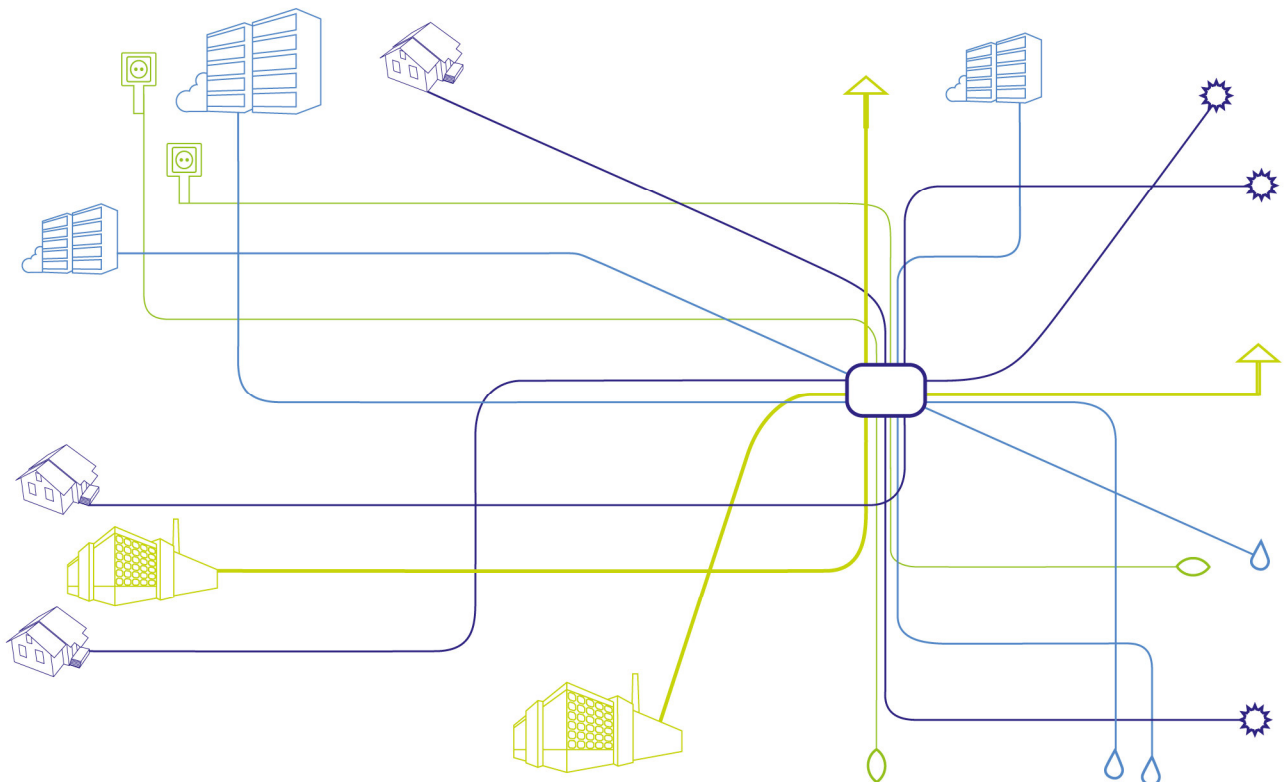




HEAT_re_USE.vienna

Sondierung zur systematischen
Nutzung von Abwärmepotenzialen in
Wien



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung. Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert.

Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepages www.klimafonds.gv.at sowie www.smartcities.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „**Smart Cities Demo - 5. Ausschreibung**“. Die Vision des Klima- und Energiefonds für die Smart-Cities-Initiative mit ihren jährlichen Ausschreibungen ist die erstmalige Umsetzung einer „Smart City“ oder einer „Smart Urban Region“, in der technische und soziale Innovationen intelligent eingesetzt und kombiniert werden, um die Lebensqualität künftiger Generationen zu erhalten bzw. zu optimieren. Ein Stadtteil bzw. -quartier, eine Siedlung oder eine urbane Region in Österreich soll durch den Einsatz intelligenter grüner Technologien zu einer „Zero Emission City“ oder „Zero Emission Urban Region“ werden.

Smarte Stadtentwicklung erfordert intelligente, vernetzte und integrierte Lösungen. Mittelfristig werden **groß angelegte, sichtbare Demonstrationsprojekte** in ganz Österreich angestrebt, die sowohl Maßnahmenbündel **im Bestand** („Retrofit“), als auch **im Neubau** umfassen. Die mehrjährige Smart-Cities-Initiative des Klima- und Energiefonds ist strategisch klar auf **Umsetzungen** ausgerichtet: Entsprechend sind insbesondere Technologieentwicklungen essentiell, die die **Interaktion und Vernetzung zwischen einzelnen technischen Systemen** ermöglichen. Auf die **thematische Offenheit hinsichtlich**

der Wahl der Technologien (beispielsweise für die Energieaufbringung, für Effizienz, Speicherung, Kommunikation, Mobilität etc.) wird dabei Wert gelegt.

A handwritten signature in black ink, reading "Theresia Vogel". The script is cursive and elegant, with the first name and last name clearly distinguishable.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink, reading "Ingmar Höbarth". The script is more stylized and compact than the one on the left, with some overlapping strokes.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

PUBLIZIERBARER ENDBERICHT

A. Projektdetails

Kurztitel:	HEAT_re_USE.vienna
Langtitel:	Sondierung zur systematischen Nutzung von Abwärmepotenzialen in Wien
Programm:	Smart Cities Demo - 5. Ausschreibung
Dauer:	01.06.2015 bis 30.11.2016
KoordinatorIn/ ProjekteinreicherIn:	AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Kontaktperson - Name:	Dr. Wolfgang Loibl
Kontaktperson - Adresse:	Giefinggasse 2, 1210 Wien
Kontaktperson - Telefon:	+43(0) 664 8251186
Kontaktperson E-Mail:	Wolfgang.Loibl@ait.ac.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	Wien Energie (via LOI) Magistratsabteilung 20 – Energieplanung der Stadt Wien (via LOI)
Projektwebsite:	http://www.smartcities.at/stadt-projekte/smart-cities/heat-re-use/
Schlagwörter (im Projekt bearbeitete Themen- /Technologiebereiche)	☒ Gebäude ☒ Energienetze ☐ andere kommunale Ver- und Entsorgungssysteme ☐ Mobilität ☐ Kommunikation und Information
Projektgesamtkosten genehmigt:	221.322 €
Fördersumme genehmigt:	177.000 €
Klimafonds-Nr:	850026
Erstellt am:	31.01.2017

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

B. Projektbeschreibung

B.1 Kurzfassung

Ausgangssituation / Motivation:	Um der globalen Erderwärmung durch den Ausstoß von Treibhausgasen entgegen zu wirken, bedarf es einer Umstellung des Energiesystems von fossilen auf erneuerbare Energieträger. Die Nutzung dezentraler Abwärmequellen ist eine Möglichkeit, den Bedarf fossiler Primärenergie zu reduzieren. Das Potenzial an Abwärmequellen ist derzeit nicht ausreichend bekannt, Die Erfassung von potentiellen industriell-gewerblichen Abwärmequellen und des Nachfragepotentials im Umfeld dieser Quellen liefern die Grundlage, um städtischer Energiesysteme effizienter und klimafreundlicher zu gestalten.
Bearbeitete Themen-/ Technologiebereiche:	Gebäude, Energienetze
Inhalte und Zielsetzungen:	In diesem Projekt wurden Möglichkeiten analysiert, das Energieversorgungssystem von Wien durch Nutzung von Abwärme aus industriellen und gewerblichen Quellen effizienter und klimafreundlicher zu gestalten. Abwärmequellen wurden identifiziert, charakterisiert und hinsichtlich ihrer Nutzungsmöglichkeiten direkt in der näheren Umgebung oder zu Einspeisung in das Fernwärmenetz evaluiert. Anhand dessen wurden ökonomisch und ökologisch sinnvolle Pilotprojekte identifiziert und als Umsetzungsbeispiel ein Grobkonzept für die Abwärmenutzung eines Rechenzentrums in Floridsdorf erstellt.
Methodische Vorgehensweise:	Da keine Messdaten für Abwärmeangebot und Wärmebedarf verfügbar waren, musste das Abwärmepotenzial und der Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser anhand von Proxy-Daten geschätzt werden. Kommerzieller Wärmebedarf als Basis für Abwärmenutzung wurde dabei anhand der Beschäftigtenzahlen in Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben (und dem pro-Kopf-Energiebedarf je Branche) im Stadtgebiet geschätzt. Branchenspezifische Abwärmeanteile und die Temperaturbereiche wurden dazu aus der Literatur übernommen und mittels Stichprobenbefragung überprüft. Der Heizwärmebedarf wurde anhand der Zahl der Wohnungen nach Größenklassen und Baualterklassen, der Verteilung der Wohnungen nach Gebäudetyp (Wohnungen in 1-2 Familienhäusern und im mehrgeschoßigen Wohnbau) der durchschnittlichen Wohnnutzfläche der Wohnungsgrößenklassen sowie dem spezifischen Heizwärmebedarf je m² nach Baualter- und Gebäudetyp abgeleitet. Meetings und Workshops wurden in dem identifizierten Abwärme-Versorgungsbereich durchgeführt. Der erste Workshop befasste sich mit den generellen Möglichkeiten für ein privates Unternehmen als Wärmeversorger für eine Wohnungsanlage aufzutreten. In weiteren Sitzungen wurden technische Fragen für die Umsetzung diskutiert.
Ergebnisse und Schlussfolgerungen:	Die Ergebnisse bestehen aus einer (nicht öffentlich publizierte) Zusammenstellung der relevanten Unternehmen in Wien mit Beschäftigten und Branchenzugehörigkeit, die als Abwärmequellen geeignet sind, eine Zusammenstellung der branchenspezifischen Wärmeenergiemengen (anhand der unternehmensspezifischen)

	Beschäftigtenzahlen sowie der branchentypischen Temperaturniveaus und daraus abgeleitet Karten der Abwärmepotenziale – lokalisiert anhand der Unternehmensadressen. Zusätzlich wurden Analysen der Nachfragepotenziale im Umfeld der Potenziale anhand dem Gebäudebestand sowie eine detaillierte technische, wirtschaftliche und ökologische Bewertung eines möglichen Projektes durchgeführt.
Ausblick:	Durch die enge Zusammenarbeit des Projektteams mit den für die Umsetzung entscheidenden städtischen Institutionen wie der Wien Energie GmbH und der MA20 – Energieplanung des Wiener Magistrats, sowie durch die Durchführung von Workshops mit potenziellen Abwärme-Anbietern und Nachfragern wurde eine wichtige Basis für eine künftige Umsetzung gelegt.

B.2 English Abstract

Initial situation / motivation:	In order to counteract global warming and the emission of greenhouse gases, a change in the energy system from fossil fuels to renewable energy sources is needed. The use of decentralized waste heat sources is a possibility to reduce the need for fossil primary energy. The potential of waste heat sources is currently not sufficiently known. The recording of potential industrial waste heat sources and the demand potential in the vicinity of these sources provides the basis for the efficient and climate-friendly urban energy systems.
Thematic content / technology areas covered:	Buildings, Energy networks
Contents and objectives:	In this project possibilities have been analyzed to make the energy supply system of Vienna more efficient and climate-friendly by utilizing waste heat from industrial and commercial sources. Waste heat potentials have been identified, characterized and evaluated in terms of their possibilities of feeding waste heat into the municipal district heating network and the ability to use waste heat locally through the establishment of local heating networks. Based on the results, economically and ecologically meaningful test cases have been identified and an overall concept for using waste heat of a data center in Floridsdorf has been developed as implementation example.
Methods:	As no monitoring data for heat requirements for production and services and for waste heat availability are available such data has to be derived from proxy data for estimating heat demand and waste heat potential patterns. Commercial heat consumption as a waste heat source has been mapped based on the distribution of industries and service companies within the urban area, where the energy volume was estimated via employees as proxy numbers. Estimation have been validated through test samples derived through interviews with potential waste heat deliverers. Waste heat share and temperature ranges have been reviewed from literature. Residential heating requirements have been mapped based on floor space distribution, building age, building class type and building type

	specific heating demand factors per m². Meetings and workshops have been set up in Floridsdorf as potential waste heat supply area: a data centre was acquired as potential waste heat provider and a housing developer as potential waste heat consumer. The initial workshop dealt with the general possibilities for a private company serving as heat supplier for a residential block. In additional meetings technical solutions for the implementation have been discussed.
Results:	The results contain a (not publicly available) compilation of the relevant companies in Vienna with employee-numbers and production/service sector-information that are appropriate as waste heat sources, a representation of the sector-specific energy quantities as well as of the temperature levels, further maps of the waste heat potentials via the spatial allocation of the companies by their addresses and the residential heating demand potential in their surroundings, as well as a detailed technical, economic and ecological evaluation of a possible project.
Outlook / suggestions for future research:	Due to the close cooperation between the project team and the municipal authorities of Wien Energie GmbH and Vienna's Energy Planning Department MA20, and the organization of workshops with potential wasteheat providers and users a fruitful basis for a future implementation of such projects was laid.

Inhaltsverzeichnis

B.3	Einleitung	6
B.3.1	Aufgabenstellung	6
B.3.2	Schwerpunkte des Projekts	6
B.3.3	Aufbau der Arbeit	7
B.4	Hintergrundinformationen zum Projekthinhalt	8
B.4.1	Stand der Technik	8
	B.4.1.1 Ermittlung des Abwärmepotenzials relevanter Branchen	8
	B.4.1.2 Voraussetzungen zur Abwärmeeinspeisung	9
B.4.2	Methoden und Vorgehensweise	10
B.5	Ergebnisse des Projekts	10
B.5.1	Abschätzung des Abwärmepotenzials	10
	B.5.1.1 Erzeuger: Identifikation von Potenzialen und Charakteristika	10
	B.5.1.1.1 Branchenspezifische Bandbreiten als Basis für repräsentative	14
	B.5.1.1.2 Definition von KPIs und Plausibilitätsprüfung	19
	B.5.1.2 Analyse der Nutzungspotenziale	25
	B.5.1.3 Nutzbare Abwärmepotenziale	28
B.5.2	Analyse des Wiener Fernwärmenetzes zur Einspeisung von Abwärme	30
B.5.3	Grobkonzepte der Abwärmenutzung mit wirtschaftlicher/ökologischer	31
	B.5.3.1 Machbarkeitsanalysen	31
	B.5.3.2 Workshops – Umsetzung einer Abwärmenutzung bei ausgewählten	35
B.6	Erreichung der Programmziele	36
B.6.1	Einpassung in das Programm und Beitrag zu den Zielen des Programms	36
B.6.2	Zielgruppeneinbindung und Umsetzungspotenzial	36
B.7	Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen	37
B.8	Ausblick und Empfehlungen	37
C.	Literaturverzeichnis	39
D.	Anhang	41

B.3 Einleitung

B.3.1 Aufgabenstellung

Mit dem Projekt HEAT_re_USE.Vienna wurde anhand von Wien analysiert, welche potenziellen Abwärmequellen es in der Stadt gibt und wie diese zu einer nachhaltigen, energieeffizienten und wirtschaftlichen Energieversorgung des Gebäudebestandes beitragen können. In den nächsten 20 Jahren als absehbaren Planungszeitraum – also bis 2035 – lassen Prognosen der demographischen Entwicklung aufgrund von Migrationsprozessen ein starkes Bevölkerungswachstum für das Bundesland Wien erwarten. Im kommenden Jahrzehnt wird die Einwohnerzahl um rund 10% zunehmen: 2013 hatte Wien knapp 1,8 Millionen Bewohnerinnen, im Jahr 2029 wird ein Überschreiten der 2-Millionen-Grenze erwartet (vgl. MA23, (Hrsg.), 2014: 13). In diesem Zusammenhang ist laut Stadtentwicklungsplan 2025 (STEP 2025) die Errichtung von 120.000 neuen Wohnungen geplant (vgl. MA18, (Hrsg.), 2014: 35ff). Aus energietechnischer Sicht könnten diese Gebäude neue Wege beschreiten – insbesondere Niedrigenergie-Gebäude und Niedertemperatursysteme (z.B. Betonkernaktivierung) können die Nutzung lokaler Abwärmequellen ermöglichen.

Ziel des Projektes war die Sondierung und Identifikation von Nutzungsmöglichkeiten für industriell-gewerbliche Abwärmequellen und Identifikation des Nachfragepotenzials in deren Nahbereich.

B.3.2 Schwerpunkte des Projekts

Zur Erreichung dieser Zielsetzung wurden in der Projektbearbeitung folgende Schwerpunkte gesetzt:

- Die räumliche Identifikation von nutzbaren Abwärmepotenzialen anhand vorhandener Proxy-Daten, deren Ergebnis ein Geodatensatz der räumlich explizit abgegrenzten, nutzbaren Abwärmeangebotspotenzialzonen in Wien beinhaltet.
- Ausweisung der wesentlichen Abwärmeverbundzonen in Wien durch Verschneiden der wesentlichen Abwärmequellzonen mit potenziellen Nachfragebereichen inkl. Fernwärmenetz.
- Stakeholder-Workshops in ausgewählten Abwärme-Nachfrage-Verbundzonen der Testgebiete zur Diskussion der lokalen Nutzungsmöglichkeiten und notwendiger Begleitmaßnahmen.
- Entwicklung technischer Grobkonzepte zur Nutzung der Abwärme für die Testgebiete. Darauf basierend sollen für die Projekte grobe Wirtschaftlichkeitsanalysen durchgeführt werden.

