

NEUE ENERGIEN 2020

Endbericht – Tätigkeitsbericht

Programmsteuerung:

Klima- und Energiefonds

Programmabwicklung:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

1 Projektdaten

Kurztitel	NextGenerationHeat	
Langtitel	Niedertemperaturfernwärme am Beispiel unterschiedlicher Regionen Österreichs mit niedriger Wärmebedarfsdichte	
Projektnummer	834582	
Programm/Programmlinie	Neue Energien 2020 5. Ausschreibung	
ProjektnehmerIn	AIT Austrian Institute of Technology GmbH Markus Köfinger, MSc	
ProjektpartnerInnen	P1: Güssing Energy Technologies GmbH P2: Management Center Innsbruck P3: Austrian Energy Agency P4: Grazer Energieagentur P5: Fernwärme Güssing * P6: WSF Freizeitzentrum Güssing GmbH P7: Fernwärme Wien P8: Stadtwerke Wörgl <i>* Der Projektpartner Fernwärme Güssing ist aus dem Projekt ausgestiegen, wird jedoch weiterhin aufgelistet um eine durchgehende Nummerierung der Projektpartner während der gesamten Projektlaufzeit zu gewährleisten.</i>	
Projektstart u. - Dauer	Projektstart: 01.06.2012	Dauer: 38 Monate
Berichtszeitraum	von 01.06.2012 bis 31.07.2015	

Synopsis:

In diesem Vorhaben wurden Konzepte zur ökonomisch und ökologisch optimierten Raumwärme- und Warmwasserversorgung von Passiv- und Niedrigenergiehäusern über Fernwärme mit Hilfe von vier Fallbeispielen entwickelt, evaluiert und mittels dynamischer Netzwerksimulation erprobt. Diese Konzepte basieren auf niedrigen Vorlauftemperaturen, was die Erhöhung des Potentials (erneuerbaren) Energiequellen und weiterer Abwärmequellen ermöglicht sowie Wärmeverluste und Investitionskosten reduziert.

2 Technisch-wissenschaftliche Beschreibung der Arbeit

2.1 Projektabriss

2.1.1 Kurzbeschreibung des Projektes (Ausgangssituation, Zielsetzung, Methodik – Arbeiten)

Ausgangssituation: Eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Deckung des geringen Raumwärmebedarfs von Passiv- und Niedrigenergiehäusern mit Fernwärme kann durch den Einsatz niedriger Vorlauftemperaturen erfolgen. Dies führt zu einer Reduktion der Wärmeverluste und der Netzinvestitionskosten und erhöht das Potential zur Einspeisung von Wärmeenergie aus erneuerbaren Quellen und von industrieller Abwärme.

Zielsetzung: Ziel des Projektes ist es, ökologisch und ökonomisch sinnvolle Konzepte für Niedertemperaturfernwärmenetze für unterschiedliche Regionen Österreichs mit Hilfe der vier repräsentativen Fallbeispiele Güssing, Wien, Wörgl und Graz zu entwickeln. Hierbei werden unterschiedliche Kopplungsszenarien und Randbedingungen bzgl. der lokalen Abnahme und Produktion von Wärme, aber auch unterschiedliche wirtschaftliche Entwicklungen vergleichend betrachtet. Des Weiteren werden technische Lösungsmöglichkeiten zur hygienischen Bereitstellung von Warmwasser bei niedrigen Vorlauftemperaturen entwickelt und evaluiert.

Methodik – Arbeiten: Hierzu werden zuerst geeignete Szenarien für die Umsetzung von Niedertemperaturfernwärmenetzen erarbeitet. Wesentliche Abnehmer- und Erzeugercharakteristika werden ermittelt und bestimmte Verbraucher werden für eine vereinfachte Gebäudesimulation modelliert. Hierauf basierend werden technische Systemvarianten zur Umsetzung von Niedertemperaturfernwärmenetzen und zur Warmwassererzeugung entwickelt und evaluiert, ein Schwerpunkt liegt auf den Einsatz geeigneter Wärmepumpen. Abschließend werden die jeweiligen Fallbeispiele analysiert und geeignete Umsetzungskonzepte ausgewählt. Hierbei werden sowohl dynamische Netzwerksimulationen zur Darstellung der komplexen Wechselwirkungen im Gesamtsystem als auch detaillierte Wirtschaftlichkeitsrechnungen durchgeführt. Für sinnvolle Varianten werden Monitoringkonzepte entwickelt und die Verbraucherakzeptanz diskutiert, erste Geschäftsmodelle werden skizziert.

2.1.2 Ergebnisse und Schlussfolgerungen des Projektes

Folgende wesentliche **Schlussfolgerungen** lassen sich aus den Projektergebnissen ziehen:

1. Für die hygienisch einwandfreie und normgerechte Bereitstellung von Warmwasser bei Vorlauftemperaturen unter 65°C steht eine Reihe technischer Lösungsmöglichkeiten zur Verfügung, inklusive der direkten Erwärmung ohne Speicherung (im Durchlaufprinzip) oder die Nutzung sogenannter „Booster“, die mit Hilfe von z.B. Heizstäben oder Wärmepumpen das Temperaturniveau des Warmwassers oder die sekundärseitige Vorlauftemperatur lokal erhöhen. Booster-Lösungen sind besonders dann sinnvoll, wenn die Netztemperaturen zu gering sind oder das Warmwasser bei größeren Abnehmern wie z.B. Hotels gespeichert werden muss.
2. Niedrigere Vorlauftemperaturen verursachen im Regelfall höhere Verbraucherseitige Investitionskosten für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser. Dementsprechend hängt die

Wirtschaftlichkeit von Niedertemperaturfernwärmenetzen im Wesentlichen von der Verfügbarkeit kostengünstiger Wärmequellen ab. Die Verringerung der Wärmeverteilverluste aufgrund des niedrigeren Temperaturniveaus hat in urbanen Gebieten mit hohen Wärmebedarfsdichten einen untergeordneten Effekt. In ländlichen Gebieten mit geringeren Wärmebedarfsdichten spielen hingegen niedrigere Wärmeverluste und Investitionskosten eine steigende Rolle.

3. Die Ausführung von Niedertemperaturfernwärmenetzen als Rücklaufanschluss und die damit verbundene Reduktion der Rücklauftemperaturen im Gesamtnetz haben folgende wesentliche Vorteile: a) Bei konstanter Anschlussleistung sinkt der Massestrom im Netz, es reduzieren sich die Pumpstromkosten. Bei gleichem Massenstrom erhöht sich die Netzwerkkapazität (Ermöglichung des Anschlusses von neuen Kunden). Im Auslegungsfall können die Transportleitungen kleiner dimensioniert werden, was in geringeren Investitionskosten resultiert. b) Im Falle des Neubaus oder Austauschs von Netzabschnitten können an die niedrigeren Temperaturen angepasste Rohrleitungsmaterialien verwendet werden, die ggf. kostengünstiger bzw. einfacher zu verlegen sind. c) das Potential zur Integration von Wärmequellen mit niedrigem Temperaturniveau, wie z.B. Solarthermie, Wärmepumpen oder Abwärme wird erhöht. Durch die Rücklaufemperaturabkühlung kann in Entnahme-Kondensation-Kraftwerken Brennstoffausnutzungsgrad steigern, in Entnahme-Gegendruck-Heizkraftwerken steigt der erzeugte Stromanteil und d) durch die geringeren Netzwerkktemperaturen reduzieren sich die Wärmeverteilverluste. Die Quantifizierung dieser Effekte ist jedoch nicht einfach und nicht Inhalt des gegenständlichen Projektes. Untersuchungen im Fernwärmesystem von Göteborg zeigen, dass die Reduktion der Rücklauftemperaturen dementsprechend mit einer Reduktion der Betriebskosten verbunden ist. Diese werden auf 0,15€/ (°C MWh) angegeben¹. Auf ähnliche Ergebnisse kommen Frederiksen und Werner² Eine wesentliche Randbedingung für Rücklaufanschlüsse ist eine bekannte und konstante Strömungsrichtung der Rücklaufleitung. Bei der direkten Verwendung des Rücklaufes von Hochtemperaturnutzern ist eine gesonderte Analyse der Profile notwendig.
4. Eine optimierte Auslegung von Niedertemperaturfernwärmenetzen erfordern die verstärkte Berücksichtigung dynamischer Effekte wie z.B. die Regelung von Wärmepumpen (entweder als zentrale Erzeuger im Zusammenspiel mit anderen Quellen und Speichern, oder im Einsatz als Booster für die Warmwasserbereitung), die Abstimmung unterschiedlicher Erzeuger- und Verbraucherprofile, Lade- und Endladestrategien von Speichern (primärseitig als Netzspeicher, aber auch sekundärseitig für die Warmwasserbereitung), Regelungsstrategien für die Einspritzschaltung vom Hochtemperatur-Vorlauf in den Niedertemperaturvorlauf etc. Üblicherweise genutzte Planungs- und Auslegungstools können diese Effekte nicht berücksichtigen.
5. Wesentliche Unsicherheiten bei der Wirtschaftlichen Bewertung ergeben sich aus den Investitionskosten des Niedertemperaturfernwärmenetzes, insbesondere verursacht durch Verbraucherseitige Komponenten, die bislang noch nicht in der Serienproduktion verfügbar sind. Dieses betrifft insbesondere die Übergabestationen mit Booster Wärmepumpen, die bislang nur in einer Kleinserie gefertigt wurden. Des Weiteren treten Unsicherheiten bei den Investitionskosten für

¹ Anders Fransson: Systematic improving of return temperatures through activities in production, distribution and substations, Technical Seminar Göteborg Energi, 20.05.2015

² District Heating and Cooling Textbook by Frederiksen S. and Werner, 1 edition (12 Aug. 2013), ISBN-10: 9144085303

Standard-Komponenten wie Rohrleitungen oder Übergabestationen auf, diese variieren stark abhängig von dem Volumen des Gesamtauftrages bzw. der Anzahl der bestellten Komponenten und der Geschäftsbeziehung zu dem Hersteller.

6. Die aktuellen Entwicklungen im Gebäudebereich in Österreich deuten darauf hin, dass die Realisierung von NT-Fernwärmenetzen in vielen Regionen Österreichs wirtschaftlich und ökonomisch bereits jetzt sinnvoll ist bzw. in naher Zukunft sein wird. Vor allem in Ballungsräumen mit hoher Neubaurate und Wärmebedarfsdichte, in denen Umgebungswärme oder industrielle Abwärme genutzt werden können bzw. Rücklaufanschlüsse realisiert werden können, bestehen optimale Bedingungen für den Einsatz eines NT-Fernwärmesystems.

Um die Barrieren für Niedertemperaturfernwärme, wie etwa höhere Kosten auf der Verbraucherseite zu überwinden, wurden abschließend verschiedene Geschäftsmodelle und Anreizsysteme im Rahmen von Workshops und Interviews mit verschiedenen Stakeholdergruppen identifiziert und evaluiert. Hierbei zeigte sich, dass die Bewertung von Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung und Motivationssteigerung je nach Gruppe (FW-Kunden/Bauherren, FW-Versorger/Netzbetreiber/Erzeuger, Energiedienstleister, Stadtentwicklung) stark unterschiedlich bewertet werden. Gesetzliche Vorgaben haben erwartungsgemäß eine gleich hohe Relevanz bei allen Akteuren.

2.1.3 Ausblick und Resümee

Basierend auf den Projektergebnissen werden folgende **Empfehlungen** formuliert:

1. Eine wesentliche Unsicherheit bei der wirtschaftlichen Bewertung der Niedertemperaturfernwärme ergibt sich aus den Investitionskosten von verbraucherseitigen Komponenten, die bislang noch nicht in der Serienproduktion verfügbar sind. Dies betrifft insbesondere die Übergabestationen mit Booster Wärmepumpen, die bislang nur in einer Kleinserie gefertigt wurden. Des Weiteren treten Unsicherheiten bei den Investitionskosten für Standard-Komponenten wie Rohrleitungen oder Übergabestationen auf, diese variieren stark abhängig von dem Volumen des Gesamtauftrages bzw. der Anzahl der bestellten Komponenten und der Geschäftsbeziehung zu dem Hersteller. Hier sollte eine detaillierte Untersuchung der Investitionskosten entsprechender Komponenten erfolgen. Ebenfalls sinnvoll erscheint die Weiterentwicklung und Standardisierung von Niedertemperatur-Übergabestationen zur Großserienreife um die Investitionskosten zu reduzieren. Niedertemperaturfernwärmenetze bieten bedingt durch die geringen Temperaturen die Möglichkeit zum dezentralen Einspeisen von Wärme (z.B. Solarthermie, Abwärme,...). Die Weiterentwicklung der NT-Übergabestationen sollte daher auch zur bidirektionalen Wärmenutzung erfolgen.

2. Wenn Niedertemperaturfernwärmenetze als Rücklaufanschluss ausgeführt werden, verringern sich lokal die Netzurücklauftemperaturen, was diverse Vorteile hat (wie z.B. reduzierte Pumpstromkosten, eine erhöhte Netzwerkkapazität, eine günstigere Dimensionierung und Materialauswahl bei den Transportleitungen, die Erhöhung des Potential zur Integration alternativer Wärmequellen und reduzierte Wärmeverluste). Die Quantifizierung dieser Effekte ist momentan jedoch nicht ohne weiteres möglich und verlangt eine vollständige Untersuchung der Energieflüsse im Fernwärmenetz und der Charakteristika aller relevanten Erzeugungsanlagen, zusammen mit einer realitätsnahen Abbildung der Hydraulik und der Wärmeverluste. Hierfür ist die Entwicklung geeigneter Methoden zur Analyse der Effekte im gesamten Netz notwendig, dieses inkludiert die Beschaffung bislang nur wenig bekannter Netzdaten (z.B. Ver-

braucherstruktur und Verhalten) die Untersuchung des temperaturabhängigen Verhaltens diverser Erzeuger und die Wirtschaftlichkeitsbewertung.

3. Der Einsatz von dynamisch geregelten Wärmepumpen in Niedertemperaturfernwärmenetzen hat im Vergleich zu einer on/off Regelung den Vorteil, dass die geringeren Schaltzyklen in einer höheren Lebensdauer und in geringeren Wartungskosten der Wärmepumpe resultiert. Des Weiteren können durch das optimierte Teillastverhalten längere Laufzeiten erzielt werden, was wiederum in einem effizienteren Betrieb resultiert. Ebenso können Vorlauftemperaturen im Teillastbetrieb besser eingehalten werden, was die Stabilität im Fernwärmenetz erhöht. Eine wirtschaftliche Bewertung dieser Effekte wurde bislang noch nicht durchgeführt, ist jedoch zum Ausgleich der höheren Investitionskosten aufgrund der aufwendigeren Regelung notwendig.

4. Aufgrund des Zusammenspiels diverser Effekte wie dem Einsatz von Wärmepumpen, Speichern und der Berücksichtigung von unkonventionellen Regelungsstrategien (z.B. Einspritzschaltung vom Hochtemperatur-Vorlauf in den Niedertemperatur-Vorlauf) ist eine dynamische Betrachtung von Niedertemperaturfernwärmenetzen notwendig. Hierzu gehört auch ein Monitoring in Form eines übergeordneten Leit-systems. Weitere Empfehlungen zur Auslegung und zum ordnungsgemäßen Betrieb von Niedertemperaturfernwärme lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Störungsfrei funktionierendes netzseitiges Regelventil bei der Übergabestation
- Ordnungsgemäße Isolation aller Leitungen beim Wärmeerzeuger, sowie bei den Übergabestationen
- Volumenstrombegrenzer bei jeder Übergabestation
- Permanentes Monitoring der Fernwärmerücklauftemperatur jeder Übergabestation mit automatisierter Identifikation der „Rücklauftemperaturverschmutzer“
- Einregulierung und Optimierung (Übergabestation, Regelung, sekundärseitige hydraulische Schaltung) der Wärmekunden
- Technische Anschlussbedingungen definieren und einhalten (bzw. Vorschläge für sekundärseitige Optimierung der Wärmekunden liefern)

5. Problematisch für Niedertemperaturfernwärmenetze stellt sich oft die vorhandene, meist aufgrund der höheren verbraucherseitigen Investitionskosten bedingten Hemmschwellen für Bauträger dar, Niedertemperaturwärmeabgabesysteme zu installieren. Hier sollte zukünftig durch Förderungen oder Bewusstseinsbildung sowie geeignete rechtliche/ regulatorische Randbedingungen ein Anreizsystem geschaffen werden. Nachfolgend sind die wesentlichen Anregungen aus dem Projektkonsortium bzw. aus den Stakeholderworkshops an die Verwaltung und Politik im Hinblick darauf, was in der Gesetzgebung berücksichtigt werden sollte um eine möglichst breite Umsetzung von Niedertemperatur-Fernwärmesystemen zu erreichen, zusammengefasst:

- OIB-RL und Baugesetz – NT-Wärmeverteilsystem: Vorgabe bei Neubau festlegen
- Förderungsrichtlinien – Berücksichtigung NT-Wärmeverteilsystem: Anreizsysteme in Förderungsrichtlinien der Länder implementieren (derzeit nur sehr eingeschränkt umgesetzt)
- (Invest-)Förderung für NT-FW (Bund/Land): Förderung für Pilot- und Demoprojekte erforderlich
- NT-FW in Stadtentwicklungskonzepten: Forcierung der entsprechenden Vorgaben in Ausschreibungen etc.

