

Energetische Auswirkungen von Urban Manufacturing in der Stadt

ENUMIS

T. Tötzer, R. Stollnberger,
R. Krebs, M. Haas, C. Biegler

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

17/2019

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe
unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

Energetische Auswirkungen von Urban Manufacturing in der Stadt

ENUMIS

Tanja Tötzer, Romana Stollnberger
AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Roland Krebs, Mara Haas
Superwien ZT OG

Christoph Biegler
Fraunhofer Austria Research GmbH

Wien, September 2018

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm Stadt der Zukunft des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm Haus der Zukunft auf und hat die Intention Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung von allen betroffenen Bereichen wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMVIT publiziert und elektronisch über die Plattform www.NachhaltigWirtschaften.at zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und AnwenderInnen eine interessante Lektüre.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	7
Abstract.....	9
1. Ausgangslage.....	11
1.1. Motivation und Zielsetzung	11
1.2. Stand der Technik.....	12
2. Projektinhalt.....	15
3. Ergebnisse.....	17
3.1. Abschätzung der Abwärmepotenziale.....	19
3.2. Industrie 4.0 & Urban Manufacturing.....	25
3.3. Good Practice Beispiele	26
3.4. Neue Anforderungen an das Energiesystem	29
3.5. Neue Optionen für das Energiesystem	30
3.6. ENUMIS – Konzept 2.0.....	32
4. Schlussfolgerungen.....	35
5. Ausblick und Empfehlungen	38
6. Verzeichnisse	39
6.1. Abbildungsverzeichnis	39
6.2. Tabellenverzeichnis.....	39
6.3. Literaturverzeichnis	39
7. Anhang	42

Kurzfassung

Das Projekt „ENUMIS – Energetische Auswirkungen von Urban Manufacturing in der Stadt“ beleuchtet **Urban Manufacturing** (UM) aus **Energiesicht** und zeigt zukünftige Chancen als auch Herausforderungen auf, die sich durch urbane Produktion in Hinblick auf die Konzeption nachhaltiger Energiesysteme für Städte ergeben. Das Projekt liefert Antworten zu zwei Kernfragen: *Wie können Rahmenbedingungen geschaffen werden, um Unternehmen des produzierenden Sektors in Städten zu halten bzw. Neuansiedlungen zu fördern? Welche Abwärmenutzungspotenziale aus industriell-gewerblichen Betrieben sind in ausgewählten österreichischen Beispielgemeinden vorhanden und welche Veränderungen auf Energieversorgungsseite sind durch UM zu erwarten?* Durch die stetig voranschreitende **Digitalisierung** von Industrie und Gewerbe ergeben sich auch für die Energieversorgung **neue Anforderungen** als auch neue Optionen, die in dem Projekt speziell in Hinblick auf die zukünftigen Entwicklungen und Auswirkungen der Digitalisierung auf die Stromnachfrage beleuchtet werden.

Aufbauend auf einer Literaturrecherche zu nationalen und internationalen Studien und Initiativen zum Thema UM sowie auf Erfahrungen und Ergebnissen von Vorprojekten der ProjektpartnerInnen wurden **ExpertInneninterviews** mit VertreterInnen aus der Wirtschaft sowie von produzierenden Unternehmen geführt. In einem weiteren Schritt wurden die energetischen Auswirkungen von UM näher betrachtet und **Abwärmepotenziale** aus Industrie und Gewerbe in ausgewählten österreichischen Städten abgeschätzt. Um die Ergebnisse der bisherigen Analysen zu diskutieren und Input aus Sicht der Praxis zu bekommen, wurden in einem **Stakeholderworkshop** gemeinsam mit VertreterInnen aus Industrie, Wirtschaft, Forschung und Stadtverwaltung Chancen und Potenziale für eine zukünftig nachhaltige Energieversorgung durch UM diskutiert.

UM zeichnet sich durch ein Zusammenspiel vieler städtischer Player aus. Einerseits bietet die Dichte einer Stadt **Synergieeffekte** zwischen Unternehmen und deren städtischem Umfeld (Arbeitskräfte, Konsumenten, Forschungseinrichtungen, Partnerunternehmen, etc.), andererseits ist es aufgrund der **Flächenverfügbarkeit** schwierig, traditionellen und neuen Betrieben, die in der Stadt Flächen für Erweiterung oder einen neuen Standort suchen, diese Flächen bereitzustellen. **Städte im Wandel** und globale Trends verändern auch UM in der Stadt – sowohl die Art der Produktion (**Industrie 4.0**, Digitalisierung, Elektrifizierung) als auch die Branchenstruktur (Tertiärisierung, Zusammenwachsen von Dienstleistungen und Produktion). Die Veränderungen führen zu neuen Anforderungen an die Energiebereitstellung (sowohl strom- als auch wärmeseitig). Die Entwicklung geht eindeutig in die Richtung, dass die Grenzen zwischen Konsumenten und Produzenten, zwischen den Wärme-, Strom-, Gas- und Mobilitätssektoren (**Sektorkopplung**) und zwischen Gewerbe/Industrie und Wohnen verschwimmen. In diesem Kontext werden **Speichermöglichkeiten** immer bedeutender. Diese ermöglichen es erst, Energieerzeugung und -bedarf zeitlich zu überbrücken, fluktuierende erneuerbare Erzeugung besser zu nutzen, kurzfristige Lastschwankungen auszugleichen und Produktionsprozesse netzstabilisierend zu steuern. UM Betriebe können je nach Branche und Produktionsprozess unterschiedliche Potenziale bieten: viele Betriebe benötigen die meiste Energie tagsüber, zu Zeiten, an denen die Nachfrage durch Haushalte gering ist; einige haben das Potenzial, ihre Produktion (z.B. in Batch-Prozessen) darauf auszurichten, wann viel Energie verfügbar und günstig ist (Power-to-Product); sie haben Speicherpotenziale (Wärme- und Kühlprozesse (Power-to-

Heat/Cool), eigene Speicher) und die Möglichkeit, selbst Wärme und Strom zu produzieren und zur Verfügung zu stellen.

Die Recherchen haben gezeigt, dass für den Großteil an Lösungen, die UM aus energetischer Perspektive optimieren würde, die rein technologischen Voraussetzungen weitgehend vorhanden sind. In den nächsten Jahren wird eine verstärkte Erprobung der Technologien in **Demonstrationsprojekten** nötig sein. Vor allem Demoprojekte zum Lastmanagement bei Wärme und Strom, Abwärme und Überschussstrom-Nutzung (Power-to-Heat) in der Industrie sollten vermehrt forciert und im Realfall getestet werden, um einen großflächigen Einsatz in der Zukunft vorzubereiten.

Abstract

The project "ENUMIS - Energetic Impacts of Urban Manufacturing in the city" highlights **Urban Manufacturing (UM)** from an **energy perspective** and aims at exploring future opportunities as well as challenges arising from urban production regarding the design of sustainable energy systems for cities. The project provides answers to two key questions: How can framework conditions be created to keep manufacturing companies in cities or to promote new settlements? Which waste heat utilization potentials from industrial and commercial enterprises are available in selected Austrian municipalities and which changes on the energy supply side can be expected from UM? The steadily advancing **digitization** of industry and commerce also results in **new requirements** and new options for energy supply, which the project will also examine regarding future developments and the effects of digitization on electricity demand.

Based on a literature search on national and international studies and initiatives on the subject of UM as well as on the experiences and results of preliminary projects of the project partners, **expert interviews** were conducted with representatives from industry and manufacturing companies. In a further step, the energetic impacts of UM were examined more closely and waste heat potentials from industry and commerce in selected Austrian cities were estimated. In order to discuss the results of the previous analyses and to receive input from a practical point of view, opportunities and potentials in the area of a future sustainable energy supply through UM were discussed in a **stakeholder workshop** together with representatives from industry, companies, research and city administration.

UM is characterized by the interaction of many urban players. On the one hand, the density of a city creates **synergy effects** between companies and their urban environment (workers, consumers, research institutions, partner companies, etc.), on the other hand it is difficult, due to the availability of space, to provide traditional and new companies, which are looking for space in the city for expansion or a new location, with this space requirement. **Cities in transition** and global trends are also changing UM in the city - both the type of production (**industry 4.0**, digitization, electrification) and the industry structure (tertiarization, convergence of services and production). The changes lead to new demands on energy supply (both electricity and heat). The trend is clearly in the direction of blurring the boundaries between consumers and producers, between the heat, electricity, gas and mobility sectors (**sector coupling**) and between commercial/industrial and residential sectors. In this context, **storage options** are becoming increasingly important. These make it possible to bridge energy generation and demand over time, make better use of fluctuating renewable generation, balance short-term load fluctuations and control production processes in a grid-stabilizing way. UM companies can offer different potentials depending on the sector and production process: many companies need the most energy during the day, at times when demand from households is low; some have the potential to adjust their production (e.g. in batch processes) to when a lot of energy is available and cheap (power-to-product); they have storage potentials (heating and cooling processes (power-to-heat/cool), own storage) and the possibility to produce and make and offer heat and electricity themselves.

Research has shown that for the majority of solutions that UM would optimize from an energy perspective, the technological requirements are largely available. Over the next few years, it will be necessary to intensify the testing of technologies in **demonstration projects**. Above all, demonstration projects on load management for heat and electricity, waste heat and

surplus electricity use (power-to-heat) in industry should be pushed and be tested in reality in order to prepare for large-scale use in the future.

1. Ausgangslage

1.1. Motivation und Zielsetzung

Das Projekt ENUMIS „Energetische Auswirkungen von Urban Manufacturing in der Stadt“ zielte darauf ab, Urban Manufacturing (UM) aus Energiesicht zu beleuchten und zeigt zukünftige Chancen als auch Herausforderungen auf, die sich durch urbane Produktion in Hinblick auf die Konzeption nachhaltiger Energiesysteme für Städte ergeben. Die Integration des UM-Ansatzes in Stadtentwicklungskonzepte im Sinne einer Funktionsmischung von Wohnen und Arbeiten schafft neben Chancen für eine Stadt der kurzen Wege auch eine effiziente Nutzung von Energie. Das Projekt liefert Antworten zu zwei Kernfragen: Einerseits wurde das Thema UM behandelt und wie Rahmenbedingungen geschaffen werden können, um Unternehmen des produzierenden Sektors in Städten zu halten bzw. Neuansiedelungen zu fördern. Andererseits wurde analysiert, welche Abwärmenutzungspotenziale aus industriell-gewerblichen Betrieben in ausgewählten österreichischen Beispielgemeinden vorhanden sind und welche Veränderungen auf Energieversorgungsseite durch UM zu erwarten sind. Durch die stetig voranschreitende Digitalisierung von Industrie und Gewerbe ergeben sich auch für die Energieversorgung neue Anforderungen als auch neue Optionen, die in dem Projekt speziell in Hinblick auf die zukünftigen Entwicklungen und Auswirkungen der Digitalisierung auf die Stromnachfrage beleuchtet wurden.

„Urban Manufacturing“ wird in wissenschaftlicher als auch in populärwissenschaftlicher Literatur nur unzureichend und nicht einheitlich definiert. Große Unterschiede gibt es v.a. in der Auffassung, welche Branchen und Unternehmensgrößen/-strukturen der Begriff beinhaltet. Zur Verankerung des Themas in der Stadt Wien wurde 2017, aufbauend auf dem Stadtentwicklungsplan Wien 2025, das Fachkonzept „Produktive Stadt“ (MA 18 (Hrsg.), 2017) im Auftrag der MA18 erstellt. Darin bekennt sich die Stadt Wien klar zur Unterstützung einer „*lebendigen Industrie*“ und nimmt somit eine Vorreiterrolle in Österreich ein. Nachdem das Fachkonzept sehr aktuell ist, lehnt sich ENUMIS an das Fachkonzept an und stellt folgende Wirtschaftsbranchen in den Fokus:

Herstellung von Waren, Energieversorgung, Ver- und Entsorgung, Recycling, Umwelttechnik, Bauwesen, Großhandel, KFZ-Handel und Reparatur, Personen- und Gütertransport, Post- und Kurierdienste, Lagerei, Vermietung von Maschinen und Fahrzeugen, Bewachung, Reinigung, Reparatur, Service und Wartung. Zusätzlich zu den priorisierten Branchen im Fachkonzept werden IT-Services, wie z.B. Rechenzentren ebenfalls betrachtet, da sie sehr eng mit UM verknüpft sind, eine sehr hohe Relevanz für Abwärmenutzung aufweisen und ein anhaltender Ausbau stattfindet.

Das Verständnis von UM umfasst stadtverträgliche, mischfähige Produktion, die, eingebettet in ein digitales Umfeld, forschungsintensiv ist und hohe Wertschöpfung in der Stadt generiert. Abhängig von der Branche, haben Unternehmen unterschiedliche Kriterien und Anforderungen hinsichtlich Standort, Infrastruktur, Emissionen und Mobilität. Im räumlichen Kontext konzentriert sich das Projekt weniger auf flächenintensive Industriegebiete, die zumeist am Stadtrand liegen, sondern auf gemischt genutzte Gebiete, in denen sowohl Betriebe (Gewerbe, Handwerk) als auch Wohngebäude angesiedelt sind und UM möglich machen.

Im letzten Jahrzehnt hat sich in entwickelten Städten, so auch in Wien, der Trend zur Re-Industrialisierung bemerkbar gemacht. Es wird zunehmend erkannt, dass der produzierende

Sektor ein Motor für die urbane Entwicklung sein kann – die EU-Kommission spricht 2013 von einer „Renaissance der Industrialisierung“. Die aktuelle Industriepolitik der EU versucht wieder verstärkt, die Produktion in Europa zu halten und zu fördern. Jedoch lässt sich in Wien ein Strukturwandel hin zum Dienstleistungssektor u.a. am Beschäftigungsrückgang im industriellen Sektor von 77,5% zwischen 1970 und 2012 erkennen (Mayerhofer, 2014). Als Hintergründe für die Abwanderung der Industrie aus der Stadt können insbesondere bodenpolitische Entscheidungen genannt werden: Produzierende Betriebe entscheiden sich aufgrund der hohen Bodenpreise in innerstädtischen Lagen zunehmend für eine Ansiedlung am Stadtrand oder im Umland. Außerdem sind wirtschaftliche und strukturelle Einflussfaktoren, wie die Veränderung der Konsumstruktur zu nennen (Mayerhofer, 2014).

Der Wandel in der Politik von der De- zur Re-Industrialisierung kann vor allem durch ökonomische Ziele begründet werden – Industrie gilt als Wirtschaftstreiber, da diese ein höheres Wachstum in der totalen Faktorproduktivität als bspw. der Dienstleistungssektor hervorbringt. Darüber hinaus können negative Umweltbelastungen, die durch die Auslagerung des produzierenden Gewerbes in das Umland von Städten sowie in den globalen Süden entstehen, ausgeglichen werden. Durch die Produktion innerhalb von Städten lassen sich erhöhte Lieferungswege, ein hoher Flächenverbrauch und der Verbrauch von nicht erneuerbaren Energien, der oftmals in Entwicklungsländern gegeben ist, vermeiden (Mayerhofer, 2014).