B.3.3 Aufbau der Arbeit

Anhand der gesetzten Ziele wurden folgende Themenbereiche bearbeitet:

1. Identifikation von Abwärmequellen

Um das Abwärmenutzungspotenzial für eine weitere Nutzung zu bewerten, ist zuerst sowohl die Erfassung der Position der Abwärmequelle als auch die Abschätzung des Abwärme-Anfalls notwendig. Da keine Messdaten für Abwärmeangebot und Wärmebedarf verfügbar waren, musste das Abwärmepotenzial und der Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser anhand von Proxy-Daten geschätzt werden. Dazu ist die Kenntnis über die Branche der Unternehmen, in denen Abwärme anfällt erforderlich, um Aussagen über die Abwärmemenge, das Temperaturniveau, sowie über die zeitliche Verfügbarkeit treffen zu können. Die zeitliche Komponente spielt eine wesentliche Rolle bei der Analyse wirtschaftlicher Abwärmepotenziale. Im gewählten Ansatz der flächendeckenden Identifikation von Abwärmequellen für eine gesamte Stadt über branchenspezifische Kennwerte wurde im Laufe des Projektes erkannt, dass eine Berücksichtigung des zeitlichen Anfalls aufgrund der Heterogenität der einzelnen Prozesse in Unternehmen auch innerhalb einer Branche nicht möglich ist.

Der kommerzielle Wärmebedarf als Basis für Abwärmenutzung wurde dabei anhand der Verteilung der Beschäftigtenzahlen in Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben (und dem pro-Kopf-Energiebedarf je Branche) im Stadtgebiet geschätzt. Branchenspezifische Abwärmeanteile und die Temperaturbereiche wurden aus der Literatur übernommen.

2. Analyse der Nutzungspotenziale

Der Heizwärmebedarf von privaten Haushalten wurde anhand der Zahl der Wohnungen nach Größe und Baualtersklasse, sowie der durchschnittlichen Wohnnutzflächen je m² für diese Klassen berechnet. Die Gegenüberstellung der Angebots- und Nachfragepotenziale ermöglichte einen Überblick über eine mögliche Bedarfsdeckung.

In dieser Studie wurden industrielle Abnehmer als Abwärmelieferanten und nicht als Abwärmeabnehmer betrachtet. Im Zuge von Unternehmensbefragungen hat sich gezeigt, dass das wirtschaftliche Nutzungspotenzial in Unternehmen für interne Abwärmenutzung großteils bereits ausgeschöpft ist.

3. Workshops – Umsetzung einer Abwärmenutzung bei ausgewählten Abwärmequellen

In einem identifizierten Abwärme- Versorgungsbereich in Floridsdorf wurden Workshops organisiert und durchgeführt. Der erste Workshop befasste sich mit den generellen Möglichkeiten eines privaten Unternehmens, als Wärmeversorger für eine Wohnungsanlage zu fungieren. In weiteren Sitzungen wurden technische Fragen für die Umsetzung diskutiert.

Mit den Workshop-Ergebnissen wurden Diskussionsprozesse zur Festlegung der Implementierungsoptionen dokumentiert - d.h. das Stakeholder-Verhalten, die inhaltlichen Ergebnisse - und die Akzeptanz der Teilnehmer. Diese Vorgehensweise ermöglichte es, konkretere Energie-, Leistungs- und Temperaturniveaus zu erhalten, um entsprechende Konzepte zu entwickeln.

4. Grobkonzepte der Abwärmenutzung wirtschaftlich / ökologische Bewertung

Hier wurden für eine Kombination aus Abwärmequelle (AP1) und geeigneten Verbraucher (AP2) technische Nutzungskonzepte skizziert. Dabei wurden nutzerseitige Potenziale, welche die Integration der Abwärmequellen erleichtern, untersucht (Reduktion von Spitzenlasten und Vorlauftemperaturen).

B.4 Hintergrundinformationen zum Projektkinhalt

In diesem Projekt wurden Möglichkeiten analysiert, das Energieversorgungssystem von Wien durch Nutzung von Abwärme aus industriellen und gewerblichen Quellen effizienter und klimafreundlicher zu gestalten. Abwärmequellen wurden identifiziert, charakterisiert und hinsichtlich ihrer Nutzungsmöglichkeiten direkt in der näheren Umgebung oder zu Einspeisung in das Fernwärmenetz evaluiert. Anhand dessen wurden ökonomisch und ökologisch sinnvolle Pilotprojekte identifiziert und als Umsetzungsbeispiel ein Grobkonzept für die Abwärmenutzung eines Rechenzentrums in Floridsdorf erstellt.

Da keine Messdaten für Abwärmeangebot und Wärmebedarf in Wien verfügbar sind, wurde der Energie- bzw. Wärmebedarf, das sich daraus ergebende Abwärmepotenzial, sowie die Nachfrage nach Wärme für Heizung und Warmwasser anhand von Proxy-Daten geschätzt. Kommerzieller Wärmebedarf als Basis für Abwärmenutzung wurde anhand der Beschäftigtenzahlen der Unternehmen aus Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetrieben (und dem pro-Kopf-Energiebedarf je Branche) im Stadtgebiet berechnet. Dazu wurden branchenspezifische Abwärmeanteile und Temperaturbereiche aus der Literatur übernommen. (Mit Hilfe einer Stichprobenerhebung bei rund 20% der für Abwärmenutzung relevanten (180) Unternehmen wurden die Schätzungen überprüft und gegebenenfalls revidiert. Die baualterspezifische Heizwärmenachfrage wurde in weiterer Folge anhand der Zahl der Wohnungen nach Größenklassen und Baualtersklassen sowie der durchschnittlichen Wohnnutzflächen dieser Größenklassen abgebildet.

In weiteren Arbeitspaketen wurden Meetings und Workshops in einem ausgewählten Abwärme-Versorgungsbereich durchgeführt, um die generellen Möglichkeiten für private Unternehmen als Wärmeversorger für eine Wohnungsanlage zu hinterfragen und die technische Umsetzung zu diskutieren.

B.4.1 Stand der Technik

B.4.1.1 Ermittlung des Abwärmepotenzials relevanter Branchen

Abwärmequellen können Produktionsmaschinen oder -Anlagen sein, die Verlustwärme an die Umgebung abstrahlen, Heißluftapparate und Öfen zur Trocknung, Abwässer aus Reinigungs-, Wasch-, Färbe- oder Kühlprozessen, aber auch Kühlanlagen, Motoren oder die in Produktionshallen und Büroflächen anfallende erwärmte Abluft (vgl. Pehnt et al., 2010).

Prozesswärme wird in sehr verschiedenen Produktionsprozessen in der Industrie sowie im Gewerbe benötigt, beispielsweise für die Erzeugung von Dampf oder Heißgas/Heißluft für Trocknungsprozesse, zum Waschen oder Galvanisieren oder zum Eindampfen oder für die Destillation. Weitere Anwendungen sind die Bereitstellung von Heiß- oder Warmwasser, die Erwärmung von Einsatzstoffen und Materialien, thermische Trennprozesse oder Pasteurisieren. Weitere wesentliche Quellen finden sich bei Reinigungsprozessen die im Zuge der Produktionsprozesse anfallen: etwa beim Reinigen von Flaschen und anderen Gebinden vor dem Abfüllen von Getränken und Lebensmittel, sowie bei Reinigung und Dampf-Sterilisation von Produkt-berührten Teilen in biotechnologischen Produktionsanlagen oder Brauereien.

Bei Kühlprozessen fällt Abwärme als Kühllast an – eine bedeutende Quelle diesbezüglich sind Rechenzentren, sowie Kühlhäuser und Eisfabriken.

Es sind nur wenige belastbare Studien verfügbar, die Abwärmepotenziale in der Industrie recherchiert und verfügbar gemacht haben.

Aufgrund von Zielgruppen- oder technologischen **Hemmnissen** werden diese Potenziale nur zu einem geringen Teil genutzt: Gründe hierfür sind strukturelle, finanzielle, informationsbezogene und betriebliche, insbesondere wärmelogistische Hemmnisse (beispielsweise die räumliche und zeitliche Übereinstimmung von Wärmeangebot und -nachfrage und die Informationslage zu

Wärmenutzungstechnologien und -quellen). Als besondere Barrieren zeigten sich auch Bedenken bezüglich der Produktionssicherheit, aber auch die Amortisationserwartungen. Andererseits wirken steigende Energiepreise, eine verstärkte Durchdringung von Energiemanagementsystemen, aber auch Imagegewinn und persönliches Engagement von Geschäftsleitung und Energiebeauftragten förderlich (vgl. Pehnt et al., 2010).

Temperaturniveaus des Prozesswärmebedarfs. Der Prozesswärmebedarf liegt in den einzelnen Produktionsprozessen der verschiedenen Industriezweige auf sehr verschiedenen Temperaturniveaus zwischen etwa 60°C (Reinigungsprozesse) und weit mehr als 1000 °C (Produkte der Grundstoffindustrie wie z.B. Roheisen und Stahl, Zement, Glas und Keramik, vgl. [Abbildung 1](#)). Die chemische Industrie benötigt Wärme bei Temperaturen zwischen 100°C und 500°C (in einigen Fällen bis 1000°C). Im Gegensatz dazu fragen die Konsumgüterindustrie (z. B. Textilien, Pharmaka, Nahrungsmittel) sowie der Investitionsgütersektor (z. B. Fahrzeug- und Maschinenbau, Elektrotechnik) typischerweise eher Raumwärme- und Niedertemperaturwärme für beispielsweise Wasch- und Trocknungsprozesse zwischen 40 bis 90°C (Ausnahme Oberflächenbehandlung von Metallen ab 180°C für die Pulverlackierung) nach.

Reinigung bzw. Sterilisierung nach Produktionsprozessen erfordert je nach Länge des Vorganges und Dampfdruck zwischen 121 bis 134°C (für 3-15 Minuten) und dies zumindest 1x pro Woche. Bei großen Kesseln etwa für Biotechnologie-Prozesse oder Brauereien fallen hier große Mengen an.

Diese Temperaturverteilung gibt Anhaltspunkte über das Temperaturniveau der anfallenden Abwärme wie auch der möglichen innerbetrieblichen Verwendungsmöglichkeiten. In allen Branchen lassen sich Beispiele einer industriellen Abwärmenutzung finden.

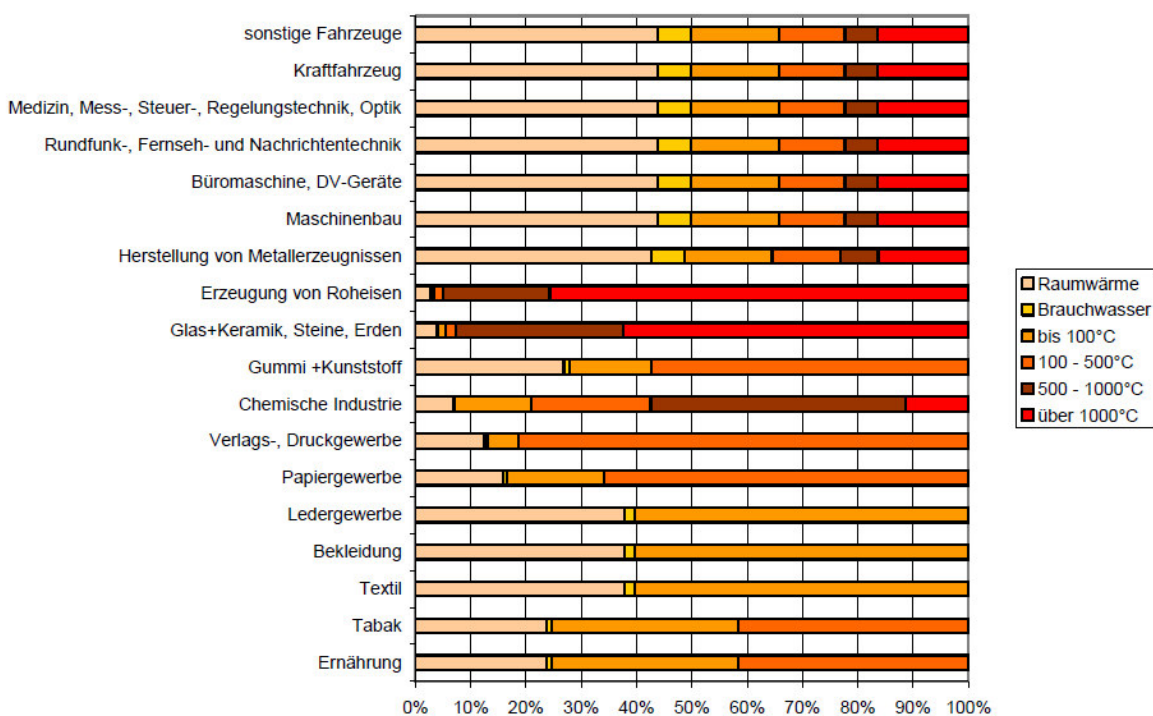


Abbildung 1: Wärmebedarf nach Temperaturniveau und Industriebranchen in der deutschen Industrie 2001
(Quelle: Pehnt et al. (2010))

B.4.1.2 Voraussetzungen zur Abwärmeeinspeisung

Die Einspeisung von Abwärme in ein bestehendes Fernwärmenetz unterliegt derzeit keinen regulatorischen Vorgaben. Es besteht kein rechtlicher Anspruch auf Einspeisung oder Durchleitung

eines Dritten im Fernwärmenetz. Wesentliche Entscheidungskriterien sind technische sowie wirtschaftliche Vorteile einer Projektumsetzung.

Aus technischer Sicht entscheidet in erster Linie das Temperaturniveau einer Abwärmequelle über die Möglichkeit der Einspeisung. Hierbei sind für die Einspeisung in den Rücklauf des Primärnetzes Temperaturen ab 70°C erforderlich. Aufgrund der gleitenden Betriebsweise ist dieser Wert variabel. Das Sekundärnetz versorgt Verbraucher mit Vorlauftemperaturen von max. 95°C und min. 63°C. (vgl. Wien Energie GmbH, 2013) Eine Einspeisung in den Rück- oder Vorlauf des Sekundärnetzes erfordert, unter Berücksichtigung einer Grädigkeit des Wärmetauschers von 5K, Vorlauftemperaturen von min. 68°C. Für die Einspeisung in das Netz wird eine Umformerstation benötigt, wofür Platz erforderlich ist. Deshalb sollte die Leitung an der Einspeisestelle an der Oberfläche verlaufen.

Aufgrund der hohen Investitions- und Betriebskosten sind die Errichtung sowie der Betrieb eines Wärmenetzes für eine externe Abwärmenutzung für Gewerbe und Industriebetrieben üblicherweise wirtschaftlich nicht vorteilhaft, wodurch sich eine Umsetzung durch Contractoren oder Wärmeversorger anbietet. Wärmeversorger agieren üblicherweise nach dem Merit-Order-Prinzip womit die Wärmegestehungskosten einer Abwärmeausspeisung über die Möglichkeit zur Einspeisung entscheiden. Ergibt sich in einem Projekt ein wirtschaftlicher Vorteil für die Projektbeteiligten, so entscheiden bilaterale Verhandlungen über die Aufteilung auf die Projektpartner. Ist die technische und wirtschaftliche Machbarkeit gegeben, so finden sich dennoch Barrieren für Umsetzungen wieder. Standortsicherheit bzw. volatile Rohstoffmärkte sind dabei wesentliche Risikofaktoren für erfolgreiche Umsetzungen. (vgl. Moser et al., 2016)

B.4.2 Methoden und Vorgehensweise

Siehe B.5.1 Abschätzung des Abwärmepotenzials

B.5 Ergebnisse des Projekts

B.5.1 Abschätzung des Abwärmepotenzials

B.5.1.1 Erzeuger: Identifikation von Potenzialen und Charakteristika

Zusammenfassend wurden folgende Ansätze anhand des Fallbeispiels Wien kombiniert und jene Schritte durchgeführt:

- Recherche der Produktionsmengen relevanter Branchen (Quelle amtliche Statistik),
- Abschätzen des Energiebedarfs für die relevanten Produktionsprozesse, der Wirkungsgrade, der Abwärmemengen nach Branchengruppen (aus empirischen Analysen und Literatur),
- Eingrenzen der für Abwärmenutzung relevanten Branchen,
- Branchenspezifische Charakterisierung der Abwärmequellen (Temperaturniveaus),
- Erfassen der Standorte / Standorräume wo Abwärme dieser Branchen anfällt (Quelle: kleinräumige Statistik mit Geodatenatz der statistischen Einheiten, bzw. geeigneten Unternehmensdatenbanken mit Standortsadressen für deren Verortung),
- Berechnen der lokalen Abwärmemengen über produktionsbezogene Proxydaten (Beschäftigte) für die Standorte / Standorräume, aus denen der Anteil der Produktion an der Gesamtproduktion und damit die Abwärmemenge abgeleitet werden kann,
- Ausweisen der verfügbaren Temperaturniveaus der Abwärme anhand einer Literaturrecherche.
- Validierung der Daten aus der Literatur mit erhobenen Daten aus Unternehmensbefragungen

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 (bei produzierenden Unternehmen > 2 Mio. € Umsatz) ausgewählt. Dazu wurden Daten der Unternehmensdatenbank der

„Bisnode Austria Holding GmbH“ herangezogen. Aus dieser Datenbank wurden der Firmenname, die Adresse des Betriebsstandortes, die Branchenzugehörigkeit nach NACE-Klassifizierung¹, der Umsatz und die Beschäftigtenzahlen für jedes Unternehmen extrahiert. Nach der Bereinigung der Daten und Vervollständigung fehlender Werte erfolgte eine Abschätzung der Abwärmemenge. Nachdem für die Unternehmen keine Daten zu Energieverbräuchen bzw. Abwärmemengen zur Verfügung stehen, erfolgte eine Abschätzung anhand anderer Daten aus der Literatur sowie bereits vorhandenen empirischen Erhebungen. Für eine endgültige Abschätzung ist eine Überprüfung der betrieblichen Prozesse aller potenziellen Abwärmequellen unvermeidbar. Um dennoch eine grobe Abschätzung durchführen zu können, wurden hierfür folgende Schritte durchgeführt:



Abbildung 2: Schritte zur Abschätzung des Abwärmepotenzials (Quelle: AIT)

Ausgehend von einer umfassenden Literaturrecherche zu den oben gelisteten mitarbeiterspezifischen Energiekennwerten für die einzelnen Branchen (Gesamtenergieverbrauch pro Mitarbeiter, Prozesswärmeverbrauch pro Mitarbeiter oder Stromverbrauch pro Mitarbeiter) wird der Energieverbrauch für jedes ausgewählte Unternehmen abgeschätzt. Die Übersicht der recherchierten bzw. zur Abschätzung verwendeten Energiekennwerte und deren Bandbreite (Abweichungen innerhalb der Branchen) ist im Kapitel B. 5.1.1.1 „Branchenspezifische Bandbreiten als Basis für repräsentative Energieverbrauchswerte“ dargestellt. Einerseits wurden Kennwerte, über welche der Gesamtenergieverbrauch (Strom- und Wärmeverbrauch – ohne Raumwärme und Warmwasser) eines Unternehmens abgeschätzt werden kann erhoben, andererseits auch Daten zum Prozesswärmebedarf pro Mitarbeiter.

