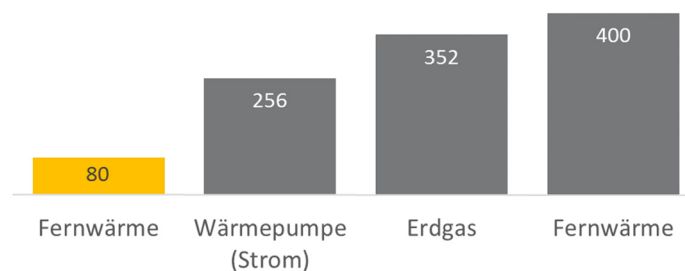


Abbildung 2-17: Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen der Heizungsarten [kg CO<sub>2</sub>/MWh], eigene Darstellung [FGW, 2011: 5]

Diese Zahlen verdeutlichen einmal mehr, dass die Fernwärme eine energieeffiziente Möglichkeit darstellt: v.a. in Ballungsräumen wie Wien, in denen eine hohe Siedlungsdichte gegeben ist, führt ihr weiterer Ausbau zu einer starken Entlastung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Ohne Fernwärme wären in Wien der Bedarf an Primärenergie um 42%, die Treibhausgasemissionen um 52% höher [vgl. OTS, 2015: online].

### Fernkälte

Der Bedarf an Kühlenergie für Büroflächen nimmt kontinuierlich zu und soll in Europa bis ca. 2030 etwa dem Bedarf an Heizenergie entsprechen. Die steigende Nachfrage nach Raumklimatisierung bringt sowohl technische als auch ökologische Probleme mit sich. Der hohe Stromverbrauch vieler Kühlsysteme führt demnach zu einem Anstieg der benötigten elektrischen Energie und höheren



Emissionen [vgl. *Energie-Bau, 2011: online und Wien Energie, Hrsg., n.b.: 4*]. Eine mögliche wirtschaftliche und umweltfreundliche Lösung ist deshalb Fernkälte, ein System, bei dem Kältemaschinen aus Wärme Kühlenergie erzeugen. Bei der Stromerzeugung und in den Müllverbrennungsanlagen entsteht Wärme als Nebenprodukt. Während der kalten Jahreszeit wird diese mit Hilfe der Kraft-Wärme-Kopplung als Fernwärme genutzt und dient zu Heizzwecken und Warmwassererzeugung. In den Sommermonaten wird nicht geheizt, die Abwärme entsteht aber trotzdem. Daher verwendet man diese vorhandene Abwärme für die Fernkälteproduktion [vgl. *Magistrat der Stadt Wien, 2013: 2*]. Bei „Wien Energie“ erfolgt die Erzeugung der Fernkälte zum größten Teil in Absorptionskältemaschinen. Diese Technologie wird demnach vorwiegend für die Erzeugung der Grundlast verwendet. Kompressionskältemaschinen stellen die häufigste Technologie dar und sind vergleichbar mit dem Kälteerzeugungssystem eines konventionellen Kühlschranks und benötigen Strom als Antriebsenergie. Diese Technologie wird in Wien demnach zur Abdeckung der Spitzenlast des Kältebedarfs verwendet [vgl. *Wien Energie, 2016a: online*]. Im Vergleich zu modernen Kompressionskältemaschinen verbrauchen Absorptionskältemaschinen lediglich ein Zehntel an fossilen Brennstoffen [vgl. *Wien Energie, Hrsg., n.b.: 10*]. Der Primärenergiefaktor von herkömmlicher Kälteerzeugung mit Strom liegt demnach bei 1,3 und bei einer Fernkältezentrale im Gebäude oder einem kleinen Gebiet bei 0,6 [vgl. *Wien Energie, 2016a: online*] (vgl. Kapitel 3.2.2). Derzeit (Stand 2015) stehen 100 MW Fernkälte zur Verfügung, bis 2020 ist ein Ausbau auf 200 MW geplant. Großkunden wie Krankenhäuser, der Hauptbahnhof und Bürogebäude sind an das Fernkältenetz angeschlossen, für private Haushalte steht die Infrastruktur noch nicht zur Verfügung [vgl. *Magistrat der Stadt Wien, 2013: 2; Wiener Stadtwerke 2015c: online*].

### Ausbaupotenzial der Fernwärme Wien

In der Studie „Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und effizienter Fernwärme- und Fernkälteversorgung“, die im Auftrag des BMWFW durch die TU Wien und Ecofys gemäß Artikel 14 der EU- Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU im Jahr 2015 erstellt wurde (vgl. Kapitel 2.1), ist der aktuelle Netzversorgungsgrad u.a. für die Wiener Fernwärme erhoben worden. Hierbei wird veranschaulicht, welcher Anteil des technisch möglichen Potenzials der mit Fernwärme zu versorgenden Gebiete bereits erschlossen ist.

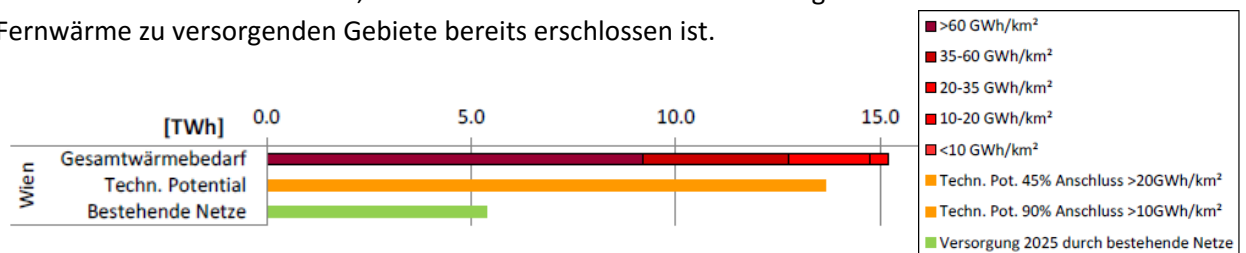


Abbildung 2-18: Netzversorgungsgrad Fernwärme Wien [Büchele et al., 2015: 43]

Der Gesamtwärmebedarf von Wien beträgt rund 15 TWh in einem Szenariozeitraum bis 2025. Als technisches Potenzial ist einerseits das Gesamtpotenzial angegeben, welches sich bei einem Fernwärmeausbau in allen Gebieten mit einer Wärmedichte größer 10 GWh/km<sup>2</sup> und einem Anschlussgrad von 90% ergibt, sowie ein reduziertes technisches Potenzial, das sich bei einem Ausbau aller Gebiete mit einer Wärmedichte größer 20 GWh/km<sup>2</sup> und einem Anschlussgrad von 45% ergibt. In dieser Abbildung ist erkennbar, dass das Potenzial der Fernwärmeversorgung im Jahr 2025 nur zu ca. 50% ausgeschöpft sein wird und somit die Netze noch ausgebaut werden könnten [vgl. *Büchele et al., 2015: 42*].

## 2.3 Stand der Forschung zur Abschätzung von Abwärmepotenzialen

Aktuell sind nur wenige Studien öffentlich verfügbar, die Ergebnisse und vor allem genaue Methoden und Berechnungsgrundlagen zur Abschätzung von Abwärmepotenzialen in der Industrie/im Gewerbe veröffentlichen. Gerade diese Information wäre hinsichtlich einer zukunftsorientierten Stadtentwicklung, die ein Zusammenspiel von Industrie- bzw. Gewerbestandorten und Wohngebieten ermöglichen soll, von höchster Priorität.

Einerseits gibt es Studien, die sich auf die Beschreibung von Abwärmetechnologien, die Erstellung von Vorgehensweisen bei der Abschätzung von Abwärmepotenzialen im eigenen Betrieb und die Aufzählung von Best-Practice-Beispielen konzentrieren. Andererseits gibt es Studien, die sich mit einer Potenzialabschätzung für ein bestimmtes Land oder Gebiet befassen. In Österreich wurden bisher in den Bundesländern Oberösterreich (2008) [Anschober, 2008], Tirol (2010) [Wassertirol, 2010], Wien (2008) [MA 27, Hrsg., 2008] und Steiermark (2012) [Schnitzer et al., 2012] landesweite Abwärmepotenzialerhebungen durchgeführt.

### Österreich 2015

Im Jahr 2015 wurde gemäß Artikel 14 sowie Anhängen VIII und IX der EU - Energieeffizienzrichtlinie (2012/27/EU) die Studie „Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und effizienter Fernwärme- und Fernkälteversorgung“ im Auftrag des BMWFW durch die TU Wien und Ecofys erstellt [Büchtele et al., 2015]. Dabei sind u.a. folgende Inhalte behandelt worden: regionalisierter Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser, Wärmebedarf relevanter Industriestandorte, technische Potenziale für die Fernwärmeversorgung, KWK-Einsatz, Abwärmennutzung, Geothermie, Solarthermie sowie Fernkälte und ökonomische Potenziale der genannten Technologien. Im Folgenden werden nur die analysierten Abwärmepotenziale im Detail betrachtet. Im Zuge der Studie wurden technische und ökonomische Potenziale für den Einsatz der industriellen KWK und für die mögliche Nutzung der Abwärme zur Versorgung von Fernwärmegebieten ermittelt. Das technische Potenzial für Abwärmeauskopplung zur Einspeisung in Wärmenetze wurde für die Temperaturbereiche >100°C und <100°C (Nutzung in Kombination mit Wärmepumpen oder in Niedertemperaturnetzen), (s. Kapitel 3.2) ermittelt. Das technische Potenzial mit einer Temperatur über 100°C wurde auf fast 3 TWh geschätzt, unter 100°C liegt das Potenzial bei rund 8,5 TWh, wobei angemerkt wird, dass die Ergebnisse teilweise auf Hochrechnungen beruhen, die mit großen Unsicherheiten behaftet sind. Die Verteilung der Potenziale auf die industriellen Branchen ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

GWh/a	Potenzial >100°C	Potenzial <100°C	derzeit eingespeist
Metallherstellung und Verarbeitung	1.279	184	251
Chemische Industrie und Mineralölverarbeitung	707	3.826	905
Steine, Erden, Glas	415		22
Maschinen-, Stahlbau-, Fahrzeugindustrie	1	10	
Lebensmittelindustrie	0	11	
Papier- und Zellstoffindustrie	382	4.121	228
Holzverarbeitung	44	317	136
<b>Gesamt</b>	<b>2.828</b>	<b>8.469</b>	<b>1.542</b>

**Tabelle 2-2: Technisches Potenzial an Abwärme in der österreichischen Industrie nach Branchen bis zum Jahr 2025, eigene Darstellung [Büchtele et al., 2015: 57]**

Die Ergebnisse der Studie sind in einer interaktiven Karte unter [www.austrian-heatmap.gv.at](http://www.austrian-heatmap.gv.at) abrufbar.

### Österreich 2012

Im Jahr 2012 wurde von der Kommunalkredit Public Consulting (KPC) eine Abwärmepotenzialerhebung für Österreich durchgeführt. Nachdem die individuellen Daten der Studie dem Datenschutz unterliegen, werden nur mit expliziter Zustimmung der Befragten Daten an Dritte weitergegeben. Im Zuge der Erhebung wurden einerseits in einem Top-Down-Ansatz branchentypische Prozesse und deren Abwärmemengen analysiert und anhand bundesweiter Branchenenergieverbräuche ein technisch mögliches Abwärmepotenzial von 15.130 GWh berechnet. In einem Bottom-Up-Ansatz wurden 1.450 Unternehmen der 11 Branchen mit dem größten Anteil am Gesamtenergieverbrauch angeschrieben, wobei ca. 145 Unternehmen den Fragebogen retournierten und 175 Abwärmequellen meldeten, woraus sich eine Rücklaufquote von 10% ergibt.

Zusammenfassung Abwärmepotenziale	Freies Potenzial	Verplantes Potenzial	Summe
> 100°C	428	306	734
50-100°C	455	368	832
< 35°C	5.292	4	5.296
Summe (GWh/a)	6.175	678	6.862

Tabelle 2-3: Ergebnis der Abwärmepotenzialerhebung 2012 für Österreich (KPC, 2012; eigene Darstellung)

Das erhobene Potenzial von 6.862 GWh/a entspricht einem Anteil am gesamten Endenergiebedarf der österreichischen Industrie von rund 8%. Der mit Abstand größte Teil, ca. drei Viertel der Abwärmemengen fällt als Ab- und Kühlwasser bei Temperaturen von unter 35°C an. Mit dem erhobenen Potenzial können rund 70.000 Haushalte direkt beheizt und weitere 75.000 Haushalte an Nahwärmenetze mit Vorlauftemperaturen von 50-70°C angeschlossen werden. Die größten Abwärmemengen wurden zu 57% aus Papier- und Pappe erzeugender Industrie sowie zu 36% aus der metallergezeugenden Industrie berichtet. Geografisch gesehen fällt das größte Potenzial von 84% in Oberösterreich an. Signifikante Potenziale wurden auch in Tirol und Niederösterreich erhoben. Die verorteten Abwärmequellen und deren verfügbares Potenzial sind online auf einer Karte eingetragen: [www.waermetalas.at](http://www.waermetalas.at) [vgl. Umweltförderung, 2012: online und KPC, 2012: 41ff].

### Wien 2008

Im Zuge der Studie „Nutzung von Abwärmepotenzialen in Wien“, die 2008 durch Allplan GmbH im Auftrag der MA 27 „EU-Strategie und Wirtschaftsentwicklung“ erstellt wurde, wurden Best-Practice-Beispiele verschiedener Branchen in Wien vorgestellt, bei denen die Nutzung von Abwärme forciert wird oder bereits implementiert ist. Zur Bestimmung des Abwärmepotenzials in Wiener Betrieben wurde einerseits mittels Top-Down-Ansatz anhand von statistischen Daten und bereits durchgeführten, realisierbaren Abwärmemutzungsmöglichkeiten das Potenzial errechnet, andererseits mittels Bottom-Up-Ansatz über direkte Befragung relevanter Betriebe ein Abwärmepotenzial erhoben. Dabei wurden bei 20 Betrieben, die 16% des Erdgasverbrauchs der Sachgütererzeugung aufweisen deren Abwärmepotenziale analysiert. Das nutzbare

Abwärmepotenzial wird auf 52 bis 119 GWh oder 2-5% des Energiebedarfs der Sachgütererzeugung geschätzt [vgl. MA 27, Hrsg., 2008].

Branche	Firmenname	Nutzung der Abwärme	Verfügbares Abwärmepotenzial
Herstellung von Wasch-/Reinigungsmittel, Klebstoff	Henkel Austria	Wärme des Trocknungsprozesses wird über Wärmetauscher an Fernwärme Wien abgegeben	19.400 MWh pro Jahr
<b>Lagerei</b>	<b>Vereinigte Eisfabriken</b>	<b>interner Verbrauch für Gebäudeheizung, Großteil: Einspeisung ins Fernwärmenetz</b>	<b>13.400 MWh pro Jahr</b>
Fleischverarbeitung	Firma Trünkel	interne Abwärmenutzung der Verbundkälteanlage	217,7 MWh pro Jahr
Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schaltanlagen	Herz Armaturen GmbH	interne Nutzung der Abluft der Schmelzöfen, Abgabe der überschüssigen Wärme an benachbarten Produktionsbetrieb über Nahwärmekreislauf	366,7 MWh pro Jahr
<b>Fahrzeugbau</b>	<b>MAN Nutzfahrzeuge Österreich AG</b>	<b>Abwärme der Abgase der thermischen Nachverbrennung von Lösemitteldämpfen in Lackieranlagen bzw. Trocknungsräumen kann ins Fernwärmenetz eingespeist werden</b>	<b>2.353 MWh pro Jahr</b>
Fahrzeugbau	General Motors	firmeninterne Nutzung für Motorenvorwärmung	4.457,8 MWh pro Jahr
Wäscherei	Serviceeinheit Wäsche und Reinigung (SWR) - Wiener Krankenanstaltenverbund	Abwasserwärmetauscher zur Erwärmung des Frischwassers	Einsparung 1.700 MWh Dampf pro Jahr
Anm. <b>fett gedruckt</b> = noch nicht umgesetzt, Stand 2008			

Abbildung 2-19: Abwärmepotenziale in Wien, eigene Darstellung, Daten aus [MA 27, Hrsg., 2008]

### Zusammenfassung, Unterschiede und Erweiterungen zu dieser Arbeit

Jeder dieser Studien liegen unterschiedliche Grundlagendaten sowie Unterschiede in der Methodik zugrunde. Eine Herangehensweise ist es, die Ergebnisse von Befragungen einzelner Unternehmen auf die gesamte Branche hochzurechnen (Österreich 2012, Wien 2008). Eine weitere Methode ist die Betrachtung ausgewählter Unternehmen, ohne das Gesamtpotenzial einer Region/Stadt hochzurechnen.

In den Studien wurden großteils Abwärmepotenziale allein aus der Industrie abgeschätzt. Um einen Überblick über die Gesamtpotenziale in Wien zu erhalten und Empfehlungen auf städtischer Ebene zu geben, werden in dieser Diplomarbeit sowohl Industriebetriebe als auch produzierende Gewerbebetriebe untersucht. Die Details zur Auswahl werden in Kapitel 5 erläutert.

## 2.4 Herausforderungen einer nachhaltigen Energieversorgung bzw. Versorgung durch Wärmenetze

### 2.4.1 Wirtschaftlichkeit der Fernwärme

Die österreichische Fernwärmebranche ist durch die schwankenden Strom- und fossilen Brennstoffpreise mit erheblichen Herausforderungen konfrontiert. Insbesondere gasbefeuerte Kraftwerke mit Kraftwärme-Kopplung produzieren Fernwärme aufgrund der gegenwärtigen niedrigen Strompreise und hohen Gaspreise viel zu teuer. In den Kraftwerken wird Erdgas verbrannt und so gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt. Erdgas ist im Vergleich zu anderen fossilen Energieträgern wie Öl und Kohle zwar sauberer, jedoch wesentlich teurer [vgl. *BMVIT, 2015: online*]. Nach einem Artikel von Günther Strobl im Standard von Februar 2015 sei es sogar häufig günstiger, Strom etwa aus Deutschland zuzukaufen, als diesen selbst zu produzieren. Da die Wärmeversorgung vieler Wiener Haushalte von der Abwärme der KWK-Anlagen abhängt, muss Strom produziert werden, auch wenn es sich nicht lohnt [vgl. *Standard, 2015: online*]. Anhand der Statistik zur Wärmeerzeugung der „Wien Energie“ kann bereits eine absolute Reduktion der Wärme, die aus KWK-Anlagen stammt, von 10,6% von 2013 auf 2014 festgestellt werden. Der Anteil der Wärme aus KWK-Anlagen an der gesamten Wärmeerzeugung lag im Jahr 2012 noch bei 55,4% und reduzierte sich im Jahr 2013 auf 48,7% bzw. erhöhte sich im Jahr 2014 wieder auf 49,6% [vgl. *Wien Energie, 2015: 59*].

Dazu erläutert Frau Dr. Brigitte Bach, Head of Energy Department des AIT, dass internationale Studien zeigen, dass Wärmenetze langfristig eine wirtschaftliche Möglichkeit für eine nachhaltige Wärmeversorgung dicht besiedelter Gebiete sind. Dazu bedarf es jedoch Systemänderungen wie z.B. einer wesentlichen Reduktion der Temperaturniveaus, damit auch die Einspeisung von Niedertemperaturabwärme wirtschaftlich erfolgen kann [vgl. *Klima- und Energiefonds, Hrsg., n.b.: 8*].

Als weitere Herausforderung für die zukünftige Versorgung mit Fernwärme kann der sinkende Wärmebedarf im Neubau aufgrund energieeffizienter Bauweisen genannt werden. Fernwärmenetze, die mit typischen Temperaturen von 90°C bis zu 160°C betrieben werden [vgl. *Wiener Stadtwerke, 2015: online*], sind für die Abdeckung des geringen Heizwärmebedarfs in Passiv- und Niedrigenergiehäusern oft unwirtschaftlich. Die Netzwärmeverluste und die Investitionskosten sind im Vergleich zur verbrauchten Wärme zu hoch [vgl. *Schmidt, 2015*]. Deshalb ist der aktuelle Trend der „**kalten Fernwärme**“ eine vielversprechende Alternative für die Zukunft. Anstatt mit heißem Wasser wird die Kundin bzw. der Kunde über das Netz mit relativ kühlem Wasser von etwa 40°C versorgt, wodurch die Wärmeverluste minimiert werden. Die für die Warmwasserbereitung benötigte Temperatur von 55°C wird mittels Wärmepumpe angehoben. Dabei besteht die Möglichkeit, den Rücklauf in bestehende Fernwärmenetze zu nutzen, um weitere Abnehmerinnen und Abnehmer zu versorgen. Der Einsatz niedriger Temperaturen ermöglicht außerdem eine vereinfachte Einspeisung industriell-gewerblicher Abwärmepotenziale, die zu einem großen Teil auf niedrigen Temperaturen anfallen [vgl. *Salzburger Nachrichten, 2013: online und Schmidt, 2015*].

---

## 2.4.2 Dezentrale Energieerzeugung und –versorgung als Strategie der Wien Energie

Angesichts der gegenwärtigen Marktsituation muss die Frage nach Alternativen zur Einspeisung in das Wiener Fernwärmenetz gestellt werden. Die ehemalige Geschäftsführerin von „Wien Energie“ (bis Februar 2016) hat in einem Interview die zukünftige Entwicklung des Unternehmens angesprochen: „Wir wollen in der Fernwärmeproduktion nicht mehr so stark von KWK-Anlagen abhängig sein.“ Anstatt die Wärme durch die ganze Stadt zu leiten, soll sie lokal erzeugt und verbraucht werden. In Zukunft wird deshalb vermehrt auf Wärmepumpen, kleinere Heizwerke und Solarthermie in Einkaufszentren, Bahnhöfen, Krankenhäusern sowie in Wohnbauten gesetzt [vgl. Wirtschaftsblatt, 2015: online].

Herr DI Rapottnig der „Wien Energie“ erklärt in einem Energiegespräch mit dem Titel „Fernwärme als Schlüssel zur Wärmewende oder Sackgasse?“, dass die Strategie der „Wien Energie“ in der Diversifizierung der Energieproduktion, insbesondere im Ausbau erneuerbarer Energiequellen wie Geothermie, Wärmepumpen oder der Nutzung von Abwärme liegt und es nicht mehr eine große Lösung geben wird, sondern eine Vielzahl an Lösungen [vgl. Rapottnig, 2016: 7]

Wie auch im STEP 2025 festgelegt ist, sollen in Zukunft „möglichst hohe Grade der Vor-Ort-Energieversorgung“ durch die Nutzung von erneuerbaren Energien und Abwärme in neuen Stadtteilen erreicht werden [vgl. MA 18, Hrsg., 2014: 57]. Herr Mag. Vogl, der Leiter der MA 20, spricht in einem veröffentlichten Interview davon, dass sich das „neue Gas“ für die Gebäude aus einem Mix aus Abwärme, solarer Energienutzung, Umgebungswärme, Geothermie und Ökostrom aus der Region zusammensetzt, wobei das bestehende Fernwärmesystem einen wichtigen Teil dieser Wärmeversorgung darstellt. Als Antwort auf die Frage, was die größten Veränderungen in der Wärmeversorgung von Städten sein werden, gibt Herr Mag. Vogl an, dass der Standard der Gebäude bereits sehr hoch ist, sie haben bei guter Planung extrem wenig Energiebedarf. Deshalb können Energien, die vor Ort vorhanden sind, einen bedeutenden Teil der Wärme bereitstellen und niedrige Temperaturen zur Wärmeversorgung nutzen [vgl. MA 20, Hrsg., 2015: 12ff].

Ein Beispiel, das als Anreiz für weitere Projekte gelten kann, ist das Abwärmeprojekt des Süßwarenherstellers Manner in Wien, das Anfang des Jahres 2016 mit dem Titel „Süße Wärme“ vorgestellt wurde. Im Zuge eines Ausbaus des Unternehmens das mit einer Investition von 40 Millionen Euro die Flächen für die Produktion um ein Drittel erweitert, wird auch das Energiesystem effizienter gestaltet. Ab Herbst 2016 wird die Abwärme aus dem Backprozess in einen lokalen Fernwärmeast mit einer Länge von 3,5 km eingespeist und somit 600 Haushalte und Betriebe in der Nachbarschaft mit Fernwärme versorgt. Die Leistung beträgt 1 MW, 5.600 MWh Abwärme werden eingespeist [vgl. Wien Energie, 2016b: online]. In der folgenden Abbildung ist die zukünftige Versorgungsstruktur schematisch abgebildet.



Abbildung 2-20: Einspeisung von Manner ins Fernwärmenetz [Wien Energie, 2016b: online]

Nachdem die Einspeisung in das vorhandene Sekundärnetz erfolgt, können die Kundinnen und Kunden bei einem Betriebsausfall (z.B. aufgrund von Betriebsurlaub, unerwarteten Ausfällen etc.) weiterhin über das Primärnetz versorgt werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sowohl von der technischen bzw. wirtschaftlichen Machbarkeit als auch in Hinblick auf die Motivation, neue Energiequellen zu erschließen, seitens der MA 20 als Interessensvertretung der politischen Handlungsträgerinnen und Handlungsträger vielfältige Herausforderungen bestehen, die es gemeinsam zu lösen gilt.

---

## 3 Wärme- und Abwärmenutzung

Das Ziel von Abwärmenutzungstechnologien ist die Verwendung bisher ungenutzter Energie von Abwärmeströmen zur Steigerung der Effizienz durch Erhöhung des Wirkungsgrades technischer Anlagen. Wärmeverluste treten auf, wenn aus einem Energieträger (Gas, Öl, Strom, ...) Nutzwärme gewonnen oder mechanische Arbeit verrichtet wird. Diese Wärmeverluste werden als Abwärme bezeichnet und entstehen bei fast jedem thermischen oder mechanischen Prozess, weshalb auch viele Abwärmequellen identifiziert werden können. Die Abwärme aus Produktionsmaschinen oder -anlagen, die Verlustwärme an die Umgebung abstrahlen, kann ebenso genutzt werden wie Abwärme aus Verbrennungsprozessen in Öfen, Abwärme von Abwässern aus Wasch-, Färbe- oder Kühlungsprozessen, Abwärme aus Druckluft, Kühl-, Klimaanlage und Motoren bis hin zur Abluft, die in Produktionshallen anfällt [vgl. SAENA, 2012: 6; Dena, 2014: 4].

Bei der Abwärmenutzung sind folgende Parameter für eine effiziente Abwärmenutzung von Bedeutung [vgl. MA 27, Hrsg: 6f]:

- Abwärmemedium (z.B. Wasser, Abluft etc.)
- Massenstrom des Abwärmemediums (z.B. in kg/h, m<sup>3</sup>/h etc.)
- Temperatur des Abwärmemediums

Anhand dieser Parameter kann die Wärmemenge der Abwärmequelle ermittelt werden. In weiterer Folge ist es notwendig, die Nutzbarkeit der Abwärmequelle zu klären. Die passende Abwärmenutzungstechnologie muss gewählt und das Vorhaben aus wirtschaftlicher Sicht bewertet werden. Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über die genannten Parameter.

### 3.1 Unterscheidungsmerkmale der Abwärme

#### Art der Nutzung

Grundsätzlich kann zwischen vier Arten der Abwärmenutzung unterschieden werden [vgl. Dena, 2014]:

- Anlagen- bzw. prozessinterne Nutzung (Wärmerückgewinnung): Oft ist es die konstruktiv einfachste und kostengünstigste Variante, Abwärme direkt zu nutzen. Die Abwärme kann im selben Prozess bzw. in derselben Anlage weiterverwendet werden. (z.B. Verbrennungsluftvorwärmung oder Vorwärmung und/oder Trocknung der Ausgangsstoffe [vgl. SAENA, 2010: 6]).
- Betriebsinterne Nutzung: Wenn eine direkte anlagen- bzw. prozessinterne Nutzung nicht möglich ist, sollte die Abwärme in anderen Prozessen oder zur Raumheizung oder Warmwasserbereitung genutzt werden.
- Umwandlung in andere Nutzenergieformen: Abwärme kann auch in Kälte oder Strom umgewandelt werden.
- Externe Nutzung: Die Abgabe der Abwärme an Dritte stellt eine weitere Nutzungsmöglichkeit dar. Dabei kann die Abwärme an benachbarte Unternehmen abgegeben, in ein Wärmenetz eingespeist oder zur Wärmebedarfsdeckung von privaten Haushalten und öffentlichen Unternehmen genutzt werden.



Da die Abwärme sowohl wirtschaftlich als auch technisch effektiv genutzt werden sollte, ist auf folgende Vorgehensweise zu achten [vgl. SAENA, 2012: 6]:



Abbildung 3-1: hierarchischer Prozess der Abwärmenutzung, eigene Darstellung

### Abwärmemedium

Abwärme ist entweder an bestimmte Medien gebunden oder wird diffus über die Oberfläche der Abwärmequelle abgegeben [vgl. ebd.]. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die relevantesten Wärmemedien.

Wärmemedium	Vorteile	Nachteile
Wasserdampf (Heiß, Satt- oder Nassdampf)	gut zu erfassen, ohne Umwandlung transportierbar	hohe Anforderungen an Sicherheitstechnik
Heiß- und Warmwasser	ideal zu erfassen, ohne Umwandlung transportierbar	nutzbare Energiemenge hängt von der erreichbaren Temperaturdifferenz ab (Warmwasser)
Rauchgas	hohes Temperaturniveau	kostenintensive Wärmeaufnahme, Umwandlung notwendig
Luft	relativ einfache Form der Wärmerückgewinnung	niedriges Temperaturniveau

Tabelle 3-1: Übersicht Wärmemedien [vgl. KPC, 2012: 16; Brandstätter, 2008: 12f]

Die Nutzung von Abwärme aus flüssigen Medien ist aufgrund des besseren Wärmeübergangs an die Wärmeübertragungsflächen mit geringerem baulichen Aufwand möglich als die Abwärmenutzung von gasförmigen Medien [vgl. ebd.].

### Branchen und deren prozessbedingte Temperaturniveaus

Der Prozesswärmebedarf einzelner Produktionsprozesse aus unterschiedlichen Industriebranchen unterscheidet sich wesentlich voneinander. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Temperaturniveaus verschiedener Branchen.

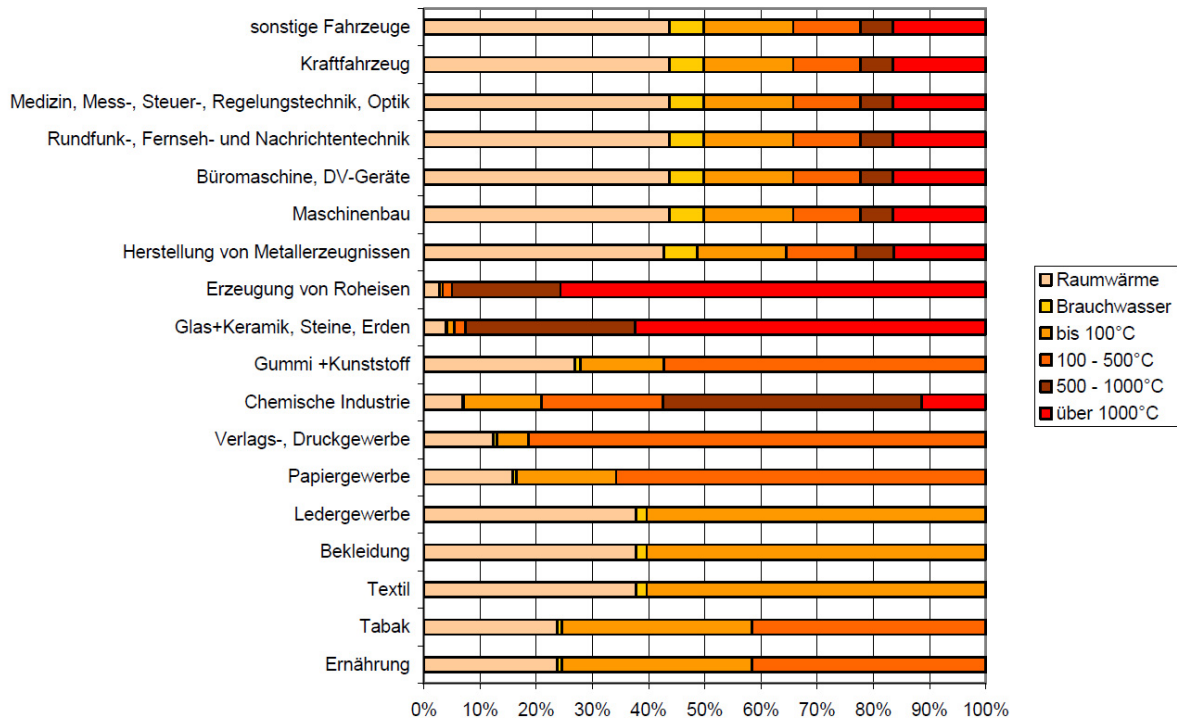


Abbildung 3-2: Verteilung des Wärmebedarfs nach Temperaturniveau und Industriebranchen in der deutschen Industrie 2001 [Pehnt et al., 2010: 7]

Aufgrund hoher Temperaturanforderungen und typischer Anlagengrößen ist vor allem in den Branchen Metallerzeugung und –bearbeitung (Gießereien, Härtereien), Verarbeitung von Steinen, Glas, Keramik und Zement, sowie in der Chemie- und Papierindustrie ein hohes Potenzial an extern nutzbarer Abwärme zu erwarten [vgl. KPC, 2012: 15].

Um einen Überblick der unterschiedlichen Temperaturbandbreiten zu bekommen, zeigt die nachfolgende Tabelle die benötigten Temperaturen in ausgewählten Prozessen.

Branche	Prozess	Temperatur [°C]	Branche	Prozess	Temperatur [°C]	
Lebensmittel-industrie	Trocknen	30-90	Chemieindustrie	Kochen	95-105	
	Waschen	40-80		Destillieren	110-300	
	Pasteurisieren	80-110		Diverse chemische Prozesse	120-180	
	Brauerei	Kochen	95-105	Holzindustrie	Trocknen	50-100
		Sterilisieren	140-150		Pressen	125-175
	Zellstoff- und Papierindustrie	Wärmebehandlung	40-60	Dämpfen	120	
		Backen	150-250	Kochen	100	
Kochen		100	Eindicken	130		
Textilindustrie	Sterilisieren	120	Papier Trocknung	100		
	Waschen	40-80	Fahrzeugbau	Lack trocknen	200	
	Bleichen	60-100	Maschinenbau	Lack trocknen	120	
	Färben	100-160	Gießerei	Schmelzen	1000-1600	
	Trocknen	100	Kunststoff-verarbeitung	Verarbeitung verschiedener Kunststoffe	100-300	

Tabelle 3-2: Prozesstemperaturen nach Industriebranchen [Wietschel et al., 2010; Blesl et al., 2009]

## 3.2 Technologien der Abwärmenutzung

Hier wird zwischen direkter und indirekter Nutzung unterschieden. Die direkte Einspeisung in ein Wärmenetz stellt die effizienteste Möglichkeit zur Abwärmenutzung dar, wobei die Voraussetzungen eines Temperaturniveaus von 60-90°C und einer entsprechenden Anzahl von Abnehmern in unmittelbarer Nähe erfüllt sein müssen. Unter indirekter Nutzung versteht man die Anhebung von Wärme auf geringerem Temperaturniveau (unter 50°C - Niedertemperaturabwärme) mittels Wärmepumpen und deren Auskopplung in ein Wärmenetz [vgl. KPC, 2012: 17ff].

Im Folgenden wird ein genereller Überblick über verschiedene Technologien und Anlagen zur Gewinnung, Speicherung und Umwandlung von Abwärme gegeben, wobei die Nutzungsmöglichkeiten im Bereich der Wärme-, Kälte- und Strombereitstellung dargestellt werden.

### 3.2.1 Wärmeauskopplung mit Wärmetauschern

Abwärme wird in der Regel mittels Wärmetauschern einem wärmeführenden Stoffstrom (Gas, Flüssigkeit oder Feststoff) entnommen. Dabei haben diese die Aufgabe, Wärme von einem warmen Medium auf ein kälteres zu übertragen, indem das wärmere Medium seine Energie an eine Wärmeübertragungsfläche abgibt, die sie aufnimmt und wieder an ein kälteres Medium abgibt. Je größer die Fläche des Wärmetauschers ist (wird von Bauform und Größe bestimmt), desto größer ist auch der Wärmestrom und somit der Wirkungsgrad des Wärmetauschers. Angepasst an verschiedene Prozesse (Temperaturniveau, Leistung, Wärmemedium) haben sich vielfältige Formen von Wärmetauschern entwickelt, wie beispielsweise Rotationswärmetauscher, Lamellen- oder Plattenwärmetauscher. Ein Abgaswärmetauscher kann z.B. heißen Abgasen ihre Wärmeenergie entziehen, um Speisewasser, Brauchwasser oder Verbrennungsluft vorzuwärmen [vgl. Pehnt et al. 2010: 8; Dena, 2014: 10; SAENA, 2012: 20-25].

### 3.2.2 Wärmepumpen und Kältemaschinen

Diese beiden Technologien werden gemeinsam betrachtet, weil sie auf demselben Prinzip basieren: Wärme wird auf geringem Druck- und Temperaturniveau aufgenommen und unter Aufwendung von Arbeit, d.h. unter Zufuhr von höherwertiger Energie wie etwa Strom oder Gas, auf einem höheren Druck- und Temperaturniveau wieder abgegeben. Die Art der Nutzung wird anhand der Begriffe beschrieben. Wärmepumpe bezeichnet die Nutzung der warmen Seite, Kältemaschine die der kalten [vgl. Blesl & Kessler, 2013: 121].

Im Wesentlichen kann zwischen drei Arten von Wärmepumpen bzw. Kältemaschinen unterschieden werden: Kompressionswärmepumpen/-kältemaschinen, Absorptions- und Adsorptionswärmepumpen/-kältemaschinen.

Neben Umgebungsluft (Erdreich, Luft, Wasser) können Wärmepumpen auch industrielle Prozessabwärme nutzen, wobei eine besonders effiziente Anwendung bei gleichzeitig auftretendem Bedarf von Wärme und Kälte vorliegt, weil sowohl an die warme als auch die kalte Seite des Systems Nutzerkreisläufe angeschlossen sind [vgl. ebd.]. Wenn die Wärme von einem geringeren auf ein höheres Temperaturniveau angehoben wird, kann die Wärmepumpe zum

---

Heizen verwendet werden. Wenn einer Wärmequelle mit niedrigem Temperaturniveau die Wärme entzogen wird, kann sie auch zum Kühlen verwendet werden [vgl. SAENA, 2012: 37].

Die Effizienz einer Wärmepumpe wird durch die Leistungszahl (engl. Coefficient of Performance – COP) angegeben, die das Verhältnis zwischen Nutzen zu Aufwand beschreibt, also momentaner Heizleistung zu momentan aufgewendeter, elektrischer Leistung. Die Jahresarbeitszahl (engl. Seasonal Performance Factor – SPF) beschreibt das Verhältnis zwischen Nutzen und Aufwand über ein Jahr, d.h. das Verhältnis der in einem Jahr gelieferten Wärme zu der in einem Jahr benötigten Antriebsenergie. Demnach kann man den COP mit dem Normverbrauch eines Autos vergleichen, die JAZ entspricht hingegen dem tatsächlichen Verbrauch während der Nutzung [vgl. MA 20, Hrsg., 2014a: 16f].

Abwärme mit einer Temperatur von unter 50°C kann weder direkt in ein Wärmenetz eingespeist werden noch zur Kälteproduktion verwendet oder in Strom umgewandelt werden [vgl. Amt der OÖ Landesregierung, Hrsg., 2008: 28]. Mittels Wärmepumpen kann diese Niedertemperatur-Abwärme, die kein ausreichendes Temperaturniveau hat, um sie direkt zu nutzen, nutzbar gemacht werden. Die Wärmepumpe hebt die Temperatur von einem niedrigen Temperaturniveau mithilfe zugeführter Antriebsenergie auf ein höheres Temperaturniveau an. Bei Sorptionswärmepumpen (Absorptions-/Adsorptionswärmepumpen) wird die nötige Antriebsenergie zur Verdichtung in Form von Wärme, bei Kompressionswärmepumpen in Form von Strom zugeführt [vgl. SAENA, 2012: 37]. Während Kompressionswärmepumpen in Hinblick auf Abwärmenutzung hauptsächlich zur Bereitstellung von Wärme genutzt werden, können Sorptionswärmepumpen auch zu Kältebereitstellung eingesetzt werden.

Für die Effizienz einer Wärmepumpe ist die Temperaturdifferenz zwischen Wärmequelle und Heizung ausschlaggebend. Je geringer diese Differenz ist, desto höhere Leistungszahlen sind möglich. Wärmepumpen ab einer Leistungszahl von ca. 3,5 können demnach wirtschaftlich betrieben werden [vgl. SAENA, 2012: 38]. Nachdem Abwärme auf einem bereits deutlich höheren Temperaturniveau anfällt als übliche Wärmequellen für Wärmepumpen wie Erdreich, Wasser oder Luft, ist die Energie, die zur Anhebung auf ein höheres Temperaturniveau gebraucht wird, deutlich niedriger, wodurch die Nutzung von Wärmepumpen im industriellen Bereich interessant wird. Dabei kann ein COP von über 4 bei 30°C und über 5 bei 45°C erreicht werden [vgl. Pehnt et al. 2010: 12; SAENA, 2012: 38]. Mit standardmäßigen Wärmepumpen kann die Temperatur einer Abwärmequelle um 40-50°C angehoben werden [vgl. SAENA, 2012: 38].

Zur **Nutzung von Abwärme für den Betrieb von Kälteanlagen** eignen sich thermisch betriebene Sorptionskältemaschinen, bei denen die überschüssige Abwärme einerseits aus der Stromproduktion in KWK-Anlagen und andererseits aus Industrieanlagen verwendet werden kann. Nachdem diese Abwärme in der Regel über das Jahr konstant verteilt verfügbar ist und im Sommer nicht zu Heizzwecken verwendet wird, stellt die Umwandlung von Abwärme in Kälte eine effiziente Lösung zur Nutzung von Abwärme dar [vgl. Amt der OÖ Landesregierung, Hrsg., 2008: 24]. Um aus Wärme Kälte zu erzeugen, sind bei Absorptionskältemaschinen Abwärmemetemperaturen von etwa 80°C–160°C erforderlich, die typischen Antriebstemperaturen von Adsorptionskältemaschinen liegen bei 60°C–95°C [vgl. Dena, 2014: 12].

### 3.2.3 Wärmespeicher

Wenn sich Wärmebedarf und Wärmangebot zeitlich nicht decken, ist der Einsatz von Wärmespeichern notwendig. Während die Wärme für die betriebsinterne Abwärmenutzung meist nur Stunden oder Tage gespeichert werden muss, ist es vor allem für die Gebäudeheizung interessant, große Speicher zu nutzen, die den Energiebedarf einiger Tage bzw. Wochen bis hin zu Monaten speichern können [vgl. SAENA, 2012: 26]. Grundsätzlich kann zwischen drei Typen von Wärmespeichern unterschieden werden [vgl. ebd: 26; MA 27, Hrsg., 2008: 10f]: **Sensible Speicher** ändern beim Be- und Entladen ihre fühlbare Temperatur. Die Wärme wird demnach einem Speichermedium zugeführt, das in der Folge seine Temperatur verändert. Die Speicherkapazität ist abhängig von der Wärmekapazität und Masse des Speichermediums sowie von der nutzbaren Temperaturdifferenz. Dieses Prinzip wird am häufigsten für die Wärmeversorgung von Gebäuden verwendet. Als Beispiel können hier Erdsonden-Wärmespeicher genannt werden, die theoretisch bis auf 80°C erwärmt werden können und die die Wärme über Wochen und Monate im Untergrund zu speichern in der Lage sind. Bei der Speicherung als **latente Wärme** in Latentwärmespeichern ändert sich der Aggregatzustand des Speicherstoffs meist von „flüssig zu fest“. Die Speicherkapazität ist somit von der notwendigen Energie zur Zustandsänderung abhängig. Weitere Möglichkeiten, Wärme zu speichern, stellen **thermochemische Speicher** bzw. **mobile Wärmespeicher** dar. Letztere sind vor allem sinnvoll, wenn die Abwärme aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen weder betriebsintern genutzt noch in ein Wärmenetz ausgekoppelt werden kann. In diesem Fall kann ein mit Abwärme geladener Wärmespeicher (z.B. Container auf einem LKW) zu einem Wärmeverbraucher transportiert werden. Bei einer Beladungstemperatur von 65–90 °C können ca. 2,5 MWh pro Container transportiert werden, wobei die Wärme mit 40-52°C entladen werden kann. Die Wärmeverluste liegen bei 0,5% pro Tag [vgl. SAENA, 2012: 34].

### 3.2.4 Stromproduktion aus Abwärme

Wenn Abwärme auf hohem Temperaturniveau anfällt, kann die Erzeugung von Strom eine sinnvolle Möglichkeit darstellen. Als Technologien zur Stromerzeugung aus Abwärme gelten der Stirlingmotor, die Dampfturbine und der Organic Rankine Cycle (ORC)-Prozess. Die effizienteste Technologie wird durch das Temperaturniveau der Abwärme bestimmt [vgl. SAENA, 2012: 41]. Bei Abwärmertemperaturen ab 350°C gelten Dampfprozesse als effizienteste Lösung zur Verstromung von Abwärme. Im Vergleich dazu kann beim ORC-Prozess Abwärme mit niedrigeren Temperaturen ab 75°C genutzt werden [vgl. Dena, 13f].

---

### 3.3 Voraussetzungen und Barrieren einer effizienten kollektiven Energienutzung

In der Studie für einen Abwärmekataster für die Steiermark [Schnitzer et al., 2012] wurden folgende Haupthindernisse bei den Betrieben vor Ort erhoben<sup>23</sup>.

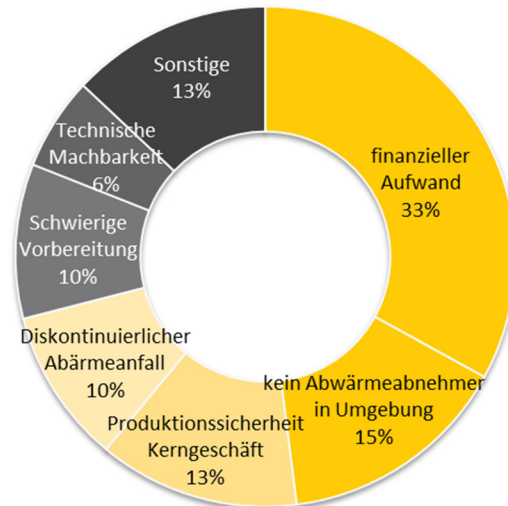


Abbildung 3-3: Haupthindernisse für die Abwärmenutzung steirischer Industriebetriebe, eigene Darstellung [Schnitzer et al., 2012: 51]

Mehr als ein Drittel der befragten Unternehmen sehen den finanziellen Aufwand als Haupthindernis für Abwärmenutzungsprojekte, gefolgt von fehlenden Abwärmeabnehmerinnen und Abwärmeabnehmern in der Umgebung (15%). 13% der befragten Unternehmen sind nicht bereit, bedingt durch prozesstechnische Risiken bei der Nutzung aller Abwärmeströme, ihre Produktionssicherheit aufs Spiel zu setzen und lassen deswegen ihre Potenziale ungenutzt. Die technische Machbarkeit spielt eine untergeordnete Rolle.

Auch in der Abwärmepotenzialerhebung für Österreich [KPC, 2012] zeigen sich ähnliche Ergebnisse. Im Zuge der Erhebungen wurden 98 Unternehmen befragt, wobei sich nur 37 Unternehmen, die Interesse an der Wärmeabgabe zeigten, zu Hindernisgründen der Abwärmenutzung äußerten. Demnach liegt der Haupthindernisgrund mit 35% ebenfalls beim finanziellen Aufwand, gefolgt von der Aussage, dass keine Abwärmeabnehmerinnen bzw. Abwärmeabnehmer in der Umgebung sind (22%) sowie dem Grund „Desinteresse potenzieller Abnehmer“ (16%). Im Gegensatz zur Studie aus der Steiermark wurde die Befürchtung, dass Unternehmen die Produktionssicherheit des Kerngeschäftes z.B. durch mögliche Betriebsstillstände durch Abwärmenutzungsprojekte als Haupthindernis sehen, nicht bestätigt (5%).

Im Folgenden wird ein Überblick über die Voraussetzungen gegeben, die für die Nutzung von Abwärmepotenzialen erforderlich sind. Außerdem werden Barrieren, die

---

<sup>23</sup> Insgesamt wurden Daten von etwa 70 Betrieben (bei 40 Betrieben wurde eine Befragung vor Ort durchgeführt, von ca. 30 weiteren Betrieben wurde ein Online-Fragebogen ausgefüllt bzw. ergänzende Daten telefonisch oder per Email erfragt) zur Berechnung des Abwärmepotenzials herangezogen (vgl. Kapitel 2.3).

Abwärmenutzungsprojekte mit sich bringen, aufgegliedert in technische, wirtschaftliche und rechtliche Hemmnisse, dargestellt.

### 3.3.1 Schwellenwerte im Hinblick auf eine wirtschaftliche Abwärmenutzung

Laut Abwärmestudie der KPC (2012) für Österreich können folgende Merkmale wirtschaftlicher Abwärmequellen für eine **direkte Netzeinspeisung** angegeben werden:

- Abwärmemetemperatur > 100-150 °C
- Abwärmemengen ab 200 kW, besser 1 MW (> 1 GWh/a)
- Abwärmemedium flüssig
- Kontinuierlicher Anfall > 6.000 Stunden pro Jahr
- Entsprechende Abnehmer > 2.000 Stunden pro Jahr
- Wärmebelegung des Netzes zwischen 200-1.200 kWh/Laufmeter Trasse und Jahr (vgl. Kapitel 4.1.1)

Gemäß Artikel 14 Abs. 5 der EU-Energieeffizienzrichtlinie (2012/27/EU) müssen die Mitgliedsstaaten sicherstellen, dass z.B. bei der „Planung oder erhebliche[n] Modernisierung einer Industrieanlage mit einer thermischen Gesamtnennleistung von mehr als 20 MW, bei der Abwärme mit einem nutzbaren Temperaturniveau entsteht“ [Artikel 14 Abs 5 lit c Energieeffizienzrichtlinie RL 2012/27/EU], eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt wird. Die Mitgliedsstaaten können außerdem Schwellenwerte für die verfügbare Nutzwärme, für die Wärmenachfrage oder für die Entfernungen zwischen den Industrieanlagen und den Fernwärmenetzen festlegen, um einzelne Anlagen von der Anwendung ebendieser Bestimmung auszuschließen. In einer schriftlichen Stellungnahme vom Dezember 2013 [Industriellenvereinigung, 2013] schlägt die Industriellenvereinigung Österreich, die freiwillige Interessensvertretung der österreichischen Industrie, ebensolche Schwellenwerte vor, die im Folgenden beschrieben werden.

Anlagen, die bis zu 2 MW Leistung haben, spielen keine maßgebliche Rolle in der Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz. Abwärmequellen mit einer Temperatur bis maximal 80°C (und damit einer maximal erzielbaren Fernwärme-Temperatur von unter 80°C) spielen ebenfalls keine maßgebliche Rolle in der Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz. Die Verfügbarkeit der Abwärmequelle muss minimal 3000 Volllaststunden pro Jahr betragen, um in Frage zu kommen. Der Abstand zwischen dem gegebenen und/oder auszugestaltenden Fernwärmenetz und der zu nutzenden Abwärmequelle darf maximal bei 600 Trassenmeter/MW Abwärmeleistung, bzw. für die Nutzung der Abwärme aus der Stromerzeugung, d.h. die Nutzung der Abwärme einer KWK-Anlage, bei maximal 300 Trassenmeter/MW liegen. Oberhalb dieses Schwellenwerts nimmt die Wirtschaftlichkeit stark ab.

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass folgende Schwellenwerte für eine Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz einzuhalten sind:

- > 2MW kontinuierliche thermische Abwärmeleistung der Abwärmequelle
- > 80°C der Abwärmequelle
- > 3000 Volllaststunden/Jahr
- < 600 Trassenmeter/MW Abwärmeleistung

---

Die Werte aus der Literatur unterscheiden sich teilweise nicht unerheblich, geben aber einen Einblick in die Bandbreite des wirtschaftlich Machbaren. Dennoch sollten bei jedem Projekt die genauen Umstände und Details beachtet sowie die Grenzen der Aussagen mitberücksichtigt werden.

### 3.3.2 Technologische und strukturelle Hemmnisse

Eine Grundvoraussetzung für die externe Nutzung von industriell-gewerblicher Abwärme ist ein vorhandener **Wärmebedarf in unmittelbarer Nähe**, wobei hier anhand von Schwellenwerten, die beispielsweise eine maximale Entfernung der Abwärmequelle vom Abwärmeabnehmer angeben oder eine gewisse bauliche Dichte des Gebiets, in dem die Abwärme abgenommen werden soll, die Wirtschaftlichkeit einer Fernwärmeversorgung berechnet werden kann (s. Kapitel 4.1.1). Liegt ein **zeitlicher Versatz** zwischen der Wärmeerzeugung und dem Wärmeverbrauch vor, wie es bei einem Wärmeaustausch von Unternehmen mit privaten Haushalten vorkommt, müssen Speicher genutzt werden, die den Energiebedarf für mehrere Monate speichern können. Bei **diskontinuierlichem Wärmeanfall**, seien es produktionsfreie Wochenenden bzw. Feiertage, Wartungsarbeiten oder Betriebsurlaube, können Investitionen in Speichertechnologien erforderlich sein. Auch das **Temperaturniveau der Wärmequelle** spielt eine wesentliche Rolle und muss mit der Nutzung vereinbar sein [vgl. Pehnt et al., 2010: 21; Schnitzer et al., 2012: 49f].

Fällt die Wärme auf einem Temperaturniveau von 60-100°C an, kann sie direkt in ein Wärmenetz eingespeist werden [vgl. KPC, 2012: 16]. Im Wiener Primärnetz wird Wärme bei hohen Temperaturen mit bis zu 160°C transportiert, im Sekundärnetz beträgt sie bis zu 90°C [vgl. Wiener Stadtwerke, 2015: online]. Fällt sie auf einem geringeren Niveau an, muss die Temperatur zur Verwendung in gegenwärtigen Fernwärmenetzen mittels Wärmepumpen angehoben werden. Hochtemperatur-Fernwärme kann zwar sinnvoll in bestehende Netze eingespeist werden, ist aber z.B. für die Abdeckung des geringen Heizwärmebedarfs in Passiv- und Niedrigenergiehäusern aufgrund der hohen Wärmeverluste und teuren Investitionskosten oft unwirtschaftlich. Deshalb gilt es, Lösungen für den Einsatz von **Niedertemperatur-Fernwärmenetzen** zu finden, die die Nutzung von erneuerbarer Energie und industrieller Abwärme ermöglicht (s. Kapitel 2.4.1) [vgl. Schmidt, 2015]. Laut KPC (2012) fällt der mit Abstand größte Teil der verfügbaren Abwärme in Österreich mit 77% bei Temperaturen unter 35°C an, die durch die Errichtung von Niedertemperatur-Fernwärmenetzen genutzt werden könnte. Die „Wien Energie“ ist in Zukunft auch bemüht, Lösungen in dieser Richtung zu finden (vgl. Kapitel 2.4.2).

Ein Problem, das bei Niedertemperatur-Fernwärmenetzen berücksichtigt werden muss, ist die Warmwasserbereitstellung unterhalb von 65°C, denn diese Temperatur ist notwendig, um die für Menschen bedrohlichen Legionellen im Warmwasser zu vernichten [vgl. ebd.].

### 3.3.3 Kosten der Infrastrukturbereitstellung und Rentabilität

Wie auch aus den Ergebnissen der Erhebung in der Steiermark (s. Abbildung 3-3) klar ersichtlich ist, sind von Seiten der Abwärme zur Verfügung stellenden Unternehmen häufig **finanzielle Restriktionen** der ausschlaggebende Grund, dass Maßnahmen zur Abwärmenutzung nicht realisiert werden können. Ebenfalls ersichtlich ist, dass Investitionen in Technologien zur Abwärmenutzung in Konkurrenz zu anderen Investitionen stehen, die das eigentliche **Kerngeschäft** des Unternehmens betreffen, z.B. die Steigerung der Produktion zur Erzielung größerer Marktanteile oder die Verbesserung der Qualität der Produkte. Im Zuge der Befragung



der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) im Jahr 2005 zu Hemmnissen und Erfolgsfaktoren von Energieeffizienz in Unternehmen wurden 521 kleine und mittlere Unternehmen (95% wiesen einen Jahresumsatz von höchstens 50 Mio. Euro aus) dazu befragt, welche Faktoren die Umsetzung von energiesparenden Maßnahmen in Unternehmen erschweren. Die Befragung hat ergeben, dass knapp 50% der befragten Unternehmen die Aussage „verfügbare Mittel müssen in wichtigere Investitionen fließen“ als bedeutend eingestuft haben [vgl. KfW, 2005: 34].

Die Entscheidung über Investitionen in Projekte zur Abwärmenutzung ist auch klar vom **Amortisierungszeitraum** abhängig. In Unternehmen werden häufig sehr kurze Amortisierungszeiten von zwei bis drei Jahren vorgegeben, sodass die Energiekosteneinsparungen infolge von Abwärmenutzungsprojekten, die über die vorgegebene Amortisationszeit über viele Jahre hinausgehen, bei Investitionsentscheidungen nicht im ausreichenden Maße berücksichtigt werden. Aus Sicht der Unternehmen sind Hemmnisse im Bereich der **Investitionssicherheit** ein weiterer Faktor, der berücksichtigt werden muss, da eine mögliche Insolvenz eines Abwärmelieferanten die Wirtschaftlichkeit der Infrastruktur stark gefährdet. Einerseits wollen die Unternehmen sicher sein, dass Abwärme auch abgekauft wird, andererseits möchte auch das Energieversorgungsunternehmen, der die Abwärme kauft, eine kontinuierliche Versorgung gewährleisten können. Deshalb sind in dieser Angelegenheit lückenlose vertragliche Lösungen zu gestalten, die sowohl für die Abwärme zur Verfügung stellenden Unternehmen als auch für die Energieversorgungsunternehmen, die die Wärmenetzinfrastrukturen betreiben, eine ausschließlich begünstigende Wirkung haben [vgl. Pehnt, 2010: 305f; Pehnt et al. 2010: 22f].