1.2. Stand der Technik

Bereits im Vorfeld beschäftigte sich das Projektteam mit dem Themenfeld Urban Manufacturing und konnte auf bereits durchgeführte Projekte, in denen ebenfalls Workshops und Interviews zum Thema UM durchgeführt wurden, aufbauen.

Im Jahr 2016 untersuchte Superwien ZT OG gemeinsam mit weiteren Partnern im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) und der Wirtschaftsagentur Wien die zentrale Frage, welche Herausforderungen und Chancen UM in den Bereichen Gesellschaft, Standort, Industrie sowie Policy mit sich bringt (Jung-Waclik et al., 2016). In der Studie wurden für die Implikation von UM in die Stadtplanung die vier Handlungsfelder „Verankerung von Urban Manufacturing in städtebaulichen Leitbildern“, „Bewahrung von bestehenden Industriegebieten und Betriebsflächen“, „umfassende Vermarktung und aktives Management von Urban Manufacturing“ identifiziert. Als internationale Good Practice Beispiele werden der Technologie- und Innovationsbezirk *22@Barcelona* im Osten Barcelonas sowie das Design Quartier *Ciudad Metropolitano de Diseno* im Südosten von Buenos Aires genannt.

Auf Basis von ExpertInneninterviews und Workshops mit den Auftraggebern wurden folgende Empfehlungen erarbeitet:

1. *Vom Start-up zum Scale-up*: Produktions-Start-ups sollen nicht nur in der Stadt gegründet werden, sondern auch langfristig hier gehalten werden. Die gemeinsame Nutzung von Produktionsflächen und -mitteln sowie die Reduktion der Bindefristen für Mietverträge und Mietobergrenzen sind wichtige Maßnahmen.
2. Ein „*Kümmerer*“ soll als zentraler Ansprechpartner für Unternehmen und Anrainer dienen.

3. *Technologiepolitische Schwerpunktsetzung:* Durch die Verbreiterung der Stärkefelder, den Austausch von Informationen, die Erleichterung des Zugangs zu spezialisierten Arbeitskräften und Infrastrukturen soll eine thematische Fokussierung auf Technologie erfolgen.
4. *UM als Strategie für die Stadtentwicklung:* Die optimale Mischung und Ergänzung von Wohnen und Arbeiten soll schon in der Planung mitgedacht und implementiert werden. Die Nutzung von neuen Technologien (Green Technology) soll Produktion in der Stadt verträglicher machen. Verbindliche Quoten sollen die Ansiedlung von UM Betrieben forcieren und städtebauliche Verträge können dazu beitragen, dass Flächen gesichert werden und Produktion zum integrierten Bestandteil von Masterplänen wird.
5. *In Metropolregionen denken:* Die administrativen Grenzen sollen für die Unternehmen u.a. durch die Profilbildung und Bewerbung von Regionen sowie ein Standortmarketing leichter handhabbarer gemacht werden. Industriegebiete sollten über administrative Grenzen hinaus entwickelt werden und gemeinsam die regionale Infrastruktur nutzen.
6. *Potenziale von Industrie 4.0 nutzen:* Einen wesentlichen Beitrag kann dabei die Bildungspolitik leisten, indem die Aus- und Weiterbildung technischer Fachkräfte ausgeweitet wird und Curricula in allen Ausbildungsstufen überarbeitet werden. Auch ein effizienteres Last- und Verkehrsmanagement und der Abbau von Informationsasymmetrien sind notwendige Maßnahmen.

In der Studie „Urban Manufacturing – Die Zukunft des sekundären Sektors in Wien“ (Wirtschaftskammer Wien (Hrsg.), 2014) untersuchte die Fraunhofer Austria Research GmbH gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik im Auftrag der Wirtschaftskammer Wien Beweggründe von Unternehmen, sich am Produktionsstandort Wien an- bzw. abzusiedeln. Auf Basis dieser Erkenntnisse wurden Maßnahmen und Handlungsempfehlungen abgeleitet, um produzierende Unternehmen zu einem Verbleib bzw. einer Neuansiedlung in Wien zu motivieren. Weiters wurde der sekundäre Sektor hinsichtlich Branchen analysiert, die für eine stadtverträgliche Produktion geeignet sind sowie eine entsprechende Wertschöpfung in Wien generieren.

Zusätzlich wurden sowohl internationale als auch nationale Projekte bzw. Initiativen, die sich mit dem Thema beschäftigen, recherchiert. Die Projekte, die spezifisch zum Thema UM recherchiert wurden, fokussieren sich teils auf wirtschaftliche Aspekte, teils darauf, welche Rolle Produktion in der Stadt einnimmt und wie sich diese verändern wird. Es geht auch um die (Wieder-)Ansiedlung von Industrie und Gewerbe auf Brachflächen sowie Überlegungen und sich dadurch ergebende Chancen, Industrie in der Stadt bzw. im Stadtumland zu halten. Beispielsweise entwickelte das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) aus Stuttgart einen Innovationsverbund „Urbane Produktion“¹, dem sowohl interessierte Unternehmen, kommunale und regionale Akteure als auch ExpertInnen des Fraunhofer IAO angehören, der dabei hilft, Potenziale einer urbanen Produktion zu evaluieren. Im gemeinsamen Austausch wird geprüft, ob sich für ein Unternehmen die Verlagerung in ein städtisches Umfeld lohnt. Außerdem werden bestehende Standorte im

¹ <https://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/leistungen/mensch-und-produktion/urbane-produktion.html>, abgerufen am 30.08.2018

urbanen Umfeld optimiert und Auftraggeber bei der Umsetzung konkreter Maßnahmen unterstützt.

Auch Forschungsprojekte beschäftigen sich mit dem Thema UM. Beispielsweise sollen im aktuell noch bis 2019 laufenden Projekt „Urbane Produktion.Ruhr“² (finanziert durch das deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung) planungsrechtliche Rahmenbedingungen aufgearbeitet sowie Finanzierungs- und Betreibermodelle auf ihre Eignung für urbane Produktion überprüft werden. In einer experimentellen Phase stehen dabei Reallabore in den zwei Bochumer Stadtteilen Werne/Langendreer-Alter Bahnhof und Wattenscheid im Fokus, die eine beispielhafte Umsetzung und Implementierung von urbaner Produktion vorsehen.

Im Projekt „Cities of Making“³ (finanziert durch JPI Urban Europe ERA-NET ENSUF) werden in den drei Städten London, Rotterdam und Brüssel Möglichkeiten zur Stärkung der städtischen Produktion untersucht. Ziel ist es, durch die Kombination von Strategie- und Aktionsforschung herauszufinden, was zur Unterstützung einer belastbaren und innovativen industriellen Basis beiträgt und diese Lösungen in der Praxis zu testen.

In den USA sind in den letzten Jahren zwei spannende Initiativen entstanden. Die 2017 gestartete „*Urban Manufacturing Alliance*“ (UMA)⁴, eine nationale Koalition von Organisationen und Einzelpersonen, verfolgt das Ziel, Wege zu „middle-class“ Jobs zu erleichtern, Innovationen aus eigener Kraft sollen gefördert werden und es soll sichergestellt werden, dass Städte und Gemeinden auch weiterhin als Produktionsstandorte gesehen werden. Mitglieder der UMA sind Baltimore, Cincinnati, Detroit, Milwaukee, Philadelphia und Portland, um die jüngsten Veränderungen in der städtischen Produktion zu verstehen und dabei zu helfen, die Dienstleistungen für die wirtschaftliche Entwicklung in jeder Stadt zu verbessern.

Im Jahr 2016 wurde die „*Bay Area Urban Manufacturing Initiative*“ (BAUM)⁵ ins Leben gerufen. Die BAUM ist ein dreijähriges Projekt in der Umgebung um San Francisco, das die Schaffung eines klar definierten und vernetzten regionalen Produktionsökosystems erleichtern soll. Ziel ist es, eine wachsende regionale Zusammenarbeit aufzubauen, um die Zahl der Arbeitsplätze mit mittlerem Einkommen zu erhöhen und eine gerechtere und vielfältigere regionale Wirtschaft zu schaffen.

In den recherchierten Projekten spielen auch Bewusstseinsbildung bzw. Aufklärung über die Vorteile und Möglichkeiten neuer Produktionsprozesse in der Stadt eine wesentliche Rolle. Die energetische Perspektive bzw. Auswirkungen auf das Energiesystem und Chancen durch die Nutzung von Überschussenergie im urbanen, dicht besiedelten Raum durch UM liegt in den Projekten weniger im Fokus. Der Konnex zwischen industrieller Produktion und Energie ist noch am ehesten bei der Abwärmenutzung zu finden. So gibt es relativ viele Good Practice Beispiele, die bereits Abwärme nutzen. Dies sind jedoch meist einzelne Unternehmen und befinden sich nicht vorrangig in einem Wärmeverbund, wo mehrere Unternehmen oder Haushalte davon profitieren. Vor allem traditionelle Betriebe (Süßwarenhersteller Manner in Wien, Stahlwerk Marienhütte in Graz Reininghaus) die seit

² <https://urbaneproduktion.ruhr/>, abgerufen am 30.08.2018

³ <http://citiesofmaking.com/>, abgerufen am 30.08.2018

⁴ <https://www.urbanmfg.org/>, abgerufen am 30.08.2018

⁵ <http://bayareamfg.org/>, abgerufen am 30.08.2018

vielen Jahren bzw. Jahrzenten ihren Standort in der Stadt haben, nutzen überschüssige Abwärme. Diese fallen jedoch zumeist nicht unter die moderne Definition von UM, die Betriebe als mischfähig, emissionsarm und mit kleinen Losgrößen klassifiziert. Es finden sich auch einige Vorzeigeprojekte zu Mischgebieten, in denen Gewerbe und Wohnen im Quartier, in dem lokal verfügbare Energieressourcen genutzt werden. Dennoch wird sich in dieser Hinsicht in Zukunft noch einiges verändern im Zuge der Forschung zum Thema Einspeisung von erneuerbaren Energieträger in Fernwärmesysteme.

2. Projektinhalt

Aufbauend auf den Literaturrecherchen zu internationalen und nationalen Studien und Initiativen zum Thema UM bzw. auf Erfahrungen und Ergebnissen von Vorprojekten der ProjektpartnerInnen wurde ein Leitfaden für **ExperInneninterviews** erstellt. Insgesamt wurden elf VertreterInnen aus der Wirtschaft (Wirtschaftsagentur Wien und Oberösterreich, Wirtschaftsförderung Steiermark), Stadtplanung (ÖIR), Quartiersmanagement (Liesing und Floridsdorf), Energieversorger (Energie Graz) und Unternehmen zu den Vor- und Nachteilen der Produktion in der Stadt, zukünftige Chancen und Herausforderungen in Hinblick auf Energie und Abwärmenutzung befragt.

In einem weiteren Schritt wurden die energetischen Auswirkungen von UM näher betrachtet. Dazu wurden **Abwärmepotenziale** aus Industrie und Gewerbe in ausgewählten österreichischen Städten abgeschätzt (s. Abbildung 1). Details zur methodischen Vorgehensweise sowie die Ergebnisse werden in Abschnitt 3.1 erläutert.



Abbildung 1: Ausgewählte Städte (Quelle: eigene Darstellung, AIT)

Um die Ergebnisse der bisherigen Analysen zu diskutieren und Input aus Sicht der Praxispartner zu bekommen, wurde ein **Stakeholderworkshop** organisiert. Hauptziel war es, gemeinsam mit VertreterInnen aus Industrie, Wirtschaft, Forschung und Stadtverwaltung Chancen und Potenziale im Bereich einer zukünftig nachhaltigen Energieversorgung durch Urban Manufacturing (UM) zu diskutieren. Dies diente als Basis zur Ableitung von Handlungsempfehlungen hinsichtlich einer Erhöhung der Attraktivität von UM aus der Sicht der Energieversorgung sowie Abwärmenutzung.

Dazu wurden nach einer Kurzvorstellung des Projekts, der bisherigen Projektergebnisse und der Ausgangsfragen zum Workshop im Rahmen von einer ersten Kreativsession in zwei Kleingruppen jeweils ein Bild zum Thema „Urban Manufacturing“ gezeichnet. Dabei wurde speziell auf Herausforderungen und Potenziale von UM fokussiert. Nach einem

Impulsvortrag zu Best Practice-Beispielen wurden im Rahmen eines Ideenzirkels in der zweiten Workshop-Runde folgende zwei Leitfragen mit den anwesenden Stakeholdern intensiv diskutiert:

- Zukunft der urbanen Produktion – Was braucht es dafür?
- Wie wirkt sich urbane Produktion auf Energieversorgung und Abwärmenutzung aus?

Die Impulse der unterschiedlichen TeilnehmerInnen waren durchgehend produktiv und konstruktiv und konnten neue Erkenntnisse hervorbringen. Weiters konnten durch diesen interdisziplinären Austausch ExpertInnen unterschiedlichster Gebiete in eine tiefere Diskussion gehen, wodurch der Workshop auch für die TeilnehmerInnen spannende Erkenntnisse hervorbrachte. Die Ergebnisse dienten als einer der Grundlagen für den weiteren Projektverlauf und zur Ableitung von Handlungsempfehlungen.

Als **Synthese** des Projektes wurden zukünftige Herausforderungen und weiterer Forschungsbedarf in den Themenfeldern Energieverbrauch und Abwärmenutzung in Bezug auf Urban Manufacturing dargestellt. Durch die stetig voranschreitende Digitalisierung von Industrie und Gewerbe ergeben sich auch für die Energieversorgung neue Anforderungen. Zusätzlich zum Energieverbrauch wurde deshalb auch die Seite der Energieversorgung/Stromversorgung mitbetrachtet und Recherchen zu zukünftigen Entwicklungen und Auswirkungen der Digitalisierung auf die Stromnachfrage recherchiert.