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. Diese „Abwärmeanteile“ wurden aus bereits durchgeführten Abwärmepotenzialstudien bzw. zusätzlichen Literaturquellen übernommen. Im letzten Schritt wurden die Abwärmepotenziale pro Branche aus der Literatur recherchierten Temperaturniveaus zugeordnet. Einen Überblick über branchenspezifische Temperaturniveaus gibt [Abbildung 1](#). 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.
- **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

¹ Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne) ist ein System zur Klassifizierung von Wirtschaftszweigen, das von der EU entworfen wurde

Grundsätzlich wurden bei der Analyse der Abwärmepotenziale die Hauptprozesse, für die eine Abwärmenutzung in Frage kommt, betrachtet. Aus diesem Grund wurde hierbei die Abwärme <35°C nicht gesondert berücksichtigt.

Da ein Großteil der Kennwerte aus Fachliteratur recherchiert wurde und nicht direkt erhoben werden konnte, sind die Ergebnisse als Richtwerte zu sehen. Diese Werte können erheblich vom jeweiligen 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.

Im Zuge der Recherche zu branchen- bzw. mitarbeiterspezifischen Energiekennwerten fiel auf, dass - abhängig von der Quelle - innerhalb der Branchen große Differenzen bei den Annahmen bestehen. Aus diesem Grund sind diese auch als Bandbreiten angeführt, um dadurch die Unsicherheiten, die sich aus der Abschätzung ergeben, aufzuzeigen. Des Weiteren wurden teilweise die Werte als „Gesamtenergieverbrauch“ (inklusive Strom, Raumwärme und Warmwasserwärmeverbrauch) angegeben und teilweise als „Prozesswärmebedarf“ (ohne Raumwärme und Warmwasserwärmebedarf), wodurch eine genaue Abschätzung des tatsächlichen Wärmeeinsatzes, aus dem letztendlich die Abwärme entsteht, zusätzlich erschwert wird.

Die folgenden Tabellen und Abbildungen zeigen als Ergebnisse:

- die relevanten Branchen mit ihren Prozessen und deren Abwärmetemperaturbereiche,
- Abwärmeanteile nach Branchen,
- den Wärmebedarf je Mitarbeiter nach Betriebsgrößenklassen,
- das nutzbare Abwärmepotenzial nach Branchen – letztere auch als Karte (s. [Abbildung 3](#)) nach Temperaturniveaus, aggregiert für 250x250m Rasterfelder.

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
	Kochen	95-105	Holzindustrie	Trocknen	50-100
	Sterilisieren	140-150		Pressen	125-175
	Wärmebehandlung	40-60		Dämpfen	120
Brauerei	Backen	150-250	Zellstoff- und Papierindustrie	Kochen	100
	Kochen	100		Eindicken	130
	Sterilisieren	120		Papiertrocknung	100
Textilindustrie	Waschen	40-80	Fahrzeugbau	Lacktrocknen	200
	Bleichen	60-100	Maschinenbau	Lacktrocknen	120
	Färben	100-160	Gießerei	Schmelzen	1000-1600
	Trocknen	100	Kunststoff-verarbeitung	Verarbeitung verschiedener Kunststoffe	100-300

Tabelle 1: Industrien als potentielle Abwärmequellen nach Prozess- und Temperaturbereich in Deutschland (Quelle: Zusammenstellung AIT, nach Wietschel et al., 2010; Blesl et al., 2009)

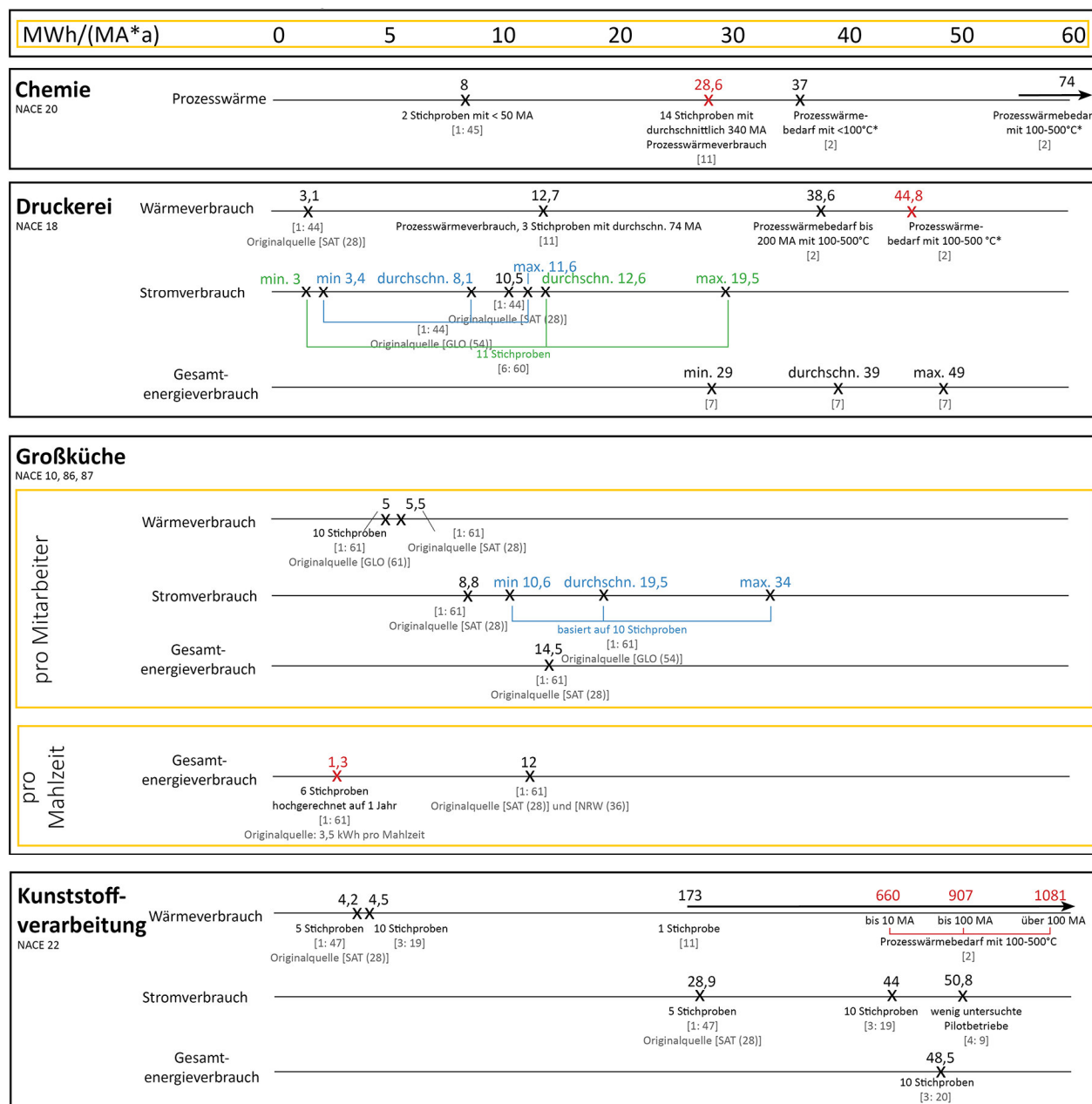
Die Abwärmeanteile wurden großteils als Anteile am Gesamtenergieverbrauch bzw. am Prozesswärmeverbrauch aus der Literatur herangezogen. Dabei fiel auf, dass ganz unterschiedliche Bandbreiten angegeben waren. In der folgenden Tabelle sind die recherchierten bzw. berechneten Kennwerte als „Quelle 1“ bzw. „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	Besungseinheit	Quelle1	Quelle 2
Chemie	-	2-5%	-	3,5%	des Gesamtenergieverbrauchs	Blesi 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	-
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	-	-	-
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 Metallerzeugnissen	-	3%	-	3%	des Gesamtenergieverbrauchs	Waldhoff et al (2014): 68	-
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
Fahrzeugbau	-	10%	-	10%	des Gesamtenergieverbrauchs	KPC (21012): 34	-
Wäscherei	-	5%	-	5,0%	des Prozesswärmeverbrauchs	Litzellachner (2009): 140	-

Tabelle 2: Abwärmeanteile (Quelle: Zusammenstellung AIT – Stollnberger, R. (2016), Quellen unter C)

B.5.1.1.1 Branchenspezifische Bandbreiten als Basis für repräsentative Energieverbrauchswerte

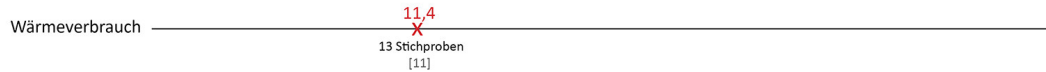
Nachfolgend werden die aus unterschiedlichen Quellen recherchierten bzw. berechneten Kennwerte der eben beschriebenen Branchen dargestellt. Die Quelle für jeden Wert ist in eckigen Klammern angegeben, die genaue Quellenbezeichnung erfolgt am Ende der Übersicht. Unterschiedliche Stichproben-Angaben für eine Branche in derselben Quelle sind mit unterschiedlichen Farben gekennzeichnet. Die **rot** markierten Kennwerte wurden zur Abschätzung des Energieverbrauchs der Unternehmen (und daraus folgend der Abwärmemenge) verwendet.



*gemittelt über alle Mitarbeiter-Größenklassen

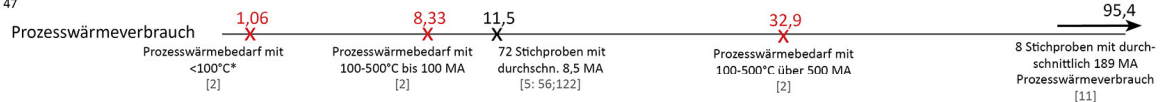


Lackiererei



Lebensmittel-Bäckerei

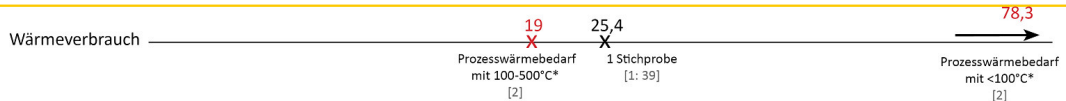
NACE 10, 46, 47



Lebensmittel-Produktion

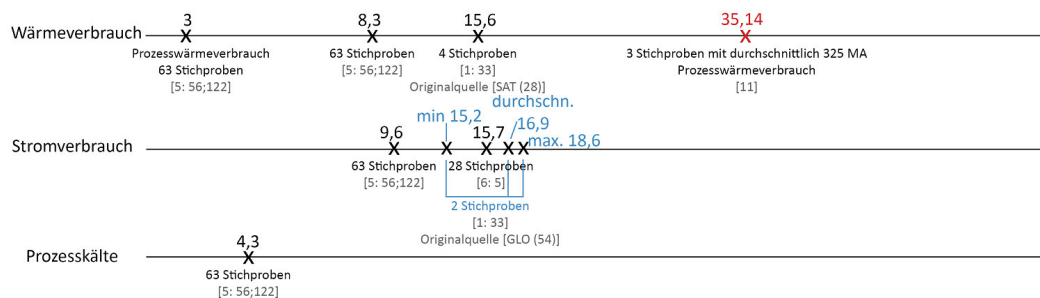
NACE 10, 11

Brauerei

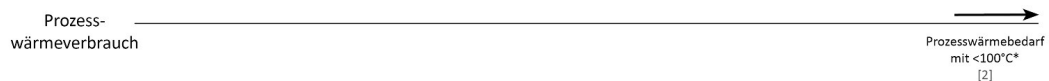


Fleischerei

pro Mitarbeiter



Mälzerei



Molkerei



Sonstige-Metall

NACE 25

Herstellung von Metallserzeugnissen



Oberflächentechnik



Gießerei



*gemittelt über alle Mitarbeiter-Größenklassen

MWh/(MA*a)	0	5	10	20	30	40	50	60
------------	---	---	----	----	----	----	----	----

Sonstige-Produktion

Maschinenbau

NACE 28

Prozesswärme

26,1
[7]

Fahrzeugbau

NACE 30

Gesamtenergie-
verbrauch

3
Prozesswärmebedarf mit
<100°C sowie 100-500°C*
[2]

5
Prozesswärmebedarf mit
>500°C*
[2]

27,6

4 Stichproben mit durchschnittlich 780 MA
Prozesswärmeverbrauch
[11]

Wäscherei

NACE 96

pro Mitarbeiter

Wärmeverbrauch

9,1 10,3

69 Stichproben
Prozesswärmebedarf
mit durchschn. 5 MA
[5: 56, 128]

69 Stichproben
Wärmeverbrauch (inkl. Raumhei-
zung) mit durchschn. 5 MA
[5: 56, 128]

50,5

2 Stichproben
Wärmeverbrauch
[1: 65]

57,1

8 Stichproben mit
durchschnittlich 100 MA
Prozesswärmeverbrauch
[11]

Stromverbrauch

4,5 5,2

2 Stichproben
[1: 65]
Originalquelle [SAT(28)]

69 Stichproben
mit durchschn. 5 MA
[5: 56, 128]

Gesamtenergieverbrauch

15,5

69 Stichproben
mit durchschn. 5 MA
[5: 56, 128]

pro kg Wäsche

Wärmeverbrauch

2,8 3,3 3,5

[1: 65]
Originalquelle [NRW(36)]

38 Stichproben
[10: 41]

69 Stichproben
mit durchschn. 5 MA
[5: 56, 128]

Gesamtenergieverbrauch

3

2 Stichproben
[1: 65]
Originalquelle [GLO(70)]

5,5

[1: 65]
Originalquelle [NRW(36)]

*gemittelt über alle Mitarbeiter-Größenklassen

- 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, zuletzt abgerufen am 03.04.2016
 - Deutschland (2003-2004): https://www.ioer.de/fileadmin/internet/IOER_Forschung/FB_E/Industrie-_undGewerbestruckturen_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/, zuletzt abgerufen am 03.04.2016
 - Deutschland (2010): <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/Energie/Verwendung/Tabellen/Energieverwendu ngBeschaeftigte10.html>, zuletzt abgerufen am 03.04.2016

8	Blesl et al., 2011:	Ganzheitliche Bewertung innovativer mobiler thermischer Energiespeicherkonzepte für Baden-Württemberg auf Basis branchen- und betriebsspezifischer Wärmebedarfsstrukturen
9	BMLFUW, Hrsg., 2014:	Branchenkonzept Oberflächenbehandlung
10	BMLFUW, Hrsg., 2011:	Branchenkonzept Textilreiniger
11	AIT, EMIKAT, 2005	R. Orthofer, H. Humer, W. Winiwarter, P. Kutschera, W. Loibl, T. Strasser, J. Peters-Anders (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
12	Daxbeck et al., 2011:	Energieverbrauch in Großküchen

Tabelle 3: Quellenbezeichnung samt Quellenherkunft der Energieverbrauchs- und Wärmebedarfswerte (Quelle: Zusammenstellung AIT – Stollnberger, R. (2016))

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

	NT- Prozesswärme <100°C MWh _{th} /(MA*a)	MT- Prozesswärme 100-500°C MWh _{th} /(MA*a)	HT- Prozesswärme >500°C MWh _{th} /(MA*a)		NT- Prozesswärme <100°C MWh _{th} /(MA*a)	MT- Prozesswärme 100-500°C MWh _{th} /(MA*a)	HT- Prozesswärme >500°C MWh _{th} /(MA*a)
Bäckerei				Fahrzeugbau			
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	Gießerei			
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
Brauerei				über 500 MA	0	0	55
bis 10 MA	51	12	0	Kunststoffverarbeitung			
bis 100 MA	79,1	19,4	0	bis 10 MA	0	660	0
bis 200 MA *	91,95	22,5	0	bis 100 MA	0	907	0
über 500 MA	104,8	25,6	0	über 100 MA	0	1081	0
Chemiewerk				Mälzerei			
bis 50 MA	31	48	0	bis 10 MA	1.030	0	0
bis 1.000 MA	48	127	0	bis 100 MA	1.133	0	0
über 1.000 MA	31	48	127	bis 200 MA *	1.184,50	0	0
Druckerei				über 500 MA	1.236	0	0
bis 10 MA	0	0	0	Molkerei			
bis 100 MA	0	34,5	0	bis 10 MA	41	0	0
bis 200 MA *	0	38,6	0	bis 100 MA	50	5	0
bis 300 MA *	0	39	0	bis 200 MA *	54,7	5,45	0
über 500 MA	0	55,2	0	über 500 MA	59,4	5,9	0