- NT-FW-Tarifmodelle: aktives Anbieten derartiger Modelle am Markt
- NT-FW und NT-Wärmeverteilungssystem in Kundenvereinbarungen/Verträge und AGB/technische Anschlussbedingungen: Berücksichtigung in neuen Vereinbarungen, Check Änderung in bestehenden Verträgen
- „Interessenskonflikt“ Nutzung der Vorteile von NT-Fernwärme wenn FW-Versorger ist nicht zugleich FW-Netzbetreiber und FW-Erzeuger: „Vermittlerrolle“ der Politik; klare „Spielregeln“
- Energieeffizienzgesetz-Anrechenbarkeit: zukünftige Anrechenbarkeit von Maßnahmen (Nutzung/Umstieg auf NT-FW etc.) –z.B. durch Änderung der Berechnungsmethode durch Bezug auf Primärenergie
- Anhebung Anteil Erneuerbare Energieträger und Abwärmenutzung in FW-Systemen nur in Verbindung mit NT-Systemen sinnvoll

Abschließend ist anzumerken, dass aufgrund diverser Entwicklungen in den Fallbeispielen die entwickelten Konzepte nicht bzw. nicht exakt umgesetzt wurden. Dennoch ist aufgrund der positiven Effekte die Realisierung von Niedertemperaturfernwärmenetzen in verschiedenen Regionen Österreichs derzeit in Diskussion. Besonders zu nennen ist Graz, wo in verschiedenen Stadtgebieten die Machbarkeit entsprechender Netze geprüft wird. Ein Beispiel hierfür ist die Niedertemperaturwärmeversorgung des Energiemodells Graz Reininghaus, bei dem entsprechende Konzepte kurz vor der Realisierung stehen.

2.2 Inhalte und Ergebnisse des Projektes

2.2.1 Ausgangssituation/Motivation des Projektes

Im traditionellen Wohnbau wird die Raumwärme über strahlungsbasierten Wärmeaustausch von Radiatoren bei ca. 60°C erzeugt, wobei hier im Vorlauf des Heizsystems üblicherweise Temperaturen zwischen 70 und 90°C eingestellt werden. Die entsprechenden Verteilverluste betragen in herkömmlichen Fernwärmenetzen ca. 10 % der eingespeisten Wärme³. Da die abgenommenen Wärmemengen von Passiv- und Niedrigenergiehäusern wesentlich geringer ist als bei Bestandsgebäuden, steigen die relativen Wärmeverteilungsverluste auf einen signifikanten Anteil, wodurch eine ökonomisch und ökologisch sinnvolle Versorgung dieser Gebäude mit Fernwärme gehemmt wird. Die hohen Investitionskosten für den Aufbau eines neuen Fernwärmenetzes rentieren sich nicht bzw. der Anschluss an bestehende Netze wird unwirtschaftlich. Auch bei dünnbesiedelten Gebieten mit entsprechend geringer Wärmebedarfsdichte trifft diese Problematik zu⁴.

Einsatz niedriger Vorlauftemperaturen in Fernwärmesystemen

Die fortschreitende Entwicklung und Verbreitung von Flächenheizsystemen mit hohen Wärmeaustauschflächen und der Bauteilaktivierung ermöglicht die Nutzung von Vorlauf-temperaturen im Bereich von 30-60°C zur Übertragung der benötigten Wärmemengen und zur Einstellung komfortabler Raumtemperaturen. Wesentlicher Vorteil niedriger Vorlauf-temperaturen ist die Minimierung der spezifischen Wärmeverluste in den Fernwärme-leitungen, die proportional zur Temperaturdifferenz zur Umgebung sind. Des

³ <http://www.nachhaltigkeit.wienerstadtwerke.at/daten-fakten/oekologie.html>, Abrufdatum: 09.08.2010

⁴ District Heating Distribution in Areas with low Heat Demand density - IEA ANNEX VIII, 2008:8DHC-08-03

Weiteren können kostengünstige Komponenten (z.B. Kunststoffrohre) eingesetzt und die Anzahl der Kompensationsdehnungen in den Verteilernetzen reduziert werden.

Darüber hinaus können zentrale und dezentrale (erneuerbaren) Energiequellen auf niedrigem Temperaturniveau in das Fernwärmenetz eingespeist werden, deren Nutzung bislang nicht möglich war. Hierzu zählen: die Abwärme bestimmter Industriebereiche, oberflächennahe Geothermie und Solarthermie. Auch können Niedertemperatursysteme in den Rücklauf herkömmlicher Fernwärmenetze eingebunden werden um sonst weitestgehend ungenutzte Wärmeenergie zu nutzen. In ersten Demonstrationsprojekten (z.B. Oberzwehren⁵, Lettenwald⁶) wird dieses bereits erfolgreich umgesetzt.

2.2.2 Zielsetzungen des Projektes

Zentrales Ziel des Projektes NextGenerationHeat ist die Entwicklung und Optimierung von Konzepten zur Versorgung von Niederenergie- und Passivhäusern mit Raumwärme und Warmwasser über Fernwärmenetze mit niedrigen Vorlauftemperaturen für repräsentative Regionen in Österreich im Allgemeinen und für unterschiedliche Fallbeispiele im Speziellen. Folgende **Ergebnisziele** werden erwartet:

- die ökonomisch und ökologisch optimierte **Lösung der Problematik der hygienischen Warmwasserzeugung** mit niedrigen Vorlauftemperaturen, unter Berücksichtigung von Wärmepumpen und anderen externen Energiequellen,
- die Entwicklung von technisch und wirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten der **Implementierung von Niedertemperaturfernwärmenetzen** in repräsentativen Regionen von Österreich,
- die **Auswahl von Gesamtkonzepten** der Niedertemperaturfernwärmeversorgung der unterschiedlichen Fallbeispiele, die aus wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten geeignet sind und
- die Entwicklung von **Konzepten zur Umsetzung** der untersuchten Maßnahmen in den unterschiedlichen Fallbeispielen unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Gesichtspunkten, Motivationsmöglichkeiten für die Bauherren und sinnvollen Monitoringmaßnahmen.

Dieses beinhaltet folgende **Prozessziele**:

- Die Definition **realistischer Szenarien und Randbedingungen** für unterschiedliche repräsentative Städte und Regionen in Österreich auch unter Berücksichtigung (denkbarer) zukünftiger Entwicklungen,
- Die Definition von **Indikatoren und Evaluierungskriterien** für die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen der in diesem Projekt entwickelten Maßnahmen und Konzepte,
- die Untersuchung typischer **Verbrauchsprofile von Niederenergie- und Passivhäusern** unter Berücksichtigung typischer Heiz- und Lüftungssysteme sowie des individuellen Verbraucherverhaltens und

⁵ Schmidt, D.: *Einsatz von innovativen LowExSystemen für Gebäude und Siedlungsgebiete*, Vortrag auf dem LowEx Symposium zum dt. Projektverbund des BMWi, 28. - 29. Oktober 2009, Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Kassel

⁶ Richter, S.; Zepf, K.: *Umstellung einer bestehenden Fernwärme in ein LowEx-System*, Vortrag auf den Berliner Energietagen 2010, 10.05. bis 12.05.2010 in Berlin

- die **Modellierung und Simulation** eines ausgewählten Netzbereiches der unterschiedlichen Fallbeispiele zur konsistenten Darstellung der Maßnahmen und zur Evaluierung der Wechselwirkungen der Komponenten und der Dynamik des Gesamtsystems.

2.2.3 Durchgeführte Arbeiten im Rahmen des Projektes inkl. Methodik

AP1 Definition von Szenarien und Evaluierungskriterien (AEA)

Task 1.1 Einbindungsvarianten: Es wurden dezentrale FW-Netze in Österreich untersucht und typische Einbindungsvarianten erarbeitet, die für sehr viele Regionen in Österreich implementierbar sind. Hauptsächlich bezog sich die Arbeit hierbei auf Literatur- und Internetrecherche. Ebenso wurden FW Unternehmen kontaktiert und Informationen eingeholt. Es wurde außerdem eine durchschnittliche Rücklauftemperatur ermittelt, um die Möglichkeit der kaskadischen Nutzung (Rücklaufanbindung) im konventionellen Netz zu evaluieren. Speziell bei der Rücklaufanbindung wurden einige Systemvarianten in Deutschland näher betrachtet da in Österreich bis heute nur vereinzelt diese Systeme umgesetzt wurden. Es wurde eine Methodik ausgearbeitet, die durch das Festlegen und Vergleichen von technischen und demografischen Indikatoren der Fallbeispiele, ein Übertragen der FW-NT Simulationsergebnisse auf österreichische Ebene ermöglicht. Demzufolge musste für eine Beschreibung verschiedenster Aspekte der Fallbeispiele, eine umfassende Datenbasis vorhanden sein, mit der sich sowohl die technische-, politische- als auch demografische Situation festhalten lässt. Zuerst erfolgte eine Analyse der bereits vorhandenen FW-Systeme österreichweit. Anhand dieser Daten konnte der Bezug der vier Fallbeispiel zu den österreichweiten FW-Systemen erhoben werden.

Task 1.2 wirtschaftliche Szenarien: Es wurden Szenarien für eine Entwicklung der Energiepreise und der Entwicklung der Heizgradtage für das Jahr 2020 berechnet. Die Entwicklung der Energiepreise wurde für fossile Energieträger sowie für Biogene Brennstoffe, Fernwärme und Strom berechnet. Es wurde eine Entwicklung der Heizgradtage für das Jahr 2020 basierend auf einer Studie der Universität für Bodenkultur berechnet.

Task 1.3 Bebauungsszenarien der Fallbeispiele: Es wurde eine Eingabemaske auf Excel Basis entwickelt um die wichtigsten Parameter der FW-Systeme der Fallbeispiele abzufragen. Es wurden neben allgemeinen Gebäudedaten auch Netzdaten und Erzeugungsdaten abgefragt. Die abgegebenen Informationen wurden in der Berichtsperiode gesammelt und aufbereitet.

Task 1.4 Evaluierungskriterien und Indikatoren: Wie bereits im ersten und zweiten Zwischenbericht beschrieben wurden Bewertungsindikatoren zur Quantifizierung der umweltrelevanten und ökonomischen Auswirkungen von Entwicklungen von Niedertemperaturfernwärmenetzen festgelegt. Dafür wurden zuerst die Energiesystemgrenzen definiert, innerhalb derer Wirkungen betrachtet werden. Danach wurden die wesentlichen Wirkungen zusammengefasst, die von den zu entwickelnden Indikatoren abzufangen sind.

Task 1.5 Referenzszenarien: Es wurden als technische Referenzszenarien die folgenden Varianten festgelegt:

- Individuelle Einzelheizung „Standard“
- Individuelle Einzelheizung „Alternative“
- Fernwärme „konventionell“
- Fernwärme „lokale Referenz“

Diese Referenzszenarien wurden in AP4 und AP5/6 individuell für die jeweiligen Fallbeispiele konkretisiert und an die lokalen Gegebenheiten angepasst.

Task 1.6 rechtliche Rahmenbedingungen: Es wurden die Ergebnisse der rechtlichen Recherche in Bezug auf hygienische Warmwasserbereitung und Wärmepumpensysteme zusammengefasst. Die Inhalte wurden detailliert ausgearbeitet und mit den Projektpartnern abgestimmt. Folgende Gesetzestexte wurden zusammengefasst:

- Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV)
- Immissionsschutzgesetz (IG-L)
- Emmissionsschutzgesetz (EG-K)
- Diverse Regelwerke der Warmwasserbereitung: ÖNORM B5010, 3-Liter Regel etc.

Als Besonderheit wurden auf Basis der Informationen der Gesetzestexte bezüglich Luftsanierungsgebiete detailliertere Informationen der regionalen Umsetzung solcher Luftsanierungsgebiete für die Fallbeispiele Wörgl und Graz näher beschrieben.

Nähere Details zu den oben genannten Punkten sind in Deliverables D1.1, D1.2, D1.3 und D1.4 sowie im publizierbaren Endbericht des Projektes angegeben.

AP2 Verbraucher / Erzeuger Charakteristiken (AIT)

Task 2.1 Verbrauchertypen & Task 2.2 typische Verbrauchsprofile: Hierfür wurde eine umfassende Datenbasis für typische Verbraucher und Erzeuger von thermischer Energie auf niedrigem Temperaturniveau erstellt. Dieses betrifft insbesondere die Verbrauchsprofile für Raumwärme und Warmwasser unterschiedlicher Typen von Niedrig- und Passivhäuser. Diese wurden aus der öffentlich zugänglichen Literatur bzw. aus der Betriebserfahrung der Projektpartner recherchiert. Die vorhandenen Daten wurden auf Vollständigkeit, Verlässlichkeit und zeitliche Auflösung im Projektteam überprüft um die für die thermische/ dynamische Gebäudesimulation entwickelten vereinfachten Modelle parametrieren zu können. Nähere Details zu den entwickelten Gebäudemodellen sind im Deliverable D2.1 sowie im publizierbaren Endbericht des Projektes beschrieben.

Task 2.3 thermische / dynamische Gebäudesimulation: Es wurden 3 vereinfachte Gebäudemodelle (für den Bereich Wohnbau) nach folgenden Kategorien entwickelt und deren Verhalten simuliert: Niedrigenergiehaus, Passivhaus und Standardgebäude. Die Entwicklung der Gebäudemodelle wurde mit Dymola, die Parametrisierung mithilfe eines Excel-Tools und GenOpt durchgeführt. Als theoretische Grundlage für das Gebäudemodell, dient das in der VDI 6020 beschriebene „Beuken-Modell“. Die Kalibrierung des Gebäudemodells erfolgte über das Skalieren standardisierter Nutzerprofile nach ÖNORM 8110-3:2012. Unter der Zuhilfenahme des kurvenbasierten Ansatzes konnten die einzelnen Gebäudeklassen kalibriert werden. Dabei gleicht man, basierend auf der Methode der kleinsten Fehlerquadrate, das dynamische Verhalten des Gebäudes, dem eines Referenzmodells an. Das Referenzprofil wird durch Monitoring-Daten je Gebäudeklasse erzeugt und für die Kalibrierung beigestellt. Zur Parametrierung des Modells bezogen auf den Brauchwasserbedarf wurde ein Standard Brauchwasser-Profil mit Hilfe des Programms „DHW-calc“ der Universität Kassel für ein Einfamilienhaus für die Dauer von einem Jahr, mit einer zeitlichen Auflösung von 15min erstellt.

Abbildung 1 zeigt exemplarisch das fertig entwickelte Gebäudemodell für die entsprechende Kalibrierung je Gebäudeklasse. Um die Kalibrierung starten zu können, müssen die entsprechenden Inputdaten in tabellarischer Form hinterlegt sein. Als Wetterdaten wurden die entsprechenden Außentemperaturen

aus Monitoring Daten verwendet. Die Solarstrahlung je Orientierung (Nord, Ost, Süd, West) wurde mithilfe von Standardwetterdaten für die Region berechnet.

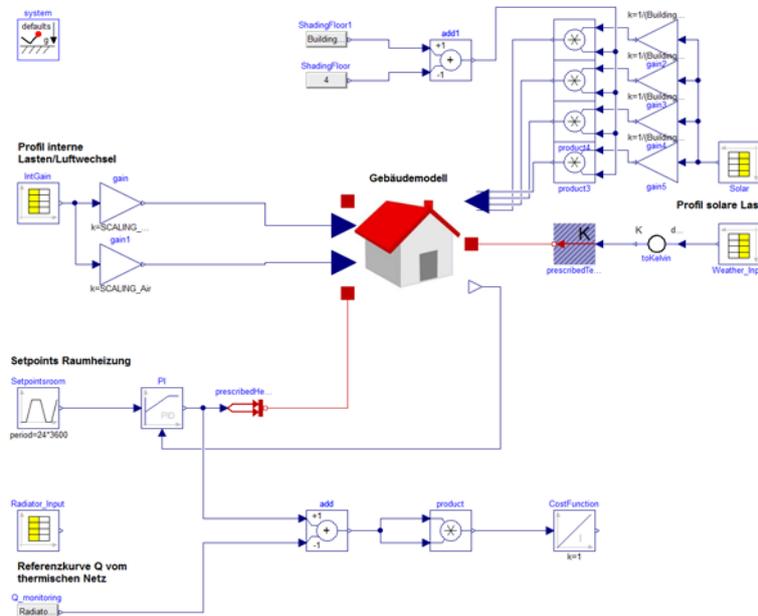


Abbildung 1: Gebäudemodell für die Parametrisierung

Task 2.4 thermische Erzeuger: Auf Seiten der thermischen Erzeuger wurden insbesondere die verfügbaren Temperaturbereiche, Beschränkungen sowie Kennlinien und typische Einspeiseprofile aus Literaturrecherchen und der Betriebserfahrung der Projektpartner generiert bestimmt. Ein Fokus lag hierbei auf den Vor- und Rücklauftemperaturen sowie den verfügbaren Wärmemengen. Für den Einsatz von Wärmepumpen wurde außerdem ein eigenes robustes und realistisches Wärmepumpenmodell entwickelt. Das physikalische Modell basiert auf reale Stoffdaten der Kältemittel und Energiebilanzen an den relevanten Komponenten. Die gesamt Charakteristik der Wärmepumpe wird dann auf Basis einfacher thermodynamischer Berechnungen bestimmt. Außerdem wurden im Projekt Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung genauer analysiert und geeignete Kältemittel und Verschaltungsvarianten analysiert (siehe Deliverable D2.3).