### 3.3.4 Rechtliche Rahmenbedingungen

Wie eben genannt, können rechtliche Hemmnisse im Zuge der Investitionssicherheit sowohl auf Seiten der Abwärme zur Verfügung stellenden Unternehmen als auch auf Seiten der Energieversorgungsunternehmen, die die Abwärme kaufen bzw. die Netzinfrastruktur bereitstellen, bestehen. Mögliche Probleme wie z.B. der kurzfristige Ausfall aufgrund eines ungeplanten Betriebsstillstands oder der Konkurs eines Betriebes, müssen im Vorfeld klar verhandelt werden, um Unsicherheiten auf beiden Seiten zu klären [vgl. Schnitzer et al., 2012: 50]. Derzeit gibt es noch fehlende bzw. unklare rechtliche und wirtschaftliche Randbedingungen, es fehlen im Allgemeinen geeignete Geschäfts- und Finanzierungsmodelle für die Nutzung industrieller Abwärme in Wärmenetzen [vgl. Schmidt et al., 2015 und Kapitel 7.1].

Rechtliche Vorgaben können auch als förderliche Faktoren für eine Abwärmenutzung angesehen werden. Rechtliche Verpflichtungen zur Abwärmenutzung gibt es in Wien bisher in ersten Ansätzen. Beispielsweise können im Rahmen von städtebaulichen Verträgen Energieversorgungssysteme für neu zu errichtende Gebiete vorgeschlagen bzw. festgelegt werden, was indirekt eine Abwärmenutzung durch Einspeisung in ein Fernwärmenetz fördert (s. Kapitel 4.2.4). Auch im Zuge der Bauordnung (§118 Abs. 3 WBO) werden Vorgaben bezüglich des Einsatzes hocheffizienter alternativer Energiesysteme wie z.B. Fernwärme gemacht (s. Kapitel 4.2.3).

### 3.3.5 Information

Es besteht die Möglichkeit, dass Unternehmen gar keinen Überblick darüber haben, welche Möglichkeiten einer Abwärmenutzung überhaupt vorhanden sind. Dazu ist es notwendig, ein spezielles Fachpersonal zu haben, das entweder durch geeignete Beratungen hinsichtlich

---

Energieeinsparungen über die Potenziale des Unternehmens informiert wird oder sogar selbst Analysen durchführt und die Potenziale bewertet. Die Qualität bzw. Verfügbarkeit dieses Fachpersonals (z.B. Energiebeauftragte/r oder Nachhaltigkeitsmanagerin bzw. Nachhaltigkeitsmanager) hängt natürlich stark von der Unternehmensgröße ab, jedoch hat die Befragung der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) im Jahr 2005 zu Hemmnissen und Erfolgsfaktoren von Energieeffizienz in Unternehmen gezeigt, dass Unternehmen mit Energiefachpersonal tendenziell ihr Energieeinsparpotenzial höher einschätzen und häufiger Energieeffizienzmaßnahmen umgesetzt haben als Unternehmen ohne solches Fachpersonal [vgl. Pehnt et al., 2010: 23; KfW, 2005: 4].

### **3.3.6 Finanzielle Anreize**

Die betriebliche Umweltförderung im Inland des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) ist seit 1993 ein wichtiges Förderinstrument für österreichische Unternehmen, die in Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen investieren. Die Förderungsmittel werden vom BMLFUW bereitgestellt und zum Teil von der EU kofinanziert, koordiniert werden diese Förderungen zum Schutz der Umwelt und des Klimas von der Kommunalkredit Public Consulting (KPC) [vgl. Umweltförderung, n.b.: online]. Dabei werden insbesondere Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energieträger (Solarthermie, Biomasseanlagen, Wärmeverteilung etc.) und zur Steigerung der Energieeffizienz (Anlagenoptimierung, Wärmepumpen, Fernwärmeanschlüsse, thermische Gebäudesanierungen) gefördert [vgl. BMLFUW, 2014: online].

Im Rahmen der Förderung der Abwärmeauskopplung werden *„Anlagen zur Auskopplung von Abwärme aus Industrie- und Gewerbebetrieben, die Einspeisung von Abwärme in neue und bestehende Netze sowie die Wärmeverteilung zu den Abnehmern und die Nutzbarmachung der Abwärme durch Wärmepumpen“* [Umweltförderung, 2015b: 1] gefördert. Die Förderung beträgt in Abhängigkeit von der Art der Anlage bis zu 35% der förderungsfähigen Investitionsmehrkosten. Die Förderungsobergrenze liegt bei 4,5 Mio. Euro, die Höhe der Förderung hängt von der Menge der eingesparten CO<sub>2</sub>-Emissionen ab [vgl. Umweltförderung, 2015b: 2f].

### 3.4 Zwischenfazit

Zusammenfassend können folgende Kriterien, die in Hinblick auf eine industriell-gewerbliche Abwärmenutzung beachtet werden müssen, genannt werden [vgl. LfU, 2012; Dena, 2014].

Temperaturniveau	Wenn die Temperatur der Abwärme über derjenigen der abwärmeverbrauchenden Einrichtung liegt, kann die Abwärme direkt genutzt werden (60-100°C) (s. Kapitel 3.2). Andernfalls kann sie mithilfe einer Wärmepumpe auf ein entsprechendes Temperaturniveau angehoben werden. Nachdem Abwärme häufig auf niedrigem Temperaturniveau zur Verfügung steht, kommen mehr Abwärmequellen in Frage je niedriger die Temperaturanforderung einer potenziellen Wärmenutzung ist.
Zeitlicher Anfall	Wenn die zur Verfügung stehende Abwärmemenge und die benötigte Wärmeleistung nicht übereinstimmen, muss die Spitzenast gegebenenfalls durch eine weitere Quelle abgedeckt werden. Es besteht auch die Möglichkeit, mit einem Wärmespeicher Leistungsspitzen und zeitliche Differenzen auszugleichen.
Abwärmemedium	Die Abwärmenutzung eines flüssigen Mediums ist mit einem geringeren baulichen Aufwand und deshalb auch mit geringeren Investitionskosten möglich als die Nutzung eines gasförmigen Mediums.
Jährliche Betriebsstunden	Je länger eine Anlage im Jahresverlauf in Betrieb ist, desto wirtschaftlicher kann eine Abwärmenutzung umgesetzt werden.
Räumliche Nähe	Abwärme anbietende Unternehmen und wärmeverbrauchende Haushalte bzw. Betriebe sollten in einer engen räumlichen Nachbarschaft zueinander stehen, um Transportverluste und Leitungskosten gering zu halten [vgl. Pol & Schmidt] (vgl. Kapitel 4).
Wärmedichte der Abnehmerinnen und Abnehmer	Um eine wirtschaftliche Fernwärmeversorgung sicherstellen zu können, müssen die Abnehmergebiete einen gewissen Wärmebedarf aufweisen (vgl. Kapitel 4).
Investitionskosten	Die Wärme muss mit vertretbarem Aufwand gesammelt und transportiert werden können. Die Investitionskosten steigen mit den Aufwendungen, die für eine Abwärmenutzung getätigt werden müssen.
Versorgungssicherheit	Wird in ein Wärmenetz industriell-gewerbliche Abwärme eingespeist, müssen auch Lösungen im Falle eines Anlagenausfalls (Konkurs, Betriebsurlaub, etc.) angedacht werden.

**Tabelle 3-3: Kriterien für eine Abwärmenutzung**

---

## 4 Beitrag der (Energie-)Raumplanung zur Energiewende

Wie Pol & Schmidt (2015) darstellen, stellt die Interaktion der beiden Bereiche Energieinfrastruktur und Raumplanung einen Schlüsselfaktor für eine nachhaltige Stadtentwicklung dar. Eine Stadt kann sich nur erfolgreich entwickeln, solange ihre Energieinfrastruktur nicht unterdimensioniert, unvollständig, unwirtschaftlich ist bzw. die Versorgung der Einwohnerinnen und Einwohner sichergestellt werden kann. Im Sinne einer Energieraumplanung ist es von großer Bedeutung, Auswirkungen von Planungsentscheidungen auf städtischer Ebene auf städtische Energiesysteme und umgekehrt zu verstehen. Die Bausubstanz (Alter, Stadtmorphologie, Energieeffizienzstandard, Gebäudeverwendung, etc.) hat nachweislich einen direkten Einfluss auf den Heiz- und Kühlenergiebedarf von Gebäuden [vgl. Pol & Schmidt, 2015; Bott et al. 2013: 168].

Die Energieraumplanung befasst sich mit der Integration von energetischen Aspekten in die Stadtplanung, wodurch eine ökologische und ökonomische Optimierung der Gebäudestandards ermöglicht wird [vgl. Schmidt et al., 2013: 24]. Nach Stöglehner et al. (2014) hat die Energieraumplanung bei der Realisierung der Energiewende u.a. die Aufgabe, durch die räumliche Analyse und Verortung von Energieverbrauch, Energieeinspar- und -gewinnungspotenzialen die Planungsqualität von Energiestrategien wesentlich zu erhöhen. Außerdem soll sie dazu beitragen, Möglichkeiten, Verfügbarkeiten und Grenzen für die Nutzung erneuerbarer Energieträger darzustellen, um inhaltliche Grundlagen für zukünftige Planungsaufgaben zu schaffen.

Im Hinblick auf die Versorgung von Siedlungen mit erneuerbaren Energieträgern bestimmt die Raumplanung ganz wesentlich die Rahmenbedingungen: einerseits durch die Festlegung von Vorgaben, um geeignete Standorte zur Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik auf Freiflächen bzw. Gebäuden bereitzustellen, andererseits durch die Vermeidung flächenintensiver Bebauungsformen, die eine Zersiedelung und somit eine geringe Siedlungsdichte zur Folge haben. Durch die Vorgabe von Bebauungsdichten kann eine nachhaltige Entwicklung gefördert werden. Im Zusammenhang mit industriell-gewerblicher Abwärmenutzung spielt vor allem der Einfluss der Raumplanung auf die Versorgung eines Gebietes mit leitungsgebundenen Energieformen wie Fern- und Nahwärmeversorgungen eine wesentliche Rolle. Um die Wirtschaftlichkeit eines solchen Energieversorgungssystems gewährleisten zu können, müssen gewisse Mindestsiedlungsdichten eingehalten werden. Typische Parameter der Raumplanung wie Bebauungsdichten und Gebäudetypen sind demnach wichtige Einflussgrößen für die Wirtschaftlichkeit bzw. Machbarkeit von Fernwärmenetzen, da diese Faktoren einen wesentlichen Einfluss auf die Energiebedarfsdichte haben [vgl. Stöglehner & Grossauer, 2009: 39f und Schmidt et al., 2013: 24].

Nachdem in der bestehenden Stadt keine Veränderungen die Bebauungsdichte bzw. Funktionsmischung betreffend mehr gemacht werden können, liegen die Einfluss- und Steuerungsmöglichkeiten der Raumplanung zur Unterstützung von Klimaschutz und Energiewende vor allem im Neubau. Bedingt durch das anhaltende Bevölkerungswachstum (s. Kapitel 2.2.4) steigt der Bedarf an Wohn- und Dienstleistungsgebäuden in urbanen Räumen stark an. Holzer et al. (2015) beschreiben, dass das Energieversorgungssystem und die energetische Qualität dieser neu entstehenden Stadtentwicklungen das Ausmaß der Energiemenge und der Treibhausgasemissionen für zumindest die nächsten 30 Jahre bestimmen. In ihrer

Zusammenstellung von Vorgaben, die in städtebaulichen Entwicklungsprozessen für neue Wohngebiete zur Sicherstellung der Voraussetzungen für eine nachhaltige Wärmeversorgung angewendet werden können, wird deshalb die Wichtigkeit der Maßnahme, möglichst früh energetische Vorgaben von neuen Stadtentwicklungsprojekten festzulegen, betont.

Im folgenden Kapitel werden die genannten Einflussparameter erläutert und ein Überblick über bestehende Instrumente zur Förderung industriell-gewerblicher Abwärmenutzung gegeben.

#### 4.1 Städtebauliche Komponenten im Zusammenhang mit Energiebedarf

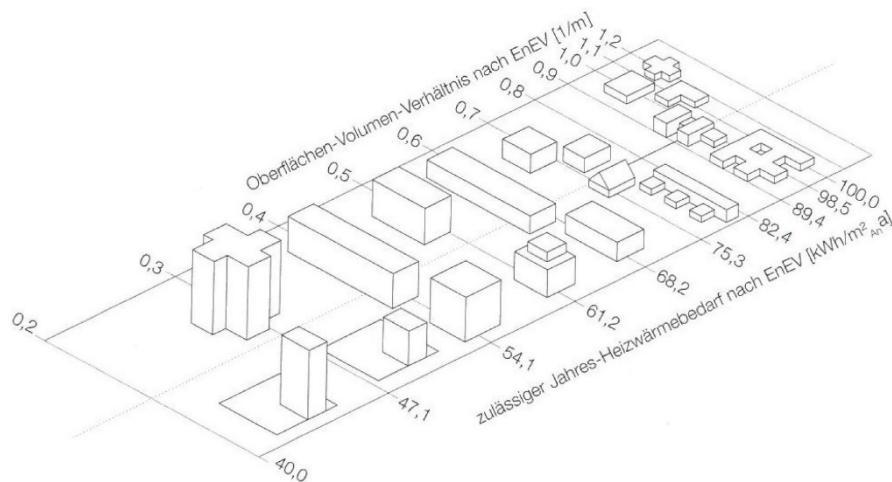
Im Rahmen der Raumplanung bieten sich eine Vielzahl von Einfluss- und Steuerungsmöglichkeiten für die Entwicklung einer klimagerechten Stadt oder eines Stadtteils an. In nachfolgender Tabelle sind die Möglichkeiten dargestellt, die direkten Einfluss auf den Heizwärmebedarf haben bzw. eine Fernwärmeversorgung begünstigen können.

Faktoren	Heizwärmebedarf	Fernwärmeversorgung
Kompaktheit der Baukörper	x	
energetische Gebäudestandards	x	
Bebauungsdichte	(x)	x
Funktionsmischung		x
Verschattung	x	
Standort/Exposition (Windschutz)	x	

Tabelle 4-1: Einflussmöglichkeiten von Seiten der Stadtplanung, eigene Darstellung

Nachfolgend werden diese Faktoren im Detail erläutert, wobei der Fokus auf den Faktoren liegt, durch die eine Fernwärmeversorgung begünstigt werden kann.

Die städtebauliche **Kompaktheit** ist einer der größten direkten Einflussfaktoren auf den Heizwärmebedarf von Gebäuden. Die Kompaktheit bzw. das **Oberflächen/Volumenverhältnis** (A/V-Verhältnis) ist demnach ein architektonischer Parameter zur Senkung der Wärmeverluste von Gebäuden, der durch städtebauliche Vorgaben beeinflusst werden kann. Je kleiner die Fläche der thermischen Hülle („Oberfläche“) (A) in m<sup>2</sup> im Verhältnis zum Gebäudevolumen (V) in m<sup>3</sup>, desto weniger Wärme verliert ein Gebäude bei gleichem Dämmstandard. Demnach nimmt der Heizwärmebedarf bei geringerem A/V-Verhältnis des Baukörpers ab. Je größer das Gesamtvolumen, desto kleiner und damit günstiger ist das erreichbare A/V-Verhältnis, wie in folgender Abbildung ersichtlich ist [vgl. *Energiebewusst, n.b.: online und Bott et al., 2013: 170*].



**Abbildung 4-1: Zusammenhang von Heizwärmebedarf und Kompaktheit bei verschiedenen Bebauungsformen modifiziert [Bott et al., 2013: 170]<sup>24</sup>**

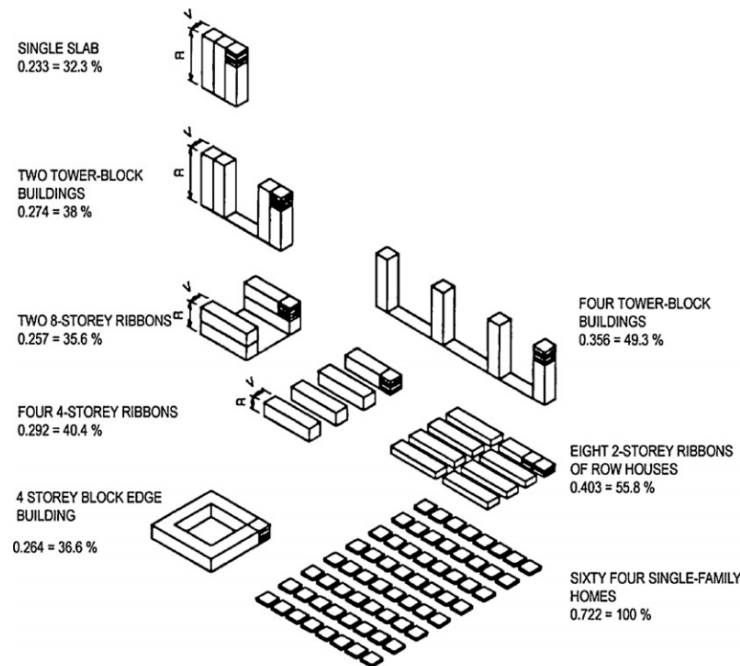
Das kleinste A/V-Verhältnis hat ein kugelförmiges Objekt, gefolgt von einem Würfel. Typische A/V-Verhältnisse sind [vgl. Baunetzwissen, n.b.: online]:

- Freistehende Einfamilienhäuser 0,7 bis über 1,0
- Doppelhäuser 0,6 bis 0,9
- Reihenhäuser 0,4 bis 0,6
- Mehrfamilienhäuser 0,3 bis 0,5

Das A/V-Verhältnis ist in erster Linie von der absoluten Größe des Baukörpers abhängig. Dessen Ausformung ist ebenfalls ein wichtiger Einflussfaktor. Die Errichtung ausgefallener Gebäudeformen wie z.B. Kugelhäuser oder Kreissegmenthäuser verringert die Wärmeverluste nur unwesentlich, ist aber mit deutlich höheren Baukosten verbunden. Gebäudevorsprünge können das A/V-Verhältnis und damit den Heizwärmeverbrauch deutlich erhöhen [vgl. ebd.]. Die unterschiedlichen Bebauungsweisen von Grundstücken (offen, gekuppelt, Gruppenbauweise) haben demnach einen wesentlichen Einfluss auf den Heizwärmeverbrauch.

In Abbildung 4-2 ist die Auswirkung von städtischer Dichte auf das Oberflächen-Volumenverhältnis anhand von jeweils 64 Wohnungen dargestellt. Kompakte, großvolumige Gebäude sind demnach um ein Vielfaches energieeffizienter als Gebäude mit einem kleineren Volumen.

<sup>24</sup> EnEV = Energieeinsparverordnung, Bundesrechtsverordnung für Deutschland  
 Die Gebäudenutzfläche  $A_N$  für Wohngebäude wird nach der Formel  $A_N = 0,32 \text{ [m}^2\text{]} * V_e \text{ [m}^3\text{]}$  ermittelt und ist damit vom beheizten Gebäudevolumen  $V_e$  abhängig [vgl. Enev-online: online]



**Abbildung 4-2: Oberflächen-Volumenverhältnis für verschiedene Gebäudeformen (jeweils 64 Wohnungen), [Wende et al., 2009, Original: DIFU et al., 1997]**

Beispielsweise beträgt der Heizwärmebedarf von acht 2-geschoßigen Reihenhäusern mit jeweils acht Wohnungen nur 56% des Heizwärmebedarfs von 64 Einfamilienhäusern. Im Vergleich dazu verbrauchen vier 4-geschoßige Gebäude nur 40%. Die Gebäudeform und deren Kompaktheit kann durch das raumplanerische Instrument des Bebauungsplans wesentlich beeinflusst werden.

Der direkte Zusammenhang zwischen **baulicher Dichte** und Energieverbrauch wurde in mehreren Studien bestätigt. Durch die Errichtung kompakter Baustrukturen mit hoher Dichte kann der Heizwärmebedarf erheblich reduziert werden [vgl. Tappeiner et al. 2002; Ott et al., 2008; Pol & Schmidt 2015; Difu, Hrsg., 2008]. Durch eine dichte, gekoppelte Bauweise können Wärmeverluste durch Außenwände vermindert werden. Das bessere Oberflächen-Volumen-Verhältnis führt zu einem geringeren Heizwärmebedarf der Gebäude.

Zusätzlich zur Reduktion des Heizwärmebedarfs bei geringem Oberflächen-Volumen-Verhältnis haben höhere Dichten (GFZ<sup>25</sup> ab 0,7 – vgl. Abbildung 4-3) einen positiven Einfluss auf die Energieversorgung durch Fernwärmenetze, weil dadurch höhere Energieabnahmen je Leitungslängeneinheit ermöglicht werden [vgl. Stöglehner et al., 2014; Tappeiner et al., 2012]. Die Einflussfaktoren und Schwellenwerte für eine wirtschaftliche Energieversorgung durch Wärmenetze werden im folgenden Kapitel erläutert.

#### 4.1.1 Fernwärmeversorgung und Siedlungsstruktur

Die Siedlungsstruktur spielt eine entscheidende Rolle für die wirtschaftliche Fernwärmeversorgung. Die Effizienz von Wärmeerzeugungsanlagen, in diesem Fall von Fernwärmeversorgungssystemen ist von der Entfernung der energieverbrauchenden

<sup>25</sup> Geschoßflächenzahl = Gesamtgeschoßfläche/Grundstücksfläche

Einrichtungen abhängig. Die Anzahl der angeschlossenen Wärmeabnehmerinnen und Wärmeabnehmer sowie deren Dichte sind maßgebliche Einflussgrößen [vgl. Hemis & Bork., 2013: 31 in Giffinger & Zech, Hrsg., 2013]. Für die Wirtschaftlichkeit von Fernwärmenetzen werden folgende Richtwerte herangezogen:

Indikator	Einheit	Wert	Quellen
Mindestwärmebelegung (verkaufte Wärmemenge in kWh je m und Jahr Trassenlänge)	kWh/(m*a)	1200	ÖKL (1999)
	kWh/(m*a)	900	Kommunalkredit (2009)
	kWh/(m*a)	300	Zinko et al. (2008)
	kWh/(m*a)	200-300	Fröling et al. (2006)
Anschlussleistung in kW je m Haupttrassenlänge	kW/m	1,2	AWEL (2004)
Wärmebedarfsdichte (jährlich verkaufte Wärmemenge in kWh/m <sup>2</sup> bezogen auf die Grundfläche – unabhängig vom Trassenverlauf) – mindestens:	kWh/m <sup>2</sup>	10	Schmidt (2011) Büchele et al. (2015)

**Tabelle 4-2: Grenzwerte für wirtschaftliche Fernwärmeversorgung, eigene Darstellung, modifiziert [Pol & Schmidt, 2015: 320; Hemis & Bork, 2013: 31 in Giffinger & Zech., 2014; Schmidt, 2011: 38; Büchele et al, 2015: 34]**

Wichtigste Parameter zur Beurteilung der Sinnhaftigkeit von Wärmenetzen sind die Wärmebelegung und die Wärmebedarfsdichte. Für die wirtschaftliche Machbarkeit eines Fernwärmenetzes werden in der Literatur Grenzwerte von 200 bis 1200 kWh/m und Jahr angegeben. Je weniger weit Transportleitungen zu Siedlungsgebieten gebaut werden müssen, desto effizienter können sie angeschlossen werden. Auch Siedlungsgebiete in weiterer Entfernung können effizient angeschlossen werden, wenn sie genug Wärmebedarf aufweisen.

Um eine Vorstellung zu bekommen, wie sich diese Werte in unterschiedlichen räumlichen Bebauungstypen auswirken, ist in der folgenden Abbildung der Zusammenhang zwischen Wärmebedarfsdichte (Energieverbrauch in MW/km<sup>2</sup>) auf Seiten der energieverbrauchenden Haushalte und der Geschoßflächenzahl (GFZ) von unterschiedlichen Bebauungstypen dargestellt.



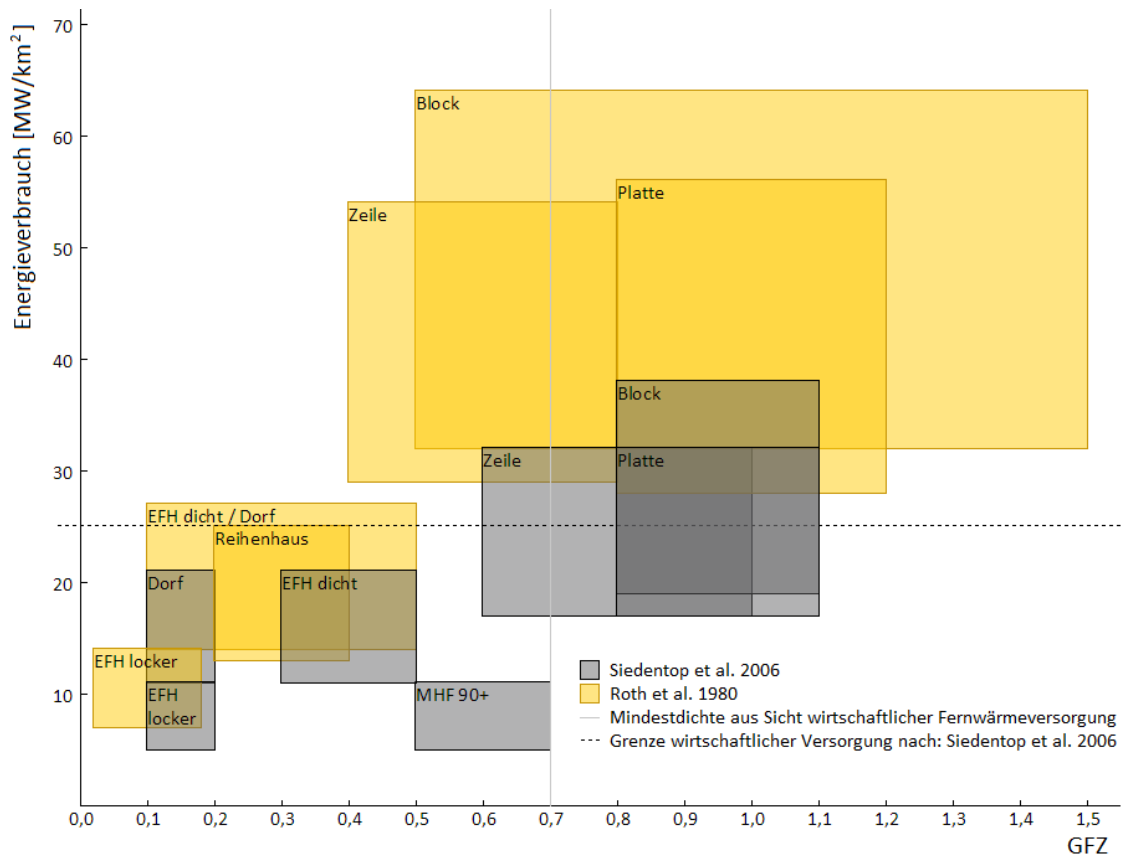


Abbildung 4-3: Wärmebedarfsdichten unterschiedlicher Bebauungsstrukturen<sup>26</sup> modifiziert nach Bott, H., Hrsg., 2013: 33 und Westphal, 2008: 192 [Siedentop et al., 2006: 97; Westphal, 2008: 192]

Die Werte für den Wärmebedarf von Roth et al. aus dem Jahr 1980 wurden durch Siedentop et al. 2006 aufgrund der umfangreichen Energieeinsparmaßnahmen der letzten 20 Jahre nach unten korrigiert [vgl. Siedentop et al., 2006: 97]. In der Grafik ist demnach ersichtlich, dass die Wärmebedarfsdichten aufgrund besserer Wärmedämmung zwischen 1980 und 2006 deutlich gesunken sind. Die stärker verdichteten Bebauungstypen wie gründerzeitliche Blockbauten, Zeilenbauten mittlerer Dichte der 20-60er-Jahre sowie Plattenbauwohnsiedlungen mittlerer bis hoher Dichte der 70-80er-Jahre weisen wesentlich höhere Wärmebedarfsdichten auf als Gebiete mit Einfamilienhaus- und Reihenhausbebauung geringer Dichte.

Auf diesen allgemeinen Überblick, welche Bebauungstypen sich für eine wirtschaftliche Fernwärmeversorgung eignen, folgt eine Variantenprüfung, welche baulichen und räumlichen Strukturen vorhanden sein müssen, um ein Fernwärmenetz wirtschaftliche betreiben zu können, bzw. um die in Tabelle 4-2 angegebenen Grenzwerte zu erreichen. In folgender Variantenprüfung wird ein (quadratisches) Testgebiet von 1 km<sup>2</sup> angenommen, das je nach Bebauungstyp gleichmäßig mit Einfamilien- bzw. Reihenhäusern (EFH), kleineren Wohngebäuden (MFH klein) und mit größeren Wohngebäuden (MFH groß) bebaut ist. Bei der Berechnung werden idealtypische Strukturen angenommen. Es wird eine Anschlussquote von 100% und eine einheitliche Bebauungsstruktur angenommen, was in der Realität so kaum vorkommen wird.

<sup>26</sup> EFH = Einfamilienhaus

Platte = Geschößwohnbau in offener Baustruktur

MFH 90+ = Geschößwohnbau nach 1990

Dennoch kann im Zuge der Variantenuntersuchung die Auswirkung diverser Bebauungstypen in Verbindung mit einer Fernwärmeversorgung dargestellt werden [vgl. Hemis & Bork, 2013: 31ff in Giffinger & Zech, 2014].

	Einheit	Bebauungs- typ EFH	Bebauungstyp MFH (klein)	Bebauungstyp MFH (groß)
Wohneinheiten (WE) je Gebäude		1	8	20
Brutto-Geschoßfläche je WE	m <sup>2</sup>	150	125	100
Anzahl der Gebäude je km <sup>2</sup>		2.000	667	1.000
Heizwärmebedarf	kWh/ (m <sup>2</sup> *a)	50	40	30
Grundstücksfläche je Gebäude	m <sup>2</sup>	500	1.500	1.000
Heizlast je Gebäude	kW	7,5	40	60
Haupttrassenlänge	m	22.361	12.910	15.811
Gebäudeanschlüsse	m	22.361	12.910	15.811
Gesamttrassenlänge	m	44.721	25.820	31.623
Wärmenachfrage gesamt	kWh	22.500.000	40.000.000	90.000.000
<b>Geschoßflächenzahl GFZ</b>		<b>0,30</b>	<b>0,67</b>	<b>2,00</b>
<b>Wärmebelegung</b>	<b>kWh/m</b>	<b>503</b>	<b>1.549</b>	<b>2.846</b>
<b>Anschlussleistung (Haupttrasse)</b>	<b>kW/m</b>	<b>0,67</b>	<b>2,07</b>	<b>3,79</b>

Tabelle 4-3: Variantenprüfung Bebauungstypen und wirtschaftliche Fernwärmeversorgung, eigene Darstellung [Hemis & Bork, 2013: 32 in Giffinger & Zech, 2014]

Nach Hemis & Bork (2013) ist eine wirtschaftliche Versorgung mit Fernwärme ab einem Grenzwert von 900 kWh/(m<sup>2</sup>\*a) Wärmebelegung (s. Tabelle 4-2 – Originalquelle Kommunkredit, 2009) gegeben. Daraus lässt sich ableiten, dass sich Neubaugebiete mit reiner Einfamilienhaus- oder Reihenhausbauung auch bei 100% Anschlussgrad in der Regel nicht für eine Fernwärmeversorgung eignen. Neubaugebiete mit kleinen Mehrfamilienhäusern erfordern hohe Anschlussgrade, und bei einer Bebauung mit großen Mehrfamilienhäusern sollten mindestens 50% an ein Fernwärmenetz angeschlossen sein, um dessen Wirtschaftlichkeit zu gewährleisten [vgl. ebd.].

Ein weiterer wichtiger Faktor, der sich auf die Wirtschaftlichkeit von Fernwärmenetzen auswirkt, sind die **Netzverluste**, die ebenfalls stark von der Siedlungsstruktur bzw. dem Bebauungstyp eines an die Fernwärme angeschlossenen Gebietes abhängig sind (s. Kapitel 2.2.5) Die folgende Abbildung zeigt die Netzverluste in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur.

Bebauungstyp	Wärmeverlust bei Spitzenlast <sup>27</sup>	Wärmeverlust im Jahresmittel	spezifische Trassenlänge <sup>28</sup>
Einfamilienhaus	4-5 %	12-17%	14-25 m/WE
Reihenhaus	3-4%	8-12%	6-14 m/WE
Mehrfamilienhaus	2-3%	5-9%	2-6 m/WE

Tabelle 4-4: Netzverluste in Abhängigkeit vom Bebauungstyp, eigene Darstellung [Wolff et al. 2011:20]

<sup>27</sup> Wohnflächenbezogene Netzverluste bezogen auf die zu beheizende Gesamtnutzfläche in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur in kWh/(m<sup>2</sup>\*a) [vgl. Wolff et al.: 20]

<sup>28</sup> Spezifische (wohneinheitenbezogene) Netzlänge in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur in Meter pro Wohneinheit [vgl. ebd.]

Fernwärmeanschlüsse bei Einfamilienhaussiedlungen verursachen im Vergleich höhere Netzverluste wie bei Mehrfamilienhäusern bedingt durch lange Netzlängen zu den frei stehenden Gebäuden. Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit sollten deshalb die Leitungen so kurz wie möglich ausgeführt werden, um Verluste über das Rohrnetz zu minimieren. Zusätzlich sollte das Verhältnis von abgenommener Wärmemenge zur Länge des Rohrleitungsnetzes möglichst groß sein. Je mehr Gebäude je Meter Rohrleitung angeschlossen sind, d.h. je mehr Wärmemenge pro Meter abgenommen wird, umso geringer sind im Verhältnis die Netzverluste. Wie oben genannt, ist hier als Zielwert mindestens 200 bis 1200 kWh je Laufmeter Trasse anzustreben, um die wirtschaftliche Machbarkeit einer Fernwärme-Infrastruktur zu gewährleisten [vgl. Pol & Schmidt, 2015: 320 und BMLFUW, Hrsg., 2011a: 7].

Neben der baulichen Dichte gilt die Funktionsmischung als weiterer zentraler Aspekt in Hinblick auf eine nachhaltige Stadtentwicklung. Diese städtebaulichen Komponenten dienen jedoch nicht nur dazu, den Energieverbrauch zu reduzieren, sondern können auch einen Beitrag zur Versorgung von Stadtteilen mit erneuerbaren Energien und leitungsgebundenen Energieversorgungen, wie z.B. der Fernwärmeversorgung, leisten [vgl. Stöglehner & Haselsberger, 2013: 17 in Giffinger et al., 2013].

#### 4.1.2 Funktionsmischung als Voraussetzung für industriell-gewerbliche Abwärmenutzung

Funktionsmischung bedeutet, dass die Funktionen wie Wohnen, Arbeiten, Versorgung, Bildung, Freizeit und Erholung in engem räumlichen Kontext organisiert sein sollen. Funktionsmischung spielt eine wesentliche Rolle in Bezug auf die energieeffiziente Entwicklung von Städten und ist Voraussetzung für bestimmte Energietechnologien, wie z.B. der Fernwärmeversorgung [vgl. Stöglehner et al., 2014: 5]

Ein derzeitiges Hindernis bei der Einspeisung von Abwärmequellen in das Fernwärmenetz besteht aus Sicht der Raumplanung in der räumlichen Trennung von Industrie- und Wohngebieten, wie in der „Österreichischen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel“ festgestellt wird [vgl. BMLFUW, 2012: 357]. Daher gilt es, Lösungsansätze zu schaffen, wie Betriebe, die keine unzumutbaren Belästigungen für benachbarte Wohngebäude herbeiführen, in Wohngebiete integriert werden können. Im folgenden Abschnitt werden die Voraussetzungen erläutert, an welchen Standorten in Wien die genannten Betriebe errichtet werden dürfen. Außerdem werden die Vorteile der Nachbarschaften zwischen Industrie-bzw. Gewerbegebieten und Wohngebieten dargestellt.

In der Wiener Bauordnung werden unter § 4 die Bauland-Kategorien Wohngebiete (W), Gartensiedlungsgebiete (GS), gemischte Baugebiete (GB) und Industriegebiete (IG) ausgewiesen. In gemischten Baugebieten können Teile als Geschäftsviertel (GBGV), förderbarer Wohnbau (GBFG) oder Betriebsbaugebiet (GBBG) ausgewiesen werden.

In Wohngebieten ist eine betriebliche Nutzung nur sehr eingeschränkt möglich. Grundsätzlich dürfen nur Wohngebäude und Bauwerke, die religiösen, kulturellen oder sozialen Zwecken oder der öffentlichen Verwaltung dienen, errichtet werden. Werkstätten kleineren Umfangs sind dann zulässig, wenn sichergestellt ist, sie nicht durch „[...] den Wohnzweck beeinträchtigende Belästigungen für die Nachbarschaft herbeizuführen geeignet sind“ [§6 Abs. 6 WBO].

Eine betriebliche Nutzung in gemischten Baugebieten ist ebenfalls nur eingeschränkt möglich. Demnach dürfen keine Bauwerke oder Anlagen errichtet werden, die „geeignet sind, durch Rauch, Ruß, Staub, schädliche oder üble Dünste, Niederschläge aus Dämpfen oder Abgasen, Geräusche,

---

*Wärme, Erschütterungen oder sonstige Einwirkungen, Gefahren oder unzumutbare Belästigungen für die Nachbarschaft herbeizuführen“ [§6 Abs. 8 WBO].*

Somit ist die Errichtung von industriellen Betrieben und Unternehmen aus zahlreichen anderen Branchen grundsätzlich nur in den Widmungskategorien Gemischtes Bauland-Betriebsbaugelände oder Industriegebiet zulässig.

Aus Sicht der Energieversorgung kommt der Funktionsmischung eine wichtige Bedeutung zu. In funktionsgemischten Strukturen besteht der Vorteil, dass sich Energieverbrauch und Energiegewinnung im Tagesverlauf stärker angleichen als in homogenen Strukturen. Anlagen zur Energiegewinnung und Energieverbrauch sind auf den Spitzenverbrauch hin zu dimensionieren, außerhalb der Spitzenlastzeiten sinkt deren Effizienz. In Stadtteilen, in denen die Funktionen Wohnen und Arbeiten in enger räumlicher Beziehung zueinander organisiert sind, wird durch die Bürogebäude hauptsächlich tagsüber Energie in Anspruch genommen und in den Wohnungen abends bzw. in der Nacht. Demnach überlagern sich die Tagesgänge des Energieverbrauchs verschiedener Nutzungen und gleichen sich tendenziell aus, wodurch das Verhältnis von Grundlast zu Spitzenlast verbessert wird [vgl. Stöglehner et al., 2014: 5].

Auch Holzer et al. (2015) erkennen den Mehrwert der Nutzung von Synergien aus dem „gleichzeitigen Bedarf an einander in der Bereitstellung ergänzender Energieformen, z.B. von Wärme und Kälte oder von Strom und Wärme“ vor Ort. In ihrer Zusammenstellung von Vorgaben, die in städtebaulichen Entwicklungsprozessen zur Sicherstellung einer nachhaltigen Wärmeversorgung angewendet werden können, wird vorgeschlagen, einen zeitlichen Ausgleich von Energiebedarfs- und Energieverfügbarkeitsspitzen zu ermöglichen. Durch diese Reduktion von Lastspitzen soll die Nutzung der Fernwärme ökologisch optimiert werden [vgl. Holzer et al., 2015: 4].

Nachdem die Kernkompetenz der Raumplanung unter anderem darin besteht, Standorte für unterschiedliche Nutzungen festzulegen, sind hier große Potenziale bei Neuwidmungen vorhanden. Die Herausforderungen und mögliche Lösungsansätze, die sich durch die Nutzung der Synergieeffekte zwischen Industrie- bzw. Gewerbe- und Wohngebieten ergeben, werden auch im Zuge der geführten Interviews mit Akteurinnen und Akteuren aus dem Planungsbereich abgefragt (vgl. Kapitel 7.1).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Komponenten Dichte und Funktionsmischung wesentliche Faktoren sind, um den Betrieb von Fernwärmenetzen zu ermöglichen. Eine angemessene bauliche Dichte von Stadtteilen ist notwendig, um entsprechende Energiedichten und Wärmeabnehmer für den wirtschaftlichen Betrieb zu erzielen. Durch die Reduktion von Verbrauchslastspitzen, die durch Funktionsmischung von Wohn- und Büro/Gewerbegebieten herbeigeführt werden kann, ist der Betrieb eines Fernwärmesystems effizienter und somit werden beste Voraussetzungen für den Ausbau der Fernwärme geschaffen.

## 4.2 Instrumente der Raumplanung zur Forcierung der Abwärmenutzung

Grundsätzlich kann zwischen rechtlich verbindlichen und freiwilligen Instrumenten unterschieden werden. Angefangen von den klassischen Raumplanungsinstrumenten der Bauordnung, dem Flächenwidmungs- und Bebauungsplan über die Erstellung von Energiekonzepten bis hin zur Festlegung von Fernwärme-Vorranggebieten werden die genannten Instrumente und ihre Auswirkungen im Hinblick auf eine mögliche Abwärmenutzung erläutert.

### 4.2.1 Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan

Im Gegensatz zu den anderen österreichischen Bundesländern sind in Wien der Flächenwidmungsplan und der Bebauungsplan in einem gemeinsamen Planungsdokument zusammengefasst.

Flächenwidmungspläne gliedern das gesamte Gemeindegebiet in verschiedene Bereiche und legen Nutzungsmöglichkeiten fest. Sie haben demnach darzustellen, *„nach welchen Grundsätzen der geordnete Ausbau der Stadt vor sich gehen soll und die Bebauungspläne zu verfassen sind“* [§4 Abs. 1 WBO]. Die Flächenwidmungspläne begründen jedoch unmittelbar weder Rechte noch Verpflichtungen [vgl. ebd.]. Bebauungspläne legen die Rahmenbedingungen der baulichen Nutzung (Höhe, Dichte, Abstände) in einem bestimmten Gebiet fest, sie haben darzustellen *„ob bzw. in welcher Weise die von den Flächenwidmungsplänen erfaßten [sic!] Grundflächen und die darüber- oder darunterliegenden Räume bebaut werden dürfen bzw. welche Rechte und Verpflichtungen sich für die Eigentümer (Miteigentümer) der Grundflächen aus den Bebauungsbestimmungen ergeben“* [§5 Abs. 1 WBO]. In den Bebauungsplänen müssen für Wohngebiete und gemischte Gebiete Gebäudehöhen durch die Bauklasseneinteilung sowie die Bauweisen (offen, gekuppelt, offen oder gekuppelt, Gruppenbauweise, geschlossen) festgelegt werden [vgl. §75 Abs. 1 WBO; §76 Abs. 1 WBO].

### 4.2.2 Widmungskategorie „förderbarer Wohnbau“

Im Zuge der Novelle der Bauordnung am 30. Juni 2014 wurde die Widmungskategorie „förderbarer Wohnbau“ eingeführt. Demnach dürfen in Wohngebieten und gemischten Baugebieten örtlich begrenzte Teile als Gebiete für förderbaren Wohnbau ausgewiesen werden [vgl. §4 Abs. 2 C lit a und c WBO]. In den Gebieten dürfen die im jeweiligen Widmungsgebiet zulässigen Bauwerke oder Anlagen errichtet werden, Wohngebäude jedoch nur, *„...wenn sie auf Grund der Größe der darin befindlichen Wohnungen und des energietechnischen Standards nach den Vorschriften des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes – WWFSG 1989, der Neubauverordnung 2007 und der Sanierungsverordnung 2008 förderbar sind“* [§ 6 Abs. 6a WBO]. Die Bezeichnung „förderbar“ ist so zu verstehen, dass nur Bauten errichtet werden dürfen, die die bautechnischen Spezifikationen der genannten Gesetze bzw. Verordnungen erfüllen. Eine tatsächliche Förderung ist nicht Voraussetzung [vgl. Schremmer & Kanonier, 2014: 9].

In der Neubauverordnung 2007 sind thermische und energetische Mindestanforderungen enthalten, die als Voraussetzung für die Gewährung einer Förderung gelten. Demnach dürfen Wohnbauvorhaben mit Kohle-, Koks-, Briketts-, Öl- oder Stromwiderstandsheizungen nicht gefördert werden. Ebenso dürfen Erdgas-Brennwert-Anlagen nur in Kombination mit thermischen Solaranlagen gefördert werden, wenn keine Fernwärmeanschlussmöglichkeit gegeben ist [vgl. §2 Abs. 2 Z 1 und 2 Neubauverordnung 2007].

---

Durch die Einführung der Widmung ist es möglich, steuernd einzugreifen und vermehrt Gebiete festzulegen, bei denen Mindestanforderungen bezüglich energetischer Standards eingehalten werden müssen und damit die Errichtung innovativer Energieversorgungssysteme für Stadtteile zu fördern.

#### **4.2.3 Hocheffiziente alternative Systeme**

Wie bereits im Kapitel 2.2.1 erläutert wurde, schreibt der §118 Abs. 3 WBO vor, dass bei Neubauten, Zu- und Umbauten ab einer gewissen Größe, hocheffiziente alternative Systeme eingesetzt werden müssen, sofern dies technisch, ökologisch und wirtschaftlich realisierbar ist. Darunter sind dezentrale Energieversorgungssysteme auf der Grundlage von Energie aus erneuerbaren Quellen, Kraft-Wärme-Kopplung, Fern-/Nahwärme oder Fern-/Nahkälte sowie Wärmepumpen zu verstehen [vgl. § 118 Abs. 3].

Diese Bestimmungen zielen ebenfalls darauf ab, die städtische Energiewende in Zukunft zu erleichtern und ausschließlich umweltfreundliche Energieversorgungssysteme zu errichten.

#### **4.2.4 Städtebauliche Verträge**

Mit der Novelle der Bauordnung im Jahr 2014 wurde eine rechtliche Grundlage geschaffen, um in Zukunft privatrechtliche Verträge zwischen der Stadt und den Grundeigentümern abschließen zu können. Laut §1a Abs. 1 der Wiener Bauordnung ist *„die Gemeinde berechtigt als Trägerin von Privatrechten [...] insbesondere zur Vorsorge ausreichender Flächen für den erforderlichen Wohnraum und für Arbeits- und Produktionsstätten des Gewerbes, der Industrie und zur Erbringung von Dienstleistungen jeder Art, sowie über die Beteiligung der Grundeigentümer an den der Gemeinde durch die Festsetzung von Grundflächen als Bauland erwachsenden Kosten der Infrastruktur privatrechtliche Vereinbarungen abzuschließen.“* Demnach werden gegenseitige Verpflichtungen zur Schaffung von Infrastruktur transparent festgelegt, in denen die Möglichkeit des privatrechtlichen Vertragsschlusses zwischen der öffentlichen Hand und privaten Bauträgern besteht [vgl. Wien, n.b.: online]

Bisher sind nur wenige städtebauliche Verträge zustande gekommen, hauptsächlich geht es dabei um die Finanzierung der verkehrlichen und sozialen Infrastruktur, wie etwa den Bau von Kindergärten, Schulzubauten und günstigen Wohnungen für sozial Schwächere [vgl. Chorherr, 2015: online].

In einem städtebaulichen Vertrag können auch Energiethemen Anwendung finden. Beispielsweise kann eine Anschlussverpflichtung an Fernwärme festgelegt werden. Die Anwendung von Energiethemen spielt jedoch (noch) keine wesentliche Rolle (s. Kapitel 7.1).

#### **4.2.5 Klima- und Energiekonzept im Rahmen von UVP-Verfahren**

Bei der Planung von Stadtentwicklungsgebieten wird neben dem Thema des leistbaren Wohnens der Fokus auf eine energieeffiziente, nachhaltige Energieversorgung gelegt. Die Frage, welche Energiequellen vor Ort genutzt werden können, spielt dabei eine große Rolle. Die Berücksichtigung von Energiethemen schon bei der Planung wird demnach immer wichtiger, weshalb zunehmend Energiekonzepte gefordert werden.

Seit 1985 gibt es in der Europäischen Union die Richtlinie über die UVP bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten (85/337/EWG, UVP-RL). Mit der Richtlinie 2011/92/EU vom 13.12.2011 wurden die eben genannte Stammfassung der UVP-Richtlinie und die dazu ergangenen Novellen aus den Jahren 1997, 2003 und 2009 vereint. Die erste Umsetzung erfolgt in Österreich im Jahr 1993 durch das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVP-G 1993) [vgl. Umweltbundesamt, 2016: online]. Die aktuelle Fassung ist das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 idF BGBl I Nr. 4/2016.

In Anhang 1 des UVP-G 2000 sind bestimmte Vorhaben angeführt, bei denen aufgrund ihrer Art, ihrer Größe oder ihres Standortes mit erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt zu rechnen ist und eine UVP durchgeführt werden muss [vgl. BMLFUW, Hrsg., 2013a: 4]. Im Zuge der Umsetzung der UVP-Richtlinie der EU wurde mit der Novelle 2009 des UVP-Gesetzes der Tatbestand Städtebauvorhaben in das UVP-G 2000 eingeführt. Gemäß Fußnote 3a zu Anhang 1 Z 18 lit b UVP-G 2000 sind Städtebauvorhaben *„Erschließungsvorhaben zur gesamthaften multifunktionalen Bebauung, jedenfalls mit Wohn- und Geschäftsbauten einschließlich der hierfür vorgesehenen Erschließungsstraßen und Versorgungseinrichtungen mit einem über das Gebiet des Vorhabens hinaus reichenden Einzugsbereich“*. Gemäß Anhang 1 Z 18 lit. b UVP-G 2000 sind die **Neuerrichtung von Städtebauvorhaben** mit einer Flächeninanspruchnahme von mindestens 15 ha und einer Bruttogeschoßfläche von mehr als 150.000 m<sup>2</sup> sowie die Erweiterung von Städtebauvorhaben, wenn die beantragte Erweiterung eben genannte Schwellwerte erreicht, jedenfalls UVP-pflichtig (im vereinfachten Verfahren<sup>29</sup>).

Mit dem Antrag ist von der Projektwerberin bzw. vom Projektwerber eine Umweltverträglichkeitserklärung (UVE) vorzulegen, in der das Vorhaben, die wichtigsten geprüften Alternativen, die Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt und die Maßnahmen zur Vermeidung oder Verminderung dieser Auswirkungen beschrieben werden [vgl. Umweltbundesamt, 2016: online]. Gemäß §6 Abs. 1 Z 1 lit. e UVP-G 2000 hat das Klima- und Energiekonzept, das in der UVE enthalten sein muss, u.a. den Energiebedarf, aufgeschlüsselt nach Anlagen, Maschinen und Geräten sowie nach Energieträgern, verfügbare energetische Kennzahlen, Darstellung der Energieflüsse, Maßnahmen zur Energieeffizienz und Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen zu beinhalten.

Die UVP-Behörde entscheidet über den Antrag, wobei nach §17 Abs. 4 UVP-G 2000 *„durch geeignete Auflagen, Bedingungen, Befristungen, Projektmodifikationen, Ausgleichsmaßnahmen oder sonstige Vorschriften [...] zu einem hohen Schutzniveau für die Umwelt in ihrer Gesamtheit beizutragen [ist]“*. Demnach können Städtebauvorhaben unter Vorschreibung von Auflagen, die auch das Energiesystem betreffen, genehmigt und im UVP-Bescheid verankert werden.

---

<sup>29</sup> *„Die Unterschiede zwischen dem UVP-Verfahren und dem vereinfachten UVP-Verfahren liegen vor allem darin, dass im vereinfachten Verfahren kein Umweltverträglichkeitsgutachten, sondern nur eine zusammenfassende Bewertung der Umweltauswirkungen zu erstellen ist, Bürgerinitiativen nur Beteiligtenstellung mit Akteneinsicht haben und keine Nachkontrolle vorgesehen ist.“* [Umweltbundesamt 2016: online]

---

#### 4.2.6 Anschlusspflicht an Fern-/Nahwärme und Ausweisung von Fern-/Nahwärmevorrangzonen

Wie in der Abwärmepotenzialstudie für Oberösterreich aus dem Jahr 2008 vorgeschlagen wird, ist bei Betriebsansiedlungen, die ein hohes Potenzial zur externen Nutzung von Fernwärme haben, eine Abwärmenutzung sinnvoll und nach Möglichkeit zuzulassen. Eine Möglichkeit, dies zu realisieren, ist die Ausweisung von Vorranggebieten für Fernwärme, in denen die Errichtung konkurrierender leitungsgebundener Energieträger (Anm. z.B. Gasnetz) nicht zweckmäßig ist. Die Maßnahme könnte durch einen Anschlusszwang verstärkt werden, wobei dieser auch als Entscheidungsgrund für einen Bauträger gelten kann, an einem anderen Standort zu bauen [vgl. Brandstätter, 2008: 76].

##### **Exkurs: Energierichtplanung in der Schweiz als Vorreiter in Bezug auf Energieraumplanung**

In der Schweiz wird unter dem Begriff „**Energierichtplanung**“ die Verknüpfung von Raumplanung und Energie verstanden. Die Kantone können eigene Energiegesetze und Energieverordnungen erlassen. Energieplanerische Inhalte werden dabei in Richtplänen festgelegt, die mit Entwicklungskonzepten in Österreich verglichen werden können und auf kantonaler, regionaler und kommunaler Ebene bestehen. In kantonalen Energieplänen werden punktuelle Quellen und Gebiete, in denen erneuerbare Energien oder Abwärme von über 10.000 MWh/a vorhanden ist, auf einer Potenzialkarte dargestellt. In kommunalen Energierichtplänen können Gebiete festgelegt werden, die für bestimmte Energieträger geeignet bzw. ungeeignet sind. Dabei wird besonders auf lokal verfügbare Quellen geachtet, womit das Angebot der vorhandenen Energien und die räumliche Entwicklung und Nutzung aufeinander abgestimmt werden können [vgl. Kloss & Cerveny, 2015].

Auf Grundlage der Revision des Bundes-Energiegesetzes von 1995 kann der Staat oder die Gemeinde Grundeigentümerinnen und Grundeigentümer dazu verpflichten, ihre Gebäude innerhalb angemessener Frist an ein Leitungsnetz anzuschließen, wenn eine (überwiegend) öffentliche Fernwärmeversorgung lokale Abwärme oder erneuerbare Energien nutzt und die Wärme zu technisch und wirtschaftlich gleichwertigen Bedingungen anbietet. Gebäude, die den Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien (max. 25% fossile Energien) decken, sind nicht zum Anschluss an das Fernwärmenetz verpflichtet [vgl. ebd.]. Die MA 20 sieht diese Form als eine Art „sanfte Anschlusspflicht“, weil es zwar keine direkte Anschlusspflicht gibt, jedoch eine Alternative zur Fernwärme schwer zu erreichen ist [Interview MA 20, 2016]. In Österreich besteht dahingehend noch Anpassungsbedarf. Nach §22 Abs. 9 StROG sind Gemeinden verpflichtet, unter bestimmten Voraussetzungen (wenn sie u.a. in einem Vorranggebiet zur lufthygienischen Sanierung liegen) die Verpflichtung zum Anschluss an ein Fernwärmesystem (Fernwärmeanschlussbereich) festzulegen. Auf Basis des Oberösterreichischen Luftreinhalte- und Energietechnikgesetzes 2002 (Oö. LuftREnTG) kann eine Gemeinde die Anschlusspflicht an eine gemeindeeigene zentrale Wärmeversorgungsanlage festlegen.

Demnach ist eine Verordnung zur Anschlusspflicht in Oberösterreich und der Steiermark unter dem Aspekt des Gesundheitsschutzes, im Rahmen des Luftreinhaltegesetzes, möglich. In der Schweiz wird eine Anschlusspflicht nicht durch den Gesundheitsschutz, sondern aufgrund der Ziele Klimaschutz, effiziente Ressourcennutzung und Nutzung heimischer Energiepotenziale



argumentiert. Nach Kloss & Cerveny (2015) bedürfe es ähnlicher Zielbestimmungen in den österreichischen Raumordnungsgesetzen.

Aus der Sicht von Expertinnen und Experten wird ein Anschlusszwang eher abgelehnt, da die Gefahr besteht, dass Bauträgerfirmen bzw. Kundinnen und Kunden unzufrieden sind. Die Schaffung von Vorranggebieten wird hingegen positiv eingeschätzt [vgl. Schmidt et al., 2015].

### **4.3 Zwischenfazit**

Die Raumplanung kann in vielerlei Hinsicht eine positive Wirkung für Klimaschutz und Energiewende ausüben, angefangen vom Bodenschutz durch das Ziel einer sparsamen Flächeninanspruchnahme über die Festlegung von Bebauungsdichten zur Förderung einer Stadt der kurzen Wege. Durch eine vorausschauende Standort- und Infrastrukturplanung sowie eine Abstimmung der verschiedenen Nutzungen kann die Raumplanung auf direkte Weise zur Energiewende und somit zur Reduktion des Energieverbrauchs beitragen. Der Heizwärmebedarf sowie die Versorgungbarkeit von Siedlungen mit innovativen erneuerbaren Energiesystemen können durch geeignete Maßnahmen wesentlich beeinflusst werden.

Die Verdichtung von Siedlungsstrukturen wird als wesentlicher Faktor für einen zukünftigen Ausbau der Fernwärme erachtet, vor allem angesichts der Weiterentwicklung energieeffizienter Bauweisen und der dadurch sinkenden Wärmebedarfsdichten. Dabei spielt die Raumplanung eine wesentliche Rolle, sie sollte in weiterer Folge mitentscheiden, welche Technologien wo sinnvoll eingesetzt werden. Vor allem bei der Errichtung von Neubaugebieten sollten bereits in der Planungsphase Überlegungen angestellt werden, welches Energieversorgungssystem am sinnvollsten angewendet werden kann. Dazu bedarf es einer frühzeitigen Koordination und Kooperation zwischen Gemeinden, Bauträgern und Energieversorgungsunternehmen [vgl. Schmidt et al. 2015].

Die Energieraumplanung kann dazu beitragen, dass im Zuge einer Abstimmung verschiedener Nutzungen im städtischen Raum funktionsgemischte Gebiete entstehen und somit ein Wärmeaustausch zwischen wärmeproduzierenden Unternehmen und Wärmeverbrauchern, wie privaten Haushalten, ermöglicht wird. Industrie und Gewerbe produzieren einen hohen Anteil an Abwärme, die benachbarte Wohn- und Dienstleistungsgebäude oder auch andere produzierende Betriebe nutzen können. Daher ist es eine notwendige Aufgabe der Energieraumplanung, im Bestandsgebiet verfügbare Quellen zu identifizieren und nutzbar zu machen und in der Entwicklung von neuen Siedlungsgebieten vorausschauend durch die Hilfe von verschiedenen Instrumenten wie dem Flächenwidmungsplan oder städtebaulichen Verträgen Grundlagen zu schaffen, die eine Abwärmenutzung ermöglichen.

# 5 Die Energieanbieter – nutzbare Abwärmepotenziale in Wien

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die möglichen nutzbaren Abwärmepotenziale von Wien. Einerseits werden die relevanten Branchen und ihre typischen Prozesse, aus denen Abwärme genutzt werden kann, erläutert, andererseits die Abwärmemengen abgeschätzt.