Tabelle 4: Wärmebedarf einiger relevanter Industriezweige in Wien nach Mitarbeitergrößenklassen (Anzahl der Beschäftigten) (Quelle: Zusammenstellung AIT – Stollnberger, R. (2016), erstellt aus Blesl et al., 2009)

Branche	Unter- kategorie	Nieder- temperatur (35-100°C) [GWh]	Mittel- temperatur (100-500°C) [GWh]	Hoch- temperatur (>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		-	-	-
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	-	-
Gesamtergebnis		335,5	164,9	2,8

Tabelle 5: Nutzbares Abwärmepotenzial Wiener Unternehmen nach Branchen – Jahressummen (Quelle: AIT, eigene Erhebungen und Berechnungen)

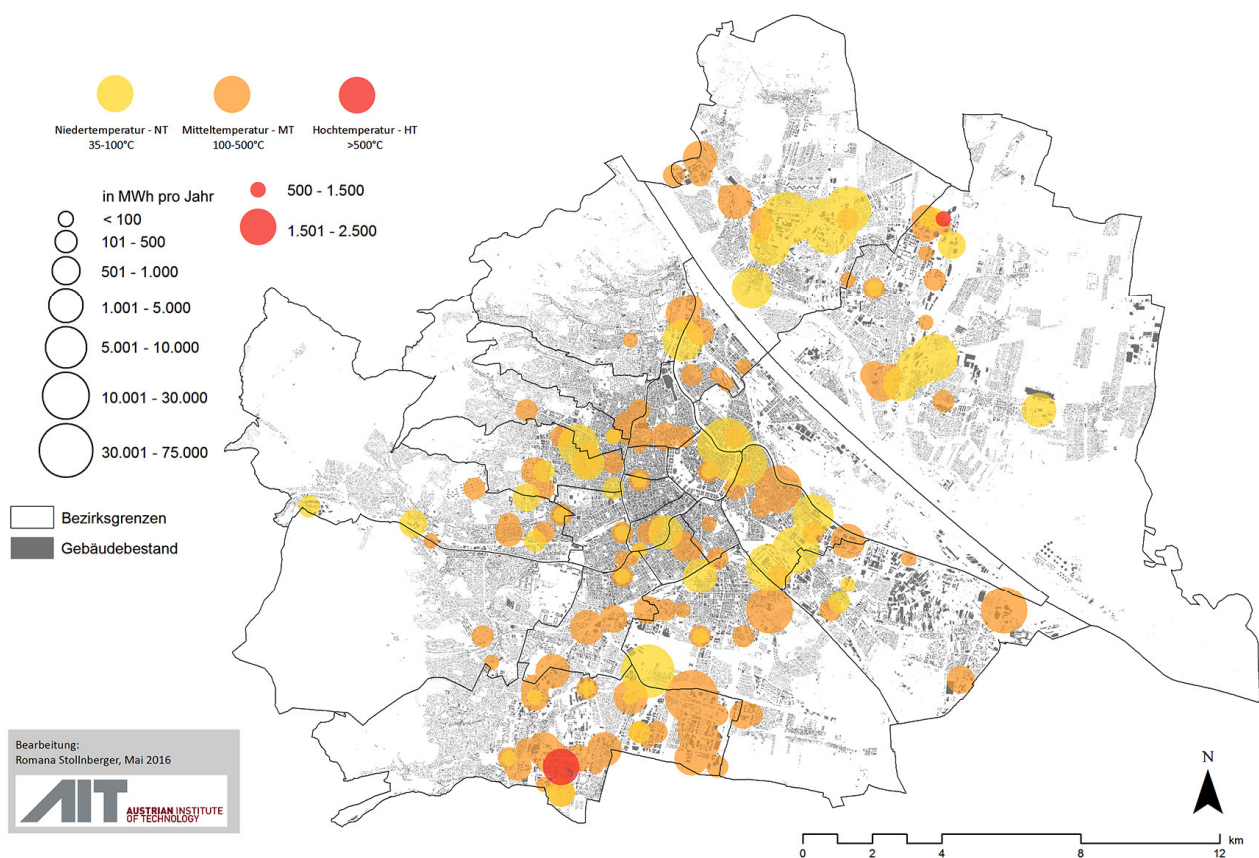


Abbildung 3: Räumliche Verteilung des nutzbaren Abwärmepotenzials Wiener Unternehmen nach Temperaturniveaus (Quelle: AIT – Stollnberger, R. (2016), eigene Erhebungen und Berechnungen)

B.5.1.1.2 Definition von KPIs und Plausibilitätsprüfung

Die Hochrechnung von Energieverbräuchen sowie Abwärmepotenzialen stützt sich auf existierende Literaturdaten. Zur Analyse von Diskrepanzen zwischen Modell und empirischen Daten erfolgte die Validierung dieser Daten durch eine Primärdatenerhebung von Wiener Unternehmen.

Fokus der Befragung war die Erhebung von Energiebedarf sowie relevanter Bezugsgrößen wie Mitarbeiteranzahl und/ oder Betriebs- bzw. Produktionsflächen. Bei einzelnen Unternehmen konnten weitere Daten wie Produktionskapazitäten, Abfälle und Wasserverbrauch erhoben werden.

Insgesamt wurden alle 108.000 Unternehmen aus der Unternehmensdatenbank für Wien analysiert. Davon wurden 180 Unternehmen aus unterschiedlichsten Branchen als wirtschaftlich für eine Abwärmenutzung relevant eingestuft und für die statistische Analyse in 12 Branchen unterteilt (siehe [Abbildung 4](#)). Die blauen Balken geben einen Überblick über die Gesamtanzahl der ausgewählten Unternehmen je Branche. Die weiteren Balken beschreiben den Status der Unternehmensanfragen. Aus Zeitgründen konnten nicht alle der 180 ausgewählten Unternehmen zu Energieverbrauchsdaten befragt werden. Darum wurden stichprobenhaft Unternehmen kontaktiert, die aufgrund ihrer Branchenstruktur, Prozesse und Beschäftigtenanzahl ein hohes Abwärmepotenzial erwarten ließen. Die Bereitschaft, hier Auskunft zu geben war allerdings nur bedingt gegeben, wie in [Abbildung 4](#) und [Abbildung 5](#) ersichtlich ist.

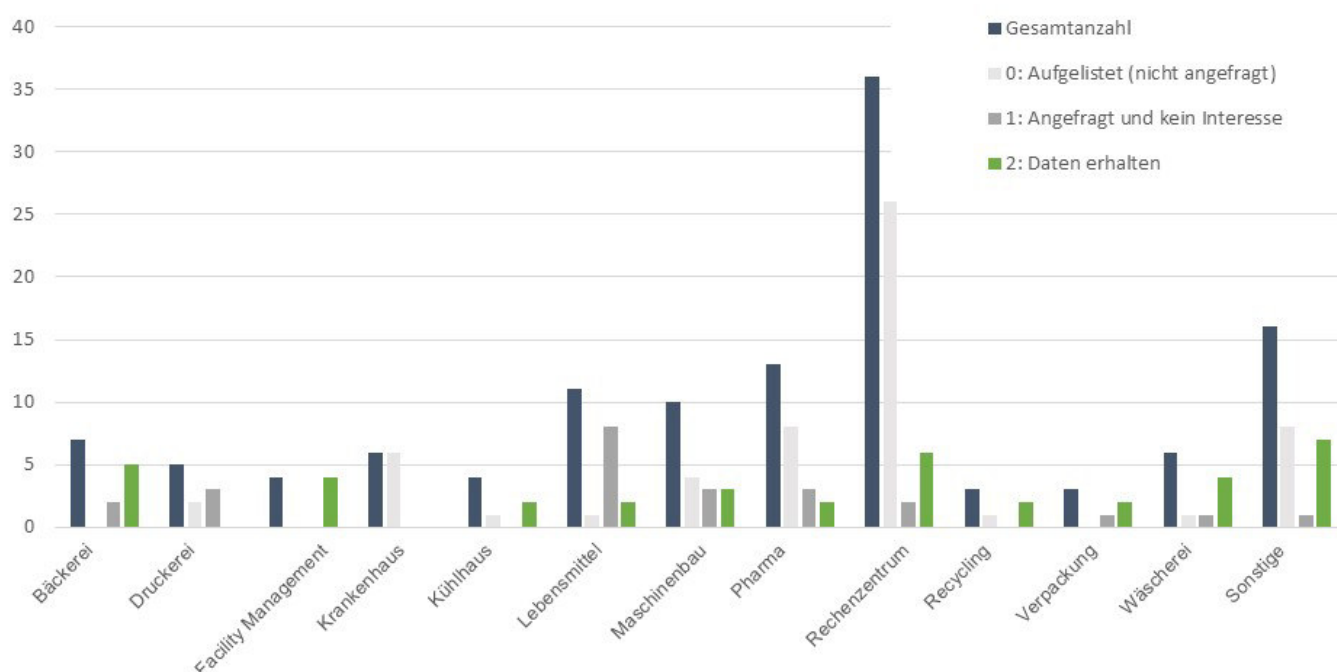


Abbildung 4: Übersicht der ausgewählten und nach Branchen gruppierten Unternehmen (Quelle: Zusammenstellung AIT)

Bei 36 der insgesamt 180 ausgewählten Unternehmen, konnten Energieverbrauchsdaten erhoben werden, was einem Anteil von 20 % der insgesamt der für Abwärmenutzung als relevant betrachteten Unternehmen entspricht.

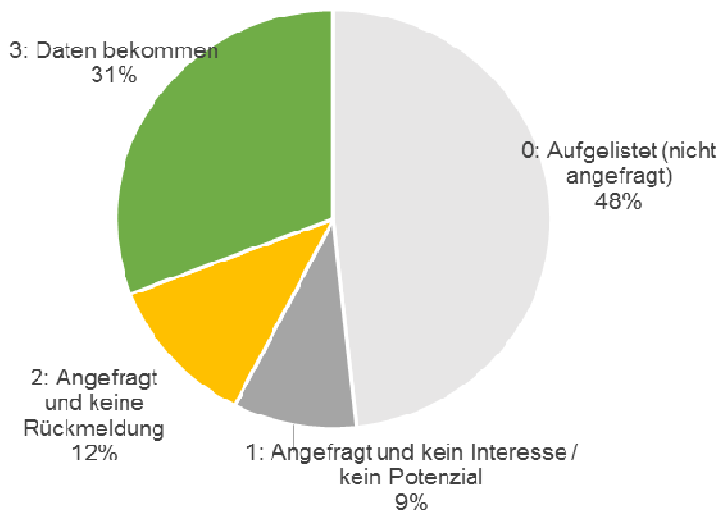


Abbildung 5: Statistik Datenerhebung (Quelle: Zusammenstellung AIT)

Abwärmepotenziale wurden aufgrund von Personalkapazitäten, Vertraulichkeiten oder Zeitmangel nur vereinzelt angegeben. [Tabelle 6](#) zeigt den Vergleich von Energiekennzahlen aus der Erhebung und der Literatur.

Branche	Erhebung			Literatur		
	Strom	Wärme	Stichprobe (n)	Strom	Wärme	Einheit
Bäckerei*	0	60	1		18	MWh/MA
Bäckerei*	11	21	1		13	MWh/MA
Bäckerei*	30	42	1		18	MWh/MA
Bäckerei*	26	64	1		33	MWh/MA
Facility Management	0,2	0,4	4	-	-	MWh/MA
Kunststoffverarbeitung*	31	37	1		907	MWh/MA
Kühlhaus	179	-	2	-	-	MWh/MA
Lebensmittel	22	33	2	-	-	MWh/MA
Fahrzeugbau**	3	4			28	MWh/MA
Metallerzeugnisse**	12	15	1		30	MWh/MA
Gießerei*	58	19	1		48	MWh/MA
Rechenzentrum	7		1	8		MWh/m ²
Rechenzentrum	19		1	8		MWh/m ²
Rechenzentrum	39		1	8		MWh/m ²
Rechenzentrum	7		1	8		MWh/m ²
Recycling	3	6		-	-	MWh/MA
Wäscherei*	7	70	1		57	MWh/MA
Wäscherei*	5	39	1		57	MWh/MA
Wäscherei*	3	17	1		57	MWh/MA
Wäscherei*	7	65	1		57	MWh/MA

* für diese Branchen sind nachfolgend Detailauswertungen dargestellt.

** zur Abwärmepotenzialabschätzung wurde der Gesamtenergieverbrauch verwendet

Tabelle 6: Vergleich Energiekennzahlen Erhebung & Literatur (Quelle: Zusammenstellung AIT)

Für die Branchen „Facility Management“, „Kühlhaus“, „Lebensmittel“ und „Recycling“ konnten aufgrund inhomogener Prozessabläufe und fehlender Grundlagendaten keine validen Informationen zu Abwärmepotenzialen gewonnen werden. Dennoch wurden Befragungen durchgeführt, da die energieintensiven Branchen teilweise große Abwärmepotenziale aufweisen. Im Anschluss folgt eine kompakte Zusammenfassung der Abweichungsgründe, um das die Ursachen für Unsicherheiten zu verstehen: wie diese zustande kommen und welche Herausforderungen sich bei der Schätzung fehlender Daten ergeben. Anhand der Branchen Bäckerei und Wäscherei werden die Ergebnisse der erhobenen und recherchierten Werte dargestellt, weil die Anzahl der befragten Stichproben in diesen Branchen am höchsten ist und dadurch eine zuverlässigere Bandbreite der Werte angegeben werden kann.

Die recherchierten Kennwerte aus der Literatur sowie die Ergebnisse aus der Befragung zeigen, dass in der Branche **Bäckerei** die Anzahl der Beschäftigten eine verlässliche Kenngröße zur Ermittlung des Energieverbrauchs darstellt. In Bäckereien mit unter 100 Mitarbeitern liegt der Kennwert aus der Literatur bei etwa 8-12 kWh/MA und Jahr. Die beiden deutschen Studien von Schlomann et al. 2009 bzw. 2013 liefern Werte von 11,5 MWh/MA und Jahr bei durchschnittlich 8,5 MA (n= 72) und 11,3 MWh/MA und Jahr bei durchschnittlich 8,4 MA (n= 63). Bei Bäckereien mit über 500 Beschäftigten werden bis zu 33 kWh/MA und Jahr angegeben.

Die folgende Übersicht zeigt die Bandbreite der Ergebnisse. Um die Bandbreite der Werte zu visualisieren, werden die Ergebnisse auf einer Skala aufgetragen. Die rot markierten Werte wurden schließlich für die Abschätzung des Wärmebedarfs je Unternehmen anhand der Beschäftigtenzahlen herangezogen.

rot markierte Kennwerte kennzeichnen zur Abschätzung verwendete Kennwerte aus der Literatur
grün markierte Kennwerte kennzeichnen die Ergebnisse aus der Unternehmensbefragung des AIT
schwarz markierte Kennwerte kennzeichnen zusätzliche Kennwerte um die Bandbreite zu verdeutlichen

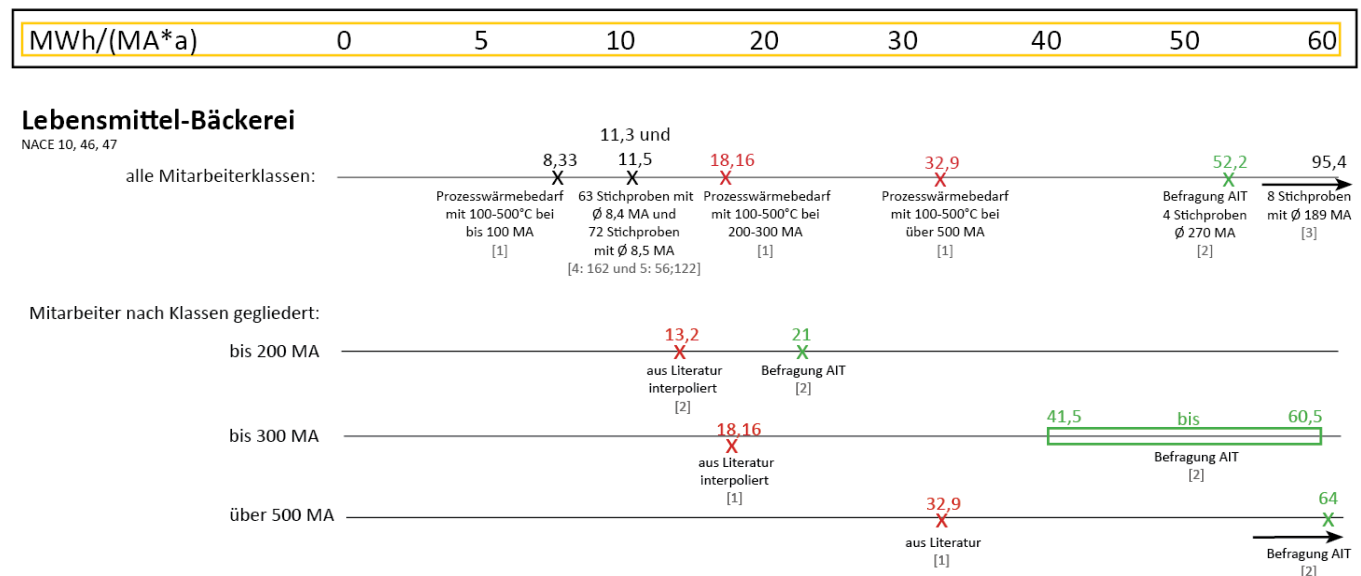


Abbildung 6: Wärmebedarf bei Bäckereien nach Mitarbeiterklassen Vergleich (Quelle: Zusammenstellung AIT)

Bei der Befragung ergab sich ein Wärmeverbrauch-Mittelwert von 52,2 MWh/MA und Jahr bei einer Stichprobe von 4 Unternehmen mit durchschnittlich ca. 270 Beschäftigten. Die Werte aus der (deutschen) Literatur sind somit grundsätzlich niedriger angesetzt als die Ergebnisse der Befragung gezeigt haben.