Die untersuchten Erzeuger sind in Tabelle 1 aufgelistet und werden im Deliverable D2.2 genauer analysiert.

Tabelle 1: Überblick der analysierten thermischen Erzeuger (Conversion technology)

Conversion technology	Fuel	Detail	Heating	Cooling	Electricity
Boiler	Electricity	Non-condensing	X		
	Natural gas	Condensing, Non-condensing	X		
	Oil	Condensing, Non-condensing	X		
	Biomass	Condensing, Non-condensing	X		
	Biogas	Condensing, Non-condensing	X		
Solar thermal system		Individual DHW	X		
		Individual DHW and space heating	X		
		Large scale	X		(X)
Natural heat source and sinks, process waste heat	geothermal energy, residual waste, waste heat	Deep geothermal, lakes, seas and rivers, waste incineration, heat recovery from industrial processes	X	X	X
Combined Heat and Power (CHP)	Oil/Natural gas/Biogas	Steam turbine	X		X
	Natural gas/Biogas	Gas turbine	X		X
	Natural gas/Biogas	Combined cycle gas turbine	X		X
	Biomass/Biogas	Micro-turbine (ORC)	X		X
	Oil/Natural gas/Biomass/Biogas	Engines	X		X
Heat pump	Electricity	Vapour compression	X	X	

Task 2.5 Charakteristika von geeigneten Wärmepumpen: Zusätzlich zu dem im 1. Zwischenbericht beschriebenen Wärmepumpenmodell, wurde für die Systemsimulationen ein physikalisches Simulationsmodell einer einstufigen Wärmepumpe entwickelt, welches auf realen Stoffdaten der Kältemittel und Energiebilanzen der relevanten Komponenten basiert. Die Wärmeübertrager werden im Modell jeweils als reiner Verdampfer bzw. Kondensator modelliert. Diese Vereinfachung ist hier zulässig, da bei den Betriebsbedingungen die in diesem Projekt auftreten der Einfluss auf die zu übertragende Wärmemenge, speziell bei der Heißgasenthitzung im Kondensator, wenige Prozentpunkte beträgt. Die Wärmeübertrager werden nach der NTU Methode abgebildet.

Für die Dimensionierung der Bauteile (Wärmeübertragungsfähigkeit, Kältemittelvolumenstrom) und die Berechnung der Betriebs Performance, wird die Berechnung in zwei Schritte getrennt:

1. *Design Rechnung:* Daraus resultiert für den Designbetriebspunkt und die gewünschte Heizleistung die Wärmeübertragungsfähigkeit und alle Massenströme (Sekundär- und Primärseite)
2. *Off-Design Rechnung:* Daraus resultiert für die im ersten Schritt ermittelten Bauteilgrößen, die Änderung der Performance bei einem beliebigen Betriebspunkt und bei Änderung der Massenströme (Teillastverhalten)

Die Dimensionierung der Wärmeübertrager basiert auf techno-ökonomischen Optimierungen. Dabei wird die mittlere Temperaturdifferenz zwischen Primär- und Sekundärseite in Abhängigkeit des Sekundärfluids (Wasser, Luft, Sole) und der Anzahl der Betriebsstunden der Wärmepumpe gewählt und daraus die Wärmeübertragungsfähigkeit für die gewünschte Leistung berechnet.

Das Modell wurde mit der Programmiersprache *Python* entwickelt und kann als Blockmodell in die Simulationsumgebung *Dymola* integriert werden. Mit Hilfe des physikalischen Modells wurde in AP 4 der Einsatz von Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung bewertet.

AP3 Entwicklung technischer Systemvarianten (GET)

Nach der Analyse der Verbraucher und Erzeuger wurden in AP3 des Projektes netz- und abnehmerseitige Einbindungsvarianten entwickelt und Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt. Die Schwerpunkte wurden hierbei auf die Nutzung für Raumwärme, die hygienische Trinkwarmwasserbereitung, die Regelungstechnik samt Betriebsstrategien, Nutzen von Wärmepumpen und die kaskadische Wärmenutzung gelegt. Hierfür wurden zahlreiche Recherchearbeiten und Entwicklungsarbeiten zur netz- und abnehmerseitigen Einbindung von NT-Fernwärme durchgeführt.

Die ausgearbeiteten Lösungsmöglichkeiten wurden in Schemata detailliert dargestellt, sowie auch vereinfacht als Überblicksschema. In Abbildung 2 sind unterschiedliche netzseitige Einbindungsvarianten dargestellt.

Neue Energien 2020 - 5. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

NT-Einbindungsvarianten		Variante A: parallel	Variante B: seriell
NT-Inselnetz			
NT-Sekundärnetz			
NT-Sekundärnetz im Rücklauf	Rücklauf des Primärnetzes		
	Rücklauf eines HT-Verbrauchers		
	Rücklauf eines HT-Verbrauchers (Nutzung der Primären VL-Leitung als Transportleitung)		

Abbildung 2: Überblick NT-Einbindungsvarianten

Neue Energien 2020 - 5. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

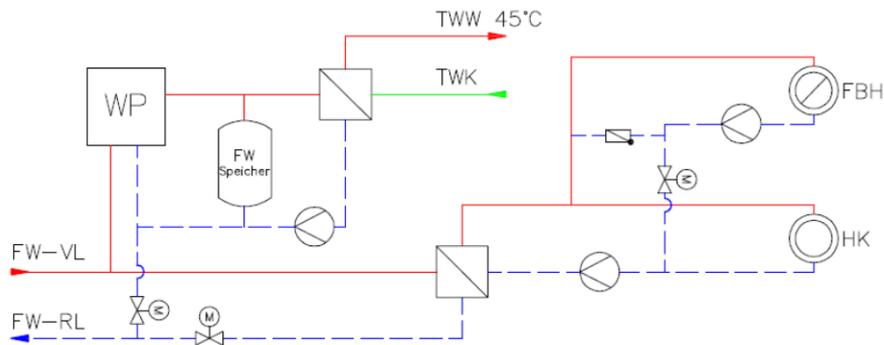
Weiters wurde eine hydraulische Schaltung zur verbraucherseitigen kaskadischen Nutzung entwickelt, die die fernwärmeseitige Rücklaufemperatur, sowie den Massenstrom reduziert. Unter Berücksichtigung der recherchierten Rahmenbedingungen konnten 6 verschiedene abnehmerseitige Einbindungsvarianten entwickelt werden. Bei den Varianten wurde jeweils zwischen Direkt- und Indirektanschluss unterschieden. Anschließend wurden den verschiedenen Einbindungsvarianten passende Verbrauchertypen zugeordnet.

Nachfolgend werden in Abbildung 3 und Abbildung 4 als vereinfachte Darstellung die Varianten 1 bis 6 für einen indirekten Anschluss dargestellt. Alle Schemata samt Beschreibung sind im Detail im Deliverable D3.2 zu finden.

Variante 1:

Für Kleinverbraucher (z.B. Wohnungen) geeignet. Warmwasserbereitung mit Microbooster Heatpump und Fernwärmewasserspeicher, WWB im Durchlaufsystem, FW-VL 40 bis 49°C

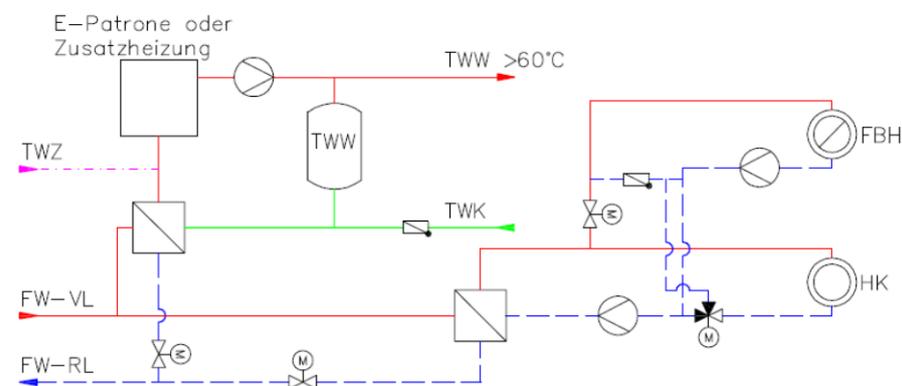
Variante 1b: Heizung Indirektanschluss



Variante 2:

Für kleinere Verbraucher, TWE mit TWW Speicher auf >60°C, Vorwärmung über Ladesystem mit FW-VL auf ca. 35 bis 44°C, Nacherhitzung mit E-Patrone, 3-Liter-Regel nicht einzuhalten, TWW Zirkulation möglich, FW-VL 40 bis 49°C

Variante 2b: Heizung Indirektanschluss – kaskadische Nutzung



Variante 3:

Für größere Verbraucher. Zentrale Wärmepumpe zur Nacherhitzung des TWW auf >60°C, zentraler TWE, FW-VL 40 bis 49°C

Variante 3b: Heizung Indirektanschluss – kaskadische Nutzung

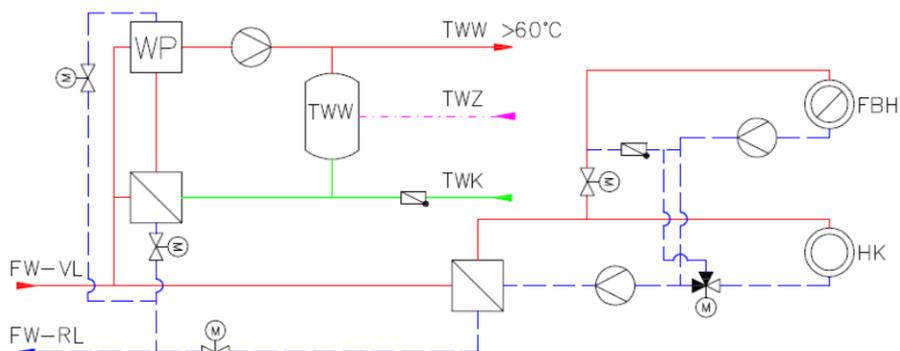
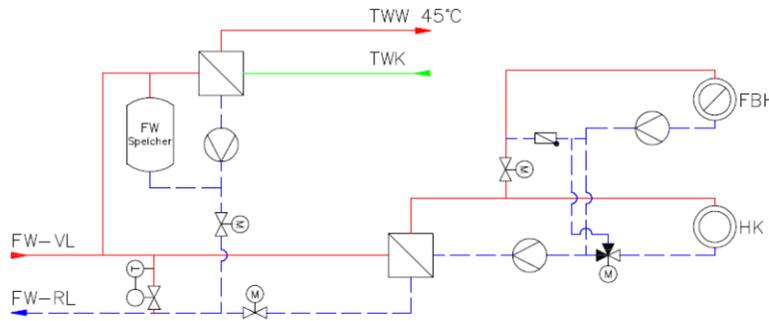


Abbildung 3: Vereinfachte Darstellung Variante 1 bis 3 mit indirektem Anschluss

Variante 4:

TWE im Durchlaufsystem mit WT, Pufferung der Fernwärme in einem Speicher, Versorgung mit FW-VL, TWW-Temp. 45°C, 3-Liter-Regel eingehalten, FW-VL 50 bis 65°C

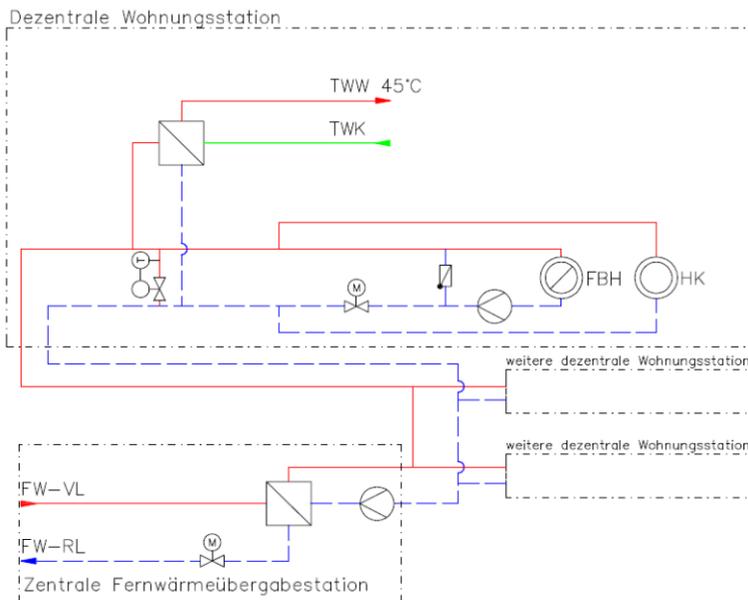
Variante 4b: Heizung Indirektanschluss – kaskadische Nutzung



Variante 5:

Dezentrale Wohnungsstationen im Gebäude, die TWW mit 45°C über Wärmetauscher erzeugen. 3-Liter-Regel für Wohnungen einhalten. FW-VL 50°C (55°C bei Indirektanschluss) bis 65°C

Variante 5b: Heizung Indirektanschluss



Variante 6:

TWE im Durchlaufsystem mit WT, Versorgung mit FW-VL, TWW-Temp. 45°C, 3-Liter-Regel eingehalten, FW-VL 50 bis 65°C

Variante 6b: Heizung Indirektanschluss – kaskadische Nutzung

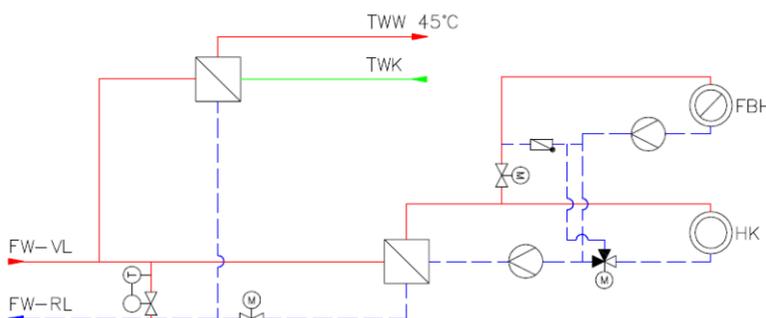


Abbildung 4: Vereinfachte Darstellung Variante 4 bis 6 mit indirektem Anschluss

Außerdem konzentrierte sich die Arbeit auf die Umsetzung der verschiedenen Übergabestationen in der Simulationsumgebung Dymola/Modelica. Ad-hoc-Indikatoren wurden entwickelt und mittels Simulationen konnten die Vorteile / Nachteile von Übergabestationen unter bestimmten Bedingungen bewertet werden. Eine Entscheidungsmatrix wurde ausgearbeitet, die, in Abhängigkeit von verschiedenen Randbedingungen wie Vorlauftemperaturen (zwischen 35 °C und 65 °C), Gebäudeeigenschaften, Nutzerverhalten, lokalen Wetterbedingungen und der Indikatoren, ein wertvolles Werkzeug für die Auswahl geeigneter Übergabestationen bietet. Die Simulationen der Übergabestationen wurden mit dem numerischen Modell eines vereinfachten Fernwärmenetzes durchgeführt.

AP4 Statische Vorevaluierung (AIT)

Task 4.1 Szenarien für die Vorevaluierung: Es wurden unterschiedliche und für jedes Fallbeispiel realistische Szenarien zur statischen Evaluierung erstellt.

Für das **Fallbeispiel Güssing - Aktivpark Güssing** wurden 3 Szenarien definiert:

- Szenario 1 - Fernwärmeversorgung mit 90°C: Hier wird von einem klassischen Fernwärmenetz mit 90°C Fernwärmeverlauftemperatur ausgegangen.
- Szenario 2 – Wärmepumpenversorgung: Bei diesem Szenario werden alle Objekte mit eigenen dezentralen Erdwärmepumpen versorgt.
- Szenario 3 - Niedertemperaturnetz: Die Versorgung mit Wärme soll über ein Niedertemperaturfernwärmenetz (NTFW) erfolgen, das aus der Abwärme einer Kraftwärmekopplung gespeist wird. Die Vorlauftemperatur des NTFW beträgt etwa 49°C.