3. Ergebnisse

In den Interviews als auch im Stakeholderworkshop wurden ähnliche Herausforderungen und Chancen von urbaner Produktion in Hinblick auf die Konzeption nachhaltiger Energiesysteme für Städte angesprochen. Die ExpertInnen waren sich einig, dass sich UM durch die Zusammenarbeit vieler städtischer Player auszeichnet. Die diskutierten Themenbereiche werden nachfolgend in Kürze zusammengefasst:

Chancen Urbane Produktion

- Nähe zu Kunden fördert Produktivität
- Verfügbarkeit hoch qualifizierter Fachkräfte
- Nutzungsmix als Chance für die Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmeverbund
- Digitalisierung als Accelerator/„Ermöglicher“ für urbane Produktion

Herausforderungen Produktion in der Stadt/Land

- Flächenverfügbarkeit bzw. daraus resultierende hohe Grundstückspreise in der Stadt stellt Unternehmen vor große Probleme, ein „industrieller Speckgürtel“ entsteht
- Regulatorisches/Prozesse/Genehmigungen schwieriger in Stadt als am Land (z.B. durch länger dauernde Behördenwege, Widmungsverfahren etc.), Unterstützung bekommen die Unternehmen durch das Quartiersmanagement (Anm. derzeit in Wien etabliert)
- Standortfaktoren/Mobilität: gute Anbindung an den öffentlichen Nahverkehr fördert die Mitarbeiter-Zufriedenheit und leistet einen Beitrag zu nachhaltiger Mobilität (Mitarbeiter kommen gerne öffentlich, wenn möglich)
- Bei der Absiedelung von Unternehmen und Verkauf von Produktionsflächen spielen Widmungsgewinne eine entscheidende Rolle
- Durch zahlreiche Auflagen bei Neubauten wird die Ansiedelung erschwert (z.B. wird ein Unternehmens-Neubau in der Stadt zusätzlich teurer durch die Stellplatzverpflichtung)

Energie/Abwärmenutzung

- Politischer Wille seitens Stadt muss gegeben sein
- Ein „Kümmerer“ muss sich im Unternehmen oder Quartier/Stadtteil darum bemühen
- Energieversorger müssen oftmals in Vorleistung gehen (Henne-Ei-Problem)
- Werden genügend Abnehmer zur Verfügung stehen?
- Die Erstellung eines verpflichtenden Energiekonzepts (z.B. städtebauliche Verträge) bei der Entwicklung eines neuen Stadtteils/Wohngebietes würde die Nutzung lokal verfügbarer erneuerbarer Energien voranbringen
- Erfahrungen aus Quartiersmanagement: beraten aktiv im Thema Energiesparen/Effizienzmaßnahmen, von den Unternehmen selbst kommt weniger

Um die energetischen Auswirkungen von UM für das gesamte Energiesystem (Strom & Wärme) und von verschiedenen Perspektiven aus zu behandeln, wurde das Thema Abwärme um den **Strombereich und die Energieversorgungsseite** erweitert.

In einem ersten Schritt wurde ein **Konzept** ausgearbeitet (siehe Abbildung 2), um die energetischen Aspekte trotz der breiten Fragestellung bearbeitbar zu machen. **Im Zentrum steht UM**, auf das unterschiedliche Trends und externe Einflüsse wirken. Aufgrund der

Einflussfaktoren wie Digitalisierung, Elektrifizierung und Industrie 4.0 ergeben sich Branchenverschiebungen und neue Strukturen in UM selbst. Das wiederum hat Auswirkungen auf den **Energiebedarf** (→ Energie-Input; UM als Energie-Nachfrager) und es entstehen daraufhin **neue Anforderungen** ans Energiesystem, was für die EVUs und Energienetze von Bedeutung ist. Als besonders relevant sind dabei die **Rechenzentren** zur Ermöglichung der Digitalisierung, aber auch als neue Verbraucher zu erwähnen. **Neue Optionen** entstehen durch die Rolle von UM als Player im Energiesystem, wobei die Betriebe in der Stadt nicht mehr nur reine Konsumenten sind, sondern auch Produzenten (→ Energie-Output) werden können bzw. Flexibilitäten im Energienetz bereitstellen können.

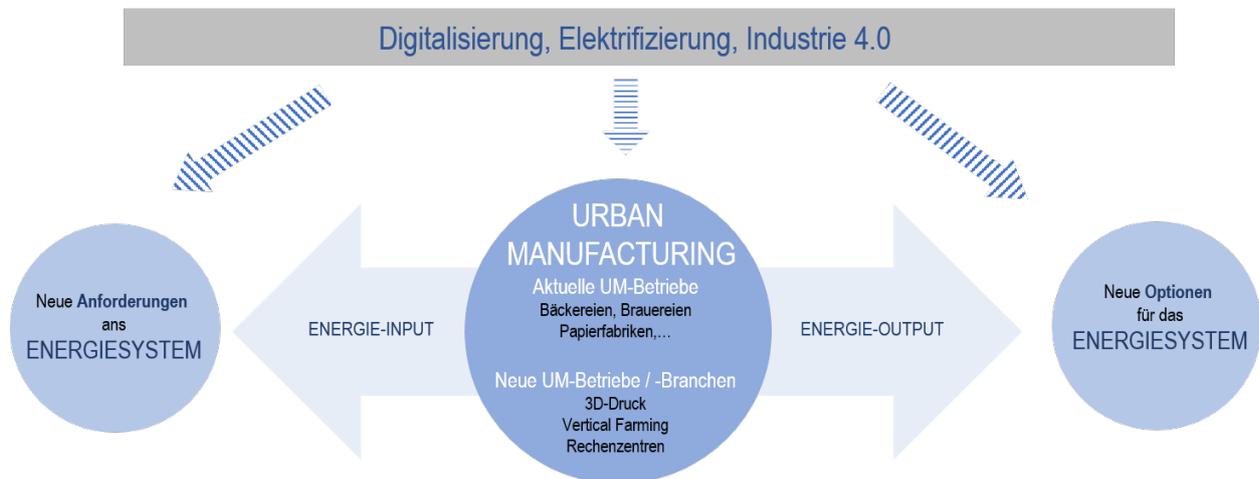


Abbildung 2: Konzept zur Rolle von Urban Manufacturing im Energiesystem (Quelle: eigene Darstellung)

Ausgehend vom zentralen Thema UM und den energetischen Veränderungen entstehen sowohl neue Anforderungen als auch Optionen fürs Energiesystem, die nachfolgend näher beleuchtet und beschrieben werden.

UM in der Stadt verändert sich. Sowohl die Art der Produktion (Industrie 4.0, Digitalisierung, Elektrifizierung) als auch die Branchenstruktur (mehr Dienstleistungen (DL), Verschwimmen von DL und Produktion). Die Veränderungen führen zu neuen Anforderungen an die Energiebereitstellung (sowohl Strom- als auch Wärmenetze).

Insgesamt wird mit einem weiteren, kontinuierlichen Anstieg des Strombedarfs in der EU gerechnet. Die große Herausforderung in den kommenden Jahrzehnten wird sein, diesen Strombedarf mit erneuerbaren Energien abzudecken. Zieht man die bestehenden Wasserkraftwerke und auslaufenden Atomkraftwerke ab, wird bis 2050 die Bereitstellung von zusätzlich 4.200 TWh/a an erneuerbaren Energien erforderlich sein (ECF, 2010). Auch in Österreich wird der Stromverbrauch in Zukunft sowohl in absoluten Zahlen als auch als Anteil am gesamten Endenergieverbrauch steigen: Die Bedeutung von Strom als Energieträger nimmt zu. In den Sektoren Verkehr und Produzierender Bereich wird ein Anstieg des Stromverbrauchs erwartet, im Dienstleistungssektor sowie in den privaten Haushalten ist der Stromverbrauch leicht rückläufig (AEA, 2010).

In der **Klima- und Energiestrategie der Bundesregierung** hat sich Österreich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 den gesamten nationalen Gesamtstromverbrauch zu **100% aus erneuerbaren Energiequellen** zu decken. Ein wesentlicher Teil davon soll durch dezentrale Photovoltaikanlagen erfolgen sowie durch den Ausbau von Windkraft, Wasserkraft und anderen Anlagen. Dezentralisierung spielt dabei ebenso eine Rolle wie überregionale

Strukturen, die insbesondere für eine sichere und kostengünstige Versorgung der Industrie mit Strom notwendig sind (BMNT & BMVIT (Hrsg.), 2018).

3.1. Abschätzung der Abwärmepotenziale

Der Energieoutput aus UM bietet Optionen für das Energiesystem. Da viele klassische industrielle Produktionsprozesse große Energiemengen in Form von Wärme benötigen, wird meist in einem ersten Schritt auf die Abwärmepotenziale dieser energieintensiven Branchen geachtet. Dieser Analyseschritt erfolgte auch in ENUMIS. Die Methode, die im Vorprojekt HEAT_re_USE.Vienna (Loibl et al. 2016) für das Untersuchungsgebiet Wien entwickelt wurde, wurde im Projekt ENUMIS erweitert.

Nachdem Daten zum Energieverbrauch von Unternehmen meist nicht öffentlich verfügbar sind, basiert die Methode auf der Verwendung von Proxy-Daten (Anzahl der Beschäftigten) zur Berechnung von branchenspezifischen Energieverbräuchen. Daraus können die Abwärmemengen anteilmäßig abgeschätzt werden. Folgende fünf Schritte wurden zur Abschätzung des Abwärmepotenzials durchgeführt.



Abbildung 3: Ablauf zur Abschätzung der Abwärmepotenziale (eigene Darstellung)

Um die Vergleichbarkeit und Replizierbarkeit zu gewährleisten, ist es notwendig sowohl auf internationaler als auch nationaler Ebene identische Branchen-Klassifikationen zu verwenden. Deshalb wurde für das Projekt die EU-Klassifikation der wirtschaftlichen Tätigkeiten „Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne), NACE (Rev. 2), bzw. ÖNACE 2008 (berücksichtigt österreichische Spezifika in detaillierter Branchenebene, ist aber ansonsten ident mit NACE), verwendet. Um Rückschlüsse auf die Tätigkeiten des Unternehmens zu ziehen, wurden die detaillierten Kategorien der „NACE 4-Steller“ herangezogen. Tabelle 1 im Anhang zeigt die einzelnen NACE-Kategorien, wie sie zusammengefasst wurden.

Die Anzahl der Beschäftigten für die einzelnen Branchen stammt aus der Registerzählung 2011 der Statistik Austria. Nachdem in der Registerzählung 2011 nur die Branchen ersichtlich sind und keinem spezifischen Unternehmen zugeordnet werden können, wurde auch noch eine Unternehmensdatenbank (Stand 2016) herangezogen, um detaillierte Analysen durchzuführen. Aus zahlreichen Branchenkonzepten und -studien wurden die mitarbeiterspezifischen Energiekennwerte (kWh/Beschäftigtem) recherchiert und berechnet. Die Abwärmeanteile wurden als Anteile am Gesamtenergieverbrauch bzw. am Prozesswärmeverbrauch aus der Literatur recherchiert.

Die Temperaturen des Wärmeanfalls einzelner Produktionsprozesse unterscheiden sich von Branche zu Branche. Im Projekt wurden die Abwärmepotenziale anhand ihrer Nutzbarkeit in folgende drei Temperaturklassen eingeteilt:

- **Niedertemperatur – NT (35-100°C):** direkt nutzbar in Niedertemperaturnetzen (z.B. Fußbodenheizung bei Passivhäusern) oder mittels Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau anzuheben, um die Einspeisung in ein Wärmenetz zu ermöglichen.
- **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

Aufgrund der Verwendung branchenspezifischer Durchschnittswerte, können die Abwärmepotenziale nur auf einer groben Ebene abgeschätzt werden. Betriebseigene Besonderheiten können nicht betrachtet werden. Um eine genaue Analyse der Potenziale durchzuführen, ist im nächsten Schritt eine Detailbetrachtung (Messung, reale Verbrauchszahlen etc.) notwendig. Die Grobanalyse gibt jedoch einen guten Überblick über mögliche vorhandene Potenziale und Hotspots in der Stadt, die im Detail betrachtet werden sollten.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse der Abwärmepotenzial-Abschätzung in den ausgewählten Städten nach den drei Temperaturklassen. Abbildung 4 gibt einen Überblick über die Beschäftigten in den Städten, um die Größenordnung abschätzen zu können.

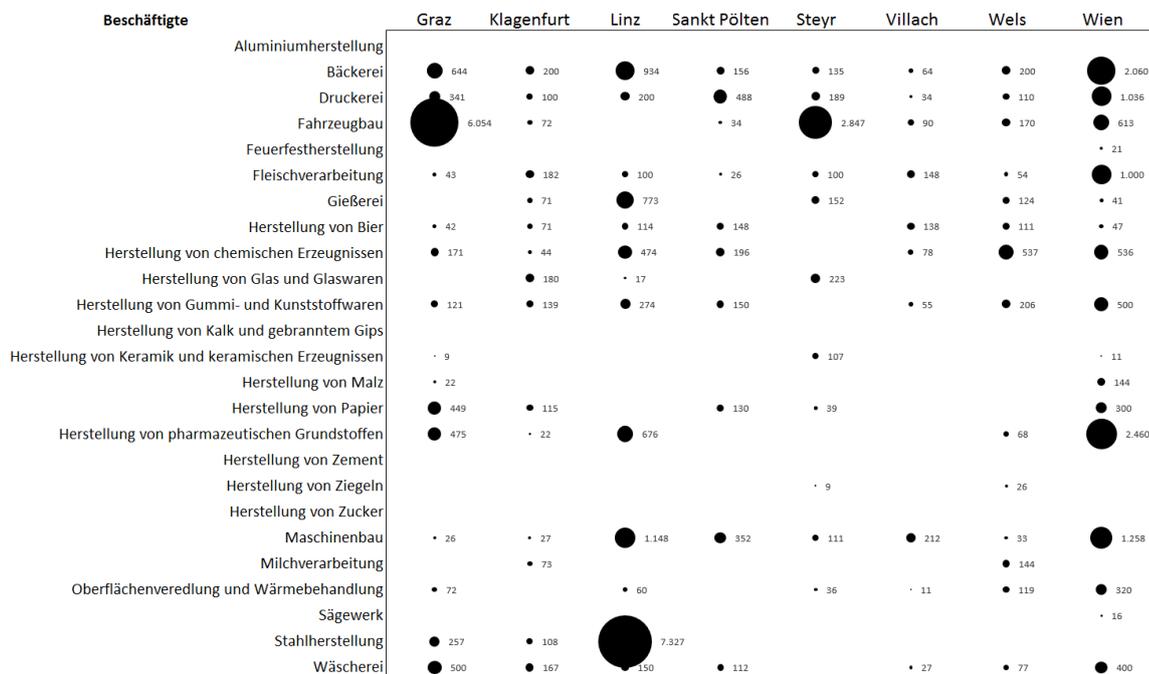


Abbildung 4: Beschäftigte nach Städten und Branchen (Quelle: eigene Darstellung)

Die typischerweise bekannten Branchen jeder Stadt sind sehr gut zu identifizieren. Beispielsweise sind sowohl in Graz als auch Steyr die meisten Beschäftigten in der Branche Fahrzeugbau zu finden, in Linz überwiegen die Beschäftigten in der Branche Stahlherstellung und in Wien sind die Bäckereien sowie Pharma-Unternehmen und Druckereien an erster Stelle.