Unterschiede gibt es ebenfalls im Produktionsprozess der Bäckereien. Werden etwa Backwaren hergestellt, unterscheiden sich die auf Branchen aggregierten Werte aus dem „EMIKAT“

Emissionskataster für Wien, (Orthofer et al., 2005) zu jenen Bäckereien, die Süßwaren produzieren. Um die Bandbreite der Werte zu visualisieren, werden auch hier die Ergebnisse auf einer Skala aufgetragen.

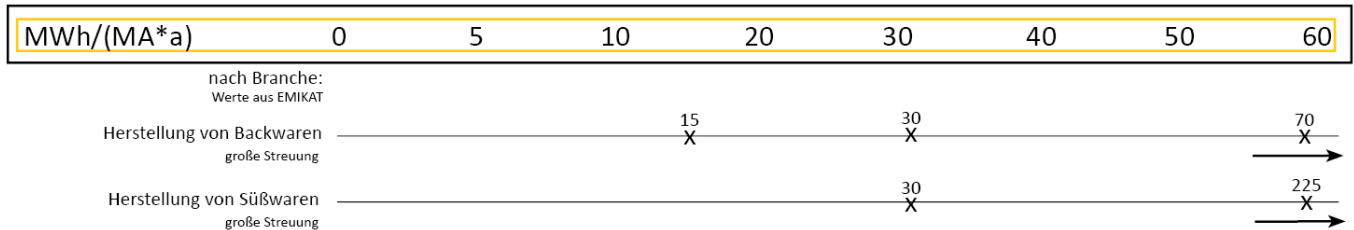


Abbildung 7: Wärmebedarf bei Bäckereien nach Produktgruppen - Vergleich (Quelle: Zusammenstellung AIT)

Die Branche der Kunststoffverarbeitung lässt sich in unterschiedliche Technologien wie Extrusion, Spritzgießen oder Thermoformen gruppieren, in denen sich der Energieeinsatz und somit auch die Kennwerte voneinander unterscheiden. Abwärme entsteht bei der Plastifizierung (durch Kühlung) und durch die Trocknung des Granulats (durch heißen Luftstrom) (vgl. Blesl et al., 2011). Der Vergleich in der Branche Kunststoffverarbeitung zeigt einen deutlichen Unterschied in den Kennwerten. Durch die geringe Stichprobengröße der Befragung kann keine repräsentative Schlussfolgerung gezogen werden und die Werte aus der Literatur wurden zur Berechnung übernommen.

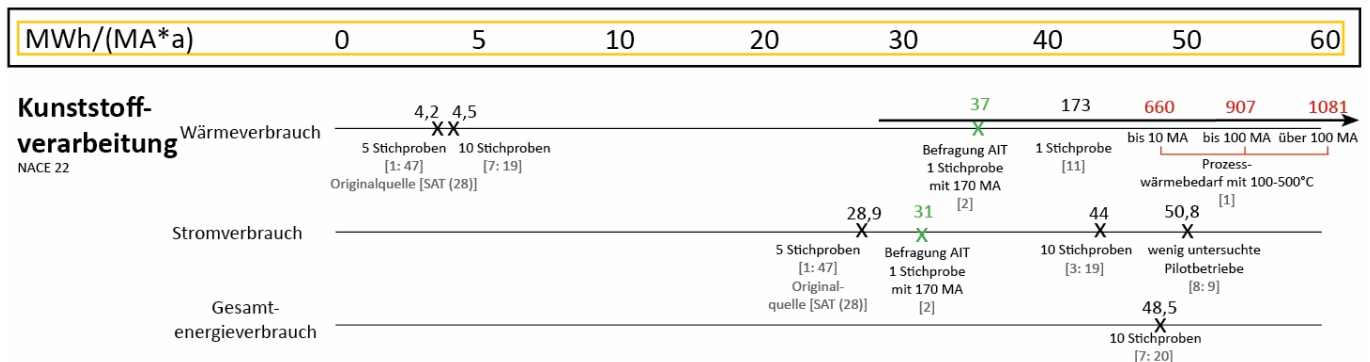


Abbildung 8: Wärmebedarf in der Branche Kunststoffverarbeitung - Vergleich (Quelle: Zusammenstellung AIT)

In Gießereien wird der Großteil der eingesetzten Energie zur Erhitzung der Schmelzöfen verwendet, um Metalle zu verflüssigen und diese anschließend in Form gießen zu können. Die Abgase erreichen Temperaturen von über 300°C, wodurch sich breite Abwärmenutzungsmöglichkeiten ergeben (vgl. Blesl et al., 2011). Der Wärmeeinsatz hängt demnach auch maßgeblich vom verwendeten Rohstoff ab und variiert je nach Schmelzpunkt. Wie in [Abbildung 9](#) ersichtlich, ergibt sich auch in der Branche Gießerei eine Diskrepanz zwischen Annahme und Realität. Aufgrund der geringen Stichprobengröße und wenigen Werten aus der Literatur können keine generellen Schlussfolgerungen gezogen werden.

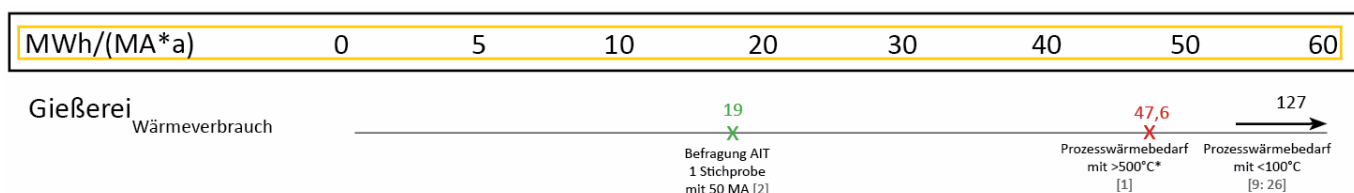


Abbildung 9: Wärmebedarf in der Branche Gießerei - Vergleich (Quelle: Zusammenstellung AIT)

Der Vergleich in der Branche **Wäscherei** zeigt hingegen eine gute Übereinstimmung der Erhebungsergebnisse mit den Werten aus der Literatur, was auf die Homogenität der Prozesse in den Unternehmen zurückzuführen ist.

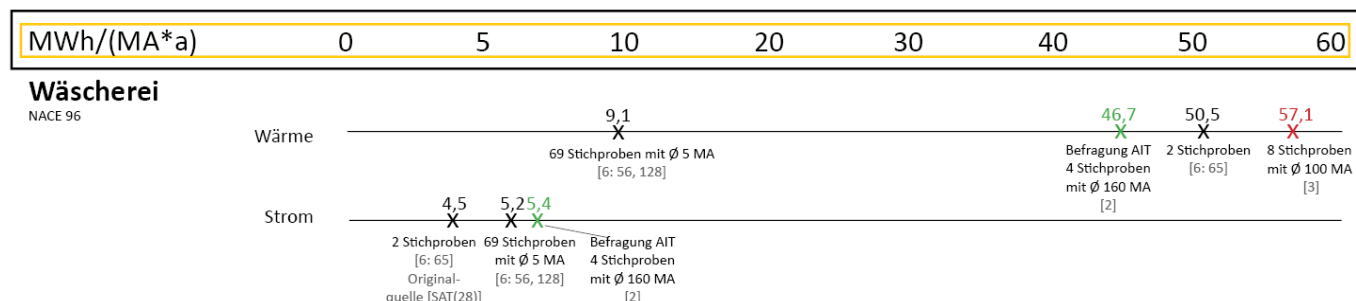


Abbildung 10: Wärmebedarf bei Wäschereien - Vergleich (Quelle: Zusammenstellung AIT)

Quellen in [Abbildung 6](#) bis [Abbildung 10](#):

- 1 Blesl et al., 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
- 2 Befragungen AIT, 2016
- 3 EMIKAT, AIT, 2005 R. Orthofer, H. Humer, W. Winiwarter, P. Kutschera, W. Loibl, T. Strasser, J. Peters-Anders 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>
- 4 Schlomann et al., 2013 Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010, Karlsruhe, München, Nürnberg, März 2013, online unter: http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/x/de/publikationen/Energieverbrauch_GHD_2006-2011.pdf, zuletzt abgerufen am 02.01.2017
- 5 Schlomann et al., 2009 Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006, Karlsruhe, München, Nürnberg, 2009, online unter: http://www.isi.fraunhofer.de/isi-wAssets/docs/x/de/publikationen/Erhebung-GHD_Abschlussbericht_Mai-2009_final.pdf, zuletzt abgerufen am 03.04.2016
- 6 Energieinstitut, 2010 KMU-Initiative zur Energieeffizienzsteigerung, Begleitstudie: Kennwerte zur Energieeffizienz in KMU
- 7 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, zuletzt abgerufen am 29.03.2016
- 8 Winergy, 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, zuletzt abgerufen am 03.04.2016
- 9 Blesl et al., 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

Schlussfolgerungen

Die Diskrepanzen zwischen erhobenen Daten und Daten aus der Literatur in einigen Branchen wie z.B. der Kunststoffverarbeitung liegt zum einen an der Branchenzuordnung. Die Schwierigkeit bei der Zuordnung/Klassifikation von Unternehmen ergibt sich aus der Beurteilung der tatsächlichen Produktionstätigkeit. Den Kennwerten, die aus der Literatur übernommen wurden, können andere Tätigkeiten zu Grunde liegen als die, die in der Befragung sowie Analyse betrachtet wurden. D.h. wenn ein Unternehmen beispielsweise als „Kunststoffhersteller“ klassifiziert wird, aber ein anderes Kerngeschäft verfolgt, kann die Berechnung erheblich von den Realwerten abweichen. Zum anderen können aufgrund der Stichprobengröße (s. [Tabelle 6](#)) keine Bandbreiten dargestellt und damit keine sicheren Aussagen über eine spezielle Branche getroffen werden.

Eine weitere Unsicherheitsquelle sind Fehler in der Unternehmensdatenbank bzw. abweichenden Angaben zu den Beschäftigten im Unternehmen. Dabei sollte zwischen Beschäftigten in der Produktion und Beschäftigten in der Verwaltung unterschieden werden, was nur durch eine ausführliche Recherche bzw. Firmenbefragungen eruiert werden kann.

Die Unterschiede ergeben sich auch maßgeblich durch die Produktionsprozesse. Genaue Prozessanalysen sind bei der Betrachtung einer gesamten Stadt nicht möglich und müssen somit durch Annahmen ersetzt werden, womit sich bei inhomogenen Branchen wesentliche Unterschiede in den Ergebnissen zwischen Realität und Literatur ergeben können. Der letzte Schritt zur Ermittlung der Abwärmepotenziale ist die Schätzung des Abwärmeanteils am Energieverbrauch. Aus dem Vergleich der Angaben in der Literatur ergibt sich auch hier eine Bandbreite an möglichen Werten, deren Validierung detaillierte branchen- und unternehmensspezifische Analysen erfordern, die den Rahmen des Projekts sprengen würden.

Die Abwärmepotenziale wurden zuerst anhand von Energiebedarfszahlen je Beschäftigten aus der (v.a. deutschen und österreichischen) Literatur je Unternehmen für ganz Wien berechnet. Nach Vorliegen der Wiener Befragungsergebnisse erfolgte eine Korrektur der Annahmen über den Energieverbrauch pro Beschäftigtem für ausgewählte Branchen mit großen Abweichungen und damit eine Korrektur der Abwärmemenge.

Die Validierung hat im ersten Schritt dazu beigetragen, Ausreißer zu identifizieren. Für eine genauere Betrachtung als Vorbereitung für eine Implementierung müssen die Abwärmepotenziale ohnehin im Detail überprüft werden, um hier Aussagen zur genauen Menge und somit zur Wirtschaftlichkeit einer Umsetzung treffen zu können. Nachdem in einigen Branchen die Stichprobengröße wegen diverser Ursachen gering war (Schwierigkeiten bei der Datenerhebung, Datenschutzbestimmungen, Konkurrenzgründe, fehlendes Wissen über Energieverbrauch/Abwärmepotenziale), gibt es hier noch weiteren Forschungsbedarf.

B.5.1.2 Analyse der Nutzungspotenziale

Die Abschätzung der Nachfrage nach lokaler Abwärme erfolgte anhand der Zahl und Größe der (bewohnten) Wohnungen und dem Wärmebedarf der Gebäude im Nachfragebereich der Abwärmequellen. Relevante statistische Daten zur Berechnung des Nachfragepotenzials sind: Wohnungen nach Größenklassen, Heizungsart, Brennstoffart; Gebäude nach Größe, Baualter; Betriebe nach Zahl der Arbeitsplätze (Größenklassen) und nach Branchengruppen (NACE). Verortete statistische Daten (vom Wohnungs- und Gebäuderegister) liegen hier für statistische Rastereinheiten (250m) von der Statistik Austria vor.

Die zu beheizenden Wohnflächen wurden anhand der Zahl an Wohnungen nach Wohnungsgröße und Wärmebedarf je m² Wohnfläche nach Baualter berechnet. Dabei wurden die im Rahmen des Tabula-Projekts empirisch ermittelten Wärmebedarfszahlen nach Baualterklassen und Gebäudetyp herangezogen. Die folgende [Abbildung 11](#) zeigt die typischen Heizenergiebedarf-Bandbreiten für Baualterklassen sowie Gebäudetyp:

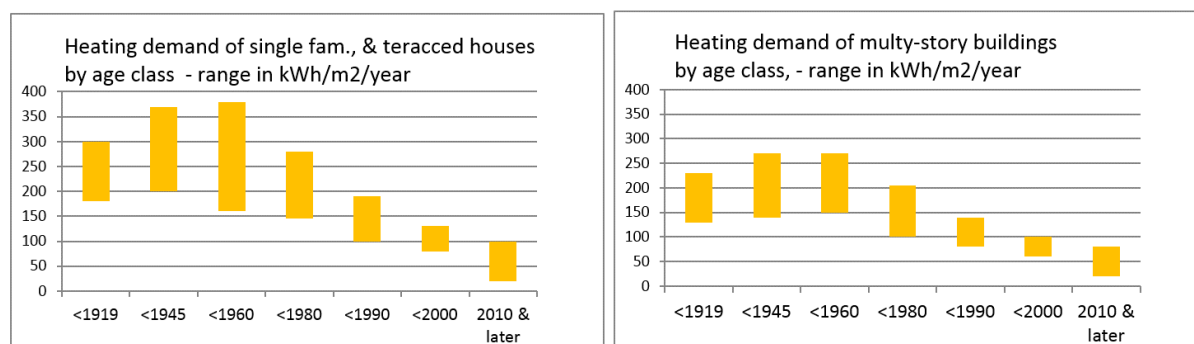


Abbildung 11: Bandbreite des jährlichen Heizbedarfs je m² Wohnfläche nach Baualterklassen und Gebäudetyp. (Quelle: Loibl et al. 2015)

Damit stehen entsprechende Grundlagen für eine genaue Verortung des Potenzials für Fernwärme durch private, öffentliche und gewerbliche Nachfrager zur Verfügung. Potenzielle Neubauflächen für großvolumigen Wohnbau als neue große Nachfrager wurden mit Unterstützung von MA18 und der MA20 räumlich verortet.

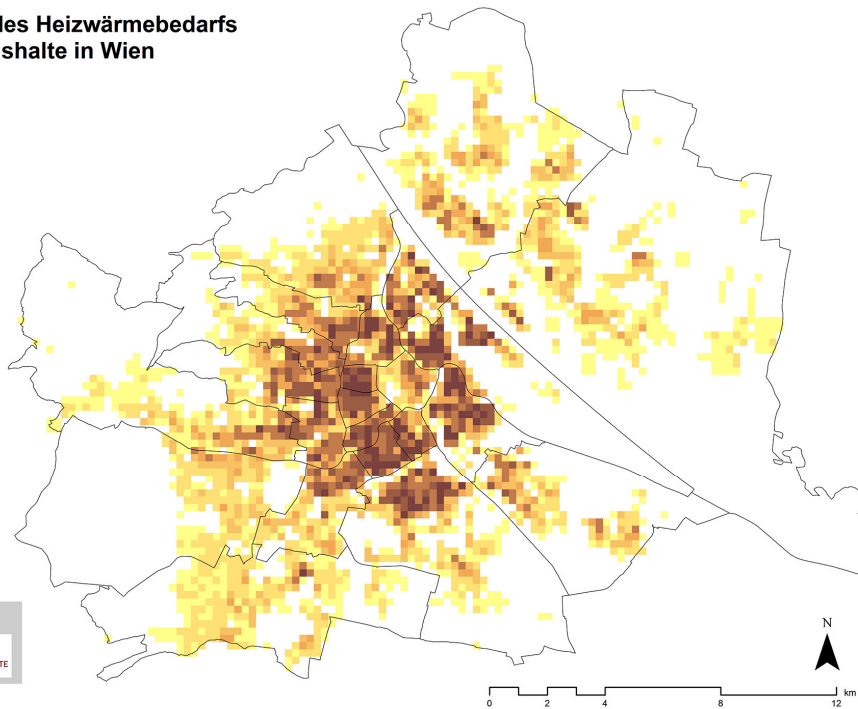
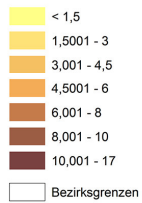
Die Ergebnisse der Analyse beziehen sich auf Zählsprenkel bzw. auf 250m Rasterzellen und nicht auf die konkreten Siedlungsflächen. Die tatsächlichen Siedlungsflächen werden aus der Mehrzweckkarte abgeleitet und mit den statistischen Daten die relevanten Kennziffern (Bruttogeschoßfläche, Baualterklasse, Nutzung, Wohnungen, Haushalte etc.) berechnet.