Für das **Fallbeispiel Wörgl - Mikronetz Winklweg** wurden 4 Szenarien entwickelt:

- Szenario 1 - Individual Heizsysteme: Dieses Szenario entspricht der derzeitigen Versorgung der Gebäude mittels Öl- und Gas-kessel.
- Szenario 2 - Hochtemperaturanschluss: Hier werden alle Objekte an den Vorlauf des bestehenden Hochtemperatur-Fernwärmenetzes angeschlossen.
- Szenario 3 - Rücklaufeinbindung: Einbindung des Mikronetzes in den Rücklauf des bestehenden FW-Netzes ohne zusätzliche Energiequelle.
- Szenario 4 - Eigenständiges Insel-NT-Netz: Die Versorgung des Mikronetzes erfolgt durch eine zentrale Grundwasser-Wärmepumpenanlage (Vorlauftemperatur ~ 48 °C).

Für das **Fallbeispiel Graz – Hummel Kaserne** wurden 4 Szenarien ausgearbeitet:

- Szenario 1 - Fernwärmeversorgung: Die Wärmeversorgung erfolgt über den Vorlauf des bestehenden Fernwärmenetzes in Graz mit 75°C Fernwärmeverlauftemperatur.
- Szenario 2 - Wärmepumpe: Hier erhält jedes Gebäude eine zentrale Wärmepumpe mit Tiefenbohrungen.
- Szenario 3 - Gas-Brennwerttechnik: Jedes Gebäude wird mit einem zentralen Gas-Brennwertkessel ausgestattet.
- Szenario 4 - Niedertemperatur-Fernwärme: Das NTFW-Netz wird aus dem Rücklauf der Fernwärme Graz versorgt, der ganzjährig mindestens 58°C beträgt. Das Pflgewohnheim ist mit einer verbraucherseitigen kaskadischen Nutzung ausgestattet.

Für das **Fallbeispiel Wien - Aspern** wurden keine Szenarien definiert: Die durchgeführten Projekt-Workshops mit den Projektpartnern zeigten, dass für das Fallbeispiel Aspern der Fokus auf der Nutzung der Rücklaufleitung eines nahe gelegenen Industrie-Abnehmers liegen sollte. Aufgrund hoher Rücklauf-

temperaturen des Industrie-Abnehmers wurde das Potential untersucht, das zur Verfügung steht um den geplanten Stadtteil Aspern allein aus dessen Rücklauf zu versorgen. Andere Szenarien wurden nicht untersucht, da in den Projekt-Workshops ermittelt wurde, dass es keine weitere ökonomisch, energetisch und ökologisch sinnvolle Alternative zur Wärmeversorgung der Seestadt Aspern gibt. Die Herausforderung dabei war der dynamische Abgleich der Heizprofile und die dynamische Bewertung der resultierenden Temperaturprofile um das Potential dieser Einbindungsvariante abschätzen zu können. Daher wurde das Fallbeispiel Aspern nicht in AP 4 behandelt, da eine statische Vorevaluierung unter diesen Rahmenbedingungen keinen Mehrwert für das Projekt hat. Der Fokus lag in diesem Fallbeispiel somit auf der dynamischen Bewertung unterschiedlicher netzseitiger Einbindungsvarianten in AP5&6.

Task 4.2 allgemeine theoretische Berechnungen: Die statische Vorevaluierung erfolgte mit Hilfe eines in AP4 des vorliegenden Projektes (siehe Deliverable D4.1) entwickelten MATLAB-Tools. Mittels einfacher Eingaben und der Bildung von Energiebilanzen kann damit eine Vielzahl an Wärmeversorgungsszenarien schnell und ohne exakter Kenntnis etwaiger Fernwärmenetztypologien, anhand von unterschiedlichen Indikatoren, grob bewertet werden.

Das Tool bildet Gesamtenergiebilanzen und führt Energieflussberechnungen durch. Die Berechnungen basieren auf dem Ansatz zur Bewertung von exergetischen Indikatoren für unterschiedliche Wärmeversorgungskonzepte mittels Aufteilung der Systeme in 4 Subsysteme.

- Subsystem 1: Kraftwerke (exkl. KWK)
- Subsystem 2: Fernwärmesystem (inkl. Netz)
- Subsystem 3: Umwandlungstechnologie im Gebäude:
 - Übergabestationen
 - individual Wärmeerzeuger (Kessel, Wärmepumpen,...)
- Subsystem 4: Wärmeabgabesystem
 - Radiator, Flächenheizung
 - Trinkwarmwasser-Bereitung

Innerhalb der 4 Subsysteme erfolgen entweder verlustbehaftete Umwandlungen der Energieform (z.B. durch Verbrennung) oder eine Energieform wird in das nächste Subsystem, unter Berücksichtigung von Verlusten weitergeleitet (z.B. durch ein Wärmenetz). Somit reduziert sich der Energieinhalt von Subsystem zu Subsystem entweder durch Umwandlungsverluste oder durch Energieaustausch mit der Umwelt (z.B. Wärmeverluste in einem Wärmenetz). Jedes Subsystem besitzt Ein- und Ausgänge durch die, die jeweilige Energieform in das Subsystem gelangt bzw. aus welchem Energie in das nächste Subsystem geleitet wird. In ein Subsystem wird Energie in Form von Brennstoffen, Wärme oder elektrischem Strom eingetragen. Im Subsystem wird die Energie dann entweder umgewandelt oder weitergeleitet zum nächsten Subsystem.

Im Zuge der Berechnungen im Projekt NextGenerationHeat sind laut Projektdefinition vor allem die Energieflüsse in Fernwärmenetzen von Interesse. Die komplexen Prozesse in Kraftwerken sind hingegen nicht Gegenstand der Untersuchungen und werden daher auch nicht näher betrachtet. Ein Verweis auf unterschiedliche Auswirkungen diverser Parameter, wie zum Beispiel Vor- und Rücklauftemperaturen, auf unterschiedliche Wärmeerzeuger ist im Deliverable D 2.2 erläutert. Da das Subsystem 1 außerhalb des Betrachtungsrahmens liegt, können die Energie- und Exergieflüsse wie in Abbildung 11 dargestellt werden.

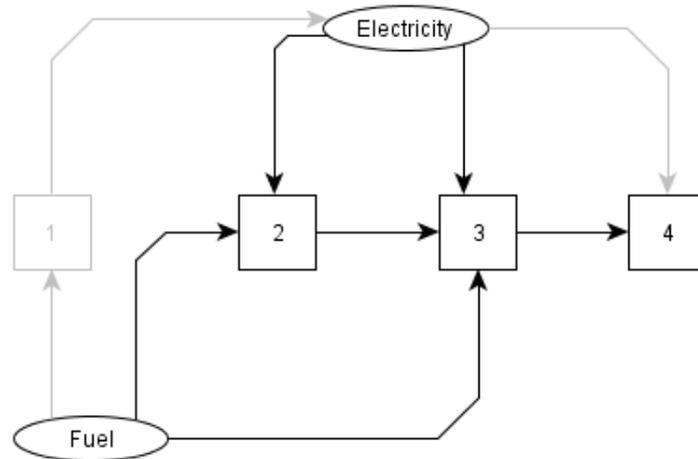


Abbildung 5: Energie- und Exergieflüsse der einzelnen Subsysteme

Je nachdem, ob die betrachteten Gebäude mittels Fernwärmenetz oder durch individual Heizungen versorgt werden, ist Subsystem 2 in der Betrachtung inkludiert oder nicht. In Abbildung 12 und Abbildung 13 ist der Unterschied der beiden Varianten gezeigt.

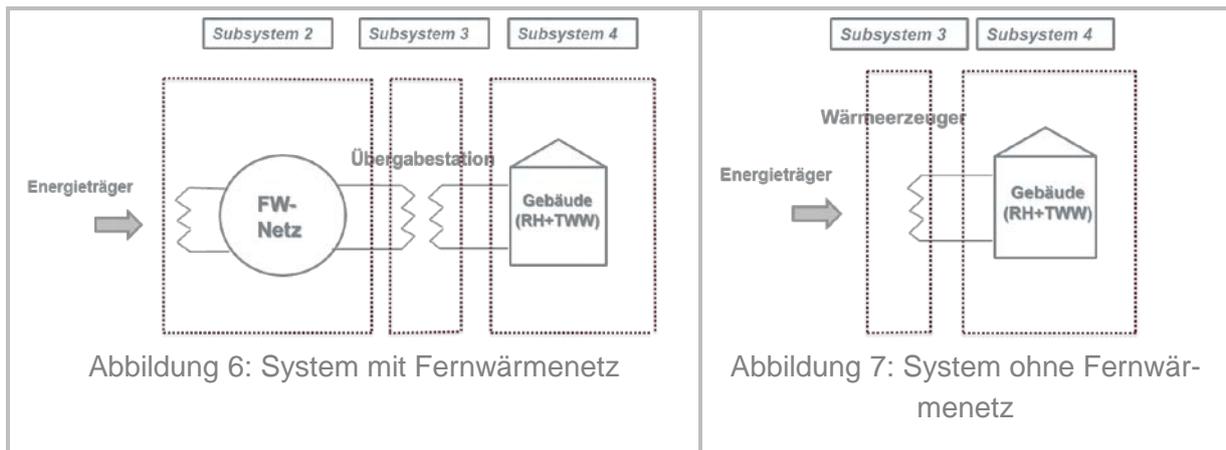


Abbildung 6: System mit Fernwärmenetz

Abbildung 7: System ohne Fernwärmenetz

Zusätzlich zu den 4 Subsystemen bzw. den 3 verwendeten Subsystemen wurde für die durchgeführten Berechnungen die Energie- bzw. Exergiesenke (Sink) definiert. Die Senke befindet sich im Subsystem 4 und entspricht der Raumwärme (Raumtemperatur) oder TWW-Wärme (TWW-Temperatur). Für die energetische Betrachtung ist diese mit dem Subsystem 4 gleich zu setzen, da davon ausgegangen wird, dass die in Subsystem 4 enthaltene Energie vollständig für die Raumwärme bzw. die TWW-Bereitung eingesetzt wird. Auftretende Wärmeverluste (z.B. in Rohrleitungen) werden an die Raumluft abgegeben und verbleiben somit im System. Gleiches gilt für den Einsatz von Übergabestationen in Szenarien mit Fernwärmeversorgung. Etwaige Wärmeverluste in den Übergabestationen (Subsystem 3) werden als Wärmeeintrag in das Subsystem 4 bzw. die Senke angenommen. Der Exergiegehalt wird jedoch aufgrund der geringeren Temperaturen der Senke im Vergleich zu Subsystem 3 bzw. 4 reduziert.

Aus den Ergebnissen der statischen Berechnungen ist ersichtlich, dass Wärmepumpensysteme zu den effizientesten Versorgungstechnologien zählen, energetisch wie exergetisch. Bei der richtigen Auslegung und passenden Systemparametern (vor allem Temperaturniveau) stellen diese Systeme, egal ob individuell oder als Wärmequelle für kleine NT-Netze, oft die beste Lösung dar. Nur Systeme und Netze

mit einem sehr hohen Anteil an Abwärmenutzung liefern ähnlich gute Werte. Fossile individual Heizungen ohne Brennwerttechnologie schneiden in allen Berechnungen schlechter ab. Neue Gas-Brennwertgeräte in Kombination mit Niedertemperatur-Heizsystemen weisen ebenfalls hohe Effizienzwerte auf, sind jedoch meist mit höheren CO₂-Emissionen verbunden.

Task 4.3 Bewertung des Einsatzes von Wärmepumpen zur Warmwasserbereitstellung: Der Fokus lag in diesem Task auf der kombinierten Nutzung von Niedertemperaturfernwärme und Wärmepumpen zur Anhebung der Wassertemperatur. Dabei werden sogenannte „Booster-Wärmepumpen“ eingesetzt, die das Fernwärmesystem als Wärmequelle nutzen um Brauchwarmwasser zu erzeugen. Dadurch kann die Effizienz der Wärmepumpe gesteigert werden. Es wurde außerdem ermittelt ob sich durch die Nutzung verschiedener Kältemittel weitere Potentiale zur Effizienzsteigerung ergeben. Basierend auf einer Studie der Firma Danfoss wurden 3 unterschiedliche Varianten der TWW-Bereitung untersucht. Für die einzelnen Varianten wurden mit Hilfe des physikalischen Simulationsmodells Berechnungen mit unterschiedlichen Kältemitteln durchgeführt. Die Eigenschaften können hinsichtlich ökologischer, thermodynamischer, physikalischer, chemischer und physiologischer Charakteristika bewertet werden. Mit dem Modell wurden Berechnungen durchgeführt, um die Effizienz von Micro-Booster Wärmepumpen, unter Verwendung unterschiedlicher Kältemittel zu ermitteln. Für die nachfolgende Bewertung wurden nicht nur die Ergebnisse der Modellberechnungen, sondern auch die ökologischen, chemischen und physiologischen Eigenschaften miteinbezogen. Für eine ganzheitliche Evaluierung hinsichtlich weiterer relevanter Charakteristika wie Sicherheit, Umweltauswirkungen und technische Eigenschaften, wurde eine Bewertungsskala entwickelt.

Task 4.4 Szenarienauswahl für die dynamische Simulation: Es wurden für die dynamische Simulation eigene Szenarien definiert, die keine individual Heizsysteme berücksichtigen, da nach Abstimmung mit den Projektpartnern eine genauere Untersuchung von NT-Fernwärmekonzepten in den Fallbeispielen als sinnvoll erachtet wurde. Im Gegensatz zur statischen Vorevaluierung wurden somit nur netzgekoppelte Lösungen simuliert. Diese Entscheidung wurde auf Basis der Erfahrung getroffen, dass sich die Ergebnisse der statischen Berechnungen im Falle individueller Heizsysteme nicht wesentlich von den dynamischen Berechnungen abweichen und sich somit kein Mehrwert für das Projekt ergibt. Dies folgt daraus, da im Projekt keine dynamischen Untersuchungen/Berechnungen durchgeführt wurden, welche das exakte dynamische Verhalten der einzelnen thermischen Erzeuger, wie z.B. Öl- oder Gaskessel, abbilden. Für diese Technologien werden Kennlinienmodelle verwendet. Außerdem entfällt die Dynamik eines thermischen Netzes, wodurch die Abweichungen zwischen der statischen und der dynamischen Berechnung vernachlässigbar sind.

AP5 Modellbildung Netzbereich der Fallbeispiele (AIT)

Task 5.1 Netzbereich der Fallbeispiele modellieren: Basierend auf den Ergebnissen der vorherigen APs wurde ein für die Umsetzung der Maßnahmen geeigneter Netzbereich der Fallbeispiele in der Simulationsumgebung Dymola/Modelica modelliert. Hierbei wurden die relevante Netzinfrastruktur und die entsprechende Topologie je nach Bedarf vereinfacht und für die Simulation nachgebildet. Die Modelle wurden in der Folge getestet und parametrisiert.

Task 5.2 Komponentenmodelle: Die in den Arbeitspaketen 2 und 3 erstellten Modelle wurden in das Netzmodell integriert. Dazu zählen die vereinfachten Gebäudemodelle sowie die hydraulischen Einbindungsvarianten und die modellierten thermischen Erzeuger.

Task 5.3 Randbedingungen: Es wurden die in Task 4.4 bestimmten Randbedingungen/Szenarien in das Modell integriert.

Für die dynamischen Simulationen wurden in AP 5 Simulationsmodelle der Beispielnetze bzw. Netzbereiche aufgebaut. Weiters wurden vereinfachte Gebäudemodelle zur Abbildung des Verbraucherverhaltens aus AP2 und Modelle hydraulischer Schaltungen zur Raumwärme- und Warmwassergenerierung aus AP3 in die Modelle integriert. Zuvor wurden in Workshops mit den Projektpartnern geeignete Fernwärmeszenarien definiert die im Zuge von AP 6 simuliert und bewertet werden sollen. Anschließend wurden die Modelle parametrisiert bzw. an die unterschiedlichen Szenarien angepasst und systematisch getestet um deren Funktionsfähigkeit zu prüfen. Die Ergebnisse aus AP5 waren parametrisierte und funktionsfähige Modelle der Fallbeispielnetze bzw. Netzabschnitte, unter Berücksichtigung aller wesentlichen Komponenten und Randbedingungen, die für die Simulation der unterschiedlichen Szenarien verwendet werden konnten.

AP6 Simulation unterschiedlicher Szenarien und Betriebsweisen (AIT)

Die dynamischen Netzsimulationen basieren auf den Modellen des Netzbereiches der jeweiligen Fallbeispiele und Szenarien aus AP 5 und wurden für einen gesamten Jahresgang durchgeführt. Hierbei wurden die entwickelten Szenarien, Schaltungsvarianten und Regelungsstrategien für das Entwicklungsgebiet berücksichtigt.

Die Ergebnisse der Simulationsrechnungen in den 4 ausgewählten Fallbeispielen zeigen, dass in verschiedenen Regionen, aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen, unterschiedliche Wärmeversorgungsszenarien sinnvoll erscheinen. Je nach Energieeinsatz, CO₂-Emissionen und vorliegender regionaler Besonderheiten können unterschiedliche Einbindungs- und Versorgungsszenarien bzw. -varianten von Vorteil sein. Allgemein ist zu erkennen, dass NT-Abwärme und Energiekaskaden (RL-Nutzung des Netzes oder von HT-Abnehmern) sowie erneuerbare Energien eine Sinnvolle Alternative zu herkömmlichen HT-Netzen darstellen und dadurch Energie sowie CO₂ eingespart werden kann.

Detaillierte Ergebnisse und Analysen sind im Deliverable D6.1 sowie im publizierbaren Endbericht dieses Projektes angeführt.

AP7 Kostenerhebung und ökonomische Machbarkeit (MCI)

Es wurde ein Software-Tool („Economic Evaluation Tool“, oder kurz „Eco-Tool“) entwickelt, welche basierend auf den technischen Daten eines Fernwärmenetzes die Investitions- und Betriebskosten ermittelt. Bei Vorgabe der Abschreibungsdauer bzw. einer internen Verzinsung wurde ein Algorithmus implementiert, welcher in der Lage ist, in Abhängigkeit des Wärmeverkaufspreises die Wirtschaftlichkeit sowohl vom Standpunkt des Betreibers als auch vom Standpunkt des Konsumenten zu untersuchen. Darüber hinaus wurde die Software mit der Fähigkeit ausgestattet, vom Standpunkt des Verbrauchers aus einen wirtschaftlichen Vergleich zwischen einer „Stand Alone“-Lösung und einem Fernwärmeanschluss anzustellen. Alternativ wurden auch Contracting-Modelle implementiert, bei denen der Wärmeverbraucher zwar nicht am Netz angeschlossen wird, dessen Heizungsanlage jedoch vom Netzbetreiber betrieben wird. Der Software wurden Datentabellen hinterlegt, in denen diverse netzspezifische Kosten dargestellt werden. In den Datentabellen wurden im Wesentlichen die technisch-wirtschaftlichen Daten verschiedener Verbrauchertypen (unterschieden nach Temperaturniveaus und Einbindungsvarianten – wie sie in Arbeitspaket 3 erarbeitet wurden), die Netztopologie und die daraus resultierenden Kosten abgebildet. Insbesondere für die Netzkomponenten wurde eine eigene Kostendatenbank realisiert.

Die Datenstrukturen wurden zunächst anhand des Fallbeispiels Wörgl entworfen und die Datentabellen mit den Wörgler Kennzahlen initialisiert und schließlich mit Hilfe der Projektpartner adaptiert. Die Software wurde mit einer Schnittstelle zum Tool aus AP4 zum Einlesen von Betriebsdaten statischer Netzzustände bzw. für quasistatische Daten aus der dynamischen Simulation ausgestattet. Über diese Schnittstelle werden kostenrelevante physikalische Daten (Primärenergiebedarf der Erzeuger, Netzverluste, Pumpenergie, etc.) eingelesen und entsprechend mit Kosten verknüpft.

Das Eco-Tool greift auf in Datenbankstrukturen hinterlegte Werte zu und legt diese wieder in Datenbanken ab. Bei den Datenbanken handelt es sich zur einfachen Handhabung um Excel-Tabellen. Damit können die Inhalte individuell angepasst bzw. optimiert werden bzw. spezifische weiterführende Auswertungen vorgenommen werden.

Da die untersuchten Szenarien österreichweit und für unterschiedliche Betreiber untersucht werden, ist eine gewisse Anpassungsfähigkeit der Kosten notwendig. Die Datenbanken wurden strukturell nach Absprache mit den Projektpartnern fixiert. Das Eco-Tool wurde in drei wesentliche Hauptmodule unterteilt. Je ein Modul beschreibt und berechnet die Situation für den Wärmebetreiber, das Verteilernetz und die Verbraucherseite. Alle im Netz vorkommenden Anlagenteile wurden nach Möglichkeit in ihre Komponenten unterteilt. Jede Komponente wiederum wurde mit Lebensdauer und eigener Instandhaltungsrate versehen. Kosten für Energie, Betrieb und Investition wurden für alle Anlagenkomponenten leistungs-, bzw. verbrauchsabhängig erfasst. Der Datenerhebung und den Berechnungen orientieren sich nach den in der ÖNORM M 7140 aufgeführten Methoden.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich Prognoseunsicherheiten bezüglich der Preisentwicklung während des Betrachtungszeitraumes ergeben, da die Gestehungskosten und die Barwerte der Kosten jeweils für einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren ermittelt wurden.

Folgende Faktoren, spielen eine wichtige Rolle:

- **Spezifische Investitionskosten** (€ pro installiertem kW)
Hier schneiden besonders kleine Verbraucher schlecht ab, weil die Kosten für kleinere Anlagen in Relation höher sind, als dies bei größeren Verbrauchern der Fall ist
- **Spezifische Energiekosten am Beginn des Betrachtungszeitraumes** (€ pro kWh)
Der Energiebezugspreis sollte am Beginn des Betrachtungszeitraumes natürlich so klein wie möglich sein. Allerdings hängt die Aussagekraft dieses Parameters naturgemäß relativ stark vom erwarteten Preisanstieg des verwendeten Sekundärenergieträgers bzw. relativ stark vom erwarteten Preisanstieg der Fernwärmetarife ab.
- **Verhältnis zwischen Energieverbrauch und installierter Leistung** (kWh/kW)
Dieses Verhältnis liefert zunächst einen Richtwert dafür, ob die Anlage(n) beim Abnehmer günstig dimensioniert sind. Darüber hinaus sei an dieser Stelle darauf verwiesen, dass sich die Gestehungskosten auf die verbrauchte Energie beziehen – demzufolge sollte der Divisor groß sein. Das Verhältnis zwischen Energieverbrauch in kWh und installierter in kW hat die Einheit Stunden, könnte also als eine Art Betriebsstundenäquivalent aufgefasst werden. Da gemeinhin bekannt ist, dass die Anzahl der Betriebsstunden mit der Wirtschaftlichkeit korreliert, liegt der Schluss nahe, dass das Verhältnis zwischen Energieverbrauch und installierter Leistung groß sein sollte.

AP8 Entwicklung eines Umsetzungs- und Monitoringkonzeptes (GEA)

In AP8 wurden Gespräche mit Fernwärmenetzbetreibern, Städtevertretern und Interessensvertretungen geführt um die Rahmenbedingungen (bestehende finanzielle Anreizsysteme für Nutzung Niedertempera-

turwärme, Berücksichtigung in Baugesetzen, Übereinstimmung mit den allgemeinen Versorgungsbedingungen und AGB der Fernwärmenetzbetreiber, etc.) für die Umsetzungskonzepte zu definieren. Zwei Workshops mit Experten aus der Energieszene Graz bzw. Steiermark und Vertretern der Stadt Graz zur Evaluierung der bestehenden Hemmnisse und Erarbeitung der Chancen zur Erhöhung der Verbraucherakzeptanz bzw. Umsetzbarkeit von verbindlichen Vorschriften für einen forcierten (Niedertemperatur-) Fernwärmeeinsatz wurden im November/Dezember 2013 veranstaltet.

Bei einzelnen Österreichischen Fernwärmenetzbetreibern sind Anreizsysteme für die Nutzung von Niedertemperaturwärme vorhanden (spezielle Tarifmodelle) – meist jedoch nach individueller Anfrage und nicht definiert in Tarifblättern/AVB oder AGB. Beim Großteil der Fernwärmenetze in Österreich gibt es aber weder spezielle Tarife noch wurde das Thema in der Vergangenheit als besonders wichtig erachtet. Durch die veränderten marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen für Fernwärme gewinnen die Wärmegestehungskosten der Fernwärme immer mehr an Bedeutung. Der Einsatz von Niedertemperatur-Fernwärme (gesamtes System oder nur einzelne Netzbereiche) wird daher sowohl aus der Sicht der potenziellen Einspeiser (z.B. Abwärme oder erneuerbarere Energieträger) als auch aus Sicht der zusätzlichen Netzauslastung ohne große Mehrkosten für zusätzliche Transportleitungen immer interessanter. Mit Hilfe der im Projekt entwickelten Anreiz- und Geschäftsmodelle soll in Zukunft Verbraucherakzeptanz für Niedertemperatur-Fernwärme erhöht und somit die Verbreitung am Markt erleichtert werden.

Die erarbeiteten Monitoringkonzepte schaffen einerseits die Basis um Anlagen im Betrieb überwachen und damit die Effizienz sicherstellen zu können und andererseits können dadurch die Annahmen, die in der Simulationsrechnung getroffen wurden, verifiziert bzw. die Ergebnisse der Simulation als Referenzwerte für den Anlagenbetrieb verwenden werden.

2.2.4 Beschreibung der Ergebnisse und Meilensteine

Meilenstein/ Deliverable	Beschreibung/ Status
M1.1 Einbindungsvarianten	Es wurden Schemen für unterschiedliche Einbindungsvarianten erarbeitet. → abgeschlossen
M1.2 Geeignete Netzbereiche der Fallbeispiele	Die Evaluierungs- und Bewertungskriterien wurden erarbeitet und die Randbedingungen definiert. → abgeschlossen
D1.1 Szenarienmatrix	technische und wirtschaftliche Szenarienmatrix wurde erstellt. → abgeschlossen
D1.2 Indikatoren	Liste von Indikatoren, Kennzahlen und Indizes für die Parametervariation für die verschiedenen Modellregionen Österreichs wurde dargestellt. → abgeschlossen
D1.3 Referenzszenarien	Die Rahmenbedingungen der Referenzszenarien für jedes Fallbeispiel wurden definiert → abgeschlossen
D1.4 Liste rechtlicher Rahmenbedingungen	Die rechtlichen Rahmenbedingungen zur Wärmeversorgung und Warmwasseraufbereitung wurden erarbeitet → abgeschlossen
M2.1 Verbrauchertypen	unterschiedliche Verbrauchertypen wurden definiert → abgeschlossen
M2.2 Verbrauchsprofile Recherche	Verbrauchsprofile wurden erstellt und in die Gebäudemodelle integriert → abgeschlossen
D2.1 Gebäudemodelle	Die Gebäudemodelle wurden erstellt und validiert → abgeschlossen
D2.2 Einspeiseprofile	typische Einspeiseprofile thermischer Erzeuger wurden in einer Datenbank zusammengefasst → abgeschlossen
D2.3 Wärmepumpencharakteristika	Es wurde ein Modell erstellt, das in die Berechnungen integriert werden konnte und die entsprechenden Charakteristika enthält → abgeschlossen
M3.1 Simulationsmodelle Schaltungen	Die hydraulischen Schaltungen wurden modelliert, parametrisiert und validiert → abgeschlossen

Neue Energien 2020 - 5. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

M3.2 Simulationsmodelle Betriebsstrategien	Die Betriebsstrategien wurden in die Modelle integriert → abgeschlossen
D3.1 Konzepte zur netz-seitige Einbindung	technische Lösungsmöglichkeiten und Konzepte zur Implementierung von Niedertemperatur-fernwärmenetzen wurden entwickelt → abgeschlossen
D3.2 Konzepte zur ab-nehmerseitigen Einbin-dung	technische Lösungsmöglichkeiten und Konzepte zur Warmwasser- und Raumwärmebereit-stellung in NT-fernwärmenetzen wurden recherchiert bzw. (weiter-) entwickelt → abge-schlossen
D3.3 geeignete Betriebs-strategien	ausformulierte Betriebsstrategien und Regelungsalgorithmen für die entwickelten Konzepte wurden erstellt → abgeschlossen
D3.4 Bewertung der Einbindungskonzepte	Die einzelnen entwickelten Konzepte wurden bewertet → abgeschlossen
M4.1 realistische Szena-rien	Die Szenarien wurden erstellt und den Fallbeispielen zugeordnet → abgeschlossen
D4.1 statische Analyse	Das Tool zur statischen Analyse wurde erstellt und zur statischen Bewertung der entwickelten Szenarien der einzelnen Fallbeispiele eingesetzt → abgeschlossen
D4.2 Verfügbarkeit von Wärmepumpen	Ein physikalisches Simulationsmodell wurde entwickelt und damit der Einsatz von Wärme-pumpen zur TWW-Bereitung bewertet → abgeschlossen
M5.1 Netzmodell	Vereinfachte, für die Simulation geeignete Netzmodelle der jeweiligen Fallbeispiele wurden erstellt, parametrisiert und validiert → abgeschlossen
D5.1 funktionsfähiges Simulationsmodell	Vollständig funktionsfähige Modelle unter Berücksichtigung aller wesentlichen Komponenten und Randbedingungen wurden erstellt, parametrisiert und getestet. → abgeschlossen
M5.2 Implementierung Komponentenmodelle	Die Modelle der relevanten Komponenten und Verbraucher wurden in das Netzmodell inte-griert → abgeschlossen
M5.3 Implementierung der Randbedingungen	Die Randbedingungen wurden in das Netzmodell integriert → abgeschlossen
M6.1 Durchführung der Simulationen	Die Simulationsrechnungen wurden durchgeführt → abgeschlossen
M6.2 Vergleich Refe-renzscenario	Die Ergebnisse wurden analysiert bewertet und untereinander (mit dem jeweiligen Referenz-szenario) verglichen → abgeschlossen
D6.1 Bewertung der Simulation	Die Simulationsergebnisse wurden analysiert bewertet und untereinander verglichen → ab-geschlossen
M7.1 Kostenmatrix	Die Kostenmatrix wurde erstellt → abgeschlossen
D7.1 Gesamtkosten	Die Gesamtkosten der einzelnen Szenarien wurden bestimmt und einander gegenübergestellt → abgeschlossen
D7.2 Kosten für den Konsumenten	Die spezifischen Anschlusskosten und der Wärmepreis für die Konsumenten wurden ermittelt → abgeschlossen
D8.1 Maßnahmen zur Verbraucherakzeptanz	Maßnahmen zur Erhöhung der Verbraucherakzeptanz wurden entwickelt → abgeschlossen
D8.2 Geschäftsmodell-Skizzen	Skizzen von Geschäftsmodellen wurden auf Basis der wirtschaftlichen Ergebnisse entwickelt → abgeschlossen
D8.3 Monitoring- und Netzmanagementkon-zept	Monitoring- und Netzmanagementkonzepte wurden erarbeitet → abgeschlossen
D9.1 Zwischenbericht (Monat 12)	Der 1. Zwischenbericht wurde abgeschlossen!
D9.2 Zwischenbericht (Monat 24)	Der 2. Zwischenbericht wurde abgeschlossen!
D9.3 Abschlussver-anstaltung, Endbericht (Monat 38)	Es wurde eine projektinternes Abschlussmeeting durchgeführt. Außerdem wurden Projekter-gebnisse auf Konferenzen und in diversen Workshops veröffentlicht. → abgeschlossen Der Endbericht wurde abgeschlossen!

2.2.5 Beschreibung der eventuellen Schwierigkeiten bei Erreichung der geplanten Ziele

Bei der Durchführung des Projektes traten folgende Schwierigkeiten auf:

- **Entwickeln neuer Einbindungsvarianten:** Die Schwierigkeit war die Recherchearbeit zum Entwickeln neuer Einbindungsvarianten, da weltweit nur wenige NT-Fernwärmeprojekte umgesetzt wurden. Die Lösungsmöglichkeiten der Trinkwassererwärmung stellen besondere Anforderungen an das Projekt.
- **Datenverfügbarkeit Exergiebewertung:** Es hat sich als Schwierig herausgestellt, spezifische Daten zur Berechnung der in AP1 entwickelten Exergieindikatoren, wie z.B. den Exergiegehalt der unterschiedlichen Brennstoffe zu erhalten. Hier existieren nur sehr wenige Literaturwerte, da es sich nicht um eine Standard-Auswertemethode handelt.
- Aufgrund des **unterschiedlichen Baufortschritts und Änderung der Planungen bei den Fallbeispielen** mussten die Untersuchungen im Rahmen des Projektes teilweise angepasst werden. Bei dem Fallbeispiel Wörgl ändern sich die Anzahl der angeschlossenen Gebäude und die Energiebereitstellung. Bei dem Fallbeispiel Güssing ist eine Realisierung in weite Ferne gerückt, so dass reale Planungsdaten nicht zur Verfügung standen
- Die **Bestimmung der Kosten** der einzelnen Komponenten (insbesondere Übergabestationen) für den wirtschaftlichen Vergleich von NT-Fernwärmesystemen mit HT Systemen und individual-Lösungen unterliegt hohen Unsicherheiten. Großanlagen werden oft individuell geplant und angeboten, so dass die verfügbaren Listenpreise mit Mengenrabatten reduziert werden. Bei innovativen Übergabestationen, die noch nicht am Markt erhältlich sind, waren die Preise noch schwieriger abzuschätzen.
- Die **Auswahl der Referenzszenarien** (individuelle Heizung) für das Fallbeispiel Aspern ist aus folgenden Gründen schwierig:
 - o WP Luft-Wasser: das System wird eher ineffizient sein, da die Gebäude über keine Fußbodenheizungen verfügen und damit rel. hohe VL Temp. benötigen. Ein zusätzlicher Faktor ist die Größe der Verdampfer bei großen Gebäuden
 - o WP Wasser-Wasser: da keine Informationen über die Quelle vorhanden sind ist diese Variante unklar
 - o Individuelle Gas-Boiler: Da in dem Gebiet keine Gasleitung vorliegt müssten die entsprechenden Installationskosten einbezogen werden, die Ermittlung entsprechender Kosten ist aber mit großen Schwierigkeiten verbunden. Kosten von anderen Netzen lassen sich nur schwer zu übertragen
 - o Aus diesen Gründen wird das statische Berechnungstool (AP4) nicht für Aspern angewandt, sondern nur dynamische Simulationen durchgeführt.

2.2.6 Beschreibung der „Highlights“ des Projektes

- Ein Highlight im Projektfortschritt ist der **Workshop bei der Fernwärme Wien**, bei dem die Grundlagen und Umsetzungsmöglichkeiten für das AP3 erarbeitet wurden. Der Schwerpunkt liegt hauptsächlich bei der Trinkwassererwärmung, kaskadischen Nutzung, Kunststoffleitungen, Wärmepumpennutzung und neue Anlagenlösungen bei den Abnehmern. Die Fernwärme Wien und die Stadtwerke Wörgl konnte hierbei umfangreiches Vorwissen und Praxiserfahrung einbringen. Die dort erarbeiteten Grundlagen dienen zur Ausarbeitung der Einbindungsvarianten, Betriebsstrategien und Szenarien.

- Highlights im Projektfortschritt waren die durchgeführten **Workshops** zu den einzelnen Arbeitspaketen, bei denen umfangreiches Vorwissen und Praxiserfahrung von den Projektpartnern eingebracht werden konnte.
- Ein weiteres Highlight im Projektfortschritt stellen die erarbeiteten **hydraulischen Einbindungsvarianten**, sowie die verbraucherseitige, kaskadische Nutzung dar. Diese Entwicklungen stellen einen wichtigen Schwerpunkt des Projekts dar und sollen zukünftigen Anwendern innovative Lösungsmöglichkeiten und Einsparungspotentiale aufzeigen.
- Weiters ist die **Software zur Berechnung der wirtschaftlichen Eckdaten** als Highlight zu erachten. Die Verfügbarkeit von einer Vielzahl an Datensätzen für Wärmeerzeuger, Verteilernetz und Energiequellen ermöglicht die Betrachtung unterschiedlicher Ausgangssituationen. Der modulare Aufbau des Tools ermöglicht die Anpassung der Datensätze und Kostenschätzungen, sowie der Zusammensetzung der Wärmeerzeuger auf Betreiberseite an die Bedürfnisse des Benutzers.
- Die im Zuge des Projektes entwickelten **Betriebsstrategien** zählen ebenfalls zu den Highlights, da dadurch erhebliche Erfahrungswerte für zukünftige Projekte generiert werden konnten. Somit werden folgende Systemsimulationen schneller und effizienter durchgeführt werden können.
- In Graz wurde das Thema Niedertemperaturfernwärme als eigener Punkt in das **Projekt „Wärmeversorgung Graz 2020/2030“** der Stadt Graz aufgenommen bei dem in Kooperation der lokalen Energieversorger und der Stadt Graz mit Fachexperten aus den einzelnen Themenbereichen die potenziellen Wärmeerzeuger für das Fernwärmenetz Graz für 2020 bzw. 2030 evaluiert werden. Die Grazer Energieagentur begleitet den Prozess organisatorisch und fachlich, einzelne Projektpartner aus dem Projekt NextGenerationHeat sind ebenfalls eingebunden und erste Erkenntnisse aus dem Projekt konnten übernommen werden.
- **Veröffentlichungen und Präsentationen** auf nationalen und internationalen Konferenzen, Workshops und Tagungen zählen ebenfalls zu den Highlights des Projektes. Es ist auch weiter geplant die Ergebnisse im Rahmen von diversen Veranstaltungen und Publikationen vorzustellen und somit potentiellen Interessenten den möglichen Nutzen von Niedertemperaturfernwärme näher zu bringen.

2.2.7 Beschreibung und Begründung der Unterschiede zum ursprünglichen Projektantrag

Das Projekt NextGenerationHeat konnte mit wenigen Ausnahmen wie geplant durchgeführt werden. Die jeweiligen Abweichungen zum ursprünglichen Projektantrag werden in den folgenden Punkten erläutert

- Die Szenarien für die Versorgung der Fallbeispiele mittels Niedertemperaturfernwärme erfolgte nicht wie im Antrag angegeben alleine in AP1 und AP4 sondern wurden während der Tätigkeiten zu AP6 weiterentwickelt bzw. an lokale Rahmenbedingungen und Änderungen angepasst. Dies war nötig, da sich die Gegebenheiten in einzelnen Fallbeispielen während der Projektlaufzeit geändert haben und darauf reagiert werden musste um möglichst realitätsnahe Ergebnisse zu erhalten.
- Wie im Deliverable D4.1, im publizierbaren Endbericht sowie in Kapitel 2.2.3 AP4 beschrieben wurden für das Fallbeispiel Wien keine statischen Berechnungen durchgeführt. Die durchgeführten Projekt-Workshops mit den Projektpartnern zeigten, dass für das Fallbeispiel Aspern der Fokus auf der Nutzung der Rücklaufleitung eines nahe gelegenen Industrie-Abnehmers liegen soll-

te. Aufgrund hoher Rücklauftemperaturen des Industrie-Abnehmers wurde das Potential untersucht, das zur Verfügung steht um den geplanten Stadtteil Aspern allein aus dessen Rücklauf zu versorgen. Andere Szenarien wurden nicht untersucht, da in den Projekt-Workshops ermittelt wurde, dass es keine weitere ökonomisch, energetisch und ökologisch sinnvolle Alternative zur Wärmeversorgung der Seestadt Aspern gibt. Die Herausforderung dabei war der dynamische Abgleich der Heizprofile und die dynamische Bewertung der resultierenden Temperaturprofile um das Potential dieser Einbindungsvariante abschätzen zu können. Daher wurde das Fallbeispiel Aspern nicht in AP 4 behandelt, da eine statische Vorevaluierung unter diesen Rahmenbedingungen keinen Mehrwert für das Projekt hat. Der Fokus lag in diesem Fallbeispiel somit auf der dynamischen Bewertung unterschiedlicher netzseitiger Einbindungsvarianten in AP5&6.

2.3 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

Die Integration alternativer Wärmequellen wie Solarthermie, Geothermie, Umgebungswärme über Wärmepumpen und industrielle Abwärme in Fernwärmenetzen ist ein wesentlicher Baustein zur Schaffung einer zukunftsfähigen Wärmeversorgung. Da diese Wärmequellen oftmals auf niedrigem Temperaturniveau vorliegen bedarf es neuartiger Herangehensweisen und adaptierter Versorgungskonzepte um diese Quellen optimal nutzen zu können.

Ziel des Projektes NextGenerationHeat war die Entwicklung von ökologisch und ökonomisch sinnvollen Konzepten für Niedertemperaturfernwärmenetze für unterschiedliche Regionen Österreichs mit Hilfe der vier repräsentativen Fallbeispiele Aktivpark Güssing, Seestadt Aspern (Wien), Winklweg Siedlung (Wörgl, Tirol) und Hummel Kaserne (Graz). Im Rahmen des Projektes werden Niedertemperaturfernwärmenetze mit Vorlauftemperaturen zwischen 35°C und 65°C definiert. Aufgrund der niedrigen Systemtemperaturen können a) die Wärmeverteilungsverluste reduziert werden b) Rohrleitungen aus Kunststoff verwendet werden, die im Vergleich zu geschweißten Stahlleitungen einen geringeren Verlegeaufwand haben und damit geringere Investitionskosten verursachen und c) die Potentiale bzw. Effizienz alternativer Wärmequellen und mancher Erzeugungsanlagen erhöht werden.

Wesentlicher Bestandteil der Konzeptentwicklung war die Identifizierung und Auswahl unterschiedlicher technischer Kopplungsszenarien, Regelungsstrategien und Randbedingungen bzgl. der lokalen Abnahme und Produktion von Wärme. Ein wesentlicher Fokus lag auf der Entwicklung und Evaluierung von technischen Lösungsmöglichkeiten zur hygienischen Bereitstellung von Warmwasser. Hierbei werden neben statischen Bewertungen schwerpunktmäßig dynamische Netzwerksimulationen zur Darstellung der komplexen Wechselwirkungen im Gesamtsystem als auch detaillierte Wirtschaftlichkeitsrechnungen durchgeführt sowie geeignete Geschäftsmodelle und Anreizsysteme identifiziert.

Folgende wesentliche **Schlussfolgerungen** lassen sich aus den Projektergebnissen ziehen:

1. Für die hygienisch einwandfreie und normgerechte Bereitung von Warmwasser bei Vorlauftemperaturen unter 65°C steht eine Reihe technischer Lösungsmöglichkeiten zur Verfügung, inklusive der direkten Erwärmung ohne Speicherung (im Durchlaufprinzip) oder die Nutzung sogenannter „Booster“, die mit Hilfe von z.B. Elektro-Heizstäben oder Wärmepumpen das Temperaturniveau des Warmwassers oder die sekundärseitige Vorlauftemperatur lokal erhöhen. Booster-Lösungen sind besonders dann sinnvoll, wenn die Netztemperaturen zu gering sind oder das Warmwasser bei größeren Abnehmern wie z.B. Hotels gespeichert werden muss.

2. Niedrigere Vorlauftemperaturen verursachen im Regelfall höhere Verbraucherseitige Investitionskosten für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser. Dementsprechend hängt die Wirtschaftlichkeit von Niedertemperaturfernwärmenetzen im Wesentlichen von der Verfügbarkeit kostengünstiger Wärmequellen ab. Die Verringerung der Wärmeverteilverluste und der Investitionskosten aufgrund des niedrigeren Temperaturniveaus spielt insbesondere in ländlichen Gebieten mit niedrigen Wärmebedarfsdichten eine Rolle.
3. Die Ausführung von Niedertemperaturfernwärmenetzen als Rücklaufanschluss und die damit verbundene Reduktion der Rücklauftemperaturen im Gesamtnetz haben folgende wesentliche Vorteile: a) Bei konstanter Anschlussleistung sinkt der Massestrom im Netz, es reduzieren sich die Pumpstromkosten. Bei gleichem Massenstrom erhöht sich die Netzwerkkapazität (Ermöglichung des Anschlusses von neuen Kunden). Im Auslegungsfall können die Transportleitungen kleiner dimensioniert werden, was in geringeren Investmentkosten resultiert. b) Im Falle des Neubaus oder Austauschs von Netzabschnitten können an die niedrigeren Temperaturen angepasste Rohrleitungsmaterialien verwendet werden, die ggf. kostengünstiger bzw. einfacher zu verlegen sind. c) das Potential zur Integration von Wärmequellen mit niedrigem Temperaturniveau, wie z.B. Solarthermie, Wärmepumpen oder Abwärme wird erhöht. Durch die Rücklauf-temperaturabkühlung kann in Entnahme-Kondensation-Kraftwerken Brennstoffausnutzgrad steigern, in Entnahme-Gegendruck-Heizkraftwerken steigt der erzeugte Stromanteil und d) durch die geringeren Netzwerktemperaturen reduzieren sich die Wärmeverteilverluste. Die Quantifizierung der genannten Effekte ist jedoch nicht einfach und nicht Inhalt des gegenständlichen Projektes. Untersuchungen im Fernwärmesystem von Göteborg zeigen, dass die Reduktion der Rücklauf-temperaturen dementsprechend mit einer Reduktion der Betriebskosten verbunden ist. Diese werden auf 0,15€/ (°C MWh) angegeben [1]. Auf ähnliche Ergebnisse kommen Frederiksen und Werner [2]. Eine wesentliche Randbedingung für Rücklaufanschlüsse ist eine bekannte und konstante Strömungsrichtung der Rücklaufleitung. Bei der direkten Verwendung des Rücklaufes von Hochtemperaturnutzern ist eine gesonderte Analyse der Profile notwendig.
4. Eine optimierte Auslegung von Niedertemperaturfernwärmenetzen erfordern die verstärkte Berücksichtigung dynamischer Effekte wie z.B. die Regelung von Wärmepumpen (entweder als zentrale Erzeuger im Zusammenspiel mit anderen Quellen und Speichern, oder im Einsatz als Booster für die Warmwasserbereitung), die Abstimmung unterschiedlicher Erzeuger- und Verbraucherprofile, Lade- und Endladestrategien von Speichern (primärseitig als Netzspeicher, aber auch sekundärseitig für die Warmwasserbereitung), Regelungsstrategien für die Einspritzschaltung vom Hochtemperatur-Vorlauf in den Niedertemperaturvorlauf etc. Üblicherweise genutzte Planungs- und Auslegungstools können diese Effekte nicht berücksichtigen.
5. Wesentliche Unsicherheiten bei der wirtschaftlichen Bewertung ergeben sich aus den Investitionskosten des Niedertemperaturfernwärmenetzes, insbesondere verursacht durch Verbraucherseitige Komponenten, die bislang noch nicht in der Serienproduktion verfügbar sind. Dieses betrifft im Speziellen die Übergabestationen mit Booster Wärmepumpen, die bislang nur in einer Kleinserie gefertigt wurden. Des Weiteren treten auch Unsicherheiten bei den Investitionskosten für Standard-Komponenten wie Rohrleitungen oder Übergabestationen auf, diese variieren stark abhängig von dem Volumen des Gesamtauftrages bzw. der Anzahl der bestellten Komponenten und der Geschäftsbeziehung zu dem Hersteller.

- Die aktuellen Entwicklungen im Gebäudebereich in Österreich deuten darauf hin, dass die Realisierung von NT-Fernwärmenetzen in vielen Regionen Österreichs wirtschaftlich und ökonomisch bereits jetzt sinnvoll ist bzw. in naher Zukunft sein wird. Vor allem in Ballungsräumen mit hoher Neubaurate und Wärmebedarfsdichte, in denen Umgebungswärme oder industrielle Abwärme genutzt werden können bzw. Rücklaufanschlüsse realisiert werden können, bestehen optimale Bedingungen für den Einsatz eines NT-Fernwärmesystems.

Um die Barrieren für Niedertemperaturfernwärme, wie etwa höhere Kosten auf der Verbraucherseite zu überwinden, wurden abschließend verschiedene Geschäftsmodelle und Anreizsysteme im Rahmen von Workshops und Interviews mit verschiedenen Stakeholdergruppen identifiziert und evaluiert. Hierbei zeigte sich, dass die Bewertung von Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung und Motivationssteigerung je nach Gruppe (FW-Kunden/Bauherren, FW-Versorger/Netzbetreiber/Erzeuger, Energiedienstleister, Stadtentwicklung) stark unterschiedlich bewertet werden. Gesetzliche Vorgaben haben erwartungsgemäß eine gleich hohe Relevanz bei allen Akteuren.

2.4 Arbeits- und Zeitplan

Projektbeginn war der 01.06.2012, insgesamt (inkl. Projektlaufzeitverlängerung) betrug die Projektlaufzeit 38 Monate. Somit war das Projekt am 31.07.2015 abgeschlossen. Das Projekt NextGenerationHeat konnte mit wenigen Ausnahmen wie geplant durchgeführt werden. Die jeweiligen Abweichungen zum ursprünglichen Arbeits- und Zeitplan werden in den folgenden Punkten erläutert.

- Wie in der ecall Nachricht vom 05.05.2015 beschrieben, war es notwendig die Projektlaufzeit einmalig und kostenneutral um 2 Monate zu erstrecken. Grund dafür waren Schwierigkeiten (siehe auch Kapitel 2.2.5) bei der Bestimmung von Kosten. Die Schwierigkeiten bei der Datenbeschaffung lagen unter anderem in der Erhebung belastbarer Kosten für Komponenten von Niedertemperaturfernwärmesystemen, und daraus resultierend in der Bewertung der ökonomischen Machbarkeit in den Fallbeispielen. Vor allem die Ableitung von Verallgemeinerungen von den in den Fallbeispielen gewonnen (ökonomischen) Erkenntnissen auf Niedertemperaturfernwärme mit niedriger Wärmebedarfsdichte in anderen Regionen Österreichs, machten einen intensiveren Austausch zwischen den Projektpartnern notwendig als ursprünglich geplant. Dadurch kam es im Vergleich zum Projektplan zu einer Verzögerung im AP7. Da diese Erkenntnisse einen wesentlichen Einfluss auf die in AP8 skizzierten Geschäftsmodelle haben, war eine Projektverlängerung erforderlich um auch in AP8 diese Verallgemeinerung bei der Darstellung der Geschäftsmodelle berücksichtigen zu können.
- Wie bereits im 2. Zwischenbericht erwähnt wurden die Zeitspannen der Arbeitspakete AP 4 & 7 zur besseren Abstimmung der Berechnungen bzw. der Ergebnisse verlängert. Dadurch war es möglich, dass die Projektpartner AIT und MCI die jeweiligen Berechnungstools und deren Resultate bestmöglich miteinander zu koppeln.
- Begründung für Stundenumschichtungen beim MCI und Erläuterungen zu den Deliverables 7.1/7.2: Wie bereits im Zwischenbericht 1 dargestellt, erfolgt die wirtschaftliche Betrachtung softwaregestützt. Dazu wurde, wie im Zwischenbericht 2 dargelegt, ein Softwaretool („Eco-Tool“) entwickelt, welche basierend auf der vorliegenden Datenbasis und unter Berücksichtigung der ÖNORM M7140 die Wirtschaftlichkeit der betrachteten Szenarien evaluiert. Es zeigte sich, dass

die ständigen Konsistenzprüfungen der Ergebnisse und die sich daraus ergebenden Nachbesserungen und Modifikationen im Vergleich zum Entwurf der Methodik extrem zeitintensiv waren. Damit erklärt sich auch der Umstand, dass letztlich die Expertise des Wirtschafters im Vergleich zum operativen Aufwand des wissenschaftlichen Mitarbeiters vom Arbeitsaufwand her in den Hintergrund trat. Somit ergab sich eine sehr starke Abweichung vom ursprünglich prognostizierten Stundenaufwand des Wirtschafters. Die Abweichungen beim Senior Researcher vom ursprünglich prognostizierten Rahmen betreffen hauptsächlich Verschiebungen innerhalb der Arbeitspakete, wobei hier wieder der oben angesprochene Aufwand zur Prüfung/Evaluierung aber auch (wie im Folgenden angeführt) der Aufwand für Darstellung/Aufbereitung etc. die Stundenlast stark in Richtung Arbeitspaket AP7 verursachte. Die Vielzahl der Ergebnisse und die heterogene Datenstruktur der untersuchten Fallbeispiele erschwerte nicht nur die Verarbeitung der Daten sondern vor allem auch die aussagekräftige Darstellung der Ergebnisse. Es zeigte sich, dass rein tabellarisch strukturierte Daten kaum Aussagekraft zeigen. Deshalb wurden die Ergebnisse des Arbeitspaketes 7 in einem Dokument zusammengefasst, welches die Deliverables 7.1 und 7.2 inkludiert. Das Deliverable 7.2. wurde separat als zusätzliches eigenständiges Dokument, welches nur die Ergebnisse und Daten aus der Konsumentensicht darstellt, angelegt.

3 Kosten

3.1 Kostentabelle für die gesamte Projektlaufzeit

Alle Angaben sind in EURO.

	Personal- kosten	FTE- Invest.	Reise- kosten	Sach- und Materi- al- kosten	Dritt- kosten	Kumulierte Kosten in der Projektlaufzeit Summe Kosten im Konsortium	Förderbare Gesamt- kosten lt. Vertrag
AIT Kosten in der Projektlaufzeit von 06/12 bis 07/15	452.150	0	5.875	503	0	458.528	458.924
GET Kosten in der Projektlaufzeit von 06/12 bis 07/15	198.736	0	3.620	26	0	202.408	200.091
MCI Kosten in der Projektlaufzeit von 06/12 bis 07/15	107.304	0	2.869	0	0	110.173	106.199
AEA Kosten in der Projektlaufzeit von 06/12 bis 07/15	75.457	0	521	229	0	76.207	81.383
GEA Kosten in der Projektlaufzeit von 06/12 bis 07/15	82.956	0	1.248	0	0	84.205	80.031
FWG Kosten in der Projektlaufzeit von 06/12 bis 07/15		0			0		
WSF Kosten in der Projektlaufzeit von 06/12 bis 07/15	26.163	0	0	0	0	26.163	25.478
WE Kosten in der Projektlaufzeit von 06/12 bis 07/15	19.128	0	731	0	0	19.859	36.483
SWW	11.136	0	512	0	0	11.647	8.728

Neue Energien 2020 - 5. Ausschreibung

Klima- und Energiefonds des Bundes – Abwicklung durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG

Kosten in der Projektlaufzeit von 06/12 bis 07/15							
Gesamt	973.030	0	15.376	758	0	989.190	997.317

- Summe der Kosten / Kostenkategorie des/der Antragstellers/in und aller PartnerInnen

3.2 Kostenbeschreibung für die gesamte Projektlaufzeit

AIT Austrian Institute of Technology GmbH: Die gesamten Kosten während der Projektlaufzeit liegen mit ca. 458.528 Euro im geplanten Rahmen. Aufgrund des schon beschriebenen erhöhten Abstimmungsbedarfs zwischen der Projektleitung (AIT) und den Partnern (vor allem MCI für die ökonomischen Betrachtungen) kam es zu leicht erhöhten Reisekosten während der Projektlaufzeit. Da diese Reisen vor allem zum Informationsaustausch und zur besseren Aufgabenverteilung und –bearbeitung genutzt wurden, konnten die Personalkosten dadurch im (annähernd) gleichen Ausmaß gesenkt werden. Die gesamten Projektkosten bleiben dadurch im, vom Projektantrag vorgegebenen, Rahmen.

P1: Güssing Energy Technologies GmbH: Die gesamten Kosten während der Projektlaufzeit liegen mit 202.408 Euro innerhalb des geplanten Rahmens, der Schwerpunkt der Arbeiten lag bei AP3.

P2: Management Center Innsbruck: Die gesamten Kosten während der Projektlaufzeit liegen bei ca. 110.173 Euro und damit geringfügig über des geplanten Rahmens. Aufgrund der arbeitsintensiven Implementierung eines Software-Tools wurde seit 1.10.2013 Herr Lucas Konstantinoff am MCI beschäftigt (siehe Kapitel 2.2.7 und 3.3.1).

P3: Austrian Energy Agency: Die gesamten Kosten während der Projektlaufzeit liegen mit 76.207 Euro unterhalb des geplanten Rahmen.

P4: Grazer Energieagentur: Die gesamten Kosten während der Projektlaufzeit liegen mit 84.205 Euro leicht über den geplanten Kosten.

P5: Fernwärme Güssing: Nicht mehr im Projektteam

P6: WSF Freizeitzentrum Güssing GmbH: Die gesamten Kosten während der Projektlaufzeit liegen mit 26.163 Euro leicht über dem geplanten Rahmen.

P7: Wien Energie: Die gesamten Kosten während der Projektlaufzeit liegen mit 19.859 Euro unterhalb des geplanten Rahmen. Da sich während der Projektlaufzeit das geplante Versorgungsszenario im Fallbeispiel Wien stark verändert hat musste der Fokus hier anders gelegt werden. Durch die Nutzung des im Fallbeispiel Wien beschriebenen Rücklaufs des Industrie-Abnehmers anstelle der geplanten Nutzung von Tiefengeothermie, war es in diesem Fallbeispiel einfacher die benötigten Daten (Einspeise- und Lastprofile, Temperaturen, Massenströme, ...) zu ermitteln und somit konnte hier der Arbeitsaufwand reduziert werden. Die Arbeiten bzw. die Ergebnisse des Fallbeispiels haben deshalb jedenfalls nicht an Qualität und Aussagekraft verloren.

P8: Stadtwerke Wörgl: Die gesamten Kosten während der Projektlaufzeit liegen mit 11.647 Euro über dem geplanten Rahmen. Das Budget der Stadtwerke Wörgl wurde bereits in der ersten Berichtsperiode aufgebraucht, so dass in der zweiten und dritten Berichtsphase keine Kosten im Projekt angefallen sind. Das Fallbeispiel Winkelweg wurde weiterhin in sehr guter Weise bearbeitet durch den intensiven Austausch der Stadtwerke Wörgl mit dem MCI. Die für das Projekt relevanten Arbeiten der Stadtwerke Wörgl wurden auf eigene Kosten weitergeführt.

3.3 Kostenumschichtungen

3.3.1 Kostenumschichtungen innerhalb der Partner

Erste Berichtsperiode:

AIT Austrian Institute of Technology GmbH: Da Daniele Basciotti und Ralf-Roman Schmidt ab Anfang 2013 das Geschäftsfeld gewechselt haben, ergeben sich für hier ab 2013 ein anderer Stundensatz und Overhead. Des Weiteren haben folgende Mitarbeiter an dem Projekt gearbeitet:

- MICHAEL HARTL hat als ausgewiesener Experte im Bereich Wärmepumpen und thermischer Systeme anstelle von Thomas Fleckl, Andreas Zottl und Ivan Malenkovic alle Arbeiten bzgl. Wärmepumpen durchgeführt (Literatur, Recherche, Analyse / Auswertung, Theorie, Numerik).
- MICHAEL MARITSCHNEGG hat bei der Szenariendefinition mitgearbeitet und Literatur Recherchen durchgeführt. Des Weiteren hat er bei der statischen Vorevaluierung unterstützt und die Geodaten der Fallbeispiele analysiert um Netztopologien erstellt.
- ALIREZA RIAZI hat die Recherche der Verbraucher und Erzeugercharakteristika durchgeführt sowie bei der Entwicklung technischer Systemvarianten unterstützt. Er hat auch Modelle für die Statische Vorevaluierung erstellt und bei den Wärmepumpenberechnungen unterstützt
- GEORG SIEGEL hat eine Recherche der Verbrauchercharakteristika durchgeführt
- REINER BRAUN und GIULIANO FONTANELLA haben als Experten im Bereich Gebäudemodellierung und Simulation bei der Erstellung vereinfachter Gebäudemodelle unterstützt.
- IGLAR BRANISLAV hat bei der Definition und Ausarbeitung ökonomischer Kriterien unterstützt

Die im Antrag genannten Personen Lukas Lippert, Florian Dunbisch, Thomas Fleckl, Andreas Zottl und Ivan Malenkovic haben bislang nicht an dem Projekt gearbeitet, die oben genannten Personen konnten Ihre Kompetenzen abdecken. Zum Nachweis dieser Kompetenzen sind die jeweiligen CVs angehängt.

Aufgrund des unterschiedlichen Aufwandes bzw. eines geänderten Stundensatzes haben sich Verschiebungen der Personalkosten innerhalb der Arbeitspakete ergeben.

Güssing Energy Technologies GmbH: Die Bearbeitung des Projektes erfolgte durch die ursprünglich vorgesehenen und im Projektantrag angeführten Personen mit Ausnahme von DI(FH) Gerald Peischl, welcher aus dem Unternehmen ausgeschieden ist. Dessen Leistungen wurden durch Frau DI Katharina Kreuter eingebracht, welche in diesem Bereich zumindest genauso erfahren ist, wie der ursprünglich angedachte Experte. Ein CV ist dieser Abrechnung beigelegt.

Grazer Energieagentur: Aufgrund der Übernahme der Projektleitung durch Ernst Meißner (im Antrag Gerhard Bucar) kommt es zu einer teilweisen internen Verschiebung der Personalkosten - vor allem im Arbeitspaket 9 (Projektmanagement).

Management Center Innsbruck: Vorverlegung des Starts des AP7: Laut Förderantrag liegt der Schwerpunkt der Tätigkeiten des MCI bei der Darstellung der Wirtschaftlichkeit verschiedener Fernwärmelösungen im Vergleich zu den vorher definierten Referenzszenarien. Laut Förderantrag handelt es sich dabei vor allem um das Arbeitspaket 7, welches von September 2014 bis Mai 2015 laufen würde.

Es zeichnet allerdings bereits zum jetzigen Zeitpunkt ab, dass zu den mit dem Projekt verbundenen Fallbeispielen der Fernwärme Wien, der Stadtwerke Wörgl und der Grazer Energie Agentur bereits im Herbst 2013 genügend Daten vorliegen, um mit dem Arbeitspaket 7 bereits im Herbst 2013 beginnen zu können. Die Daten aus Wien, Graz und Wörgl werden softwaregestützt verarbeitet und ausgewertet – der Großteil des Arbeitsaufwandes fällt auf den Entwurf der Software und mit den zugehörigen Eingabeformaten, Algorithmen und Ausgabeformaten. Die Hereinnahme von Daten aus Güssing zu einem späteren Zeitpunkt und deren Auswertung stellt somit keinen nennenswerten Aufwand mehr dar.

Deshalb wurde die Vorverlegung des Anfangs von Arbeitspaket 7 um ein Jahr (von 09-2014 auf 09-2013) beantragt.

Aufgrund des erhöhten Abstimmungsbedarfs zwischen dem MCI und den Stadtwerken Wörgl (siehe Abschnitt 3.3.2) erhöhen sich die Reisekosten. Deshalb ist eine Verschiebung von 4.000 EUR Personal auf Reisekosten notwendig.

Zweite Berichtsperiode:

AIT Austrian Institute of Technology GmbH: Markus Köfinger ist zum Projektteam des AIT hinzugekommen. Er hat Teile des Projektmanagements übernommen sowie inhaltliche Arbeiten in den Arbeitspaketen 2,3,4,5 und 6. Ein CV ist angehängt.

Stefan Hauer hat arbeiten in Arbeitspaket 2 zur Abbildung der vereinfachten Gebäudemodelle übernommen. Ein CV ist angehängt.

MCI: Wie in 2.2.2 ausgeführt, erfolgt die wirtschaftliche Betrachtung unter Berücksichtigung der ÖNORM M7140 softwaregestützt. Die arbeitsintensive Implementierung des Codes wird größtenteils von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter (Lucas Konstantinoff) durchgeführt. Der ursprünglich für den Wirtschaftler prognostizierte Stundenaufwand verschiebt sich nun sehr stark in Richtung wissenschaftlicher Mitarbeiter. Es wurden daher 140 Arbeitsstunden, welche ursprünglich für den Wirtschaftler vorgesehen waren, zum wissenschaftlichen Mitarbeiter verschoben. Ein CV ist angehängt.

Dritte Berichtsperiode:

Es fand in dieser Berichtsperiode keine Kostenumschichtungen innerhalb der Partner statt.

3.3.2 Kostenumschichtungen zwischen den Partnern

Erste Berichtsperiode:

Kostenumschichtungen von den SWW an das MCI

Wie in Abschnitt 2.2 erwähnt, erfolgen die wirtschaftlichen Betrachtungen softwaregestützt. Basierend auf den Daten der Fallbeispiele sollen die Auswirkungen verschiedener Parameter auf die Wirtschaftlichkeit untersucht werden. Aufgrund der geografischen Nähe zum MCI werden für den ersten Entwurf der Datenverarbeitung und Datenauswertung die Daten der Stadtwerke Wörgl herangezogen. Es ist daher sinnvoll, wenn die bei den Stadtwerken Wörgl angesiedelten Aufgaben in engster Kooperation mit dem MCI durchgeführt werden bzw. größtenteils komplett vom MCI durchgeführt werden. Es seien hier vor allem die arbeitsintensiven Arbeiten hervorzuheben.

Von den im Förderantrag dargestellten Aufgaben der Stadtwerke Wörgl seien hier insbesondere die Erhebung von Abnehmer- und Erzeugerstrukturen, die Charakterisierung der Netztopologie, die Erhebung

der Erzeuger- und Verbrauchsprofile für das Referenzszenario und für das im Förderantrag dargestellte Fallbeispiel, die Erhebung der Betriebs- und Investitionskosten, die Entwicklung von Monitoring- und Netzwerkmanagementkonzepten, die Entwicklung von Betriebsstrategien und Regelalgorithmen hervorzuheben.

Um die im MCI dafür notwendigen Kapazitäten zur Verfügung zu stellen, ist es notwendig, dass 27.274 Euro (Gesamtkosten) von den SWW an das MCI umgeschichtet werden. Diese Verschiebung wurde am 07.08.2013 von der FFG genehmigt.

Kostenumschichtungen von der FWG an das GET

Die Güssinger Fernwärme GmbH hat nach Restrukturierungsmaßnahmen nicht mehr die Möglichkeiten in F&E zu investieren, bzw. beschäftigt nun kein Personal mehr, das ihre Arbeitszeit in derartige Projekte investieren kann. Darüber hinaus wurden in der Vergangenheit zahlreiche, wie sich gezeigt, aber doch sensible Daten veröffentlicht.

Die Güssing Energy Technologies GmbH hat nun als das größte Forschungsinstitut des Burgenlandes mit der aktuellen GF der GFW GmbH beschlossen Daten zu generieren, welche ein typisches FW-Netz dieser Größe und Belegung darstellen, die GET GmbH ist schließlich qm-heizwerke Partner seit der ersten Stunde. Dabei wird auf die bereits vorhandenen Daten des NE2020 2.AS-Projektes "OPT-Polygrid" zurückgegriffen, öffentlichkeitskritische Informationen entfernt und die zusätzlichen Daten generiert, welche zur Simulation des "Aktivparks neu" des gegenständlichen Projektes erforderlich sind.

Daraus resultiert eine vollständige Übernahme des Budgets der Fernwärme durch die GET GmbH. Diese Umschichtung befindet sich zurzeit im Genehmigungsprozess.

Zweite Berichtsperiode:

Es fand in dieser Berichtsperiode keine Kostenumschichtungen zwischen den Partnern statt.

Dritte Berichtsperiode:

Es fand in dieser Berichtsperiode keine Kostenumschichtungen zwischen den Partnern statt.

4 Verwertung

4.1 Veröffentlichungen und Weiterverbreitungsaktivitäten

4.1.1 Vorstellung des Projektes

- Sitzung des Wörgler Gemeinderates (Bürgermeisterin, Vizebürgermeister, Vertreter verschiedener Parteien ...), Wörgl, 27.09.2012
- Arbeitsausschuss Grazer Energieagentur (Vertreter der Stadt Graz, Energie Graz, Wirtschaftskammer und Arbeiterkammer Steiermark, Steirische Gas-Wärme GmbH, Landesenergiebeauftragter Steiermark, etc.), Graz 11. April 2013
- Euregio-Treffen "Green-Technologies,, "Nachhaltiges Bauen und grüne Technologien" in Innsbruck, Tirol, 28.06.2012
- IEA HPP Symposium, Nürnberg, 8. October 2012
- e!Missi0n+.at, Informationstag zur 4. Ausschreibung, TechGate Vienna, 26.6.2013
- Artikel "SMART HEAT FOR SMART CITIES" in der AIT Kundenzeitschrift TOMORROW TODAY, Ausgabe Mai 2012 (Deutsch und Englisch), Verteilung an ca. 12.500 Adressen (Beilage Austria Innovativ)
- Artikel „Arbeit an der ‚Zukunftsfähigen Stadt‘“ im Umweltschutz Magazin 4/2013
- "international seminar on DHC technology", Korea Institute of Energy Research in cooperation with the Korea District Heating Corporation and Incheon University (Prof. Hak-man Kim), Korea, 13.-18.10.2013
- *Science Brunch: Fernwärme: intelligent + erneuerbar*, 12/2013, Klima- und Energiefonds, Veröffentlichung und Vortrag am 11.12.2013 Salzburg
- Workshop „Fernwärme als Gesamtsystem“ im Rahmen des Projekts „Wärmeversorgung Graz 2020/2030“ der Stadt Graz am 25.04.2014 in Graz.
- *Chancen und Beispiele von Niedertemperaturnetzen aus Europa*, Präsentation der Grundlegende Ergebnisse der hydraulischen Einbindungsvarianten im Rahmen der Energiesparmesse Wels am 27.02.2014
- Vortrag „Niedertemperatur-Fernwärmenetze: Chancen, Risiken & Beispiele“ im Rahmen des Workshops des „Low-ex Microgrid“ Projekts am 22.04.2015 bei Firma Herz in Pinkafeld
- Artikel: *NextGenerationHeat: Niedertemperatur-Fernwärme für Österreich*, Aktuelle Entwicklungen und Beispiele für zukunftsfähige Energietechnologien Wärmenetze der Zukunft, Österreichische Systemlösungen für die nachhaltige Energieversorgung im urbanen Raum, energy innovation austria, 1/2015, auf Deutsch und Englisch

4.1.2 Wissenschaftliche und sonstige Veröffentlichungen sowie Konferenzen

- D. Basciotti, R.R. Schmidt, M. Köfinger, C. Doczekal: *Simulation-based analysis and evaluation of domestic hot water preparation principles for low-temperature district heating networks*, The 14th International Symposium on District Heating and Cooling, September 7th to September 9th, 2014, Stockholm, Sweden

- C. Doczekal, D. Basciotti: *Niedertemperatur-Fernwärmenetze: Chancen, Risiken & Beispiele*, Vortrag und Paper im Rahmen des e-nova Symposiums, 13.11.2014, Pinkafeld, Österreich
- Köfinger, M., Schmidt, R.R.: “*Low temperature district heating micro-networks in Austria: comparison of four case studies*” International Conference on Smart Energy Systems and 4th Generation District Heating, 25-26 August 2015, Copenhagen
- R.R. Schmidt, M. Köfinger, D. Basciotti: *Warm statt heiß*, TEC21 34/2015 (Printversion und Online: <https://www.espazium.ch/tec21/article/warm-statt-heiss>)
- M. Köfinger: *Niedertemperaturfernwärme: Innovative Versorgungskonzepte für netzgebundene Niedertemperatur-Anwendungen*, 1. Praxis- und Wissensforum Fernwärme/ Fernkälte, 19.10.2015, Wien
- E. Meißner: *Niedertemperaturfernwärme: Wirtschaftliche Analyse und Geschäftsmodelle für Niedertemperatur-Fernwärmenetze*, 1. Praxis- und Wissensforum Fernwärme/ Fernkälte, 19.10.2015, Wien
- C. Doczekal, M. Köfinger: *Niedertemperatur-Fernwärme: Ergebnisse mehrerer Fallbeispiele*, Vortrag und Paper im Rahmen des e-nova Symposiums, 27.11.2015, Pinkafeld, Österreich
- M. Köfinger, D. Basciotti, R.R. Schmidt, E. Meissner, C. Doczekal, A. Giovannini: *Low temperature district heating in Austria: Energetic, ecologic and economic comparison of four case studies*, Energy, Artikel eingereicht

4.1.3 Aktivitäten im Rahmen der IEA (International Energy Agency)

Vorstellung und Diskussion des Projektes und der Projektergebnisse im Rahmen unterschiedlicher Tasks/ Annexe:

- *IEA DHC Annex TS1: Low Temperature District Heating for Future Energy Systems*
 - Second preparation phase meeting, 27./28. August, 2012, Reykjavik
- *IEA EBC Annex 64 „LowEx Communities, Optimised Performance of Community Energy Supply Systems with Exergy Principles*, Vorstellung und Diskussion des Projektes und der Projektergebnisse
 - Definition Meeting, 5./6. September 2012, München
 - First Preparation Phase Meeting, 24./25. September 2013, Stockholm
 - Second Preparation Phase Meeting, 3./4. April 2014, Wien
 - First Working Phase Meeting, 26./27. August 2014, Reykjavik
 - Second working phase meeting, 14./15. Mai 2014, Delft
 - Third Working Phase Meeting, 10./11. September 2015, Vejle

4.1.4 Rückfluss in die Lehre

MCI – Studiengang Umwelt-, Verfahrens und Energietechnik

- Im Rahmen eines Masterseminares am FH-Studiengang Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik wurde die potentielle Netzeinbindung entlegener Regionen der Stadt Wörgl untersucht
- Es ist geplant, auch in den weiteren Studienjahren Studentenprojekte im Themenbereich Fernwärme durchzuführen
- Es ist geplant Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Fernwärmeprojekte in Projektarbeiten des FH-Studienganges Wirtschaftsingenieurwesen aufzunehmen.

FH Salzburg - Studiengang Smart Buildings

- Im Rahmen des berufsbegleitenden Bachelor FH-Studiengangs Smart Buildings wurden im Wintersemester 2014 die Problemstellungen und Lösungsmöglichkeiten bei Niedertemperatur-Fernwärmenetzen gelehrt.
- Es ist geplant, auch in den weiteren Studienjahren diesen Themenbereich in die Lehre einzubinden.

4.2 Markt

Als Nutzer der in diesem Projekt entwickelten versorgerseitigen Maßnahmen und Strategien kommen in erster Linie die Betreiber der Fernwärmenetze (im Regelfall die örtlichen Stadtwerke) in Frage. Dieses betrifft sowohl kleinere als auch größere städtische Netze. Die Übertragung der hier entwickelten Betriebsstrategien und Regelalgorithmen ist allerdings ein Risikofaktor, da sich die Netz-, Erzeuger- und Abnehmerstrukturen wesentlich unterscheiden. Die Auswahl konkreter Maßnahmen kann nur nach einer detaillierteren Analyse der jeweiligen Situation und einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgen. Die hier entwickelten Methodik und Richtlinien lassen jedoch eine Skalierung der Maßnahmen in einem gewissen Maße zu und erlauben somit die Auswirkungen abzuschätzen. Die Umsetzung von Maßnahmen kann durch finanzielle Anreizsysteme oder geeignete rechtliche Rahmenbedingungen erleichtert werden. Bei begrenzten finanziellen Mitteln können entsprechende Maßnahmen auch mit der Hilfe von Energiecontractoren realisiert werden.

Die Zielmärkte für mögliche Umsetzungen der in diesem Projekt entwickelten Maßnahmen und Strategien sind groß: Fernwärme wird zur Erzeugung von Raumwärme oder Warmwasser und zunehmend auch zur Raumkühlung in allen Teilen der Welt eingesetzt, wo Wärmeenergie aus Kraftwerksprozessen (über KWK) oder aus erneuerbaren Energiequellen wie z.B. Biomasse und Solar- oder Geothermie zur Verfügung steht sowie der Transport über Rohrleitungen zu den Abnehmern nicht unwirtschaftlich ist und keine rechtlichen Restriktionen bestehen. Die Strukturen und Komponenten der Fern- und Nahwärmenetze sind ähnlich, wesentliche Unterschiede ergeben sich aus den klimatischen Bedingungen und den in den jeweiligen Gebieten dominanten Abnehmerstrukturen und Gebäudearten. Hier kann aber für den gesamten mittel- und nordeuropäischen und Großteile des amerikanischen und asiatischen Marktes von vergleichbaren Randbedingungen ausgegangen werden. Bei geeigneten Heizsystemen können in all den genannten Fernwärmemärkten bzw. in Teilgebieten davon auch Niedertemperaturfernwärmesystem eingesetzt werden.

5 Ausblick

Aufgrund der vorliegenden Projektergebnisse kann folgender Ausblick formuliert werden. Durch teilweise große Schwankungen bei den Investitionskosten von verbraucherseitigen Komponenten, die bislang noch nicht in der Serienproduktion verfügbar sind auch die wirtschaftlichen Bewertungen der Niedertemperaturfernwärmesysteme mit Unsicherheiten behaftet. Dies betrifft insbesondere die Übergabestationen mit Booster Wärmepumpen, die bislang nur in einer Kleinserie gefertigt wurden. Des Weiteren treten Unsicherheiten bei den Investitionskosten für Standard-Komponenten wie Rohrleitungen oder Übergabestationen auf, diese variieren stark abhängig von dem Volumen des Gesamtauftrages bzw. der Anzahl der bestellten Komponenten und der Geschäftsbeziehung zu dem Hersteller. Hier sollte eine detaillierte Untersuchung der Investitionskosten entsprechender Komponenten erfolgen. Ebenfalls sinnvoll erscheint die Weiterentwicklung und Standardisierung von Niedertemperatur-Übergabestationen zur Großserienreife um die Investitionskosten zu reduzieren. Niedertemperaturfernwärmenetze bieten bedingt durch die geringen Temperaturen die Möglichkeit zum dezentralen Einspeisen von Wärme (z.B. Solarthermie, Abwärme,...). Die Weiterentwicklung der NT-Übergabestationen sollte daher auch zur bidirektionalen Wärmenutzung erfolgen.

Weiters ist eine Quantifizierung der Effekte die aus einem Rücklaufanschluss entstehen momentan nicht möglich. Dies verlangt eine vollständige Untersuchung der Energieflüsse im Fernwärmenetz und der Charakteristika aller relevanten Erzeugungsanlagen, zusammen mit einer realitätsnahen Abbildung der Hydraulik und der Wärmeverluste. Hierfür ist die Entwicklung geeigneter Methoden zur Analyse der Effekte im gesamten Netz notwendig, dieses inkludiert die Beschaffung bislang nur wenig bekannter Netzdaten (z.B. Verbraucherstruktur und Verhalten) die Untersuchung des temperaturabhängigen Verhaltens diverser Erzeuger und die Wirtschaftlichkeitsbewertung.

Außerdem ist die wirtschaftliche Bewertung des Einsatzes von dynamisch geregelten Wärmepumpen noch ungewiss bzw. werden die daraus abgeleiteten positiven Auswirkungen auf die Lebensdauer und Wartungsarbeiten einer Anlage noch nicht in die wirtschaftlichen Ergebnisse eingerechnet. Hier gilt es noch weitere Analysen und Berechnungen anzustellen.

Um Bauräger vom Konzept der Niedertemperaturfernwärme und dem Einsatz dafür geeigneter Heizsysteme zu überzeugen, sollten zukünftig durch Förderungen oder Bewusstseinsbildung sowie geeignete rechtliche/ regulatorische Randbedingungen, Anreizsysteme gebildet werden. Im Projekt wurden hierfür einige Anregungen für Verwaltung und Politik im Hinblick darauf, was in der Gesetzgebung berücksichtigt werden sollte um eine möglichst breite Umsetzung von Niedertemperatur-Fernwärmesystemen zu erreichen, erarbeitet.

Abschließend ist anzumerken, dass aufgrund diverser Entwicklungen in den Fallbeispielen die entwickelten Konzepte nicht umgesetzt werden. Dennoch ist aufgrund der positiven Effekte die Realisierung von Niedertemperaturfernwärmenetzen in verschiedenen Regionen Österreichs derzeit in Diskussion. Besonders zu nennen ist Graz, wo in verschiedenen Stadtgebieten die Machbarkeit entsprechender Netze geprüft wird. Ein Beispiel hierfür ist die Niedertemperaturwärmeversorgung des Energiemodells Graz Reininghaus, bei dem entsprechende Konzepte kurz vor der Realisierung stehen.

Checkliste für Endberichte und die Kostenbeschreibung

- Der komplette Endbericht besteht aus 4 Teilen:
 1. einem **Tätigkeitsbericht lt. Endberichtsvorlage**,
 2. einem **Kostenteil (Abrechnungsformular)**,
 3. der aktualisierten **Zusammenfassung** (siehe Kap. 5 des „Leitfaden inkl. Vorlagen zur Berichtslegung und projektbezogenen Öffentlichkeitsarbeit“)
 4. **einem publizierbaren Endbericht**
- Alle Kapitel sind vollständig auszufüllen
- Zur gültigen Abgabe des Endberichts werden benötigt:

Übermittlung des Endberichts über den eCall gemäß „Leitfaden zur Berichtslegung und projektbezogenen Öffentlichkeitsarbeit“ für die 5. Ausschreibung NEUE ENERGIEN 2020

- 1 Version des Endberichts - Tätigkeitsbericht im pdf-Format
- 1 Version der Endabrechnung im xls-Format
- 1 Version des publizierbaren Endberichts im Word-Format komprimiert als ZIP-Datei
- 1 aktualisierte Version der Zusammenfassung im Word-Format komprimiert als ZIP-Datei

Weitere Anhänge (z.B. Softwaretools) die nicht im Bericht angeführt sind, müssen im pdf-, xls-Format oder als ZIP-Dateien über den eCall durch Erstellen eines „weiteren Anhangs“ hochgeladen werden.

Anmerkung:

Zusätzlich muss das über den **eCall generierte Unterschriftenblatt zum Endbericht** mit einer rechtsgültigen Unterschrift des Antragsstellers unterzeichnet werden und per Post an den/die zuständige ProjektbetreuerIn bei der FFG gesendet werden. Das Unterschriftenblatt wird nach Abschluss des Endberichts im eCall automatisch generiert.

NUR bei Werkverträgen (Forschungsaufträge i. S. des Ausnahmetatbestand §10 Z 13 BVergG) muss nach Aufforderung durch die FFG eine **Rechnung entsprechend der Vorlage** mit einer rechtsgültigen Unterschrift (inkl. Stampiglie) des/der Auftragnehmers/in unterzeichnet werden und **im Original per Post** übersendet werden.

Verschiebungen zwischen den Kostenkategorien eines/r Projektpartners/in sowie zwischen den ProjektpartnerInnen, sowie die Verlängerung des Förderzeitraums müssen im Voraus beantragt und von der FFG genehmigt werden (s. Leitfaden zur Berichtslegung).

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter <http://www.ffg.at/content/ne-2020-vorlagen-berichtslegung>

Bei Fragen kontaktieren Sie bitte Ihre/n jeweilige/n ProjektbetreuerIn der FFG.