## 5.1 Typische Abwärmequellen und ihre Eigenschaften

In Betrieben steht an erster Stelle die Implementierung von Maßnahmen zur Energie- und damit Kosteneinsparung. Auch nach erfolgreichen Maßnahmen, kann noch ein großes Potenzial an ungenutzter Energie in Form von Abwärme vorhanden sein, die z.B. an folgenden Stellen zurückgewonnen werden kann: Kühlgeräte, Klima- und Lüftungsanlagen, luft- und wassergekühlte Druckluftkompressoren (Kältemaschinen), Öfen, Trocknungs- und Wärmebehandlungsprozesse, Maschinen und Motoren, Kühlwasser, Heißwasser- und Dampfkesselanlagen [vgl. OÖ Energiesparverband, Hrsg., 2012: 47].

Um genaue Informationen zu bekommen, wäre es notwendig, für jedes Unternehmen eine individuelle Analyse der verfügbaren Abwärmequellen durchzuführen, da sich die relevanten Prozesse in ihrem Energiebedarf und ihrer Abwärmecharakteristik stark voneinander unterscheiden. Die folgende Abbildung verdeutlicht die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten.

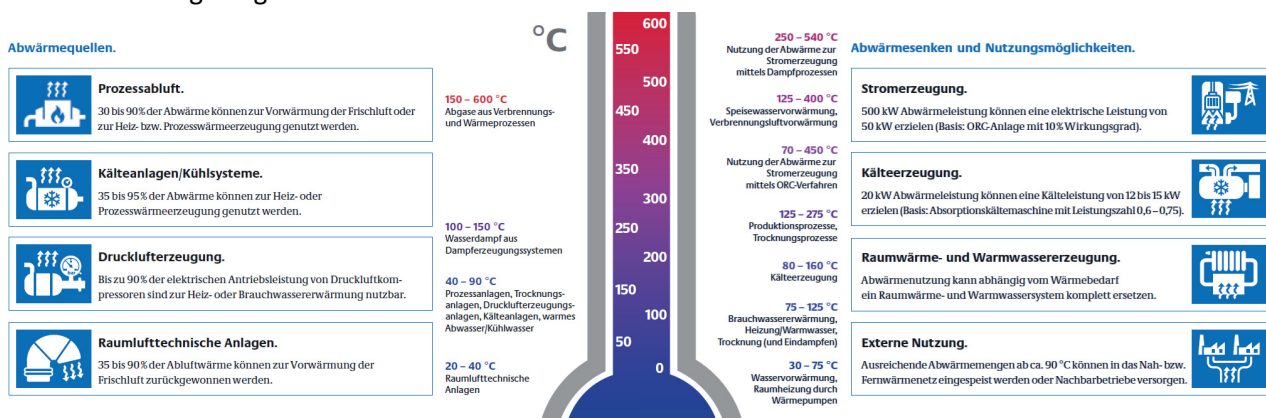


Abbildung 5-1: Abwärmequellen und deren Nutzungsmöglichkeiten, modifiziert [nach Dena, 2014: 4f]

Die Abwärmequellen Prozessabluft, Kälteanlagen, Druckluftherzeugung und raumlufttechnische Anlagen können nicht unmittelbar bestimmten Branchen zugeordnet werden, sie zeichnen sich durch viele Anwendungen in unterschiedlichen Branchen aus und werden nachfolgend als „Querschnittstechniken“ bezeichnet.

### Abwärme aus Druckluftanlagen

Beispielsweise wird Druckluft in der Kunststoffverarbeitung genutzt (Spritzgießen, Extrusion), in der Maschinenbaubranche zum Reinigen, Lackieren und Malen, für Kühlungsprozesse oder in der Nahrungs- und Genussmittelindustrie für automatisierte Prozesse [vgl. Drucklufttechnik, n.b.: online und Maschinenbau-Wissen, n.b.: online]. Die erzeugte Druckluft muss durch Luft, Wasser oder Öl gekühlt werden und diese Abwärme kann zurückgewonnen werden. Bei der Erzeugung von Druckluft

verbleiben nur etwa vier Prozent der eingesetzten elektrischen Energie in der Druckluft, der Rest geht als Abwärme verloren. 70 bis 90% der eingesetzten Energie lassen sich als Wärme rückgewinnen. Die einfachste Methode der Abwärmenutzung von Kompressoren ist die Nutzung der warmen Abluft zur Raumheizung im Winter. Die Abwärme des Kompressors kann auch in vorhandene Warmwasser-Heizsysteme eingespeist oder zur Brauchwassererwärmung verwendet werden [vgl. Lfu, Hrsg., 2012: 14]. Das bereitgestellte Temperaturniveau hängt von der Kühlungsart ab (normalerweise 60-70°C, ca. 70°C bei öl- oder wassergekühlten Kompressoren) [vgl. Kulterer, 2009: 6]. Im Sommer kann die Abwärme, sofern sie in ausreichender Menge zur Verfügung steht, in ein Wärmenetz eingespeist werden. Das Temperaturniveau passt optimal zu den Anforderungen der Fernwärme [vgl. BMLFUW, 2015: 42].

Es folgt eine Analyse der vorhandenen Abwärmepotenziale von Druckluftanlagen in Wien anhand von statistischen Daten über den Endverbrauch an elektrischer Energie in ausgewählten Branchen. Dadurch soll ein Einblick über die Größenordnung der Abwärmemenge, die aus Druckluftanlagen herauszuholen wäre, gegeben werden. Zur Analyse wurden drei Studien [Gloor, 2000; MA 27, Hrsg., 2008a; BFE, 2014] untersucht, die jeweils den Anteil der Druckluftenergie am Stromverbrauch pro Branche ausweisen.

	Endverbrauch elektrische Energie 2014 [Statistik Austria 2015b] [GWh]	Anteil Druckluftenergie am Stromverbrauch [Gloor, 2000]	Endverbrauch Kompressoren nach [Gloor, 2000] [GWh]	Anteil Druckluftenergie am Stromverbrauch [MA 27, Hrsg., 2008a]	Endverbrauch Kompressoren nach [MA 27, Hrsg., 2008a] [GWh]	Anteil Druckluftenergie am Stromverbrauch [BFE, 2014]	Endverbrauch Kompressoren nach [BFE, 2014] [GWh]	Mittelwert aus Gloor, 2000; MA27, Hrsg., 2008a; BFE, 2014	Abwärmepotenzial [GWh]
Eisen- und Stahlherzeugung	3,6	2,7%	0,1	18,8%	0,7	3,30%	0,1	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>
Chemie und Petrochemie	164,6	3,4%	5,6	4,6%	7,6	3,70%	6,1	<b>6,4</b>	<b>4,5</b>
Nicht Eisen Metalle	3,8	-	-	-	-	-	-	-	-
Steine und Erden, Glas	21,7	5,3%	1,1	7,4%	1,6	3%	0,6	<b>1,1</b>	<b>0,8</b>
Fahrzeugbau	23,3	3,6%	0,8	8,8%	2,0	-	-	<b>1,4</b>	<b>1,0</b>
Maschinenbau	231,5	4,5%	10,4	18,8%	43,5	10,70%	24,8	<b>26,2</b>	<b>18,4</b>
Nahrungs- und Genussmittel	161,4	5,1%	8,2	9,5%	15,3	5,10%	8,2	<b>10,6</b>	<b>7,4</b>
Papier und Druck	111,7	2,8%	3,1	4,0%	4,5	6,70%	7,5	<b>5,0</b>	<b>3,5</b>
Holzverarbeitung	14,2	7,6%	1,1	26,7%	3,8	-	-	<b>2,4</b>	<b>1,7</b>
Textil und Leder	13,0	3,6%	0,5	8,7%	1,1	7,30%	0,9	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>
Sonst. Produzierender Bereich	315,5	10,5%	33,1	11,0%	34,7	4,90%	15,5	<b>27,8</b>	<b>19,4</b>
	1064,2		66,9		114,8			<b>82,2</b>	<b>57,5</b>

**Tabelle 5-1: Abwärmepotenziale von Druckluftanlagen in unterschiedlichen Branchen, eigene Berechnung**

Demnach ist der mit Abstand größte Endverbraucher für Kompressoren die Maschinenbauindustrie, gefolgt von der Nahrungs- und Genussmittelindustrie, Chemie und Petrochemie und der Branche Papier und Druck. Im „Sonstigen Produzierenden Bereich“ ist die Branche Kunststoffverarbeitung enthalten, in der ebenfalls große Potenziale vorhanden sind.

### Abwärme aus Kälteanlagen

Neben Klimakälte wird auch in verschiedenen Branchen Prozesskälte benötigt – zur Kühlung von Waren in Lagerhäusern, Lebensmittel-Geschäftsräumen, Maschinen und Anlagen [vgl. ÖÖ Energiesparverband, Hrsg., 2012: 28]. Die folgende Abbildung verdeutlicht die Branchen, die neben Prozesswärme („ProzessW“) auch Prozesskälte benötigen, die mittels Kälteanlagen erzeugt wird und dessen Abwärme genutzt werden kann.

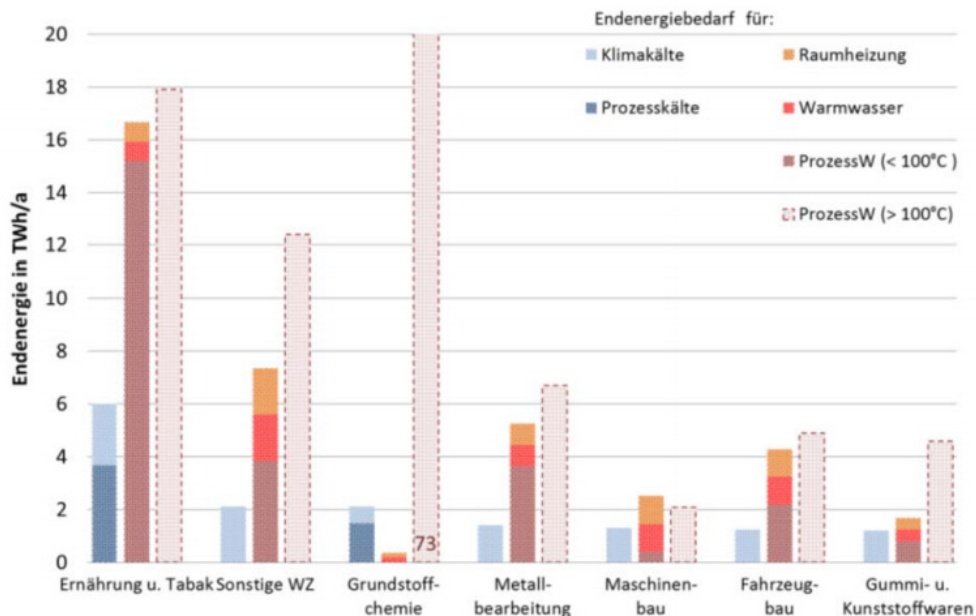


Abbildung 5-2: Endenergiebedarf für Kälte- und Wärmebereitstellung [VDMA, 2015: 5]

Die Branchen „Ernährung u. Tabak“ sowie „Grundstoffchemie“ weisen neben Energiebedarf für Klimakälte zusätzlich einen Bedarf an Prozesskälte auf. Typische Temperaturen von Abwasser bzw. Abluft aus Kühl- und Prozessanlagen liegen bei 20–60 °C, die zur Weiterverwendung bereitsteht [vgl. OÖ Energiesparverband, Hrsg., 2012: 47]

In einem Unternehmen kommt es häufig vor, dass mehrere Prozesse anfallen, aus denen Abwärme genutzt werden kann. In Kapitel 5.3.2 wird deshalb beschrieben, welche typischen Prozesse in der jeweiligen Branche auftreten.

## 5.2 Auswahl der potenziellen Abwärmequellen

Folgende Quellen wurden zur Recherche vorhandener Abwärmequellen analysiert:

- Abwärmepotenzialstudie Wien [MA 27, Hrsg., 2008],
- E-PRTR<sup>30</sup> (European Pollutant Release and Transfer Register): Liste der EU-Kommission über die größten Schadstoffemittenten,
- Top500 umsatzstärkste Unternehmen Österreichs des Magazins Trend,
- ÖkobusinessPlan (Es wurden Projekte recherchiert, in denen bereits Abwärme genutzt wird (v.a. innerbetriebliche Nutzung)),
- Unternehmensdatenbank Bisnode (nach NACE-Branchen gegliedert).

Die Daten der **Unternehmensdatenbank** wurden am 04.08.2015 heruntergeladen, wobei in Summe 108.691 Unternehmen unter den NACE-Branchen A-S gelistet waren. Folgendes galt es bei der Analyse der Unternehmensdatenbank zu beachten:

- Unternehmenshauptsitze (Büros) mussten von Produktionsstätten unterschieden werden

<sup>30</sup> <http://prtr.ec.europa.eu/#/facilitylevels>

- Fehlende Daten (v.a. die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und den Standort betreffend) wurden recherchiert, da sie für die Abschätzung der Abwärmemenge bzw. zur Verortung im Stadtgebiet notwendig sind
- die Unternehmen wiesen teilweise ungeeignete Branchenbezeichnungen auf (deshalb wurden „Überkategorien“ eingeführt, s. unten)
- die in der Datenbank angegebenen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter inkludierten jene in der Verwaltung bzw. im Büro oder in Verkaufsfilialen (Bäckerei, Fleischerei). In Branchen, wo dies der Fall war und signifikante Unterschiede erkannt wurden, wurden die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Produktion recherchiert. Dennoch bestehen hier gewisse Unsicherheiten.

Zuerst wurden die bereits vorhandenen Studien hinsichtlich für eine Abwärmenutzung relevante Branchen analysiert. Anschließend wurden ebendiese Branchen aus der Unternehmensdatenbank extrahiert. Deshalb sind auch auf den ersten Blick untypische Branchen ausgewählt worden. Beispielsweise die NACE-Branchen 26 (Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen) sowie 27 (Herstellung von elektrischen Ausrüstungen): Nachdem die den Branchen zugehörigen Unternehmen PIU-PRINTEX (ÖkobusinessPlan) sowie Herz Armaturen Ges.m.b.H [MA 27, Hrsg., 2008] bereits Maßnahmen zur Abwärmenutzung gesetzt haben, wurden die Branchen ebenfalls ausgewählt.

Ausgehend von einer umfassenden Literaturrecherche wurden aufgrund verfügbarer Abwärmepotenziale folgende NACE-Abschnitte bzw. Branchen zur weiteren Betrachtung ausgewählt:

NACE Code	Branchenbezeichnung	NACE Code	Branchenbezeichnung
<b>Abschnitt C - verarbeitendes Gewerbe/Herstellung von Waren</b>		<b>Abschnitt G - Handel</b>	
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	45	Handel mit Kraftfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen
11	Getränkeherstellung	46	Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)
16	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	47	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)
17	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	<b>Abschnitt H - Verkehr und Lagerei</b>	
18	Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	52	Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr
20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	<b>Abschnitt J - Information und Kommunikation</b>	
21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	58	Verlagswesen
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie
23	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	63	Informationsdienstleistungen
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	<b>Abschnitt Q - Gesundheits- und Sozialwesen</b>	
25	Herstellung von Metallerzeugnissen	86	Gesundheitswesen
26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	87	Heime
27	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	<b>Abschnitt S - Erbringung von sonstigen Dienstleistungen</b>	
28	Maschinenbau	96	Erbringung von sonstigen überwiegend persönlichen Dienstleistungen
29	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen		
30	Sonstiger Fahrzeugbau		
32	Herstellung von sonstigen Waren		

Abbildung 5-3: Auswahl der NACE-Branchen, eigene Darstellung

### Abschnitt C – verarbeitendes Gewerbe/Herstellung von Waren

In dieser Branche wurden grundsätzlich nur Unternehmen betrachtet, die einen Umsatz über zwei Millionen Euro verzeichnen konnten. Diese Abgrenzung wurde aufgrund der Annahme, dass die Wahrscheinlichkeit für Abwärmepotenziale bei kleineren Unternehmen ohnehin gering ist, durchgeführt. Dabei besteht das Risiko, dass Unternehmen nicht betrachtet wurden, obwohl nennenswerte Abwärmepotenziale zur Verfügung stehen.

Im Jahr 2011 arbeiteten in Wien rund 60 Tsd. Personen [Statistik Austria, 2015e] im produzierenden Bereich, wobei in diesem Fall nur die NACE-Branche C „Herstellung von Waren“ betrachtet wird. Bei knapp 970 Tsd. Beschäftigten [Statistik Austria, 2015g] entspricht dies einem Anteil von etwa 6%. In Abbildung 5-4 ist die Verteilung der Beschäftigten auf die verschiedenen Bereiche der produzierenden Branche aufgeteilt. Die Branchenstruktur entspricht jener der Energiebilanzen der Statistik Austria [Statistik Austria, 2015b], um einen Bezug zu Energiebedarfswerten zu ermöglichen.

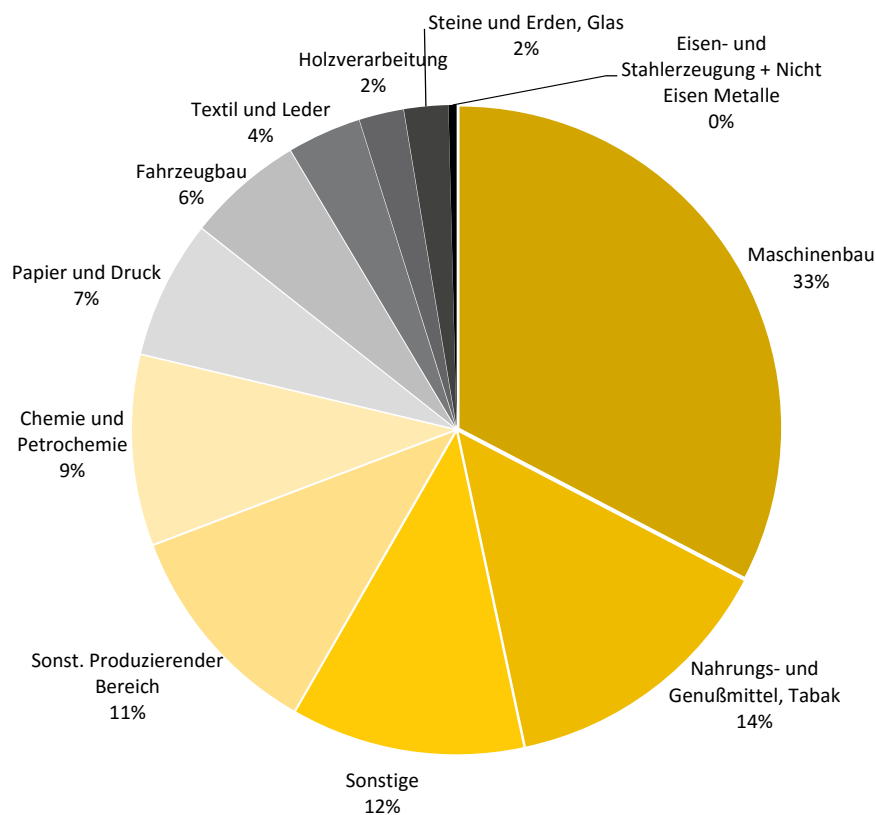
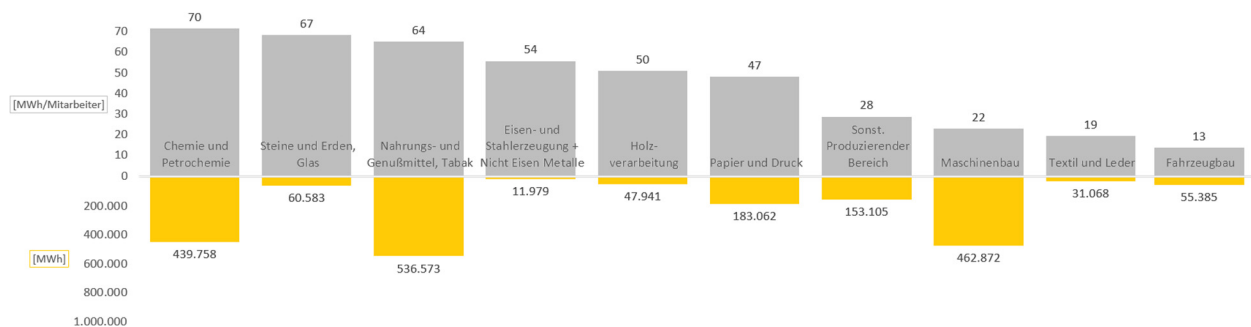


Abbildung 5-4: Anteil der Beschäftigten nach NACE – Branchen, eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015b und Statistik Austria, 2015e]

In der Baubranche sind in Wien die meisten Beschäftigten im produzierenden Sektor tätig, jedoch wird diese Branche im Zuge dieser Abwärmepotenzialerhebung aufgrund nur schwer nutzbarer Potenziale nicht berücksichtigt und kommt deshalb in den folgenden Analysen auch nicht vor. Das Diagramm zeigt, dass rund 1/3 der Beschäftigten im Maschinenbau tätig ist, gefolgt von der Branche Nahrungs- und Genussmittel. Ebenfalls wichtige Arbeitgeber sind Unternehmen im Bereich der energieintensiven Gummi- und Kunststoffwarenherstellung, die hier in der Branche „Sonst. Produzierender Bereich“ enthalten sind.

Im folgenden Diagramm werden die Beschäftigten in Beziehung zum Endenergieverbrauch pro Branche gesetzt, was als Basis für die Abschätzung und Kontrolle der Abwärmerechnung (Endenergieverbrauch/Beschäftigtem pro Branche) dient.



**Abbildung 5-5: Energetischer Endverbrauch pro Beschäftigtem und absolut in Wien im Jahr 2014**  
eigene Berechnung [Statistik Austria, 2015b und Statistik Austria, 2015e]

Die Branche Chemie und Petrochemie liegt mit 70 MWh Endenergieverbrauch pro Beschäftigtem an erster Stelle der energieintensivsten Branchen, gefolgt von der Branche Steine, Erden und Glas, die in Wien jedoch nicht relevant ist. An dieser Grafik ist außerdem erkennbar, dass z.B. die Branche Maschinenbau den zweithöchsten absoluten Endenergieverbrauch aufweist, wo jedoch viele Beschäftigte insgesamt nur wenig energieintensive Tätigkeiten verrichten (vgl. Abbildung 5-5).

Ziel dieser Abwärmepotenzialerhebung war es, neben dem produzierenden Bereich (NACE-Branche „C – Herstellung von Waren“) auch die Dienstleistungs- und Gewerbebetriebe mit einzubeziehen, weshalb auch die anderen NACE-Gruppen (s. Abbildung 5-3) analysiert werden. In den beiden NACE-Gruppen **G** (Handel) und **H** (Verkehr und Lagerung) wurden hauptsächlich die Kälteanlagen, die zur Kühlung von Lagerhallen verwendet werden, berücksichtigt. Die NACE-Gruppe **J** (Information und Kommunikation) beinhaltet die Rechenzentren, wobei der Großteil der relevanten Rechenzentren mittels Internetrecherche gesucht wurde und erst nachträglich Informationen aus der Datenbank herangezogen wurden. Da zur Abschätzung der Abwärmemenge nicht die Beschäftigtenzahl, sondern die Rechenzentrumsfläche bzw. die Stromleistung verwendet wurden (s. Kapitel 5.3.2), war eine umfassende Internetrecherche notwendig. Die Informationen über Umsatz und Anzahl der Beschäftigten sind in dieser Kategorie nicht relevant. In der NACE-Gruppe **Q** (Gesundheits- und Sozialwesen) werden Großküchen in Krankenhäusern bzw. Heimen betrachtet. Die NACE Gruppe **S** (Erbringung von sonstigen Dienstleistungen) beinhaltet die Wäschereien.

In der Tourismus- und Gastronomiebranche wären ebenfalls Abwärmepotenziale v.a. durch Klimaanlageanlagen in großen Hotels oder Lüftungsanlagen Großküchen verfügbar. Nachdem dabei die Abwärme jedoch größtenteils im Sommer anfällt, wo die Wärme nicht für Heizzwecke gebraucht wird und ohnehin nur diskontinuierlich verfügbar wäre, wurden Abwärmepotenziale von Hotel- und Gastronomiebetrieben in dieser Analyse nicht berücksichtigt.

Nachdem die Unternehmen aus der Datenbank grob gefiltert wurden (nach Branchen und Umsatz), erfolgte eine Untersuchung der ausgewählten Unternehmen, ob die Angaben aus der

Unternehmensdatenbank stimmen und ob überhaupt Abwärmepotenziale vorhanden sind. Der Fokus lag dabei auf der Analyse der Prozesse, die in den Unternehmen zur Anwendung kommen. Dabei war auffällig, dass die Branchenbezeichnungen der NACE-Klassifizierung teilweise nur bedingt Aufschluss über die tatsächlich im Unternehmen zum Einsatz kommenden Prozesse des Unternehmens geben. Ausgehend von den tatsächlichen Prozessen des Unternehmens wurde eine eigene Klassifizierung erstellt, bei der die in den Unternehmen anfallende Abwärme berücksichtigt wird. Beispielsweise kann eine produzierende Bäckerei als „Großhandel“ klassifiziert sein und muss nicht zwangsläufig der Branche „Herstellung von Nahrungs- und Genussmittel“ zugeordnet sein. Als weiteres Beispiel ist zu nennen, dass in der Branche „Herstellung von Nahrungs- und Genussmittel“ sowohl Bäckereien als auch Fleischereien enthalten sein können, die jedoch verschiedene Prozesse aufweisen und somit in der neu erstellten Klassifikation getrennt betrachtet werden. Die folgende Tabelle zeigt die Branchenzugehörigkeit der NACE-2-Steller zu den allgemeineren „Überkategorien“:

NACE Code	Branchenbezeichnung	NACE Code	Branchenbezeichnung
<b>Chemie</b>		<b>Lebensmittel - Produktion</b>	
20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln
21	Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	-	Fleischerei
<b>Druckerei</b>		-	Molkerei
17	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	11	Getränkeherstellung
18	Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	-	Brauerei
58	Verlagswesen	-	Mälzerei
<b>Großküche</b>		<b>Rechenzentrum</b>	
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	61	Telekommunikation
47	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	62	Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie
86	Gesundheitswesen	63	Informationsdienstleistungen
87	Heime (ohne Erholungs- und Ferienheime)	<b>Sonstige - Metall</b>	
<b>Kunststoffverarbeitung</b>		24	Metallerzeugung und -bearbeitung - Gießereien
20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	25	Herstellung von Metallerzeugnissen
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	<b>Sonstige - Produktion</b>	
28	Maschinenbau	16	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)
<b>Lebensmittel - Bäckerei</b>		17	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	26	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen
46	Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	27	Herstellung von elektrischen Ausrüstungen
47	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	28	Maschinenbau
<b>Lebensmittel - Handel</b>		30	Sonstiger Fahrzeugbau
46	Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	<b>Wäscherei</b>	
47	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)	96	Erbringung von sonstigen überwiegend persönlichen Dienstleistungen
52	Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr		

**Abbildung 5-6: Auswahl der Unternehmen – NACE-Klassen und Überkategorien, eigene Darstellung**

Zu diesen Branchengruppen waren teilweise bereits mitarbeiterspezifische Kennwerte zur Abschätzung des Energieverbrauchs aus der Literatur bekannt.



Insgesamt wurden etwa 180 Unternehmen ausgewählt, wobei sich folgende Verteilung nach Branchenklassen ergibt:

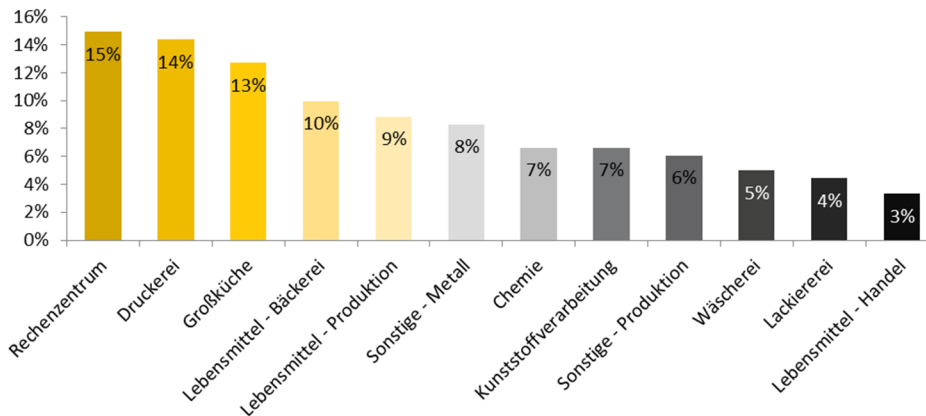


Abbildung 5-7: ausgewählte Unternehmen nach Branchenklassen, eigene Auswertung und Darstellung

Bei etwa 10% der ausgewählten Unternehmen konnten aufgrund fehlender Informationen keine Abwärmepotenziale abgeschätzt werden. Diese mengenmäßig nicht abschätzbaren Abwärmepotenziale sind aus den Branchen „Lebensmittel-Produktion“, in der sehr viele unterschiedliche Prozesse zur Anwendung kommen, „Lebensmittel-Handel“, wo im Wesentlichen große Kühlanlagen zur Warenkühlung Abwärmepotenziale liefern und aus der Branche „Rechenzentren“.

### 5.3 Methodik zur Abschätzung der Abwärmepotenziale

Folgende Schritte wurden zur Abschätzung des Abwärmepotenzials durchgeführt:



Abbildung 5-8: Schritte zur Abschätzung des Abwärmepotenzials, eigene Darstellung

Ausgehend von einer umfassenden Literaturrecherche zu mitarbeiterspezifischen Energiekennwerten für unterschiedliche Branchen (Gesamtenergieverbrauch pro Mitarbeiter, Prozesswärmeverbrauch pro Mitarbeiter oder Stromverbrauch pro Mitarbeiter) wurde der Energieverbrauch für jedes relevante Unternehmen abgeschätzt. Eine Übersicht der recherchierten bzw. zur Abschätzung verwendeten Energiekennwerte und deren Bandbreite (Abweichungen innerhalb der Branchen) ist in Kapitel 5.3.3 dargestellt. Einerseits wurden Kennwerte, über welche der Gesamtenergieverbrauch (Strom- und Wärmeverbrauch – ohne Raumwärme und Warmwasser) eines Unternehmens abgeschätzt werden kann, andererseits wurden Daten zum Prozesswärmebedarf pro Mitarbeiter recherchiert.

Dadurch, dass beispielsweise in Druckereien ein Großteil der eingesetzten Energie in Form von Strom verbraucht wird, die im Endeffekt als Wärme rückgewonnen werden kann (z.B. Abluft/Abwasser aus Kühlanlagen oder Querschnittstechniken wie Druckluftherzeugung), spielt der Wärmeverbrauch alleine keine maßgebliche Rolle, da dieser v.a. in Druckereien zur Erzeugung von

---

Raumwärme verwendet wird [vgl. Blesl et al., 2011: 19]. Wenn, wie bei Blesl et al. (2009) (s. Tabelle 5-4) der mitarbeiterabhängige Prozesswärmebedarf für unterschiedliche Branchen angegeben ist, wurde dabei angenommen, dass in diesem Wert sowohl der Strom- als auch der Wärmebedarf inkludiert ist.

Anhand der Ergebnisse wurde ein Anteil des Gesamtenergieverbrauchs (Strom, Raumwärme, Prozesswärme, Warmwasser) bzw. des Prozesswärmebedarfs (ohne Raumwärme und Warmwasser) pro Branche als nutzbare Abwärmemenge abgeschätzt. Die nachfolgend als „Abwärmeanteile“ bezeichneten Prozentwerte, wurden aus bereits durchgeführten Abwärmepotenzialstudien bzw. zusätzlichen Literaturquellen übernommen (s. Tabelle 5-5).

Im letzten Schritt wurden die Abwärmepotenziale pro Branche aus der Literatur recherchierten Temperaturniveaus zugeordnet (Details über branchenzugehörige Prozesstemperaturen werden in Kapitel 5.3.2 erläutert). Einen Überblick über branchenspezifische Temperaturniveaus gibt ebenfalls Abbildung 3-2. Die Abwärmepotenziale wurden nach ihrer Nutzbarkeit bewertet und sind deshalb in folgende Temperaturniveaunklassen eingeteilt:

- **Niedertemperatur – NT** (35-100°C): direkt nutzbar in Niedertemperaturnetzen (z.B. Fußbodenheizung bei Passivhäusern) oder mittels Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau anhebbar, um die Einspeisung in ein Wärmenetz zu ermöglichen. Allgemein ist hier anzumerken, dass eine Einspeisung in den Vorlauf des bestehenden Wiener Netzes aus aktueller Sicht eher nicht möglich ist. In einem lokalen Wärmenetz mit geringeren Temperaturen wäre dies jedoch möglich.<sup>31</sup>
- **Mitteltemperatur – MT** (100-500°C): direkt in ein Wärmenetz einspeisbar bzw. zur Umwandlung in elektrische Energie geeignet
- **Hochtemperatur – HT** (>500°C) direkt nutzbar zur Umwandlung in elektrische Energie oder abgekühlt nutzbar zur Einspeisung in ein Wärmenetz

Grundsätzlich wurden bei der Analyse der Abwärmepotenziale die Hauptprozesse, für die eine Abwärmenutzung in Frage kommen, betrachtet. Abwärme <35°C wurde deshalb nicht gesondert berücksichtigt.

Eine zuverlässige Datenquelle, die eine Validierung der recherchierten Energiekennwerte für manche Branchen ermöglichte, sind nach Branchen aggregierte Daten aus dem Emissionskataster Wien (kurz Emikat)<sup>32</sup>, der vom AIT für das Projekt „Heat re-use“ zur Verfügung gestellt wurde. Der Emissionskataster enthält u.a. Daten von ca. 3.200 Arbeitsstätten in Wien, wobei ca. 580 Anlagen und Kessel näher erfasst sind. Daten zum Brennstoffeinsatz der Anlagen je Brennstoff und Jahr wurden nach Branchen aggregiert für das Projekt „Heat re-use“ verwendet.

---

<sup>31</sup> Abwärme bei Temperaturen von 45-55°C ist für Niedertemperatur-Heizungssysteme direkt nutzbar. Abwärme bei Temperaturen von 65-90°C ist zur Aufbereitung von Warmwasser direkt nutzbar und bei Abwärme bei Temperaturen von 70-100°C kann die Möglichkeit einer Einspeisung in den Rücklauf der Fernwärme geprüft werden.

<sup>32</sup> Die Magistratsabteilung 22 der Stadt Wien (MA22 - Umweltschutz) hat die ARC Seibersdorf research (heute: AIT) im Jahr 2002 beauftragt, eine Datenbank zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen zu erstellen. Die Daten stammen zum Großteil aus der Emissionserhebung der Industrie und des Gewerbes in Wien aus dem Jahr 2000. Auch Daten der Dampfkesselbank des Umweltbundesamts sind im Emikat integriert.

Waren Abwärmemengen oder Energieverbräuche von Unternehmen aus bereits durchgeführten Erhebungen (hauptsächlich aus Litzellachner (2009), Emikat und der Abwärmepotenzialerhebung der KPC [KPC, 2012] – abrufbar unter [www.waermeatlas.at](http://www.waermeatlas.at)) bekannt, wurden diese Werte herangezogen. Die Unsicherheiten, die sich bei der Abschätzung in den einzelnen Branchen ergeben, sind im nächsten Abschnitt im Detail erläutert.

Grundsätzlich gibt es zwei Varianten, welche Arten von Abwärmepotenzialen in einem Unternehmen erhoben werden können. Einerseits die Variante, bei der alle theoretisch möglichen Abwärmemengen erhoben und bereits umgesetzte Maßnahmen zur Abwärmenutzung nicht berücksichtigt werden. D.h. wenn Abwärme bereits durch verschiedenste Maßnahmen abgekühlt wird (z.B. über Kühlwasser an die Umgebung abgegeben wird) und dadurch aufgrund von Einleitgrenzwerten auf sehr niedrigem Temperaturniveau vorliegt [vgl. KPC, 2012: 35], steht die Abwärme vor der Abkühlung auf höherem Temperaturniveau zur Weiternutzung zur Verfügung. Um sie aber zu nutzen, können hohe Investitionen nötig sein, die für Unternehmen oftmals gut überlegt sein müssen. In der ersten Variante wird eben die Abwärme auf dem höchstmöglichen Temperaturniveau analysiert. Die zweite Variante ist, in der Analyse die bereits implementierten Maßnahmen zu berücksichtigen und so eventuelle Abwärmeströme mit höheren Temperaturniveaus abzukühlen, um diverse Einleitgrenzwerte bzw. Emissionsgrenzwerte nicht zu überschreiten, wodurch sich große Potenziale im Temperaturbereich von <35°C ergeben [vgl. ebd.]. Im Zuge der vorliegenden Abwärmepotenzialanalyse wurde die erste Variante gewählt und demnach die Abwärme auf dem höchstmöglichen Temperaturniveau abgeschätzt.

### **5.3.1 Grenzen der Methode**

Aufgrund der zum Großteil aus recherchierten Kennwerten aus der Literatur stammenden Grundlageninformationen sind die Ergebnisse als Richtwerte zu sehen, um grundsätzliche Aussagen über die städtischen Abwärmepotenziale treffen zu können. Die Werte können erheblich vom individuellen Unternehmen abweichen – Details müssen daher am konkreten Objekt vor Ort mit entsprechenden Erhebungen abgeklärt werden. Nachdem die Anzahl der Beschäftigten nur bedingt einen Hinweis auf die Größe, die Produktion bzw. das Abwärmepotenzial eines Betriebes gibt, müssten die Prozesse und Stoffströme im Detail analysiert werden, was mit einem erheblichen Mehraufwand in der Datenbeschaffung verbunden ist. Relativierend ist anzumerken, dass bei der Abschätzung der Abwärmemenge versucht wurde, über bekannte Werte aus bereits durchgeführten Analysen und vor allem den Daten aus Emikat Rückschlüsse auf die eigenen Berechnungen zu ziehen und gegebenenfalls anzupassen.

Die räumliche Verteilung der Potenziale kann dennoch eine wesentliche Hilfestellung im Hinblick auf eine zukünftige Stadtentwicklung darstellen, die Größenordnungen der Abwärmemengen können ebenfalls abgeschätzt werden.

### **Energiekennwerte**

Im Zuge der Recherche zu branchen- bzw. mitarbeiterspezifischen Energiekennwerten fiel auf, dass abhängig von der Quelle, innerhalb der Branchen große Differenzen bei den Annahmen gegeben sind. In Kapitel 5.3.2 werden diese Bandbreiten und dadurch die Unsicherheiten, die sich aus der Abschätzung ergeben, aufgezeigt.

---

Teilweise wurden die Werte als „Gesamtenergieverbrauch“ (inklusive Strom, Raumwärme und Warmwasserwärmeverbrauch) angegeben, teilweise als „Prozesswärmebedarf“ (ohne Raumwärme und Warmwasserwärmebedarf), wodurch eine genaue Abschätzung des tatsächlichen Wärmeeinsatzes, aus dem letztendlich die Abwärme entsteht, zusätzlich erschwert wird.

### **Abwärmeanteil**

Die Abwärmemenge wurde über einen Anteil des Gesamtenergieverbrauchs bzw. Prozesswärmeverbrauchs abgeschätzt. Dabei ergeben sich aus der Literaturrecherche je nach Quelle ebenfalls größere Bandbreiten (s. Tabelle 5-5)

### **Temperaturniveau der Abwärme**

Bei der Ausweisung der Temperaturniveaus der verfügbaren Abwärmemenge ist darauf zu achten, dass der in der Literatur oftmals angegebene Wärmebedarf nach Temperaturniveau und Industriebranchen nicht der Temperatur der Abwärme entspricht, was eine intensivere Recherche verlangt. Im folgenden Abschnitt werden die Besonderheiten der einzelnen Branchen im Detail erklärt und u.a. auch die Abwärmtemperaturniveaus angegeben.

### **Verfügbarkeit**

Nachdem keine Informationen der Unternehmen zu Betriebsstunden vorliegen, konnte keine Abschätzung darüber getroffen werden, zu welchen Zeiten die Abwärme verfügbar ist.

## **5.3.2 Abwärmennutzung in den einzelnen Branchen**

### **Chemie**

Drei Viertel der identifizierten Unternehmen fallen in die NACE-Branche 21 „Herstellung von pharmazeutischen Unternehmen“, die restlichen werden als Branche 20 „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“ klassifiziert. Aufgrund stark variierender Prozesse und fehlender Informationen zu den Unternehmen in Wien basiert die Abschätzung der Abwärmepotenziale ausschließlich auf den Daten des Emissionskatasters. Dadurch konnten aggregierte Daten aus 14 Arbeitsstätten zur Abschätzung der Potenziale der Branche „Chemie“ berücksichtigt werden.

### **Druckerei**

Ein Großteil der Endenergie in Druckereien wird in Form von Strom vor allem durch die Druckmaschinen verbraucht. Zusätzlich zum Stromverbrauch der Druckmaschinen kommt noch der Strombedarf der Querschnittstechniken, wie bspw. Druckluft, Vakuumgebläse, Kühlmaschinen und Abluftventilatoren hinzu. Der Teil der Wärme, der an Stoffmassenströme, wie z.B. Kühlwasser oder Kühlluft gebunden ist, kann zu Heizzwecken genutzt werden. Gerade bei den Querschnittstechniken ergeben sich dabei wesentliche Potenziale *[vgl. Blesl et al., 2011: 19]*.

Abwärmequellen in Druckereien sind einerseits die Druckmaschinen selbst und die Trocknungsanlagen. Die meisten Druckereien arbeiten mit einer Offsetdruckmaschine. Zur Abkühlung, damit die Temperatur im Druckbereich nicht zu hoch wird (unter 55°C), werden die Druckwalzen mit Wasser gekühlt *[vgl. ebd.: 29]*. Die Abwärme der Kälteanlagen kann ebenfalls verwendet werden. In der Druckindustrie muss eine Abluftreinigung in Form einer thermischen Nachbehandlung zur Verbrennung von Lösungsmittelrückständen durchgeführt werden. Dabei

wird ein hohes Temperaturniveau benötigt, so dass hier die Möglichkeit besteht, Sattdampf mit Temperaturen bis zu 150-160°C zu erzeugen, der sowohl zu Prozesswärmezwecken als auch zur Gebäudeheizung verwendet werden kann [vgl. Fischer et al., n.b.: 5].

Als Referenzbeispiel wird hier das Abwärmenutzungsprojekt der Druckerei Körner in Sindelfingen, einer Stadt im deutschen Bundesland Baden-Württemberg, erläutert. Durch eine Kooperation der Firma Körner und den Stadtwerken Sindelfingen wird Abwärme, die beim Betrieb der Druckmaschinen entsteht, in das Fernwärmenetz eines benachbarten Wohngebietes eingespeist. Die bedruckten Papierbahnen durchlaufen einen mit Gas befeuerten Trockner bei 230°C. Die in der Druckfarbe enthaltenen Lösungsmittel werden mit einer Temperatur von 800°C nachverbrannt. Die dabei entstehende Abluft verlässt den Trockner mit einer Temperatur von ca. 400°C. Die insgesamt auskoppelbare Wärmeleistung der sieben Trockner beträgt 2,3 MW und liefert eine Abwärmemenge von 6 GWh, die über Wärmetauscher dem Nahwärmenetz der Stadtwerke zugeführt wird. Durch diese Maßnahmen können rund 150 Einfamilienhäuser mit Heizwärme und Warmwasser versorgt werden [vgl. Körner, n.b. und Pehnt et al., 2010: 39ff].

Das angenommene Temperaturniveau liegt laut Blesl et al. (2009) im Bereich der Mitteltemperaturen von 100-500°C (vgl. Tabelle 5-4). Aufgrund der Abwärme aus den Kühlanlagen, die in einer Druckerei zur Walzenkühlung verwendet werden, kann das tatsächliche Potenzial durchaus höher sein und auf niedrigerem Temperaturniveau anfallen, was im Einzelfall geprüft werden muss.

Nachdem für die ausgewählten Unternehmen jedoch keine Informationen vorliegen, welche Druckverfahren angewendet und welche Druckmaschinen verwendet werden oder ob Trocknungsanlagen notwendig sind und das Abwärmepotenzial wesentlich von den eingesetzten Technologien abhängt, ist eine Abschätzung der Menge nur schwer möglich und die Ergebnisse können demnach nur als grobe Erstabschätzung verstanden werden.

### **Großküche**

Ausgehend von umfassenden Recherchen zu Abwärmenutzung in Küchen, wird davon ausgegangen, dass keine signifikanten Abwärmepotenziale zur externen Nutzung vorliegen. Die Abwärme kann jedoch sehr gut betriebsintern oder durch Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung verwendet werden. Von den Kochgeräten und Kühlanlagen fällt so viel Abwärme an, dass die Warmwasseraufbereitung und je nach Menge auch die Raumwärme damit bereitgestellt werden kann [vgl. Energie, 2011: online]. Nachdem es in Wien auch einige große Cateringunternehmen bzw. sehr große Küchen gibt, wurde die Abwärmemenge der Großküchen dennoch abgeschätzt, wobei hier wiederum zwei Möglichkeiten zur Auswahl standen. Die Abschätzung des Energieverbrauchs kann über mitarbeiter- oder produktionsspezifische Kennwerte (kWh/MA oder kWh/Mahlzeit) erfolgen. Der Großteil der Großküchen wurde in Krankenhäusern und Pflegeeinrichtungen identifiziert, wobei die in der Datenbank angegebenen Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter nicht nur die in der Küche sind. Somit wurden die Mahlzeiten pro Tag recherchiert bzw. in Fällen, bei denen keine Informationen darüber verfügbar waren, abgeschätzt und der Gesamtenergiebedarf über kWh/Mahlzeit abgeschätzt. Die Ergebnisse der Abschätzung der Abwärmemenge können deshalb nur als grober Richtwert betrachtet werden.

---

## Kunststoffverarbeitung

Die Branche der Kunststoffverarbeitung ist energieintensiv, allerdings aufgrund der unterschiedlichen Produkte, der verschiedenen verarbeiteten Kunststoffe und der unterschiedlichen Technologien sehr heterogen. Sie lässt sich in die Haupttechnologien Extrusion, Pressen, Spritzgießen und Thermoformen/Tiefziehen unterteilen [vgl. Winergy, 1997: 5f und Energieinstitut, Hrsg., 2010: 46].

Laut Energieeffizienzkonzept der Kunststoffverarbeitung in Österreich [BMLFUW, Hrsg., 2015] benötigen kunststoffverarbeitende Betriebe einen hohen Anteil an Strom, wobei dies von der Art der Produktion abhängt. Der Prozess des Spritzgießens ist wesentlich energieintensiver als andere Prozesse. Die Befragung von 10 Betrieben (die meisten sind im Bereich Spritzgießen tätig), ergab einen Stromanteil in den Betrieben von 86%, gefolgt von Fernwärme mit 7% und Gas 4% [vgl. ebd.: 17].

In dieser Branche fällt Prozesswärmebedarf in den Bereichen Niedertemperatur (< 100°C) bzw. Mitteltemperaturwärme (100-500°C) an, für die Prozesse der Trocknung der Granulate und der Plastifizierung (Weichmachen von Material, Schmelzen). Der Großteil der eingesetzten Prozesswärme wird als diffuse Abwärme an die Umgebung abgegeben, was eine wirtschaftliche Weiterverwendung erschwert. Dennoch können branchentypische Abwärmequellen identifiziert werden [vgl. Blesl et al., 2011: 20]:

- Kühlwasser oder Kühlluft (nach der Plastifizierung – Weichmachen von Material, Schmelzen)
- Heißer Luftstrom (Trocknung des Granulats bzw. des Produktes)
- Abluft in Querschnittstechniken (z.B. Drucklufttechniken)

Abwärme entsteht bei der Plastifizierung und durch die Trocknung des Granulats und kann mit zusätzlichen Abluftsystemen gesammelt und zur weiteren Nutzung aufbereitet werden [vgl. ebd.: 29]. Nach der Plastifizierung muss die im Kunststoff vorhandene Wärme wieder abgeführt werden, wozu ein umfangreiches Kühlsystem mit Rückkühlern benötigt wird, wo ebenfalls Abwärme nutzbar gemacht werden kann [vgl. BMLFUW, Hrsg., 2015: 24].

Die aus der Literatur erhobenen Kennwerte unterscheiden sich je nach Quelle sehr stark voneinander (vgl. 5.3.3). Deshalb wurden die Kennwerte zur Abschätzung herangezogen, dessen Ergebnis mit den aus der Literatur bzw. von verschiedenen Quellen bekannten Abwärmemengen übereinstimmt, wodurch angenommen kann, dass das abgeschätzte Potenzial durchaus eine gute Genauigkeit erreicht.

## Lackiererei

In dieser Branche wurden Spritzlackierkabinen und Trocknungsanlagen bei großen Autohändlern in Wien untersucht. In Lackieranlagen wird Energie vor allem als Wärme für die Vorbehandlung, Trocknung und Lackierung der Teile benötigt. Zusätzlich ist zur Trocknung und Farbauftragung Druckluft erforderlich. Jedes Werkstück, das durch eine Lackieranlage geht, durchläuft unterschiedliche Prozessschritte und Temperaturniveaus. In der Reinigungszone betragen die Temperaturen etwa 40-70°C, danach erfolgt die Aufheizung in Trocknern auf bis zu 150°C. Vor Aufbringung der Farbe ist eine Abkühlung auf Raumtemperatur notwendig. Bevor die fertigen Teile wieder abgekühlt werden, sind zur Oberflächenschichtbildung noch einmal Temperaturen

bis zu 220°C notwendig. In einer Lackiererei führt die kaskadische Nutzung der Abwärme (Nutzung der Abwärme eines Prozesses für die Wärmebereitstellung eines anderen Prozesses) zu erheblichen Energieeinsparungen [vgl. OÖ Energiesparverband, Hrsg., 2012: 53f]. Spritzlackierkabinen für manuelle Lackierung erfordern in der Regel 100% Frischluftbetrieb, was eine Rückgewinnung der Wärme aus der Kabinenabluft mittels Wärmetauscher ermöglicht [vgl. LfU, Hrsg., 2006: 26f]. Zur Abluftreinigung in Lackierereien wird das Verfahren der „thermischen Nachverbrennung“ angewandt, bei der die mit Schadstoffen belastete Abluft auf 700-800°C aufgeheizt wird und erheblich Energiemengen erforderlich sind [vgl. ebd.: 46f].

Als Beispiel ist hier die Fa. MAN Nutzfahrzeuge zu nennen, die im Zuge der Abwärmepotenzialerhebung für Wien im Jahr 2008 analysiert wurde. Bei der MAN wird in zwei Lackieranlagen gearbeitet. Im Zuge der thermischen Nachverbrennung werden Lösemitteldämpfe, welche aus den Lackieranlagen bzw. Trocknungsräumen abgesaugt werden, verbrannt. Die dabei entstehenden Abgase werden nach einem Wärmetauscher über Dach mit ca. 360°C an die Umgebung abgeblasen. Als Maßnahme wird vorgeschlagen, das Abgas auf 120°C abzukühlen und direkt über die am Rande des Werkgeländes gelegene Fernwärmeheizzentrale in das Fernwärmenetz einzuspeisen [vgl. MA 27, Hrsg., 2008: 38f].

Zur Abschätzung der Abwärmemenge wurde der gemittelte Wert aus den Emikat-Daten herangezogen, wodurch für die Lackierereien eine gute Abschätzung des Abwärmepotenzials vorgenommen werden konnte.

### **Lebensmittel – Bäckerei**

Bäckereien sind energieintensive Betriebe, bei denen das Erzeugen der Prozesswärme, die vorwiegend beim Backen entsteht und die Kälteanlagen, die zur Tiefkühlung der Backwaren verwendet werden, hohe Energieverbräuche aufweisen. Der Anteil des Stroms am Gesamtenergieeinsatz beträgt durchschnittlich 40%, Gas hat einen Anteil von 23% und Öl von 35%.<sup>33</sup> Strom wird vorrangig für die Teigherstellung (Mischen, Sieben, Kneten, Rühren und Frittieren) verwendet, aber auch für elektrische Aufbacköfen, die immer öfter Anwendung finden, wo tiefgekühlte Teigrohlinge aufgebacken werden. Wärmeenergie wird vorrangig für den eigentlichen Backvorgang sowie für Heizzwecke und Warmwasserbereitung benötigt. Etwa drei Viertel der Energie in Bäckereien wird für das Backen, Kühlen und Heizen benötigt, wobei die Prozesswärme für etwas mehr als die Hälfte des Energieeinsatzes verantwortlich ist. Etwa 60% des Gesamtenergiebedarfs wird für den Backvorgang benötigt, wobei Abgas- und Schwadenverluste einen beachtlichen Anteil ausmachen [vgl. Energieinstitut, 2011: 38f und Energieinstitut, Hrsg., 2014: 11].

Die wichtigsten Abwärmequellen in der Backstube sind [vgl. EnEff Bäckerei, Hrsg., 2014: 26f]:

- Rauchgas an den Brennern der Öfen (Temperatur ca. 300°C)
- Schwadenabzug (Temperatur bis zu 200°C)
- Kälteanlagen
- Motoren großer Antriebe (v.a. Kompressoren großer Kälte- und Druckluftanlagen)

---

<sup>33</sup> Stichprobe von 29 Bäckereien

---

Ein großer Teil der in den Abgasen und Schwadenabzügen enthaltenen Abwärme kann nutzbar gemacht werden. Ca. 20% der eingesetzten Energie, die mit dem Brennstoff in den Ofen gelangen, verlassen die Produktion ungenutzt als Abgas und werden an die Umgebung abgegeben. Ebenfalls 20% der Energie, die in die Öfen eingetragen wird, geht mit Schwadenverlusten an die Umgebung verloren [vgl. ebd]. Über Wärmetauscher kann diese Abwärme wieder nutzbar gemacht werden.

Die abgeschätzten Abwärmemengen passen sehr gut mit den von einigen Unternehmen aus der Literatur bzw. von verschiedenen Quellen bekannten Abwärmemengen überein, wodurch angenommen werden kann, dass das abgeschätzte Potenzial durchaus eine gute Genauigkeit erreicht.

### **Lebensmittel – Handel**

In dieser Branche sind die Abwärmepotenziale aus Kälteanlagen relevant. Größere Kühlhäuser, Lagerhallen mit Kühlflächen sowie Großhandelsfirmen mit Kühlflächen wurden betrachtet. Kältemaschinen produzieren Abwärme auf einem Temperaturniveau zwischen 45 und 60°C, welche für eine Wasservorwärmung oder zur Heizungsunterstützung direkt verwendet werden kann. Zur Nutzung in bestehende Fernwärmenetze muss das Temperaturniveau mittels Wärmepumpen angehoben werden. Durch die kontinuierliche Verfügbarkeit der Abwärme sind Kälteanlagen als Abwärmequelle besonders interessant [vgl. Litzellachner: 80].

Die mengenmäßigen Abwärmepotenziale konnten in dieser Branche aufgrund fehlender Informationen über Größe der Kühlflächen, Kühltemperaturen bzw. Typen von Kälteanlagen nicht abgeschätzt werden. Dennoch werden hier große Potenziale vermutet und müssen im Detail untersucht werden.

### **Lebensmittel – Produktion**

Nachdem in dieser heterogenen „Rest“ - Branche sehr viele unterschiedliche Abwärmepotenziale aus verschiedenen Prozessen identifiziert wurden, konnte für einzelne Unternehmen keine Abschätzung der Abwärmemenge vorgenommen werden. Die Branche ist in die Unterkategorien „Fleischerei“, „Brauerei“ und „Mälzerei“ aufgliedert.

#### ***Fleischerei***

In fleischverarbeitenden Betrieben ist die Wurstherstellung der Energieverbrauchsschwerpunkt. In Kochkesseln werden verschiedene Wärmebehandlungsverfahren durchgeführt, die Rohwurstherstellung erfolgt in Reife- und Räucherkammern. Hauptsächlich werden die Produktionsanlagen mit Brennstoffen beheizt, weniger mit Strom. Strom wird zum größten Teil zum Kühlen und Gefrieren verwendet, ein geringer Teil entfällt auf den Betrieb von Geräten und Maschinen. Fleischereien benötigen Kälteanlagen einerseits für Produktionsräume, andererseits zur Warenkühlung und auch Tiefkühlung. Somit können Abgase bzw. Abluft aus Kochprozessen und Kälteanlagen als Abwärmequellen in Fleischereien genannt werden [vgl. Schlomann et al., 2009: 124 und Winergy, 1996: 33]. Der Energieträgermix setzt sich in einer Fleischerei zur Hälfte aus elektrischer und zur Hälfte aus thermischer Energie zusammen. Etwa die Hälfte des Energieeinsatzes wird für Produktionsprozesse und die Kühlung verwendet. Prozesswärme wird sowohl durch Verbrennungsprozesse wie auch elektrische Energie erzeugt. Für die Warmwasserbereitung und



die Raumwärme wird in Fleischereien etwa ein Viertel der Energie benötigt<sup>34</sup> [vgl. *Energieinstitut, 2011: 22*].

Die Abschätzung des Energieverbrauchs kann über mitarbeiter- oder produktionsspezifische Kennwerte (kWh/MA oder kWh/kg verarbeitetes Produkt, in dem Fall „Fleisch“) erfolgen. Die Ergebnisse der beiden Methoden unterscheiden sich etwa um den Faktor 2,5 voneinander. Die aus der Literatur erhobenen Kennwerte wurden durch die Analyse von Unternehmen mit durchschnittlich 7,8 Beschäftigte ermittelt. Nachdem die in Wien für Abwärmennutzungsprojekte relevanten Fleischereien durchschnittlich ca. 300 Beschäftigte haben, wurde zur Abschätzung der Abwärmemenge der gemittelte Wert aus den Emikat-Daten herangezogen, wodurch für die Fleischereien eine sehr gute Abschätzung des Abwärmepotenzials vorgenommen werden konnte. Nachdem die Abschätzung nur über den Abwärmeanteil des Brennstoffeinsatzes für die Befeuerung der Dampfkessel erfolgte und die Kälteanlagen nicht berücksichtigt wurden, wird angenommen, dass das verfügbare Potenzial noch höher einzuschätzen ist.

#### **Brauerei** [vgl. *Winergy, 2000: 41-45*]

In einer Brauerei gibt es durch den hohen Energieeinsatz von thermischer Energie, viele Möglichkeiten zu sparen. Die Abwärme fällt bei verschiedenen Temperaturniveaus an, sodass vielfältige Nutzungsmöglichkeiten gegeben sind.

Das Sudhaus ist mit 40-50 % des Wärmebedarfs der größte Verbraucher. Es werden sehr hohe Temperaturen erreicht, sodass ein beträchtlicher Teil der Wärme oft ungenutzt über das Dach verloren geht. Bei der Flaschenabfüllung wird ebenfalls ein wesentlicher Anteil an Wärme verbraucht. Die Flaschen werden gereinigt, wobei große Mengen heißes Wasser anfallen. Mit diesem Abwasser kann zum Beispiel ein Teil der Raumheizung erfolgen, aber das Problem ist auch hier, dass es oft große Distanzen zwischen den Quellen und den einzelnen Verbrauchern gibt.

Zusätzliche Abwärmequellen sind Kälteanlagen, Anlagen zur Druckluftherzeugung, oder sonstige Wasch- und Abwässer, die einerseits zu Zwecken der Raumheizung bzw. Warmwasserbereitung genutzt werden können oder bei entsprechender Menge ins Fernwärmenetz eingespeist werden können. Überschüssige Abwärme kann extern genutzt werden. Das Temperaturniveau der Abgase von Brauereien wurde in der Abwärmepotenzialerhebung der KPC 2012 [KPC, 2012]<sup>35</sup> mit >100°C angenommen.

#### **Mälzerei**

In einer Mälzerei wird aus Getreide Malz produziert. Der Prozess, der für den Wärmebedarf entscheidend ist, ist das sogenannte „Darren“ (Trocknen), bei dem das Getreide bei etwa 85°C entwässert wird [vgl. *Blesl et al., 2009: 17*]. Die dabei entstehende Trocknungsluft mit einer Temperatur von ca. 26°C kann z.B. mit Hilfe einer Wärmepumpe der frischen Trocknungsluft zugeführt werden, wobei Gas gespart werden kann, das sonst zum Beheizen der Trocknungsluft benötigt werden würde [vgl. *DBU, n.b.: online*].

---

<sup>34</sup> Stichprobe von 25 Fleischereien

<sup>35</sup> siehe [www.waermeatlas.at](http://www.waermeatlas.at), zuletzt abgerufen am 03.05.2016

## Rechenzentrum

Der rapide Anstieg von Cloud-Services, Big Data und auch die steigende Nutzung des Internets von privaten Haushalten (z.B. Soziale Medien) resultieren in einem enormen Zuwachs an Rechenzentren. 24 Stunden am Tag, 365 Tage im Jahr verbrauchen sie eine gewaltige Menge an Energie, was dazu führte, dass sie im Jahr 2012 bereits für 1,3% des weltweiten Stromverbrauchs verantwortlich waren. Der Großteil des eingesetzten Stroms wird dabei in Wärme umgewandelt, die wiederum gekühlt werden muss, um Schäden am Equipment zu vermeiden [vgl. Carbó et al., 2016]. Der Energiebedarf für die Kühlung der Anlagen beträgt zwischen 30 und 50% des Energieverbrauchs eines Rechenzentrums [vgl. Zurich IBM, 2009: online]. Die in Serverräumen entstehende warme Luft muss gekühlt werden. Die Abwärme, die dabei entsteht, kann sinnvoll weiterverwendet werden anstatt sie nur an die Außenluft abzugeben. Rechenzentren sind aufgrund der großen und konstant abgegebenen Wärmemengen für eine Abwärmenutzung besonders interessant [vgl. E-Company, 2010]. Zur Kühlung der Server gibt es verschiedene Kühlvarianten. Bei luftgekühlten Rechenzentren beträgt die Temperatur der Abwärme etwa 45°C, bei wassergekühlten etwa 60°C [vgl. Carbó et al., 2016]. Die Abwärme kann deshalb auch auf unterschiedliche Weise nutzbar gemacht werden. Zum Beispiel kann die Abluft über einen Wärmetauscher in Warmwasser umgewandelt werden, dessen Temperatur mit Hilfe von Wärmepumpen auf ein geeignetes Niveau angehoben werden kann [vgl. KKA-Online, 2015: online].

Als Vorzeigebeispiel der Abwärmenutzung aus Rechenzentren gilt der schwedische Energieanbieter AB Fortum Värme mit dem Geschäftsmodell „Open District Heating“. Deren Ziel ist es, die Synergien zwischen dem Wärmebedarf von Haushalten und dem Kühlbedarf von Rechenzentren zu nutzen. Die folgende Abbildung verdeutlicht die Funktionsweise:

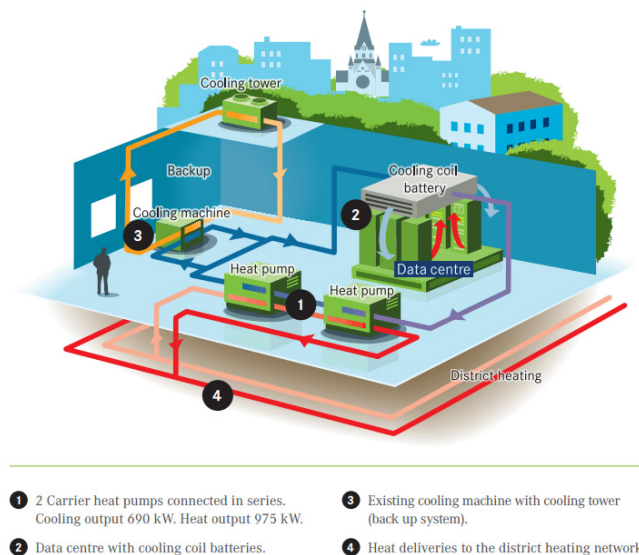


Abbildung 5-9: Abwärmenutzung im Rechenzentrum [Fortum, n.b.]

Die Server in einem Rechenzentrum generieren Wärme und müssen gekühlt werden, um zu funktionieren. Üblicherweise passiert dies mit einer Kälteanlage, wobei die dabei entstehende Wärme über Kühltürme ungenutzt an die Außenluft abgegeben wird. Mit „Open District Heating“ wird die Abwärme mit Hilfe von Wärmepumpen ins Fernwärmenetz eingespeist [vgl. Fortum, n.b.]. IBM entwickelt ebenfalls ein zukunftsweisendes Modell für ein emissionsfreies Rechenzentrum auf Basis eines Wasserkühlsystems, dessen Ziel es ist, direkt die vom Chip abgeführte Wärme für eine

Zweitnutzung zu verwenden. Durch einen leistungsfähigen Kühler wird der Chip mit heißem Wasser (45°C) auf die gängige Betriebstemperatur (85°C) gekühlt. Das Kühlwasser erhitzt sich dabei auf über 50°C und kann so direkt für den Wärmetransport an Zweitnutzer verwendet werden. Das Kühlsystem stellt einen geschlossenen Kreislauf dar – das Kühlwasser erhitzt sich durch den Chip und wird durch die Abgabe der Wärme an Zweitnutzer wieder auf die erforderliche Kühltemperatur abgekühlt [vgl. Zurich IBM, 2008: online]. Dabei sind die Schwellenwerte für Fernwärmenetze zu beachten. Ist die Temperatur zu niedrig, so können zusätzlich Wärmepumpen installiert werden, um die Temperatur auf das notwendige Niveau zu heben. Auch in Wien wird aktuell ein Fokus auf die Nutzung der Abwärme von Rechenzentren mit Hilfe von Wärmepumpen gelegt [vgl. Rapottnig, 2016: 11, Interview MA 20, 2016, Interview Cervený, 2016]. Auch Systemänderungen in der Fernwärmeversorgung, d.h. die Reduktion der Temperaturniveaus in Fernwärmenetzen, um die Einspeisung von Niedertemperaturabwärme vermehrt zu nutzen, werden aktuell bei „Wien Energie“ entwickelt [vgl. Rapottnig, 2016.: 9].

Zur Abschätzung der Abwärmemenge wurden umfassende Datenrecherchen durchgeführt, damit durch die Rechenzentrumsfläche und die Stromkapazität die Abwärmemenge eines Rechenzentrums abgeschätzt werden kann. Anschließend wurden folgende Kennwerte berechnet: Abwärme/MW Stromkapazität und Abwärme/m<sup>2</sup> Rechenzentrumsfläche.

Zuerst wurde analysiert, inwiefern die Rechenzentrumsfläche und die Stromkapazität miteinander korrelieren, wobei festgestellt werden konnte, dass eine hohe Korrelation mit einem R<sup>2</sup> von 0,8144 gegeben ist:

	MW Stromkapazität	m <sup>2</sup>	MW/m <sup>2</sup>	Quellen
Raiffeisen Informatik Data Center Wien	14	5.000	0,00280	[1]
Interxion Wien	12	4.700	0,00255	[2]
Interxion 2 Wien	11	5.500	0,00200	[3]
DC Campus Frankfurt 1	120	60.600	0,00198	[4]
DC Campus Berlin	30	13.000	0,00231	[4]
DC Zürich	30	13.000	0,00231	[4]
DC Frankfurt 3	90	17.600	0,00511	[4]
DC Wien	20	8.400	0,00238	[4]
DC MUC 2	20	5.600	0,00357	[4]
Telehouse West (London)	50	19.000	0,00263	[5] [6]
Bahnhof Pionen (Schweden)	1,5	1.100	0,00136	[7]
<b>Mittelwert</b>			<b>0,00264</b>	

**Tabelle 5-2: Stromkapazität von Rechenzentren in Abhängigkeit der Fläche, eigene Berechnung<sup>36</sup>**

Daraufhin wurden aus verschiedenen Beispielen die Abwärmemengen erhoben und ein Mittelwert abgeschätzt. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die erhobenen Daten:

	kW Abwärme	MW	m <sup>2</sup>	kW Abwärme/m <sup>2</sup>	MW/m <sup>2</sup>	kW Abwärme/MW	Quellen
Bahnhof Pionen (Schweden)	600	1,5	1.100	0,55	0,0013636	400	[7] [8]
Typical Data Center 1	422	1	-	-	-	422	[9]
Typical Data Center 2	105	0,25	-	-	-	420	[10]
Telehouse West (London)	9.000	50	19.000	0,47	0,0026316	180	[11] [12]
Typical Data Center 3	3.425	26	10000	0,34	0,0026373	130	[13]
Yandex (Finnland)	3.600	6	-	-	-	600	[14]
						<b>359</b>	

**Tabelle 5-3: Abwärmemenge von Rechenzentren in Abhängigkeit der Stromkapazität und Fläche, eigene Berechnung<sup>37</sup>**

<sup>36</sup> Quellen s. Quellenverzeichnis

<sup>37</sup> Quellen s. Quellenverzeichnis

---

Daraus ergeben sich folgende Werte zur Abschätzung der Abwärmemenge von Rechenzentren:

<b>MWh Abwärme/MW Stromkapazität</b>	<b>3142</b>
<b>MWh Abwärme/m<sup>2</sup> Fläche</b>	<b>8,29</b>

Die Abwärme von Rechenzentren ist stark abhängig von ihrer Auslastung. In der Literatur wird die Auslastung eines typischen Rechenzentrums mit 30% angegeben (s. „Typical Data Center 2“ in Tabelle 5-3). Nachdem die Auslastungen der untersuchten Rechenzentren nicht bekannt sind, kann die absolute Abwärmemenge wesentlich von der tatsächlichen Menge abweichen.

### **Sonstige – Metall**

Diese Branche gliedert sich in die Unterkategorien „Gießerei“ und „Herstellung von Metallzeugnissen und Oberflächentechnik“.

#### ***Gießerei***

Gießereien gehören zu den energieintensivsten Industriebetrieben, wobei das Schmelzen von Metallen die meiste Energie verbraucht. Der größte Teil der eingesetzten Energie wird demnach dazu benötigt, die Schmelzöfen zu erhitzen bzw. die Metalle zu verflüssigen, um sie anschließend in die gewünschte Form zu gießen. Die wichtigsten Abwärmequellen sind somit die Abgase aus den Öfen sowie den Nachverbrennungsanlagen. Die Abgastemperatur von in der Regel über 300°C erlaubt breite Abwärmenutzungsmöglichkeiten [vgl. Blesl et al., 2011: 26 und ZAE-Bayern, 2015: online]

Als beispielhafte Maßnahme für die Abwärmenutzung in einer Gießerei nennt Pehnt et al. (2010) die Nutzung der Abwärme aus Hauptschmelz – und Prozessöfen durch den Einbau eines Abgas/Wasser-Wärmetauschers in den Hauptkanal und die Einspeisung in ein Nahwärmenetz.

Für Gießereien wurden im Zuge der Literaturrecherche nur wenige Werte gefunden, wodurch keine genaue Analyse der Abwärmepotenziale gegeben ist.

#### ***Herstellung von Metallzeugnissen und Oberflächentechnik***

Diese Branche umfasst Betriebe mit einer breiten Produktpalette von Metallbehältern über Draht- und Rohrerzeugnisse bis hin zum Werkzeugbau. Folgende Fertigungsverfahren kommen dabei zur Anwendung:

- Urformen (Gießen)
- Umformen (Biegen, Schmieden, Ziehen, Pressen)
- Trennen (Drehen, Fräsen)
- Fügen (Schweißen, Lötten)
- Beschichten (Galvanisieren, Pulverbeschichten - Oberflächentechnik)
- Stoffeigenschaftsänderung (Härten, Glühen)

Als Abwärmequellen verfügen insbesondere die Abgase aus Verbrennungsprozessen und Hochtemperaturprozessen wie etwa Gießen, Glühen oder Härten über große Nutzungspotenziale. Weitere mögliche Potenziale liegen in der Nutzung von Abwärme aus den Querschnittstechniken wie Druckluftherzeugung, Dampferzeugungsprozesse, Abluft und Abwasser aus Kühl- und Trocknungsprozessen sowie Raumablufte [vgl. Blesl et al., 2011: 28f].

Innerhalb der Metallbranche hat die Oberflächentechnik den höchsten Energieeinsatz, wobei thermochemische Verfahren (Eloxieren) zur Oberflächenbeschichtung oder thermoelektrische Verfahren (Pulverbeschichtung) sehr energieintensiv sind [BMLFUW, Hrsg., 2014].

Nachdem keine erhobenen Daten vorliegen, wurden Kennwerte aus der Literatur zur Abschätzung des Abwärmepotenzials verwendet, wobei sich die Werte aus den unterschiedlichen Quellen relativ gut decken.

### **Sonstige – Produktion**

In den Branchen **Maschinenbau**, **Fahrzeugbau** ist vor allem Abwärme, die bei Querschnittstechniken wie Drucklufterzeugung und thermischer Nachverbrennung anfällt, von großer Bedeutung. Nachdem in der Branche Fahrzeugbau die Werte aus der Literatur nicht überprüft werden konnten, wurden keine Potenziale abgeschätzt, sondern die Abwärmemengen aus bereits bekannten Studien herangezogen bzw. die gemessenen Daten aus dem Emikat zur Abschätzung der Abwärmepotenziale herangezogen.

### **Wäscherei**

Laut dem Branchen-Energieeffizienz-Konzept der Textilreiniger, Wäscher und Färber in Österreich [BMLFUW, Hrsg., 2011] wird in Wäschereien Energie hauptsächlich zur Erzeugung der Prozesswärme benötigt (Dampf, Heißwasser), wobei vor allem Gas, Strom und Öl als Energieträger eingesetzt werden. Die Hauptverbraucher in Wäschereien sind Waschmaschinen, Trockner, Mangeln (Bügelautomaten), Pressen und Finishgeräte (Dampf-Glätten), wobei in einer Großwäscherei Wärme von 150°C für die Bügelautomaten benötigt wird, die oftmals durch eine fossil betriebene Dampfanlage bereitgestellt wird. Der Stromanteil in einer Wäscherei beträgt etwa 8%, der Brennstoffanteil etwa 92% [vgl. BMLFUW, Hrsg., 2011: 20ff]. Wärmerückgewinnung ist aus dem Abwasser des Waschprozesses, der Abwärme des Trocknungsprozesses und der Abwärme von Finish- und Mangelprozessen möglich.

In Wäschereien fallen große Mengen an Abwasser an, das zu einem Wärmetauscher geleitet werden kann, um die Wärme an das kalte Frischwasser abzugeben. Das so auf ca. 45°C erwärmte Frischwasser kann z.B. betriebsintern zur Vorwäsche genutzt werden [vgl. Brandstätter 2008: 89]. Nach der Verwendung des warmen Wassers aus Waschprozessen zur Frischwasservorwärmung, beträgt dessen Temperatur noch ca. 30°C, was eine weitere Nutzung ermöglicht. Durch den Einsatz von Wärmepumpen kann die Temperatur angehoben werden und für Heizzwecke verwendet werden bzw. überschüssige Energie ins Fernwärmenetz eingespeist werden [vgl. LfU, Hrsg., 2012: 38]. Der Finisher-Trockner trocknet feuchte Kleidung mittels heißer Luft, und kann dadurch ein hohes Abwärmepotenzial aufweisen. Die durchschnittlichen Temperaturen der Abluft betragen etwa 130°C. Litzellachner nimmt eine Abwärmetemperatur aus Finisher-Prozessen von 80°C an [vgl. Litzellachner, 2009: 139]. An den Bügelautomaten entsteht ebenfalls Abwärme von über 100°C, die genutzt werden kann und nicht über Dach abgeleitet werden muss. Auch aus Querschnittstechniken wie der Druckluft, die zur Steuerung verschiedener Anlagen benötigt wird, kann Abwärme gewonnen werden [vgl. ebd.].

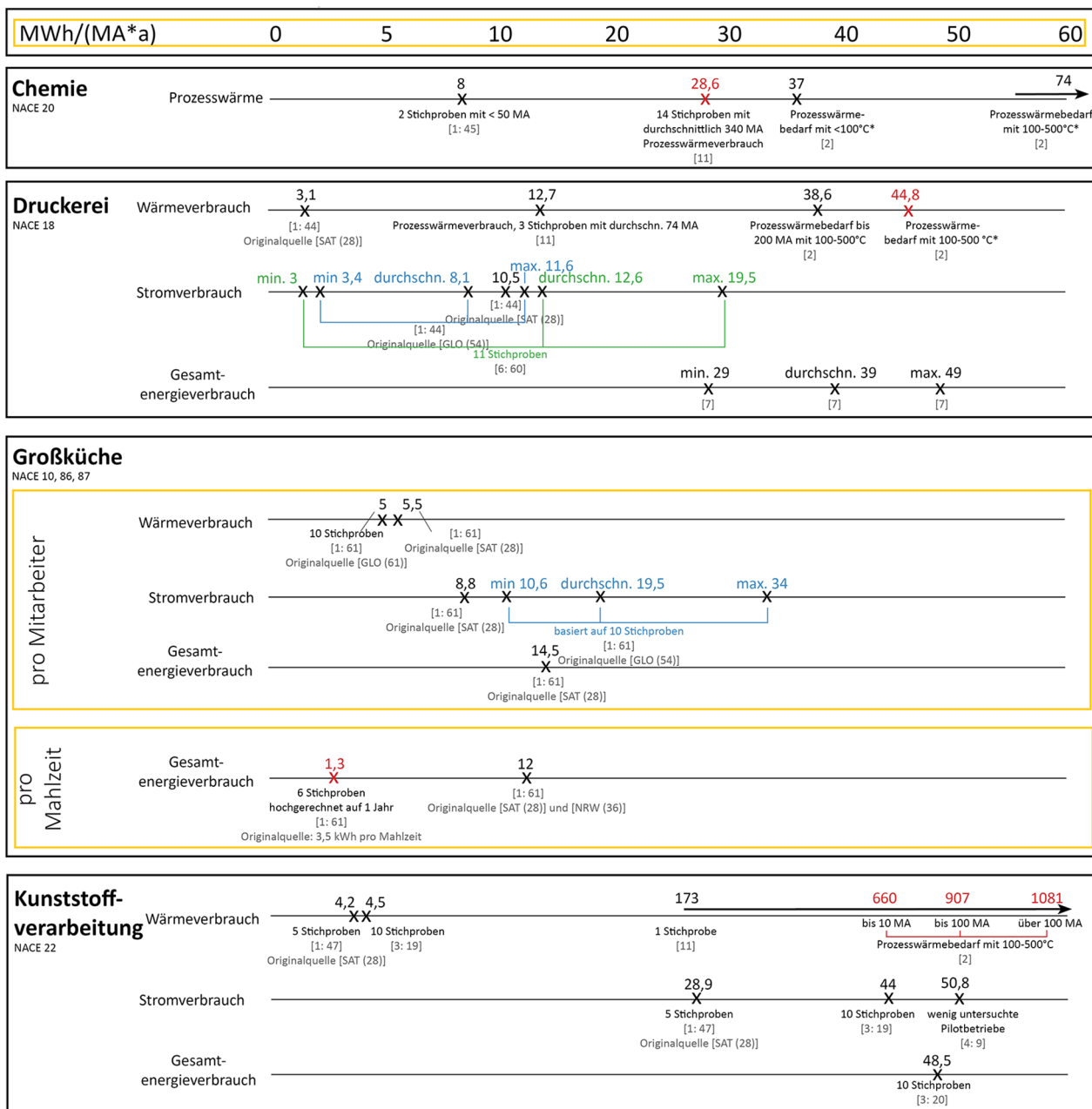
Die Abschätzung des Energieverbrauchs kann über mitarbeiter- oder produktionsspezifische Kennwerte (kWh/MA oder kWh/kg verarbeitetes Produkt, in dem Fall „Wäsche“) erfolgen. Die Ergebnisse der beiden Methoden unterschieden sich etwa um den Faktor 2,5 voneinander.

---

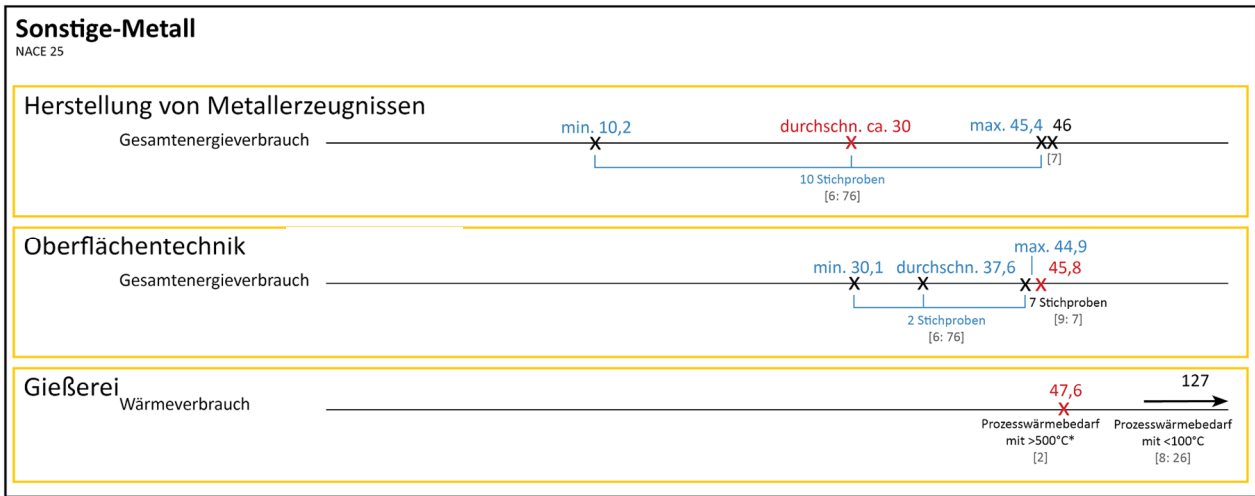
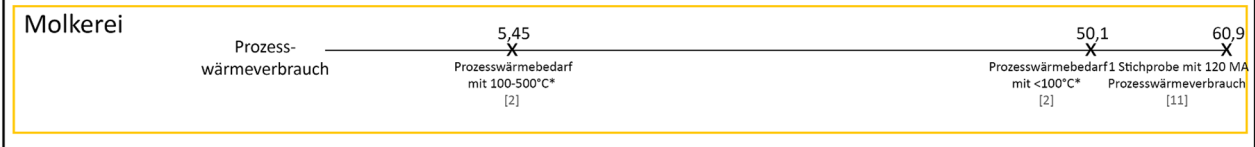
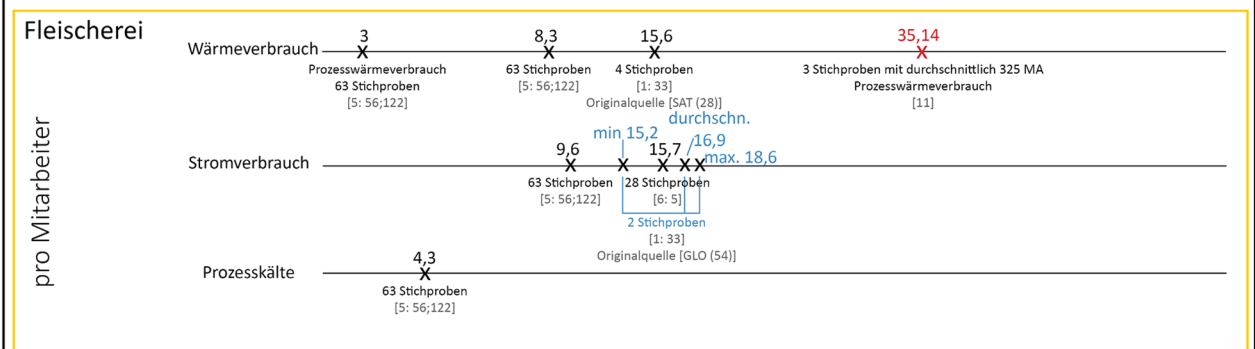
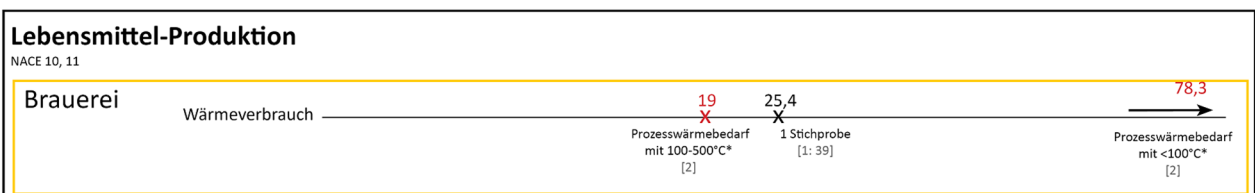
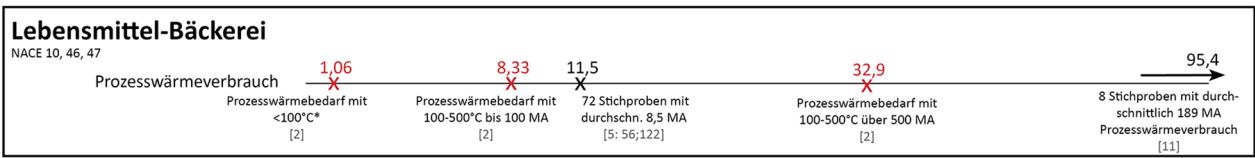
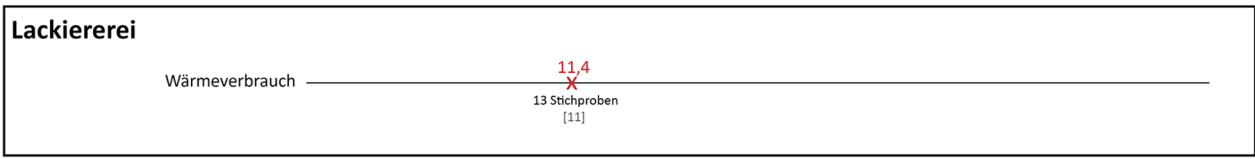
In dieser Potenzialabschätzung wird die Abwärmtemperatur mit etwa 80°C angenommen und fällt somit in den Bereich der Niedertemperatur von 35-100°C. Aufgrund von Trocknungsprozessen können die Temperaturen jedoch auch durchaus höher sein. Die aus der Literatur erhobenen Kennwerte wurden durch die Analyse von Unternehmen mit durchschnittlich 5 Beschäftigten ermittelt. Nachdem die in Wien für Abwärmennutzungsprojekte relevanten Wäschereien durchschnittlich ca. 100 Beschäftigte haben, wurde zur Abschätzung der Abwärmemenge neben bekannten Werten der gemittelte Wert aus den Emikat-Daten herangezogen, wodurch für die Wäschereien eine sehr gute Abschätzung des Abwärmepotenzials vorgenommen werden konnte.

### 5.3.3 Branchenspezifische Bandbreiten als Basis für repräsentative Energieverbrauchswerte

Nachfolgend werden die aus unterschiedlichen Quellen recherchierten bzw. berechneten Kennwerte der eben beschriebenen Branchen dargestellt. Die rot markierten Kennwerte wurden zur Abschätzung des Energieverbrauchs der Unternehmen verwendet. Werte aus der gleichen Quelle innerhalb einer Branche sind mit unterschiedlichen Farben gekennzeichnet. Die Quelle für jeden Wert ist in eckigen Klammern angegeben, die genaue Quellenbezeichnung erfolgt am Ende der Grafik.

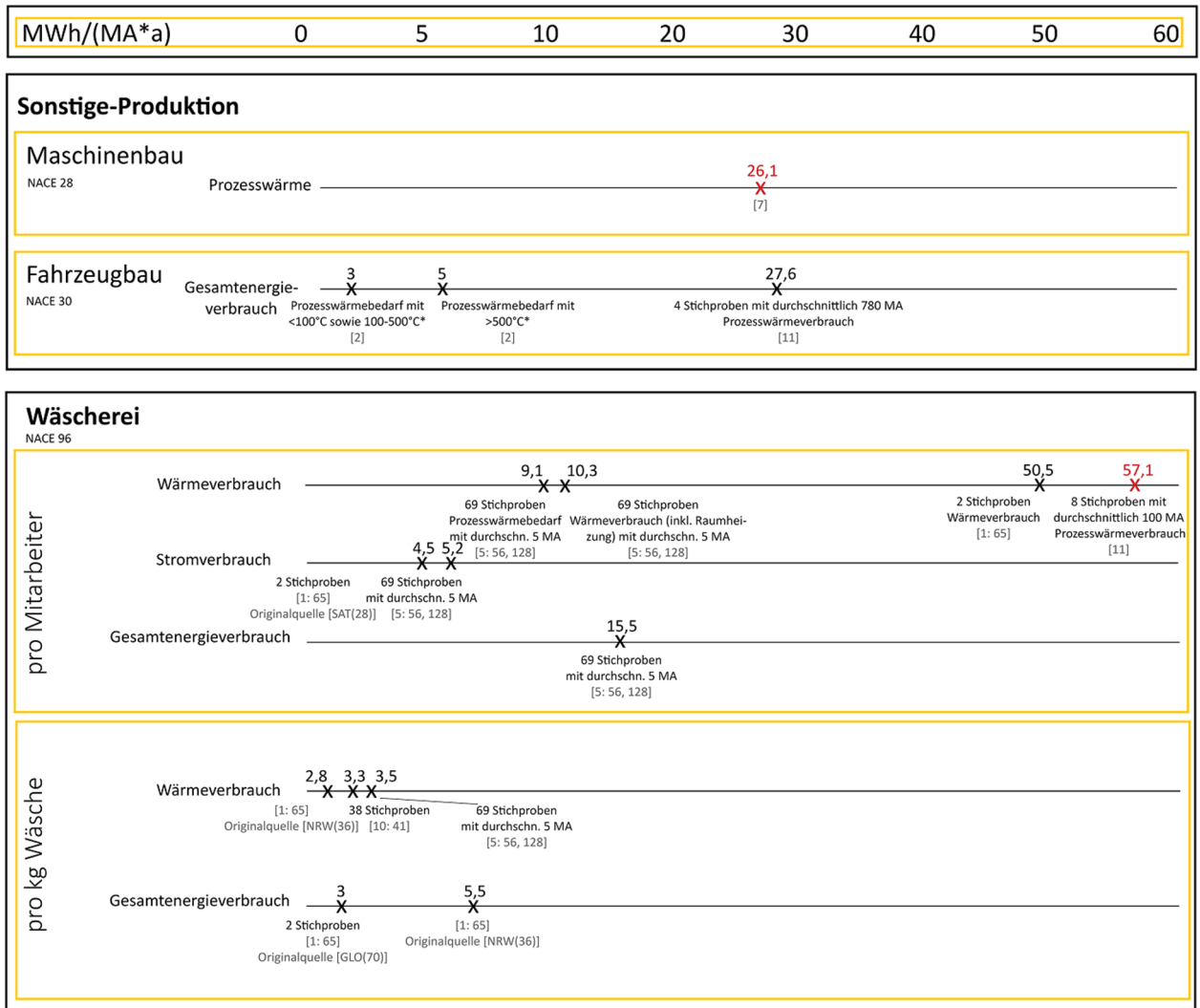


\*gemittelt über alle Mitarbeiter-Größenklassen



\*gemittelt über alle Mitarbeiter-Größenklassen





\*gemittelt über alle Mitarbeiter-Größenklassen

Quellen:

- Energieinstitut, 2010: KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung, Begleitstudie: Kennwerte zur Energieeffizienz in KMU
- Blesl et al., 2009: Wärmeatlas Baden-Württemberg
- BMLFUW, Hrsg., 2015: Branchenkonzept Kunststoffverarbeitung
- Winergy, 1997: Branchenkonzept Kunststoffverarbeitung
- Schlomann et al., 2009: Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006
- Energieinstitut, 2011: Auswertung der Ergebnisse der KMU-Scheck-Beratungen für sechs ausgewählte Branchen
- Vergleich unterschiedlicher Länder (Mittelwert):  
Rheinland-Pfalz (2013): [https://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/jahrbuch/Jahrbuch\\_2015\\_Kapitel\\_19\\_-\\_Energie.pdf](https://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/jahrbuch/Jahrbuch_2015_Kapitel_19_-_Energie.pdf), zuletzt abgerufen am 03.04.2016  
Deutschland (2003-2004): [https://www.ioer.de/fileadmin/internet/IOER\\_Forschung/FB\\_E/Industrie-\\_undGewerbestrukturen\\_en\\_1.pdf](https://www.ioer.de/fileadmin/internet/IOER_Forschung/FB_E/Industrie-_undGewerbestrukturen_en_1.pdf), zuletzt abgerufen am 03.04.2016  
Schweden (2013): [http://www.scb.se/en\\_/Finding-statistics/Statistics-by-subject-area/Energy/Energy-supply-and-use/Energy-use-in-manufacturing-industry/Aktuell-pong/135327/162995/](http://www.scb.se/en_/Finding-statistics/Statistics-by-subject-area/Energy/Energy-supply-and-use/Energy-use-in-manufacturing-industry/Aktuell-pong/135327/162995/), zuletzt abgerufen am 03.04.2016  
Deutschland (2010): <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/Energie/Verwendung/Tabellen/EnergieverwendungBeschaeftigte10.html>, zuletzt abgerufen am 03.04.2016
- Blesl et al., 2011: Ganzheitliche Bewertung innovativer mobiler thermischer Energiespeicherkonzepte für Baden-Württemberg auf Basis branchen- und betriebsspezifischer Wärmebedarfsstrukturen
- BMLFUW, Hrsg., 2014: Branchenkonzept Oberflächenbehandlung
- BMLFUW, Hrsg., 2011: Branchenkonzept Textilreiniger
- Emikat
- Daxbeck et al., 2011: Energieverbrauch in Großküchen

Recherche und Zusammenstellung:  
Romana Stollnberger

Details zur Quelle 2 [Blesl et al., 2009]: Folgende detaillierte Kennwerte wurden zur Abschätzung des Energieverbrauchs verwendet (die Branchen, bei denen dieser Kennwert verwendet wurde, sind farblich markiert):

	NT- Prozesswärme <100°C MWh <sub>th</sub> /(MA*a)	MT- Prozesswärme 100-500°C MWh <sub>th</sub> /(MA*a)	HT- Prozesswärme >500°C MWh <sub>th</sub> /(MA*a)		NT- Prozesswärme <100°C MWh <sub>th</sub> /(MA*a)	MT- Prozesswärme 100-500°C MWh <sub>th</sub> /(MA*a)	HT- Prozesswärme >500°C MWh <sub>th</sub> /(MA*a)
<b>Bäckerei</b>				<b>Fahrzeugbau</b>			
bis 10 MA	0,31	5	0	bis 1.000 MA	3	3	5
bis 100 MA	0,48	8,33	0	bis 10.000 MA	3	3	5
bis 200 MA *	0,76	13,24	0	über 10.000 MA	3	3	5
bis 300 MA *	1,05	18,16	0	<b>Gießerei</b>			
bis 400 MA *	1,33	23,07	0	bis 25 MA	0	0	40
über 500 MA	1,9	32,9	0	bis 100 MA	0	0	48
<b>Brauerei</b>				<b>Kunststoffverarbeitung</b>			
bis 10 MA	51	12	0	bis 10 MA	0	660	0
bis 100 MA	79,1	19,4	0	bis 100 MA	0	907	0
bis 200 MA *	91,95	22,5	0	über 100 MA	0	1081	0
über 500 MA	104,8	25,6	0	<b>Mälzerei</b>			
<b>Chemiewerk</b>				bis 10 MA	1.030	0	0
bis 50 MA	31	48	0	bis 100 MA	1.133	0	0
bis 1.000 MA	48	127	0	bis 200 MA *	1.184,50	0	0
über 1.000 MA	31	48	127	über 500 MA	1.236	0	0
<b>Druckerei</b>				<b>Molkerei</b>			
bis 10 MA	0	0	0	bis 10 MA	41	0	0
bis 100 MA	0	34,5	0	bis 100 MA	50	5	0
bis 200 MA *	0	38,6	0	bis 200 MA *	54,7	5,45	0
bis 300 MA *	0	39	0	über 500 MA	59,4	5,9	0
über 500 MA	0	55,2	0				

\*eigene Berechnung, interpoliert

**Tabelle 5-4: Mitarbeiterspezifischer Wärmebedarf von Industriebetrieben nach Betriebsgrößenklassen und Anwendungsbereich [Blesl et al., 2009: 126f]**

## Abwärmeanteile

Die Abwärmeanteile wurden großteils als Anteile am Gesamtenergieverbrauch bzw. am Prozesswärmeverbrauch aus der Literatur herangezogen. Dabei fiel auf, dass ganz unterschiedliche Bandbreiten angegeben waren. In der folgenden Tabelle sind die recherchierten bzw. berechneten Kennwerte als „Quelle 1“ bzw. „Quelle 2“, wenn eine solche vorhanden war, dargestellt. Die Prozentanteile in der Spalte „Anteil Rechenwert“ wurden zur Abschätzung der Abwärmepotenziale verwendet.

Branche	Unterkategorien	Anteil Quelle 1	Anteil Quelle 2	Anteil Rechenwert	Besugseinheit	Quelle1	Quelle 2
Chemie	-	2-5%	-	3,5%	des Gesamtenergieverbrauchs	Blesl et al (2011):	-
Druckerei	-	15%	-	15,0%	des Gesamtenergieverbrauchs	KPC (21012): 34	-
Großküche	-	6% (Nahrungs- und Futtermittel)	25% (Nahrungs- und genussmittel)	15,5%	des Gesamtenergieverbrauchs	Waldhoff et al (2014): 68	KPC (2012): 34
Kunststoffverarbeitung	-	3%	-	3%	des Gesamtenergieverbrauchs	Waldhoff et al (2014): 68	-
Lackiererei	-	25% (sonstige Produktion)	30%	27,5%	des Gesamtenergieverbrauchs	KPC (2012): 34	berechnet aus Emikat und Litzellachner (2009)
Lebensmittel - Handel	-	-	-	keine Abschätzung möglich	-	-	-
Lebensmittel - Bäckerei	-	44%	-	44%	des Prozesswärmeverbrauchs	Gewerbegas (n.b.): online	-
Lebensmittel-Produktion	Brauerei	6% (Nahrungs- und Futtermittel)	25% (Nahrungs- und genussmittel)	15,5%	des Gesamtenergieverbrauchs	Waldhoff et al (2014): 68	KPC (2012): 34
	Fleischerei	15-20%	-	17,5%	des Prozesswärmeverbrauchs	Brandstätter (2008): 87f	-
	Mälzerei	-	-	Wert bekannt	-	-	-
Sonstige - Metall	Molkerei	6% (Nahrungs- und Futtermittel)	25% (Nahrungs- und genussmittel)	15,5%	des Gesamtenergieverbrauchs	Waldhoff et al (2014): 68	KPC (2012): 34
	Gießerei	25% (Eisen- und Stahlerzeugung)	30% (Metallerzeugung)	27,5%	des Gesamtenergieverbrauchs	KPC (21012): 34	Waldhoff et al (2014): 68
	Herstellung von Metallergnissen	3%	-	3%	des Gesamtenergieverbrauchs	Waldhoff et al (2014): 68	-
Sonstige - Produktion	Oberflächentechnik	3%	-	3%	des Gesamtenergieverbrauchs	Waldhoff et al (2014): 68	-
	Maschinenbau	3%	10%	6,5%	des Gesamtenergieverbrauchs	Waldhoff et al (2014): 68	KPC (2012): 34
Wäscherei	Fahrzeugaubau	10%	-	10%	des Gesamtenergieverbrauchs	KPC (21012): 34	-
	-	5%	-	5,0%	des Prozesswärmeverbrauchs	Litzellachner (2009): 140	-

Tabelle 5-5: Abwärmeanteile, eigene Darstellung

## 5.4 Nutzbare Abwärmepotenziale

### 5.4.1 Ergebnisse der Abwärmepotenzialabschätzung

Im Zuge der Analyse wurden bereits genutzte Potenziale aufgrund fehlender Informationen in der Regel nicht berücksichtigt. In Abbildung 5-11 sind dennoch einzelne Unternehmen dargestellt, bei denen anhand von Recherchen festgestellt wurde, dass bereits Abwärme (zum größten Teil) betriebsintern genutzt wird. In folgender Tabelle sind die Ergebnisse der Potenzialanalyse nach Branchen aufgelistet.

Branche	Unterkategorie	Niedertemperatur	Mitteltemperatur	Hochtemperatur
		NT (35-100°C) [GWh]	MT (100-500°C) [GWh]	HT (>500°C) [GWh]
Chemie		-	3,7	-
Druckerei		-	8,2	-
Großküche		-	57,0	-
Kunststoffverarbeitung		-	29,0	-
Lackiererei		-	6,7	-
Lebensmittel - Bäckerei		0,3	26,5	-
Lebensmittel - Handel		-	-	-
Lebensmittel - Produktion		5,0	6,8	-
	<i>Fleischerei</i>	-	6,2	-
Rechenzentrum		383,3	-	-
Sonstige - Metall		-	1,5	2,8
	<i>Herstellung von Metallerzeugnissen</i>	-	1,3	-
	<i>Oberflächentechnik</i>	-	0,2	-
	<i>Gießerei</i>	-	-	2,8
Sonstige - Produktion		10,8	24,8	-
	<i>Maschinenbau</i>	-	4,7	-
	<i>Fahrzeugbau</i>	4,5	0,1	-
Wäscherei		3,1	-	-
<b>Gesamtergebnis</b>		<b>402,4</b>	<b>164,3</b>	<b>2,8</b>

Tabelle 5-6: technisches Abwärmepotenzial von Wiener Unternehmen nach Branchen, eigene Darstellung<sup>38</sup>

Die größten Potenziale weisen Rechenzentren auf, gefolgt von den Branchen „Großküche“ und der Nahrungs- und Genussmittelindustrie.

Für die Entwicklung energieeffizienter Stadtstrukturen ist die räumliche Verteilung der Potenziale von großer Bedeutung. Der nachfolgende Abschnitt gibt einen Überblick darüber.

<sup>38</sup> Aus Datenschutzgründen können die Abschätzungen der Unterkategorien nicht im Detail veröffentlicht werden. Deshalb ergeben die Summen der Unterkategorien oft nicht die Summe der zugehörigen Branche.

### 5.4.2 Räumliche Analyse der Abwärmepotenziale

Für alle folgenden Analysen wurden die Gesamtsummen der Abwärmemenge je Temperaturniveau je 250\*250m „Regionalstatistische – Rastereinheiten“ (s. Kapitel 1.4.2) addiert. Aus Datenschutzgründen erfolgt die Darstellung der Abwärmemengen im Mittelpunkt dieser Rastereinheiten.

Die nachfolgende Karte zeigt das gesamte Abwärmepotenzial in den analysierten Wiener Unternehmen in unterschiedlichen Temperaturniveaus.

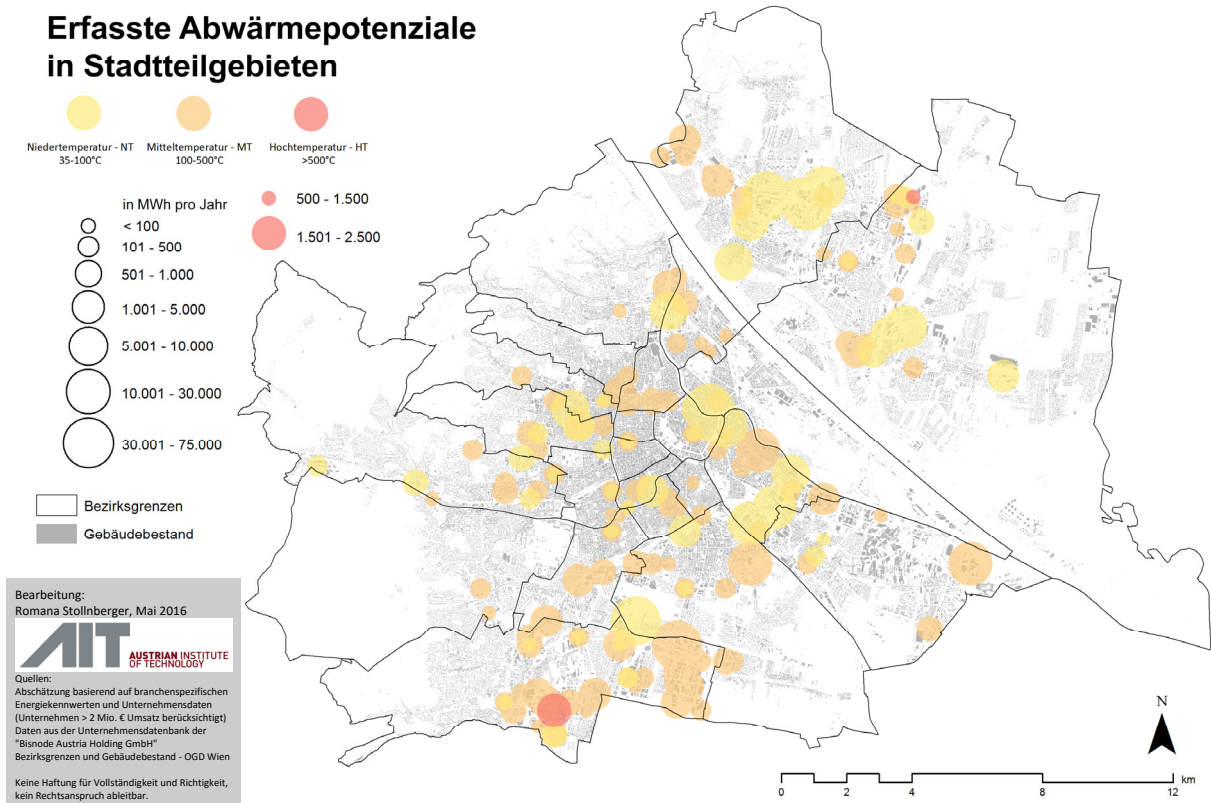
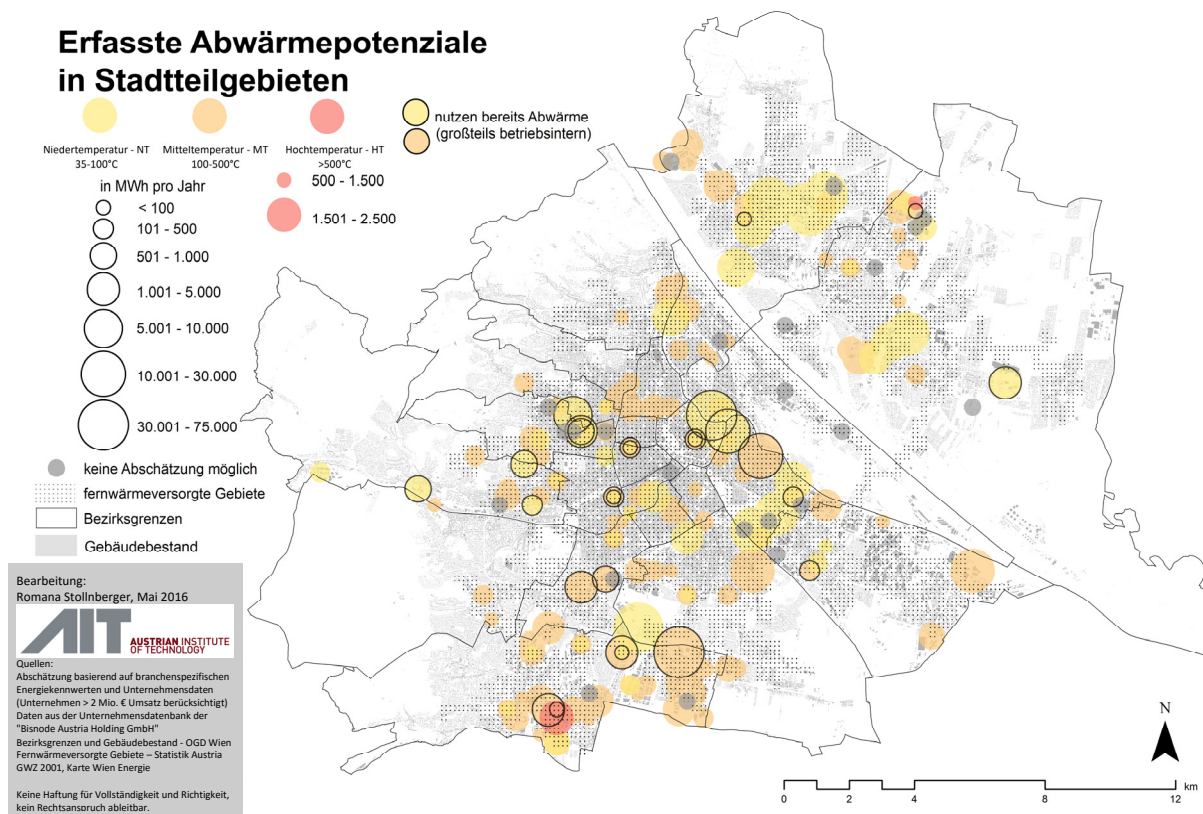


Abbildung 5-10: Abwärmepotenziale in allen Temperaturniveaus, eigene Darstellung

Vermehrte Abwärmepotenziale werden im 23. Bezirk im Süden Wiens im Industriegebiet Inzersdorf bzw. im Industriegelände Liesing lokalisiert. Im 22. Bezirk im Zählbezirk „Industriegebiet Erzherzog-Karl-Straße“, im Zählbezirk „Kagran“ an der Grenze zu Niederösterreich im Norden des „Rautenwegs“, im 21. Bezirk im Industriegebiet Strebersdorf, im Zählbezirk „Industriegelände Bahndreieck“, sowie entlang der Siemensstraße werden ebenfalls Potenziale in konzentrierter Form festgestellt. Die übrigen Abwärmepotenziale verteilen sich räumlich im gesamten Stadtgebiet, wodurch sich vielfältige Nutzungsmöglichkeiten ergeben.

Um eine Vorstellung davon zu bekommen, welche Abwärmepotenziale direkt in vorhandene Fernwärmenetze eingespeist werden könnten (vorrangig MT - 100-500°C), stellt die nachfolgende Abbildung die abgeschätzten Abwärmepotenziale dar. Die Potenziale, bei denen die Abwärmemengen aufgrund fehlender Daten nicht abgeschätzt werden konnten, die Potenziale, bei denen bereits Abwärme v.a. betriebsintern genutzt wird, sowie die fernwärmeversorgten Gebiete, die anhand der Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ) 2001 der Statistik Austria bzw. einer Karte des Fernwärmenetzes der „Wien Energie“ abgeschätzt wurden sind dargestellt.



**Abbildung 5-11: Abwärmepotenziale in allen Temperaturniveaus in fernwärmeversorgten Gebieten, eigene Darstellung<sup>39</sup>**

Wie aus obiger Abbildung ersichtlich ist, liegt der Großteil der erhobenen Quellen und geschätzten Abwärmepotenziale direkt in einem mit Fernwärme versorgten Gebiet oder zumindest in der Nähe eines solchen. Nachdem der Versorgungsgrad der Fernwärme im Szenariozeitraum bis 2025 nur bei ca. 50% liegt, gibt es noch erhebliche Potenziale, die durch einen Netzausbau gedeckt werden könnten [vgl. Büchele et al., 2015: 42] (s. Kapitel 2.2.5). Im Zuge des Ausbaus wäre es sinnvoll, die Abwärmepotenziale, die ein geeignetes Temperaturniveau aufweisen und vielseitig genutzt werden können, zu berücksichtigen.

Die Häufung von Abwärmepotenzialen auf mittlerem Temperaturniveau v.a. in den Industriegebieten im 23. Bezirk, macht es notwendig, geeignete Nutzungsmöglichkeiten zu finden. Aufgrund der weiter entfernt gelegenen Wohngebiete, ist eine mögliche Abwärmeabgabe an

<sup>39</sup> Nur Fernwärmeleitungen der „Wien Energie“ berücksichtigt.

benachbarte Industriebetriebe zu prüfen. Im nächsten Abschnitt werden die Nutzungsmöglichkeiten im Detail analysiert.

## **6 Die Energieverbraucher – Die Nutzung der Abwärmepotenziale**

Die räumliche Verteilung der Abwärmequellen in der Stadt stellt eine wichtige Grundlage zur Entwicklung einer energieeffizienten Stadt dar. In diesem Abschnitt wird analysiert, wo Vorranggebiete für Abwärmenutzung liegen, die in weiterer Folge im Detail betrachtet werden müssen.

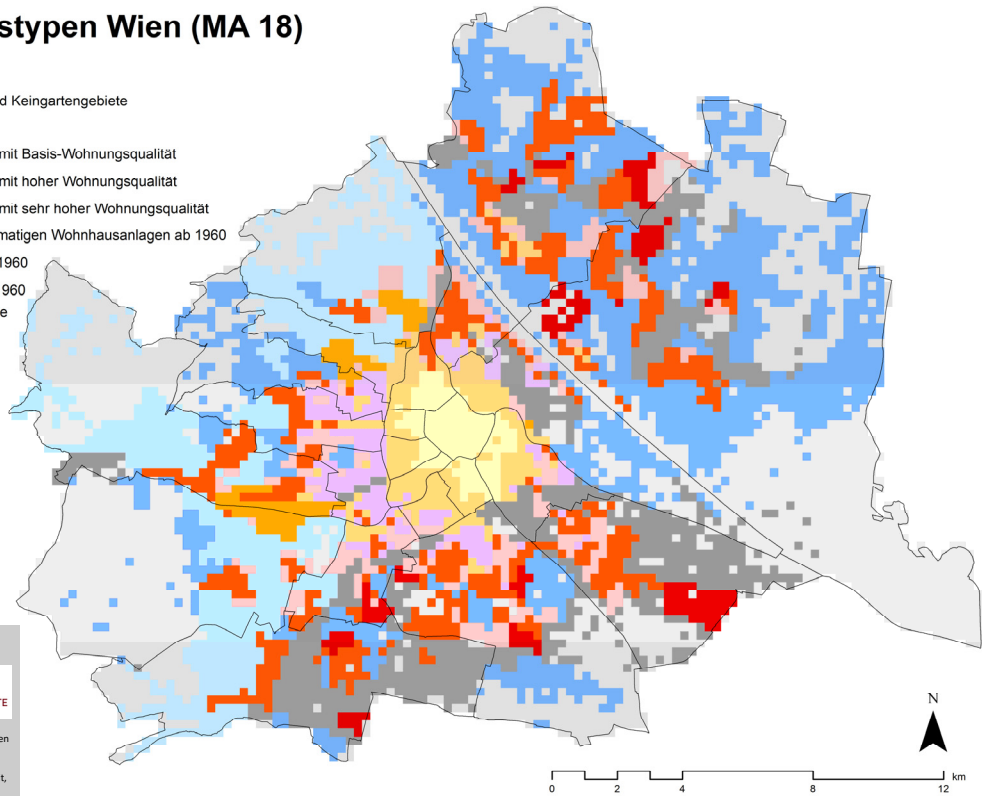
Dabei ist eine Unterscheidung notwendig, ob die vorhandenen Abwärmepotenziale durch eine Einspeisung in ein Wärmenetz genutzt werden können oder ein direkter Austausch mit einem benachbarten Einzelstandort (z.B. Gewerbe zu Gewerbe) möglich ist. Bei geringen Abwärmemengen ist die direkte Abgabe an benachbarte Haushalte, die Wärme benötigen, die wirtschaftlichste Lösung. Aufgrund von fehlenden Informationen zum Wärmebedarf für Wiener Industriebetriebe, wurde im Zuge der vorliegenden Analyse nur die Nutzung für private Haushalte betrachtet.

Der Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen kam im Rahmen einer Studie 2011 zur Wirtschaftlichkeit von Gas- und Fernwärmenetzen zum Ergebnis, dass reine Einfamilienhausgebiete, selbst wenn sie vollständig bebaut und effizient erschlossen sind, für die Versorgung mit Fernwärme aus wirtschaftlicher Sicht nicht geeignet sind [vgl. Fruhauf, 2012: 53].

Zur Untersuchung der Bedarfsdeckung von Abwärmeangebot zu Wärmenachfrage wurden einerseits Analysen für alle Wohngebiete (auch Einfamilienhausgebiete, d.h. Gebiete geringer Dichte) und andererseits Analysen nur für Gebiete mit hoher und mittlerer Dichte durchgeführt. Dafür wurde die Gebietstypologie der Magistratsabteilung 18 – Stadtentwicklung (MA 18) [vgl. MA 18, 2010: online] auf 250\*250 Meter Rasterzellen umgelegt, verwendet. Für die Analyse der Bedarfsdeckung von hoher und mittlerer Dichte wurden die Klassen „Cottage“ und „EF-Haus u. Kleingarten“ nicht berücksichtigt. Die Klassen „Gebiete mit großformatigen Wohnhausanlagen ab 1960“ und die Klassen „Neubaugebiete bis 1960 und ab 1960“ wurden als Gebiete mittlerer Dichte definiert. „Zentrum“ und die drei Klassen „Gründerzeitgebiete“ wurden als Gebiete hoher Dichte definiert. Nachfolgend werden die Originaltypologie auf Rasterzellen, sowie die für die Analyse herangezogenen Gebiete (alle Rasterzellen mit einem Heizwärmebedarf über 10 GWh/km<sup>2</sup>), dargestellt.

## Stadtgebietstypen Wien (MA 18)

- Cottage
- Einfamilienhaus- und Keingartengebiete
- Zentrum
- Gründerzeitgebiete mit Basis-Wohnungsqualität
- Gründerzeitgebiete mit hoher Wohnungsqualität
- Gründerzeitgebiete mit sehr hoher Wohnungsqualität
- Gebiete mit großformatigen Wohnhausanlagen ab 1960
- Neubaugebiete bis 1960
- Neubaugebiete ab 1960
- sonstige gewerbliche Mischgebiete
- nicht klassifiziert



Bearbeitung:  
Romana Stollinger, Mai 2016

**AIT** AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Quellen:  
Bezirksgrenzen und Gebäudebestand - OGD Wien  
Dichteklassen - Gebietstypen der MA 18

Keine Haftung für Vollständigkeit und Richtigkeit,  
kein Rechtsanspruch ableitbar.

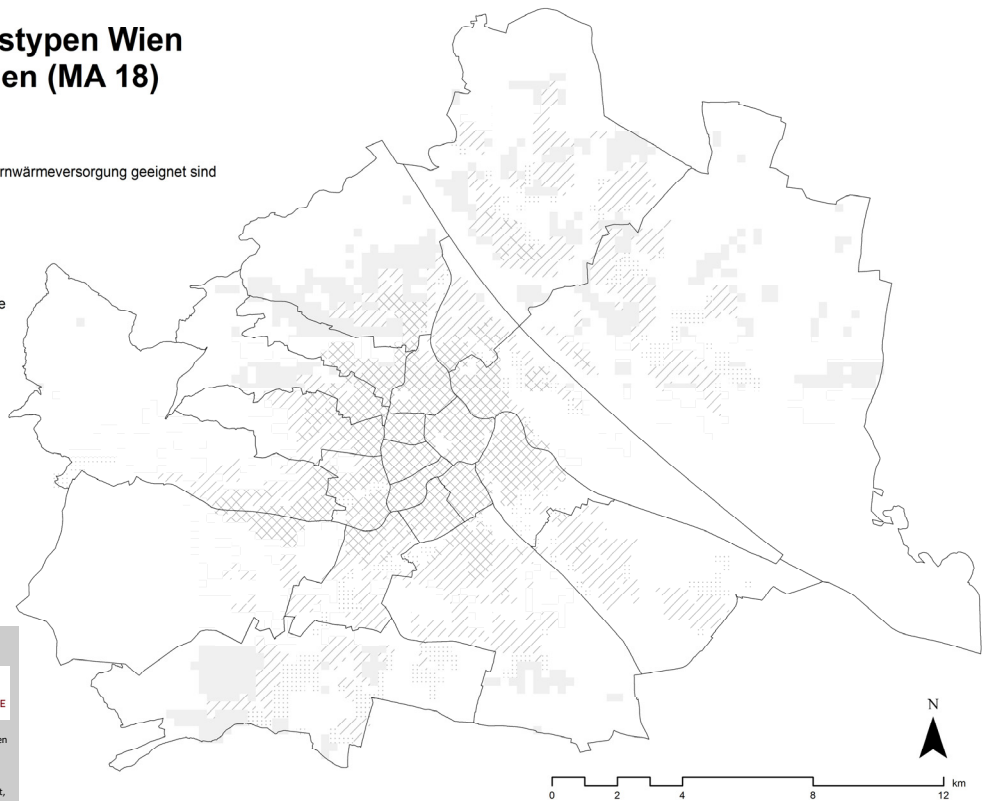
Abbildung 6-1: Gebietstypologie der Stadt Wien (MA 18), eigene Darstellung

## Stadtgebietstypen Wien Dichteklassen (MA 18)

### Wärmebedarfsdichte

nur Gebiete, die für eine Fernwärmeversorgung geeignet sind  
( $> 10 \text{ GWh/km}^2$  pro Jahr)

- geringe Dichte
- mittlere Dichte
- hohe Dichte
- sonstige gewerbliche Mischgebiete
- Bezirksgrenzen



Bearbeitung:  
Romana Stollinger, Mai 2016

**AIT** AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Quellen:  
Bezirksgrenzen und Gebäudebestand - OGD Wien  
Dichteklassen - Klassifikation basiert auf  
Stadtgebietstypen der MA 18

Keine Haftung für Vollständigkeit und Richtigkeit,  
kein Rechtsanspruch ableitbar.

Abbildung 6-2: Dichteklassen nach Gebietstypologie der Stadt Wien (MA 18), eigene Darstellung



## 6.1 Abschätzung des Heizwärmebedarfs

Die Daten sowie die errechneten Ergebnisse wurden vom AIT zur Verfügung gestellt. Im Zuge des Forschungsprojektes PRoBateS (vgl. Kapitel 1.4.2) wurde eine Abschätzung des Heizwärmebedarfs für Raumwärme durchgeführt. Die grundlegenden Informationen bezüglich Gebäudebestand und Baualter wurden dem Gebäude- und Wohnungsregister (GWR) 2013 (250\*250 Meter Rasterzellen) der Statistik Austria entnommen. Anhand von Daten über die Aufteilung der Anteile der Gebäude zu verschiedenen Baualtersklassen und über die Aufteilung der Wohnungsgrößenklassen wurden über die durchschnittliche Wohnnutzfläche baualtersspezifische Energiebedarfswerte (kWh/m<sup>2</sup> und Jahr), die an die Ergebnisse des EU-Projekts TABULA angepasst sind, angenommen und der Heizwärmebedarf für Raumwärme für den Bereich Wohnen abgeschätzt [vgl. Gebetsroither et al., 2016].

Der Warmwasserwärmebedarf wurde in dieser Abschätzung nicht berücksichtigt, weil dieser durch Energieeffizienzmaßnahmen, wie sie in dem Projekt analysiert wurden, nicht maßgeblich beeinflusst wird. Wird jedoch untersucht, wie viel Energie die privaten Haushalte benötigen, um diesen Bedarf zu decken, ist dabei zu beachten, dass neben dem Raumwärmebedarf, der Warmwasserwärmebedarf eine wichtige Rolle spielt. Vor allem bei neuen Gebäuden bekommt dieser einen immer größeren Stellenwert. Neue Gebäude werden ohnehin in sehr energieeffizienter Bauweise errichtet, wodurch sich der Heizwärmebedarf auf nahezu null einstellt, was zum Beispiel bei Passivhäusern oder auch Niedrig(st)energiehäusern der Fall ist. Warmwasser wird hingegen durch Energieeffizienzmaßnahmen am Gebäude nicht beeinflusst, der zukünftige Schwerpunkt in der Stadt, wie auch Bernd Vogl, Leiter der MA 20 – Energieplanung, in seiner Energiethese „*Woher kommt das Warmwasser?*“ - wird zur wichtigsten Energiefrage im Wohnbau.“ verdeutlicht, ist die Warmwasserversorgung [Veranstaltung Städtische Wärmewende am 29.01.2016, Wien].

Der Fokus dieser Abschätzung liegt ohnehin nicht auf der detailgenauen Abschätzung des absoluten Heizwärmebedarfs, sondern vielmehr darin, einen Überblick über die räumliche Verteilung und Hotspots des Wärmebedarfs im Wiener Stadtgebiet zu bekommen. In Hinblick auf eine stärkere Forcierung und Einbindung erneuerbarer Energieträger, zu der auch die Abwärmenutzung gezählt werden kann, spielt dies eine wesentliche Rolle.

Eine genaue Abschätzung des Heizwärmebedarfs für Raumwärme für den Bestand ist durch die schlechte Datenverfügbarkeit nicht möglich. Es fehlen Informationen über den Sanierungszustand der Gebäude aus den einzelnen Baualtersklassen wie sie im GWR angegeben sind. Das Ergebnis ist deshalb nur als Grobabschätzung zu betrachten. Dennoch werden die räumlichen Hotspots hoher Energieverbräuche sichtbar. Der Gesamtenergieverbrauch für Raumwärme beläuft sich nach dieser Berechnungsmethode auf ca. 9.000 GWh/a, was gut mit offiziellen Energiestatistiken der Stadt Wien übereinstimmt<sup>40</sup>.

---

<sup>40</sup> Ca. 7.800 GWh Energetischer Endverbrauch im Jahr 2014 für private Haushalte [berechnet aus Statistik Austria, 2015b]

Die räumliche Verteilung des Heizwärmebedarfs ergibt sich wie folgt:

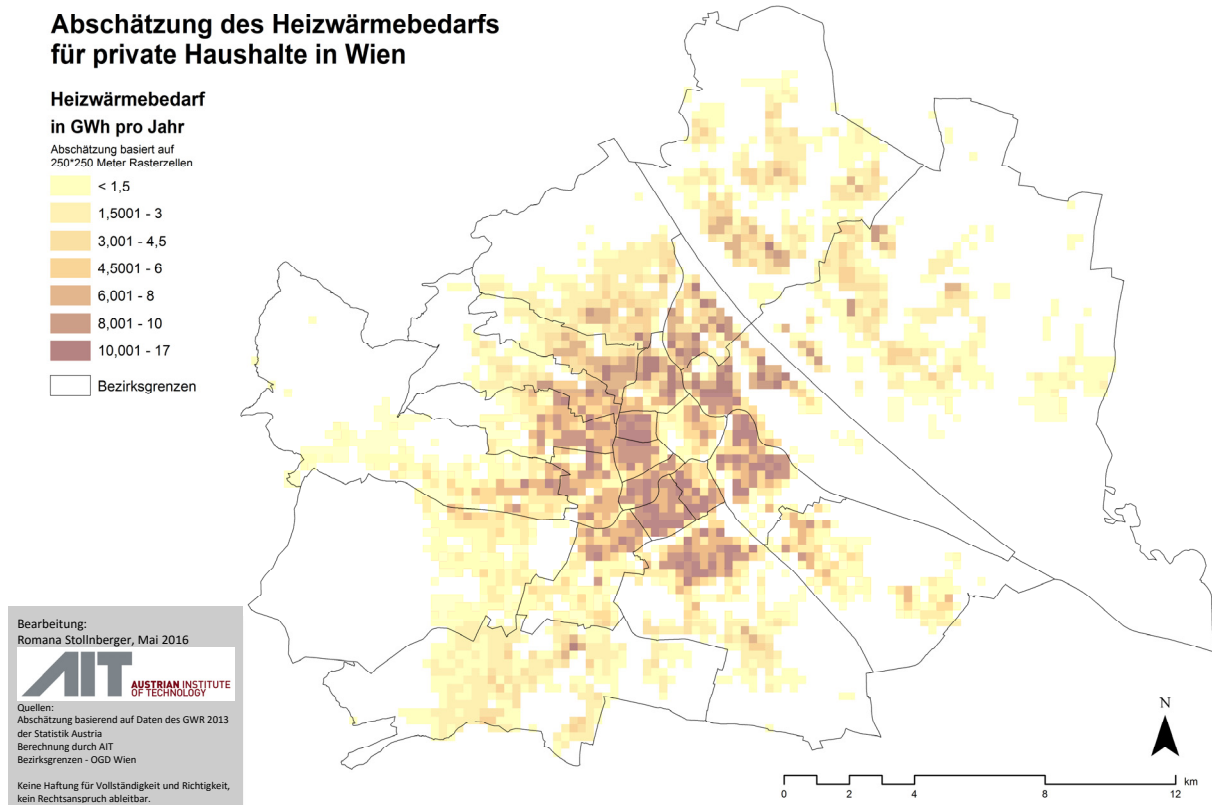


Abbildung 6-3: Heizwärmebedarf für Raumwärme, eigene Darstellung

In der Verteilung des Heizwärmebedarfs spiegeln sich die Stadtgebietstypen der MA 18 wieder (siehe Abbildung 6-1). Im dicht bebauten Stadtgebiet ist der HWB erwartungsgemäß am höchsten, vor allem die unsanierten Gründerzeitgebäude verbrauchen viel Energie. In den Randbezirken dünnt die Besiedelung aus, die Einfamilienhäuser und Kleingartensiedlungen nehmen einen großen Teil ein, was eine Reduktion des Heizwärmebedarfs in allen 250\*250m Rasterzellen zur Folge hat.

## 6.2 Gegenüberstellung der Energieanbieter und Energieverbraucher

Im folgenden Abschnitt wird analysiert, in welchem Ausmaß der Bedarf von möglichen energieverbrauchenden privaten Haushalten mit dem abgeschätzten vorhandenen Abwärmepotenzial gedeckt werden kann.

Dazu wurde der Heizwärmebedarf der privaten Haushalte mit dem Abwärmeangebot der untersuchten Unternehmen in unmittelbarer Nähe verschnitten und eine Bilanz erstellt. Daraus resultieren einerseits Gebiete, bei denen das vorhandene Abwärmepotenzial den Raumwärmebedarf der Nachfragegebiete abdeckt oder sogar ein Überschuss bleibt, mit dem zusätzliche Wärmenachfrager versorgt werden könnten. Andererseits ergeben sich Bereiche, bei denen die erhobene Abwärmemenge nicht ausreicht, um die festgelegten Nachfragegebiete im Umkreis zu versorgen, was einen zusätzlichen Bedarf an Wärme erforderlich macht.

Zur Analyse der Bedarfsdeckung wurden die Nachfragegebiete auf drei unterschiedliche Arten gebildet: Für jede Abwärmequelle wurde jeweils ein Umkreis mit einem Radius von 500m, 250m und einem individuellen, von der Abwärmemenge abhängigen, Radius erstellt. Bei den Nachfragegebieten im Umkreis von 500m und 250m der Abwärmequelle soll vor allem das Ausmaß gezeigt werden, in welcher Größenordnung vorhandene Abwärmequellen geeignete Nachfragegebiete versorgen können.

Es folgen Analysen auf gesamtstädtischer Ebene (unabhängig davon, ob bereits ein Fernwärmenetz vorhanden ist) und in kleinräumigen Untersuchungsgebieten (mit Rücksicht auf fernwärmeversorgte Gebiete bzw. Gebiete in denen lokale Nahwärmenetze sinnvoll implementiert werden könnten).

### **6.2.1 Vorranggebiete für eine Abwärmepotenzialnutzung auf gesamtstädtischer Ebene**

Nach Büchele et al. (2015) und Schmidt (2011) wurde für alle nachfolgenden Analysen als Grenzwärmedichte (für den Bedarf von Raumwärme und Warmwasser) 10 GWh/(km<sup>2</sup>\*a) gewählt, d.h. alle 250\*250 Meter Rasterzellen unter einer Wärmebedarfsdichte von 0,625 GWh wurden nicht berücksichtigt.

Nachdem die Abwärmepotenzialgebiete zur Nutzung in einem Wärmeverbund betrachtet werden, wurden die Summen der Abwärmemenge aller Temperaturniveaus zur Analyse herangezogen. Durch einen Vergleich folgender Abbildungen mit den vorherigen Abbildungen können Rückschlüsse auf die Temperaturniveaus der Abwärmequellen gezogen werden.

Die beiden folgenden Abbildungen zeigen eine mögliche Bedarfsdeckung zwischen Abwärmeangebot und Wärmenachfrage privater Haushalte einerseits in allen Nachfragegebieten (inklusive Einfamilien- und Kleingartenhausgebieten) und andererseits ohne Gebiete geringer Dichte in einem Umkreis der Abwärmequellen mit einem Radius von 500 Metern.

## Nutzbarkeit der Abwärmepotenziale in Wien

### Bedarfsdeckung

Bilanz des Abwärmeangebots zur Nachfrage privater Haushalte  
 Umkreis der Abwärmequelle - Radius: 500 Meter  
 in GWh pro Jahr

zusätzlicher Bedarf	Überschuss an Abwärme
über - 50	0,001 bis 20
-49,99 bis -10	20,001 bis 50
-9,99 bis -5	50,001 bis 55
-4,99 bis 0	

### Wärmebedarfsdichte

nur Gebiete, die für eine Fernwärmeversorgung geeignet sind (>10 GWh/km<sup>2</sup>)

geringe Dichte
mittlere Dichte
hohe Dichte
sonstige gewerbliche Mischgebiete
Bezirksgrenzen

Bearbeitung:  
 Romana Stollberger, Mai 2016

**AIT** AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Quellen:  
 Abschätzung basierend auf branchenspezifischen Energiekennwerten und Unternehmensdaten (Unternehmen > 2 Mio. € Umsatz berücksichtigt)  
 Daten aus der Unternehmensdatenbank der "Bionode Austria Holding GmbH"  
 Bezirksgrenzen - OGD Wien  
 Dichteklassen - Gebietstypen der MA 18

Keine Haftung für Vollständigkeit und Richtigkeit, kein Rechtsanspruch ableitbar.

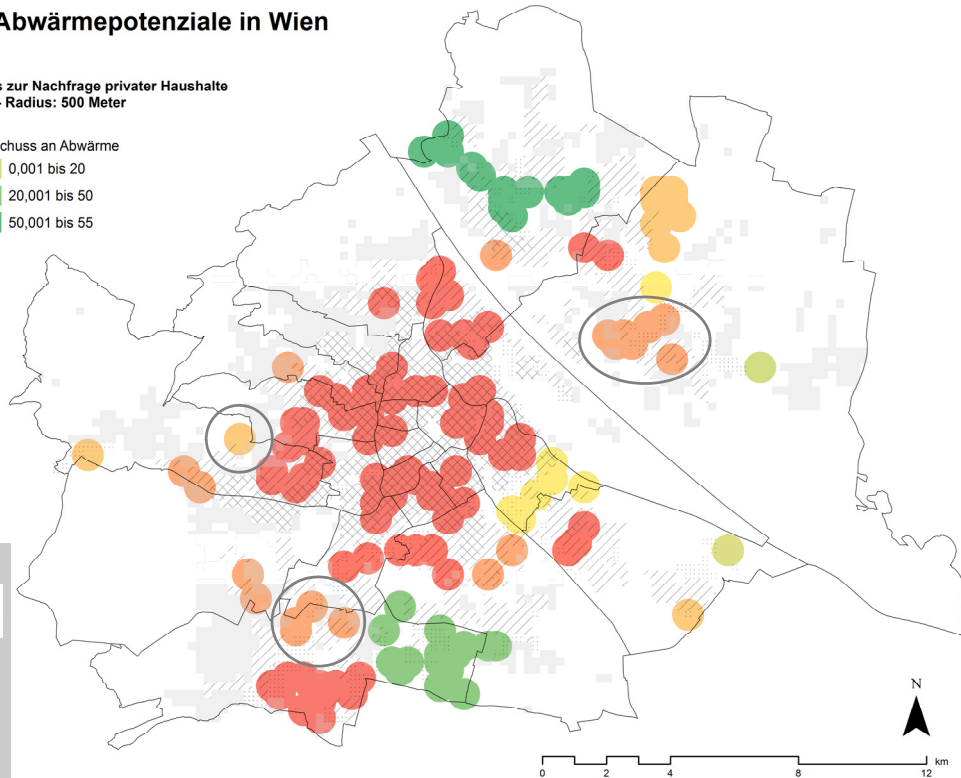


Abbildung 6-4: Bedarfsdeckung in allen Nachfragegebieten (Radius: 500 Meter), eigene Darstellung

Auch alle Gebiete, die hier einen zusätzlichen Wärmebedarf aufweisen, vor allem jene, bei denen ein zusätzlicher Bedarf von 0 bis 10 GWh abgeschätzt wurde, können als Vorranggebiet eingeordnet werden. Der Umkreis mit einem Radius von 500m von der Abwärmequelle wurde hier zu groß gewählt, sodass der erforderliche Wärmebedarf nicht gedeckt werden kann. Dennoch können kleinere Gebiete und vor allem benachbarte Industriegebiete, die Wärme für ihre Produktionsprozesse benötigen, mit der vorhandenen Abwärme versorgt werden, was im Detail geprüft werden muss.

Im dicht verbauten Stadtgebiet (innerhalb des Gürtels) werden vergleichsweise geringe verfügbare Abwärmemengen hohen Nachfragemengen gegenübergestellt, wodurch sich dieses Bild ergibt. Die Abwärmepotenziale können sehr wohl genutzt werden, jedoch ist bei dieser Analyse ersichtlich, dass ein so großer Bereich nicht mit den vorhandenen Mengen versorgt werden kann.

## Nutzbarkeit der Abwärmepotenziale in Wien

### Bedarfsdeckung

Bilanz des Abwärmeangebots zur Nachfrage privater Haushalte  
 Umkreis der Abwärmequelle - Radius: 500 Meter  
 in GWh pro Jahr

zusätzlicher Bedarf	Überschuss an Abwärme
über - 50	0,001 bis 20
-49,99 bis -10	20,001 bis 50
-9,99 bis -5	50,001 bis 70
-4,99 bis 0	

### Wärmebedarfsdichte

nur Gebiete, die für eine Fernwärmeversorgung geeignet sind (>10 GWh/km<sup>2</sup>)

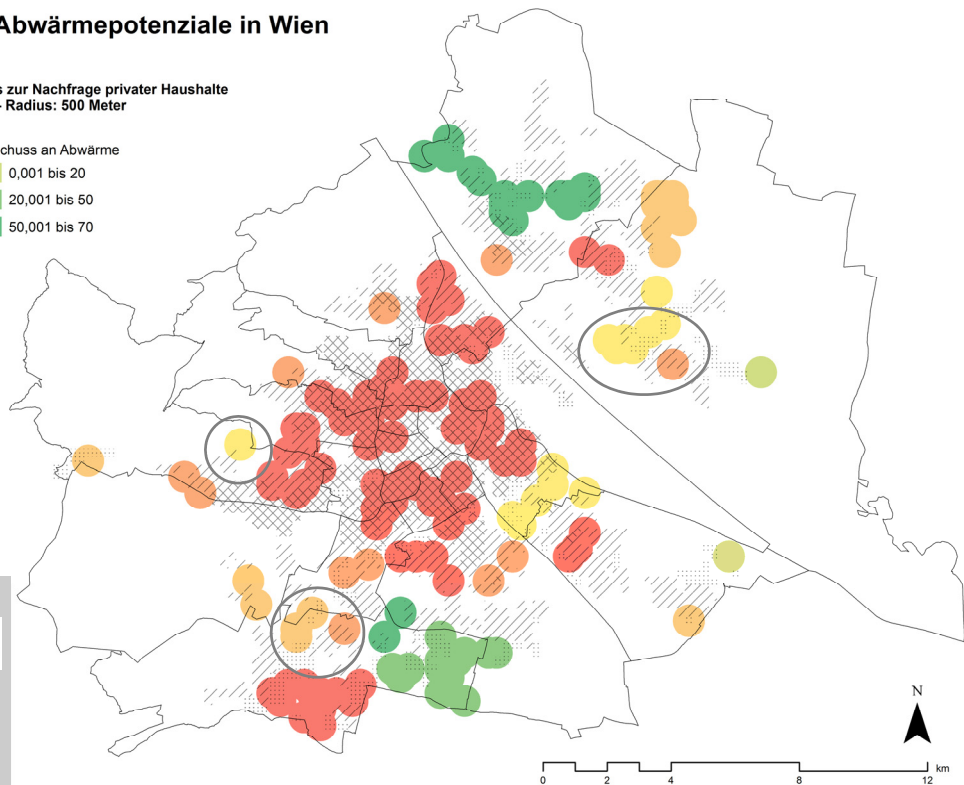
	mittlere Dichte
	hohe Dichte
	sonstige gewerbliche Mischgebiete
	Bezirksgrenzen

Bearbeitung:  
 Romana Stollberger, Mai 2016

**AIT**  
 AUSTRIAN INSTITUTE  
 OF TECHNOLOGY

Quellen:  
 Abschätzung basierend auf branchenspezifischen  
 Energiekennwerten und Unternehmensdaten  
 (Unternehmen > 2 Mio. € Umsatz berücksichtigt)  
 Daten aus der Unternehmensdatenbank der  
 "Bisnode Austria Holding GmbH"  
 Bezirksgrenzen und Gebäudebestand - OGD Wien  
 Dichteklassen - Gebietstypen der MA 18

Keine Haftung für Vollständigkeit und Richtigkeit,  
 kein Rechtsanspruch ableitbar.



**Abbildung 6-5: Bedarfsdeckung unter Ausschluss von Wohngebieten mit geringer Siedlungsdichte (Radius: 500 Meter), eigene Darstellung**

Im direkten Vergleich sind erwartungsgemäß bei der Analyse der Bedarfsdeckung, bei der alle Nachfragegebiete berücksichtigt wurden, weniger Flächen mit einem Abwärmeüberschuss zu verzeichnen als bei der Analyse, bei der keine Einfamilien- und Kleingartensiedlungen berücksichtigt wurden (siehe Markierungen). Im 22. Bezirk, im Norden von Wien ist beispielweise erkennbar, dass bei der zweiten Analyse der zusätzliche Bedarf um ca. 10 GWh von etwa 12 GWh auf 1 GWh gesunken ist. Das liegt daran, dass sich in diesem Bereich einige Einfamilienhausgebiete befinden und somit in der ersten Analyse mehr Wärme gebraucht wird.

Allgemein kann festgestellt werden, dass v.a. in den Potenzialflächen im Norden entlang der Siemensstraße und im Süden im Industriegebiet Inzersdorf bzw. im Industriegelände Liesing der Bedarf an Raumwärme der privaten Haushalte durch die verfügbare Abwärme im Gebiet zur Gänze gedeckt werden kann, weil nur wenige und dünn besiedelte Nachfragegebiete im Umkreis von einem Radius von 500 Metern liegen. Nachdem hier ein großer Überschuss ermittelt wurde, ist der Anschluss von weiteren Abnehmerinnen und Abnehmern möglich.

Verkleinert man den Einzugsbereich der Abwärmequellen auf einen Radius von 250 Meter ergibt sich folgendes Bild:

## Nutzbarkeit der Abwärmepotenziale in Wien

### Bedarfsdeckung

Bilanz des Abwärmeangebots zur Nachfrage privater Haushalte  
 Umkreis der Abwärmequelle - Radius: 250 Meter  
 in GWh pro Jahr

zusätzlicher Bedarf	Überschuss an Abwärme
über - 50	0,001 bis 20
-49,99 bis -10	20,001 bis 50
-9,99 bis -5	50,001 bis 75
-4,99 bis 0	

### Wärmebedarfsdichte

nur Gebiete, die für eine Fernwärmeversorgung geeignet sind (>10 GWh/km<sup>2</sup>)

geringe Dichte
mittlere Dichte
hohe Dichte
sonstige gewerbliche Mischgebiete
Bezirksgrenzen

Bearbeitung:  
 Romana Stollberger, Mai 2016



Quellen:  
 Abschätzung basierend auf branchenspezifischen Energiekennwerten und Unternehmensdaten (Unternehmen > 2 Mio. € Umsatz berücksichtigt)  
 Daten aus der Unternehmensdatenbank der "Bisnode Austria Holding GmbH"  
 Bezirksgrenzen - OGD Wien  
 Dichteklassen - Gebietstypen der MA 18

Keine Haftung für Vollständigkeit und Richtigkeit, kein Rechtsanspruch ableitbar.

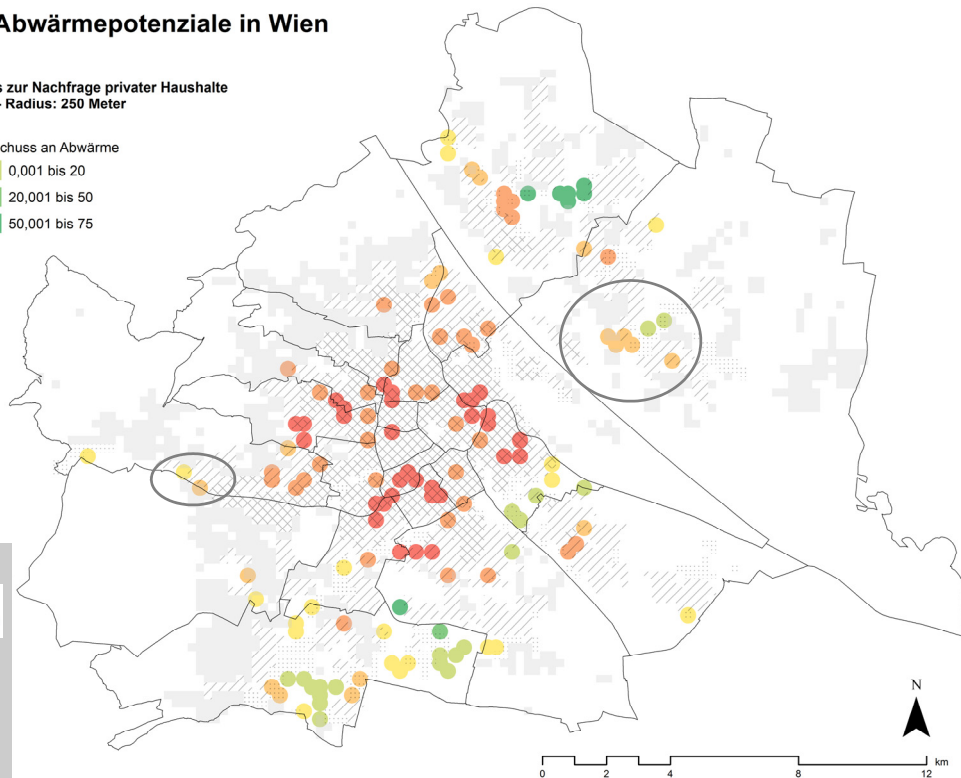


Abbildung 6-6: Bedarfsdeckung in allen Nachfragegebieten (Radius: 250 Meter), eigene Darstellung

Auffällig ist, dass nun einige Abwärmequellen nicht mehr aufscheinen, weil kein Nachfragegebiet im näheren Umfeld liegt. Hier wäre eine längere Fernwärmeleitung zu weiter entfernten Abnehmern notwendig und muss im Detail analysiert werden.

Im Vergleich zur vorhergehenden Analyse ist anzumerken, dass die Menge des Abwärmedefizits bei vielen Gebieten abgenommen hat, die Flächen im dicht verbauten Stadtgebiet jedoch noch immer zu groß sind – die Nutzungsmöglichkeiten müssen im Detail überprüft werden. Mit dieser Grafik ist die Größenordnung dennoch gut abschätzbar, wie große Flächen versorgt bzw. nicht versorgt werden können.

## Nutzbarkeit der Abwärmepotenziale in Wien

### Bedarfsdeckung

Bilanz des Abwärmeangebots zur Nachfrage privater Haushalte  
Umkreis der Abwärmequelle - Radius: 250 Meter  
in GWh pro Jahr

zusätzlicher Bedarf	Überschuss an Abwärme
über - 50	0,001 bis 20
-49,99 bis -10	20,001 bis 50
-9,99 bis -5	50,001 bis 75
-4,99 bis 0	

### Wärmebedarfsdichte

nur Gebiete, die für eine Fernwärmeversorgung geeignet sind (>10 GWh/km<sup>2</sup>)

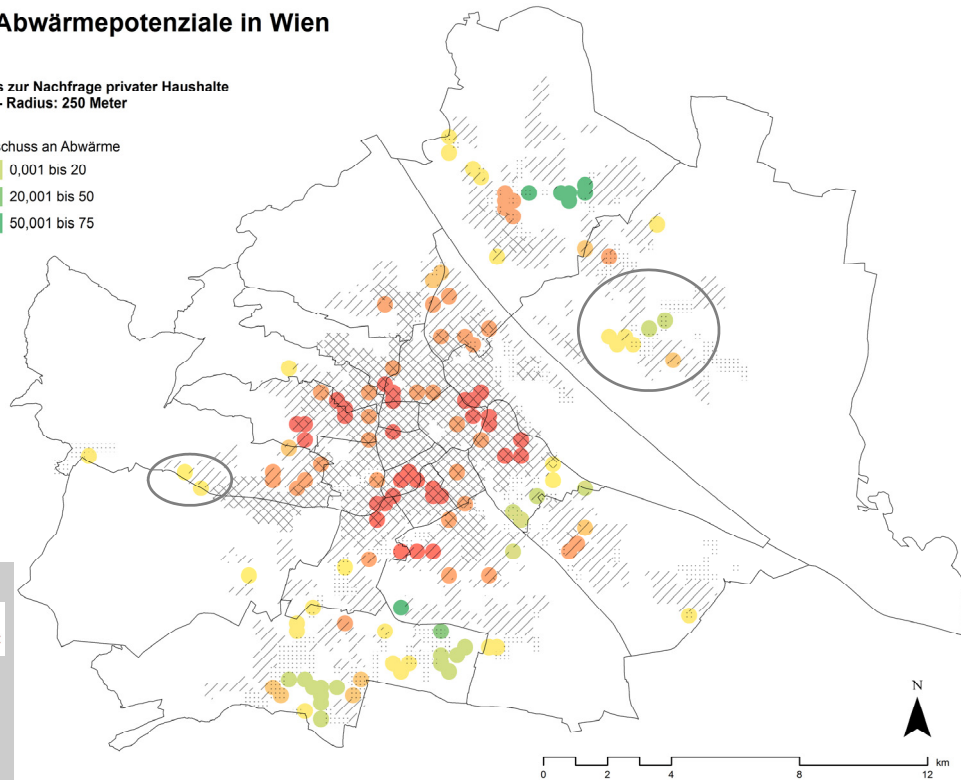
	mittlere Dichte
	hohe Dichte
	sonstige gewerbliche Mischgebiete
	Bezirksgrenzen

Bearbeitung:  
Romana Stollberger, Mai 2016

**AIT**  
AUSTRIAN INSTITUTE  
OF TECHNOLOGY

Quellen:  
Abschätzung basierend auf branchenspezifischen  
Energiekennwerten und Unternehmensdaten  
(Unternehmen > 2 Mio. € Umsatz berücksichtigt)  
Daten aus der Unternehmensdatenbank der  
"Bisnode Austria Holding GmbH"  
Bezirksgrenzen - OGD Wien  
Dichteklassen - Gebietstypen der MA 18

Keine Haftung für Vollständigkeit und Richtigkeit,  
kein Rechtsanspruch ableitbar.



**Abbildung 6-7: Bedarfsdeckung unter Ausschluss von Wohngebieten mit geringer Siedlungsdichte (Radius: 250 Meter), eigene Darstellung**

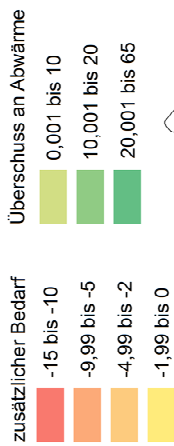
Im Wesentlichen ergibt sich bei der Analyse bei der keine Einfamilien- und Kleingartensiedlungen berücksichtigt wurden, ein ähnliches Bild wie zuvor. Auffällig ist, dass in den markierten Gebieten erneut die Menge des Abwärmeüberschusses aufgrund der fehlenden Einfamilienhausgebiete und des somit sinkenden Wärmebedarfs größer wird.

Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der Analyse, der von der Abwärmemengen abhängigen Nachfragegebiete in Bereichen, in denen sich keine Einfamilien- und Kleingartensiedlungen befinden, dar. Nachdem dabei die Flächen der Nachfragegebiete im direkten Verhältnis zur Abwärmemenge stehen (d.h. bei doppelter Abwärmemenge kann ein doppelt so großes Gebiet versorgt werden), ergeben sich aufgrund der oft geringen Abwärmemengen von unter 100 MWh auch sehr kleine Flächen, die ohnehin im Detail überprüft werden müssen. Auffällig ist hier, dass im Gegensatz zu den beiden vorhergehenden Analysen bedingt durch die individuelle Anpassung für jede Abwärmequelle der Bedarf in den ausgewählten Nachfragegebieten sehr gut gedeckt werden kann. Die Analyse zeigt weiters die Größenordnungen im Stadtgebiet und wie große Flächen mit der vorhandenen Abwärme versorgt werden können.

# Nutzbarkeit der Abwärmepotenziale in Wien

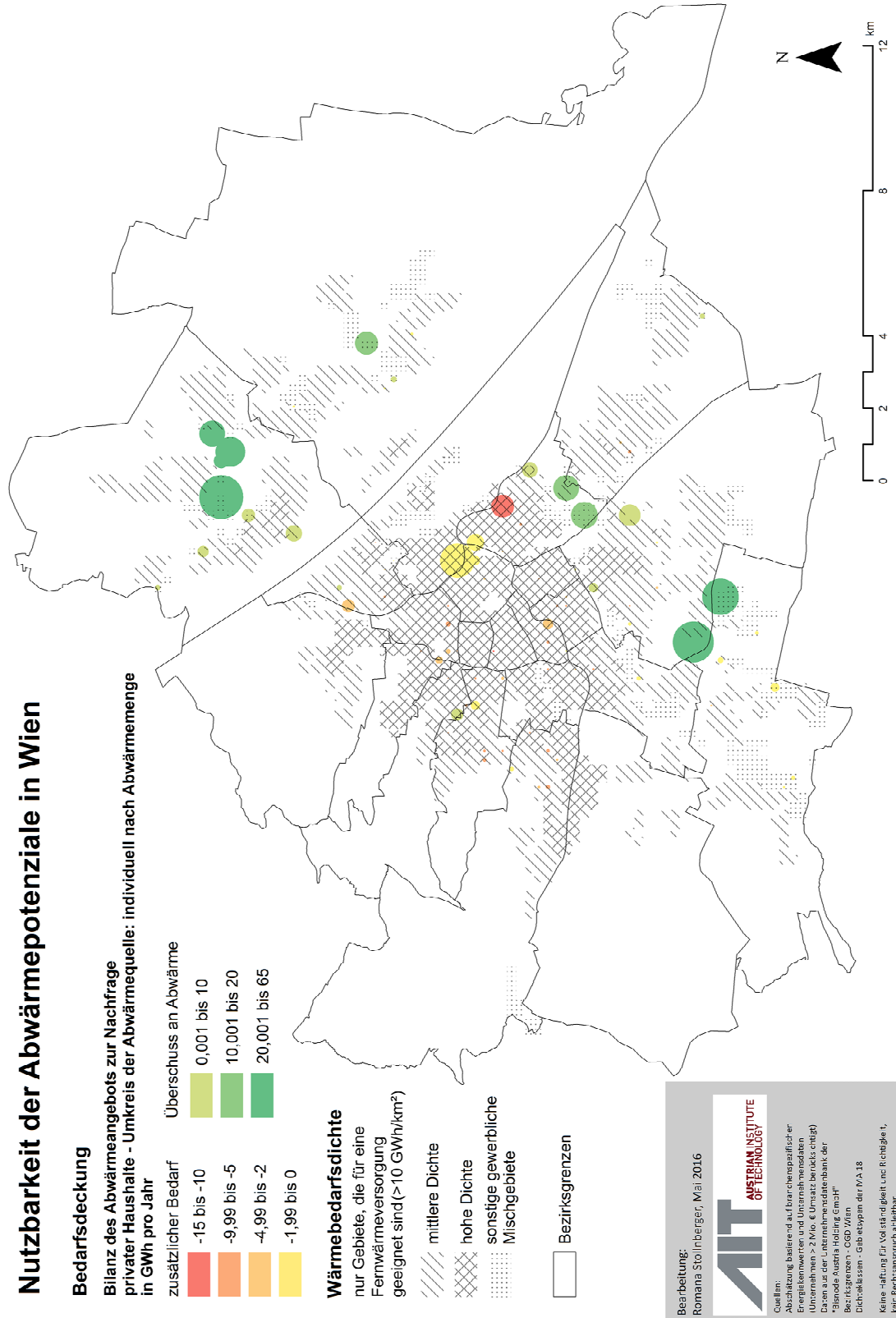
## Bedarfsdeckung

Bilanz des Abwärmeangebots zur Nachfrage privater Haushalte - Umkreis der Abwärmequelle: individuell nach Abwärmemenge in GWh pro Jahr



## Wärmebedarfsdichte

nur Gebiete, die für eine Fernwärmeversorgung geeignet sind (>10 GWh/km<sup>2</sup>)



Bearbeitung:  
Romana Stölbinger, Mai 2016

**AIT**  
AUSTRIAN INSTITUTE  
OF TECHNOLOGY

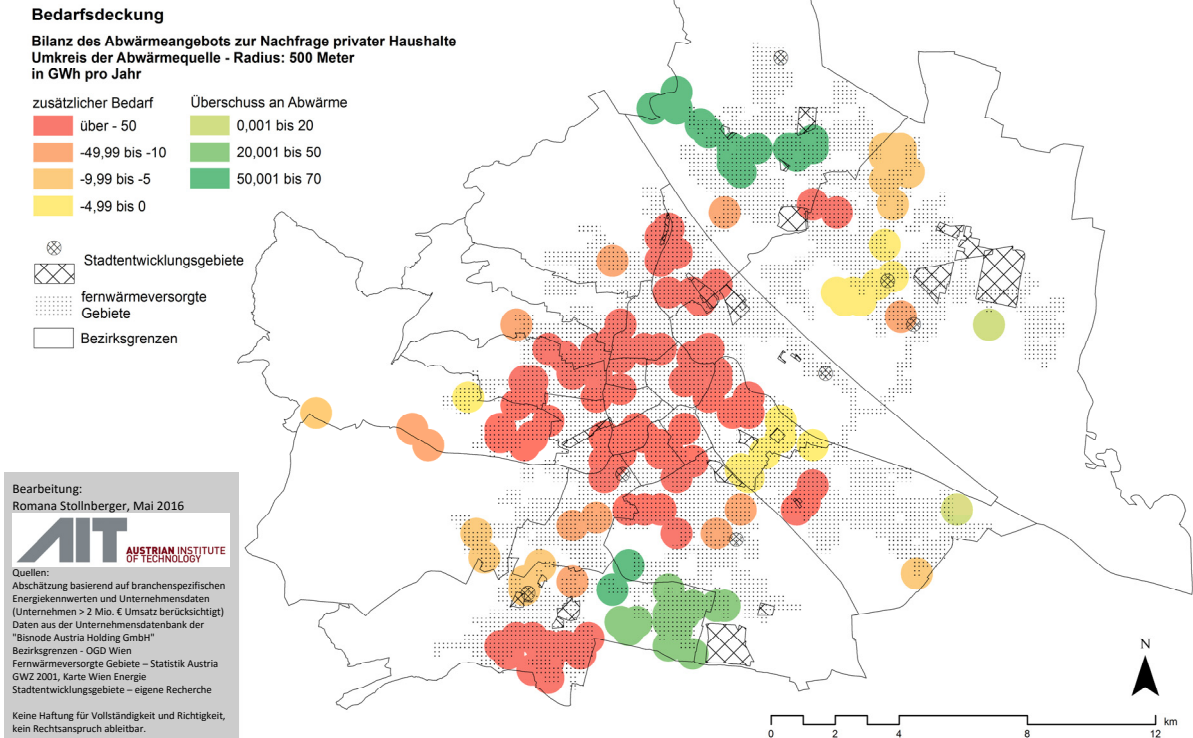
Quelle:  
Abzählung basierend auf branchenspezifischer Energieleistungen und Umsatzmeldungen (Unternehmen > 2 Mio. € Umsatz berücksichtigt).  
Daten aus der Unternehmensdatenbank der "Börse Austria Holding GmbH".  
Bezirksgrenzen - GGD Wien  
Dichteklassen - GGD Wien  
Keine Haftung für Vollständigkeit und Richtigkeit, kein Rechtsanspruch herleitenbar.

Abbildung 6-8: Bedarfsdeckung unter Ausschluss von Wohngebieten mit geringer Siedlungsdichte (Radius: abhängig von der Abwärmemenge), eigene Darstellung



Nachdem in Wien in laut aktuellen Bevölkerungsprognosen bis zum Jahr 2023 knapp 79.000 Neubauwohnungen für ca. 165.000 Einwohnerinnen und Einwohner geschaffen werden müssen [vgl. MA 23, Hrsg., 2014: 12f] (s. Kapitel 2.2.4), ist es notwendig, geeignete Lösungen für eine energieeffiziente Versorgung dieser neuen Wohnungen zu finden.

### Nutzbarkeit der Abwärmepotenziale in Wien



**Abbildung 6-9: Bedarfsdeckung unter Ausschluss von Wohngebieten mit geringer Siedlungsdichte mit Stadtentwicklungsgebieten (Radius: 500 Meter), eigene Darstellung**

In dieser Abbildung ist ersichtlich, dass sich durchaus Abwärmepotenziale in der Nähe von Stadtentwicklungsgebieten befinden, die im Detail analysiert werden müssen.

## 6.2.2 Vorranggebiete für eine Abwärmepotenzialnutzung in kleinräumigen Untersuchungsgebieten

Das ausgewählte **erste Vorranggebiet** liegt im 21. bzw. 22. Bezirk im Bereich Siemensstraße und wurde aufgrund der Ergebnisse der vorhergehenden Analysen ausgewählt, in denen dieses Gebiet als potenzielles Vorranggebiet für Abwärmennutzung auffiel. Wie in nachstehender Abbildung erkennbar ist, sind, bedingt durch fehlende Nachfrage im Umkreis, hier durchaus große Überschüsse an Abwärmemengen verfügbar.

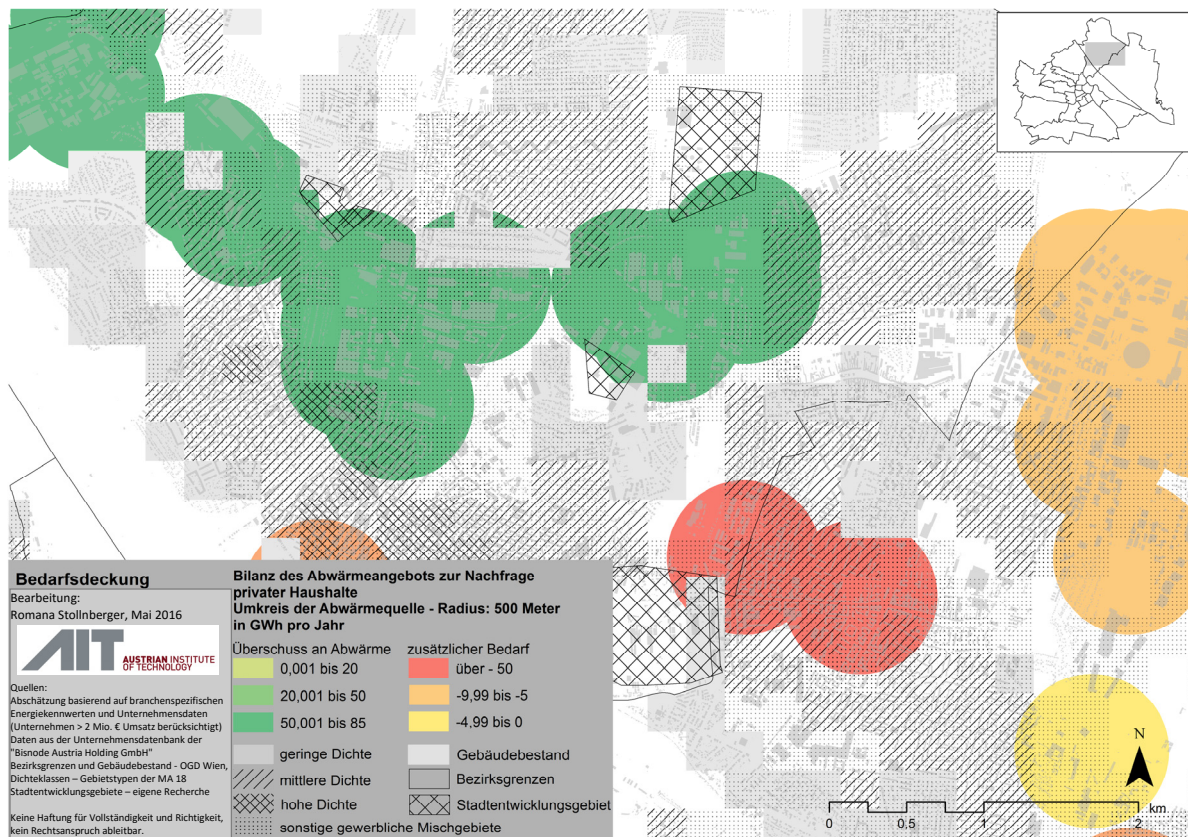


Abbildung 6-10: Bedarfsdeckung Ausschnitt Siemensstraße mit allen Nachfragegebieten, eigene Darstellung

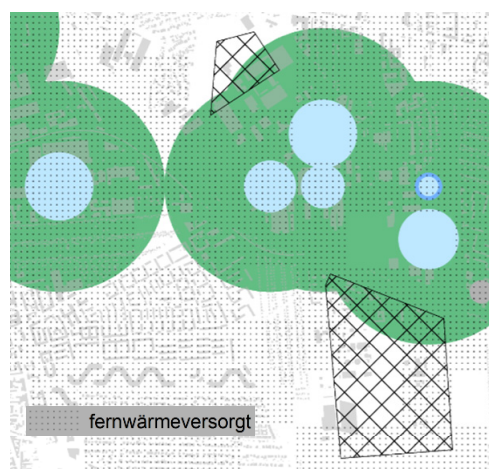


Abbildung 6-11: Ausschnitt Siemensstraße Fernwärmeversorgung, eigene Darstellung

Im Norden des Bereichs befinden sich Gebiete mit großvolumigen Wohnhausanlagen, die nach 1960 erbaut wurden, bzw. Neubaugebiete, die bereits mit Fernwärme versorgt werden. Nachdem die Potenziale weitgehend im Niedertemperaturbereich zwischen 35 und 100°C liegen (s. folgende Abbildung 6-12), ist hier im Detail zu prüfen, ob eine Einspeisung ins bestehende Fernwärmenetz möglich ist oder ein lokales Nahwärmenetz mit niedrigen Temperaturen errichtet werden kann, was auch zur Energieversorgung in den nahegelegenen Stadtentwicklungsgebieten eine sehr gute Nutzungsmöglichkeit darstellen würde.

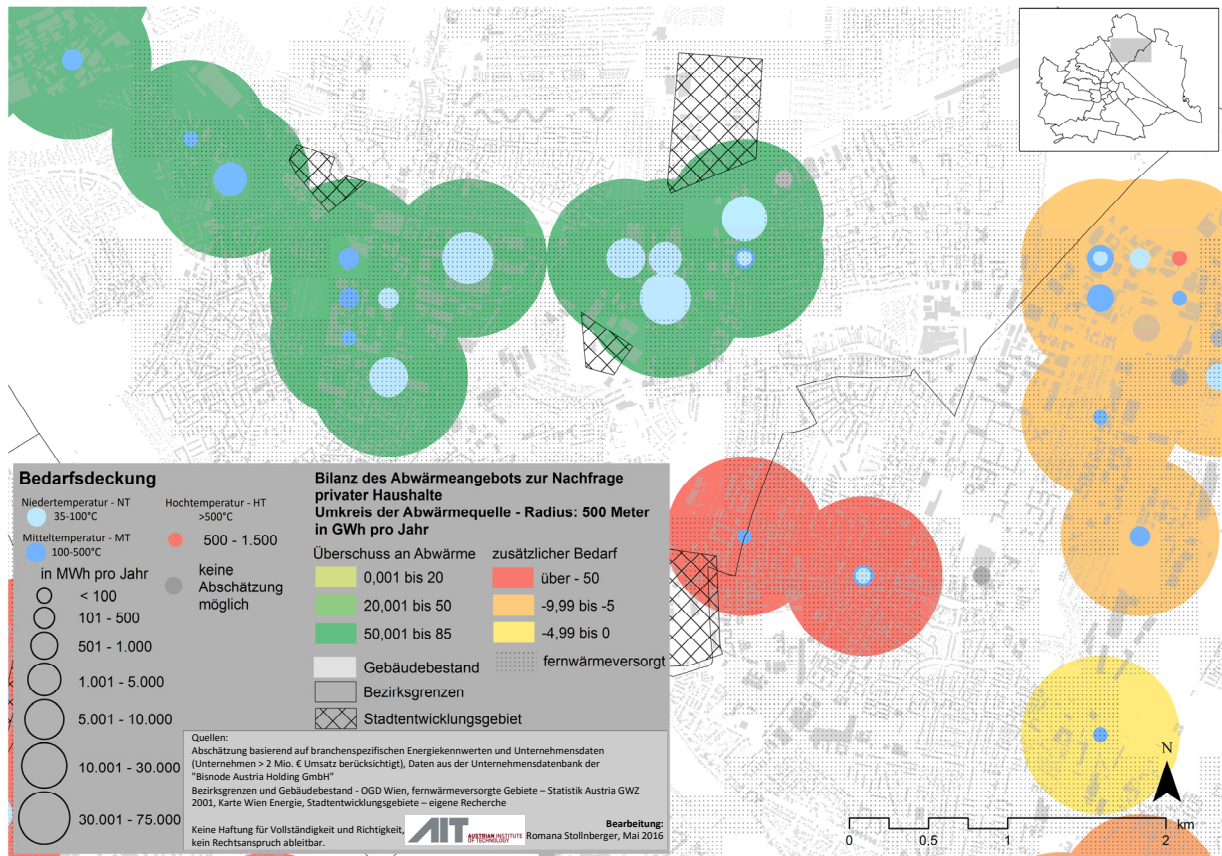


Abbildung 6-12: Bedarfsdeckung Ausschnitt Siemensstraße mit Temperaturniveaus der Abwärmequellen in allen Nachfragegebieten, eigene Darstellung

Bei der Betrachtung des Gebiets, bei dem ein zusätzlicher Bedarf von etwa 60 GWh notwendig wäre, um das Gebiet zu versorgen, fällt auf, dass hier sehr viele großvolumige Wohnbauten mittlerer Dichte in unmittelbarer Nähe der Abwärmequellen liegen. Mit den vorhandenen Abwärmemengen kann somit nur ein Teil versorgt werden.

Das ausgewählte **zweite Vorranggebiet** im 23. Bezirk, im Industriegebiet Inzersdorf bzw. im Industriegelände Liesing wurde ausgewählt, weil in diesem Bereich zwar Abwärmequellen verfügbar sind, sich jedoch keine Nachfragegebiete in unmittelbarer Nähe befinden. Deshalb ist es notwendig, die Möglichkeit zu überprüfen, ob der Bau eines Fernwärme - Subnetzes wirtschaftlich sein kann. Dabei gibt der Faktor Wärmebelegung (verkaufte Wärmemenge in kWh je m Trassenlänge und Jahr) einen Grenzwert vor, bei dem eine wirtschaftliche Fernwärmeversorgung möglich ist (s. Kapitel 4.1.1). Bei einer Fernwärmeleitung von etwa einem Kilometer wären somit etwa 1,2 GWh notwendig, was dem Wärmeverbrauch von etwa 100 bis 130 Wohnungen entspricht.

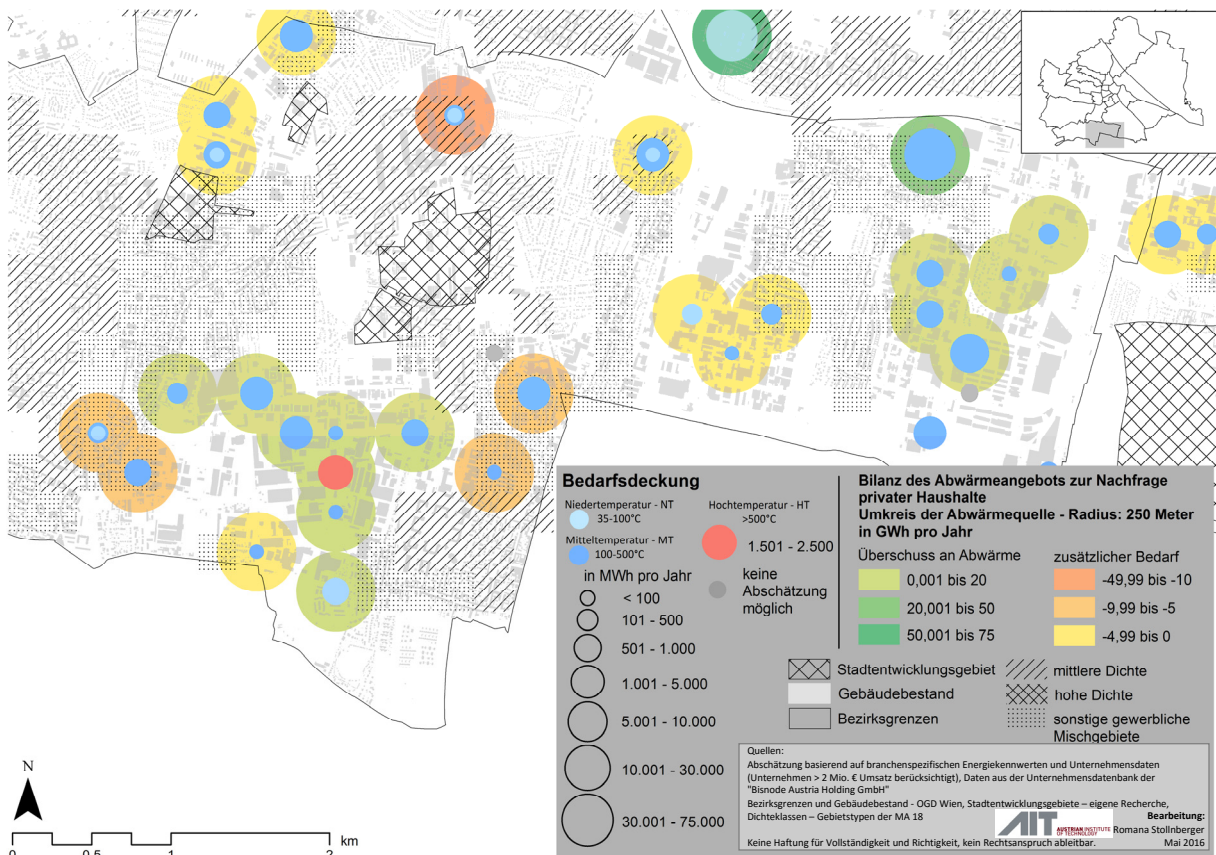


Abbildung 6-13: Bedarfsdeckung Ausschnitt Liesing mit Temperaturniveaus der Abwärmequellen ohne Gebiete mit geringer Dichte, eigene Darstellung

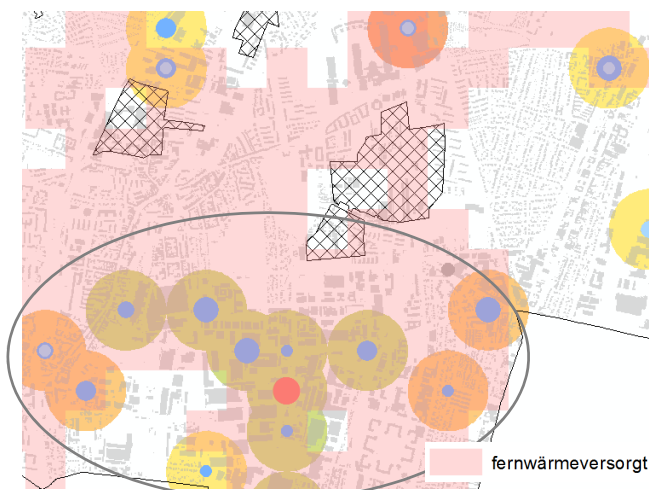


Abbildung 6-14: Ausschnitt Liesing Fernwärmeversorgung, eigene Darstellung

Abbildung 6-14 zeigt, dass im Großteil des Industriegeländes Liesing bereits Fernwärmeleitungen vorhanden sind, was eine Einspeisung der Abwärme, die auf mittleren Temperaturniveaus vorliegt (dunkelblau dargestellt), erleichtert. Im Osten des Geländes befinden sich einige großformatige Wohnhausanlagen, im Norden gewerbliche Mischgebiete und auch Neubaugebiete mit einem Heizwärmebedarf von durchschnittlich 3 GWh pro 250\*250m Rasterzelle.

Die Summe der Abwärmemengen, die im mittleren Temperaturbereich im markierten Bereich vorhanden sind, beträgt etwa 12 GWh. Unter der Annahme von einem durchschnittlichen Raumwärmebedarf von 3 GWh in den umliegenden 250\*250m Rasterzellen, könnte damit, ohne auf die wirtschaftliche und rechtliche Machbarkeit einzugehen, ein Gebiet von etwa 25 Hektar mit im Durchschnitt 1.000 bis 1.300 Wohnungen versorgt werden. Nördlich des analysierten Bereichs befindet sich das Stadtentwicklungsgebiet „In der Wiesen Süd“ bzw. „In der Wiesen Ost“, in dem bis 2020 die Errichtung von etwa 1.300 bis 1.900 Wohnungen geplant ist (abhängig von der

Bereitstellung und Leistungsfähigkeit der technischen und sozialen Infrastruktur) [vgl. *Wohnfonds, n.b. online, Wien, n.b.a: online*].

Die durchgeführten Analysen können verschiedene Nutzungsmöglichkeiten nur grob betrachten. Die tatsächliche Nutzbarkeit, auch im Hinblick auf rechtliche und wirtschaftliche Machbarkeit muss im Einzelfall genau geprüft werden.

### **6.3 Zwischenfazit**

Nachdem die Abschätzungen zum Großteil auf Branchen-Durchschnittswerten aus der Literatur beruhen, kann die Analyse der Bedarfsdeckung ebenfalls nur einen ersten Überblick bringen. Dennoch wird dadurch eine Vorstellung der Größenordnungen, welche Bereiche mit der vorhandenen Abwärmemenge versorgt werden könnten, möglich.

In Gebieten, die bereits mit Fernwärme versorgt sind, können Abwärmequellen, die auf einem geeigneten Temperaturniveau verfügbar sind, verhältnismäßig einfach in das vorhandene Netz eingespeist werden. Sind Abwärmepotenziale vorhanden, jedoch keine Fernwärmeleitungen, ist die Möglichkeit einer Errichtung eines lokalen Netzes, das auch mit niedrigen Temperaturen betrieben werden kann, zu prüfen. Sind keine Abnehmer (private Haushalte bzw. Unternehmen) in der Nähe von vorhandenen Abwärmepotenzialen, ist es bei hohen Mengen durchaus sinnvoll, längere Sticleitungen zu geeigneten Haushalten bzw. Unternehmen, die Wärme benötigen, zu errichten, um die Abwärme nicht ungenutzt zu lassen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durch die Nutzung vorhandener Abwärmepotenziale mehrere tausend Wohnungen versorgt werden könnten. Dadurch, dass die Abwärmepotenziale im gesamten Stadtgebiet verteilt sind, besteht die Möglichkeit, viele kleinere Einzelprojekte (auch im Wärmeverbund) zu realisieren, um bei einem Ausfall eines Wärmeanbieters eine gewisse Versorgungssicherheit gewährleisten zu können.

---

## 7 Herausforderungen der Energieraumplanung in Bezug auf Abwärmenutzung

### 7.1 ExpertInneninterviews zum Thema Abwärmenutzung

Um einen Überblick über die unterschiedlichen Interessen der im Energiebereich tätigen Akteurinnen und Akteure zu bekommen, führte ich Interviews mit Planerinnen und Planern, einem Berater und einem Bauträger zu den Themen Energieraumplanung und Forcierung industriell-gewerblicher Abwärmenutzung. Im Zuge des Forschungsprojektes PRoBates (Projektpartner AIT und WU Wien, vgl. Kapitel 1.4.2) wurden ebenfalls Bauträgerinnen und Bauträger interviewt. Die aus diesen Interviews gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen fließen in dieses Kapitel mit ein.

Die Interviewpartner aus dem Planungsbereich waren:

- Frau DI Ursula Mollay, MSc MA: Österreichisches Institut für Raumplanung, ÖIR,
- Herr Mag. Michael Cerveny: Energy Center Wien (Teil von TINA Vienna<sup>41</sup>)
- Herr DI Herbert Ritter und DI Stefan Geier: MA 20 Energieplanung - nachfolgend als „MA 20“ bezeichnet.

Als Interviewpartner mit praktischem Bezug konnte ich folgende Personen gewinnen:

- Herrn Dr. Robert Korab: Gründer des Büros „raum & kommunikation“, Berater der Geschäftsgruppe Wohnbau sowie
- Herrn Michael Herbek: Developmentmanager der „BUWOG - Bauen und Wohnen Gesellschaft mbH“

#### 7.1.1 Interviews mit Planerinnen und Planern

##### **Aufgaben und Herausforderungen der Energieraumplanung für eine zukünftige „Smart City“**

Mag. Cerveny sieht das primäre Ziel für Wien nicht in der Schaffung energieeffizienter Strukturen, denn eine Stadt ist per se effizient und Dichte führt per se zur Effizienz. Durch die Bevölkerungszuwanderung in den nächsten Jahren<sup>42</sup> (vgl. Kapitel 2.2.4) wird Wien sowieso immer dichter, was automatisch zu sinkenden Pro-Kopf Energieverbräuchen führt, erklärt Mag. Cerveny weiter. Deshalb wird der Ansatz verfolgt, Lösungen zu finden, dieses an sich effiziente System erneuerbarer zu machen, wobei die Abwärmenutzung in diesem Fall als erneuerbar eingestuft wird, da dadurch ebenfalls keine zusätzlichen Treibhausgasemissionen emittiert werden. Das erklärte Ziel nach Mag. Cerveny ist es, die Wärmeversorgung auf erneuerbare Energie umzustellen, wobei die praktische Herausforderung darin besteht, die Gasversorgung in

---

<sup>41</sup> Angesiedelt in der tina vienna urban technologies & strategies GmbH verstärkt das Energy Center seit Dezember 2013 die Energieaktivitäten der Stadt. Als Impulsgeber und Umsetzungsunterstützer agiert das Team des Energy Center insbesondere an den Schnittstellen von Politik, Verwaltung auf der einen und Wirtschaft und Forschung auf der anderen Seite [vgl. MA 20, Hrsg., 2014: 15].

<sup>42</sup> Im Jahr 2015 ist die Stadt so stark gewachsen wie nie zuvor. 43.200 neue Einwohnerinnen und Einwohner kamen dazu, sodass die Gesamtbevölkerungszahl nun 1,84 Millionen Einwohnerinnen und Einwohner beträgt. Der deutliche Zuwachs ist u.a. auf die Flüchtlingsbewegungen vergangener Monate zurückzuführen. Im bisher stärksten Zuwanderungsjahr 2014 waren es rund 33.000 neue Einwohnerinnen und Einwohner [vgl. Standard, 2016: online].

Neubaugelieten zu unterbinden. Auch DI Mollay teilt diese Meinung und sieht außerdem eine wichtige Aufgabe in der Ersetzung der Gasetagenheizungen im Bestand. In Bezug auf die Nutzung industriell-gewerblicher Abwärme sieht sie die Herausforderung darin, flexible Einspeisung verschiedener Energiequellen durch viele kleine Einspeiser, die nicht kontinuierlich Wärme bereitstellen können, in ein Wärmenetz zu ermöglichen.

### **Umsetzung der Maßnahmen in Strategiepapieren**

Laut MA 20 haben die Strategiepapiere und Konzepte wie STEP 2025, KLiP und die Smart City Wien Rahmenstrategie Leitcharakter. DI Ritter erklärt, dass durchaus versucht wird, Aktivitäten in den festgelegten Bereichen zu setzen, aber nicht alles nach Plan umgesetzt und in einer Handlungsvorschrift verarbeitet wird. Dennoch gibt es sehr viele Pilot-Projekte, bei denen unterschiedliche Lösungen ausprobiert werden, um daraus zu lernen.

### **Potentielle Instrumente zur Forcierung der Abwärmenutzung**

#### Städtebauliche Verträge

Laut DI Mollay wird die Verwendung der Verträge grundsätzlich sehr vorsichtig gehandhabt. Der Grund dafür ist, dass damit Vorentscheidungen getroffen werden, bei denen man nicht 100%ig sicher sein kann, dass es die beste Lösung ist. Bei städtebaulichen Verträgen nimmt das Thema Energie (noch) keine wesentliche Rolle ein. Ein möglicher Grund für das Fehlen von Vereinbarungen im Hinblick auf eine zukünftige Energieversorgung, ist laut Mag. Cerveny die Entstehung immenser Mehrkosten, die bedingt durch die Errichtung einer erneuerbaren Wärmeversorgung am Beginn eines Projektes entstehen würden. Er erläutert, dass sich die Investitionskosten im Vergleich zu einer Gasheizung um das 4-5-fache erhöhen und eine erneuerbare Wärmeversorgung sich erst nach 30 Jahren rechnet. Die Schwierigkeit dabei ist, dass die geplante Energieversorgung schon lange vor dem Bau des Projektes klar sein und die Investorin bzw. der Investor die hohen Kosten annehmen muss. Die MA 20 sieht die möglichen Gründe einerseits darin, dass das Instrument noch sehr neu ist, andererseits müssten bei einer vertraglichen Anschlusspflicht an die Fernwärmeinfrastruktur neben der Stadt und der Investorin bzw. dem Investor und der Bauotrgerfirma auch ein Energieversorgungsunternehmen bzw. eine Betreiberfirma als Dritter eingebunden werden, was einen erheblichen Mehraufwand an Diskussionen und Verhandlungen mit sich bringt.

#### Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan

Laut Frau DI Mollay können im Flächenwidmungsplan nur Nutzungen festgelegt werden. Durch die festgelegten Widmungen ist auch nicht bestimmbar, welche Betriebe sich tatsächlich ansiedeln bzw. welche Abwärme letztendlich in einem Gebiet verfügbar sein wird. Dadurch kann, wie DI Mollay erläutert, eine Steuerung der Ansiedlung von Abwärme Potenzialen in einem Stadtentwicklungsgebiet nur bedingt durch den Flächenwidmungsplan erfolgen. Die gemischte Nutzung ist grundsätzlich ohnehin überall vorgesehen, aber die Vorgabe, welche Nutzung konkret in welches Gebäude kommen soll, ist zu genau.

Zusammenfassend kann laut DI Mollay nur eine Kombination aus verschiedenen Instrumenten zum Ziel führen, um eine energieeffiziente Stadtentwicklung zu ermöglichen. Nachdem es rechtlich keine Möglichkeit gibt, das Energieversorgungssystem in Wien vorzuschreiben, muss man versuchen über andere Wege verbindliche Vereinbarungen zu treffen, wenn die gegebenen

---

Rahmenbedingungen passen. Die klassische Lösung sind beispielsweise städtebauliche Verträge, für die aber bis dato wenig Beispiele existieren.

### **Möglichkeiten zur Forcierung der Abwärmenutzung im Gebäudebestand**

In der bestehenden Stadt sieht Mag. Cervený keine Möglichkeiten, mit raumplanerischen Maßnahmen die Abwärmenutzung zu fördern. Wenn geeignete Abwärmequellen vorhanden sind, ist es nur mehr eine Frage der Geschäftsmodelle und nicht der Raumplanung. Mag. Cervený verdeutlicht dennoch deren unterstützende Wirkung: Mit Hilfe der Raumplanung können Vorgaben festgelegt werden, sodass sich z.B. Datacenter dort ansiedeln, wo die anfallende Wärme gebraucht und genutzt werden kann, wobei dies natürlich in Neubaugebieten am sinnvollsten ist. Im Bestand, so Mag. Cervený, ist die Abwärmenutzung eine **Kooperation zwischen zwei Unternehmen**, die sich einen Vertrag aushandeln und die finanziellen Vorstellungen für beide Parteien bestmöglich diskutieren.

Für die bestehende Stadt wäre laut DI Mollay die Fernwärmeversorgung ein optimales Energieversorgungssystem, es ist bis dato nur nicht gelungen, damit wirklich den Bestand flächendeckend zu versorgen. Weiters erklärt sie, dass die Netzinfrastruktur wohl weitgehend vorhanden ist, das Problem sind einerseits die Kapazitätsengpässe der Fernwärmeleitungen und andererseits die Altbauten mit dezentralen Systemen – den Gasetagenheizungen: Es gibt keinen Zeitpunkt, an dem alle gleichzeitig getauscht werden müssten, weshalb ein Umstieg auf ein anderes Energieversorgungssystem einen massiven Eingriff darstellt. Die Gebäude, die ab 1985 gebaut worden sind, haben meistens schon Zentralheizungssysteme, wodurch ein Umstieg relativ einfach zu bewerkstelligen ist. Wie auch die MA 20 erklärt, wäre eine Umstellung des Energieversorgungssystems nur im Zuge einer Generalsanierung des Gebäudes möglich und mit erheblichem Aufwand verbunden. In Bestandsgebieten müssten demnach vermehrt rechtliche Instrumente eingesetzt werden, um Lösungen zu finden, da bestehende Eigentumsrechte verändert werden müssen. Ein Eingriff in bestehende Gebiete ist demnach laut MA 20 möglich, aber rechtlich viel schwieriger, weil eine saubere Begründung notwendig ist. Nach DI Mollay ist den verantwortlichen Akteurinnen und Akteuren bewusst, dass der Bestand das eigentliche Problem ist, in Wien sind bis jetzt vorwiegend nur Instrumentarien für den Neubau vorhanden.

### **Energieversorgung bei Neubauprojekten**

Sowohl DI Mollay als auch die MA 20 berichteten über durchgeführte **Optionenstudien** für diverse Stadtentwicklungsgebiete. Im Rahmen des Forschungsprojektes der MA 20 („Energieversorgungsoptionen für das Donaufeld“) wurde am Beispiel des Stadtentwicklungsgebiets Donaufeld analysiert, welche Optionen der Energieversorgung – unter weitgehender Einbeziehung von erneuerbaren Energieträgern am Standort – möglich sind. Dazu wird eine allgemeine Methode entwickelt, die auch für weitere Stadtentwicklungsgebiete angewandt werden kann und als Instrument für die Energieraumplanung dient. Ziel ist es, anhand von energiewirtschaftlichen, ökonomischen und ökologischen Bewertungskriterien, gemeinsam mit dem Auftraggeber geeignete Energieversorgungsoptionen zu erarbeiten und zu bewerten [vgl. E-Sieben, n.b.: online]. Wie DI Mollay erklärt, wurde im Zuge des Forschungsprojektes „Transform Plus“<sup>43</sup>

---

<sup>43</sup> <http://www.transform-plus.at/>, zuletzt abgerufen am 07.05.2016



ebenfalls eine Optionenstudie für das Gebiet Aspern Nord erstellt, wobei besonders auf die Umsetzbarkeit der Ergebnisse geachtet wurde.

Grundsätzlich ist bei der Planung einer Energieversorgung für ein Gebiet zu unterscheiden, wer Grundeigentümerin bzw. Grundeigentümer ist. Laut DI Mollay waren bei der Optionenstudie für das Gebiet Aspern Nord die „Wien 3420 Aspern Development AG“ als Grundeigentümer des gesamten Gebietes auch als Projektpartner dabei, was die Entwicklung des Gebiets vereinfacht, weil sie im Zuge der Grundstücksverkäufe auch die Möglichkeit haben, Vorgaben zu machen und beispielsweise nicht auf städtebauliche Verträge zurückgreifen müssen, um bestimmte Vorstellungen realisieren zu können. Auch die MA 20 bestätigt, dass rechtliche Rahmenbedingungen viel einfacher umzusetzen sind, bzw. Instrumente leichter angewandt werden können, wenn die Stadt im Besitz der zu bebauenden Fläche ist. Bei Stadtentwicklungsgebieten, bei denen die Grundstücke nicht der Stadt gehören, gibt es kaum Vorgaben, die hinsichtlich der Energieversorgung gemacht werden können.

Ein großes Problem, das sich bei der Konzeption einer Energieversorgung für ein neues Gebiet ergibt, ist die **Einbindung von Betrieben**. Laut DI Mollay will man ihnen nicht vorschreiben, wie sie ihre Abwärme nutzen sollen, weil man immer Angst davor hat, sie dadurch aus der Stadt zu vertreiben. Die Betriebe würden z.B. bei einer Einspeisung in ein Wärmenetz relativ wenig verdienen, sodass sie den Vorteil daraus nicht erkennen.

#### **Fehlende Geschäftsmodelle**

Die größte Schwierigkeit bei Abwärmenutzungsprojekten, sowohl im Bestand als auch im Neubau, sind die fehlenden Geschäftsmodelle. DI Mollay und die MA 20 sind sich einig, dass es in Zukunft Dienstleister geben muss, die die Investitionen tätigen, sich um den Bau von Infrastrukturen kümmern und sie letztlich auch betreiben (Anm. bezogen auf die Neuerrichtung lokaler Nahwärmenetze). Auch im Bestand müssen Anreize für die Unternehmen geschaffen werden, damit diese ihre verfügbare Abwärme in ein Wärmenetz auskoppeln, wobei das Projekt des Süßwarenherstellers Manner (vgl. Kapitel 2.4.2) als Vorreiter dienen kann.

#### **Nutzung der Synergien zwischen Industrie-/Gewerbegebieten und Wohngebieten**

Bei der Frage, welche Abwärmepotenziale künftig zur Wärmeversorgung von Wohngebieten beitragen können, nennt Mag. Cerveny **Rechenzentren** als wesentliche, wachsende Quelle, da eine Vertausendfachung des Datenvolumens in den nächsten 30 Jahren wahrscheinlich ist. Ein weiterer Grund, warum derartige kommerzielle Nutzungen problemlos in eine Wohngegend eingliedert werden können ist, dass von den Gebäuden kein Lärm ausgeht und kein dauernder LKW-Anlieferverkehr notwendig ist. Herr Mag. Cerveny bedauert nur, dass die Gebäude einem Hochsicherheitscenter mit Stacheldraht ähneln. Trotzdem sieht er darin keinen Nachteil, weil z.B. Hochgaragen, die Bezirksvorsteher sehr befürworten, auch nicht durch ihre architektonische Ausführung punkten und dort spielt der Verkehr bzw. die Lärmbelastung eine entscheidendere Rolle als bei Rechenzentren, weshalb Mag. Cerveny zu folgendem Ergebnis kommt: „*Wer Ja sagt zu Hochgaragen muss auch zu Datencentern Ja sagen*“. Bezüglich Nachbarschaft zwischen emittierenden Industriebetrieben und Wohngebieten wird seiner Meinung nach in Zukunft vielleicht sogar eine Entmischung angedacht.

---

### **Rolle des Energieversorgers „Wien Energie“**

Für Mag. Cerveny ist klar, dass die Einspeisung vorhandener Abwärmepotenziale für die „Wien Energie“ nur interessant ist, wenn dadurch ein Gewinn entsteht und die Einspeisung günstiger zu verwirklichen ist als Fernwärme aus Gas, wodurch sich das Potenzial auf wenige Quellen in der Nähe von bereits vorhandenen Netzen reduziert.

Die „Wien Energie“ befindet sich seit den letzten zwei Jahren in einer Phase der Umstrukturierung (vgl. Kapitel 2.4). Aus Sicht von DI Mollay erschwert dieser Umstand die Planung neuer Gebiete, da die **Wirtschaftlichkeit** von Projekten sehr genau geprüft wird. Neue Entwicklungen müssen sich auf kurze Zeiträume rechnen, Vorleistungen für Infrastruktur sind fast nicht machbar. Deshalb ist es auch sehr schwierig, Stadtentwicklungsgebiete zu entwickeln, bei denen versucht wird, für die nächsten 15-20 Jahre im Voraus zu planen. Einerseits besteht die Ungewissheit, welche Nutzungen bzw. Betriebe sich dort ansiedeln werden und andererseits ist nicht vorhersehbar, ob Abwärmenutzung für dieses Gebiet relevant sein wird.

Aus der Sicht von Energieversorgungsunternehmen gibt es nach Aussagen der MA 20 besonders bei der Errichtung von lokalen **Nahwärmenetzen** Schwierigkeiten. Die Frage, wie sie sich absichern können, wenn der Betrieb in Konkurs geht, spielt eine große Rolle. Eine gute Lösung für dieses Problem wäre laut MA 20 die Errichtung von Netzen mit mehreren dezentralen Einspeisern, wobei im Zuge von neuen Fernwärmenetzen Zieltemperaturen von 65°C im Vorlauf und 40°C im Rücklauf erreicht werden sollen, damit auch die wirtschaftliche Einspeisung von Abwärme auf niedrigem Temperaturniveau möglich ist. Die MA 20 erklärt weiter, dass dies jedoch noch stark von der zukünftigen Strategie der „Wien Energie“ abhängt: Entweder bestehende Netze, die langjährig erprobt wurden und technisch funktionieren, werden ausgebaut oder man steckt alle Ressourcen in neue innovative Lösungen wie der Nutzung von Abwärme.

### **Rolle der Bauträger**

Grundsätzlich muss zwischen frei finanziertem und gefördertem Wohnbau unterschieden werden. Laut MA 20 unterliegt der frei finanzierte Wohnbau im Prinzip nur der Bauordnung, wodurch innovative Energielösungen schwierig werden.

Frau DI Mollay gibt an, dass die Gespräche mit Bauträgerfirmen und die daraus gewonnenen Erfahrungen gezeigt haben, dass prinzipiell jede halbwegs wirtschaftliche Energieversorgung angenommen wird. Beim geförderten Wohnbau werden natürlich die Grenzen und Schwellwerte aus den einzuhaltenden Richtlinien und Gesetzen bzw. der Bauordnung erfüllt. Der durchschnittliche Bauträger, so DI Mollay, legt den Schwerpunkt eines Projektes jedoch nicht auf die Energieversorgung. Nach DI Mollay müssen die Bauträgerfirmen diese Überlegungen zum Energieversorgungssystem auch nicht übernehmen, es muss jedoch Unternehmen geben, die diese Aufgabe übernehmen, sich innovative Konzepte überlegen und auch umsetzen.

Laut MA 20 gibt es im Neubau beim Thema Gebäudeeffizienz keine Schwierigkeiten mehr, der bauliche Standard ist schon sehr gut. Ein Thema, bei dem aus Sicht der MA 20 die Energieraumplanung ansetzen kann, ist die Energieversorgung von Gebäuden. Bei Vorsorgewohnungen gibt es z.B. das Problem, dass das Thema Energie kaum beachtet wird, weil Wohnungen billig zur Verfügung gestellt werden. Die MA20 weist darauf hin, dass sich die Bauträgerfirmen „nur“ an die Vorgaben der Bauordnung, die den Standard vorgibt, halten

müssen. Eine höhere Bauqualität als die Vorgabe laut Bauordnung müsste man eigentlich als Fleißaufgabe sehen.

### **Rolle des Unternehmens als Abwärmeanbieter**

Frau DI Mollay erklärt folgendes zu diesem Thema: Unternehmen haben im Hinblick auf Abwärmenutzung inzwischen die Wärmeströme so optimiert, dass sie die Abwärme zwar intern nutzen können aber nach außen hin kaum etwas übrig bleibt. Deshalb verpflichten sich Betriebe ungern, eine bestimmte Menge an Abwärme zur Verfügung zu stellen, da sie sich dadurch eingeschränkt fühlen und in dem Falle eine gewisse Unsicherheit besteht, wenn sie aufgrund von innerbetrieblicher Optimierung weniger in ein Wärmenetz einspeisen können, was meist eine erhebliche Kosteneinsparung für den Betrieb bringt. Dabei stellt sich die Frage, wie sehr sie sich durch eine Einspeisung in ihrer Entwicklung einschränken, wenn sie beispielsweise erst in 10 Jahren Maßnahmen umsetzen können oder wollen. Des Weiteren sind die Betriebe bei Projekten zur externen Abwärmeauskopplung aufgrund von ungeklärten Haftungsfragen eher zögerlich. Was passiert beispielsweise, wenn sie durch einen Produktionsausfall keine Abwärme mehr liefern können? Nachdem es hierzu noch keine sicheren Vertragslösungen gibt, sind die Betriebe eher zurückhaltend. Deshalb gibt es aus Sicht der Unternehmerinnen und Unternehmer hinsichtlich der – für den Außenstehenden vernunftgemäß erscheinenden – Abwärmenutzung jedoch viele Gründe, Projekte letztendlich nicht umzusetzen bzw. wird deren Umsetzung dadurch deutlich erschwert.

### **Henne-Ei-Problematik**

Laut DI Geier (MA 20) besteht im Zusammenhang mit der Thematik der Abwärmenutzung ein „Henne-Ei-Problem“: Da derzeit die Geschäftsmodelle zur systematischen Nutzung von Abwärme in einem Nahwärmenetz fehlen, ist die gegenwärtige Taktik diese, dass relevante Unternehmen identifiziert werden und versucht wird, deren Abwärme mit allen vorhandenen Problemen (Anmerkung: passende Temperaturniveaus, zeitlicher Anfall) in ein Fernwärmenetz einzuspeisen. Wenn in Zukunft vermehrt Projekte zur Abwärmenutzung in lokalen Nahwärmenetzen etabliert werden sollen, müssten auch die Unternehmen teilweise darauf vorbereitet werden. Beispielsweise können die Server von Rechenzentren entweder mit Luft oder Flüssigkeit gekühlt werden, wobei bei Letzterem die Abwärme leichter nutzbar gemacht werden kann. Wenn die Firma eine Abwärmenutzung forciert, ist es sinnvoll, diese technischen Details schon bei der Planung zu berücksichtigen. Dafür müsste es aber auch von der „Wien Energie“ das Angebot geben, dass die Abwärme in ein Wärmenetz eingespeist wird. „Wien Energie“ ist dabei noch vorsichtig, weil sie nicht wissen ob Wohngebäude oder Unternehmen, die Wärme benötigen, in einem Stadtentwicklungsgebiet angeschlossen werden können, weil es noch keine Vereinbarungen gibt, wie eine bestimmte Energieversorgung in einem neuen Gebiet sichergestellt werden kann. Durch eine Vereinbarung im Sinne eines städtebaulichen Vertrages könnte man eine Anschlusspflicht vorschreiben. Wenn aber im Vornherein nicht klar ist, ob die Rechenzentren einspeisen werden, kann kein Vertrag zustande kommen. Bedingt durch den derzeitigen Bevölkerungszuwachs bestehen keine Sorgen, dass es zu wenig potentielle Abnehmer geben könnte. Das schwierige an der Situation ist trotzdem, dass man keine Verträge abschließen kann, solange es keine Lösungen für eine geplante Energieversorgung mit Wärmenetzen gibt. Solange sich „Wien Energie“ nicht sicher sein kann, dass potentielle abwärmeanbietende Unternehmen in ein Netz einspeisen wollen, will sie keine Investitionen tätigen, weil sie nicht wissen, ob sich diese

---

rechnen. Eine mögliche Lösung wären demnach Geschäftsmodelle eines Energieversorgungsunternehmens, die der jeweiligen Firma vorschreiben, im speziellen Fall dem Rechenzentrum, eine bestimmte Kühlung einzubauen, damit die Abwärme auch genutzt werden kann.

### **Geplante Projekte**

Im Gespräch mit der MA 20 wurde auch darauf hingewiesen, dass es laut aktuellem **Regierungsübereinkommen** zwischen SPÖ und Grünen in Wien, Vorzeigestadtteile und Vorzeigeprojekte geben soll, in denen das Thema erneuerbare Energien eine wichtige Rolle spielt und die Nutzung von Abwärmequellen angedacht ist.<sup>44</sup> Laut MA 20 gibt es bereits Ideen, etwa dahingehend, Rechenzentren gezielt dort anzusiedeln, wo auch Abnehmer für die Wärme in der Nähe sind. Dazu müsste jedoch neben dem Primär- und Sekundärnetz auch noch ein Tertiärnetz, das mit niedrigen Temperaturen betrieben wird, etabliert werden.

### **Zeitrahmen**

Sowohl DI Mollay als auch die Interviewpartner der MA 20 sind der Meinung, dass der unterschiedliche Handlungszeitrahmen der betroffenen Akteurinnen und Akteure ein schwieriges Thema darstellt. Die kurzfristigen Planungen von Unternehmen passen demnach schlecht mit den langfristigen Notwendigkeiten von Wärmeversorgungskonzepten zusammen. Wie die MA 20 erklärt, sind fünf Jahre für die Stadtplanung ein kurzer Planungshorizont, für das Energieversorgungsunternehmen jedoch ein langer. Für dieses ist es schwierig, wenn der Bau eines großen Projektes aus unerwarteten Gründen plötzlich ein paar Jahre nach hinten verschoben wird. Wenn die Netzinfrastruktur schon gebaut ist und ein geplantes Stadtentwicklungsgebiet doch nicht angeschlossen wird, entstehen dadurch zusätzliche wirtschaftliche Probleme.

### **Möglichkeiten für Lösungsansätze**

Für DI Mollay wäre eine sinnvolle Herangehensweise im Sinne der Raumplanung, **Vorgaben auf Basis von Optionenstudien** festzulegen. Zuerst soll eine Evaluierung erfolgen, welche Möglichkeiten einer sinnvollen Energieversorgung für die nächsten 10-15 Jahre es für ein Gebiet gibt, wie dies wirtschaftlich realisierbar wäre und wer dafür zuständig wäre. Sobald man sowohl wirtschaftliche als auch realistische Lösungen dafür hat, könnten diese auch vorgegeben werden. Frau DI Mollay beteuert, dass die Verantwortlichen der österreichischen Raumplanung die Verantwortung für diesen Bereich noch nicht übernommen haben im Gegensatz zu anderen Bereichen wie z.B. dem Verkehr, in dem häufig Vorgaben gemacht werden. Vorgaben zu Bauhöhen und Dichtebestimmungen sind ebenfalls kein Thema mehr, aber das Energiesystem darf man noch nicht vorschreiben.

---

<sup>44</sup> Im Regierungsübereinkommen ist vereinbart, dass in einem neu entstehenden Stadtteil im Zuge eines Smart City-Pilotprojekts „Erneuerbare Energieversorgung“ besonders innovative Maßnahmen realisiert werden sollen. Für die Energieversorgung sind dazu in erster Linie Abwärmequellen vor Ort und erneuerbare Energie zu verwenden. Um die Wirtschaftlichkeit und Leistbarkeit sicherzustellen, sollen innovative BürgerInnenbeteiligungsmodelle dafür entwickelt werden. Pilotgebäude, die mit Wärme und Kälte aus Abwärme bzw. erneuerbarer Energie vor Ort versorgt werden, sollen realisiert werden. [vgl. Wien, 2015: online]

DI Ritter (MA 20) diskutierte auch die Frage, was Energieraumplanung eigentlich ist und stellt fest, dass es auch eine Art Prozess sein könnte, der festlegt, wie man in einem Stadtentwicklungsgebiet zur geeigneten Energieversorgung kommt. Die Schritte (z.B. Identifizierung von Potenzialen, Erstellung von Optionenstudien, Variantenauswahl, etc.) könnte man abarbeiten, wenn ein neues Gebiet geplant wird. Es wäre demnach sinnvoll, die Energieversorgung nicht im Vorhinein festzulegen, sondern im Zuge des Prozesses, der eine gewisse Verbindlichkeit haben muss, sich bietende Möglichkeiten zu analysieren. Bereits minimale Erkenntnisse darüber, welche Varianten in einem Gebiet sinnvoll oder verboten wären, wären für die energieeffiziente Stadtplanung hilfreich.

In einer in einem erheblichen Ausmaß vom fossilen Brennstoff Gas abhängigen Stadt wie Wien, muss man sich auch die Frage nach den großen Alternativen stellen, so die MA 20. Wie kann die Abhängigkeit reduziert werden? Entweder man setzt auf Diversifizierung oder versucht, andere Energieträger, die sinnvoller sind als Gas, zu nutzen. Laut MA 20 kann dies die Geothermie in Verbindung mit Wärmepumpen sein, die für die Fernwärme als große Chance gesehen wird.

### 7.1.2 Interviews mit Akteuren aus dem praktischen Bereich (Bauträger und Berater)

#### **Exkurs: geförderter Wohnbau, Bauträgerwettbewerbe** *[vgl. Wohnfonds, 2016: online]*

Der „Wohnfonds Wien“ (Fonds für Wohnbau und Stadterneuerung) hat die Projektentwicklung und Qualitätssicherung im geförderten Wiener Wohnbau durch Bauträgerwettbewerbe und den Grundstücksbeirat inne. Alle Wohnprojekte, die eine Förderung beanspruchen wollen, werden im Rahmen eines Bauträgerwettbewerbs oder im Grundstücksbeirat beurteilt. Im Rahmen der Bauträgerwettbewerbe werden Projektteams ermittelt, die auf den ausgeschriebenen Bauplätzen optimierte Realisierungskonzepte anbieten. Befindet sich eine Liegenschaft im Besitz des Wohnfonds, wird jedenfalls ein Bauträgerwettbewerb ausgelobt. Besitzt eine Bauträgerfirma die Liegenschaft, wird ab 300 Wohneinheiten ein Bauträgerwettbewerb durchgeführt; kleinere Projekte unter 300 Wohneinheiten werden vom Grundstücksbeirat beurteilt. Die Bewertung der Projekte erfolgt nach dem sogenannten 4-Säulen-Modell mit folgenden Hauptkriterien, die laut Herrn Dr. Korab gleich gewichtet sind:

<p>Ökonomie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundstückskosten</li> <li>• Gesamtbaukosten</li> <li>• Nutzerkosten und Vertragsbedingungen</li> <li>• Kostenrelevanz der Bauausstattung</li> </ul> <p>Architektur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stadtstruktur</li> <li>• Gebäudestruktur</li> <li>• Wohnungsstruktur</li> <li>• Gestaltung</li> </ul>	<p>Soziale Nachhaltigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alltagstauglichkeit</li> <li>• Kostenreduktion durch Planung</li> <li>• Wohnen in der Gemeinschaft</li> <li>• Wohnen für wechselnde Bedürfnisse</li> </ul> <p>Ökologie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klima- und ressourcenschonendes Bauen</li> <li>• Gesundes und umweltbewusstes Bauen</li> <li>• Stadträumlich wirksame Qualität im Grün- und Freiraum</li> <li>• Differenzierte Nutzungsangebote im Grün- und Freiraum</li> </ul>
---	---

Im Bereich Ökologie unter dem Punkt Klima- und ressourcenschonendes Bauen wird u.a. bewertet, inwiefern das Vorhaben durch die Erreichung einer hohen Gesamtenergieeffizienz, d.h. das Erreichen höchster energetischer Gesamtstandards (Niedrig- oder Passivhausstandard) punkten kann. Ebenfalls wird die energieeffiziente Wärmeerzeugung mit geringstmöglichen Emissionen (Einsatz erneuerbarer Energieträger; energieeffiziente Nutzung von Umgebungswärme) bewertet.

---

## Energieversorgung bei Neubauprojekten

Grundsätzlich sind im Neubau das Wohnbauförderungsgesetz (WWFSG 1989 idgF.) sowie die Neubauverordnung 2007 einzuhalten. Zusätzlich ist laut Dr. Korab die Richtlinie<sup>45</sup> der MA 25 (Abteilung Stadterneuerung und Prüfstelle für Wohnhäuser) einzuhalten, in der u.a. thermische Mindestanforderungen an Gebäude (zulässiger Heizwärmebedarf, Gebäudedichtheit etc.) definiert sind.

Auf die Frage zu energetischen Vorgaben im Zuge der Bauträgerwettbewerbe, antwortete Dr. Korab, dass die Säulen des heutigen 4-Säulen-Modells grundsätzlich gleich bewertet werden. In den 1990er/2000er Jahren war die Ökologie-Säule noch höher bewertet, weil es nur drei Säulen gab. Seit der Durchführung der ersten Bauträgerwettbewerbe ab 1995 wurden Projekte nach Kriterien aus den drei Säulen „Planungsqualität, Ökonomie und Ökologie“ beurteilt und somit bekam auch die Ökologie eine stärkere Bewertung. Mit der Einführung der 4. Säule „Soziale Nachhaltigkeit“ im Jahr 2009 haben sich demnach die Schwerpunkte verlagert [vgl. *Wohnbauforschung, n.b.: online*]. Die von ihm angesprochene Abwertung der Säule Ökologie bestätigt auch Liske (2008), der im Zuge einer Evaluierung des Instruments Bauträgerwettbewerb eine sinkende Bedeutung der Säule erkennt. Der Grund dafür ist, dass nahezu alle befragten Expertinnen und Experten die stärksten Entwicklungen in der Säule Ökologie sehen und „Standards“ im ökologischen Bereich erkennen. Dadurch, dass keine Differenzierungen in Projektbeurteilungen mehr zu erkennen ist, sinkt die Bedeutung der Säule [vgl. *Liske, 2008: 21*].

Nach den Aussagen von DI Mollay gab es bei den Bauträgerwettbewerben immer Schwerpunktthemen, wobei in den vergangenen Jahren das Thema Energie eine Zeit lang stärker im Fokus war. Mittlerweile liegt der Schwerpunkt aufgrund des hohen Bedarfs an Wohnungen in den nächsten Jahren auf den Themen soziale Gerechtigkeit und leistbares Wohnen.

Laut Dr. Korab wird bei Neubauprojekten an die Fernwärme angeschlossen, sofern die Möglichkeit dazu besteht. In letzter Zeit war es aber eher schwierig einen Fernwärmeanschluss zu bekommen, weil die Fernwärme selbst so restriktiv geworden ist, nachdem sich der Netzausbau nicht mehr rentiert, was auch DI Mollay im Interview erklärte. Herr Dr. Korab verdeutlicht dennoch, dass im geförderten Wohnbau in den Stadtentwicklungsgebieten in der Regel schon an die Fernwärme angeschlossen wird.

Die Interviewpartner im Projekt PRoBateS teilen die Meinung von Dr. Korab. Im geförderten Wohnbau werden Objekte, sobald Fernwärme da ist, auch angeschlossen. Ob dies in Zukunft auch der Fall ist, hängt aber von der Strategie der „Wien Energie“ ab. Dort wo keine Fernwärmenetze vorhanden sind, werden die Objekte nach den Richtlinien der Fernwärme gebaut, sodass eine Umrüstung auf Fernwärme möglich ist.

Zum Thema Entwicklung einer Energieversorgung bei Neubauprojekten wurde von einem im Rahmen des Projektes PRoBateS befragten Bauträger betont, dass die Bauträgerfirmen keine Energieerzeuger oder -versorger sind. Ihre Aufgabe ist es, Häuser zu bauen und billigen Wohnraum zu schaffen. Hier spricht er ganz klar das Problem der fehlenden Dienstleister an, die

---

<sup>45</sup> Anm. Richtlinie Nr. 1 der MA 25 über erhöhte Wärmeschutzanforderungen für geförderte Mehrwohnhäuser nach dem WWFSG 1989, gültig ab 1.1.2012

sich die innovativen Energieversorgungssysteme kümmern sollen (vgl. fehlendes Geschäftsmodell, oben).

Aus der Sicht von Herrn Herbek, Developmentmanager der „BUWOG“, spielen mehrere Faktoren für die Entwicklung eines energieeffizienten Stadtgebiets im Zusammenhang mit Wohnbauprojekten und gewerblicher Abwärmenutzung eine wesentliche Rolle: Während der Planungsphase für ein neues Gebiet bzw. Neubauprojekt ist vorerst nicht bekannt, welche Energiequellen als mögliche gewerbliche Abwärmenutzung vor Ort nutzbar werden (Anm. hier wird davon ausgegangen, dass zwischen Planungsphase und tatsächlichem Baubeginn mehrere Jahre liegen). Im Fall von Abwärme weiß man beispielsweise nicht, ob eine parallele Planung von Wohnbau und Gewerbe sowie annähernd gleiche Termsituation über die Entwicklungsphase gegeben ist, welche Unternehmen sich tatsächlich ansiedeln werden, welche Abwärmemenge anfällt oder ob eine Wärmeauskopplung überhaupt möglich wäre. Demnach ist laut Herrn Herbek der **Zeitrahmen** zwischen der Planung und dem eigentlichen Baubeginn ein wesentlicher Faktor. Er erschwert die Planung einer effizienten Energieversorgung bzw. eines Wohnbauprojektes, bei dem Abwärme genutzt wird. Außerdem sieht der Developmentmanager der „BUWOG“ im **zeitlichen Anfall** der Abwärme einen weiteren erschwerenden Faktor. Wenn die Wärme in den Wohnhäusern gebraucht wird, wird sie oftmals nicht produziert und damit wird eine Wärme-/Energiespeicherung notwendig. Auch aus Gründen der **Ausfallssicherheit** wird aus seiner Sicht eine Abwärmenutzung erschwert. Herr Herbek erklärt, dass Bauträgerfirmen dem Bewohner sicherstellen müssen, dass er heizen kann und Warmwasser zur Verfügung hat. Die Schwierigkeit ist, wenn beispielsweise ein Gebiet mit Nahwärme aus industriell-gewerblicher Abwärme versorgt wird und diese Versorgung dauerhaft ausfällt, sich alle daraus versorgten Bauträger/Eigentümer- bzw. Liegenschaftsverwalter auf eine neue Versorgung einigen müssten, was technisch, wirtschaftlich und auch von der rechtlichen Seite relativ komplex sein kann.

Auf die Frage, wie entschieden wird, welches Energieversorgungssystem in einem geplanten Stadtentwicklungsgebiet bzw. Neubauprojekt zur Anwendung kommt, antwortet Herr Herbek, dass dies einerseits vom vorhandenen und auch zur Verfügung stehenden Medium (z.B. Fernwärme oder Gas), den geplanten Gebäudeklassen, als auch von den Lebenszykluskosten möglicher alternativer Energieversorgungssysteme, die im Sinne der Kundschaft kritisch zu hinterfragen sind, abhängt. Wenn Fernwärme vorhanden ist, wird das Gebiet/Objekt meist auch an die Fernwärme angeschlossen. In den letzten Jahren war dies laut Herrn Herbek jedoch nicht einfach, selbst, wenn die Fernwärmeinfrastruktur am Standort vorhanden war, weil die Kapazitätsgrenze des Netzes derzeit neue Anschlüsse nur mehr vereinzelt zulässt.

Der Developmentmanager der „BUWOG“ erklärt, dass neben dem Kauf- bzw. Mietpreis mittlerweile auch die Betriebskosten für die Bewohner einen wesentlichen Faktor bei der Entscheidung für ein Objekt darstellen. Wenn sich Bauträger dazu entscheiden, innovative erneuerbare Systeme einzusetzen, kann dies für die Bewohner eine Preissteigerung bedeuten. Wenn für eine Bewohnerin bzw. einen Bewohner, der von einem Altbau in einen Neubau mit alternativen Energiesystemen umzieht, die Betriebskosten in Relation annähernd gleich sind wie im Neubau, ist das ein negativer Einflussfaktor, die neue Wohnung zu mieten bzw. zu kaufen. Herr Herbek erklärt weiter, dass bei neu gebauten Gebäuden mit guter Energieeffizienzklasse im Verhältnis die „gleichen Heizkosten“ entstehen können wie bei schlecht gedämmten Gründerzeitgebäuden, obwohl im neuen Gebäude nur ein Bruchteil der Energieverbräuche des

---

alten Wohnhauses verursacht werden. Dies kann u.a. durch die Nebenkosten der Energieversorgung der Fall sein. Die tatsächlichen Energiekosten sind verschwindend gering. Die BUWOG hat bereits Passivhäuser errichtet, die mit Fernwärme versorgt wurden, obwohl dies eigentlich nicht das richtige Medium ist, weil die Kostenstruktur der Fernwärme dafür nicht geeignet ist, so Herr Herbek. In diesen Passivhäusern gibt es demnach vereinzelt Wohnungen, die tatsächlich keinen Energieverbrauch für Raumwärme, sondern nur für Warmwasser haben, aber trotzdem auch für diese Wohnungen „hohe Heizkosten“ aufgrund der Nebenkosten zu bezahlen sind. Deshalb ist es notwendig, erklärt Herr Herbek, für die verschiedenen Strukturen, Energiekonzepte, Gebäudeklassen (Niedrigstenergiehäuser, Passivhäuser) die bestmögliche Lösung sowohl aus energetischer, ökologischer und auch aus Sicht der Leistbarkeit zu finden. Die Bewohnerinnen und Bewohner wollen Wärme und Behaglichkeit, wobei auch ein Kostenrahmen einzuhalten ist, der mit anderen Modellen am Markt vergleichbar sein muss.

Gerade im geförderten Wohnbau ist es nach Herrn Herbek schwierig, gewisse innovative Energiekonzepte aufgrund von Kostendeckelungen zu verwirklichen. Die Wohnungen müssen um einen bestimmten Preis vermietet bzw. verkauft werden, was einerseits die Errichtung leistbarer Gebäude/Wohnungen garantiert und andererseits jedoch eher gegen innovative energieeffiziente und auch meist teurere Energiekonzepte steht.

Deshalb ist es für eine Bauträgerfirma von großer Bedeutung, sich zu überlegen, ob durch innovative Netze bzw. sonstige zusätzlich verbaute alternative Wärmeerzeugungstechnologien Mehraufwendungen entstehen, die den Bewohnerinnen und Bewohnern nicht mehr erklärbar oder darstellbar sind. Herr Herbek sieht das Ziel darin, Konzepte für verschiedene Rahmenbedingungen und Kombinationsmöglichkeiten zu entwickeln und verdeutlicht, dass man vermeiden sollte, über komplexe Energiesysteme die Kosten in die Höhe zu treiben. Es sollte ein flexibel gestaltetes System geschaffen werden, das die Möglichkeit bietet auch andere Kriterien mit einzubinden.

Neben der Auswahl eines möglichst energieeffizienten und wirtschaftlichen Versorgungssystems, wird laut Herrn Herbek auch versucht, die Gebäude selbst durch planerische und architektonische Maßnahmen entsprechend zu gestalten, dass sie möglichst gute Energieeffizienzklassen aufweisen. Dabei sind sowohl die Kompaktheit, das Oberflächen-Volumen-Verhältnis sowie die Dichtheit und wirtschaftliche Wärmedämmung des Gebäudes wichtige Parameter, die im Planungsprozess optimiert werden müssen. Durch diese vergleichsweise einfachen und günstigen Maßnahmen (Anm. im Vergleich zu einem innovativen, erneuerbaren Energieversorgungssystem) kann den Bewohnerinnen und Bewohnern eine Immobilie zur Verfügung gestellt werden, die überschaubare Betriebskosten aufweist, am Markt vergleichbar ist, aber dennoch einen hohen Wohnkomfort mit sich bringt. Herr Herbek spricht aus Sicht der Bauträgerfirmen darüber, dass Systeme und Konzepte überlegt werden müssen, die gut funktionieren und letztendlich für die Bewohnerinnen und Bewohner auch interessant sind.

Zusammenfassend kommt Herr Herbek zum Schluss, dass technisch wahrscheinlich vieles machbar ist, im Endeffekt hängt das Energieversorgungssystem in einem Neubaugebiet von der rechtlichen und wirtschaftlichen Machbarkeit ab. Um leistbaren Wohnbau zu errichten, müssen



Lösungen gefunden werden, die weniger vom technisch Machbaren, sondern vom technisch Vernünftigen bzw. für die Bewohnerinnen und Bewohner wirtschaftlich Tragbaren ausgehen.

### **Potentielle Instrumente zur Forcierung der Abwärmenutzung**

#### Städtebauliche Verträge

Nach Dr. Korab geht es beim Instrument der Städtebaulichen Verträge, wie auch DI Mollay und die MA 20 erklärten, derzeit in der Regel nicht um die Energieversorgung, sondern um öffentliche und soziale Infrastruktur, Ver- und Entsorgung, Schulen, Kindergärten, Freiräume, Grünflächen.

Die Bauträger, die im Projekt PRoBateS befragt wurden, haben mehrheitlich eine eher negative Einstellung gegenüber städtebaulichen Verträgen. Im Allgemeinen werden diese Verträge als „einseitige Erklärungen mit Vorgaben, die den Bauträgern aufgezwungen werden“, beschrieben. Städtebauliche Verträge mit Energiebezug gibt es derzeit (Stand Februar 2016) in Wien nicht und es wird nicht viel Potenzial darin gesehen, weil gewisse energietechnische Standards, speziell im geförderten Wohnbau, ohnehin eingehalten werden müssen. Bauträgerfirmen bauen demnach schon zeitgemäß und nach dem Stand der Technik. Ein weiterer Grund, der die negative Einstellung erklärt ist, dass den Bauträgern zusätzliche Auflagen wie der Bau von Straßen bzw. sozialer Infrastruktur auferlegt werden. Somit müssen sie diese Ausgaben finanzieren, was angesichts der Vorgabe, günstige Wohnungen zu bauen, ein Problem darstellt. Einerseits sollen billige Wohnungen entstehen, die auch weniger Einnahmen bringen, andererseits soll zusätzlich die Infrastruktur mitfinanziert werden. Da die Inhalte städtebaulicher Verträge variabel sind, ist zu befürchten, dass verantwortliche Stellen der Stadt immer weitere Anforderungen an die Bauträgerfirmen durch städtebauliche Verträge stellen wollen, um ihre städtebaulichen Interessen auf diesem Wege zu verfolgen.

Im Zusammenhang mit städtebaulichen Verträgen erklärt Herr Herbek, dass es bereits Kooperationen mit der Stadt Wien bzw. der MA 20 bezogen auf Einzelprojekte oder Stadtentwicklungsgebiete gibt, bei denen auch energetische Themen eine Rolle spielen. Dabei sollen in Zusammenarbeit mit der MA 20 Energiekonzepte entwickelt werden. Der Developmentmanager der „BUWOG“ ist weiters der Meinung, dass die Schwierigkeit bei städtebaulichen Verträgen der Faktor Flexibilität ist. Vereinbarte Rahmenbedingungen müssen in der Planungsphase eines Stadtentwicklungsgebietes Flexibilität zulassen, um eine spätere Anpassung an die tatsächlich vor Ort gegebenen Rahmenbedingungen zu ermöglichen.

#### Einsatz hocheffizienter alternativer Systeme (v.a. Fernwärme betrachtet)

Bei diesem Thema stimmen die Meinungen der im Projekt PRoBateS befragten Bauträger überein: Im geförderten Wohnbau werden Objekte an die Fernwärme angeschlossen, wenn die Netz-Infrastrukturen gegeben sind. Es wird jedoch immer das Problem angesprochen, dass der Fernwärmeanschluss davon abhängt, welches Geschäftsmodell die „Wien Energie“ in Zukunft verfolgen wird, nachdem der Ausbau der Fernwärme aufgrund derzeitiger wirtschaftlicher Rahmenbedingungen stark gefährdet ist (vgl. Kapitel 2.4.1).

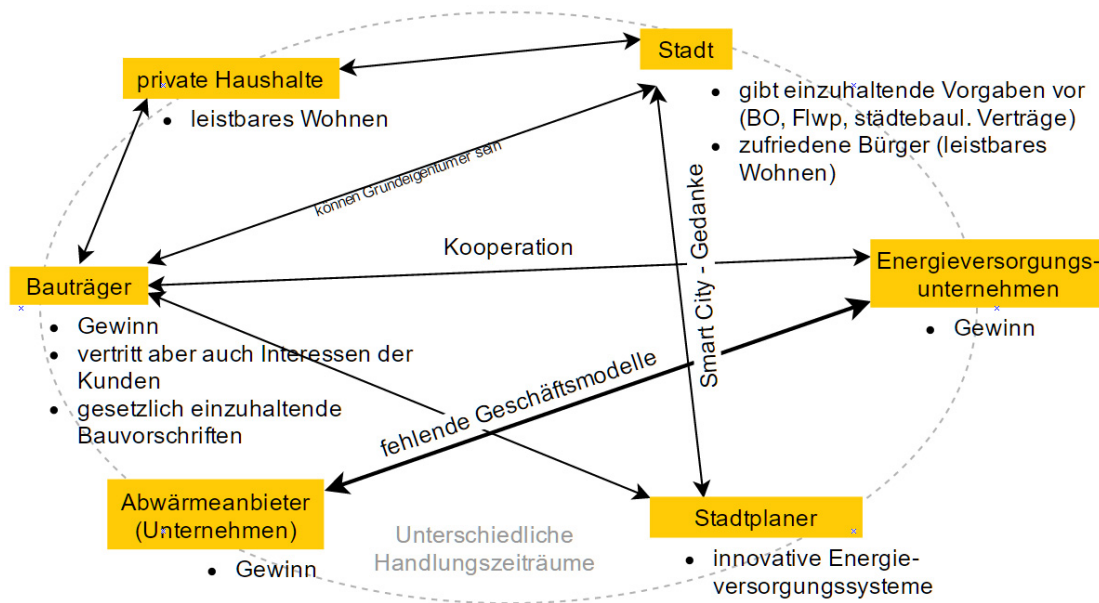
### **Synergien zwischen Industrie-/Gewerbegebieten und Wohngebieten**

Laut Dr. Korab gibt es kaum noch Nachbarschaften zwischen Industrie-/Gewerbegebieten und Wohngebieten, weil die Industriegebiete aus der Stadt gedrängt werden. Die Synergieeffekte

könnte man eher bei Büroimmobilien und Wohngebäuden nutzen. Sowohl aufgrund der tageszeitlichen Benutzung als auch aufgrund der Anforderungen an Kälte- und Wärmebedarf von Bürogebäuden und Wohngebäuden ergeben sich passende Nutzungsmöglichkeiten. Ein Bürogebäude kann durch Abwärme der Klimaanlage Kälte untertags bereitstellen, um naheliegende Wohnungen, die eher zur Tagesrandzeit und in der Nacht Wärme brauchen, zu beheizen. Herr Dr. Korab sieht somit große Potenziale in gemischten Stadtgebieten in denen Netzverbände im Wärmebereich- und Kältebereich errichtet werden (vgl. Kapitel 4.1.2).

### 7.1.3 Zentrale Schlussfolgerungen der Interviews

Zusammenfassend können bei den verschiedenen Akteurinnen und Akteuren unterschiedliche Motivationen, Ziele und Herausforderungen festgestellt werden, wodurch sich mehrere Zielkonflikte ergeben, die es zu lösen gilt. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick darüber und zeigt die Interaktionen untereinander auf.



**Abbildung 7-1: Interessen der Akteurinnen und Akteure im Zusammenhang mit industriell-gewerblicher Abwärmenutzung, eigene Darstellung**

Die beiden Hauptfaktoren, die Abwärmenutzungsprojekte erschweren, sind die unterschiedlichen Handlungszeiträume und die fehlenden Geschäftsmodelle. Während sowohl Energieversorgungsunternehmen und Bauträgerfirmen ihre Projekte gewinnorientiert in der kürzest möglichen Zeit errichten wollen, erfordert die Planung von zukünftigen Stadtteilen etwa 10 bis 15 Jahre Vorbereitungszeit, wodurch sich vielerlei Zielkonflikte ergeben, die in Abbildung 7-1 dargestellt sind. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die technische Umsetzbarkeit meist kein Problem darstellt. Die rechtlichen Problemstellungen, wie z.B. die Versorgung der mit Abwärme versorgten Einrichtungen bei einem Ausfall des Unternehmens sichergestellt werden kann, sind hingegen schwierig. Im folgenden Abschnitt wird der Handlungsbedarf, der sich sowohl aus der Analyse der Interviews als auch aus der Zusammenfassung der Arbeit ergibt, dargelegt.

## 7.2 Handlungsbedarf

### Stadt + Stadtplaner

Im Sinne einer zukunftsorientierten Stadtentwicklung soll durch die Errichtung von Vorzeigestadtteilen und Vorzeigeprojekten mit innovativen Energieversorgungssystemen die technische und wirtschaftliche Machbarkeit derartiger, räumlich integrierter Energieversorgungssysteme erprobt werden. Dazu bedarf es einer Abstimmung zwischen der jeweiligen Stadtverwaltung, den Stadtplanerinnen und Stadtplanern, aber auch den privaten Akteurinnen und Akteuren wie Bauträgerfirmen bzw. Fernwärmenetzbetreibern, die gemeinsam Lösungen für neue Stadtteile entwickeln sollen, was in ersten Ansätzen schon stattfindet. Nach DI Herbert Ritter/MA 20 basiert die Energieraumplanung mangels fehlender gesetzlicher Vorgaben zum Großteil auf freiwilligen Vereinbarungen. Bei größeren Bauprojekten versucht die Stadt Wien jedoch bereits gemeinsam mit den Bauträgerfirmen für jedes Gebiet geeignete Lösungen zu finden.

Eine der größten Herausforderungen, die Wien in Zukunft zu bewältigen hat, ist es, die Energieversorgung mittels Erdgas (in Neubau- aber langfristig auch in Altbaugebieten) durch erneuerbare Energieträger zu ersetzen und (attraktive) alternative Lösungen im Bestand zu finden. Dazu müssen die rechtlichen Rahmenbedingungen geändert bzw. was Energieeffizienz und Schadstoffausstoß (fossiler Energieträgereinsatz) betrifft, verschärft werden um etwa die Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU mit deren verpflichtenden Energieeinsparungszielen erfüllen zu können.

Der prognostizierte Bevölkerungsanstieg von ca. 180.000 Personen bis 2024 [vgl. MA 23, Hrsg., 2014: 12f] erfordert einen verstärkten Neubau von Wohnungen. Damit besteht eine große Chance zur Implementierung von erneuerbaren Energieversorgungssystem in den notwendigen neuen Wohngebieten. Die Herausforderung dabei ist, Gasversorgung weitgehend zu unterbinden. Wie Frau DI Mollay im Interview erklärt, könnten Vorgaben betreffend das Energieversorgungssystem auf Basis von Optionenstudien gemacht werden, im Zuge derer im Planungsstadium geeignete Systeme für bestimmte Gebiete bewertet werden. Diese Vorgaben könnten in städtebaulichen Verträgen festgelegt werden. Optionenstudien und Energiekonzepte werden demnach als Chance für eine effiziente, an den Standort optimal angepasste, Energieversorgung in Neubaugebieten gesehen.

Ein weiterer zentraler Handlungsbedarf besteht in der Erstellung von einem detaillierten Abwärmeatlas als Basis für eine energieeffiziente Raumplanung. Die Grundlagenerhebung, ähnlich den Optionenstudien, kann für eine gesamte Region oder eine Stadt durchgeführt werden, wobei auf eine gewisse Systematisierung bei den Abwärmepotenzialerhebungen zu achten ist, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Die Stadtplanerinnen bzw. Stadtplaner und Stadtverwaltungen könnten auch Lösungen andenken, den Abwärmeatlas als Standortkriterium für neue Wohngebiete zu sehen. D.h. wenn Abwärme verfügbar wäre, aber es in unmittelbarer Nähe noch keine Einrichtungen gibt, die Wärme benötigen, könnte ein neues Wohnprojekt vorrangig dort realisiert werden. Dabei kann bei geringen Abwärmemengen auch ein gebäudeübergreifender Austausch angedacht werden. Die

---

Abwärmennutzung soll ohnehin auch im kleineren Maßstab untersucht werden, sodass auch die Nutzungsmöglichkeiten der Abwärme, die innerhalb eines Gebäudes (z.B. durch Kühllasten einer Klimaanlage in einem Dienstleistungsgebäude) entsteht, überprüft werden [vgl. Schmidt et al., 2015].

Grundvoraussetzung für eine wirtschaftliche Abwärmennutzung ist eine zeitliche Übereinstimmung des Anfalls des Abwärmeangebots und des Energiebedarfs vor Ort. Die Energieraumplanung soll deshalb dazu beitragen, dass die Planung von funktionsdurchmischten Gebieten, in denen abwärmeanbietende Unternehmen und private Haushalte, die die Wärme nutzen können, in engem räumlichen Kontext zueinander stehen, forciert wird. Eine gewisse bauliche Dichte von Stadtteilen ist zusätzlich notwendig, um entsprechende Energiedichten und Wärmeabnehmer für den wirtschaftlichen Betrieb von Fernwärmenetzen zu erzielen. Die Reduktion von Verbrauchslastspitzen, die durch Funktionsmischung von Wohn- und Büro/Gewerbegebieten herbeigeführt werden kann, ermöglicht einen effizienten Betrieb eines Fernwärmesystems und schafft Voraussetzungen für die Nutzung von Abwärme aus industriell-gewerblicher Industrie.

### **Energieversorgungsunternehmen/Fernwärmenetzbetreiber**

Eine Forcierung der Integration von industriell-gewerblicher Abwärme wird von den befragten Expertinnen und Experten durchaus als zukünftiger Handlungsbedarf angesehen. Dazu bedarf es einer intensiveren Abstimmung zwischen den abwärmeanbietenden Unternehmen und Fernwärmenetzbetreibern, wobei Lösungen für Hemmnisse, die auf beiden Seiten in Hinblick auf ein entsprechendes Abwärmennutzungsprojekt entstehen, gefunden werden müssen. Sowohl bei den Abwärme zur Verfügung stellenden Unternehmen als auch bei den Energieversorgungsunternehmen, die die Abwärme kaufen und die Netzinfrastruktur bereitstellen, müssen Unklarheiten im Vorfeld beseitigt werden. Was beispielsweise im Falle eines Ausfalls der Wärmelieferung aufgrund eines ungeplanten Betriebsstillstands oder bei Betriebsschließungen passiert. Diese Fragen müssen im Vorfeld klar besprochen werden, um Unsicherheiten auf beiden Seiten zu minimieren.

Einen möglichen Schlüssel für die nachhaltige Versorgung mit Fernwärme kann die Absenkung des Temperaturniveaus darstellen. Dies gilt als eine zentrale Voraussetzung für die Nutzung von Niedertemperaturabwärme (Abwasser, Geothermie) und die Integration anderer erneuerbarer Energieträger wie etwa Umgebungswärme via Wärmepumpe [vgl. Schmidt et al., 2015].

Die Regelung des Netzzugangs für Dritte wird ebenfalls als notwendig erachtet. Hier besteht ein großer Handlungsbedarf in Hinblick auf Preis- und Vertragsgestaltung für Abwärme einspeisende Unternehmen [vgl. ebd.]. Die Tarif- bzw. Vertragssituation wurde in dieser Arbeit jedoch nicht näher betrachtet.

### **Abwärmeanbietende Unternehmen**

Gegebenenfalls haben Unternehmen keine genaue Kenntnis über ihre Abwärmepotenziale. Um hier Abhilfe zu schaffen, ist spezielles Fachpersonal notwendig, die diese Potenziale aus unterschiedlichen Prozessen erfassen. Der „ÖkobusinessPlan“ der Stadt Wien ist eine erste erfolgreiche Initiative, bei dem Unternehmen durch professionelle und geförderte Beratung bei der Umsetzung von umweltrelevanten Maßnahmen unterstützt werden [vgl. Ökobusinessplan: online]. Diese Initiative sollte weiterverfolgt und gegebenenfalls ausgebaut werden.

Nachhaltigkeitsmanagerinnen und Nachhaltigkeitsmanager bzw. Umwelt- oder Energiebeauftragte im Betrieb selbst sollen einen wertvollen Beitrag zur Prozessoptimierung leisten.

### **Bauträgerfirmen**

In Wien werden neue Gebäude bereits nach hohen energetischen Standards errichtet. Projekte, die nicht durch eine Förderung errichtet werden, werden häufig nur nach den Mindest-Vorgaben der Bauordnung bzw. der OIB-Richtlinien errichtet. Dennoch gibt es auch Entwickler von frei finanzierten Wohnbauprojekten, die sich das Ziel setzen, die Energieeffizienz-Vorgaben der gesetzlichen Richtlinien zu übertreffen. So hat sich die „BUWOG“ beispielsweise im Rahmen des „klimaaktiv pakt2020“<sup>46</sup>, dem Klimaschutzbündnis für Großbetriebe, seit 2011 freiwillig verpflichtet, Neubauten in einem Standard zu errichten, der 15% besser als die Anforderungen der Bauordnung ist [vgl. Interview Michael Herbek, 2016 und klimaaktiv, 2016: online].

Nicht nur bei neuen Gebäuden können Energieeinsparungen erzielt werden, auch bei bereits bestehenden Gebäuden müssen Lösungen gefunden werden. Gebäude, die vor 1990 errichtet worden sind, zeigen deutlich schlechtere Energiekennwerte als Neubauten. Deshalb soll bei den Bauträgerfirmen künftig ein stärkerer Fokus auf der Sanierung von alten Gebäuden liegen. Durch die Effizienzmaßnahmen am Gebäude kann zwar der Heizwärmebedarf wesentlich reduziert werden, der Warmwasserwärmebedarf jedoch nicht. Wie DI Schöberl, Geschäftsführer der Schöberl & Pöll GmbH (Bauphysikbüro) in einem veröffentlichten Interview erklärt, hat der Warmwasserverbrauch bei neuen Wohnbauten einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch. Bei einem durchschnittlichen Wohnhaus setzt sich dieser aus 2/3 für Heizwärme und 1/3 für Warmwasser zusammen. In Niedrigst-Energie- und Passivhäusern werden vom ohnehin geringen Gesamtenergieverbrauch nur mehr 1/3 für die Heizwärme verbraucht, aber rund 2/3 für Warmwasser [vgl. OIB 2016: online]. Deshalb spielt neben der Effizienz von Gebäudehüllen ein innovatives Energieversorgungssystem eine große Rolle. Dabei gilt es vor allem bei Neubaugebieten, wie auch im STEP 2025 festgelegt wurde, die vor Ort verfügbaren (erneuerbaren) Energiequellen zu nutzen [vgl. MA 18, Hrsg., 2014: 57]. Dazu bedarf es einer Abstimmung zwischen den Bauträgerfirmen, der Stadt, den Stadtplanerinnen bzw. Stadtplanern sowie den Energieversorgungsunternehmen bzw. im Falle von einer Abwärmenutzung den Fernwärmenetzbetreibern.

### **Private Haushalte**

Bei privaten Haushalten kann der Anschluss an ein Wärmenetz auf Widerstand stoßen, da dieser von manchen Bewohnerinnen bzw. Bewohnern als Abhängigkeitsverhältnis empfunden wird. Der Anschluss kann außerdem abgelehnt werden, wenn die derzeit verwendete dezentrale Versorgung noch nicht am Ende ihrer technischen Lebensdauer ist und so vorzeitig neue Ausgaben

---

<sup>46</sup> Der „klimaaktiv pakt2020“ ist Österreichs Klimapakt für Großbetriebe. Dabei verpflichten sich bisher 11 Leitbetriebe als Vorreiter des betrieblichen Klimaschutzes freiwillig, aber verbindlich, die österreichischen Klimaziele bis zum Jahr 2020 zu erreichen. Über einen Unkostenersatz, leisten die Bündnispartner einen finanziellen Zuschuss zu den entstehenden Kosten (organisierten Workshops, die bereitgestellte Expertise, die jährlichen Events, die Öffentlichkeitsarbeit – ein Service des BMLFUW). Auf Basis der Prüfung der jährlich zu erstellenden Berichte, die den jeweils aktuellen Stand der Zielerreichung sowie der Maßnahmenumsetzung darlegen, erhalten die Unternehmen eine Benachrichtigung über den Fortschritt auf dem in der Zielvereinbarung definierten Zielpfad. Im Falle der Nichterfüllung des Jahresziels wird eine Warnung ausgesprochen. Bei dreimaliger Mahnung ohne Ablieferung nachvollziehbarer Begründungen kann das Unternehmen aus dem Bündnis ausgeschlossen werden [vgl. Klimaaktiv, 2016: online].

---

notwendig werden würden. Die zentrale Wärmebereitstellung über ein Fernwärmenetz führt zur gegenseitigen Abhängigkeit der beteiligten Parteien und damit zu einem potenziellen Risiko für alle Beteiligten. Durch diese Abhängigkeit ist ein gewisses Vertrauen notwendig, um miteinander kooperieren zu können. Insbesondere bei der Einspeisung von industrieller Abwärme in ein Wärmenetz ist dieses Vertrauen geringer, da z.B. durch Ausfälle im Betrieb die Abwärmemenge reduziert werden kann oder zur Gänze ausbleiben kann [vgl. Büchele et al., 2015: 115f].

Durch eine Abstimmung zwischen abwärmeanbietenden Unternehmen, den Fernwärmenetzbetreibern, den Bauträgerfirmen bzw. den privaten Haushalten sind diese Hemmnisse unter Kontrolle zu bringen und somit eine Abwärmenutzung zu ermöglichen. Der Widerstand könnte auch durch ein Argument pro-netzgebundene Wärmeversorgung gemildert werden: Erneuerung und Servicearbeiten an den Wärmeversorgungsanlagen auf Seiten der Endverbraucherinnen und Endverbraucher erübrigen sich weitgehend. Diese werden vom Fernwärmeanbieter geleistet und sind im Lieferpreis/Netzpreis enthalten.

Im Allgemeinen ist es erforderlich, dass die Bevölkerung für die Nutzung erneuerbarer Energieträger sensibilisiert wird. Durch bewusstseinsbildende Maßnahmen (z.B. durch Öffentlichkeitsarbeit von Seiten der Stadt oder der Bauträgerfirmen bzw. Energieversorgungsunternehmen) soll ein energiesparendes Verhalten gefördert werden.

## 8 Zusammenfassung

Um eine Energiewende zu erreichen und dem Klimawandel bzw. dessen enorme Folgen für den Menschen entgegenzuwirken, gilt es, den Endenergieverbrauch – jedenfalls pro Kopf – sowie die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Die Energieversorgung der Stadt Wien beruht zu einem großen Teil aus fossilen Energieträgern, die nur zu einem geringen Teil selbst aufgebracht werden können. Um die Abhängigkeit von Importen zu verringern und die Versorgungssicherheit gewährleisten zu können, sind alternative Lösungen zur Energieaufbringung erforderlich. Auch die Zielvorgaben auf internationaler, nationaler und städtischer Ebene erfordern den vermehrten Einsatz erneuerbarer Energieträger. Beispielsweise legt die Smart City Wien Rahmenstrategie eine Reduktion der Treibhausgasemissionen pro Kopf um 35% bis zum Jahr 2030 fest [vgl. *Magistrat der Stadt Wien, Hrsg., 2014: 12*]. Der sparsame Einsatz von Energie ist eine Möglichkeit, ressourcenschonend umzugehen. Eine andere ist die Nutzung von Restenergie wie z.B. Abwärme. Auf internationaler, nationaler und städtischer Ebene gibt es neben rechtlich verbindlichen Energieeinsparzielen bereits zahlreiche Handlungsempfehlungen, die die Nutzung industriell-gewerblicher Abwärme thematisieren.

In der vorliegenden Arbeit wurde eine Methode entwickelt, mit der eine Grobabschätzung der Abwärmepotenziale einer Stadt erfolgen kann. Die Erfassung der räumlichen Verteilung der Potenziale nach Temperaturniveaus leistet einen wesentlichen Beitrag zur Grundlagenerhebung der Verfügbarkeiten von unterschiedlichen Energieträgern und kann darüber hinaus auch als Planungshilfe bei der Entwicklung neuer Wohngebiete dienen. Neben der Analyse der verfügbaren Abwärmequellen und deren Abwärmemengen, wurden weiters deren Nutzungsmöglichkeiten im Stadtgebiet von Wien analysiert. Einerseits wurde die Möglichkeit einer Abwärmeeinspeisung ins städtische Fernwärmenetz betrachtet, andererseits die Möglichkeit, die vorhandene Abwärme durch die Errichtung lokaler Nahwärmenetze zu nutzen.

Durch die Verwendung von branchenspezifischen Beschäftigten-Durchschnittswerten des Energieverbrauchs für Produktion und Dienstleistung, der daraus ableitbaren generierten Prozesswärmemengen und einer davon ausgehenden Bewertung von Abwärmeanteilen, kann die Schätzung der Abwärmemengen nur als Richtwert angesehen werden. Die tatsächliche Abwärmemenge ist im Einzelfall im Detail zu prüfen. Der Berechnungsablauf sowie die zur Abschätzung verwendeten Kennwerte können bei besserer Datenqualität (z.B. durch eine Befragung von Unternehmen unterschiedlicher Branchen) jederzeit angepasst werden. Der Mehrwert, der sich bereits durch die grobe Abschätzung ergibt, ist die Erfassung der räumlichen Verteilung der Abwärmepotenziale. Auch die Abwärme-Größenordnungen, die sich bei jedem Unternehmen ergeben, stellen wertvolle Informationen für die künftige Stadtplanung dar.

Die räumliche Verteilung der Abwärmepotenziale ermöglicht eine vorausschauende Wohngebiets- und Infrastrukturplanung im Sinne einer Energieraumplanung, die dadurch auf direkte Weise zur Energiewende und somit zur Reduktion des Energieverbrauchs beitragen kann. Neben der Planung neuer Siedlungsgebiete ist die zentrale Aufgabe der Energieraumplanung, funktionsgemischte, maßvoll verdichtete und kompakte Siedlungen zu schaffen. Die Verdichtung von Siedlungsstrukturen wird dabei als wesentlicher Faktor für einen zukünftigen Ausbau der Fernwärme erachtet, vor allem angesichts der Weiterentwicklung energieeffizienter Bauweisen

---

und der dadurch sinkenden Wärmebedarfsdichten je Objekt in den zu versorgenden Gebieten. Die Abwärmepotenzialabschätzung bzw. die räumliche Verteilung der Abwärmemengen und die Abwärmemeterniveaus liefern eine wertvolle Grundlage für die Planung neuer Stadtteile. Sind Abwärmepotenziale vorhanden, können die involvierten Akteurinnen und Akteure vorab überlegen, ob eine Fernwärmeversorgung mit einer Abwärmeeinspeisung sinnvoll realisierbar wäre. Daher ist es eine wichtige Aufgabe der Energieraumplanung, im Bestandsgebiet verfügbare Quellen zu identifizieren und nutzbar zu machen und in der Entwicklung von neuen Siedlungsgebieten vorausschauend durch die Hilfe von verschiedenen Instrumenten wie dem Flächenwidmungs- und Bebauungsplan oder städtebaulichen Verträgen Grundlagen zu schaffen, die eine Abwärmennutzung ermöglichen. Die Energieraumplanung ermöglicht demnach eine räumliche Verknüpfung von Wärmenachfrage und Wärmeangebot vor allem in zukünftigen Wohnsiedlungen und kann wesentlich zur Energiewende beitragen.

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass in der Stadt Wien durchaus große Abwärmepotenziale vorhanden sind, die für eine weitere Nutzung bereitstehen. Bei Abwärmepotenzialen mit höherem Temperaturniveau, ist zu prüfen, ob die Einspeisung in das bestehende Fernwärmenetz der „Wien Energie“ möglich ist. Bei Abwärmepotenzialen mit niedrigem Temperaturniveau unter 100°C wäre die Einrichtung von lokalen Nahwärmenetzen eine mögliche Lösung, die vor allem in Neubaugebieten mit Niedrigenergiegebäuden und Niedrigtemperaturheizungssystemen anzudenken wäre. Dazu bedarf es jedoch einer Systemänderung in der Fernwärmeversorgung: das Temperaturniveau in Fernwärmenetzen müsste abgesenkt werden, um die Einspeisung von Niedertemperaturabwärme zu ermöglichen. Aktuell werden Lösungen für eine solche Systemänderung bei der „Wien Energie“ entwickelt [vgl. Rapottnig, 2016: 9]

Die Analyse der Bedarfsdeckung zeigt, dass sich durch die disperse Verteilung der Abwärmepotenziale im Stadtgebiet durchaus Vorranggebiete ergeben, in denen ein Überschuss an Abwärme gegenüber der Wärmenachfrage zur Verfügung steht. Damit könnten zusätzliche Einrichtungen, die Energie benötigen, im weiteren Umkreis versorgt werden. Geht man einen Schritt weiter von der theoretischen Verfügbarkeit der Abwärmequellen hin zur tatsächlichen Machbarkeit, stellen einerseits die rechtlichen Rahmenbedingungen und fehlenden Fernwärmenetzbetreiber eine Hürde dar, andererseits die abweichenden Planungshorizonte von Stadtplanerinnen bzw. Stadtplanern und Energieversorgungsunternehmen. Die kurzfristigen Planungen von Unternehmen passen schlecht mit den langfristigen Notwendigkeiten von Wärmeversorgungskonzepten zusammen. Für die Stadtplanung sind fünf Jahre ein kurzer Planungshorizont, für ein Energieversorgungsunternehmen jedoch ein langer. Die frühzeitige Kooperation aller beteiligten Akteurinnen und Akteure ist deshalb für die Umsetzung eines Projektes, bei dem Abwärme genutzt wird, von großer Wichtigkeit.



## Ausblick

Nicht nur um vorgegebene Energieziele zu erreichen und die energiebezogenen Kriterien einer „Smart City“ besser zu erfüllen, sondern auch um die Umwelt nachhaltig zu schützen und den Weg für eine energieeffiziente Entwicklung zu ebnen, muss eine Umstellung von fossilen auf erneuerbare Energieträger stattfinden. Dazu ist es notwendig, die verfügbaren Instrumente gekonnt einzusetzen und verfügbare Förderungen voll auszuschöpfen. Wie in dieser Arbeit gezeigt wurde, kann die Raumplanung dabei einen Schlüsselfaktor darstellen. Eine der zentralen Aufgaben der Stadt in Hinblick auf eine zukunftsorientierte, umweltfreundliche Entwicklung ist die Festlegung von Energieeinsparungszielen und deren Einhaltung. Zur Umsetzung einer „Smart City“ bedarf es einem Zusammenspiel verschiedener Faktoren wie der Errichtung energieeffizienter Gebäude, dem Einsatz erneuerbarer Energien oder dem Ausbau des öffentlichen Verkehrs. Die Stadt muss deshalb als System zu funktionieren, das diese Faktoren berücksichtigt und miteinander vereinbar macht. Im Sinne einer strategischen Planung, bedarf es einer Abstimmung der Ziele der Energieeffizienz und der zunehmenden erneuerbaren Versorgung mit anderen städtischen Entwicklungszielen (u.a. soziale Durchmischung, städtebauliche Qualität).

In Hinblick auf eine zukunftsorientierte umweltbewusste Entwicklung, in der die Entscheidungskraft der Energieraumplanung gestärkt wird, ist prioritär eine Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen notwendig. Raumordnungsgesetze bzw. Bauordnungen müssen dahingehend angepasst werden, dass Hemmnisse, die von Seiten der Akteurinnen und Akteure bestehen, beseitigt bzw. gemildert werden können. Durch die Ausweisung von Fernwärmeanschlussbereichen nach dem Vorbild der Steiermark (siehe §22 Abs. 9 StROG) wird eine wichtige Voraussetzung für die Ansiedelung von Betrieben geschaffen werden, die in ein Wärmenetz einspeisen könnten. Des Weiteren könnten nach Vorbild der Steiermark Zonen im Bauland ausgewiesen werden, in denen bestimmte Brennstoffe für die Beheizung baulicher Anlagen unzulässig sind (siehe §30 Abs. 7 StROG). Hemis & Bork (2013) empfehlen, eine Baulandeignung nur mehr in Abhängigkeit auf verfügbare Energieressourcen auszuweisen bzw. eine Baubewilligung nur unter Berücksichtigung energierelevanter Aspekte zu erteilen (z.B. abhängig von einem Anschluss an leitungsgebundene Energieträger in verdichteten Gebieten mit vorhandenem Netz). Eine weitere Möglichkeit wäre, die Art der Energieversorgung als Teil des Bebauungsplans festzulegen [vgl. Hemis & Bork, 2013: 40 in Giffinger & Zech, Hrsg., 2013].

Eine weitere Voraussetzung für die energieeffiziente Stadtentwicklung ist die Grundlagenerhebung von Energiepotenzialen. Der Ist-Zustand der Energieversorgung, v.a. der Energieverbrauch von Gebäuden sowie ungenutzte Potenziale sollen nach Energieträger erfasst und zur Nutzung verfügbar gemacht werden. Durch die Erstellung eines Energiekonzepts auf kommunaler Ebene als Sachkonzept zum Örtlichen Entwicklungskonzept könnten ebendiese Inhalte berücksichtigt werden [vgl. ebd.].

Um eine Basis für die Entwicklung von Abwärmennutzungsprojekten zu schaffen, sollen Muster-Verhandlungsprozesse zwischen Abwärme zur Verfügung stellenden Unternehmen und Energieversorgungsunternehmen bzw. Bauträgerfirmen entwickelt werden. Aus technischer Sicht die Infrastrukturen betreffend, müssen vorhandene Wärmenetze für die zunehmende dezentrale Einspeisung erneuerbarer Energieträger umgerüstet werden. Darüber hinaus bedarf es einer Bewusstseinsänderung auf Seiten der Energieverbraucherinnen und Energieverbraucher. Der

---

Einsatz erneuerbarer Energieträger bewirkt eine maßgebliche Reduktion von Treibhausgasemissionen, dennoch ist ein Umdenken hin zu einem effizienteren Umgang mit unseren Ressourcen und unserer Umwelt unbedingt erforderlich. Die langfristigen Ziele und der grobe Weg zur Erreichung sind klar. Um eine energieeffiziente Stadtentwicklung zu ermöglichen, müssen nun konkrete Vorzeigeprojekte mit Vorbildwirkung etabliert werden.

---

# ANHANG

## Quellenverzeichnis

**Amt der OÖ Landesregierung (Hrsg.) (2008)**, Industrielle Abwärmenutzung, Beispiele & Technologien, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Redaktion Dr. Roland Brandstätter, Linz, online unter: [http://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/us\\_industrielle\\_abwaerme.pdf](http://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/us_industrielle_abwaerme.pdf), zuletzt abgerufen am 05.03.2016

**Anschober (2008)**, Information zur Pressekonferenz mit Landesrat Rudi Anschober am 4. September 2008 zum Thema „Prima fürs Klima: Klimabonus 2: Nutzung der Oö. Abwärme“, online unter: [https://www.land-oberoesterreich.gv.at/Mediendateien/LK/PK\\_Anschober\\_4.9.2008\\_Internet.pdf](https://www.land-oberoesterreich.gv.at/Mediendateien/LK/PK_Anschober_4.9.2008_Internet.pdf), zuletzt abgerufen am 19.12.2015

**APCC (2014)**, Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, online unter: <http://www.apcc.ac.at/4%20-%20Report.html>, zuletzt abgerufen am 03.12.2015

**ARC Systems Research (Hrsg.) (2005)**, emikat.at – Emissionsdatenmanagement für die Stadt Wien, <http://www.emikat.at/wp-content/uploads/2011/08/Bericht-emikat.at-ARC-sys-0049-April-2005.pdf>, zuletzt abgerufen am 02.05.2016

**Bisnode (n.b.)**, Unternehmensdatenbank, online unter: <http://www.bisnode.at/uberuns/>, zuletzt abgerufen am 24.02.2016

**Blesl, M.; Kempe, S.; Ohi, M.; Fahl, U.; König, A.; Jensen, T.; Eltrop, L. (2009)**, Wärmeatlas Baden-Württemberg – Erstellung eines Leitfadens und Umsetzung für Modellregionen, Endbericht, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER), Universität Stuttgart, online unter: <http://dx.doi.org/10.18419/opus-1848>, zuletzt abgerufen am 19.11.2015

**Blesl, M., Ohi, M., Fahl, U. (2011)**, Ganzheitliche Bewertung innovativer mobiler thermischer Energiespeicherkonzepte für Baden-Württemberg auf Basis branchen- und betriebsspezifischer Wärmebedarfsstrukturen, Endbericht, online unter: <http://dx.doi.org/10.18419/opus-1988>, zuletzt abgerufen am 03.04.2016

**Blesl, M., Kessler, A. (2013)**, Energieeffizienz in der Industrie, Berlin, Heidelberg, Springer Vieweg

**BMLFUW, BMWFJ (2010)**, Energiestrategie Österreich, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend, Wien, 2010, online unter: [http://www.bmfwf.gv.at/Ministerium/Staatspreise/Documents/energiestrategie\\_oesterreich.pdf](http://www.bmfwf.gv.at/Ministerium/Staatspreise/Documents/energiestrategie_oesterreich.pdf), zuletzt abgerufen am 16.01.2016

**BMLFUW (2012)**, Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil 1 – Kontext, Wien

---

**BMLFUW (Hrsg.) (2011)**, Branchen-Energieeffizienz-Konzept der Textilreiniger, Wäscher und Färber in Österreich, Verfasser: Österreichische Energieagentur, online unter: [http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/energiesparen/betriebe\\_prozesse/branchenkonzepte/textilreiniger/Textilreiniger\\_Branchenkonzept-Textilreiniger/Textilreiniger\\_Branchenkonzept%20Textilreiniger.pdf](http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/energiesparen/betriebe_prozesse/branchenkonzepte/textilreiniger/Textilreiniger_Branchenkonzept-Textilreiniger/Textilreiniger_Branchenkonzept%20Textilreiniger.pdf), zuletzt abgerufen am 09.04.2016

**BMLFUW, Hrsg. (2011a)**, Merkblatt Fernwärme, online unter: [http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/publikationen/bauen-sanieren/qualitaetslinien/fernwaerme/Merkblatt\\_Fernwaerme0/Merkblatt\\_Fernwaerme.pdf](http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/publikationen/bauen-sanieren/qualitaetslinien/fernwaerme/Merkblatt_Fernwaerme0/Merkblatt_Fernwaerme.pdf), zuletzt abgerufen am 27.12.2015

**BMLFUW (Hrsg.) (2013)**, Tools für Energieraumplanung, Ein Handbuch für deren Auswahl und Anwendung im Planungsprozess, Wien, online unter: [https://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjGubDstL\\_KAhWDFhoKHYkVDU8QFggBMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.oegut.at%2Fdownloads%2Fpdf%2Fib\\_wozubau\\_tools-erp.pdf&usq=AFQjCNGZz-QTPeddB4njCrte88YuOJC5lw, ,](https://www.google.at/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjGubDstL_KAhWDFhoKHYkVDU8QFggBMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.oegut.at%2Fdownloads%2Fpdf%2Fib_wozubau_tools-erp.pdf&usq=AFQjCNGZz-QTPeddB4njCrte88YuOJC5lw,) zuletzt abgerufen am 04.03.2016

**BMLFUW (Hrsg.) (2013a)**, Leitfaden UVP für Städtebauvorhaben, [https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:357802cb-86ce-4b79-9314-da260b078507/UVE%20Leitfaden%20St%C3%A4dtebauvorhaben\\_%202013.pdf](https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:357802cb-86ce-4b79-9314-da260b078507/UVE%20Leitfaden%20St%C3%A4dtebauvorhaben_%202013.pdf), zuletzt abgerufen am 08.03.2016

**BMLFUW (2014)**, Betriebliche Umweltförderung im Inland, <https://www.bmlfuw.gv.at/umwelt/energiewende/unternehmen-energiewende/UFI.html>, zuletzt abgerufen am 07.03.2016

**BMLFUW, Hrsg. (2014)**, Energieeffizienz-Konzept der Oberflächenveredelung in Österreich 2014, Ergänzung zum Energieeffizienz-Konzept der Branche Metallbau und Metallbearbeitung in Österreich, Verfasser: klimaaktiv energieeffiziente betriebe / Österreichische Energieagentur, Dezember 2014, online unter: [http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/energiesparen/betriebe\\_prozesse/branchenkonzepte/Metallbau\\_bearbeit/Konzept-Oberflaechenbehandlung-und-Erhebungsbogen-2014/Konzept%20Oberflaechenbehandlung%20und%20Erhebungsbogen%202014.pdf](http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/energiesparen/betriebe_prozesse/branchenkonzepte/Metallbau_bearbeit/Konzept-Oberflaechenbehandlung-und-Erhebungsbogen-2014/Konzept%20Oberflaechenbehandlung%20und%20Erhebungsbogen%202014.pdf), zuletzt abgerufen am 03.04.2016

**BMLFUW, Hrsg. (2015)**, Energieeffizienzkonzept der Kunststoffverarbeitung in Österreich, Verfasser: klimaaktiv energieeffiziente Betriebe, Österreichische Energieagentur, online unter: [http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/energiesparen/betriebe\\_prozesse/branchenkonzepte/kunststoff/Branchenkonzept\\_Kunststoff\\_final.pdf](http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/energiesparen/betriebe_prozesse/branchenkonzepte/kunststoff/Branchenkonzept_Kunststoff_final.pdf), zuletzt abgerufen am 29.03.2016

**BMUB (2014)**, Kyoto-Protokoll, online unter: <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/internationale-klimapolitik/kyoto-protokoll/>, zuletzt abgerufen am 10.02.2016

**BMVIT (2015)**, Ein Neuanfang für die Fernwärme, 23. Oktober. 2015, online unter: <https://infothek.bmvit.gv.at/ein-neuanfang-fuer-die-fernwaerme/>, zuletzt abgerufen am 14.03.2016

- 
- BMWFW (2016)**, Verpflichtete energieverbrauchende Unternehmen, online unter: <http://www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/Seiten/Gro%C3%9Fe-energieverbrauchende-Unternehmen.aspx>, zuletzt abgerufen am 10.02.2016
- BMWFW (2016b)**: Kerninhalte des Energieeffizienzgesetzes, online unter: <http://www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/Documents/Kerninhalte%20des%20EEFFG%20barrierefrei.pdf>, zuletzt abgerufen am 10.02.2016
- BMWFW (2016a)**, Energieeffizienz-Richtlinie (EED), online unter: <http://www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/Seiten/Energieeffizienz-Richtlinie.aspx>, zuletzt abgerufen am 10.02.2016
- BMWFW (2014)**, Erster Nationaler Energieeffizienzaktionsplan der Republik Österreich 2014 gemäß Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU, online unter: <http://www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/Documents/1.NEEAP.pdf>, zuletzt abgerufen am 10.02.2016
- Bott, H., Hrsg., Grassl, G.C., Hrsg., Anders, S. (2013)**, Nachhaltige Stadtplanung, Konzepte für nachhaltige Quartiere, Edition Detail, Regensburg
- BP (2015)**, BP Energy Outlook 2035, online unter: [http://www.bp.com/content/dam/bp-country/de\\_at/pdfs/Energy\\_Outlook\\_2035\\_booklet.pdf](http://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_at/pdfs/Energy_Outlook_2035_booklet.pdf), zuletzt abgerufen am 08.01.2016
- Brandstätter (2008)**, Abwärmepotenziale in Oberösterreich, Endbericht, erstellt im Auftrag des Landes Oberösterreich, Feldkirchen
- Büchle, R., Haas, R., Hartner, M., Hirner, R., Hummel, M., Kranzl, L., Müller, A., Ponweiser, K., Bons, M., Grave, K., Slingerland, E., Deng, Y., Blok, K. (2015)**, Bewertung des Potenzials für den Einsatz der hocheffizienten KWK und effizienter Fernwärme- und Fernkälteversorgung, Endbericht, TU Wien und Ecofys, beauftragt durch BMWFW, Wien, online unter: [http://www.austrian-heatmap.gv.at/fileadmin/user\\_upload/FW\\_KWK\\_Endbericht.pdf](http://www.austrian-heatmap.gv.at/fileadmin/user_upload/FW_KWK_Endbericht.pdf), zuletzt abgerufen am 09.03.2016
- <sup>a</sup>Carbó, A., <sup>a</sup>Oró, E., <sup>a</sup>Salom, J., <sup>b</sup>Canuto, M., <sup>b</sup>Macías, M., <sup>b</sup>Guitart, J. (2016)**, Experimental and numerical analysis for potential heat reuse in liquid cooled data centres, <sup>a</sup>Catalonia Institute for Energy Research (IREC), <sup>b</sup>Barcelona Supercomputing Center and Universitat Politècnica de Catalunya, online unter: <http://personals.ac.upc.edu/jguitart/HomepageFiles/ECM16.pdf>, zuletzt abgerufen am 08.04.2016
- Chorherr (2015)**, erstmals realisiert: Der städtebauliche Vertrag, online unter: <http://chorherr.twoday.net/stories/1022434674/>, zuletzt abgerufen am 07.03.2016
- Daxbeck, H., Neef, D., Ehrlinger, D., Weineisen, M. (2011)**, Möglichkeiten von Großküchen zur Reduktion ihrer CO<sub>2</sub>- Emissionen (Maßnahmen, Rahmenbedingungen und Grenzen) - Sustainable Kitchen Wien (Projekt SUKI), Energieverbrauch in Großküchen, online unter: [http://suki.rma.at/sites/suki.rma.at/files/Projekt%20SUKI%20-%20Endbericht%20Energie%20\(Vers.%201.0\).pdf](http://suki.rma.at/sites/suki.rma.at/files/Projekt%20SUKI%20-%20Endbericht%20Energie%20(Vers.%201.0).pdf), zuletzt abgerufen am 23.04.2016
- DBU (n.b.)**, Energieeffiziente Malzproduktion, online unter: [https://www.dbu.de/123artikel33098\\_2430.html](https://www.dbu.de/123artikel33098_2430.html), zuletzt abgerufen am 10.04.2016

---

**Dena (Hrsg.) (2014)**, Erfolgreiche Abwärmenutzung in Unternehmen, Energieeffizienzpotenziale erkennen und erschließen, Deutsche Energie-Agentur GmbH, Berlin, online unter: [https://shop.dena.de/fileadmin/denashop/media/Downloads\\_Dateien/esd/1445\\_Broschuere\\_Abwaermenutzung.pdf](https://shop.dena.de/fileadmin/denashop/media/Downloads_Dateien/esd/1445_Broschuere_Abwaermenutzung.pdf), zuletzt abgerufen am 01.03.2016

**Difu (Hrsg.) (2011)**, Klimaschutz in Kommunen, Praxisleitfaden, Deutsches Institut für Urbanistik (Difu) in Kooperation mit Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu) und Klima-Bündnis – Climate Alliance – Alianza del Clima e.V., Frankfurt/M., gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), fachliche Unterstützung durch Umweltbundesamt (UBA) und Forschungszentrum Jülich GmbH (PtJ), Berlin, online unter: <http://www.leitfaden.kommunaler-klimaschutz.de/sites/leitfaden.kommunaler-klimaschutz.de/files/pdf/klimaschutzleitfaden.pdf>, zuletzt abgerufen am 11.03.2016

**Dumke, H., Brus, T., Hemis, H., Thurner, C. (2014)**, Vorstudie zum Fachkonzept „Energie-Raum-Planung“, von der MA 20 in Auftrag gegeben

**Drucklufttechnik (n.b.)**, Einsatzbereiche der Druckluft, [http://www.drucklufttechnik.de/www/temp/dlrepos.nsf/LookupHTML/KompendiumPDF\\_d/\\$File/Kapitel02.pdf](http://www.drucklufttechnik.de/www/temp/dlrepos.nsf/LookupHTML/KompendiumPDF_d/$File/Kapitel02.pdf), online unter: zuletzt abgerufen am 29.03.2016

**E-Company (2010)**, Green IT im Rechenzentrum, Studie im Rahmen des Netzwerkes Green IT Berlin Brandenburg, online unter: [http://www.greenit-bb.de/assets/files/Green\\_IT\\_im\\_RZ.pdf](http://www.greenit-bb.de/assets/files/Green_IT_im_RZ.pdf), zuletzt abgerufen am 08.04.2016

**E-Control (2016)**, Die 20-20-20-Ziele, online unter: <http://www.e-control.at/konsumenten/oeko-energie/klima-und-umwelt/20-20-20-ziele>, zuletzt abgerufen am 25.02.2016

**Energie-Bau (2011)**, Großes Potenzial für Fernkälte, <http://www.energie-bau.at/heizen-kuehlen/1119-grosses-potenzial-fuer-fernkaelte>, zuletzt abgerufen am 09.03.2016

**E-Sieben (n.b.)**, Energieversorgungsoptionen für das Donaufeld, online unter: [http://www.e-sieben.at/de/projekte/1420\\_donaufeld.php](http://www.e-sieben.at/de/projekte/1420_donaufeld.php), zuletzt abgerufen am 22.02.2016

**EEA (2015)**, Trends and projections in Europe 2015, Tracking progress towards Europe's climate and energy targets for 2020, Report No 4/2015, European Environment Agency, Copenhagen, online unter: [http://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2015/at\\_download/file](http://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2015/at_download/file), zuletzt abgerufen am 14.01.2016

**EnEff Bäckerei, Hrsg. (2014)**, Leitfaden „Energieeffizienz in Bäckereien – Energieeinsparungen in Backstube und Filialen“, online unter: [http://www.ecostep-online.de/cms\\_uploads/files/eneff\\_baeckerei\\_-\\_leitfaden\\_-\\_juli\\_2014.pdf](http://www.ecostep-online.de/cms_uploads/files/eneff_baeckerei_-_leitfaden_-_juli_2014.pdf), zuletzt abgerufen am 13.11.2015

**Energie (2011)**, Energieeffizienz in der Gastronomie, online unter: <http://www.energie.ch/gastro>, zuletzt abgerufen am 03.05.2016

**Energieinstitut, Hrsg. (2010)**, KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung, Begleitstudie: Kennwerte zur Energieeffizienz in KMU, Endbericht, Wien, online unter: <https://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Studien/08053KMU-Branchenkennwerte-Endbericht2QklimafondsJuli2011.pdf>, zuletzt abgerufen am 13.11.2015

---

**Energieinstitut (2011)**, Auswertung der Ergebnisse der KMU-Scheck-Beratungen für sechs ausgewählte Branchen, Fleischer, Bäcker, Drucker, Metallverarbeiter, Tischler, KFZ-Betriebe, Wien, September 2010, online unter:  
[http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/energiesparen/betriebe\\_prozesse/branchenkonzepte/branchenfolder/KMU\\_Scheckauswertung-produzierende-Betriebe/KMU\\_Scheckauswertung%2520produzierende%2520Betriebe.pdf](http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/energiesparen/betriebe_prozesse/branchenkonzepte/branchenfolder/KMU_Scheckauswertung-produzierende-Betriebe/KMU_Scheckauswertung%2520produzierende%2520Betriebe.pdf), zuletzt abgerufen am 03.04.2016

**Energieinstitut, Hrsg. (2014)**, Effiziente Bäckerei, online unter:  
<https://www.wko.at/Content.Node/Service/Umwelt-und-Energie/Energie-und-Klima/Energieeffizienz/Branchenkonzept-Baekereien.pdf>, zuletzt abgerufen am 10.04.2016

**Energie-Lexikon (n.b.)**, Abwärme, online unter: <https://www.energielexikon.info/abwaerme.html>, zuletzt abgerufen am 29.12.2015

**Energie Tirol, Hrsg. (2012)**, Energieeffizienz ist planbar! Raumordnung beeinflusst den Energieverbrauch, Leitfaden für Gemeinden, online unter: [http://www.energie-gemeinde.at/fileadmin/static/Energiegemeinde/pdfs/Leitfaden\\_Energieeffizienz\\_web\\_end\\_01.pdf](http://www.energie-gemeinde.at/fileadmin/static/Energiegemeinde/pdfs/Leitfaden_Energieeffizienz_web_end_01.pdf), zuletzt abgerufen am 09.01.2016

**Energiebewusst (n.b.a)**, Neufassung der EU-Gebäuderichtlinie, online unter:  
<http://www.energiebewusst.at/index.php?id=102>, zuletzt abgerufen am 07.03.2016

**Energiebewusst (n.b.)**, Der Energieausweis im Überblick,  
[http://www.energiebewusst.at/fileadmin/07-Veranstaltungen/002-EA-WBF-2010-04-13/0300\\_Energieausweis-im-UEberblick\\_Katzengruber\\_pdf.pdf](http://www.energiebewusst.at/fileadmin/07-Veranstaltungen/002-EA-WBF-2010-04-13/0300_Energieausweis-im-UEberblick_Katzengruber_pdf.pdf), zuletzt abgerufen am 09.03.2016

**Energy Agency (n.b.)**, TABULA – Typology Approach for Building Stock Energy Assessment, online unter: <http://www.energyagency.at/projekte-forschung/gebaeude-haushalt/detail/artikel/tabula-typology-approach-for-building-stock-energy-assessment.html>, zuletzt abgerufen am 23.03.2016

**Enev-online (n.b.)**, Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz, Auslegungsfragen zur Energieeinsparverordnung – Teil 19, online unter: [http://www.enev-online.com/enev\\_2014\\_praxisdialog/140811\\_19.04\\_dibt\\_ermittlung\\_gebaeudenutzflaeche\\_an.pdf](http://www.enev-online.com/enev_2014_praxisdialog/140811_19.04_dibt_ermittlung_gebaeudenutzflaeche_an.pdf), zuletzt abgerufen am 11.03.2016

**Eurostat (2008)**, NACE Rev. 2 Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft, online unter:  
[http://www.bundesbank.de/Redaktion/DE/Downloads/Service/Meldewesen/Bankenstatistik/Kundensystematik/nace\\_rev\\_2.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bundesbank.de/Redaktion/DE/Downloads/Service/Meldewesen/Bankenstatistik/Kundensystematik/nace_rev_2.pdf?__blob=publicationFile), zuletzt abgerufen am 29.02.2016

**Europa (2016)**, Glossar: Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (NACE), online unter: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Statistical\\_classification\\_of\\_economic\\_activities\\_in\\_the\\_European\\_Community\\_\(NACE\)/de](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Statistical_classification_of_economic_activities_in_the_European_Community_(NACE)/de), zuletzt abgerufen am 12.03.2016

**European Commission (2016)**, Paris Agreement, online unter:  
[http://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/future/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/future/index_en.htm), zuletzt abgerufen am 10.01.2016

---

**European Commission (2016a)**, 2030 Energy Strategy, online unter:  
<http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy/2030-energy-strategy>, zuletzt abgerufen am 10.01.2016

<sup>a</sup>Fischer, S., <sup>b</sup>Jochem, E., <sup>a</sup>Knopf, V., <sup>b</sup>Tönsing, E. (n.b.), Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung in kleinen und mittleren Unternehmen, <sup>a</sup>Enoplan GmbH, Bruchsal, <sup>b</sup>Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe, online unter:  
<http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/x/de/publikationen/fachartikel/09-Waerme.pdf>, zuletzt abgerufen am 06.04.2016

**FGW, Hrsg. (2015)**, Erdgas und Fernwärme in Österreich, Zahlenspiegel 2015, Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmungen, Wien

**FGW, Hrsg. (2011)**, Fernwärme Sicher Sauber Bequem, Eine Information der österreichischen Fernwärmewirtschaft, Fachverband der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmungen, Wien, online unter: [https://www.gaswaerme.at/ufile/0/2620/FGW\\_infobrosch\\_fw2011\\_lo.pdf](https://www.gaswaerme.at/ufile/0/2620/FGW_infobrosch_fw2011_lo.pdf), zuletzt abgerufen am 09.03.2016

**FGWW (2016)**, Fernwärme in Österreichs Städten, Zeitschrift der österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach und des Fachverbandes der Gas- und Wärmeversorgungsunternehmen 01/16, online unter: [http://www.forum-gww.at/pdf/2016\\_01.pdf](http://www.forum-gww.at/pdf/2016_01.pdf), zuletzt abgerufen am 10.03.2016

**Fortum (n.b.)**, Bahnhof Pionen, Profitable recovery with Open District Heating, online unter: <http://www.offenfjarrvarme.se/media/open-district-heating-bahnhof-pionen.pdf>, zuletzt abgerufen am 09.03.2016

**Fruhauf, Heribert (2012)**, Diplomarbeit: Die Abhängigkeit der Kosten und der Rentabilität der Erschließung eines Siedlungsgebietes mit Elektrizität, Gas und Fernwärme von dessen Bauform, und Lage, Wien, online unter:  
<http://www.ub.tuwien.ac.at/dipl/2012/AC07813569.pdf>, zuletzt abgerufen am 29.04.2016

<sup>a</sup>Gebetsroither, E., <sup>a</sup>Köstl, M., <sup>a</sup>Tötzer, T., <sup>b</sup>Madner, V., <sup>b</sup>Prochazka, K., <sup>b</sup>Klima, E., <sup>b</sup>Austeda, G. (2016), Zwischenbericht über die detaillierte räumliche Potenzial- und Wirkungsanalyse in Testgebieten und über die Synthese, <sup>a</sup>AIT – Energy Department <sup>b</sup>WU – Forschungsinstitut für Urban Management and Governance, Wien

**Geschäftsgruppe Wohnen, Wohnbau und Stadterneuerung, Hrsg. (n.b.)**, Wiener Wohnbau Jahresbericht 2014, Wien, online unter:  
<http://www.wohnbauforschung.at/index.php?inc=download&id=5788>, zuletzt abgerufen am 18.01.2016

**Gewerbegas (n.b.)**, Abwärmenutzung, online unter: <http://www.gewerbegas-online.de/index.php?id=452>, zuletzt abgerufen am 03.05.2016

**Green Jobs Austria (2012)**, green tech report, Ressourceneffizienz in Betrieben: von Green IT bis zur solaren Kühlung, Wien, online unter:  
[http://www.umwelttechnik.at/fileadmin/content/GTR/GTR\\_2012/GJA\\_2012\\_green\\_tech\\_report.pdf](http://www.umwelttechnik.at/fileadmin/content/GTR/GTR_2012/GJA_2012_green_tech_report.pdf), zuletzt abgerufen am 18.01.2016



---

**Gloor, R. (2000)**, Energieeinsparungen bei Druckluftanlagen in der Schweiz, Forschungsbericht aus dem Programm Elektrizität im Auftrag des Bundesamtes für Energie ausgearbeitet durch Rolf Gloor aus Sufers im Juli 2000, online unter:

<http://www.energie.ch/themen/industrie/druckluft/index.htm>, zuletzt abgerufen am 26.03.2016

**Hemis, H. (2010)**, Die Klimarelevanz der Raumplanung: die Rolle der Raumplanung im Klimaschutz und in der Klimaanpassung. Grenzen und Möglichkeiten einer klimagerechten Raumplanung, Diplomarbeit, Wien

**Hemis, H., Bork, H. (2013)**, Die Anforderungen für eine vorausschauende Energieraumplanung in Österreich, in: Giffinger, R., Zech, S., Hrsg., (2013), Energie und Raum, Forum Raumplanung, Österreichische Gesellschaft für Raumplanung, LIT Verlag, Wien, Berlin, S. 29-45

**Holzer, P., Hammer, R., Lang, G. (2015)**, Energetische Vorgaben für städtebauliche Entwicklungsprozesse, Institute of Building Research & Innovation und Grazer Energieagentur, online unter:

[http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/erneuerbare/erneuerbarewaerme/stadt-quartiere/energetischevorgaben/energierelevante-Vorgaben\\_2015-10-12.pdf](http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/erneuerbare/erneuerbarewaerme/stadt-quartiere/energetischevorgaben/energierelevante-Vorgaben_2015-10-12.pdf), zuletzt abgerufen am 19.2.2016

**Industriellenvereinigung (2013)**, Betrifft: Energieeffizienzrichtlinie; EED; Artikel 14 Abs. 5 und 6; Ausnahmen / Freistellungen BMWFJ-555.000/0024-IV/5/2013 Stellungnahme Industriellenvereinigung, online unter: [http://www.iv-net.at/d4148/energieeffizienz\\_8.pdf](http://www.iv-net.at/d4148/energieeffizienz_8.pdf), zuletzt abgerufen am 10.03.2016

**IPCC (2007)**, Climate Change 2007, Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, online unter: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf), zuletzt abgerufen am 10.01.2016

**IPCC (2014)**, Climate Change 2014, Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, online unter: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full.pdf), zuletzt abgerufen am 10.01.2016

**IZES (2015)**, Abwärmenutzung – Potenziale, Hemmnisse und Umsetzungsvorschläge, Berichtszeitraum: November 2014 – Juli 2015, Saarbrücken, online unter: [http://www.izes.de/cms/upload/pdf/BMUB\\_Abwrme studie\\_zur\\_Fachkonferenz\\_IZES.pdf](http://www.izes.de/cms/upload/pdf/BMUB_Abwrme studie_zur_Fachkonferenz_IZES.pdf), zuletzt abgerufen am 27.11.2015

**Karner, A., Szemler, Z., Cerveny, M., Strubegger, M., Alkhatib, A. A., (2012)**, Evaluierung und Monitoring des Städtischen Energieeffizienzprogramms (SEP) der Stadt Wien für die Jahre 2006-2012, Wien, online unter: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/pdf/sep-monitoringbericht.pdf>, zuletzt abgerufen am 03.02.2016

**KfW (2005)**, KfW-Befragung zu den Hemmnissen und Erfolgsfaktoren von Energieeffizienz in Unternehmen, online unter: <https://www.kfw.de/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Sonderpublikationen/Sonderpublikation.pdf>, zuletzt abgerufen am 07.03.2016

---

**KKA-Online (2015)**, Abwärme von Rechenzentren nutzen, online unter: [http://www.kka-online.info/artikel/kka\\_Abwaerme\\_von\\_Rechenzentren\\_nutzen\\_2470941.html](http://www.kka-online.info/artikel/kka_Abwaerme_von_Rechenzentren_nutzen_2470941.html), zuletzt abgerufen am 09.04.2016

**Kleinezeitung (2014)**, Massive Kritik an EU-Klimaziel 2030, online unter: [http://www.kleinezeitung.at/s/politik/aussenpolitik/eu/4120810/Verheerend\\_Massive-Kritik-an-EUKlimaziel-2030](http://www.kleinezeitung.at/s/politik/aussenpolitik/eu/4120810/Verheerend_Massive-Kritik-an-EUKlimaziel-2030), zuletzt abgerufen am 24.02.2016

**Klimaaktiv (2016)**, klimaaktiv pakt2020, online unter: <http://www.klimaaktiv.at/partner/pakt2020.html>, zuletzt abgerufen am 13.05.2016

**Klima- und Energiefonds (Hrsg.) (n.b.)**, F&E-Fahrplan Fernwärme und Fernkälte: Innovationen aus Österreich, online unter: <https://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Presseausendungen/2015/PK-Fernwrme-Roadmap/Folder-Fernwrme-und-kaelte.pdf>, zuletzt abgerufen am 14.03.2016

**Klimawandelanpassung (2012)**, Österreichische Anpassungsstrategie, online unter: [http://www.klimawandelanpassung.at/ms/klimawandelanpassung/de/nationaleanpassungsstrategie/kwa\\_strategieinhalt/](http://www.klimawandelanpassung.at/ms/klimawandelanpassung/de/nationaleanpassungsstrategie/kwa_strategieinhalt/), zuletzt abgerufen am 24.02.2016

**KliP 1 (1999)**, Klimaschutzprogramm der Stadt Wien, (1999-2009), online unter: <https://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/programm/klip1/>, zuletzt abgerufen am 25.02.2016

**KliP 2 (2009)**, Klimaschutzprogramm der Stadt Wien, Fortschreibung 2010-2020, Wien, online unter: <https://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/pdf/klip2-lang.pdf>, zuletzt abgerufen am 25.02.2016

**Kloss, R., Cervený, M. (2015)**, Energieraumplanung im Kanton Zürich, klima aktiv, online unter: [http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/erneuerbare/erneuerbarewaerme/stadt-quartiere/quartierexkursion/Best-Practice\\_Energierichtplanung-Schweiz.pdf](http://www.klimaaktiv.at/dms/klimaaktiv/erneuerbare/erneuerbarewaerme/stadt-quartiere/quartierexkursion/Best-Practice_Energierichtplanung-Schweiz.pdf), zuletzt abgerufen am 10.03.2016

**Körner (n.b.)**, Nahwärmeversorgung für das Wohngebiet Grünäcker durch Prozess-Abwärme der Druckerei Körner, online unter: <https://www.stadtwerke-sindelfingen.de/fileadmin/stadtwerke-sindelfingen.de/assets/Broschueren/brosch%3%BCre-w%3%A4rmeauskopplung-k%3%B6rner.pdf>, zuletzt abgerufen am 06.03.2016

**KPC (2012)**, Abwärmepotenzialerhebung 2012 im Auftrag der Kommunalkredit Public Consulting GmbH, Erhebung außerbetrieblicher Potenziale in österreichischen Industriebetrieben, Endbericht, Wien

**Kulterer, K. (2009)**, Energiemanagement für Österreich, Beschaffungs- und Wartungsvorgaben Druckluft, Österreichische Energieagentur, online unter: [http://www.energyagency.at/fileadmin/dam/pdf/projekte/industrie/EM2010\\_Druckluftkompressoren\\_Okt.2009.pdf](http://www.energyagency.at/fileadmin/dam/pdf/projekte/industrie/EM2010_Druckluftkompressoren_Okt.2009.pdf), zuletzt abgerufen am 03.04.2016

**LfU (Hrsg.) (2006)**, Energieeinsparung in Lackierbetrieben – Langfassung, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, online unter: [https://www.lfu.bayern.de/energie/co2\\_minderung/doc/lackierung\\_langfassung.pdf](https://www.lfu.bayern.de/energie/co2_minderung/doc/lackierung_langfassung.pdf), zuletzt abgerufen am 03.05.2016

---

**Lfu (Hrsg.) (2012)**, Abwärmenutzung im Betrieb, Klima schützen – Kosten senken, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, online unter:  
[https://www.lfu.bayern.de/energie/co2\\_minderung/doc/leitfaden\\_abwaermenutzung\\_betrieb.pdf](https://www.lfu.bayern.de/energie/co2_minderung/doc/leitfaden_abwaermenutzung_betrieb.pdf), zuletzt abgerufen am 01.03.2016

**Liske, H., Hameter, J. (2008)**, Der „Bauträgerwettbewerb“ als Instrument des geförderten sozialen Wohnbaus in Wien – verfahrenstechnische und inhaltliche Evaluierung  
Zwischenevaluierung des Wettbewerbsverfahrens, Baden bei Wien

**Litzellachner, A. (2009)**, Abwärmepotenziale der Stadt Wien, Diplomarbeit, Fachhochschul-Diplomstudiengang Ökoenergietechnik Wels

**MA 18 (2010)**, Neudefinition der Gebietstypen, Wien, online unter:  
<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008137.pdf>, zuletzt abgerufen am 29.04.2016

**MA 18, (Hrsg.) (2014)**, Stadtentwicklungsplan 2025, Wien

**MA 20, (Hrsg.) (2014)**, Energie! voraus, Energiebericht der Stadt Wien, Daten 2012, Berichtjahr 2014, online unter:  
<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/pdf/energiebericht2012.pdf>, zuletzt abgerufen am 06.02.2016

**MA 20, Hrsg. (2014a)**, Wärme! Pumpen zur energieeffizienten Wärmeversorgung, Technologieleitfaden Wärmepumpen, erstellt durch AIT, Wien, online unter:  
<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/pdf/waermepumpenleitfaden.pdf>, zuletzt abgerufen am 05.03.2016

**MA 20, (Hrsg.) (2015)**, Energie! voraus, Energiebericht der Stadt Wien, Daten 2013, Berichtjahr 2015, online unter:  
<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/pdf/energiebericht2012.pdf>, zuletzt abgerufen am 06.02.2016

**MA 23, (Hrsg.) (2014)**, Wien wächst, Bevölkerungsentwicklung in Wien und den 23 Gemeinde- und 250 Zählbezirken, MA 23 – Wirtschaft, Arbeit und Statistik, Wien, online unter:  
<https://www.wien.gv.at/statistik/pdf/wien-waechst.pdf>, zuletzt abgerufen am 13.02.2016

**MA 27, (Hrsg.) (2008)**, Nutzung von Abwärmepotentialen in Wien, erstellt durch Allplan GmbH im Auftrag der MA 27 EU- Strategie- und Wirtschaftsentwicklung,  
<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/sep/pdf/abwaerme-broschuere.pdf>, zuletzt abgerufen am 13.11.2015

**MA 27, (Hrsg.) (2008a)**, Energieeffiziente Druckluftanwendung, erstellt durch D.I. Peter Sattler (sattler energie consulting GmbH) im Auftrag der MA 27 (September 2008), Wien, online unter:  
<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/sep/pdf/druckluft-broschuere.pdf>, zuletzt abgerufen am 26.03.2016

**MA 27, (Hrsg.) (2006)**, Städtisches Energieeffizienz-Programm, Konzept 2006, Wien

**Magistrat der Stadt Wien, (Hrsg.) (2013)**, Fernkälte in Wien, Umweltfreundliche Gebäudeklimatisierung im Gewerbebereich, MD-Klimaschutzkoordination, online unter:  
<https://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/pdf/folder-fernkaelte.pdf>, zuletzt abgerufen am 13.03.2016

---

**Magistrat der Stadt Wien (2014)**, Smart City Wien Rahmenstrategie, Wien, online unter: [https://smartcity.wien.gv.at/site/wp-content/blogs.dir/3/files/2014/08/Langversion\\_SmartCityWienRahmenstrategie\\_deutsch\\_doppelseitig.pdf](https://smartcity.wien.gv.at/site/wp-content/blogs.dir/3/files/2014/08/Langversion_SmartCityWienRahmenstrategie_deutsch_doppelseitig.pdf), zuletzt abgerufen am 14.12.2015

**Maschinenbau-Wissen (n.b.)**, Druckluft – Anwendung von Druckluft, online unter: <http://www.maschinenbau-wissen.de/skript3/fluidtechnik/pneumatik/227-druckluft-anwendung>, zuletzt abgerufen am 29.03.2016

**Nachhaltigkeit (2015)**, UN Klimakonferenz Kopenhagen, 2009, online unter: [https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/klimagipfel\\_kopenhagen\\_2009\\_1320.htm](https://www.nachhaltigkeit.info/artikel/klimagipfel_kopenhagen_2009_1320.htm), zuletzt abgerufen am 13.03.2016

**OIB (2016)**, Interview Solarenergie auf Dienstleistungsgebäuden, Fachmagazin für Baurecht und Technik „OIB Aktuell“, 1. Ausgabe 2016, online unter: [http://www.ulreich.at/images/stories/Aktuelles/print/0416-interview\\_oib\\_0316.pdf](http://www.ulreich.at/images/stories/Aktuelles/print/0416-interview_oib_0316.pdf), zuletzt abgerufen am 14.05.2016

**OÖ Energiesparverband (Hrsg.) (2012)**, Effiziente Energienutzung in Betrieben, Linz, online unter: [http://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/esv\\_energienutzung\\_betriebe.pdf](http://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/esv_energienutzung_betriebe.pdf), zuletzt abgerufen am 01.05.2016

**Ökobusinessplan (n.b.)**, Der ÖkoBusinessPlan Wien im Überblick, online unter: <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/oekobusiness/ueberblick.html>, zuletzt abgerufen am 23.01.2016

**ÖROK, (Hrsg.) (2011)**, Österreichisches Raumentwicklungskonzept 2011, Wien, online unter: [http://www.oerok.gv.at/fileadmin/Bilder/2.Reiter-Raum\\_u.\\_Region/1.OEREK/OEREK\\_2011/Dokumente\\_OEREK\\_2011/OEREK\\_2011\\_DE\\_Downloadversion.pdf](http://www.oerok.gv.at/fileadmin/Bilder/2.Reiter-Raum_u._Region/1.OEREK/OEREK_2011/Dokumente_OEREK_2011/OEREK_2011_DE_Downloadversion.pdf), zuletzt abgerufen am 16.01.2016

**ÖROK (2016a)**, Die ÖREK-Partnerschaften – Umsetzung des ÖREK 2011, online unter: <http://www.oerok.gv.at/raum-region/oesterreichisches-raumentwicklungskonzept/oerek-2011/oerek-partnerschaften.html>, zuletzt abgerufen am 16.01.2016

**Österreichische Energieagentur (2014)**, Fortschrittsbericht über die Umsetzung des Klimaschutzprogramms (KliP) der Stadt Wien, Datenstand 31.12.2013, Wien, online unter: <https://www.wien.gv.at/umwelt/klimaschutz/pdf/klip-bericht-evaluierung-2013.pdf>, zuletzt abgerufen am 16.12.2015

**OTS (2015)**, Sozialer Wohnbau ganz ökologisch, Artikel vom 21.10.2015, online unter: [http://www.ots.at/presseaussendung/OTS\\_20151021\\_OTS0025/sozialer-wohnbau-ganz-oekologisch?asbox=box1&asboxpos=1](http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20151021_OTS0025/sozialer-wohnbau-ganz-oekologisch?asbox=box1&asboxpos=1), zuletzt abgerufen am 28.02.2016

**Ott, W., Arend, M., Philippen, D., Gilgen, K., Beaujean, K., Schneider, S. (2008)**, Energieaspekte städtischer Quartiere und ländlicher Siedlungen, Schlussbericht, im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern, online unter: [http://www.econcept.ch/uploads/media/672\\_sb\\_02.pdf](http://www.econcept.ch/uploads/media/672_sb_02.pdf), zuletzt abgerufen am 11.03.2016

---

**Pehnt, M., Bödeker, J., Arens, M., Jochem, E., Idrissova, F., (2010)**, Die Nutzung industrieller Abwärme – technisch wirtschaftliche Potenziale und energiepolitische Umsetzung, Bericht im Rahmen des Vorhabens „Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“, Heidelberg, Karlsruhe, 2010, online unter: [http://www.ifeu.de/energie/pdf/Nutzung\\_industrieller\\_Abwaerme.pdf](http://www.ifeu.de/energie/pdf/Nutzung_industrieller_Abwaerme.pdf), zuletzt abgerufen am 05.11.2015

**Pehnt, M. (2010)**, Industrielle Abwärme, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, S. 291-308 in: Pehnt, M. (Hrsg) (2010), Energieeffizienz, Ein Lehr- und Handbuch, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010

**Pol, O., Schmidt, R.-R. (2015)**, Development of district heating and cooling in the urban planning context, 317-335, in: Wiltshire, R., Eds. (2015), Advanced District Heating and Cooling (DHC) Systems, Woodhead Publishing

**Rechtambau (2014)**, OIB-Richtlinien – Die neuen bautechnischen Vorschriften, online unter: <http://www.rechtambau.at/Artikel/OIB-Richtlinien-Die-neuen-bautechnischen-Vorschriften>, zuletzt abgerufen am 11.03.2016

**SAENA (Hrsg.) (2012)**, Technologien der Abwärmenutzung, Dresden, online unter: [http://www.saena.de/download/Broschueren/BU\\_Technologien\\_der\\_Abwaermenutzung.pdf](http://www.saena.de/download/Broschueren/BU_Technologien_der_Abwaermenutzung.pdf), zuletzt abgerufen am 18.03.2016

**Salzburger Nachrichten (2013)**, Kalte Fernwärme in der Testphase, 01.04.2013, online unter: <http://www.salzburg.com/nachrichten/rubriken/besteimmobilien/immobilien-nachrichten/sn/artikel/kalte-fernwaerme-in-der-testphase-53066/>, zuletzt abgerufen am 14.03.2016

<sup>a</sup>Schlomann, B., <sup>a</sup>Gruber, E., <sup>b</sup>Geiger, B., <sup>b</sup>Kleeberger, H., <sup>b</sup>Wehmhörner, U., <sup>c</sup>Herzog, T., <sup>c</sup>Konopka, D.-M. (2009), Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006, Projektnummer 45/05, Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), <sup>a</sup>Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, <sup>b</sup>Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE) Technische Universität München, <sup>c</sup>GfK Marketing Services GmbH & Co. KG, Karlsruhe, München, Nürnberg, online unter: [http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/x/de/publikationen/Erhebung-GHD\\_Abschlussbericht\\_Mai-2009\\_final.pdf](http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/x/de/publikationen/Erhebung-GHD_Abschlussbericht_Mai-2009_final.pdf), zuletzt abgerufen am 03.04.2016

**Schmidt (2011)**, Netze Teil thermische Netze/Fernwärme, Vorlesungsunterlagen Master Erneuerbare Urbane Energiesysteme, WS 2011/2012, online unter: [http://pubdb.ait.ac.at/files/PubDat\\_AIT\\_131314.pdf](http://pubdb.ait.ac.at/files/PubDat_AIT_131314.pdf), zuletzt abgerufen am 12.04.2016

**Schmidt, R.-R. (2015)**, NextGenerationHeat – Niedertemperatur-Fernwärme für Österreich, in: BMVIT, Hrsg., Klima- und Energiefonds, Hrsg. (2015), 01/2015 Wärmenetze der Zukunft Österreichische Systemlösungen für die nachhaltige Energieversorgung im urbanen Raum, S. 5, Wien, online unter: [http://www.nachhaltigwirtschaften.at/nw\\_pdf/eia/eia\\_151\\_de.pdf](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/nw_pdf/eia/eia_151_de.pdf), zuletzt abgerufen am 18.04.2016

**Schmidt, R.-R., Tichler, R., Amann, C., Schindler, I. (2015)**, unveröffentlichter Entwurf: F&E-Fahrplan Fernwärme und Fernkälte: Innovationen aus Österreich, Eine Studie erstellt im Auftrag des Klima- und Energiefonds, Wien

---

**Schmidt, R.-R., Basciotti, D., Judex, F., Pol, O., Siegel, G., Brandhuber, T., Dorfinger, N., Reiter, D. (2013)**, SGMS – SmartHeatNet, Smart Heat Networks – Intelligente Fernwärmenetze (FFG-Nr. 825549), Ein Projekt im Rahmen der Smart Grids Modellregion Salzburg, Austrian Institute of Technology (AIT) und Salzburg AG, Neue Energien 2020, Publizierbarer Endbericht, online unter: <http://www.smartgridssalzburg.at/content/dam/websites/smartgrids/Downloads/SmartHeatNet.pdf>, zuletzt abgerufen am 09.03.2016

**Schnitzer, Hans; Schmied, Johannes; Titz, Michaela; Jägerhuber, Paul; Enzi, Claudia; Filzwieder, Paul (2012)**, Abwärmekataster Steiermark Endbericht, Institut für Prozess und Partikeltechnik, Technische Universität Graz, Projektauftraggeber Land Steiermark, [http://www.energie.steiermark.at/cms/dokumente/11227157\\_50051221/f0574fb2/Abwaermekataster\\_Steiermark\\_2013.pdf](http://www.energie.steiermark.at/cms/dokumente/11227157_50051221/f0574fb2/Abwaermekataster_Steiermark_2013.pdf), zuletzt abgerufen am 09.02.2016

**Schremmer, C., Kanonier, A. (2014)**, Anforderungskatalog Widmungskategorie „förderbarer/geförderter Wohnbau“ im Zuge der Konkretisierung der Leitbilderstellung SRO+, im Auftrag der Planungsgemeinschaft Ost, Wien, online unter: [http://www.pgo.wien.at/fileadmin/user\\_upload/Widmung\\_foerderbarerWohnbau\\_30.pdf](http://www.pgo.wien.at/fileadmin/user_upload/Widmung_foerderbarerWohnbau_30.pdf), zuletzt abgerufen am 08.03.2016

**Seiß (2012)**, Ein Plan für Wien, online unter: <http://www.bauforum.at/architektur-bauforum/ein-plan-fuer-wien-17591>, zuletzt abgefragt am 22.02.2016

**Siedentop, S.; Schiller, G.; Koziol, M.; Walther, J.; Gutsche, J.-M. (2006)**: Siedlungsentwicklung und Infrastrukturfolgekosten – Bilanzierung und Strategieentwicklung. Ein Projekt des Forschungsprogramms „Aufbau Ost“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Endbericht. BBR-Online-Publikationen 3/2006. Dresden, Cottbus, Hamburg, online unter: [http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2002\\_2006/DL\\_ON032006.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/BBSROnline/2002_2006/DL_ON032006.pdf?__blob=publicationFile&v=3), zuletzt abgerufen am 20.2.2016

**SIR (Hrsg.) (2007)**, Infrastrukturkostenstudie Salzburg, Zusammenhänge von Bebauungsart und – dichte sowie Erschließungskosten, SIR-Konkret, Eine Information des Salzburger Instituts für Raumordnung und Wohnen im Auftrag des Landes Salzburg, Ausgabe 04/2007, online unter: [http://www.salzburg.gv.at/infrastrukturkosten\\_web-2.pdf](http://www.salzburg.gv.at/infrastrukturkosten_web-2.pdf), zuletzt abgerufen am 12.03.2016

**Smartcity (n.b.)**, STEP 2025, online unter: <https://smartcity.wien.gv.at/site/projekte/verkehr-stadtentwicklung/step-2025/>, zuletzt abgerufen am 19.05.2016

**Standard (2015)**, Wien Energie bleibt auf Sparkurs, <http://derstandard.at/2000011649507/Wien-Energie-bleibt-auf-Sparmodus>, zuletzt abgerufen am 14.03.2016

**Standard (2016)**, „Große Angebotslücke“ am Wiener Wohnungsmarkt, Artikel vom 15.02.2016, online unter: <http://derstandard.at/2000031134828/Grosse-Angebotsluecke-am-Wiener-Wohnungsmarkt>, zuletzt abgerufen am 28.02.2016

**Statistik Austria (2015a)**, Energetischer Endverbrauch 1993 bis 2014 nach Energieträgern und Nutzenergiekategorien für Wien (Detailinformation), online unter: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/energie\\_und\\_umwelt/energie/nutzenergieanalyse/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/nutzenergieanalyse/index.html), zuletzt abgerufen am 14.02.2016

---

**Statistik Austria (2015b)**, Energiebilanz Wien 1988 bis 2014, online unter:  
[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/energie\\_und\\_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html), zuletzt abgerufen am 14.02.2016

**Statistik Austria (2015c)**, Jahresdurchschnittsbevölkerung seit 1952 nach Bundesland, online unter:  
[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstand\\_und\\_veraenderung/bevoelkerung\\_im\\_jahresdurchschnitt/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstand_und_veraenderung/bevoelkerung_im_jahresdurchschnitt/index.html), zuletzt abgerufen am 14.02.2016

**Statistik Austria (2015d)**, Arbeitsstätten 2011 nach ÖNACE 2008 und Bundesland, online unter:  
[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/wirtschaft/unternehmen\\_arbeitsstaetten/unternehmen\\_ab\\_az\\_2011/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/unternehmen_arbeitsstaetten/unternehmen_ab_az_2011/index.html), zuletzt abgerufen am 14.02.2016

**Statistik Austria (2015e)**, Registerzählung 2011 – AZ: Beschäftigte in der Arbeitsstätte; Abfrage im STAT Cube

**Statistik Austria (2015f)**, Heizungen 2003 bis 2014 nach Bundesländern, verwendetem Energieträger und Art der Heizung, online unter:  
[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/energie\\_umwelt\\_innovation\\_mobilitaet/energie\\_und\\_umwelt/energie/energieeinsatz\\_der\\_haushalte/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energieeinsatz_der_haushalte/index.html), zuletzt abgerufen am 14.02.2016

**Statistik Austria (2015g)**, Statistik zur Unternehmensdemografie 2007 bis 2013: Hauptergebnisse nach Bundesländern, online unter:  
[http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/wirtschaft/unternehmen\\_arbeitsstaetten/unternehmensdemografie\\_ab\\_2015/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/unternehmen_arbeitsstaetten/unternehmensdemografie_ab_2015/index.html), zuletzt abgerufen am 14.02.2016

**Statistik Austria (2015g)**, Bevölkerungszahl Österreichs stieg auf rund 8,7 Mio. zu Jahresbeginn 2016, online unter: [http://www.statistik.at/web\\_de/presse/106910.html](http://www.statistik.at/web_de/presse/106910.html), zuletzt abgerufen am 14.02.2016

**Statistik Austria (2016)**, Regionalstatistische Rastereinheiten, online unter:  
[http://www.statistik.at/web\\_de/klassifikationen/regionale\\_gliederungen/regionalstatistische\\_rastereinheiten/index.html](http://www.statistik.at/web_de/klassifikationen/regionale_gliederungen/regionalstatistische_rastereinheiten/index.html), zuletzt abgerufen am 10.05.2016

**Stöglehner, G., Grossauer, F. (2009)**, Raumordnung und Klima, Die Bedeutung der Raumordnung für Klimaschutz und Energiewende, online unter: <http://www.e5-salzburg.at/downloads/downloads-wissen-service/hf1/raumordnung-klimaschutz-stoeglehner-2009.pdf>, zuletzt abgerufen am 09.03.2016

**Stöglehner, G., Narodslawsky, M., Steinmüller, H., Steininger, K., Weiss, M., Mitter, H., Neugebauer G.C., Weber, G., Niemetz, N., Kettl, K.-H., Eder, M., Sandor, N., Pflüglmayer, B., Markl, B., Kollmann, A., Friedl, C., Lindorfer, J., Luger, M., Kulmer, V. (2011)**, Plan Vision – Visionen für eine energieoptimierte Raumplanung, Projektendbericht. Gefördert aus Mitteln des Klima- und Energiefonds. Wien, online unter:  
[http://www.boku.ac.at/fileadmin/data/H03000/H85000/H85500/materialien/planvision/Endbericht\\_PlanVision.pdf](http://www.boku.ac.at/fileadmin/data/H03000/H85000/H85500/materialien/planvision/Endbericht_PlanVision.pdf), zuletzt abgerufen am 12.02.2016

**Stöglehner, G., Haselsberger, B. (2013)**, Energiewende – Neue Perspektiven für die Raumplanung, in: Giffinger, R., Zech, S., Hrsg., (2013), Energie und Raum, Forum Raumplanung, Österreichische Gesellschaft für Raumplanung, LIT Verlag, Wien, Berlin, S. 13-28

---

**Stöglehner, G., Erker, S., Neugebauer, G. (2014)**, ÖREK-Partnerschaft Energieraumplanung, Ergebnispapier der ExpertInnen, Wien, online unter:  
[http://www.oerok.gv.at/fileadmin/Bilder/2.Reiter-Raum\\_u.\\_Region/1.OEREK/OEREK\\_2011/PS\\_Energieraumplanung/Ergebnispapier\\_Energieraumplanung\\_2014-06.pdf](http://www.oerok.gv.at/fileadmin/Bilder/2.Reiter-Raum_u._Region/1.OEREK/OEREK_2011/PS_Energieraumplanung/Ergebnispapier_Energieraumplanung_2014-06.pdf), zuletzt abgerufen am 12.02.2016

**Spiegel (2015)**, Kampf gegen Erderwärmung: Die Welt einigt sich auf historischen Klimavertrag, online unter: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/uno-beschliesst-welt-klimavertrag-historisches-abkommen-a-1067513.html>, zuletzt abgerufen am 08.02.2016

**Theißing, M., Kraußler, A., Muster, M., Schloffer, M., Tragner, M., Wanek, M., Theißing-Brauhart, I. (2009)**, Instationarität von industrieller Abwärme als limitierender Faktor bei der Nutzung und Integration in Wärmeverteil- und Wärmenutzungssystemen, Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie Fabrik der Zukunft, Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, Kapfenberg, online unter:  
[http://download.nachhaltigwirtschaften.at/fdz\\_pdf/endbericht\\_0934\\_industrielle\\_abwaerme.pdf](http://download.nachhaltigwirtschaften.at/fdz_pdf/endbericht_0934_industrielle_abwaerme.pdf), zuletzt abgerufen am 16.01.2016

**Umweltbundesamt (2013)**, Zehnter Umweltkontrollbericht. Umweltsituation in Österreich. Reports, Bd. REP-0410. Umweltbundesamt, Wien, online unter:  
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0410.pdf>, zuletzt abgerufen am 10.02.2016

**Umweltbundesamt, Hrsg. (2014)**, Beitrag von Fernwärme, Fernkälte und Erdgas zu energie- und umweltpolitischen Zielen, online unter:  
<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/DP141.pdf>, zuletzt abgerufen am 19.02.2016

**Umweltbundesamt (2015)**, Kurzfassung des Berichts „Internationale Klimaverhandlungen – auf dem Weg nach Paris“, online unter:  
[http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/presse/news\\_2015/Kurzfassung\\_International\\_eKlimaverhandlungen\\_Nov2015.pdf](http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/presse/news_2015/Kurzfassung_International_eKlimaverhandlungen_Nov2015.pdf), zuletzt abgerufen am 19.02.2016

**Umweltförderung (n.b.)**, Betriebliche Umweltförderung im Inland, online unter:  
<https://www.umweltfoerderung.at/rechtliche-grundlagen-ufi.html>, zuletzt abgerufen am 07.03.2015

**Umweltförderung (2012)**, Abwärmepotenzialerhebung 2012, online unter:  
[http://www.umweltfoerderung.at/kpc/de/home/umweltfoerderung/fr\\_betriebe/energiesparen/abwärmepotenzialerhebung\\_2012/](http://www.umweltfoerderung.at/kpc/de/home/umweltfoerderung/fr_betriebe/energiesparen/abwärmepotenzialerhebung_2012/), zuletzt abgerufen am 06.02.2016

**Umweltbundesamt (2015a)**, Klimaschutzbericht 2015: Treibhausgas-Emissionen in Österreich sinken, online unter:  
[http://www.umweltbundesamt.at/aktuell/presse/lastnews/news2015/news\\_151111/](http://www.umweltbundesamt.at/aktuell/presse/lastnews/news2015/news_151111/), zuletzt abgerufen am 05.02.2016

**Umweltförderung (2015b)**, Informationsblatt Abwärmeauskopplung, online unter:  
[https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user\\_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente\\_Betriebe/Abwaermeauskopplung/UFI\\_Standardfall\\_Infoblatt\\_Abwaerme.pdf](https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/media/umweltfoerderung/Dokumente_Betriebe/Abwaermeauskopplung/UFI_Standardfall_Infoblatt_Abwaerme.pdf), zuletzt abgerufen am 07.03.2016



- 
- Umweltbundesamt (2016)**, Überblick zum UVP-G 2000, online unter: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/uvpsup/uvpoesterreich1/uvpg/>, zuletzt abgerufen am 08.03.2016
- United Nations (2014)**, World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York, online unter: <http://esa.un.org/unpd/wup/highlights/wup2014-highlights.pdf>, zuletzt abgerufen am 04.01.2016
- Rapottnig (2016)**, Innovative Wege der Wärmeversorgung in Wien bis 2050, „Fernwärme als Schlüssel zur Wärmewende oder Sackgasse?“, Energiegespräche 01.03.2016, online unter: [http://www.eeg.tuwien.ac.at/eeg.tuwien.ac.at\\_pages/events/egs/pdf/egs160301\\_rapottnig.pdf](http://www.eeg.tuwien.ac.at/eeg.tuwien.ac.at_pages/events/egs/pdf/egs160301_rapottnig.pdf), zuletzt abgerufen am 08.04.2016
- Tappeiner, G., Koblmüller, M., Staffler, G., Walch, K., (2002)**, Heimwert, Ökologisch-ökonomische Bewertung von Siedlungsformen, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 25/2002, online unter: [http://download.nachhaltigwirtschaften.at/download/endbericht\\_tappeiner\\_2502.pdf](http://download.nachhaltigwirtschaften.at/download/endbericht_tappeiner_2502.pdf), zuletzt abgerufen am 11.03.2016
- Tirol (2010)**, Abwärmekataster Tirol, online unter: <http://www.wassertirol.at/e-i-n-g-a-b-e/referenzprojekte/ressourcenprojekte/energiezukunft/abwaermekataster-vorgestellt/index.html>, zuletzt abgerufen am 08.02.2016
- VDMA (2015)**, Abwärmenutzung von Kälteanlagen, Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V., Frankfurt/Main, online unter: <http://am.vdma.org/documents/105873/8533719/VDMA%2024019%20Abw%C3%A4rmenutzung%20von%20K%C3%A4lteanlagen.pdf/031654d9-2ea4-418a-96cc-b389726769c4>, zuletzt abgerufen am 01.05.2016
- Waldhoff, C., Reckzügel, M. (2014)**, ReWIn – Regionales Wärmekataster Industrie, Strukturkonzept für ein regionales Abwärmekataster Industrie im Landkreis Osnabrück, Strategieentwicklung der Abwärmenutzung in Industrie und Gewerbe, Innovative Energiesysteme, Hochschule Osnabrück, online unter: [http://opus.hs-osnabrueck.de/files/17/ReWIn+\\_2014.pdf](http://opus.hs-osnabrueck.de/files/17/ReWIn+_2014.pdf), zuletzt abgerufen am 04.03.2016
- Wende, W., Huelsmann, W., Marty, M. Penn-Bressel, G., Bobylev, N. (2009)**, Climate protection and compact urban structures in spatial planning and local construction plans in Germany, online unter: [https://www.researchgate.net/profile/Nikolai\\_Bobylev/publication/248258032\\_Climate\\_protection\\_and\\_compact\\_urban\\_structures\\_in\\_spatial\\_planning\\_and\\_local\\_construction\\_plans\\_in\\_Germany\\_Land\\_Use\\_Policy\\_27\\_864-868/links/545dd8ac0cf2c1a63bfa7f19.pdf?inViewer=0&pdfJsDownload=0&origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Nikolai_Bobylev/publication/248258032_Climate_protection_and_compact_urban_structures_in_spatial_planning_and_local_construction_plans_in_Germany_Land_Use_Policy_27_864-868/links/545dd8ac0cf2c1a63bfa7f19.pdf?inViewer=0&pdfJsDownload=0&origin=publication_detail), zuletzt abgerufen am 11.03.2016
- Westphal, Christine (2008)**, Dichte und Schrumpfung. Kriterien zur Bestimmung angemessener Dichten in Wohnquartieren schrumpfender Städte aus Sicht der stadttechnischen Infrastruktur, IÖR Schriften, Band 49, Dresden, online unter: [https://www.ioer.de/fileadmin/internet/IOER\\_schriften/IOeR\\_Schriften\\_Band\\_49.pdf](https://www.ioer.de/fileadmin/internet/IOER_schriften/IOeR_Schriften_Band_49.pdf), zuletzt abgerufen am 28.03.2016
-

---

**Wien (n.b.),** Richtungsweisende Verbesserungen im Wiener Baurecht, online unter: <https://www.wien.gv.at/bauen-wohnen/bauordnungsnovelle.html>, zuletzt abgerufen am 24.02.2016

**Wien (n.b.a),** Die Fakten des Projekts In der Wiesen Ost, MA 21 Stadtteilplanung und Flächennutzung, online unter: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/k000003a.pdf>, zuletzt abgerufen am 07.05.2016

**Wien (2015),** Rot-Grünes Regierungsübereinkommen, online unter: <https://www.wien.gv.at/politik/strategien-konzepte/regierungsuebereinkommen-2015/pdf/regierungsuebereinkommen-2015.pdf>, zuletzt abgerufen am 21.02.2016

**Wiener Stadtwerke (2015),** Leitungsnetze, online unter: <http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/daseinsvorsorge/energieversorgung/leitungsnetze.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2016

**Wiener Stadtwerke (2015a),** Energieeffizienz, online unter: <http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/oekologie/energieerzeugung-bereitstellung/energieeffizienz.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2016

**Wiener Stadtwerke (2015b),** Fernwärme, online unter: <http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/oekologie/energieerzeugung-bereitstellung/fernwaerme.html>, zuletzt abgerufen am 05.03.2016

**Wiener Stadtwerke (2015c),** Fernkälte, online unter: <http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/oekologie/energieerzeugung-bereitstellung/fernkaelte.html>, zuletzt abgerufen am 04.03.2016

**Wien Energie (Hrsg.) (n.b.),** Wärmstens empfohlen. Fernkälte von Fernwärme Wien, online unter: [http://www.wienenergie.at/media/files/2015/fernk%C3%A4lte\\_12773.pdf](http://www.wienenergie.at/media/files/2015/fernk%C3%A4lte_12773.pdf), zuletzt abgerufen am 04.03.2016

**Wien Energie (2014),** Die Energieeffizienzstrategie von Wien Energie, Aktualisierung 2014, online unter: [https://www.wienenergie.at/media/files/2014/aktualisierung-we-energieeffizienzstrategie-we\\_2014-07-17\\_130757.pdf](https://www.wienenergie.at/media/files/2014/aktualisierung-we-energieeffizienzstrategie-we_2014-07-17_130757.pdf), zuletzt abgerufen am 27.02.2016

**Wien Energie (2015),** Wien Energie Jahrbuch 2014, online unter: [http://www.wienenergie.at/media/files/2015/wienenergie\\_jahrbuch2014\\_deutsch\\_150683.pdf](http://www.wienenergie.at/media/files/2015/wienenergie_jahrbuch2014_deutsch_150683.pdf), zuletzt abgerufen am 14.02.2016

**Wien Energie (2015a),** Umwelterklärung 2015 der Strom- und Wärmeerzeugungsanlagen von Wien Energie, online unter: [http://www.wienenergie.at/media/files/2015/umwelterkl%C3%A4rung\\_2015\\_158841.pdf](http://www.wienenergie.at/media/files/2015/umwelterkl%C3%A4rung_2015_158841.pdf), zuletzt abgerufen am 14.02.2016

**Wien Energie (2016),** Fernwärme, online unter: <http://www.wienenergie.at/eportal3/ep/channelView.do/pageTypeld/67825/channelId/-47745>, zuletzt abgerufen am 14.02.2016

**Wien Energie (2016a),** Fernkälte, online unter: <http://www.wienenergie.at/eportal3/ep/channelView.do/channelId/-48288>, zuletzt abgerufen am 04.03.2016

---

**Wien Energie (2016b)**, Süße Wärme, Manner-Schnitten heizen für Wien, online unter:  
<http://www.wienenergie.at/eportal3/ep/contentView.do/pageTypeld/67831/programId/176287/contentTypeld/1001/channelId/-57730/contentId/82631>, zuletzt abgerufen am 06.03.2016

**Wietschel, M., Arens, M., Dötsch, C., Herkel, S., Krewit, W., Markewitz, P., Möst, D., Scheufen, M. (Hrsg.) (2010)**, Energietechnologien 2050 – Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung, Technologiebericht, Fraunhofer ISI, Fraunhofer Verlag, Karlsruhe, online unter:  
<http://publica.fraunhofer.de/documents/N-118535.html>, zuletzt abgerufen am 09.01.2016

**Wirtschaftsblatt (2015)**, Wien Energie forciert Alternativen für Fernwärme, online unter:  
<http://wirtschaftsblatt.at/home/nachrichten/oesterreich/wien/4752653/Wien-Energie-forciert-Alternativen-fur-Fernwaerme>, zuletzt abgerufen am 14.03.2016

**Winenergy (1997)**, Energiekennzahlen und Sparpotenziale in der Kunststoffverarbeitung, erstellt im Auftrag von Wirtschaftskammer OÖ, Ökologische Betriebsberatung & OÖ Energiesparverband, online unter:  
[http://www.win.steiermark.at/cms/dokumente/11263987\\_52485981/2709820c/Energiekennzahlen%20und%20Sparpotenziale%20in%20der%20Kunststoffverarbeitung.pdf](http://www.win.steiermark.at/cms/dokumente/11263987_52485981/2709820c/Energiekennzahlen%20und%20Sparpotenziale%20in%20der%20Kunststoffverarbeitung.pdf), zuletzt abgerufen am 03.04.2016

**Winenergy (2000)**, Energiekennzahlen und Sparpotenziale für Brauereien, erstellt im Auftrag von Wirtschaftskammer OÖ, Ökologische Betriebsberatung & OÖ Energiesparverband, online unter:  
[http://www.win.steiermark.at/cms/dokumente/11263981\\_52485923/5311a767/Energiekennzahlen%20und%20Sparpotenziale%20in%20Brauereien.pdf](http://www.win.steiermark.at/cms/dokumente/11263981_52485923/5311a767/Energiekennzahlen%20und%20Sparpotenziale%20in%20Brauereien.pdf), zuletzt abgerufen am 10.04.2016

**WKO (n.b.)**, „Energieausweis – (fast) alles klar“, online unter:  
[https://www.wko.at/Content.Node/branchen/k/Geschaeftsstelle-Bau/Energieausweis\\_Uebersicht\\_der\\_Regelungen.pdf](https://www.wko.at/Content.Node/branchen/k/Geschaeftsstelle-Bau/Energieausweis_Uebersicht_der_Regelungen.pdf), zuletzt abgerufen am 10.03.2016

**Wohnbauforschung (n.b.)**, Die Sicherung der „Sozialen Nachhaltigkeit“ im zweistufigen Bauträgerwettbewerb – am Beispiel der dialogorientierten Verfahren „Wohnen am Marchfeldkanal“ und „In der Wiesen“ sowie des zweistufigen Wettbewerbs „Preyersche Höfe“. Eine Evaluierung der soziologischen Aspekte. Eine Zwischenbilanz., online unter:  
<http://www.wohnbauforschung.at/index.php?id=432>, zuletzt abgerufen am 08.02.2016

**Wohnfonds (n.b.)**, Bauträgerwettbewerb In der Wiesen Süd, online unter:  
[http://www.wohnfonds.wien.at/media/file/Neubau/abgeschl\\_wettbewerbe/2014\\_23\\_In\\_der\\_Wiesen\\_Sued.pdf](http://www.wohnfonds.wien.at/media/file/Neubau/abgeschl_wettbewerbe/2014_23_In_der_Wiesen_Sued.pdf), zuletzt abgerufen am 07.05.2016

**Wohnfonds (2016)**, Wohnfonds Wien, Fonds für Wohnbau und Stadterneuerung, online unter: <http://www.wohnfonds.wien.at/>, zuletzt abgerufen am 08.02.2016

**Wolff, D., Jagnow, K. (2011)**, Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung, Wolfenbüttel/Braunschweig, online unter:  
<https://www.delta-q.de/export/sites/default/de/downloads/fernwaermestudie.pdf>, zuletzt abgerufen am 03.03.2016

**WVV (n.b.)**, Primärenergiefaktor, online unter:  
[http://www.wvv.de/de/home/energie\\_und\\_wasser/energiewasser\\_privatkunden/energiewasser\\_p\\_wissenswertes/primaerenergiefaktor/primrenergiefaktor\\_2.jsp](http://www.wvv.de/de/home/energie_und_wasser/energiewasser_privatkunden/energiewasser_p_wissenswertes/primaerenergiefaktor/primrenergiefaktor_2.jsp), zuletzt abgerufen am 28.02.2016

---

**ZAE-Bayern (2015)**, Industrielle Abwärmenutzung durch thermische Energiespeicherung – Innovatives Wärmerecycling des ZAE unter den TOP 10 für die GreenTec Awards 2015, online unter: <http://www.zae-bayern.de/hauptforschungsthemen/energieeffiziente-prozesse/projekte/industrielle-abwaermenutzung-durch-thermische-energiespeicherung.html>, zuletzt abgerufen am 09.04.2016

**Zurich IBM (2009)**, Intelligente Abwärmenutzung im Rechenzentrum – das Zukunftsmodell für emissionsfreie Rechenzentren, online unter: [http://www.zurich.ibm.com/news/08/zed\\_d.html](http://www.zurich.ibm.com/news/08/zed_d.html), zuletzt abgerufen am 09.04.2016

**Zurich IBM (2009)**, IBMs „Zero Emission Data Center“ gehört zu den innovativsten Green-IT Projekten in der Schweiz, online unter: <http://www.zurich.ibm.com/news/09/servercooling.html>, zuletzt abgerufen am 08.04.2016

### **Rechtsquellen**

**EeffG 2014**, Bundesgesetz über die Steigerung der Energieeffizienz bei Unternehmen und dem Bund (Bundes-Energieeffizienzgesetz – EeffG) (StF: BGBl. I Nr. 72/2014)

**Energieeffizienzrichtlinie RL 2012/27/EU**, Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG  
<http://www.bmwfw.gv.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/PublishingImages/Text%20Energieeffizienzrichtlinie.pdf>

**Erneuerbare-Energien-Richtlinie RL 2009/28/EG**, Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG

**Gebäuderichtlinie RL 2010/31/EU**, Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Abl. 2010 L 153/13)

**OIB Richtlinie 6** Energieeinsparung und Wärmeschutz, Ausgabe März: 2015, OIB-330.6-009/15

**Oö. LuftREnTG 2002**, Landesgesetz über das Inverkehrbringen, die Errichtung und den Betrieb von Heizungsanlagen, sonstigen Gasanlagen sowie von Lagerstätten für brennbare Stoffe (Oö. Luftreinhalte- und Energietechnikgesetz 2002 – Oö. LuftREnTG) (LGBl. Nr. 114/2002 idF LGBl. Nr. 58/2014)

**Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen**, BGBl. Nr. 414/1994 i.d.g.F., (StF: BGBl. Nr. 414/1994)

**StROG 2010**, Gesetz vom 23. März 2010 über die Raumordnung in der Steiermark (Steiermärkisches Raumordnungsgesetz 2010 – StROG) (LGBl. Nr. 49/2010 idF LGBl. Nr. 139/2015)

**UVP-G 2000**, Bundesgesetz über die Prüfung der Umweltverträglichkeit (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 – UVP-G 2000) (StF: BGBl. Nr. 696/10993 idF BGBl. I Nr. 4/2016)

**Verordnung der Wiener Landesregierung, mit der bautechnische Anforderungen festgelegt werden (Wiener Bautechnikverordnung – WBTV)** (LGBl. Nr. 31/2008)

---

**Wiener Neubauverordnung 2007**, Verordnung der Wiener Landesregierung über die Förderung der Errichtung von Wohnungen, Geschäftsräumen, Heimplätzen, Eigenheimen, Kleingartenwohnhäusern und Einrichtungen der kommunalen Infrastruktur im Rahmen des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes 1989 – Neubauverordnung 2007 (Wr LGBl. 27/2007 idF Wr LGBl. 18/2012)

**Wiener Sanierungsverordnung 2008**, Verordnung der Wiener Landesregierung über die Gewährung von Förderungen im Rahmen des II. Hauptstückes des Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetzes 1989 – Sanierungsverordnung 2008 (Wr LGBl. 02/2009 idF Wr LGBl. 25/2013)

**Wiener Stadtentwicklungs-, Stadtplanungs- und Baugesetzbuch – Bauordnung für Wien (WBO)**, LGBl. Für Wien Nr. 11/1930 idF Wr LGBl. 25/2014

**WWFSG 1989**, Gesetz über die Förderung des Wohnungsneubaus und der Wohnhaussanierung und die Gewährung von Wohnbeihilfe – Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz (Wr LGBl. 38/1989 idF Wr LGBl. 35/2013)

**Kyoto Protokoll**, Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen samt Anlagen, BGBl. III Nr. 89/2005

## Interviews

Interview **Cervený, M.** (2016), telefonisches Interview, Dauer ca. 40 Minuten mit Herrn Mag. Michael Cervený, Energy Center Vienna am 3.02.2016

Interview **Korab, R.** (2016), telefonisches Interview, Dauer ca. 20 Minuten mit Herrn Dr. Robert Korab, Büro raum & kommunikation, bis 2014 Mitglied in der Jury bei Bauträgerwettbewerben, Berater der Geschäftsgruppe Wohnbau und der Baudirektion der Stadt Wien am 9.02.2016

Interview **Mollay, U.** (2016), persönliches Interview, Dauer ca. 60 Minuten mit Frau DI Ursula Mollay, MA MSc, Österreichisches Institut für Raumplanung (ÖIR), Raumplanung und Regionalentwicklung, Energieeffizienz und erneuerbare Energien, am 11.02.2016

Interview **MA 20** (2016), persönliches Interview, Dauer ca. 90 Minuten mit Herrn DI Herbert Ritter und Herrn DI Stefan Geier, Magistratsabteilung Energieplanung, am 17.02.2016

Interview **Michael Herbek** (2016), persönliches Interview, Dauer ca. 50 Minuten mit Herrn Michael Herbek, Developmentmanager der „Bauen und Wohnen Gesellschaft mbh“ (BUWOG), am 26.02.2016

## Stadtentwicklungsgebiete

- [1] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/veranstaltungen/ausstellungen/2014/konzept-viertel-zwei-plus.html>
- [2] <http://wien.orf.at/news/stories/2737461/>
- [3] <http://blog.oebb.at/backend/wp-content/uploads/2014/04/StadtteilentwicklungWienNordbahnhof.pdf>
- [4] <http://www.meinbezirk.at/leopoldstadt/lokales/nordwestbahnhof-projekt-kommt-ins-rollen-d1544119.html>
- [5] <http://chorherr.twoday.net/stories/948992086/>
- [6] <https://www.wien.gv.at/rk/msg/2013/10/04013.html>
- [7] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/zielgebiete/erdbergermais/teilgebiete/aspanggruende-eurogate/>
- [8] <http://www.oe24.at/lifestyle/wohnen/Das-ist-das-neue-Quartier-Belvedere/90969225>
- [9] <http://www.qbc.at/quartier-belvedere/>
- [10] <https://www.wien.gv.at/bauen-wohnen/sonnwendviertel.html>
- [11] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/rothneusiedl/index.html>
- [12] <https://www.wien.gv.at/bauen-wohnen/wohnbauinitiative-naechste-etappe.html>
- [13] [http://www.oebb-immobilien.at/de/Projektentwicklung/Stadtteilentwicklung\\_Felberstrasse/index.jsp](http://www.oebb-immobilien.at/de/Projektentwicklung/Stadtteilentwicklung_Felberstrasse/index.jsp)

- [14] <https://wien.gruene.at/stadtplanung/neue-stadtviertel-in-u-bahn-naehe>
- [15] <http://www.wse.at/#Neu-Leopoldau/1466>
- [16] [https://marchfeldkanal.files.wordpress.com/2013/08/flaechen\\_noerdlich\\_des\\_heeresspitals\\_bescheid\\_593\\_2012\\_15\\_04\\_13-beilage-1.pdf](https://marchfeldkanal.files.wordpress.com/2013/08/flaechen_noerdlich_des_heeresspitals_bescheid_593_2012_15_04_13-beilage-1.pdf)
- [17] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/h000023.pdf>
- [18] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/europan/europan12.html>
- [19] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/zielgebiete/donaustadt-asporn/strategieplan/entwicklungsschwerpunkt-berresgasse.html>
- [20] Dumke et al. 2014: 39
- [21] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/asporn-seestadt/wohnen-arbeiten/wohnungen.html>
- [22] <http://www.meinbezirk.at/liesing/lokales/bauvorhaben-unilevergruende-d528304.html>
- [23] [http://www.wohnfonds.wien.at/media/file/Neubau/abgeschl\\_wettbewerbe/2014\\_23\\_in\\_der\\_Wiesen\\_Sued.pdf](http://www.wohnfonds.wien.at/media/file/Neubau/abgeschl_wettbewerbe/2014_23_in_der_Wiesen_Sued.pdf)
- [24] <https://www.wien.gv.at/bauen-wohnen/wiesen-sued.html>
- [25] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/k000003a.pdf>
- [26] <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/zielgebiete/liesing-mitte/pdf/atzgersdorf.pdf>
- [27] [http://www.wohnfonds.wien.at/media/file/Neubau/Broschuere\\_Webseite.pdf](http://www.wohnfonds.wien.at/media/file/Neubau/Broschuere_Webseite.pdf)

## Rechenzentren

- [1] [https://www.raiffeiseninformatik.at/fileadmin/dateiliste/Dokumente/downloads/unternehmen/RDC\\_Folder\\_DE\\_01.pdf](https://www.raiffeiseninformatik.at/fileadmin/dateiliste/Dokumente/downloads/unternehmen/RDC_Folder_DE_01.pdf)
- [2] <http://www.interxion.com/at/Standorte/osterreich/wien/>
- [3] <http://www.interxion.com/at/uber-uns/news/interxion-eroffnet-zweites-rechenzentrum-in-wien/>
- [4] [http://artaker.at/fileadmin/content/Events/2015/20151011\\_Artaker\\_Solutions\\_Day/ArtakerSolutionsDay\\_02\\_eShelter\\_Datacenter.pdf](http://artaker.at/fileadmin/content/Events/2015/20151011_Artaker_Solutions_Day/ArtakerSolutionsDay_02_eShelter_Datacenter.pdf)
- [5] <http://www.telehouse.net/Telehouse/media/Telehouse/Fact%20Sheets/London-Data-Centre-Telehouse-West.pdf?ext=.pdf>
- [6] <http://www.telehouse.net/london-data-centres>
- [7] <http://royal.pingdom.com/2008/11/14/the-worlds-most-super-designed-data-center-fit-for-a-james-bond-villain/>
- [8] <http://www.oppenfjarrvarme.se/media/open-district-heating-bahnhof-pionen.pdf>
- [9] <https://www.linkedin.com/pulse/heat-recovery-data-centers-why-so-difficult-use-benjamin-petschke?forceNoSplash=true>
- [10] [http://www.datacenterexperts.com/files/Calculating\\_Total\\_Cooling\\_Requirement\\_for\\_Data\\_Centers.pdf](http://www.datacenterexperts.com/files/Calculating_Total_Cooling_Requirement_for_Data_Centers.pdf)
- [11] <http://www.heise.de/newsticker/meldung/Rechenzentrum-beheizt-Wohnungen-213529.html>
- [12] <http://www.telehouse.net/london-data-centres>
- [13] <http://www.coldinnov.com/en/froid-fixe/>
- [14] <http://www.datacenterdynamics.com/design-build/dcd-at-cebit-heat-reuse-worth-more-than-pue-yandex/93586.fullarticle>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: methodische Vorgehensweise, eigene Darstellung .....	5
Abbildung 1-2: unterschiedliche Potenzialdefinitionen, eigene Darstellung [Blesl et al., 2009: 47]	6
Abbildung 2-1: Energieumwandlung, eigene Darstellung [IZES, 2015: 10] .....	19
Abbildung 2-2: Energieflussbild der Stadt Wien 2014 eigene Darstellung nach MA 20, Hrsg., 2015, Daten von [MA 20, n.b.: online].....	20
Abbildung 2-3: Endenergieverbrauch nach Energieträgern, eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015b] .....	21
Abbildung 2-4: Endenergieverbrauch der Wiener Industrie im Jahr 2014 [GWh, %], eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015b] .....	22
Abbildung 2-5: Absolute Gebäudeanzahl nach Baualtersklassen, eigene Darstellung [Statistik Austria GWR 2013].....	22
Abbildung 2-6: Anteile der Wohngebäude an allen Wohngebäuden je 250x250m Rasterfeld, eigene Darstellung [Statistik Austria GWR 2013, OGD Wien] .....	23
Abbildung 2-7: Anteile der Gebäude nach Bauperiode und Wohnungsanzahl, eigene Darstellung [Statistik Austria GWR 2013].....	23
Abbildung 2-8: Bevölkerungsentwicklung Wiens 1961 bis 2013 und Prognose 2014 bis 2044 [MA 23, Hrsg., 2014: 13] .....	24
Abbildung 2-9: Stadtentwicklungsgebiete in Wien, eigene Darstellung .....	26
Abbildung 2-10: Stadtentwicklungsgebiete in Wien, eigene Darstellung .....	27

---

Abbildung 2-11: Deckung des Fernwärmebedarfs 2013/2014 nach Quellen und Erzeugungsstruktur in Prozent der Fernwärme Wien [Wien Energie 2015a: 7] .....	28
Abbildung 2-12: Fernwärme nach Sektoren im Jahr 2014 [GWh; %], eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015b] .....	29
Abbildung 2-13: Fernwärme nach Verwendungszweck im Jahr 2014 [GWh; %], eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015a] .....	29
Abbildung 2-14: Anteil der verwendeten Heizungsart in Wien 2013/2014, eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015f] .....	29
Abbildung 2-15: Anteil der fernwärmeversorgten Wohnungen in Wien von 2003-2014, eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015f] .....	29
Abbildung 2-16: Netzverluste Fernwärme Wien, eigene Darstellung [Wiener Stadtwerke 2015a: online].....	30
Abbildung 2-17: Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen der Heizungsarten [kg CO <sub>2</sub> /MWh], eigene Darstellung [FGW, 2011: 5].....	30
Abbildung 2-18: Netzversorgungsgrad Fernwärme Wien [Büchele et al., 2015: 43].....	31
Abbildung 2-19: Abwärmepotenziale in Wien, eigene Darstellung, Daten aus [MA 27, Hrsg., 2008] .....	34
Abbildung 2-20: Einspeisung von Manner ins Fernwärmenetz [Wien Energie, 2016b: online] ....	37
Abbildung 3-1: hierarchischer Prozess der Abwärmenutzung, eigene Darstellung.....	39
Abbildung 3-2: Verteilung des Wärmebedarfs nach Temperaturniveau und Industriebranchen in der deutschen Industrie 2001 [Pehnt et al., 2010: 7] .....	40
Abbildung 3-3: Haupthindernisse für die Abwärmenutzung steirischer Industriebetriebe, eigene Darstellung [Schnitzer et al., 2012: 51] .....	44
Abbildung 4-1: Zusammenhang von Heizwärmebedarf und Kompaktheit bei verschiedenen Bebauungsformen modifiziert [Bott et al., 2013: 170] .....	52
Abbildung 4-2: Oberflächen-Volumenverhältnis für verschiedene Gebäudeformen (jeweils 64 Wohnungen), [Wende et al., 2009, Original: DIFU et al., 1997] .....	53
Abbildung 4-3: Wärmebedarfsdichten unterschiedlicher Bebauungsstrukturen modifiziert nach Bott, H., Hrsg., 2013: 33 und Westphal, 2008: 192 [Siedentop et al., 2006: 97; Westphal, 2008: 192].....	55
Abbildung 5-1: Abwärmequellen und deren Nutzungsmöglichkeiten, modifiziert [nach Dena, 2014: 4f] .....	64
Abbildung 5-2: Endenergiebedarf für Kälte- und Wärmebereitstellung [VDMA, 2015: 5] .....	66
Abbildung 5-3: Auswahl der NACE-Branchen, eigene Darstellung.....	67
Abbildung 5-4: Anteil der Beschäftigten nach NACE – Branchen, eigene Darstellung [Statistik Austria, 2015b und Statistik Austria, 2015e].....	68
Abbildung 5-5: Energetischer Endverbrauch pro Beschäftigtem und absolut in Wien im Jahr 2014 .....	69
Abbildung 5-6: Auswahl der Unternehmen – NACE-Klassen und Überkategorien, eigene Darstellung .....	70
Abbildung 5-7: ausgewählte Unternehmen nach Branchenklassen, eigene Auswertung und Darstellung .....	71
Abbildung 5-8: Schritte zur Abschätzung des Abwärmepotenzials, eigene Darstellung .....	71
Abbildung 5-9: Abwärmenutzung im Rechenzentrum [Fortum, n.b.] .....	80
Abbildung 5-10: Abwärmepotenziale in allen Temperaturniveaus, eigene Darstellung .....	91

---

---

Abbildung 5-11: Abwärmepotenziale in allen Temperaturniveaus in fernwärmeversorgten Gebieten, eigene Darstellung .....	92
Abbildung 6-1: Gebietstypologie der Stadt Wien (MA 18), eigene Darstellung .....	94
Abbildung 6-2: Dichteklassen nach Gebietstypologie der Stadt Wien (MA 18), eigene Darstellung .....	94
Abbildung 6-3: Heizwärmebedarf für Raumwärme, eigene Darstellung .....	96
Abbildung 6-4: Bedarfsdeckung in allen Nachfragegebieten (Radius: 500 Meter), eigene Darstellung .....	98
Abbildung 6-5: Bedarfsdeckung unter Ausschluss von Wohngebieten mit geringer Siedlungsdichte (Radius: 500 Meter), eigene Darstellung .....	99
Abbildung 6-6: Bedarfsdeckung in allen Nachfragegebieten (Radius: 250 Meter), eigene Darstellung .....	100
Abbildung 6-7: Bedarfsdeckung unter Ausschluss von Wohngebieten mit geringer Siedlungsdichte (Radius: 250 Meter), eigene Darstellung .....	101
Abbildung 6-8: Bedarfsdeckung unter Ausschluss von Wohngebieten mit geringer Siedlungsdichte (Radius: abhängig von der Abwärmemenge), eigene Darstellung .....	102
Abbildung 6-9: Bedarfsdeckung unter Ausschluss von Wohngebieten mit geringer Siedlungsdichte mit Stadtentwicklungsgebieten (Radius: 500 Meter), eigene Darstellung .....	103
Abbildung 6-10: Bedarfsdeckung Ausschnitt Siemensstraße mit allen Nachfragegebieten, eigene Darstellung .....	104
Abbildung 6-11: Ausschnitt Siemensstraße Fernwärmeversorgung, eigene Darstellung .....	104
Abbildung 6-12: Bedarfsdeckung Ausschnitt Siemensstraße mit Temperaturniveaus der Abwärmequellen in allen Nachfragegebieten, eigene Darstellung .....	105
Abbildung 6-13: Bedarfsdeckung Ausschnitt Liesing mit Temperaturniveaus der Abwärmequellen ohne Gebiete mit geringer Dichte, eigene Darstellung .....	106
Abbildung 6-14: Ausschnitt Liesing Fernwärmeversorgung, eigene Darstellung .....	106
Abbildung 7-1: Interessen der Akteurinnen und Akteure im Zusammenhang mit industriell-gewerblicher Abwärmennutzung, eigene Darstellung .....	120



---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Energieaufbringung im Jahr 2014, eigene Darstellung [Statistik Austria 2015b].....	21
Tabelle 2-2: Technisches Potenzial an Abwärme in der österreichischen Industrie nach Branchen bis zum Jahr 2025, eigene Darstellung [Büchele et al., 2015: 57].....	32
Tabelle 2-3: Ergebnis der Abwärmepotenzialerhebung 2012 für Österreich (KPC, 2012; eigene Darstellung) .....	33
Tabelle 3-1: Übersicht Wärmemedien [vgl. KPC, 2012: 16; Brandstätter, 2008: 12f] .....	39
Tabelle 3-2: Prozesstemperaturen nach Industriebranchen [Wietschel et al., 2010; Blesl et al., 2009].....	40
Tabelle 3-3: Kriterien für eine Abwärmenutzung.....	49
Tabelle 4-1: Einflussmöglichkeiten von Seiten der Stadtplanung, eigene Darstellung .....	51
Tabelle 4-2: Grenzwerte für wirtschaftliche Fernwärmeversorgung, eigene Darstellung, modifiziert [Pol & Schmidt, 2015: 320; Hemis & Bork, 2013: 31 in Giffinger & Zech., 2014; Schmidt, 2011: 38; Büchele et al, 2015: 34].....	54
Tabelle 4-3: Variantenprüfung Bebauungstypen und wirtschaftliche Fernwärmeversorgung, eigene Darstellung [Hemis & Bork, 2013: 32 in Giffinger & Zech, 2014].....	56
Tabelle 4-4: Netzverluste in Abhängigkeit vom Bebauungstyp, eigene Darstellung [Wolff et al. 2011:20] .....	56
Tabelle 5-1: Abwärmepotenziale von Druckluftanlagen in unterschiedlichen Branchen, eigene Berechnung .....	65
Tabelle 5-2: Stromkapazität von Rechenzentren in Abhängigkeit der Fläche, eigene Berechnung .....	81
Tabelle 5-3: Abwärmemenge von Rechenzentren in Abhängigkeit der Stromkapazität und Fläche, eigene Berechnung.....	81
Tabelle 5-4: Mitarbeiterspezifischer Wärmebedarf von Industriebetrieben nach Betriebsgrößenklassen und Anwendungsbereich [Blesl et al., 2009: 126f].....	88
Tabelle 5-5: Abwärmeanteile, eigene Darstellung .....	89
Tabelle 5-6: technisches Abwärmepotenzial von Wiener Unternehmen nach Branchen, eigene Darstellung .....	90

---

## Glossar

### Absorptionskältemaschinen

Absorptionskältemaschinen erzeugen Kälte aus Wärme. Als Antriebsenergie wird Wärme anstelle von Strom verwendet. Dadurch können Strom und Treibhausgasemissionen eingespart werden. Bei Wien Energie kommen überwiegend Absorptionskältemaschinen zum Einsatz. [Magistrat der Stadt Wien, Hrsg., 2013]

### CO<sub>2</sub> (Kohlenstoffdioxid) - Treibhausgas

Vom Menschen verursachte Emissionen an CO<sub>2</sub> entstehen vor allem bei der Verbrennung von Brennstoffen wie Kohle, Öl und Erdgas, aber auch von nachwachsenden Energieträgern wie Biogas, Holz oder Raps. CO<sub>2</sub> aus nicht erneuerbaren Ressourcen ist klimaschädlich, weil es zum Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre und damit zum Treibhauseffekt beiträgt. CO<sub>2</sub> ist ein Treibhausgas [Wien Energie, 2015].

### Emissionszertifikate

Ein im Rahmen der Umsetzung der Kyoto-Ziele eingeführtes Instrument, das den weltweiten Umgang mit definierten Mengen an Treibhausgasen regelt. Nach diesem System erhalten Unternehmen individuelle Vorgaben zur Begrenzung des Schadstoffausstoßes. Sollten diese Vorgaben nicht erfüllt werden, können Emissionsrechte (Zertifikate) zugekauft werden [Wien Energie, 2015].

### Energieeffizienz

Mit Energieeffizienz wird das „Verhältnis von Ertrag an Leistung, Dienstleistungen, Waren oder Energie zu Energieeinsatz“ [Artikel 2 Z 4 Energieeffizienz RL 2012/27/EU] bezeichnet.

### Energieraumplanung

Energieraumplanung ist jener integrale Bestandteil der Raumplanung, der sich mit den räumlichen Dimensionen von Energieverbrauch und Energieversorgung umfassend beschäftigt [Stöglehner et al., 2014: 12].

### Erneuerbare Energien

Der Ausdruck „Energie aus erneuerbaren Quellen“ bezeichnet „Energie aus erneuerbaren, nichtfossilen Energiequellen, das heißt Wind, Sonne, aerothermische, geothermische, hydrothermische Energie, Meeresenergie, Wasserkraft, Biomasse, Deponiegas, Klärgas und Biogas“ [Artikel 2 lit a Erneuerbare-Energien-RichtlinieRL 2009/28/EG].

### Fernkälte

Bezeichnung für eine „Kältelieferung“ zur Klimatisierung von Gebäuden. Hierbei wird in einer Kältezentrale die erforderliche Kälte erzeugt und über wärmegeämmte Kältenetze an die Verbraucher geliefert [Wien Energie, 2015].

### Fernwärme

Bezeichnung für eine Wärmelieferung zur Versorgung von Gebäuden mit Heizung und Warmwasser. Der Transport der thermischen Energie erfolgt in einem wärmegeämmten Rohrsystem [Wien Energie, 2015].

### GFZ

Die Geschoßflächenzahl ist das Verhältnis der Gesamtgeschoßfläche eines Gebäudes zur Grundstücksfläche. Sie gibt das Ausmaß der zulässigen baulichen Ausnutzbarkeit von Bauplätzen an und stellt somit ein Maß für die Bebauungsdichte dar [vgl. SIR, Hrsg., 2007]

### KWK (Kraft-Wärme-Kopplung)

Bei der gleichzeitigen Gewinnung von Strom und Wärme – Kraft-Wärme-Kopplung – können die eingesetzten Brennstoffe am effizientesten genutzt werden (Brennstoffausnutzung). Denn bei der Erzeugung von Strom in Kraftwerken auf Basis von Gas, Kohle oder Öl (und Atomkraftwerken) kann nur ein begrenzter Anteil der eingebrachten Primärenergie in Strom umgewandelt werden. Der restliche Anteil fällt als sogenannte Abwärme an. Diese Abwärme wird in KWK-Anlagen zur Erzeugung von Fernwärme genutzt [Wien Energie, 2015].

### Kompressionskältemaschinen

Kompressionskältemaschinen stellen die häufigste Technologie zur Kältengewinnung dar. Sie benötigen hochwertigen Strom als Antriebsenergie, was einen hohen Brennstoffeinsatz zur Folge hat. Zudem kommen Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) als Kältemittel zum Einsatz, die aufgrund ihres erheblichen Treibhauseffektes gänzlich vermieden werden sollten [Magistrat der Stadt Wien, Hrsg., 2013]

### Primärenergie

Energie, die mittels natürlich vorkommender Energieformen oder Energieträger zur Verfügung steht und im Gegensatz zur Sekundärenergie ohne Umwandlung eingesetzt werden kann. Neben den fossilen Brennstoffen wie Erdgas, Mineralöl, Braun- und Steinkohle zählen hierzu auch erneuerbare Energieträger wie Sonnen-, Wind- und Wasserkraft oder Biomasse, aber auch Kernenergieträger (Uran, Thorium) [Wien Energie, 2015].

### Spitzenlast (Peakload)

Bezeichnet eine kurzzeitig auftretende hohe Leistungsnachfrage im Stromnetz oder in anderen Versorgungsnetzen (Erdgas, Fernwärme, Nahwärme). Zur Abdeckung dieser Nachfrage werden Spitzenlastkraftwerke eingesetzt, die rasch aktiviert werden können [Wien Energie, 2015].