Die folgende [Abbildung 12](#) zeigt die Verteilung des Heizenergiebedarfs abhängig von der Baualter- und Gebäudestruktur. In [Abbildung 13](#) sind die in den nächsten Jahren geplanten größeren Wohnbau-Projekte, bei denen eine Nutzung lokaler Abwärmequellen überprüft werden sollte, verortet.

Abschätzung des Heizwärmebedarfs für private Haushalte in Wien

Heizwärmebedarf in GWh pro Jahr

Abschätzung basiert auf
250*250 Meter Rasterzellen



Bearbeitung:
Romana Stollnberger, Mai 2016



Abbildung 12: Jährlicher Heizenergiebedarf (berechnet je m² aktueller Wohnfläche) bezogen auf 250x250m Rasterzellen (Quelle: AIT – Stollnberger, R. (2016), basierend auf Gebäuderegisterdaten der Statistik Austria)

Stadtentwicklungsgebiete in Wien

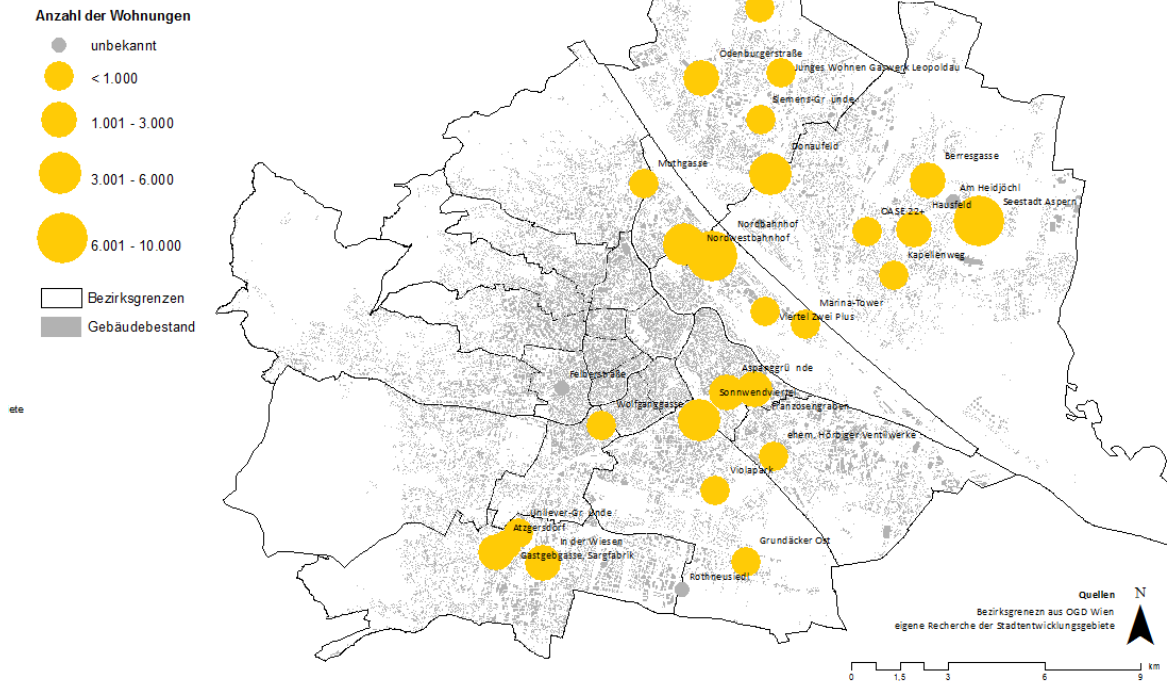


Abbildung 13: Künftige Projektentwicklungen im Wohnbau (Quelle: Recherchen des AIT – Stollnberger, R. (2016), basierend auf Web-Veröffentlichungen der MA18 sowie Presseinformationen großer Bauträger)

B.5.1.3 Nutzbare Abwärmepotenziale

Aufgrund der hohen Errichtungs- bzw. Anschlusskosten von Fernwärmenetzen, ist eine lokale Nutzung der Abwärme, die zumeist auf niedrigem Temperaturniveau anfällt, aus wirtschaftlicher Sicht am sinnvollsten. Aus diesem Grund wurde eine mögliche Deckung des Heizwärmebedarfs von privaten Haushalten mit der verfügbaren Abwärme anhand von zwei Distanzklassen (250m und 500m) um die Abwärmequelle untersucht. Durch diese Gegenüberstellung der Anbieter- sowie der Nachfragerseite konnten die nutzbaren Abwärme räumlich verortet werden. Die folgende [Abbildung 14](#) zeigt schließlich die räumliche Überlagerung des potenziellen Angebots mit der potenziellen Nachfrage. Grün markierte Bereiche zeigen einen Überschuss an Abwärme während die roten Bereiche ein Defizit an Angebot zeigen.

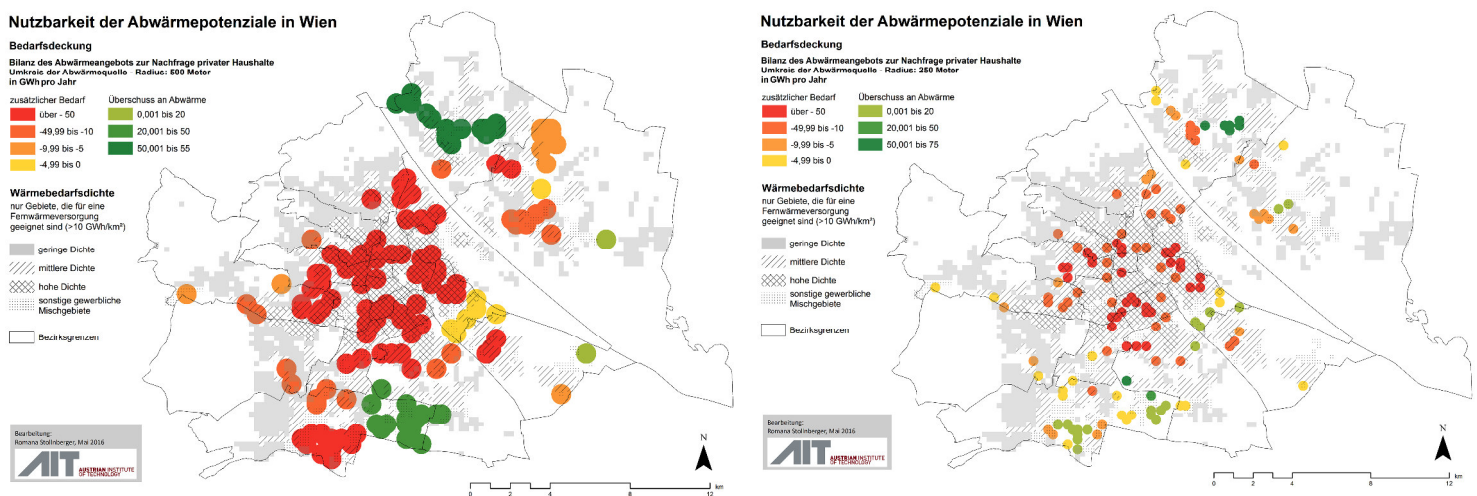


Abbildung 14: Nutzbarkeit der Abwärmepotenziale im Stadtgebiet von Wien (links: Radius von 500m um die Abwärmequelle, rechts: Radius von 250m um die Abwärmequelle) (Quelle: AIT – Stollnberger, R. (2016))

Durch die geringen Abwärmemengen und dem hohen Wärmebedarf in der Innenstadt ergibt sich sowohl bei der Analyse mit 500m als auch mit 250m ein hoher zusätzlicher Bedarf an Abwärme, um die Wohnungen im Umkreis damit versorgen zu können. In den Außenbezirken könnten aufgrund weniger dicht besiedelter Gebiete bereits ein höherer Anteil an Wohnungen mit Abwärme versorgt werden. Bei der Betrachtung der Versorgungsdistanz von 250m ergeben sich wesentlich mehr Areale, die mit der verfügbaren Abwärme versorgt werden könnten. Einige potenzielle Abwärme-Versorgungsgebiete kommen im Vergleich zur 500m-Versorgungsdistanz aufgrund des fehlenden Wärmebedarfs (keine Wohnungen in diesem Gebiet) nicht mehr vor. In einer Detailbetrachtung müssten die Temperaturniveaus sowie die wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen geklärt werden.

Die folgende Abbildung zeigt eine Analyse der durchschnittlichen Bedarfsdeckung in folgenden vier Dichteklassen: geringe Dichte (Einfamilienhausgebiete), mittlere Dichte (großformatige Wohnhausanlagen und Neubaugebiete), hohe Dichte (Zentrum und Gründerzeitgebiete) und sonstige gewerbliche Mischgebiete (Industrie, Gewerbe). Als Grundlage dafür diente die Gebietstypologie der Magistratsabteilung 18 – Stadtentwicklung (MA 18) (vgl. MA 18, 2010).

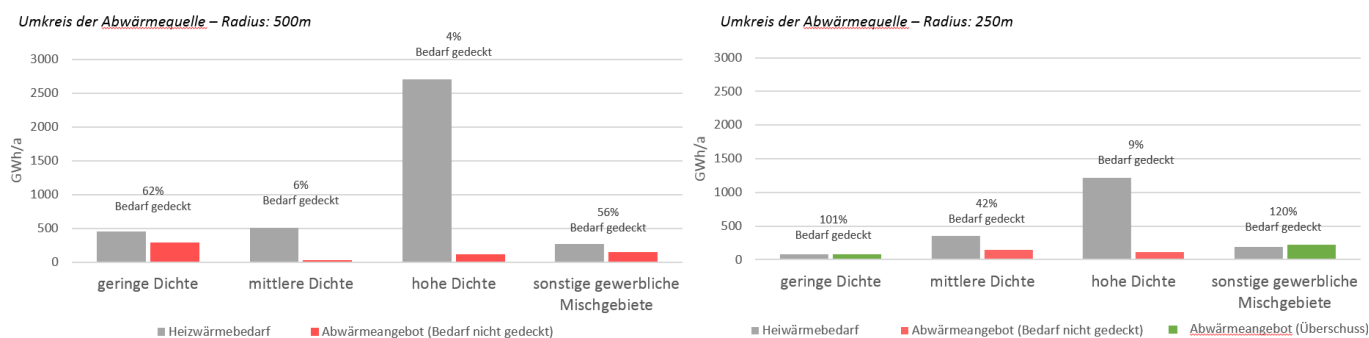


Abbildung 15: Analyse der Bedarfsdeckung durch potenzielles lokales Abwärmeangebot (250 und 500m Radius) anhand von Dichteklassen abgeleitet aus der Gebietstypologie (Quelle: AIT)

Wie bereits in den Kartendarstellungen in [Abbildung 14](#) ersichtlich ist, können bei der Analyse der Bedarfsdeckung mit einem Radius von 500m um die Abwärmequelle (s. Diagramm links) v.a. in Gebieten mit hoher Dichte in der Innenstadt nur 4% bzw. in Gebieten mittlerer Dichte 6% des Heizwärmebedarfs der privaten Haushalte mit der vorhandenen Abwärme gedeckt werden. Bei der Betrachtung der Bedarfsdeckung im Umkreis der Abwärmequellen von 250m (s. Diagramm rechts), können die Gebiete mit geringer Dichte bereits vollständig mit der dort vorhandenen Abwärme versorgt werden. In Gebieten mit hoher Dichte kann die Abwärme 4% des Heizwärmebedarfs decken, in Gebieten mit mittlerer Dichte bereits 42%.

B.5.2 Analyse des Wiener Fernwärmenetzes zur Einspeisung von Abwärme

Das Fernwärmenetz Wien wird seit der Gründung der Heizbetriebe 1969 laufend erweitert. Die Trassenlänge des Transportnetzes betrug 2014 1.212 km und versorgte damit über 328.000 Wohnungskunden sowie 6.400 Businesskundenobjekte (Wiener Stadtwerke, 2015). Der Fernwärmeabsatz im Jahr 2011/2012 betrug 5.580 GWh. Die Hauptversorgung des Wärmenetzes sowie der Großverbraucher erfolgt durch Primärleitungen. Das Primärnetz wird in Abhängigkeit von der Außentemperatur mit gleitenden Vorlauftemperaturen zwischen 90 und 160°C betrieben. Die Rücklauftemperatur ist vom aktuellen Wärmebedarf und der Vorlauftemperatur abhängig. Mittels Umformerstationen werden Sekundärnetze mit Vorlauftemperaturen von max. 95°C versorgt. Die Vorlauftemperatur der Fernwärme für Wohnobjekte wird vertraglich vereinbart und beträgt für Zirkulationssysteme lt. technischen Richtlinien standardmäßig 63°C. (Fernwärme Wien GmbH, 2009) Die Rücklauftemperatur ist vom Wärmebedarf abhängig. In der folgenden Abbildung ist ein Leitungsplan der Fernwärme Wien dargestellt.

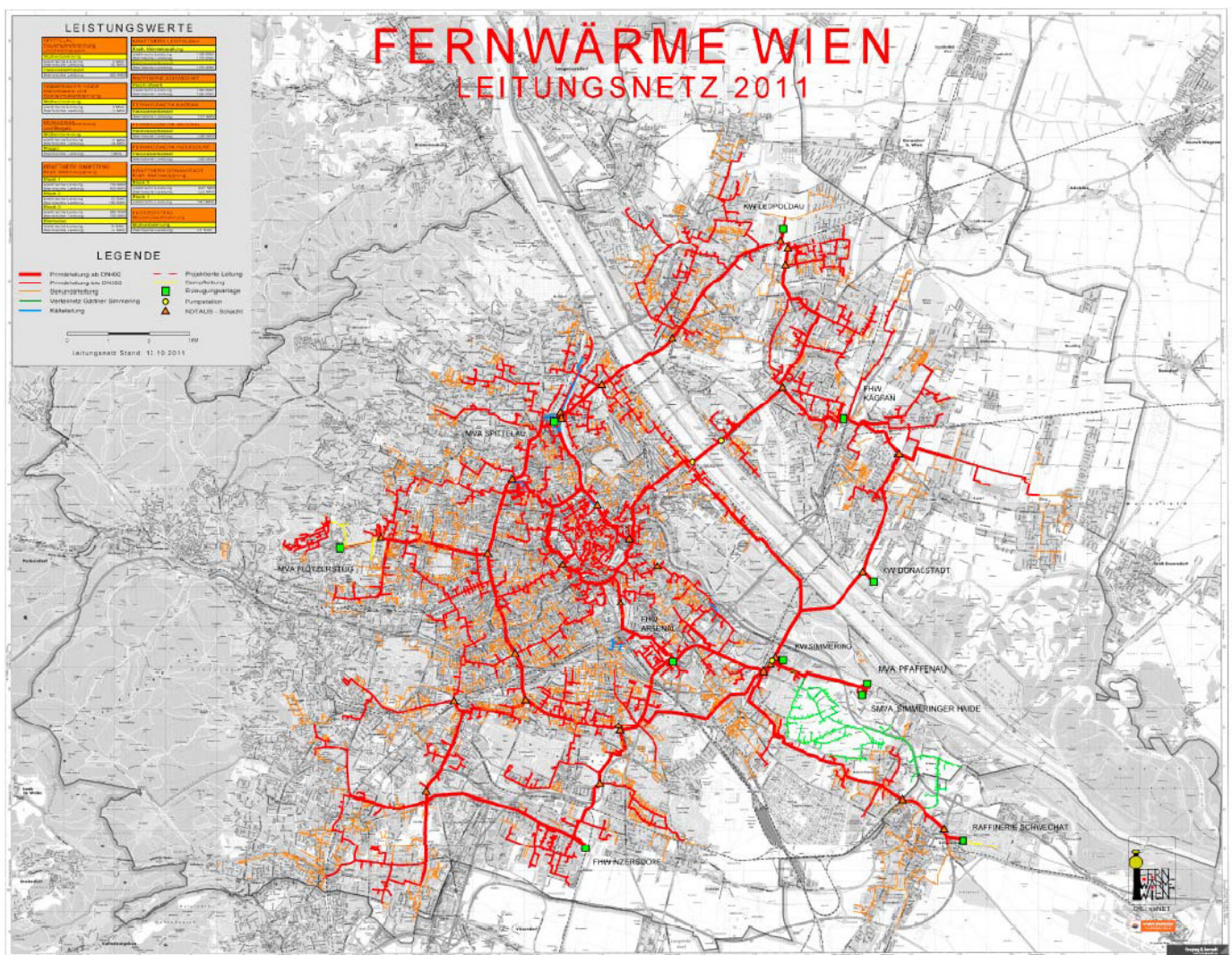


Abbildung 16: Netzplan Fernwärme Wien
(Quelle: Irschik, 2013)

Die hydraulische Einbindung von Abwärme kann entweder in das Primär- oder in das Sekundärnetz erfolgen. Weiters kann zwischen einer Einbindung in Vor- oder Rücklauf gewählt werden. Die technische Machbarkeit einer Einbindung von Abwärme ist im Wesentlichen vom Temperaturniveau der Abwärmequelle abhängig. Unter Berücksichtigung einer Grädigkeit des Wärmetauschers von

max. 5 K sind somit für eine Einspeisung in den Vor- oder Rücklauf eines Sekundärnetzes mindestens 68°C erforderlich. Weiters sind die Strömungsverhältnisse und der Wärmebedarf an der potenziellen Einspeisestelle zu überprüfen. Eine Einbindung von Niedertemperatur Abwärmequellen in Primärnetze kann auch über eine Anhebung der Rücklauftemperatur erfolgen. (vgl. Schmidt, 2015)

B.5.3 Grobkonzepte der Abwärmenutzung mit wirtschaftlicher/ökologischer Bewertung

B.5.3.1 Machbarkeitsanalysen

Im Zuge der Datenerhebung konnten 4 potenzielle Unternehmen für die Durchführung von Machbarkeitsanalysen gewonnen werden. Aus zeitlichen Gründen wurden jedoch nur 2 Beispiele im Detail betrachtet und dazu Workshops durchgeführt (siehe B.5.4.2). Aufgrund der geringen Datenverfügbarkeit sowie unterschiedlicher Nutzungsmöglichkeiten wurde der Detaillierungsgrad der technischen und ökonomischen Lösungen in den Machbarkeitsanalysen erhöht.