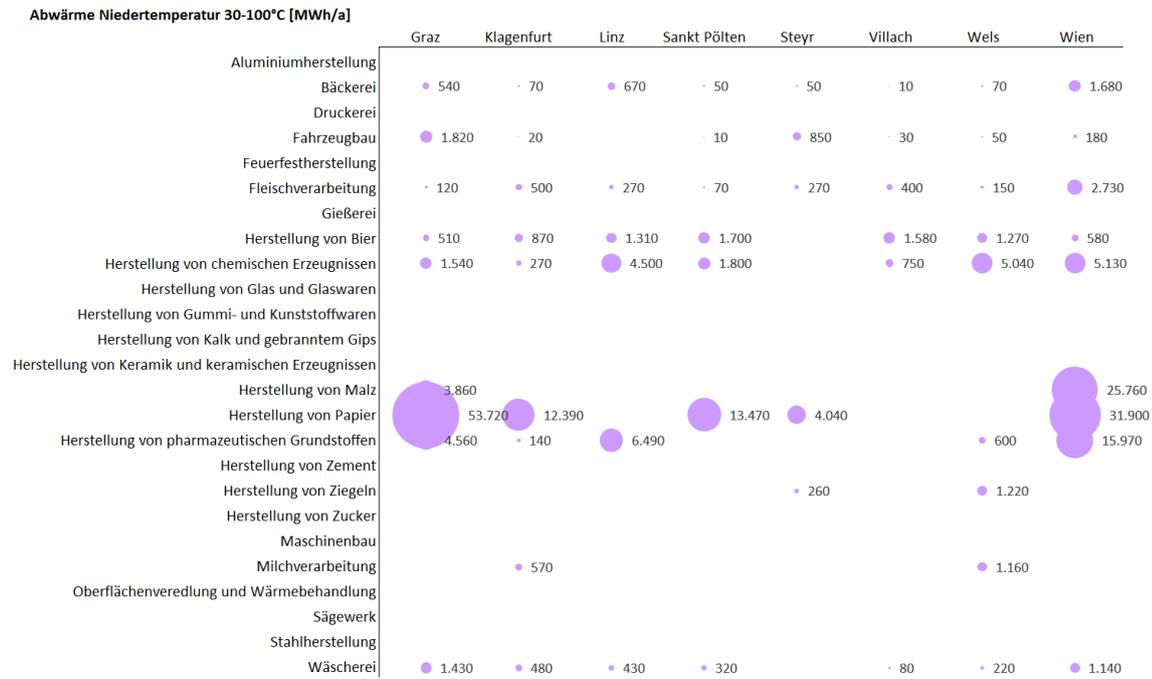


Abbildung 5: Niedertemperatur Abwärmepotenziale nach Städten und Branchen (Quelle: eigene Darstellung)

Die Branchen mit dem größten Potenzial im Niedertemperaturbereich sind Herstellung von Papier, Herstellung von Malz, Herstellung von Bier und Wäschereien. Bei der Herstellung von chemischen Erzeugnissen sowie pharmazeutischen Grundstoffen sind ebenfalls in jeder Stadt Potenziale zu verzeichnen, jedoch kann hier aufgrund der homogenen Branchenstruktur keine Aussage zur Genauigkeit der Potenziale getroffen werden. Die Papierbranche weist vor allem in Wien und Graz einen hohen Anteil auf, jedoch wird in vielen Städten Papier hergestellt. Die Herstellung von Malz ist eher städtespezifisch ebenfalls in Wien und Graz zu finden, Wäschereien sind in jeder Stadt vorhanden.



Abbildung 6: Mitteltemperatur Abwärmepotenziale nach Städten und Branchen (Quelle: eigene Darstellung)

Die Branchen mit dem größten Potenzial in der mittleren Temperaturklasse sind Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren, Herstellung von Backwaren (Bäckereien) sowie Druckereien. Besonders zu große Potenziale in der mittleren Temperaturklasse liegen in Wien, v.a. in der Kunststoffherstellung sowie bei den Bäckereien, aber auch in Linz sind größere Potenziale zu verzeichnen. In Graz liegen die Potenziale zwar nicht ganz so hoch, jedoch ebenfalls in mehreren Branchen. In Klagenfurt gibt es nur geringe Potenziale bis auf die Kunststoffbranche, in der relativ hohe Abwärmemengen abgeschätzt wurden. In Steyr sind im Mitteltemperatur-Bereich beinahe keine Potenziale zu verzeichnen. Villach hingegen weist hier generell die größten Potenziale auf, v.a. in der Gummi- und Kunststoffindustrie.

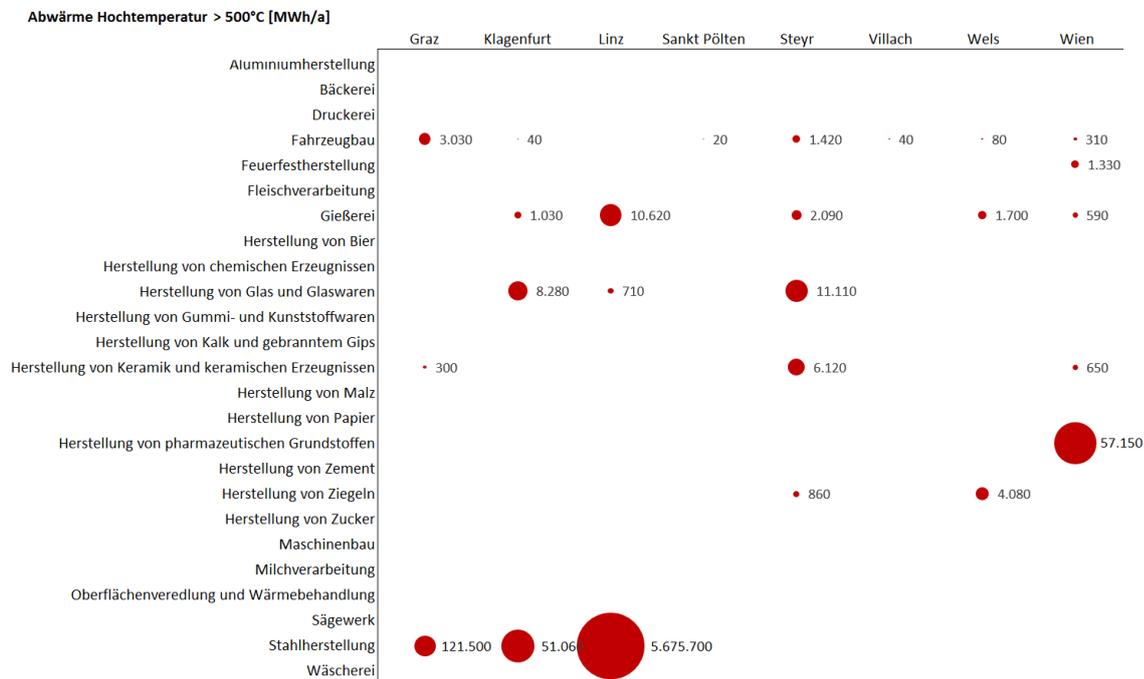
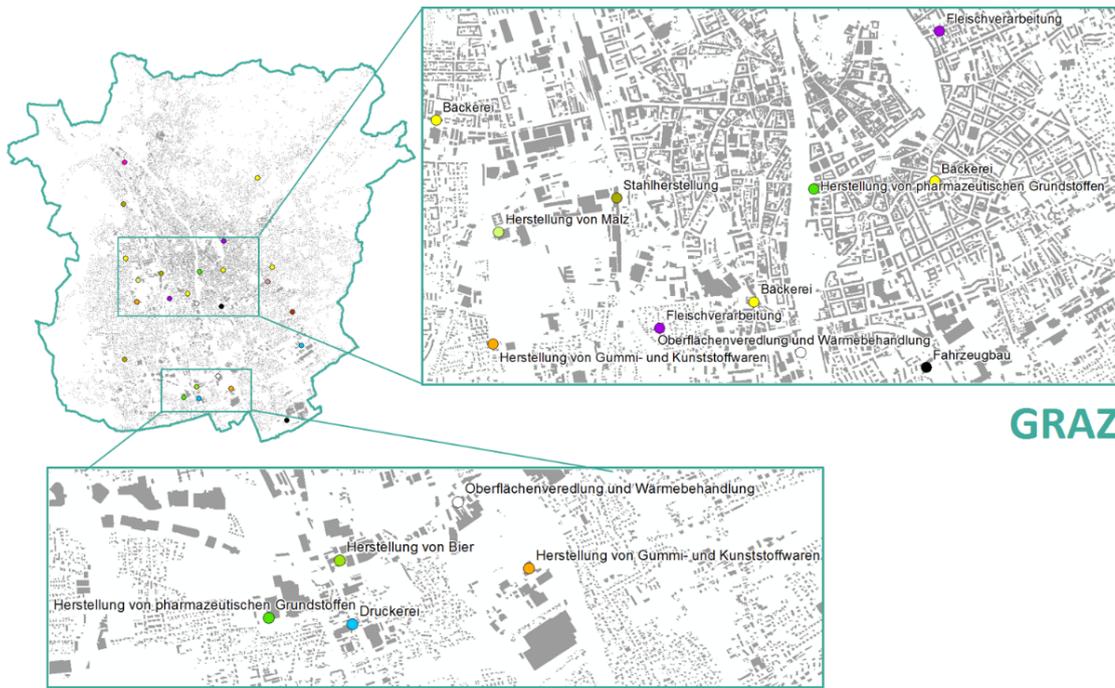


Abbildung 7: Hochtemperatur Abwärmepotenziale nach Städten und Branchen (Quelle: eigene Darstellung)

Die Branchen Stahlherstellung, Gießerei, Fahrzeugbau, Herstellung von Glas- und Glaswaren liefern die größten Potenziale in der Hochtemperaturklasse. Im Hochtemperatur-Bereich sieht man deutliche Unterschiede zu den vorangegangenen Analysen. Hier sind in den meisten Städten in nur wenigen, spezifischen Branchen große Potenziale zu finden, sie sind sehr städtespezifisch und abhängig von der jeweiligen Industrie vor Ort. Städte wie St. Pölten oder Villach weisen in der Hochtemperatur-Abwärme überhaupt keine Potenziale auf.

Um Abwärmepotenziale im Kontext der Stadt optimal nutzen zu können, spielen räumliche Kriterien wie die Art der Bebauung, die Lage der anzuschließenden Gebäude im Raum (z.B. auf der grünen Wiese, inner- oder außerstädtisch, neben Flüssen, etc.) eine wesentliche Rolle für eine wirtschaftliche Energieversorgung mit Abwärme. Auch technische (Abwärmemedium, Potenziale zur internen Nutzung, Verfügbarkeit im Tagesverlauf, etc.), wirtschaftliche (Amortisationszeiten) und rechtliche Kriterien (Eigentumsverhältnisse des Grundstücks/der Gebäude) tragen wesentlich zur Wirtschaftlichkeit bei (Persson et al., 2012; Pehnt et. al., 2010).

In den folgenden Kartendarstellungen (Gebäude aus OpenStreetMap©) sind die vorhandenen Unternehmen (inkl. Branchen) georeferenziert, um einen Überblick über die Lage der einzelnen Branchen in der Stadt zu bekommen.



- Bäckerei
- Druckerei
- Fahrzeugbau
- Fleischverarbeitung
- Gießerei
- Herstellung von Bier
- Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren
- Herstellung von Keramik und keramischen Erzeugnissen
- Herstellung von Malz
- Herstellung von Papier
- Herstellung von chemischen Erzeugnissen
- Herstellung von pharmazeutischen Grundstoffen
- Maschinenbau
- Milchverarbeitung
- Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung
- Stahlherstellung
- Wascherei

Abbildung 8: Ausgewählte Abwärmepotenziale und ihre Lage im Stadtraum (Quelle: eigene Darstellung)

In **Graz** sind die identifizierten Industriebetriebe relativ gleichmäßig über das gesamte Stadtgebiet verteilt. Während die Gewerbe- bzw. Dienstleistungsbetriebe (Bäckereien, Fleischereien) eher in der Innenstadt angesiedelt sind, befinden sich die Industriebetriebe (Herstellung von Bier, Pharma, Kunststoffverarbeitung) im Süden der Stadt im Industriegebiet, jedoch an der Grenze zu Einfamilienhaussiedlungen. Somit ist ein hohes Potenzial für Urban Manufacturing Initiativen und die Abgabe von Wärme an benachbarte Wohngebäude vorhanden.

In **Linz** ist ein Teil der identifizierten Unternehmen im östlichen Teil, im Industriegebiet und somit durch die Autobahn A7 getrennt von der Innenstadt, konzentriert, die restlichen Unternehmen verteilen sich im gesamten Stadtgebiet. Potenziale zur Abwärmenutzung sind somit im Industriegebiet selbst (z.B. interne Nutzung oder Wärmeaustausch zwischen Industrieunternehmen) und auch im dicht verbauten Stadtgebiet (z.B. nördlich der Donau) gegeben.

Ein wenig anders als in Graz und Linz, konzentrieren sich in **Klagenfurt** die Unternehmen hauptsächlich entlang bzw. südlich des Südrings im Industriegebiet. Dennoch befinden sich einzelne Wohnhausanlagen in unmittelbarer Nähe, die Potenziale für einen Wärmeaustausch bieten können.

Wie bereits in Kapitel 3.1 erläutert, wurde für dieses Projekt eine Methode verwendet bzw. erweitert, die im Vorprojekt HEAT_re_USE.Vienna (Loibl et al. 2016) bereits für das Untersuchungsgebiet **Wien** entwickelt bzw. angewandt wurde. Das Ergebnis zeigt folgende Verteilung der Abwärmepotenziale:

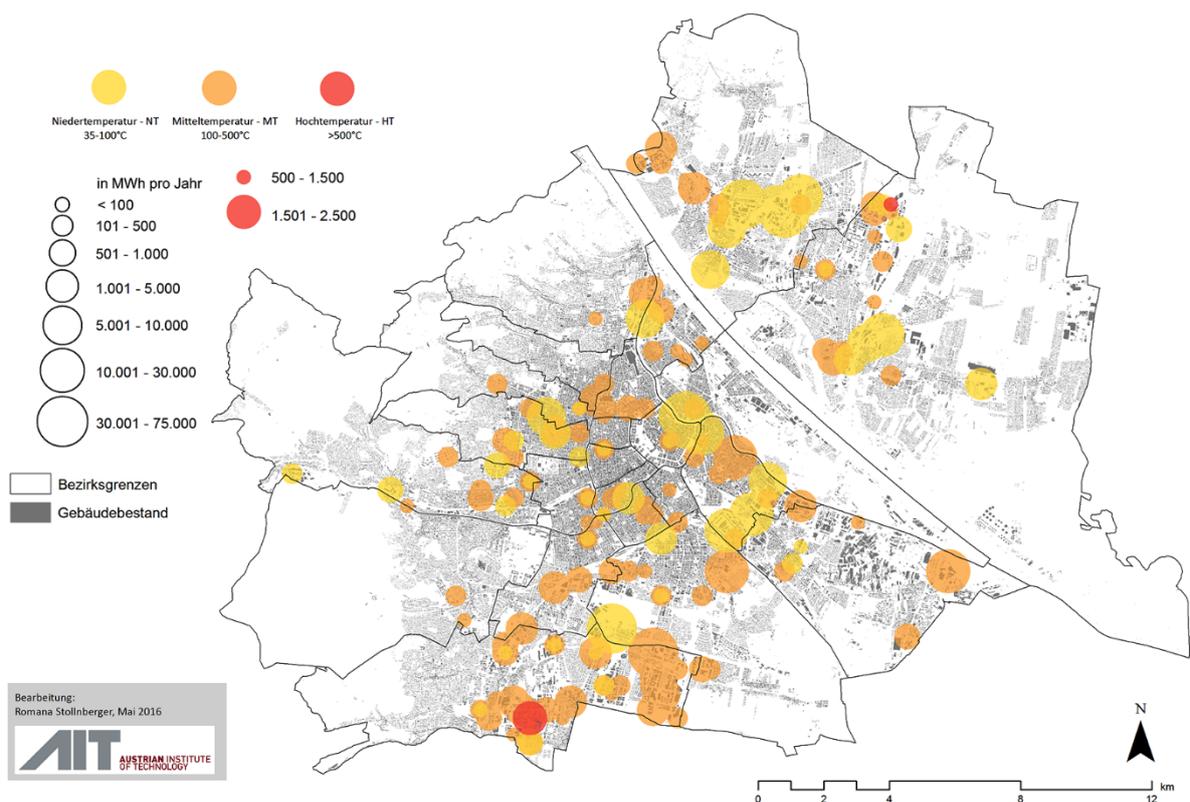


Abbildung 9: Abwärmepotenziale in Wien nach Temperaturniveaus und ihre Lage im Stadtraum (Quelle: eigene Darstellung)

In Wien befinden sich die Abwärmepotenziale vermehrt in folgenden Gebieten: Im 23. Bezirk im Süden Wiens im Industriegebiet Inzersdorf bzw. im Industriegelände Liesing, im 22. Bezirk im Industriegebiet Erzherzog-Karl-Straße, im Zählbezirk „Kagran“ an der Grenze zu Niederösterreich, im 21. Bezirk im Industriegebiet Strebersdorf, im Zählbezirk „Industriegelände Bahndreieck“, sowie entlang der Siemensstraße wurden ebenfalls mehrere Potenziale identifiziert. Die übrigen Abwärmepotenziale verteilen sich räumlich im gesamten Stadtgebiet, wodurch sich vielfältige Nutzungsmöglichkeiten ergeben. In den vorangegangenen Analysen lag der Fokus vor allem auf der „klassischen“ produzierenden Industrie. Durch globale Trends wie Industrie 4.0, Automatisierung und Digitalisierung verändern sich aber auch die Formen von UM. In den nächsten Abschnitten werden deshalb die Themen Industrie 4.0 und deren Auswirkungen auf UM beleuchtet.

3.2. Industrie 4.0 & Urban Manufacturing

Aktuell verändert sich sowohl die Art der Produktion (Industrie 4.0, Digitalisierung, Elektrifizierung) als auch die Branchenstruktur (Tertiärisierung, Zusammenwachsen von Dienstleistungen und Produktion). Durch die **Digitalisierungswelle**, die im produzierenden Umfeld oft unter dem Begriff „**Industrie 4.0**“ beschrieben wird, befindet sich der produzierende Sektor im Wandel. Durch neue Technologien und Entwicklungen wie Cyber-physikalische Systeme, höhere Automatisierung, Mensch-Roboter-Kollaboration, Cloud-Lösungen und erhöhte Rechnerleistungen ergeben sich ebenfalls Chancen für UM.

So wird Industrie 4.0 oft als „**Enabler für Urban Manufacturing**“ bezeichnet, wie auch Herr Lentes, Leiter des Competence Centers für Digital Engineering am Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation sowie Ansprechpartner des Innovationsverbands „Urban Manufacturing“⁶, in einem Telefoninterview im Rahmen der Studie angeführt hat. Demnach liegen speziell durch die Nähe zu hochqualifizierten Fachkräften, Forschungs- und Bildungseinrichtungen große Potenziale in wissensintensiven Branchen mit hochwertigen, innovativen Produkten. Entwicklungen zur Losgröße 1 und dezentrale Produktion bieten zusätzliche Potenziale, die **urbanen Produktion wieder attraktiver** werden lassen. Welche Auswirkungen die Digitalisierung auf die mengenmäßige Entwicklung des Energieverbrauchs haben wird, ist für die ExpertInnen noch nicht klar: Zwar können über die Digitalisierung Einsparpotenziale gehoben werden, diese werden aber vom zusätzlich generierten Bedarf überlagert. Die ExpertInnen sind sich jedoch einig, dass erst die **Digitalisierung** den breiten **Ausbau dezentraler erneuerbarer Energieträger** sowie die notwendige **Flexibilisierung** der Energienachfrage **ermöglichen** wird (Austrian Energy Agency (Hrsg.), 2017).

Betrachtet man die gesamte Wertschöpfungskette eines Energieversorgers, ist besonders die **Schnittstelle zur Industrie**, insbesondere die Bereiche Vertrieb und Marketing sowie Dienstleistungen und Geschäftsfelder, von großer Bedeutung (Peter et al., 2016). Die Digitalisierung wird oft als Enabler der Energiewende bezeichnet und bietet Chancen, den Energiesektor in das digitale Zeitalter zu transformieren (Ernst&Young GmbH (Hrsg.), 2017). Dabei kommt es unter anderem zum Einsatz von intelligenten Netzen, den Smart Grids, die ein Lastmanagement innerhalb des Verteilernetzes ermöglichen. Enabler dieser Netze ist künstliche Intelligenz bzw. Data-Analytic-Verfahren, die anhand von Echtzeitdaten

⁶ Vgl. https://www.urbanproduction.de/content/dam/urbanproduction/de/documents/Kurzbeschreibung_IAO_Urban_Production.pdf, abgerufen am 24.07.2018

zu Spannungsspitzen und -tälern eine optimale Auslastung bereitstellen kann. Der Energieversorger der Zukunft bietet ebenfalls eine Plattform für die Verbraucher und Produzenten an, auf der sie mit personalisierten Verbrauchsinformationen versorgt werden und somit ihren Verbrauch dem Angebot anpassen können. Das ermöglicht unter anderem die Verlagerung energieintensiver Prozesse auf Zeiten mit günstigen Energie- bzw. Strompreisen (Booth et al., 2016).

Im Rahmen der Studie wurden konkrete Handlungsempfehlungen für Industrieunternehmen sowie Energieversorger zur Umsetzung einer digitalen Transformation im Bereich der Energieversorgung erarbeitet. Diese sind in Abbildung 10 dargestellt. Die wesentlichen Treiber sind die Formulierung einer Energie- bzw. Digitalisierungsstrategie, dem intensiven Vorantreiben von Kooperationen sowie dem Wissensaufbau in relevanten Werkzeugen und Tools wie Big Data Analytics und IT-Sicherheit.

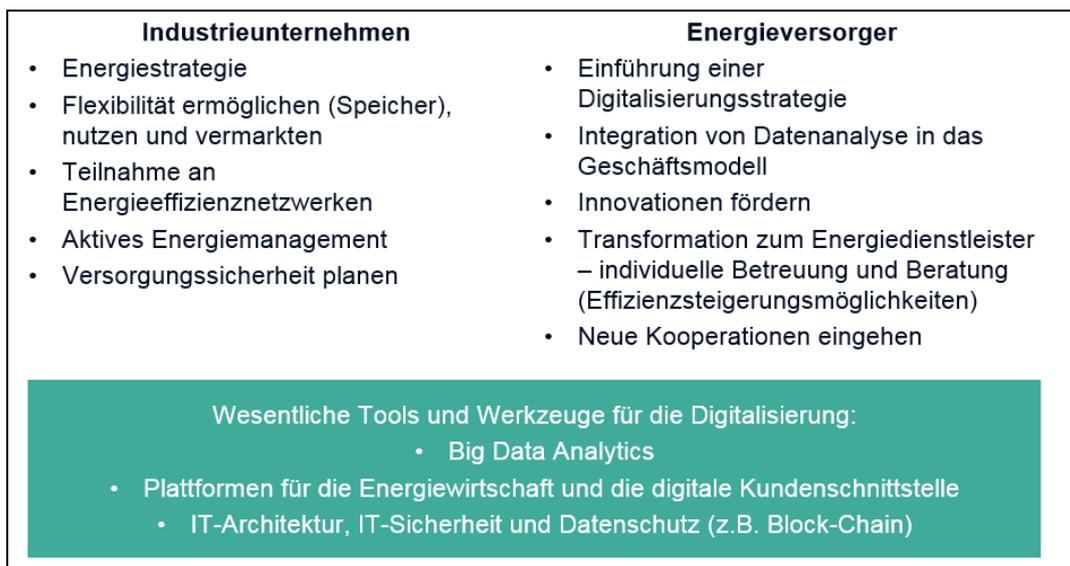


Abbildung 10: Handlungsempfehlungen und wesentliche Werkzeuge zur Umsetzung einer digitalen Transformation (Quelle: eigene Darstellung)

3.3. Good Practice Beispiele

Im Folgenden werden Beispiele aus der Praxis präsentiert, die als Vorzeigeprojekte herangezogen werden können und den Prozess einer erfolgreichen Transformation des Energiesystems vorantreiben. Wir haben uns solche Beispiele angesehen, weil es besonders schwierig ist, Energiethemen und UM zusammenzubringen und um auszuloten, was international und national bereits umgesetzt wurde bzw. auch um von anderen zu lernen. Der Fokus liegt dabei auf Energiekonzepten von aktuellen bzw. bereits realisierten Stadtentwicklungsprojekten in Österreich und Deutschland, die Abwärme eines naheliegenden Betriebs für die Energie- und Wärmeversorgung neuer Wohngebiete nutzbar machen und somit die Grenze zwischen Industrie/Gewerbe und Wohnen überwinden.

Reininghausgründe Graz

Für das 52ha große Stadtentwicklungsgebiet, das Wohn- und Arbeitsraum für mehr als 15.000 Menschen schaffen soll, wurde ein innovatives Energiekonzept von der Energie Graz, in Zusammenarbeit mit dem Stahlwerk Marienhütte entwickelt. Zwischen diesen besteht bereits seit 15-20 Jahren eine Zusammenarbeit, da die Hochtemperaturabwärme aus dem Walzprozess des Stahlwerks bereits zum Großteil in das Fernwärmenetz der

Energie Graz eingespeist wird (ca. 35.000 MWh pro Jahr). Für die Entwicklung des neuen Stadtteils soll auch die vorhandene Niedertemperaturabwärme durch den Einsatz hocheffizienter Wärmepumpen maximal verwertet werden (46.000 MWh pro Jahr). Für das Wärmepumpenkonzept wird Naturstrom der Solar Graz bezogen; die Speicherung der Energie erfolgt nach Bedarf in bestehender Infrastruktur (Leuchthaler Silo). Für die Abdeckung der Spitzenlast steht ein Gaskessel zur Verfügung. Für das Stahlwerk Marienhütte bedeutet dies ein großer Gewinn, da die Niedertemperaturabwärme nutzbar gemacht wird und die Kühltürme daher nicht weiter ausgebaut werden müssen.

Seit 2015 wird detailliert an der Umsetzung des Energiekonzepts gearbeitet. Es sind bereits Vorverträge mit den Bauträgern abgeschlossen; der Netzausbau soll Zug um Zug mit der städtischen Infrastruktur erfolgen. Insgesamt sind ca. 50 Übergabestationen mit tlw. mehreren Wärmetauschern geplant. (Energie Graz GmbH & Co. KG, 2017; Rainer, 2013; Reininghausboard, 2016; Schlemmer, 2017)

Brauquartier Puntigam, Graz

Die direkte Lage des 6,5ha großen Stadtentwicklungsgebiets neben der Brauerei Puntigam ermöglicht die Umsetzung eines innovativen Energiekonzepts, bei dem die Gärwärme aus dem Brauprozess – d.h. die Abwärme aus 40 Tanks – in die unmittelbare Nachbarschaft übertragen wird. Ein Teil der Abwärme ist mit 75°C bereits auf einem hohen Temperaturniveau und kann direkt genutzt werden; der Rest muss mithilfe von Wärmepumpen auf ein hohes Temperaturniveau gebracht werden. Als Ausfallreserve sowie zur Deckung des Energiebedarfs zu Spitzenzeiten dient zusätzlich die Energie aus der Dampfanlage der Brauerei. Die Voraussetzung dafür, dass die Abwärme der Brauerei effizient genutzt werden kann, ist die Dämmung der errichteten Gebäude sowie die Installation von Niedertemperaturheizungssystemen in Form von Fußbodenheizungen vorgesehen. Für die Entwicklung des Energiesystems wurde eine Partnerschaft zwischen der Eigentümerin des Areals (Immobiliengesellschaft C&P), der Brau Union und der Kelag Wärme GmbH eingegangen. (C&P Immobilien AG, 2017; Kelag Wärme GmbH, 2017)

Manner Fabrik Wien

Im Zuge des Ausbaus und der Modernisierung der Manner Fabrik Wien – einem der ältesten Traditionsbetriebe, die inmitten der Stadt produzieren – wurde ein neues Energiekonzept entwickelt. Seit 2016 wird die anstehende Abwärme aus dem Backprozess mit einer Energiemenge von 5.600 MWh in das lokale FW-Netz eingespeist und dadurch ca. 600 Haushalte in der Nachbarschaft mit Wärme für Heizen und Warmwasser versorgt. Die überschüssige Abwärme wird außerdem in Kälte umgewandelt und zum Kühlen benutzt. Durch das effiziente Energiesystem wird der jährliche CO₂-Ausstoß um 1.000 Tonnen reduziert. (Energieleben, 2016)

Living Lab Walldorf (LiLa Walldorf), Baden-Württemberg

Das Projekt LiLa Walldorf kann als Good Practice-Beispiel für den Einsatz von Mikronetzen in Plus-Energie-Quartieren genannt werden. Das Quartier besteht aus 40 Haushalten und Gewerbebetrieben (derzeit ein Supermarkt mit Bäckerei) mit eigenen Energie-Erzeugungsanlagen, die zu einer Community aus Stromproduzenten und –Konsumenten verbunden werden. Die Rolle der Community-Mitglieder wechselt dynamisch – wird Überschuss-Strom von den dezentralen Energieanlagen (Wärmepumpen, Photovoltaikanlage, Blockheizkraftwerke) produziert, wird dieser der Community zur

Verfügung gestellt. Weist ein Haushalt Bedarf auf, kann dieser auf den Energie-Pool zurückgreifen (beegy GmbH, o.D.).

Neben den optimal abgestimmten dezentralen Energieanlagen befindet sich im Quartier ein zentraler elektrischer Speicher mit 100 kWh Kapazität (Lithium-Ionen-Technologie). Das dezentrale Energiemanagement basiert auf moderner technologischer Vernetzung – zur Steuerung und Optimierung virtueller Kraftwerke wird neue eine Software entwickelt (ibid.).

Zur dezentralen Vernetzung der Haushalte und Gewerbebetriebe werden bis zu drei zusätzliche Zähler in den Häusern installiert, um Wärmepumpe, Hausverbrauch und Einspeisung genau nachvollziehen zu können. Der zentrale Hub verbindet alle Komponenten miteinander und bündelt die Daten, die in einer App den Bewohnern zur Verfügung gestellt werden. Durch eine schematische Darstellung des Hauses wird darüber informiert, wie viel Strom derzeit produziert, gespeichert, verbraucht und eingespeist wird. Den NutzerInnen werden außerdem der Unabhängigkeitsgrad und kumulierte Werte angezeigt. Diese Daten werden außerdem anonymisiert an andere Community-Mitglieder und an das Konsortium weitergeleitet (ibid.).

Aurubis AG & enercity contracting, Hafencity Hamburg

Das Energiekonzept für die östliche Hafencity sieht einen modularen Aufbau von dezentral installierten Energiezentralen mit erneuerbaren Energien und CO₂-freier industrieller Abwärme vor. Ab dem Jahr 2018 wird die industrielle Abwärme aus der Kupferproduktion der nahe gelegenen Aurubis-Zentrale für die Wärmeversorgung nutzbar gemacht. An der Werksgrenze, bis zu der die Aurubis AG für die Wärmelieferung zuständig ist, wird die Wärmelieferung von enercity contracting abgenommen, gesichert und zur Nutzung im Wärmeversorgungsgebiet weitertransportiert. Die industriell anfallende Abwärme ist nahezu frei von CO₂ – in der Hafencity Ost werden dadurch im Endausbau (2029) ca. 4.500t CO₂ pro Jahr eingespart. Derzeit wird nur einer der drei Stränge der Abwärme genutzt; in den weiteren Strängen besteht das Potenzial Fernwärme für die Stadt Hamburg zu liefern. (enercity contracting, 2017)

22@Barcelona – The Innovative District (Districte de la innovació)

Das Stadtentwicklungsprojekt liegt im ehemaligen Industrieviertel Poble Nou im östlichen Teil Barcelonas. Seit 2002 werden auf 198,26ha bzw. 115 Baublöcken die teils stillgelegten Industrieflächen durch eine eigens gegründete Gesellschaft entwickelt. Das Ziel des Projekts ist die Schaffung eines Technologie- und Innovationsbezirks mit Erholungsräumen und Wohnraumfunktionen. Seit 2002 wurde ein Zuwachs von 42,5% der Betriebe, in den Bereichen Biotechnologie, Medizintechnik, ITC, Forschung und Medien, auf 58.690 verzeichnet. Die Bevölkerung des Entwicklungsgebiets ist seit 2001 von 73.464 auf 90.214 EinwohnerInnen (+16.750) gestiegen.

Um die beabsichtigte Durchmischung von Arbeiten und Wohnen zu erreichen, gibt es bestimmte Auflagen. Jene Arten industrieller Produktion, die gesundheitsschädliche Emissionen verursachen, sind im Entwicklungsareal ausgeschlossen. Die für Barcelonas Rasterstruktur typischen Blocks können bspw. nur dann mit ihrer maximalen Grundfläche von 6000 m² bebaut werden, wenn sich ein Mindestraumanteil von 20% durch seine funktionale und architektonische Ausprägung für wissensintensive Branchen eignet. Außerdem sind die Grundeigentümer im Falle einer Neuplanung oder eines Umbaus dazu

verpflichtet, 30% der Grundfläche einem bestimmten Nutzungsschlüssel zu widmen, der zu gleichen Anteilen Wohn-, Büro- und Grünflächen vorsieht. (Jung-Waclik et al., 2016)

3.4. Neue Anforderungen an das Energiesystem

Durch den vermehrten Einsatz und die Integration erneuerbarer Energieträger ins Energiesystem entstehen neue Anforderungen an das Energiesystem. Die **Sektoren** Strom und Wärme werden zunehmend **gekoppelt betrachtet** und die Schnittstellen zwischen den Sektoren werden die Zukunft des Energiesystems maßgeblich verändern. Daher werden in ganz Europa neue, innovative Pfade für eine solche Transformation gesucht.

Beispielsweise zeigen die Schweizer Stadtwerke Swisspower in ihrem Masterplan 2050 (Swisspower, 2015) den Weg zu einem Energiesystem der Zukunft auf. Es werden darin drei Innovationsfelder definiert, die als Schnittstelle zwischen Energieproduktion und Verbrauch fungieren:

Konvergenz der Netze: Die Auflösung bzw. Kopplung von voneinander getrennten sektoralen Netze ermöglicht ein Zusammenspiel der Energieträger Strom-, Gas- und Wärme. Das Potenzial der Netzkonvergenz liegt darin, bei Über- oder Unterlastsituationen einzelne Netze gezielt durch andere unterstützen zu können. Außerdem können so ihre Leistungskapazitäten optimal genutzt und unnötige Ausbauten vermieden werden.

Kommunikationsinfrastruktur: Netze müssen auf die Spitzenlasten ausgelegt werden, was einen Ausbau und erhebliche Investitionen bedeutet. Mit dem Slogan „Steuern statt Ausbauen“ verfolgt die Swisspower die Idee, **Produktionsanlagen**, Speicher und Geräte in Zukunft stärker als bisher **steuern** zu können, was die Investitionen für den Ausbau der Energienetze beschränken soll. Eine Kommunikationsinfrastruktur soll deshalb die effiziente Koordination von vielen dezentralen Energieproduzenten ermöglichen, bei denen die Produktion zum Großteil von der Wettersituation abhängt, es braucht ein *„intelligentes lokales Management von Angebot und Nachfrage über alle Energieträger“*.

Smarte Technologien: Smarte Technologien wie Smart Meters bzw. Smart Homes sollen sowohl für Versorger als auch für Konsumenten die Möglichkeit zur Steuerung geben. Durch die zunehmende Digitalisierung wird die Transformation im Energiesektor erst in diesem Ausmaß möglich.

Auch die Wiener Verteilnetzbetreiber „Wiener Netze GmbH“ fokussieren in Zukunft auf ähnliche Themen. In einem Interview, das im Zuge des Projekts durchgeführt wurde, war Digitalisierung ebenfalls ein Schwerpunktthema. Durch die Digitalisierung, die die Kommunikation zwischen den einzelnen Anlagen und Netzen ermöglicht, kann die **Netzplanung und -prognose** maßgeblich **optimiert** werden, vorausgesetzt die Daten sind zu jederzeit verfügbar. Die Vernetzung soll weiters ermöglichen, Strom genau dann zu verbrauchen, wenn er gerade v.a. durch Erneuerbare erzeugt wird. Seit 2013 werden diverse Ansätze dazu unter dem Dach der Forschungskoooperation Aspern Smart City Research⁷ in Zusammenarbeit von Siemens, Wien Energie, Wiener Netze und die Stadt Wien (Wirtschaftsagentur Wien und Wien 3420) in Aspern erprobt. Dabei werden technische Lösungen für die Energiezukunft im realen Leben eines neu errichteten Stadtteils mit realen Endkunden getestet. Neben vorausschauenden Gebäudeautomatisierungen wird die Nutzung der Energie-Flexibilitäten der Gebäude am Energiemarkt erprobt unter Einbindung

⁷ <https://www.ascr.at/ueber-ascr/>, abgerufen am 24.07.2018

der „Smart User“. Weiters werden optimale Methoden der Erfassung des Netzzustandes und der Netzplanung entwickelt. Sämtliche Lösungen basieren auf einer übergreifenden IKT, für die die geeigneten Big-Data-Modelle entwickelt und erprobt werden.

Um diese vernetzte Kommunikationsstrukturen zu ermöglichen, ist die Folge daraus, dass sich Datenmengen erhöhen und somit mehr Rechenleistung und auch Speicherplatz zur Verfügung gestellt werden muss. Die Leistungsaufnahme der Rechenzentren, die ein wesentliches Element der Digitalisierung darstellen, stieg von 2007 auf 2015 um 260% an⁸, was wiederum spürbare Auswirkungen auf Energieversorgung und Energienetze zur Folge hat.

Auch im Interview mit den **Wiener Netzen** wurde die besondere Rolle der **Rechenzentren** zur Ermöglichung der **Digitalisierung** betont. Die Vielzahl an Rechenzentren stellt jedoch auch die Netzinfrastruktur vor Herausforderungen. Rechenzentren sind sehr volatil, sie brauchen ad hoc viel Leistung und können aber auch genau schnell wieder ihren Standort verlassen, die Infrastruktur bleibt aber zurück. Tendenziell ist der Trend bemerkbar, dass immer mehr Rechenzentren ihren Standort in Wien wählen. Auch beim Strombedarf lässt sich eine Steigerung erkennen. Eine Analyse des Borderstep Instituts für Innovation und Nachhaltigkeit hat ergeben, dass der Energiebedarf von Rechenzentren im Vergleich zum Jahr 2015 um 6% auf 1,24 Mrd. kWh angestiegen ist (Hintemann, 2016). Demnach fallen ca. 2% des gesamten Stromverbrauchs in Österreich auf Rechenzentren.

Die **Nutzung von Abwärme** spielt zukünftig eine entscheidende Rolle. Als Vorzeigebispiel der Abwärmenutzung aus Rechenzentren gilt der schwedische Energieanbieter Stockholm Exergi mit dem Geschäftsmodell „Open District Heating“, die bereits 25.000 Wohnungen mit Abwärme versorgen. Deren Ziel ist es, die Synergien zwischen dem Wärmebedarf von Haushalten und dem Kühlbedarf von Rechenzentren zu nutzen.⁹

3.5. Neue Optionen für das Energiesystem

Durch die sich **wandelnde Rolle von UM** im Energiesystem von einem Großverbraucher zu einer Mischung aus Konsumenten und Produzenten, entstehen neue Optionen beispielsweise durch die Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen oder auch durch den Einsatz von Stromspeichern in der Industrie zur Entlastung der Lastspitzen und Netzstabilisierung.

Das Thema Flexibilität spielt in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle. Um die Energie, die aus erneuerbaren Quellen wetterabhängig diskontinuierlich erzeugt wird, nutzbar zu machen, müssen Anlagenbetreiber und Industrien Solarstrom effizient zwischenspeichern und damit flexibel nutzbar machen können. Auch im europäischen Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) wird die Flexibilisierung der Energiesysteme als eine der zentralen Aufgaben in den Mittelpunkt zur Umsetzung einer gemeinsamen Energiestrategie gestellt (Hübner et. al, 2017).

⁸ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/419475/umfrage/leistungsaufnahme-aller-rechenzentren-weltweit/>, abgerufen am 18.07.2018

⁹ <https://www.opendistrictheating.com/>, abgerufen am 18.07.2018

Digitalisierung und Flexibilisierung stehen auch im Zentrum der neuen **Vorzeigeregion Energie „New Energy for Industry“**, kurz **NEFI**.¹⁰ In der Vorzeigeregion, die 2018 startete, werden in den nächsten 8 Jahren Innovationen zur Energiewende im Industriebereich und Schlüsseltechnologien zur Dekarbonisierung des industriellen Energiesystems erforscht und umgesetzt. Die darin skizzierten **Innovationsfelder** (siehe Abbildung 11) sind daher genau jene, die aktuell den dringendsten und höchsten Forschungsbedarf aufweisen.

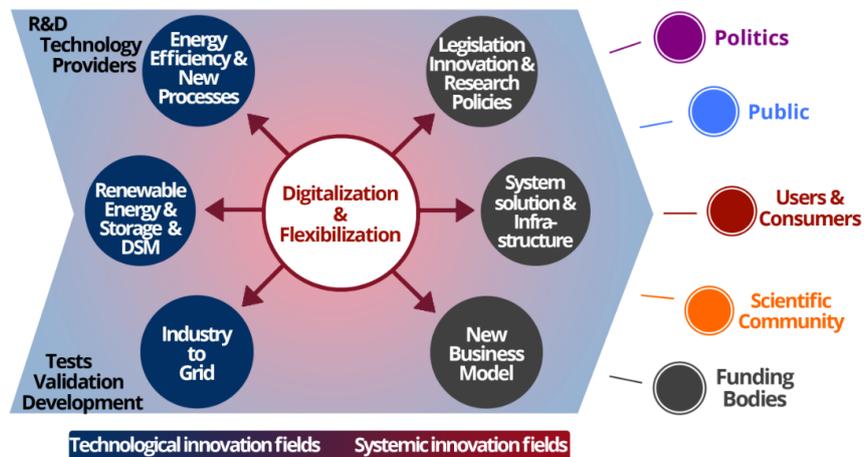


Abbildung 11: Innovationsfelder in der Vorzeigeregion "New Energy for Industry" (Quelle: <https://www.nefi.at/>)

Auch in NEFI spielt die fortschreitende Digitalisierung eine zentrale Rolle, die neue Möglichkeiten zur Flexibilisierung des Energiesystems und der Industrieprozesse schafft. NEFI setzt auf sechs Innovationsfelder und verfolgt einen systemischen Ansatz, in dem das Unternehmen wichtiger Teil eines integrierten Energieverbundes ist. In den aktuell mit 12,2 Mio. Euro durch den Klima- und Energiefonds (aus den Mitteln des bmvit) geförderten ersten **10 Verbundprojekten** werden vorrangig folgende Themen behandelt:

- Prozesstechnologische Innovationen
- Niedrigenergienetze, die Industrieabwärme für Beheizung von Siedlungen nutzen
- Energy communities
- Systemische Optimierung gegenüber Energiemarkt, Energienetz und Großverbraucher
- Energieeffizienz in Prozessen, Wärmepumpen, Speichermöglichkeiten

Für eine künftige Dekarbonisierung und gleichmäßige Energieversorgung mit erneuerbaren Energien braucht es mehr Flexibilität. Mit Hilfe von **Speichern** wird es möglich, den massiven Ausbau lokal erzeugter Energie auch direkt vor Ort zu nutzen. Zusätzlich können Speicher bei stark **fluktuierender Energieerzeugung**, bedingt durch das Wetter, den Netzbetrieb stabilisieren und auch Autonomie bei Inselösungen ermöglichen. Die **Speicherinitiative** (Klima- und Energiefonds (Hrsg.), 2016), die im Jahr 2015 vom Klima- und Energiefonds gestartet wurde, kommt zum Ergebnis, dass Speicher der **Schlüssel für eine vollständig erneuerbare Energieversorgung** sind. Ziel war es, potenziellen Marktteilnehmern Informationen über Speichertechnologien und deren Einsatzbereiche bereitzustellen und den Erfahrungsaustausch zu erleichtern. Die Überlegungen für die Speicherinitiative stützen sich einerseits auf den „Fahrplan für ein CO₂-armes Europa 2050“ der EU-Kommission aus dem Jahr 2011 sowie die österreichischen Ziele der

¹⁰ <https://www.nefi.at/>, abgerufen am 03.09.2018

Neue Anforderungen ans Energiesystem und für Energieversorger bzw. Verteilnetzbetreiber

UM wird in Zukunft einen erhöhten Energieverbrauch aufweisen. Sowohl der **Strombedarf** als auch die **Lastspitzen** werden u.a. durch die voranschreitende Digitalisierung, die Elektrifizierung von Prozessen und den vermehrten Zuwachs an Rechenzentren zunehmen. Gleichzeitig erhöht sich der Anteil volatiler erneuerbarer Energien im Stromnetz. Um die Verteilnetzinfrastuktur daran anzupassen bzw. auch in Zukunft auf den erhöhten Bedarf auszulegen, ist ein **intelligentes Management aller Daten** in einem Smart Grid erforderlich, wann, wo, wie viel Energiebedarf und -angebot anfällt. Durch die zunehmende Digitalisierung wird diese Transformation im Energiesektor erst in diesem Ausmaß möglich. Dabei ist auch der **rechtliche Rahmen** von großer Bedeutung (Stichwort Smart Meter – die Datenbeschaffung muss in einer gewissen Auflösung möglich sein, um die Netze planen und prognostizieren zu können). Der Umgang mit Kundendaten erfordert mehr denn je die Berücksichtigung rechtlicher Rahmenbedingungen. Derzeit ist es nur durch individuelle Verträge möglich, Smart Meter Daten in feiner zeitlicher Auflösung (unter 15 Min.) auswerten zu dürfen, sodass sie für das Netzmanagement in vollem Umfang nutzbar sind. Dies ist zwar in kleinen, abgegrenzten Forschungsprojekten möglich, jedoch nicht mit allen Haushalten einer Stadt. Hier würden größere Verbraucher (und ev. auch Erzeuger) wie Urban Manufacturer gute Ansatzpunkte liefern, um netzrelevante Daten individuell zu erfassen und zu integrieren.

Neue Optionen für das Energiesystem bzw. die Energieversorger

UM bietet für das Energiesystem auch neue Optionen, unter anderem durch die Möglichkeit der **Abwärmenutzung** aus industriellen Prozessen. Betriebe können dadurch zu **Energieträgern für lokale Mikronetze** werden und Wärme für andere Betriebe oder angrenzende Siedlungen zur Verfügung stellen. Es besteht unter anderem auch die Möglichkeit die Abwärme zu verstromen (bei Niedrigtemperatur z.B. über ORC-Prozesse) oder PV von Hallendächern in ein lokales Netz einzuspeisen. Hier tun sich neben **verrechnungstechnischen Fragestellungen** (Abrechnung über Blockchain, Gebühren für die Nutzung des öffentlichen Netzes) auch **rechtliche Fragen** auf (Stromverkäufer wird zum Energieversorger und hat damit verbundene Pflichten).

Gerade in dichten Städten, wo die räumlichen Grenzen zwischen Wohn- und Industrie/Gewerbenutzung zunehmend verschwinden, macht eine **stärkere Vernetzung** von Betrieben mit ihrer Umgebung Sinn. Unterstützt wird dies durch parallele Entwicklung im **PV, Smart Homes- und E-Mobilitätsbereich**. Hier entstehen weitere **Schnittstellen** für eine optimierte Einbindung von Strom oder Abwärme aus Betrieben. Dieses Thema steht jedoch nicht an erster Stelle von Unternehmen und muss daher vorangetrieben und unterstützt werden.

Um die neue Rolle von UM Betrieben im Energiesystem stärker in den Fokus zu rücken, kann ein gezieltes **Quartiersmanagement** und vorausschauende **Energieraumplanung** (z.B. für Niedrigenergienetze) einen wesentlichen Beitrag leisten. Es bietet Hilfestellung und einen Orientierungsrahmen für die Energiestrategie in Unternehmen.

Neben der Produktion von erneuerbarer Energie (EE) können UM Betriebe auch als **Abnehmer** von zu viel EE zur Verfügung stehen. Entweder, weil sie zu EE-Spitzenzeiten

selbst den Strom in der Produktion einsetzen oder für später speichern können. So könnten Heiz- oder Kühlprozesse zu Zeiten eines hohen EE-Angebots elektrisch erfolgen oder diskontinuierliche Batch-Prozesse darauf abgestimmt werden.

Im Gegensatz zu gewollten Energieverbrauchssteigerung zu EE-Spitzenzeiten könnten zu hohe Lastspitzen bewusst auf andere Zeiten verschoben (**Demand-Side-Management**) bzw. aus Speichern abgedeckt werden. So kann bei UM-Betrieben Flexibilität genutzt werden, um Lasten zur **Optimierung des Netzes** zu verschieben und **erneuerbare Energien besser integrieren** zu können. **Speicher** sind dabei zur energiewirtschaftlichen Optimierung der Prozesse und zum Ausgleich von zeitlichen Diskrepanzen zwischen Angebot und Nachfrage ein wesentlicher Baustein. Sie können auch genutzt werden, um Lastspitzen zu reduzieren oder als Dienstleistung Engpässe im Netz auszugleichen.

Abbildung 12 zeigt, dass grundsätzlich die **Schnittstellen** der Schlüssel zu einer erfolgreichen Energiewende sein werden. Je besser das Zusammenspiel zwischen EVUs, Netzen, UM und Haushalten/Mobilität funktioniert, desto eher wird die Realisierung von Energieeffizienzreserven und eine maximale Integration von Erneuerbaren gelingen.

4. Schlussfolgerungen

Die ENUMIS Studie wurde im Auftrag des BMVIT durchgeführt. Die (Zwischen-) Ergebnisse wurden in mehreren gemeinsamen Treffen abgestimmt und werden als Basis für weitere Forschungsprojekte verwendet und in zukünftige Forschungsprogramme einfließen. Das ENUMIS Konzept 2.0 zeigt die aktuelle und mögliche neue Rolle von UM im Energiesystem auf. Daraus ergeben sich Forschungsfelder, deren Vorantreiben den Prozess einer erfolgreichen Transformation des Energiesystems beschleunigt. Die Entwicklung geht eindeutig in die Richtung, dass die Grenzen zwischen Konsumenten und Produzenten, zwischen den Wärme-, Strom-, Gas- und Mobilitätssektoren und zwischen Gewerbe/Industrie und Wohnen verschwimmen. Daher wird als erstes Forschungsfeld die **Schnittstellenoptimierung** genannt. Schnittstellen gibt es zwischen verschiedensten Akteuren und Sektoren. Folgende erscheinen besonders wichtig:

- Zwischen Betrieben („energy communities“)
- Zwischen Industrie und Netz/Energieversorgungsunternehmen (EVU)/Siedlung
- Zwischen den Sektoren (Wärme – Strom – Gas – Mobilität) → Power-to-X, Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff

Ein großer Forschungsbedarf tut sich beim Austausch von Energie **zwischen Betrieben** auf. Das vorliegende EU-Clean-Energy-Paket, das voraussichtlich im Herbst 2018 in Kraft tritt, definiert **lokale Energiegemeinschaften** (Local Energy Communities - LECs) und wird für diese LECs neue rechtliche Möglichkeiten eröffnen. Der Austausch von erneuerbarer Energie über Unternehmensgrenzen hinweg soll vereinfacht werden, sodass die Unternehmen eine aktivere Rolle einnehmen und lokale Kooperation eingehen können. Dabei ergeben sich jedoch in der Praxis einige Fragestellungen und Forschungsfelder, wie z.B. für welche Akteure sind LECs geeignet, welche technische Lösungen gibt es, um eine LEC zu bilden, wie kann Energiebedarf und -angebot zwischen den Betrieben optimiert werden uvm. Nachdem das Energiethema bei den Unternehmen nicht höchste Priorität hat, braucht es hier voraussichtlich Impulse, um diese Möglichkeiten auszuloten und dann infolge auch auszuschöpfen. Hier könnten Forschungsprojekte und Unterstützung durchs Quartiersmanagement helfen, das Potenzial sichtbar zu machen und zu realisieren.

Eine Schnittstellenoptimierung **zwischen Industrieunternehmen und angrenzenden anderen Nutzungen** wäre insofern wünschenswert, als es zu einer besseren Integration und höheren Akzeptanz von UM in der Stadt führt. Klassische Lösungen wie die Einspeisung von **Abwärme ins Fernwärmenetz** sind technisch möglich, jedoch in der Praxis noch lange nicht ausgereizt. Hier besteht Forschungsbedarf im Überwinden rechtlicher, organisatorischer und betriebswirtschaftlicher Hürden. Auch die **Kombination von Wärme- und Stromerzeugung** sowie das Miteinbeziehen von **Speicherlösungen**, um Ausfallssicherheit zu erhöhen oder saisonale Bedarfsschwankungen auszugleichen bietet noch weitere Forschungsfelder. Neue Technologien wie Blockchain eröffnen gänzlich neue Geschäftsmodelloptionen und Kundenbeziehungen. **Peer-to-Peer Lösungen** zwischen (Energie-) Anbietern und Kunden werden vertraglich und abrechnungstechnisch möglich, die zuvor nur über Dritte in Beziehung stehen konnten. Hier sind jedoch noch viele Fragen offen - technische (eigenes Netz erforderlich? Optimale SCADA-Lösungen? Optimieren gegenüber wem – Konsument, Produzent, Netz, EVU), wirtschaftliche (Netzgebühren? Rentabilität?), sicherheitstechnische (Ausfallssicherheit? Zuständigkeit für Wartung?).

Das Thema **Abwärmenutzung** wird derzeit von den befragten Unternehmen **nicht** als **prioritäres Thema** behandelt. Sowohl im Gespräch mit den beiden Anlaufstellen des Quartiersmanagements (Floridsdorf, Liesing) als auch mit ExpertInnen der Energieversorgung und im Stakeholderworkshop wurde deutlich, dass Unternehmen noch mehr Bewusstsein für das Thema und Unterstützung benötigen, um teils finanzielle oder auch ökonomische Barrieren zu überwinden und Projekte in diese Richtung anzustoßen.

Auch das Spannungsfeld zwischen **Datenschutz, Datenverfügbarkeit & Datennutzung** wirft weitere Forschungsfragen auf. Einerseits wird Digitalisierung und Datenverfügbarkeit als Enabler der Transformation des Energiesektors gesehen. Andererseits wird die Datennutzung aufgrund des Datenschutzes immer stärker eingeschränkt. Inwiefern neue Technologien wie Blockchain oder neue Richtlinien Lösungen bieten, einsetzbar sind und sich auch durchsetzen werden, bietet Spielraum für Forschungsprojekte.

Ein Verbessern der **Schnittstellen zwischen den Sektoren** wird erforderlich sein, um erneuerbare Energien optimal zu integrieren und trotzdem die Energieversorgung zu jeder Zeit gewährleisten zu können. UM Betriebe bieten je nach Branche und Produktionsprozess in mehrfacher Hinsicht Potenziale: viele benötigen die meiste Energie tagsüber, zu Zeiten, wo die Nachfrage durch Haushalte gering ist, einige haben das Potenzial ihre Produktion (z.B. in Batch-Prozessen) darauf ausrichten zu können, wann viel Energie verfügbar und günstig ist (Power-to-Product), sie haben Speicherpotentiale (Wärme- und Kühlprozesse (Power-to-Heat/Cool), eigene Speicher) und die Möglichkeit selbst Wärme und Strom zu produzieren und zur Verfügung zu stellen. Auch die Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff als Energieträger sind in Industriebetrieben aufgrund guter logistischer und sicherheitstechnischer Voraussetzungen eher gegeben. Welche Lösungen am effizientesten einsetzbar und in den jeweiligen Produktionsprozess integrierbar wären, bedarf noch weiterer Forschung und Entwicklung.

Speicher sind für die Sektorkopplung ein ganz wesentliches Element. Speicher ermöglichen es erst, Energieerzeugung und -bedarf zeitlich zu überbrücken, fluktuierende erneuerbare Erzeugung besser zu nutzen, kurzfristige Lastschwankungen auszugleichen und Produktionsprozesse netzstabilisierend zu steuern. Ein Fokus auf innovative Lösungen für Speicher in Industrieanwendungen wird deshalb auch in der Speicherinitiative (Klima- und Energiefonds, 2016) gefordert. Man erwartet sich bei Stromspeichern in Industriebetrieben ein großes Potenzial für die Entlastung der Stromnetze. Lastspitzen könnten damit ausgeglichen werden. Die Wirtschaftlichkeit solcher Speicher wird von der Entwicklung der Netzgebühren abhängen. Wärmespeicher, ev. auch die Überführung von Überschussstrom in Wärme (Power-to-Heat) bergen ebenfalls Potenziale bei UM für eine Optimierung des Energiesystems. Folgende Handlungsempfehlungen gehen aus der Speicherinitiative (Klima- und Energiefonds, 2016) hervor:

- Demonstrationsprojekte von Speichern für **Abwärme- und Überschuss-Ökostromnutzung** (Power-to-Heat/Power-to-Power) in der Industrie
- Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur **Verstromung von Wärme** aus Dampfspeichern, inkl. dynamischer Simulation und Messung
- Erarbeitung von Änderungsvorschlägen für problematische **regulatorische Rahmenbedingungen** bei Stromspeichern (z.B. Netzkostenwälzung, Rolle der Anschlussleistung)

Bei der Abwärmenutzung gibt es noch Forschungsbedarf bei den Dampfspeichern und Feststoffspeichern, um sie in eine breitere Anwendung zu bringen. Latentwärmespeicher (PCM) und thermochemische Speicher (TCM) sind laut Speicherroadmap 2018 (Friedl et al., 2018) noch weiter von der Marktreife entfernt und bedürfen einer technologischen Weiterentwicklung.

Ein spezielles Forschungsthema sind **Rechenzentren**, die aufgrund der Digitalisierung für UM und für die Energieversorger & Netzbetreiber eine zunehmend relevantere Branche darstellen. Ihre Rolle im Energiesystem wurde bisher (zumindest in Österreich) noch kaum beleuchtet. Rechenzentren sind als Großverbraucher im Energienetz mitzudenken, können aber auch als Abwärmelieferant und Partner mit Flexibilitätspotenzialen Optionen fürs Energiesystem bieten. In Deutschland wurde den Rechenzentren bereits in mehrere Studien und Projekten (Hintemann, R., Clausen, J., 2014; Hintemann, 2016; BMWi, 2014) Aufmerksamkeit gewidmet. Themen sind dabei beispielsweise Energiemonitoring, ganzheitliche Energieoptimierung, internes Lastmanagement, standortübergreifendes Lastmanagement, energieeffiziente Cloud-Lösungen, Integration eines BHKWs und die effektive Nutzung von erneuerbaren Energien durch Verfügbarkeitsprognosen.

5. Ausblick und Empfehlungen

Die vorangegangenen Kapitel zeigen, welche Rolle UM in Zukunft im Energiesystem einnehmen kann und welche Möglichkeiten sich als Energieverbraucher aber andererseits auch als Energielieferant bzw. Energiespeicher ergeben. Einerseits geht es dabei um den steigenden Strombedarf, der u.a. durch neue Player wie Rechenzentren entsteht und die Herausforderungen, diesen mit erneuerbaren Energien bereitzustellen. Durch die zunehmende Digitalisierung ergeben sich aber auch neue Chancen, die die Transformation des Energiesektors erst ermöglichen. Flexibilisierung, Lastspitzenausgleich und auch lokal vernetzte Energieanlagen (u.a. Smart Grids) werden in Zukunft eine wesentliche Rolle spielen.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht vor allem bei den Schnittstellen 1) zwischen Betrieben („energy communities“), 2) zwischen Industrie und Netz/Energieversorgungsunternehmen (EVU)/Siedlung und 3) zwischen den Sektoren (Wärme – Strom – Gas – Mobilität) Power-to-X, Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff, Speicher (siehe Kapitel 5).

Die Technologien zur Umsetzung der genannten Ansätze sind bereits weitgehend vorhanden bzw. befinden sich aktuell in Entwicklung, das zukünftige Hauptaugenmerk liegt jedoch nun in der Erprobung in **Demonstrationsprojekten**. Vor allem Demoprojekte zu Lastmanagement bei Wärme und Strom, Abwärme und Überschussstrom-Nutzung (Power-to-Heat) in der Industrie sollten vermehrt forciert werden, um die Technologien und deren Herausforderungen im Realfall zu testen und zum großflächigen Einsatz in der Zukunft vorzubereiten (Klima- und Energiefonds, 2016). Projekte, die im Zuge der Vorzeigeregion New Energy for Industry (s. Abschnitt 3.5) bewilligt wurden, sollen hier einen wesentlichen Beitrag leisten. In Demoprojekten kann industrielle Forschung und experimentelle Entwicklung ausgerichtet an den realen Erfordernissen der Praxispartner vorangetrieben werden und somit die Rolle von UM in einem optimierten Energiesystem herausgearbeitet und verbessert werden. Aufgrund der Verflochtenheit und Komplexität können nur unter realen Bedingungen tatsächliche Flexibilisierungs- und Lastausgleichspotenziale erhoben, analysiert und realisiert werden. Damit können Fragestellungen aus dem operativen Betrieb direkt in die Forschung und Entwicklung einfließen und dort behandelt werden.

6. Verzeichnisse

6.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausgewählte Städte (Quelle: eigene Darstellung, AIT)	15
Abbildung 2: Konzept zur Rolle von Urban Manufacturing im Energiesystem (Quelle: eigene Darstellung)	18
Abbildung 3: Ablauf zur Abschätzung der Abwärmepotenziale (eigene Darstellung)	19
Abbildung 4: Beschäftigte nach Städten und Branchen (Quelle: eigene Darstellung)	20
Abbildung 5: Niedertemperatur Abwärmepotenziale nach Städten und Branchen (Quelle: eigene Darstellung)	21
Abbildung 6: Mitteltemperatur Abwärmepotenziale nach Städten und Branchen (Quelle: eigene Darstellung)	21
Abbildung 7: Hochtemperatur Abwärmepotenziale nach Städten und Branchen (Quelle: eigene Darstellung)	22
Abbildung 8: Ausgewählte Abwärmepotenziale und ihre Lage im Stadtraum (Quelle: eigene Darstellung)	23
Abbildung 9: Abwärmepotenziale in Wien nach Temperaturniveaus und ihre Lage im Stadtraum (Quelle: eigene Darstellung)	24
Abbildung 10: Handlungsempfehlungen und wesentliche Werkzeuge zur Umsetzung einer digitalen Transformation (Quelle: eigene Darstellung)	26
Abbildung 11: Innovationsfelder in der Vorzeigeregion "New Energy for Industry" (Quelle: https://www.nefi.at/)	31
Abbildung 12: ENUMIS Konzept 2.0 (Quelle: eigene Darstellung)	33

6.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zu den für die Abwärmepotenzialanalyse ausgewählten Branchen nach NACE Kategorien (Quelle: eigene Darstellung)	42
---	----

6.3. Literaturverzeichnis

AEA (Hrsg.): Visionen 2050, Österreichische Energieagentur, Wien 2010

Austrian Energy Agency (Hrsg.): Digitale Transformation der Energiewelt – Ergebnisse einer Umfrage bei österreichischen (Energie-)Unternehmen, Wien 2017

beegy GmbH: Living Lab Walldorf – Das Schaufenster der Energiewende, o.D., online unter: <http://www.living-lab-walldorf.de/projekt/> (abgerufen am 20. Juli 2018)

BMNT & BMVIT (Hrsg.): Mission 2030, Klima- und Energiestrategie, Wien 2018

BMW i (Hrsg.): Energieeffiziente IKT für Mittelstand, Verwaltung und Wohnen – IT2Green, Ein Technologieprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Berlin 2014

Booth, Adrian; Mohr, Niko; Peters, Peter: The digital utility: New opportunities and challenges. Hg. v. McKinsey & Company. McKinsey & Company, online unter <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/the-digital-utility-new-opportunities-and-challenges> (abgerufen am 24.05.2018)

C&P Immobilien AG: Brauquartier Puntigam, 2017, online unter: <http://www.brauquartier-puntigam.at/bqp.php> (abgerufen am 7. Dezember 2017)

ECF (Hrsg.): Roadmap 2050 – A practical guide to a prosperous, low-carbon Europe, European Climate Foundation, 2010, online unter: http://www.roadmap2050.eu/attachments/files/Volume1_fullreport_PressPack.pdf, abgerufen am 18.07.2018

enercity contracting: Östliche Hafencity Hamburg – Wärmeversorgung, die mitwächst, 2017, online unter: https://www.enercity-contracting.de/pool/downloads/flyer-zu-referenzobjekten/Referenzblatt_HafenCity_Hamburg.pdf (abgerufen am 11. Dezember 2017)

Energie Graz GmbH & Co KG: Reininghaus, 2017, online unter: <https://www.energie-graz.at/energie/fernwaerme/projekte/reininghaus> (abgerufen am 5. Dezember 2017)

Energieleben: Manner-Schnitten heizen für Wien, Energieleben, 2016, online unter: <http://www.energieleben.at/manner-schnitten-heizen-fuer-wien/> (abgerufen am 7. Dezember 2017)

Ernst&Young GmbH (Hrsg.): Der Verteilnetzbetreiber der Zukunft – Enabler der Energiewende Stadtwerke Studie 2017, Juni 2017

Friedl W., Wilk V., Popp H., Kubeczko K., Kathan J., Zahradnik G., Windholz B., Leitner K.-H., Kaser S., Hengstberger F.: Österreichische Technologie-Roadmap für Energiespeichersysteme. Gefördert durch den Klima- und Energiefonds, Wien 2018

Hintemann Ralph: Trotz verbesserter Energieeffizienz steigt der Energiebedarf der deutschen Rechenzentren im Jahr 2016, Borderstep Institut, Berlin 2016

Hintemann, Ralph; Clausen, Jens (Hrsg.): Rechenzentren in Deutschland: Eine Studie zur Darstellung der wirtschaftlichen Bedeutung und der Wettbewerbssituation Im Auftrag des BITKOM - Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., Borderstep Institut, Berlin 2014

Hübner Michael, Hinterberger, Robert, Kollmann Andrea, Prügler Wolfgang, Wedler Michael: White Paper im Rahmen des Strategieprozess [Smart Grids 2.0], Betrachtung von Flexibilitätspotenzialen für die Umsetzung von Smart Grids in Österreich, Konsultationsfassung vom 22. Februar 2017, Wien 2017

Jung-Waclik Sabine, Katzler-Fuchs Susanne, Krebs Roland, Schechtner Katja: Urban Manufacturing - Herausforderungen und Chancen von Urban Manufacturing für Österreichische Städte, Wien 2016

Kelag Wärme GmbH: Biogene Gärwärme für das „Brauquartier Puntigam“ | Kelag Wärme, 2017, online unter: <http://www.kelagwaerme.at/content/1317.htm> (abgerufen am 7. Dezember 2017)

Klima- und Energiefonds: Abschlussbericht der Speicherinitiative Startphase, zusammengestellt auf Basis der Ergebnisse aus den sechs Arbeitsgruppen, Wien 2016

Loibl Wolfgang, Stollnberger Romana: HEAT_re_USE.Vienna, Sondierung zur systematischen Nutzung von Abwärmepotenzialen in Wien, 2016, online unter: <https://smartcities.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/3/BGR010-2017-SC-2.pdf> (abgerufen am 11. September 2018)

MA 18 (Hrsg.): Fachkonzept Produktive Stadt, Wien 2017

Mayerhofer P.: Wiens Industrie in der wissensbasierten Stadtwirtschaft, 2014, online unter: http://emedien.arbeiterkammer.at/viewer!/metadata/AC11670413/18/LOG_0010/ (abgerufen am 12. Dezember 2017)

Pehnt Martin, Bödeker Jan, Marlene Arens, Eberhard Jochem, Farikha Idrissova: Die Nutzung industrieller Abwärme – technisch-wirtschaftliche Potenziale und energiepolitische Umsetzung, Heidelberg, Karlsruhe 2010

Persson Sofia, Hjelm Olof, Gustafsson: Development of excess heat-based district heating - A case study of the development of excess heat-based district heating in two Swedish communities, Linköping, Schweden 2012

Peter et al.: Die Digitale Energiewirtschaft. Agenda für Unternehmen und Politik. Hg. v. BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., Berlin 2016

Rainer, E: Urbane Energieversorgung in Graz Reininghaus – Planung mit offenen Systemgrenzen. Präsentation am 05.06.2013, online unter: https://www.oegut.at/downloads/pdf/b_hdz-tws_stadt_rainer_tu-graz.pdf (abgerufen am 5. Dezember 2017)

Reininghausboard: Reininghaus findet Stadt, 2016, online unter: <http://www.reininghaus-findet-stadt.at/> (abgerufen am 5. Dezember 2017)

Schlemmer, Peter (Energie Graz): Interview, 2017, durchgeführt von Romana Stollnberger (AIT), Mara Haas (superwien)

Swisspower: Energiesystem der Zukunft, Umsetzung des Swisspower Masterplans 2050, Zürich 2015

Zellstoff Pöls AG: Aus Abwärme wird Fernwärme: Sinnvolle Energieverwertung in der Zellstoff Pöls AG, 2011, online unter: <http://www.zellstoff-poels.at/news/aus-abwaerme-wird-fernwaerme-sinnvolle-energieverwertung-in-der-zellstoff-poels-ag/> (abgerufen am 7. Dezember 2017)

Wirtschaftskammer Wien (Hrsg.): Produktion findet Stadt, Warum der urbane Raum produzierende Unternehmen braucht, ON - Das Magazin der Wiener Wirtschaft, Ausgabe Dezember 2014, Wien 2014

7. Anhang

NACE 2-Steller	NACE 2-Steller Bezeichnung	Kurzbezeichnung (AIT)	NACE 4-Steller	NACE 4-Steller Bezeichnung
10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	Fleischverarbeitung	10.13	Fleischverarbeitung
		Milchverarbeitung	10.51	Milchverarbeitung (ohne Herstellung von Speiseeis)
		Bäckerei	10.71	Herstellung von Backwaren (ohne Dauerbackwaren)
		Herstellung von Zucker	10.72	Herstellung von Dauerbackwaren
		Herstellung von Bier	10.82	Herstellung von Süßwaren (ohne Dauerbackwaren)
11	Getränkeherstellung	Herstellung von Bier	10.81	Herstellung von Zucker
		Herstellung von Malz	11.05	Herstellung von Bier
16	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	Herstellung von Holz	11.06	Herstellung von Malz
		Sägewerk	16.10	Säge-, Hobel- und Holzimprägnierwerke
17	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	Herstellung von Papier	17.12	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus
			17.21	Herstellung von Wellpapier und -pappe sowie von Verpackungsmitteln aus Papier, Karton und Pappe
			17.22	Herstellung von Haushalts-, Hygiene- und Toilettenartikeln aus Zellstoff, Papier und Pappe
18	Herstellung von Druckerzeugnissen	Druckerei	18.11	Drucken von Zeitungen
			18.12	Drucken a. n. g.
20	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	Herstellung von chemischen Erzeugnissen	20.12	Herstellung von Farbstoffen und Pigmenten
			20.16	Herstellung von Kunststoffen in Primärförmern
			20.30	Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kitt
			20.41	Herstellung von Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Poliermitteln
			22.19	Herstellung von sonstigen Gummiwaren
22	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	22.21	Herstellung von Platten, Folien, Schläuchen und Profilen aus Kunststoffen
			22.22	Herstellung von Verpackungsmitteln aus Kunststoffen
			22.29	Herstellung von sonstigen Kunststoffwaren
			23.11	Herstellung von Flachglas
23	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	Herstellung von Glas und Glaswaren	23.12	Veredlung und Bearbeitung von Flachglas
			23.13	Herstellung von Hohlglas
			23.14	Herstellung von Glasfasern und Waren daraus
			23.19	Herstellung, Veredlung und Bearbeitung von sonstigem Glas einschließlich technischen Glaswaren
		Herstellung von Keramik und keramischen Erzeugnissen	23.31	Herstellung von keramischen Wand- und Bodenfliesen und -platten
			23.42	Herstellung von Sanitärkeramik
			23.43	Herstellung von Isolatoren und Isolierteilen aus Keramik
			23.44	Herstellung von keramischen Erzeugnissen für sonstige technische Zwecke
			23.49	Herstellung von sonstigen keramischen Erzeugnissen
			23.32	Herstellung von Ziegeln und sonstiger Baukeramik
			23.51	Herstellung von Zement
			23.52	Herstellung von Kalk und gebranntem Gips
			23.20	Herstellung von feuerfesten keramischen Werkstoffen und Waren
			24.10	Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	Stahlherstellung	24.20	Herstellung von Stahlrohren, Rohrform-, Rohrverschluss- und Rohrverbindungstücken aus Stahl
			24.42	Erzeugung und erste Bearbeitung von Aluminium
		Gießerei	24.51	Eisengießereien
			24.52	Stahlgießereien
			24.53	Leichtmetallgießereien
			24.54	Buntmetallgießereien
			25.61	Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung
25	Herstellung von Metallerzeugnissen	Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung	28.11	Herstellung von Verbrennungsmotoren und Turbinen (ohne Motoren für Luft- und Straßenfahrzeuge)
			28.12	Herstellung von hydraulischen und pneumatischen Komponenten und Systemen
			28.13	Herstellung von Pumpen und Kompressoren a. n. g.
			28.14	Herstellung von Armaturen a. n. g.
			28.21	Herstellung von Öfen und Brennern
28	Maschinenbau	Maschinenbau	29.10	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
			29.20	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern
			29.32	Herstellung von sonstigen Teilen und sonstigem Zubehör für Kraftwagen
			96.01	Wäscherei und chemische Reinigung
29	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	Fahrzeugbau	29.10	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren
			29.20	Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern
96	Erbringung von sonstigen überwiegend persönlichen Dienstleistungen	Wäscherei	29.32	Herstellung von sonstigen Teilen und sonstigem Zubehör für Kraftwagen
			96.01	Wäscherei und chemische Reinigung

Tabelle 1: Übersicht zu den für die Abwärmepotenzialanalyse ausgewählten Branchen nach NACE Kategorien (Quelle: eigene Darstellung)



Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
[bmvit.gv.at](https://www.bmvit.gv.at)