ATOS Rechenzentrum

Das ATOS Rechenzentrum befindet sich im 21. Wiener Gemeindebezirk auf den Gründen des Siemens Areals. Das ursprüngliche Rechenzentrum von Siemens wurde 2010 von ATOS übernommen und 2012 auf Ausbaustufe 2 erweitert. Die Kälteversorgung erfolgt durch 4 Kompressionskältemaschinen mit einer installierten Kühllast von 2,5 MW.

Der aktuelle Kältebedarf im Rechenzentrum beträgt derzeit im Durchschnitt rund 980 kW. Die Abwärme der Kältemaschinen wird derzeit ganzjährig über Rückkühler an die Umgebung abgeführt. Die Kältemaschinen werden derzeit bei einer durchschnittlichen Kondensationstemperatur von 40°C betrieben. Bei tiefen Temperaturen laufen die Kältemaschinen im Free-Cooling Betrieb, bei welchem die Kältebereitstellung ohne Kältekompressoren erfolgt. Die Vorlauftemperatur der Rückkühler entspricht während dieser Zeit der Rücklauftemperatur aus den Umluftkühlgeräten im Serverraum und beträgt rund 16°C. Der durchschnittliche jährliche Energy-Efficiency-Ratio (EER) der Kälteversorgung am Standort belief sich im Jahr 2014 auf 4,5.

Im Rechenzentrum wird in den nächsten Jahren ein Rückgang der Kühllast aufgrund von Effizienzsteigerungen der IT bzw. Änderung der Auslastung erwartet, wodurch künftig eine durchschnittliche Abwärmeleistung von 780 kW bzw. jährlich 6.860 MWh an Abwärme zur Verfügung stehen.

In unmittelbarer Nähe zum Rechenzentrum ist das Neubaugebiet Siemensacker in der Planungsphase. Dabei sollen lt. aktueller Informationen auf einer Fläche von 8,5ha gemischt genutzte Liegenschaften mit einer Nutzfläche von rund 117.000 m² von der Sozialbau AG errichtet werden. Unter Verwendung in der Praxis üblicher Wärmeverbräuche im Neubau ergibt sich daraus eine Gebäudeheizlast von etwa 5.300 kW. Die Versorgung des Wohngebiets erfolgt durch Fernwärme mit einer Vorlauftemperatur von min. 63°C wofür bereits eine Vereinbarung unterzeichnet wurde.

Aufgrund der unmittelbaren Nähe zwischen Wärmequelle und potenziellen Wärmenutzern, eines bereits vorhandenen Erdkollektors sowie eines hohen Ausnutzungsgrades der Abwärme ergeben sich gute Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Umsetzung der Abwärmenutzung. In der Folge wurden 3 Varianten zur technischen Nutzung der Abwärme detailliert untersucht:

- Abwärmenutzung mit zentraler Wärmepumpe und Fernwärmeanbindung für Spitzenlast und Überschusseinspeisung (Netztemperatur 63°C)
- Abwärmenutzung mit dezentralen Wärmepumpen und Fernwärmeanbindung (Netztemperatur 18°C)
- Abwärmenutzung mit saisonalem Speicher, zentraler Wärmepumpe und Fernwärmeanbindung für Spitzenlast (Netztemperatur 63°C)

Aufgrund der verfügbaren Abwärmeleistung ist für die Varianten 1 und 2 eine Spitzenlastversorgung zur Deckung der Heizlast bei geringen Außentemperaturen erforderlich. In Variante 3 wird der Spitzenlastbedarf durch den Einsatz eines Saisonal- sowie eines Heißwasserspeichers minimiert. Diese Betrachtung verwendet aktuell zur Verfügung stehende Daten und dient als Grobkonzept. Die Dimensionierung einzelner Komponenten insbesondere die Speicherdimensionierung erfordert weitere Betrachtungen mit detaillierterer Datengrundlage.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde eine Fernwärmerversorgung als Referenzszenario zu Grunde gelegt. Ein Variantenvergleich der 3 betrachteten Varianten, zeigt positive Kapitalwerte und interne Zinsfüße für Variante 1 und 2 wohingegen Variante 3 zwar einen positiven internen Zinsfuß jedoch einen negativen Kapitalwert aufweist. Somit ist diese Variante aus wirtschaftlicher Sicht nicht sinnvoll. Die Wärmegestehungskosten belaufen sich in Variante 1 auf 6,3 ct/kWh, 8,2 ct/kWh in Variante 2 und 9,9 ct/kWh in Variante 3. Da die Grenzkosten der Fernwärme Wien nicht bekannt sind, ist eine wirtschaftliche Bewertung anhand der Wärmegestehungskosten nicht möglich. Die Wärmegestehungskosten einer alternativen Wärmeversorgung mit Erdgas liegen mit 4,6 ct/kWh unter den betrachteten Varianten.

Für die Bewertung zukünftiger Unsicherheiten wurden Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Diese zeigen die Entwicklung des Fernwärmetarifs, den elektr. Energiepreis sowie die Investitionskosten als wesentliche Einflussfaktoren für eine wirtschaftliche Umsetzung des Projektes. Aufgrund des geringsten Bedarfs an elektr. Energie weist Variante 1 eine geringere Abhängigkeit vom Strompreis gegenüber anderen Variante auf.

Ein Vergleich der ökologischen Auswirkungen der Varianten zeigt sowohl primärenergetische als auch emissionstechnische Vorteile gegenüber den weiteren Varianten aufgrund des wiederum geringen Strombedarfs.

Zusammenfassend ergeben sich aus diesem Projekt sozial, ökologische und ökonomische Vorteile für sämtliche beteiligte Projektpartner. Aufgrund der Ergebnisse der durchgeführten Bewertungen ist eine Umsetzung von Variante 1 aus ökologischen sowie ökonomischen Gründen zu empfehlen.

Ermöglicht wird dies durch die Verfügbarkeit baulicher Infrastruktur sowie eines Wärmeabnehmers in unmittelbarer Nähe des Wärmeeinbaus. Werden diese Voraussetzung in anderen Fällen erfüllt, so ist die hier betrachtete Machbarkeitsanalyse auf weitere Rechenzentren übertragbar.

DIC- Performance Resins

Am Standort Breitenleer Straße befinden sich 3 Unternehmen welche im Eigentum der DIC Group stehen. DIC Performance Resins (DPR) produziert Kunstharz und ist der größte Energieverbraucher am Standort. Weiters sind Sun-Chemical AG (Produktion von Druckfarben) und DIC-Europe GmbH (Produktion von PPS- Produkten) am Standort angesiedelt. DPR als auch DIC-Europe produzieren im 3-Schicht Betrieb Montag 06:00 bis Samstag 06:00 wohingegen Sun-Chemical derzeit im 1-Schicht Betrieb produziert.

Die Unternehmen benötigen neben elektrischer Energie vorwiegend thermische Energie. Dazu kommen Erdgas und Heizöl für Produktions- und Heizzwecke zum Einsatz. Der jährliche Gesamtenergiebedarf des Standortes belief sich 2014 auf 39,3 GWh ohne Treibstoffe. Thermische Energie wird in der Produktion in erster Linie für den korrekten Ablauf der chemischen Reaktionen benötigt. Die dazu erforderlichen Reaktoren werden entweder mit Dampf, Thermoöl oder beidem versorgt. Dazu stehen am Standort zwei Dampfkessel mit thermische Nennleistung von 16,4 MW sowie zwei Thermoölkessel mit einer thermischen Nennleistung von 2,9 bzw. 3,5 MW zur Verfügung.

Die Dampfkessel stehen im Eigentum eines Energieversorgers wovon Dampf für die Produktion bezogen wird. Die Rauchgastemperatur nach dem integrierten ECO beträgt im Durchschnitt 200°C. Durch die Integration eines Wärmetauschers können unter Ausnutzung von Rauchgaskondensation 286 kW bzw. 1.707 MWh an Abwärme rückgewonnen werden.

Die Erwärmung des Thermoöls auf rund 240°C erfolgt mit zwei Erdgaskessel. Die Rauchgase des Kessels werden bei einer Temperatur von 265°C über einen Kamin abgeführt. Unter Ausnutzung von Kondensation kann bei diesen Kesseln 104 kW bzw. jährlich 625 MWh an Abwärme rückgewonnen werden.

Weiters verfügen die Reaktoren über ein Kühlsystem um die erforderlichen Temperaturprofile einzuhalten. Dabei wird Wärme der Reaktoren mittels Wasserkreislauf über Rückkühler abgeführt. Die beiden Produktionslinien (Hoch- und Niedertemperatur) verfügen jeweils über einen Kühlturm welcher mit Rücklauftemperaturen von durchschnittlich 20°C. Die Abwärme des Kühlwassers beläuft sich auf 343 kW bzw. 2.058 MWh bei einer Rücklauftemperatur von 21°C.

Die Produktionsabluft wird aufgrund der Schadstoff- und Geruchsbelastung über eine regenerative-thermische Oxidationsanlage (CTO) bzw. über eine biologische Reinigungsanlage geführt. Die CTO Anlage wird mit Heizöl gefeuert um die erforderliche Temperatur zu gewährleisten. Das Reingas der Anlage wird mit rund 83°C über einen Kamin abgeführt. Durch einen Wärmetauscher im Reingasstrom lassen sich 50kW an Abwärme bzw. jährlich 297 MWh rückgewinnen.

Somit steht in Summe eine Wärmeleistung von 782 kW bzw. eine Wärmemenge von 4.688 MWh zur Verfügung. Da die Temperatur einzelner Wärmequellen für eine direkte Nutzung für z.B. Heizzwecke zu gering ist und andererseits Rauchgaskondensation durchgeführt werden soll, ist eine Wärmepumpe vorgesehen. Diese erhöht die Temperatur der Wärmequelle im Sommerbetrieb auf 90°C bzw. im Winterbetrieb auf 70°C und ermöglicht dadurch eine Einspeisung in die Primärleitung des Fernwärmenetzes.

Die Investitionskosten dieser Maßnahme betragen rund 2.150.000 EUR. Davon entfallen rund 45% der Kosten auf die Einbindung in das Fernwärmenetz. Die Kosten für die Auskopplung der Abwärme am Standort betragen rund 200.000 EUR. Unter Berücksichtigung von Reinvestitionen und Restwerten ergeben sich daraus kapitalgebundene Kosten in der Höhe von rund 150.000 EUR. Die bedarfsgebundenen Kosten werden zu 80% durch die elektr. Energiekosten der Wärmepumpe bestimmt. Der restliche Anteil ist durch die Vergütung von Abwärme bedingt. Dieser Preis entspricht einer ersten Annahme wofür jedoch bilaterale Vereinbarungen zu treffen sind. Die jährlichen bedarfsgebundenen Kosten betragen somit rund 235.000 EUR. Die betriebsgebundenen Kosten werden durch Wartung und Instandhaltung der Anlagen geprägt und betragen jährlich rund 18.000 EUR. Unter Berücksichtigung dieser Kosten ergeben sich Wärmegestehungskosten in der Höhe von 6,1 ct/kWh. Dieser Wert entspricht in etwa durchschnittlichen Fernwärmekosten liegt jedoch über einer alternativen erdgasgefeuerten Wärmeversorgung von etwa 4,6 ct/kWh.

Unter Berücksichtigung aktueller Fernwärmeerlöse ergibt sich ein interner Zinsfuß von 3,8% bei einem Kapitalwert von rund 110.000 EUR wodurch wirtschaftliche Vorteile dieser Maßnahme zu erwarten sind. Aufgrund der langen Laufzeiten gibt es neben Abnahme- und Bereitstellungssicherheiten weitere Einflussfaktoren auf einen wirtschaftlichen Betrieb. Der Wesentlichste Einflussfaktor auf die Wirtschaftlichkeit ist der Strompreis welcher bei einem Anstieg von über 1,8% einen negativen Kapitalwert ergibt.

Die ökologische Bewertung der Maßnahme ergibt einen Primärenergiebedarf für die bereitgestellte Abwärme von rund 8.324 MWh bei einem Emissionsausstoß von 619 tCO₂e pro Jahr. Im Vergleich zu Erdgas entspricht dies einer Minderung um 1.109 tCO₂e pro Jahr.

Eine Umsetzung dieser Maßnahme bietet sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile für sämtliche Projektbeteiligte. Erschwerende Bedingungen entstehen in diesem Fall durch das Fehlen eines konkreten Abnehmers sowie durch einen geringen Wärmebedarf im Sommer im unmittelbaren Fernwärmenetz.

Weitere Beispiele

Im Zuge der Studie wurden Daten von weiteren 4 Rechenzentren erhoben. Dabei wurde eine lokale Abwärmeleistung von aktuell rund 4,2 MW bzw. ein jährliches Abwärmepotenzial von rund 37 GWh identifiziert. Zwei dieser Abwärmequellen eignen sich für eine Einspeisung in das Fernwärmenetz. Bei den weiteren zwei Quellen ist eine Nutzung direkt am Standort zu überprüfen. Aufgrund zeitlicher Kapazitäten wurden diese Abwärmequellen nur grob betrachtet.

Allgemeine Schlussfolgerungen

Vorliegende Studien zur Abwärmenutzung berücksichtigen häufig wirtschaftliche Potenziale welche oftmals an eine direkte Nutzung auf höherem Temperaturniveau gekoppelt sind. Abwärmequellen auf geringem Temperaturniveau sind bei sämtlichen Kälteanlagen in unterschiedlichsten Branchen vorzufinden. Schätzungen zur Folge ist der Energiebedarf österreichischer Rechenzentren zwischen 2010 und 2016 von 0,99 auf 1,24 Mrd kWh gewachsen (Hintemann, 2017). Weiteren Schätzungen zur Folge soll das digitale Universum zwischen 2013 und 2020 um den Faktor 10 von 4,4 ZB auf 44 ZB ansteigen (IDC, 2014). Anhand dieser Zahlen sowie Schätzungen von 1-2 neu gebauten Rechenzentren pro Jahr in Wien ist die Relevanz für weitere Projekte in diesem Bereich ersichtlich. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Datenerhebung und der Workshopergebnisse können folgende Aussagen auf ähnliche Projekte übertragen werden:

- In bestehenden Anlagen werden oftmals luftgekühlte Kompaktkältemaschinen mit Free-Cooling Betrieb eingesetzt
- Kondensator oder Anlagentausch und energetischer Mehrbedarf an Kältemaschine für konstante Wärmerückgewinnung erforderlich
- Umsetzung durch externen Partner aufgrund mangelnder Ressourcen
- Langfristige Lieferverträge als wesentliches Kriterium aufgrund beschränkter Lebensdauer und unsicheren Märkten
- Aufgrund hoher Leistungskosten ist ein geeigneter Wärmeabnehmer (ganzjährig) in unmittelbarer Nähe erforderlich

Die anhand der durchgeführten Fallbeispiele gewonnenen Erkenntnisse können auf unterschiedliche Projekte/ Unternehmen/ Städte übertragen werden. Das wesentliche Entscheidungskriterium für eine wirtschaftliche Nutzung ist die örtliche Verfügbarkeit eines geeigneten Verbrauchers. Aus ökonomischer Sicht treten eine Vielzahl an Einflussparameter auf welche eine Verallgemeinerung nicht ermöglichen (Energiepreise, Betrachtungszeitraum, Risikobewertung, Herstellkosten, etc.). Die wesentlichen allgemeinen Erkenntnisse aus den vorliegenden Ergebnissen sind

- Daten über vorhandene Abwärmepotenziale sind häufig unbekannt, müssen im Zuge eines Projektes erhoben werden oder werden nicht bekannt gegeben bzw. ausschließlich vertraulich
- Eigenschätzung bestehender Potenziale in Unternehmen häufig ausschließlich durch wirtschaftlich nutzbare Potenziale
- Individuelle Beurteilung der Netzeinspeisung im Fernwärmenetz erforderlich (Wärmebedarf, Druckniveau, Netzcharakteristik, etc.)
- Geographische Lage und Wärmebedarf im Fernwärmenetz sind wesentliches Kriterium für die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit einer Maßnahme
- Nutzung von Niedertemperaturabwärme in Niedertemperaturheizsystemen ist technisch und wirtschaftlich vorteilhaft jedoch muss bereits in einer frühen Phase eine Projektentwicklung zwischen Anbieter und Verbraucher erfolgen
- Saisonale Speicher sind aus wirtschaftlicher Sicht für Abwärmeauskopplung ökonomisch nicht vorteilhaft
- Konflikte zwischen langfristiger Wärmelieferverpflichtung und langfristige Investitionen durch Wärmeabnehmer aufgrund variabler Auslastungen/ Produktionsmengen
- Barrieren durch Dienstbarkeiten (Servitute) für Anbindungsleitungen bei Mietgebäuden

B.5.3.2 Workshops – Umsetzung einer Abwärmenutzung bei ausgewählten Abwärmequellen

Ziel der Workshops war es Anbieter und Abnehmer von Abwärmepotenziale zusammen zu führen und mögliche Lösungen sowie Hemmnisse und Barrieren zu erarbeiten. Dazu wurden potenzielle Unternehmen auf mögliche Nutzungspotenziale überprüft und in 2 vielversprechenden Fällen workshops durchgeführt. Die wesentlichen Themen dieser Workshops waren:

- Technische Lösungsansätze zur Nutzung verfügbarer Abwärme
- Rahmenbedingungen und Lösungsmöglichkeiten aus Sicht des Anbieters von Abwärme
- Rahmenbedingungen und Lösungsmöglichkeiten aus Sicht eines Abnehmers von Abwärme
- Rahmenbedingungen aus Sicht öffentlicher Stakeholder
- Technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen aus planerischer Sicht

Im Rahmen der Machbarkeitsanalyse ATOS wurde ein **Workshop im Hause von ATOS** durchgeführt. Im Rahmen dieses Workshops konnten neben dem Anbieter von Abwärme auch potenzielle Abnehmer und weitere Stakeholder begrüßt werden.

In dem Workshop wurden Projektentwickler als potenzielle Nachfrager nach Abwärme und Anbieter von Abwärme in einen Dialog gebracht, um die technische und wirtschaftliche Machbarkeit zu prüfen. Im Zuge des Workshops wurden organisatorische und technische Fragestellungen diskutiert und teilweise geklärt. Die wesentlichen Erkenntnisse aus diesem Workshop sind:

- Abwärmenutzung ist aus technischer und wirtschaftlicher Sicht möglich und wird von sämtlichen Parteien angestrebt
- Tendenziell ist von einem Rückgang der Abwärme in den nächsten Jahren auszugehen
- Planung und Umsetzung nicht durch Rechenzentrumsbetreiber aufgrund fehlender Ressourcen
- Auslastung der Rechenzentren sehr unterschiedlich
- Servitutsrecht für Leitungsführung erforderlich
- Wärmeeinbringung in neu errichteten Wohngebäuden üblicherweise mittels Radiatoren; neue Gebäude werden im Sekundärnetz der Wien Energie mit Vorlauftemperaturen von min. 63°C versorgt

Fragestellungen wie die längerfristige Entwicklung der Abwärmequelle, Liefer- und Abnahmegarantien, Dienstbarkeiten sowie finanzielle Aspekte bedürfen weiterer Abklärung für eine erfolgreiche Umsetzung.

Ein weiterer **Workshop** wurde für die Machbarkeitsanalyse **DIC Performance Resins** durchgeführt. Im Rahmen dieses Workshops konnten neben dem Anbieter von Abwärme auch Planer und Prozessingenieure für die Umsetzung des Projektes begrüßt werden.

Bei diesem Workshop wurden mögliche Varianten für DIC Performance Resins vorgestellt und mit beteiligten Personen diskutiert. Als potenzieller Abnehmer für Abwärme wurden vorab Gespräche mit Projektentwickler geführt.

Aus Sicht des Unternehmens hat eine interne Nutzung des vorhandenen Abwärmepotenzials Priorität. Verbleibende oder technisch aufwendig nutzbare Abwärmepotenziale sollen im Anschluss für eine externe Nutzung geprüft werden. Das Wesentliche Entscheidungskriterium für die interne oder externe Nutzung ist jedoch der wirtschaftliche Vorteil der Maßnahme. Zusammenfassend können folgende Erkenntnisse aus dem Workshop gewonnen werden:

- Interne Nutzung vorliegender Abwärmepotenziale hat Priorität jedoch entscheiden letztendlich wirtschaftliche Parameter
- Einspeisung in Stichleitung bedarf individueller Betrachtung der Wärmeverbraucher oder jahreszeitlich variabler Vor- und Rücklaufeinspeisung

B.6 Erreichung der Programmziele

B.6.1 Einpassung in das Programm und Beitrag zu den Zielen des Programms

Wir erfüllen hier den Systemanspruch - umfassende, ganzheitliche Ansätze, Strategien aufzuzeigen und Umsetzungsvorschläge zu entwickeln, die einen hohen Grad an Multiplizierbarkeit haben. Die Stadt Wien dient als Testbed, die Vorgangsweise zur Erfassung der Abwärmepotenziale ist auf andere Städte übertragbar.

Die primäre Zielgruppe sind Stadtverwaltungen, Energieversorger in der Stadt und Bauträger als Akteure sowie Unternehmen, die Abwärme bereitstellen können bzw. abgeben wollen.

Mit allen Zielgruppen wurden Gespräche geführt, mit Bauträgern, potenziellen Abwärmelieferanten auch Workshops realisiert um eine Umsetzung vorzubereiten. Thematisch werden hier Gebäude/-verbünde und Energienetze als relevante Handlungsfelder bearbeitet.

Das Umsetzungspotenzial wird eben bzw. nach Projektende an einem Beispielprojekt in Floridsdorf getestet, wo die Abwärme eines großen Datenzentrums zur Heizenergieversorgung eines in Planung befindlichen neuen Bauvorhabens eines sozialen Wohnbauträgers dienen soll.

Dekarbonisierung als wesentliches Instrument zum Klimaschutz erfordert im Wärmebereich eine Kombination klimaneutraler Energieträger. Neben erneuerbaren Energieträgern kann die Integration von Abwärme in die städtische Wärmeversorgung einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung der Wärmewende leisten. Abwärme auf geringem Temperaturniveau (Kälteanlagen, Abwasser, etc.) wird üblicherweise an die Umgebung abgegeben und bleibt aufgrund des geringen Temperaturniveaus ungenutzt. Die Identifikation sowie die Demonstration der Machbarkeit sind erste Schritte für eine zukünftige Umsetzung von Projekten in diesem Bereich und die Ergebnisse dieser Studie sind für weitere Projekte bzw. auf weitere Beispiele anwendbar.

B.6.2 Zielgruppeneinbindung und Umsetzungspotenzial

Folgende Zielgruppen wurden in das Projekt einbezogen:

- Fernwärme Wien GmbH als potenzieller Abwärmeabnehmer bzw. als Infrastrukturanbieter für lokale Abwärme-Verteilung
- Die MA20 als für Energieplanung und damit für das Erreichen der Klimaziele (mit-) verantwortliche Magistratsabteilung, welche in weiterer Folge die Abwärmepotenzialkarte in den Open-Data Katalog der Stadt Wien zur Veröffentlichung einbringen wird. Die MA 20 wird die Detailergebnisse im Zuge von Beratungen von potenziellen Nachfragern weiter nutzen.
- ATOS als exemplarischer Abwärmeanbieter
- Die Sozialbau Wohnbaugenossenschaft als Projektentwickler und potenzieller Abwärmenutzer mit Wien Energie und Sozialbau

An der Umsetzung wird nun im Zuge des einen Projektes gearbeitet – Planungen und Gespräche zwischen ATOS und Sozialbau sowie Fernwärme Wien finden statt.

Unternehmen verfügen häufig Abwärme auf geringem Temperaturniveau, jedoch ist eine Nutzung aus wirtschaftlichen Gründen oftmals nicht sinnvoll. Im Zuge der Erhebung von Energiekennzahlen sowie Abwärmepotenzialen wurden rund 120 Wiener Unternehmen kontaktiert und diese zu diesen Themen befragt und somit Bewusstsein geschaffen. Machbarkeitsanalysen sind der Grundstein zur Umsetzung von Projekten in diesem Bereich und die Basis für Gespräche zwischen Projektpartner.

Durch Aufnahme der Potenzialkarte in den Open Data Katalog der Stadt Wien wird ein erster Schritt zur verstärkten Bewusstseinsbildung der breiten Öffentlichkeit gesetzt.

B.7 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

Nachdem die Ergebnisse zum Großteil auf Daten aus der Literatur beruhen, kann die Analyse der Bedarfsdeckung ebenfalls nur einen ersten Überblick liefern. Dennoch wird dadurch eine Vorstellung der Größenordnungen, welche Bereiche mit der vorhandenen Abwärmemenge versorgt werden könnten, möglich. Datenzentren sind die potenziell vielversprechendsten Abwärmequellen im urbanen Umfeld – weitere sind kunststoffverarbeitende Betriebe, Bäckereien und Großküchen.

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.

Da es keine regulatorischen Grundlagen für eine Einspeisung von Abwärme gibt, entscheiden ausschließlich technische und wirtschaftliche Kriterien für eine Umsetzung von Projekten in diesem Bereich. 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. Da es sich bei Wärmeversorgungsunternehmen um deren Kerngeschäft handelt und diese mit längeren Betrachtungszeiträumen arbeiten, ist diese Variante häufig zu finden. 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 Stichleitungen zu geeigneten Haushalten bzw. Unternehmen, die Wärme benötigen, zu errichten, um die Abwärme nicht ungenutzt zu lassen.

B.8 Ausblick und Empfehlungen

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 Aussage der MA 20 (DI Ritter) 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.

Verbesserte rechtliche Rahmenbedingungen für den Handel mit Abwärme sowie den Netzzugang für Dritte sind zu entwickeln, um hier mehr Möglichkeiten und Sicherheit für beide Seiten – Anbieter und Abnehmer – bei der Nutzung derartiger Energiequellen zu gewährleisten.

Voraussetzung für eine wirtschaftliche Abwärmenutzung ist eine zeitnahe Übereinstimmung des Anfalls von Abwärme und des Energiebedarfs vor Ort. 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.

Die Energieraumplanung soll dazu beitragen, funktionsdurchmischte Gebiete zu entwickeln, in denen abwärmeanbietende Unternehmen und Nachfrager, welche die Wärme nutzen können, in engem räumlichen Kontext zueinander stehen. Eine gewisse bauliche Dichte von Stadtteilen ist zusätzlich notwendig, um entsprechende Energiedichten und Wärmeabnehmer für einen wirtschaftlichen Betrieb von Fernwärmenetzen zu erzielen.

Generell ist es notwendig, dass die Bevölkerung für die Nutzung erneuerbarer Energieträger sensibilisiert wird. Durch bewusstseinsbildende Maßnahmen (Öffentlichkeitsarbeit von Seiten der Stadt, Bauträgerfirmen bzw. Energieversorgungsunternehmen) soll ein energiesparendes Verhalten gefördert werden.

Die technische Umsetzung einer Abwärmeauskopplung ist aufgrund unterschiedlich eingesetzter Technologien von Fall zu Fall unterschiedlich, wodurch sich unterschiedliche Abwärmepotenziale sowie ökonomische Aspekte ergeben. Die Steigerung der Genauigkeit von Hochrechnungen ist an die Verfügbarkeit unternehmerischer Daten gekoppelt. Diese gilt es in Zukunft zu steigern, um tatsächlich verfügbare Potenziale zu erheben und Umsetzungsprojekte zu forcieren. Eine Möglichkeit zur Steigerung der Datenverfügbarkeit ist die Koordination bereits erhobener Daten von z.B. Landesförderprogrammen, Umweltförderungen, Energieeffizienzgesetz, etc. Alternativ dazu bedarf es weiterer Motivatoren für Unternehmen in Form von regulativen Vorgaben oder durch Anreize in Form technischer bzw. wirtschaftlicher Unterstützung.

C. Literaturverzeichnis

Blesl, M., Ohl, 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

Brandstätter (2008), Abwärmepotenziale in Oberösterreich, Endbericht, erstellt im Auftrag des Landes Oberösterreich, Feldkirchen

Fernwärme Wien GmbH (2009), Technische Richtlinien-Leitfaden allgemeingültige Bestimmungen, online unter: https://www.wienenergie.at/media/files/2015/technische%20richtlinie%20tr-lab%20leitfaden%20allgemeing%C3%BCltige%20bestimmungen_140553.pdf, zuletzt abgerufen 29.11.2016

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

Irschik, W. (2013) Fernwärme Wien Unternehmenspräsentation Geschäftsjahr 2011/12. Fernwärmetage, 13.03.2013, Wien

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

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

Loibl W., Köstl, M., Neumann, H.-M., Möller, S., Jakutyte-Walangitang, D., Iglár, B. (2015) Analyse von Kosten und Wirkungen unterschiedlicher technologischer Lösungen für repräsentative Stadtraumtypologien; Transform+ Deliverable 2.3, AIT, Wien.

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

Magistrat der Stadt Wien, MA 18 (Hrsg.) (2014), Stadtentwicklungsplan 2025

Magistrat der Stadt Wien, 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

Moser, S., De Bruyn, K., Goers, S., Holzleitner, M.-T., Huemer, M., Steinmüller, H. (2015), Evaluierung ausgewählter Konzepte der Einspeisung industrieller Abwärme in bestehende Fernwärmenetze, Endbericht im Rahmen des Projektes Open Heat Grid, Energieinstitut, Linz

Orthofer, R., Humer, H., W. Winiwarter, W., Kutschera, P., Loibl, W., Strasser, T., Peters-Anders, J. (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 13.02.2016

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, zuletzt abgerufen am 02.11.2016

Schmidt, R.-R. (2015) Potentiale und Herausforderungen für Wärmepumpen im Bereich der Fernwärme, Salzburger Qualitätsnetzwerk Wärmepumpe Herbsttagung, 2015, online unter https://www.energieaktiv.at/download/index/mediafile/542/sqwp_tagung_21.10.15_potentiale_der_wp_in_der_fw_schmidt.pdf, zuletzt abgerufen am 16.11.2016

Stollnberger, R. (2016), Diplomarbeit „Industriell-gewerbliche Abwärmepotenziale und deren Nutzung für eine energieeffiziente Entwicklung im Stadtgebiet von Wien“, Betreuer: Dr. Rudolf Giffinger, Technische Universität Wien, 2016; Abschlussprüfung: 28.Juni 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, zuletzt abgerufen am 04.03.2016

Wien Energie GmbH (2013), Technische Richtlinien- Technische Auslegungsbedingungen, online unter: https://www.wienenergie.at/media/files/2015/technische%20richtlinie%20tr-tab%20technische%20auslegungsbedingungen_140557.pdf, zuletzt abgerufen am 29.11.2016

Wiener Stadtwerke (2015), Leitungsnetze, Wien, online unter: <http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/daseinsvorsorge/energieversorgung/leitungsnetze.html>, zuletzt abgerufen am 30.01.2017

D. Anhang

D1. Liste der Publikationen und sonstigen Veröffentlichungen

Diplomarbeit

- Stollnberger, R. (2016), Diplomarbeit „Industriell-gewerbliche Abwärmepotenziale und deren Nutzung für eine energieeffiziente Entwicklung im Stadtgebiet von Wien“, Betreuer: Dr. Rudolf Giffinger, Technische Universität Wien, 2016; Abschlussprüfung: 28.Juni 2016

Konferenz - Präsentationen:

- Loibl W. (2016) Waste-heat re-use from commercial sources in urban environments – identification of potentials and assessment of supply-demand matches, a Vienna case study. 5th International Conference on Energy and Environment Technologies and Equipment (EEETE '16) 30. 9. 2016, Dubrovnik
- Loibl, W. (2016) Residential heat supply in cities through waste-heat re-use: sources, supply potential and demand coverage – a Vienna case study. Smart Cities Expo World Congress, 15.11.2016, Barcelona
- Rezania, R. (2016) Alternative Wärmequellen zur Wärmeversorgung von Wien. 2. Praxis- und Wissensforum Fernwärme/Fernkälte, 15.11.2016, Wien

Journal Papers, peer – reviewed, published

- Loibl W., Stollnberger R. Österreicher, D. (2016) Waste-heat re-use from commercial sources in urban environments – identification of potentials and assessment of supply-demand matches, a Vienna case study. *WSEAS TRANSACTIONS on ENVIRONMENT and DEVELOPMENT*, ISSN / E-ISSN: 1790-5079 / 2224-3496, 2016, Vol 12, pp. 237 – 250
www.wseas.org/multimedia/journals/environment/2016/a485815-066.pdf
- Loibl, W.; Stollnberger, R.; Österreicher, D. (2017) Residential Heat Supply by Waste-Heat Re-Use: Sources, Supply Potential and Demand Coverage—A Case Study. *Sustainability* 2017, 9, 250

IMPRESSUM

Verfasser

AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Dr. Wolfgang Loibl
Giefinggasse 2, 1210 Wien
Telefon: +43 664 8251186
E-Mail: wolfgang.loibl@ait.ac.at

Projekt- und Kooperationspartner

Wien Energie GmbH (Wien)
Stadt Wien - Magistratsabteilung 20 –
Energieplanung (Wien)

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien
E-Mail: office@klimafonds.gv.at
Web: www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige
Verantwortung für den Inhalt dieses
Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise
die Meinung des Klima- und Energiefonds
wider.

Weder der Klima- und Energiefonds noch
die Forschungsförderungsgesellschaft
(FFG) sind für die Weiternutzung der hier
enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH