

Bericht an den Gemeinderat

Stadt Graz
Umweltamt

GZ: A23-000786/2021/0047

Bearbeiter A23
DI Wolfgang Götzhaber
DI Dr. Werner Prutsch
Mag. Christopher Lindmayr

Dekarbonisierungsstrategie Fernwärme Großraum Graz und Projekte zur Energetischen Reststoffverwertung „Energiewerk Graz“ (EWG) sowie Energetischen Klärschlammverwertung in Gössendorf (EKV)

Berichtersteller:in
BMm. Johanna J. Schwentner

Graz, 22.09.2022

1. Ausgangslage

Ausgehend vom GR-Antrag Nr. 88/22 „Energiewende in Graz“ und einem dazu gestellten Zusatzantrag ergibt sich folgender GR-Beschluss vom 28.04.2022:

„Die Stadt Graz bekennt sich zur von der Arbeitsgruppe Wärmeversorgung Graz 2020/2030 erarbeiteten Dekarbonisierungsstrategie. Umweltstadträtin Judith Schwentner und Beteiligungsstadtrat Manfred Eber werden beauftragt, zusammen mit den zuständigen Stellen dem Gemeinderat einen Grundsatzbeschluss mit Zielvorgaben, Umsetzungsplan und der Prüfung der Finanzierbarkeit zur Beratung und Beschlussfassung vorzulegen.“

2. Dekarbonisierungsstrategie Fernwärme Großraum Graz

Diese „Dekarbonisierungsstrategie Fernwärme Großraum Graz“ beinhaltet in der Fassung V2.2a_10.5.2022 folgende Punkte (von den Geschäftsführungen der Energieversorgungsunternehmen und der Holding Graz unterfertigter Text siehe Anlage 1):

- Errichtung von Anlagen mit einer Kapazität von rd. **660 GWh Wärme auf Basis Abwärme, Erneuerbarer Energie sowie Reststoffen bis 2030**
- **Investitionen in Wärmeerzeugungsanlagen** in Höhe von **mehr als 300 Mio. EUR** mit hoher regionaler Wertschöpfung
- **Weiterer Ausbau des FW-Netzes** – Versorgung von **110.000 Wohnungen** mit Fernwärme
- **Reduktion der CO₂-Emissionen** um rd. **137.000 t/a**

Die Fernwärmeversorgung im Großraum Graz hat sich in den letzten Jahren enorm entwickelt und wesentlich zur Verbesserung der Luftqualität im Grazer Becken beigetragen. Die Anschlusswerte wurden in den letzten Jahren bei gleichzeitiger Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen um über 40% erhöht. So verfügt das rund 670 km lange Fernwärmenetz im Großraum Graz über einen Anschlusswert von rund 875 Megawatt. Bis 2030 sollen im gesamten Netzgebiet über 110.000 Wohnungen mit Fernwärme versorgt sein.

Wegen des Betriebes des Gas- und Dampfturbinen-Kombinationskraftwerks Mellach (GDK-Mellach) für die Stromnetzstützung und der mit der Schließung des Steinkohleblocks verbundenen Kündigung des langjährigen Wärmeliefervertrages von VTP per 30.6.2020 ergab sich aber eine deutliche Lücke bei der Aufbringung von Fernwärme aus hocheffizienter KWK in den Jahren 2020 und 2021. Aufgrund dieser Rahmenbedingungen wurden im Jahr 2020 temporär 47% der Fernwärme im Großraum Graz mit erdgasgefeuerten Kesselanlagen aufgebracht.

Die Versorgungssicherheit konnte durch die Errichtung von neuen Erdgas-Kesselanlagen ab 2014 deutlich erhöht werden, erweist sich aber, wie die derzeitige Situation sehr deutlich zeigt, als damals zwar notwendig, aber in der veränderten Situation globaler Energiemärkte bzw. insbesondere auch hinsichtlich der Klimaschutzanforderungen als nicht ausreichend.

Die **Arbeitsgruppe Wärmeversorgung Graz 2030/2040** bestehend aus **Energie Graz, Energie Steiermark Wärme, Holding Graz, Land Steiermark Referat für Energietechnik und Klimaschutz und der Grazer Energieagentur unter der Leitung des Grazer Umweltamtes** hat seit 2013 zahlreiche Ideen und Überlegungen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung aufgegriffen, analysiert und weiterentwickelt. Nahezu alle dieser vorgeschlagenen Projekte wurden in weiterer Folge von den Betreibern der Fernwärmesysteme auch umgesetzt. Damit konnte der **Anteil der Aufbringung aus erneuerbaren Quellen und Abwärme** in den letzten 5 Jahren durch zahlreiche Maßnahmen, wie die

- Abwärmenutzung Sappi
- Erweiterung der Abwärmenutzung beim Stahl- und Walzwerk Marienhütte
- solarthermisches Speicherprojekt Helios
- Ausweitung der Solaranlage am Areal der Fernwärmezentrale in Graz
- Power to Heat Anlage Thondorf
- Hackgut-Biomasseanlage in Hart

von rund 70 GWh im Jahr 2015 auf rund 300 GWh im Jahr 2020 mehr als vervierfacht und der Anteil an der Fernwärmeaufbringung bei einem gleichzeitigen Fernwärmeausbau **von 6% auf 22% gesteigert** und damit die Ökologisierung der Fernwärme im Großraum Graz vorangetrieben werden.

Trotz dieser Anstrengungen und Erfolge ist Erdgas aktuell der wesentliche Primärenergieträger für die Fernwärmeversorgung im Großraum Graz. Unter dem Eindruck der aktuellen Energiepreisentwicklungen ist zur Sicherstellung der Preisstabilität eine Reduktion der Abhängigkeit der Fernwärmeversorgung im Großraum Graz von Erdgas notwendig.

Darüber hinaus sind die in der Durchführungsverordnung der Wohnbauförderung des Landes Steiermark definierten Rahmenbedingungen für Fernwärmeneukunden zu beachten, in denen ein Anteil von 80% an hocheffizienter Fernwärme (Wärme aus erneuerbaren Quellen, Abwärme oder Wärme aus hocheffizienter KWK) im Aufbringungsmix gefordert wird. Da diese Vorgabe derzeit nicht erfüllt wird, wurde dem Land Steiermark ein abgestimmtes Fernwärme-Entwicklungskonzept zur Begutachtung vorgelegt, das die Wiedererreichung dieser Bedingung im Jahr 2023 vorsieht und damit weiterhin die Fördermöglichkeiten des Landes Steiermark für Fernwärmeneukunden im Großraum Graz bestehen bleiben. Insgesamt entstehen auf den Ebenen Land, Bund und EU immer mehr Regelungen, die strenge Qualitätskriterien an die Bereitstellung von Fernwärme hinsichtlich der Reduktion von Treibhausgasemissionen anlegen.

Das GDK-Mellach, das modernste, leistungsstärkste und effizienteste Gaskraftwerk in Österreich trägt im Rahmen der österreichischen Klimaziele ganzjährig zur Strom-Versorgungssicherheit, aber in den Wintermonaten auch zu Grundlastversorgung der Stromerzeugung in Österreich bei. Sollte dieses Kraftwerk im reinen Kondensationsbetrieb (reine Stromerzeugung) betrieben werden, müssten große Mengen an Abwärme an die Umgebung abgeführt werden. Ein Kraftwerksblock des GDK-Mellach würde im Kondensationsbetrieb eine Wärmeleistung von 40 (!) Biomasseheizwerken mit einer durchschnittlichen Leistung von je 5 MW ungenutzt an die Umgebung abführen. Im März 2021 wurde deshalb eine Vereinbarung unterzeichnet, die den Betrieb eines der beiden Kraftwerksblöcke des GDK-Mellach für die Fernwärmeaufbringung für den Großraum Graz - zunächst für die Heizsaison 2021/22 - regelt.

Zusätzlich zu dieser Möglichkeit der effizienten Wärmeerzeugung – allerdings auf Basis von fossilem Erdgas – ist es unumgänglich, neue Projekte auf Basis erneuerbarer Energie oder Abwärme zu entwickeln um die Dekarbonisierungsbestrebungen voran zu bringen.

Abbildung 1 zeigt die Fernwärmeerzeugung im Großraum Graz in den Jahren 2017-2021 sowie den von Energie Steiermark und Energie Graz erarbeiteten **Dekarbonisierungspfad bis zum Jahr 2035**. Ab dem Jahr 2030 muss der aufgrund des weiteren Ausbaues des Fernwärmenetzes jährlich steigende Wärmebedarf durch Energieeffizienzmaßnahmen kompensiert werden.

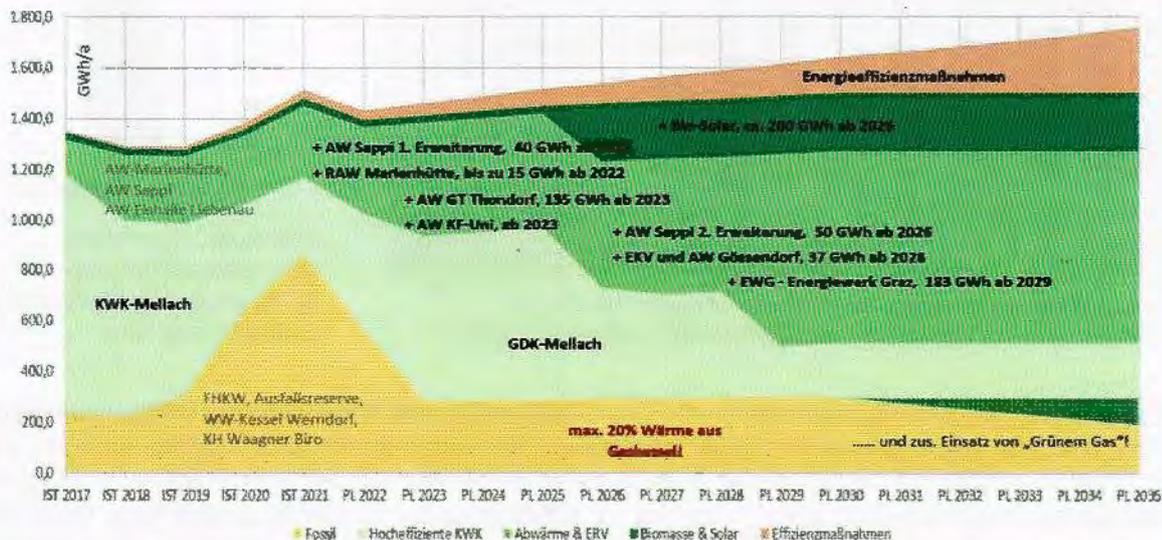


Abbildung 1: Ökologisierung Fernwärme Großraum Graz – Szenario inkl. Energieeffizienzmaßnahmen;
Quelle: Energie Graz

Ausgehend vom Jahr 2021, in dem mit dem Primärenergieträger Erdgas Wärme im Umfang von rd. 1.100 GWh aufgebracht wurde (siehe auch Abbildung 2), ist für das Jahr 2030 eine deutliche Reduktion der Wärmeerzeugung mit Erdgas vorgesehen. Für die Substitution eines Großteils dieser Wärmemenge und die Aufbringung der für den weiteren Ausbau des Netzes erforderlichen Wärme ist im Sinne einer weiteren Ökologisierung und Dekarbonisierung neben der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen im Umfang von rd. 120 GWh die **Realisierung folgender Projekte mit einer Wärmeproduktionskapazität von rd. 660 GWh (d.s. ca. 50%) bis zum Jahr 2030 notwendig:**

- **Energetische Reststoffverwertung** („Energiewerk Graz“, ca. 185 GWh/a ab 2029; dieser Wert korrespondiert mit der Dekarbonisierungsstrategie gemäß Anhang 1, Stand Mai 2022, geringfügige Abweichungen bei der angeführten Wärmemenge, z. B: 183 GWh/a in Abb. 1, resultieren aus neueren Berechnungen); **Details siehe Abschnitt 3!**
- **Biomasseanlage mit solarem Speicherprojekt BioSolar Graz** (ca. 200 GWh/a ab 2026)
- Abwärmenutzung aus der revitalisierten **Gasturbine-Thondorf** (ca. 135 GWh/a ab 2023)
- zusätzliches Potenzial Abwärmenutzung aus dem **Papier – und Zellstoffwerk Sappi** Gratkorn (40 GWh/a ab 2022, zusätzliche 50 GWh/a ab 2026)
- **Energetische Klärschlammverwertung und Abwärmenutzung** aus der Kläranlage der Stadt Graz in Gössendorf (ca. 36 GWh/a ab 2028); **Details siehe Abschnitt 3!**
- **Restabwärmenutzung Marienhütte** (ca. 15 GWh/a im Endausbau ab 2024)

Diese Projekte erfordern eine **Investitionssumme von mehr als 300 Mio. Euro**. Ergänzend ist in diesem Zusammenhang festzuhalten, dass aus Sicht der Arbeitsgruppe beziehungsweise der in der Steuerungsgruppe vertretenen Unternehmen nach bereits durchgeführten Machbarkeitsstudien die **Umsetzung dieses Maßnahmenpaketes** im Hinblick auf eine nachhaltige Dekarbonisierung **jedenfalls erforderlich** ist.

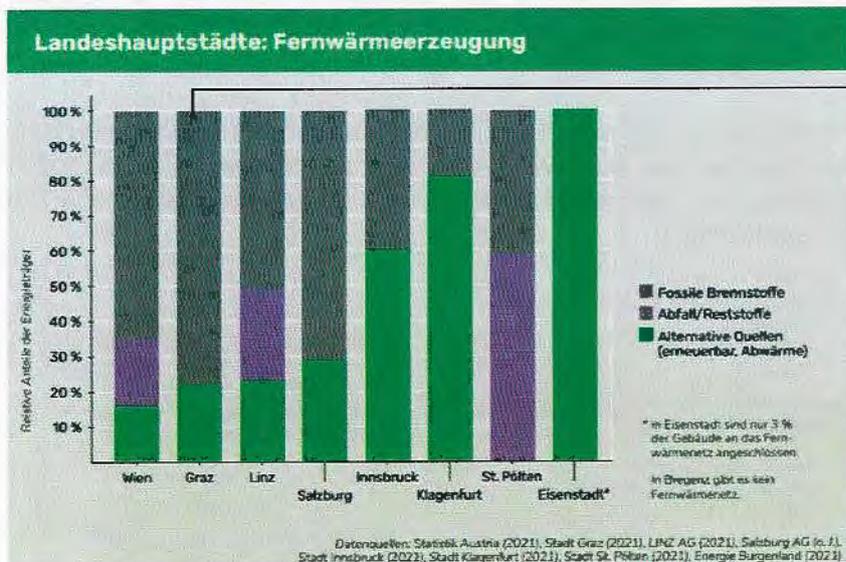


Abbildung 2: Wärmearaufbringung der Landeshauptstädte Österreichs;
Quelle: So heizen die Landeshauptstädte, Global 2000 Klimareport, 02/2022

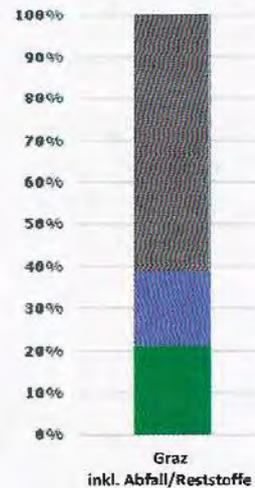


Abbildung 3: Darstellung Wärmearaufbringung Großraum Graz mit EWG/EKV;
Quelle: Holding Graz

Abbildung 2 zeigt die von **GLOBAL2000** stammende Darstellung der **Wärmearaufbringung der Landeshauptstädte** Österreichs, wobei darauf hinzuweisen ist, dass Graz aufgrund der Größe des Fernwärmenetzes am besten mit **Linz und Wien** zu vergleichen ist. Abbildung 3 verdeutlicht die Bedeutung der energetischen Nutzung der Reststoffe aus Rest- und Sperrmüll auch für die Wärmearaufbringung der Landeshauptstadt Graz. Die in den Reststoffen enthaltene Energie, die aktuell nicht lokal genutzt wird, könnte bei der Realisierung der Projekte EWG/EKV zusätzlich zu den bestehenden alternativen Quellen künftig rd. 20% des Grazer Fernwärmebedarfs decken.

Neben den oben angeführten Projekten werden auch deutlich kleinere Projekte, wie der Endausbau des solaren Speicherprojekts HELIOS und die Umsetzung der Abwärmenutzung bei der Karl-Franzens-Universität Graz weiterverfolgt. Im Rahmen des Fernwärmebetriebes werden laufend Maßnahmen zur weiteren Verbesserung der **Energieeffizienz im gesamten Fernwärmesystem** umgesetzt. Dies sind insbesondere Energieberatungen für Kunden, die Betriebsführung von Heizungsanlagen mit professionellem Monitoring und der Ausarbeitung von Effizienzmaßnahmen, Maßnahmen zur Absenkung der Rücklauftemperatur, Flächen- oder Drohnenbefliegungen für thermografische Untersuchungen des Netzes, sowie der Einsatz eines modernen Leckwarnüberwachungssystems. In den prognostizierten Werten wurden auch energieeinsparende Maßnahmen bei den Bestandsobjekten berücksichtigt.

Die **neuen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen** (Preisanstiege auf den internationalen Märkten und Versorgungssicherheit) sind eine gute Grundlage, die notwendigen Detailplanungen der noch nicht realisierten Wärmearzeugungprojekte durchzuführen.

Um das von der **Bundesregierung** erklärte **Ziel der Klimaneutralität** bis zum Jahr **2040** auch in der Wärmearaufbringung für den Großraum Graz erreichen zu können, **bedarf es zusätzlich zu den oben angeführten Projekten vieler weiterer Maßnahmen**, um auch den im Jahr 2030 noch verbleibenden Rest der Wärmearaufbringung mittels fossilem Erdgas im Ausmaß von jährlich rund 540 GWh zu substituieren.

Neben **Kapazitätserweiterungen** bei Anlagen zur fossilenergiefreien Wärmearaufbringung wird auch die Realisierung einer entsprechend groß dimensionierten **Saisonspeicherung** erforderlich sein. Nur damit ist es möglich, Wärmeüberschüsse aus dem Sommerhalbjahr im Winter verfügbar zu machen. Neben Flachspeichern (die u.a. einen sehr hohen Flächenbedarf aufweisen) kommen dafür grundsätzlich auch Speicherkavernen bzw. über Bohrungen erschlossene Unterspeicher in Frage.

Ein wesentliches Merkmal des Prozesses „Wärmeversorgung Graz 2030/2040“ ist die Offenheit und Flexibilität gegenüber neuen Lösungsansätzen und die regelmäßige Prüfung aller verfügbaren Optionen. Derzeit wird insbesondere die Nutzung weiterer Abwärmepotenziale aus Gewerbe und Industrie, der Einsatz von neuen Technologien für thermische Langzeitspeicher und die Nutzung hydrothormaler Geothermie im Großraum Graz geprüft. Zusätzlich könnte der Einsatz von Grünem Gas und Wasserstoff für die Abdeckung von Lastspitzen und als Ausfallsreserve eine wichtige Rolle übernehmen. Zur Sicherstellung und Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit müssen jedenfalls bereits bestehende Anlagen wie z.B. die Ausfallsreserve Puchstraße vorgehalten werden, die geringe laufende Kosten aufweisen und bei Bedarf rasch gestartet werden können. Die notwendige Ökologisierung und Dekarbonisierung der Fernwärme im Großraum Graz wird erfolgreich sein, wenn die - im Vergleich mit anderen Landeshauptstädten – vielen beteiligten Stakeholder (Land Steiermark, Stadt Graz, Energie Steiermark, Energie Graz, Holding Graz, Verbund) in einer guten Kooperation das gemeinsame Ziel verfolgen.

Dabei wird aber ganz entscheidend sein, ob bei einer mittelfristigen (vor allem aus sozialen Aspekten heraus wünschenswerten) Reduktion der Energiepreise die bei den derzeit hohen Preisen ins Auge gefassten Projekte auch weiterverfolgt werden und dann nicht sofort wieder ausschließlich kurzfristige betriebswirtschaftliche Aspekte die Entscheidungen leiten!

Hier wird es für den Fall sinkender Energiepreise jedenfalls entsprechender **Eigentümergegebenheiten** (Stadt, Land, Bund) für die Energieversorgungsunternehmen bedürfen. Dabei **muss die mittel- und langfristige Perspektive zur Dekarbonisierung und Erhöhung der Versorgungsunabhängigkeit ausdrücklich vor kurzfristige Gewinnerwartungen gestellt werden**. Andernfalls wird weder die Dekarbonisierung, noch die krisensichere Versorgung sichergestellt werden können.

Zu den oben angeführten 6 Leitprojekten der Dekarbonisierungsstrategie wird insbesondere hinsichtlich der **Finanzierungsaspekte** von der Energie Graz GmbH & Co KG mit Schreiben vom 9.9.2022 folgendes festgehalten:

I. „Sappi“ und „Marienhütte“

Die Fernwärme-Transportleitung von Sappi in Gratkorn nach Graz, sowie zugehörige Fernwärmeauskopplungsanlagen, wurden von einem Dritten (Bioenergie Edler) errichtet und werden auch von diesem betrieben. Auch zukünftige Investitionen in diese Leitung und Auskopplungsanlagen werden von diesem getätigt werden. Insofern erfordert die Erweiterung der Bezugsleistung bei Sappi keine Finanzmittel seitens der Energie Graz. Die für die Steigerung der Restabwärmennutzung in der Marienhütte erforderlichen Finanzmittel von 3,5 MEUR sind im Investitionsbudget der Energie Graz bereits langfristig vorgesehen.

II. „Gasturbine Thondorf“ und „BioSolar“

Die Maßnahmen „Gasturbine Thondorf“ sowie „BioSolar Graz“ werden von der Energie Steiermark umgesetzt, und werden ohne finanzielle Beteiligung der Energie Graz oder einem Bedarf von Budgetmitteln der Stadt Graz umgesetzt.

III. „Energiewerk Graz“ und „Energetische Klärschlammverwertung Gössendorf“

Die Projekte „Energiewerk Graz“ (EWG) und „EKV Gössendorf“ (EKV) befinden sich aktuell in der Phase der Vorbereitung der entsprechenden behördlichen Genehmigungsverfahren und sollen in der Energie Graz umgesetzt werden.

Für das EWG ist ein UVP-Verfahren erforderlich, die EKV soll materienrechtlich genehmigt werden. Erst nach Erhalt der entsprechenden Genehmigungsbescheide soll die jeweilige Projektgenehmigung („Baubeschluss“) in den Jahren 2025 und 2026 entsprechend den gremialen Erfordernissen der Energie Graz erzielt werden, wobei die Finanzierung in der Energie Graz erfolgen wird. Im Wirtschaftsplan 2023-2027 der Energie Graz sind für beide Projekte insgesamt 6,0 MEUR für Planungskosten vorgesehen. Diese Mittel wurden bereits im Doppelbudget der Stadt Graz im Juni 2022 beschlossen und stammen aus im Wirtschaftsplan 2022-2026 genehmigten Budgetpositionen für Wärmeprojekte.

IV. Budgets und Finanzmittelbedarf: Zusammenfassung der sechs Leitprojekte

Zusammenfassend kann somit festgehalten werden, dass für die im Rahmen der Dekarbonisierungsstrategie geplanten sechs Leitprojekte keine finanziellen Mittel der Stadt Graz benötigt werden. Für deren Umsetzung werden jedoch entsprechende gremiale Beschlussfassungen im Rahmen der Genehmigung von Investitionsbudgets auch von der Stadt Graz erforderlich sein.

Vor der tatsächlichen Umsetzung der in der Dekarbonisierungsstrategie vorgesehenen wesentlichen Vorhaben wird das in **§ 20 HHOG (Haushaltsordnung der Landeshauptstadt Graz) vorgesehene Verfahren** durchgeführt. Sollte das Vermögen der Stadt Graz bzw. der Holding in dem im Statut genannten Ausmaß betroffen sein, wird dem Gemeinderat jeweils ein entsprechender Entwurf des Planungs- bzw. Vorhabensbeschlusses **vorgelegt**.

3. Energetische Reststoffverwertung „Energiewerk Graz“ (EWG) sowie Energetische Klärschlammverwertung Gössendorf (EKV)

Aus der im Abschnitt 2 geschilderten Gesamtstrategie werden in weiterer Folge jene 2 Projekte herausgegriffen, die im unmittelbaren Entscheidungsbereich der Stadt Graz angesiedelt sind.

Bei der Beurteilung dieser Projekte zur „Energetischen Reststoffverwertung in Graz“ (EWG) und „Energetischen Klärschlammverwertung in Gössendorf“ (EKV) sind vor allem zwei Aspekte von Relevanz:

- Die Sicherstellung und Dekarbonisierung der (Fern-) Wärmeversorgung im Raum Graz
- Die Sicherstellung einer preisstabilen und ökologisch sinnvollen Abfallverwertung als Bestandteil der städtischen Kreislaufwirtschaft.

Trotz der Anstrengungen und Erfolge zur Dekarbonisierung des Fernwärmesystems ist Erdgas noch immer der wesentliche Primärenergieträger für die Fernwärmeversorgung im Großraum Graz. Neben dem Umweltaspekt ist insbesondere in Anbetracht der geopolitischen Situation, die den Gaspreis zuletzt in ungeahnte Höhen stiegen ließ und die Versorgungssicherheit selbst in Frage stellt, die Realisierung alternativer Projekte zur schrittweisen Unabhängigkeit von Erdgasimporten ein Gebot der Stunde.

Graz ist aufgrund der Größe des Fernwärmenetzes am besten mit Linz und Wien vergleichbar, die wiederum bereits seit Jahrzehnten ihre eigenen Reststoffe zur nachhaltigen und ressourcenschonenden Wärmeerzeugung nutzen. Für die Landeshauptstadt Graz könnte die Nutzung dieser vorhandenen Energie gemeinsam mit den bestehenden alternativen Quellen rund 40 Prozent des Fernwärmebedarfs decken.

Ausdrücklich festgehalten werden muss, dass die oben angeführten Projekte inklusive EWG und EKV unverzichtbare Bestandteile für eine tragfähige Strategie zum Umbau der Wärmeversorgung im Raum Graz sind.

Die ausschließliche Verstärkung der Nutzung von Biomasse und Solarenergie ist aufgrund der benötigten großen Wärmemengen für sich alleine nicht in der Lage, dieses Thema zufriedenstellend zu lösen.

Eine noch stärkere Nutzung von Biomasse als im o.a. Projekt „Biosolar“ bereits geplant, würde nach dem bisherigen Erkenntnisstand große Bemühungen hinsichtlich der regionalen Aufbringung erfordern.

Diese Regionalität ist allerdings eine wesentliche Voraussetzung, da hier z.B. auch schon der Antransport von kanadischen (!) Pellets zur Diskussion gestellt wurde; solche aus Russland als Ersatz für russisches Erdgas schließen sich wohl aus. Weiters ist bei der forcierten Nutzung von Biomasse – auch bei Einsatz moderner Anlagen – alleine aufgrund der schieren Größenordnung mit einer nicht unbeträchtlichen Menge an Feinstaubemissionen zu rechnen und ist deshalb die Standortwahl von besonderer Bedeutung.

200 GWh pro Jahr zusätzlich über Thermosolaranlagen aufzubringen würde für die Kollektoren und einen Saison-Flachspeicher eine Fläche von etwa 900.000 m² benötigen. (90 ha, entspricht der Fläche von mehr als 1.000 Einfamilienhausgrundstücken).

Das historisch gewachsene Abfallwirtschaftssystem in Graz ist aktuell hinsichtlich der Verwertung von unvermeidbaren Reststoffen auf Kapazitätsangebote Dritter, sowohl im In- als auch Ausland, angewiesen. Das heißt, dass die Abfälle in Graz gesammelt, sortiert und aufbereitet werden und dann zu externen Verwertungsanlagen im In- und Ausland über weite Strecken transportiert werden. Durch die steigenden Anforderungen an die Abfallvermeidung und -trennung werden die Reststoffmengen je Einwohner:in bis 2030 stagnieren bzw. leicht sinken. Das prognostizierte Bevölkerungswachstum im Ballungsraum Graz führt langfristig aber zu steigenden Abfallmengen. Trotz der umfassenden Maßnahmen zur Abfallvermeidung,

Wiederverwendung und Recycling ist und wird es nicht möglich sein, sämtliche anfallenden Abfälle im Kreislauf zu führen. Daher ist es jedenfalls erforderlich, für eine umweltgerechte Behandlung und eine bestmögliche Verwertung der Restabfälle (Reststoffe), die **thermische Verwertung** als nächste Stufe der **Abfallhierarchie** zu nutzen. Die thermische Verwertung für alle Reststoffe aus Restmüll, Sperrmüll, Gewerbeabfall und alle im Zuge des Recyclings ausgeschleusten nicht-recyclingfähigen Abfälle ist die wichtigste Methode der Abfallverwertung und damit **integraler Bestandteil einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft**.

Die Dimensionierung des EWG mit **etwa 103.000 Tonnen Inputmenge pro Jahr** entspricht der z. prognostizierten Entwicklung hinsichtlich Bevölkerungswachstum, Vermeidung bestimmter Abfallfraktionen (Kunststoffe) und Recyclingquoten im Ballungsraum Graz (G und GU). Eine Hinzunahme von Abfallfraktionen in einem größeren Einzugsradius ist nach diesen Prognosen nicht erforderlich. Sollten Abfallvermeidung und Recycling doch stärker greifen als erwartet, kann eine Unterdeckung mit Inputmaterial durch eine moderate Ausweitung des Einzugsradius (etwa angrenzende Bezirke) ausgeglichen werden. Das wäre bei einer „großen steirischen Lösung“ mit einer Kapazität von etwa 250.000 Jahrestonnen nicht so einfach und würde Abfallanlieferungen in den Großraum Graz mit deutlich größerem Einzugsradius auslösen.

Kleinere Schwankungen bei den Inputmengen könnten technisch auch durch die Zumischung von Biomasse ausgeglichen werden. Überhaupt ist für den längerfristigen Betrieb der Anlage zu beachten, dass nicht nur die Jahrestonnage, sondern insbesondere der dem Kessel stündlich zugeführte Heizwert entscheidend ist.

Durch die Realisierung der angestrebten Insourcingmaßnahme soll zukünftig nicht nur die **Fernwärmeversorgung** der Stadt Graz abgesichert, sondern auch sichergestellt werden, dass die thermische Verwertung von regional anfallenden Reststoffen auf Grundlage neuester Technologien (BAT – besten verfügbaren Techniken) und ökologisch optimierten Prozessen erfolgt. Die damit mögliche wesentliche Reduktion von bisher notwendigen Logistikleistungen („**Reduktion LKW-Kilometer**“) stellt ein zusätzliches Nutzenpotential im Sinne der Kreislaufwirtschaft sowohl ökologisch als auch volks- und betriebswirtschaftlich dar.

Bereits im Rahmen der Erstellung der Machbarkeitsstudie zur EWG/EKV wurden unter Einbezug von Fachexpert:innen neben der CO₂-Bilanzierung auch die Grenzwerte für Emissionen und Immissionen (Klima- und Nachbarschaftsschutz) berücksichtigt. Um bereits im Vorfeld der durchzuführenden Umweltverträglichkeitsprüfung die einwandfreie Einhaltung der Grenzwerte transparent belegen zu können, wurden zur Darstellung der zu erwartenden Emissionen und Immissionen detaillierte Berechnungen durchgeführt.

Die geplanten **Anlagen EWG & EKV** schaffen eine regionale Lösung zur Verwertung der anfallenden Reststoffe sowie Klärschlämme und reduzieren so die aktuellen Emissionen aus der Fernwärmeerzeugung durch Erdgas um bis zu **22.000 t CO₂ pro Jahr** (Tabellen 1 und 2; Quelle: *Machbarkeitsstudie zur Errichtung lokalwirtschaftlicher Verwertungsanlagen für Reststoffe und biogenen Klärschlamm im Großraum Graz 2022*).

Diese Reduktion der CO₂-Emissionen um 22.000 t pro Jahr kann – **um die Größenordnung aufzuzeigen** – z.B. mit den **Gesamtemissionen des „Hauses Graz“** verglichen werden. Diese betragen gemäß der dem Gemeinderat im März 2022 vorgelegten „**Klimaschutzplan – Eröffnungsbilanz**“ für die **Summe aller Aktivitäten**, vom Betrieb der städtischen Busse im ÖV über diverse Beteiligungen bis hin zur Beheizung der Amtsgebäude und Schulen etwa **42.000 t pro Jahr**. Die hier zu erwartende CO₂-Reduktion ist daher im Vergleich zu vielen anderen Maßnahmen eine **in der Größenordnung sehr bedeutende** und auch von den **spezifischen Kosten her im Maßnahmenvergleich günstige**.

Der **Einsatz von Wärmepumpen** optimiert den Wärmeoutput und damit die Substitution von Erdgas. Weitere Beiträge zur Reduktion von Emissionen entstehen durch das **reduzierte Transportaufkommen** (rd. 1 Mio. km an

LKW-Transportleistungen werden eingespart) für Abfälle und den Betrieb von städtischen Bussen und Müllsammelfahrzeugen mit H₂ (**Wasserstoff**), der aus dem mit der Anlage erzeugten Strom gewonnen wird. Die geplanten Anlagen sollen den besten verfügbaren Techniken (BAT) entsprechen, daher wurden die entsprechenden und zukünftig auch in der Abfallverbrennungsverordnung vorgegebenen strengeren Emissions-Grenzwerte berücksichtigt.

Tabelle 1: CO₂-Emissionen EWG	Einheit (in Tonnen/Jahr)	Variante A2a (103.000 t)
Generierte CO ₂ -Emissionen aus Anlage	t/a	40.200
Vermiedene CO ₂ -Emissionen durch Wegfall von Transporten	t/a	-740
CO ₂ -Reduktionseffekt durch H ₂ -Erzeugung	t/a	-1.000
Substituierte fossile CO ₂ -Emissionen aus aktueller Fernwärmeaufbringung	t/a	-53.200
Gesamtreduktion an CO₂ EWG (lokal)	t/a	-14.740

Tabelle 2: CO₂-Emissionen EKV	Einheit (in Tonnen/Jahr)	Variante K10 (10.500 t)
Generierte CO ₂ -Emissionen aus Anlage	t/a	2.250
Vermiedene CO ₂ -Emissionen durch Wegfall von Transporten	t/a	-150
Substituierte fossile CO ₂ -Emissionen aus aktueller Fernwärmeaufbringung	t/a	-9.600
Gesamtreduktion an CO₂ EWG (lokal)	t/a	-7.500

Bezüglich der Emissionen von **Stickoxiden (NO_x)** und **Feinstaub (PM₁₀)** wurden ebenfalls Berechnungen angestellt, die zeigen, dass die zu erwartenden zusätzlichen Feinstaub- oder Stickoxid-Emissionen, im Vergleich zu den für Graz bekannten Gesamtemissionen, **als gering einzustufen** sind. Am Beispiel des Projekts EWG Variante A2a kann diese Aussage mit folgender Tabelle 3 veranschaulicht werden:

Tabelle 3: Feinstaub- (PM₁₀) & Stickstoff- (NO_x) Emissionen EWG	Einheit	PM₁₀ Variante A2a (103.000 t)	NO_x Variante A2a (103.000 t)
Kamin-Emissionen aus Anlage	t/a	0,34	28
Vermiedene Emissionen durch substituierte FW-Produktion*	t/a	-0,18	-14
Emissions-Veränderung durch EWG	t/a	0,16	14
Gesamtemissionen in Graz (Emissionskataster Graz 2001)	t/a	312	2.523
Emissions-Veränderung durch EWG in % (im Vergleich zu den jährlichen Gesamtemissionen PM₁₀ und NO_x in Graz)	%	0,05%	0,6%

**in einer großräumlichen Betrachtung kann man diesen Wert von den berechneten Kamin-Emissionen abziehen, da durch Realisierung der Projekte EWG/EKV fossile Emissionen aus aktueller Fernwärmeaufbringung substituiert werden.*

Aufgrund der besonderen topographischen Lage und der Vorbelastung des Großraumes Graz ist es aber auch essentiell, die Einhaltung der Vorgaben hinsichtlich **Immissionsgrenzwerte** zu berücksichtigen. Die vorgeschlagenen Standorte des „Energiewerkes Graz“ (EWG) und der EKV in Gössendorf liegen in einem **NO₂- und PM₁₀-Sanierungsgebiet** (Puchstraße/Gössendorf). Zur Darstellung der zu erwartenden Immissionen wurden für die vorgeschlagenen Varianten und Standorte entsprechende **Ausbreitungsrechnungen** mit Hilfe externer Fachunterstützung (ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) durchgeführt. Generell gilt eine Zusatzbelastung von weniger als 3% vom Immissionsgrenzwert als irrelevant. **Aufgrund der Tatsache**, dass die geplanten Projekte in einem NO₂- und PM₁₀-Sanierungsgebiet realisiert werden sollen, ist das Irrelevanzkriterium für Langzeitmittelwerte (JMW) mit 1% strenger. In einem Sanierungsgebiet muss die Zusatzbelastung irrelevant sein. Außerhalb von Sanierungsgebieten ist auch ein relevanter Beitrag der Zusatzbelastung zulässig, sofern sich die aus der vorhandenen Vorbelastung und der Zusatzbelastung ergebende Gesamtbelastung niedriger ist, als der zulässige Immissionsgrenzwert. Die Ergebnisse der durchgeführten Ausbreitungsrechnungen des EWG zeigen, dass bei Realisierung der vorgeschlagenen Variante A2a mit 103.000 t/a am Standort Puchstraße Graz, die **Langzeitmittelwerte für alle Luftschadstoffe irrelevant** sind. Für die Luftschadstoffe SO₂ (Schwefeldioxid) und HF (Fluorwasserstoff) wurden relevante Beiträge bei den Kurzzeitmittelwerten berechnet (Zusatzbelastung > 3%), jedoch liegt die Gesamtbelastung unter dem vorgegebenen Grenzwert.

Die Ergebnisse der durchgeführten **Ausbreitungsrechnungen der EKV** zeigen, dass bei Realisierung der vorgeschlagenen Variante K10 mit **10.500 t/a** am jetzigen Standort der **Kläranlage in Gössendorf** die Langzeitmittelwerte (JMW) für alle Luftschadstoffe **irrelevant** sind. Relevante Beiträge ergeben sich nur bei Kurzzeitmittelwerten für die Luftschadstoffe NO₂, SO₂ und HF. Die Gesamtbelastung dieser Luftschadstoffe liegt aber unter den einzuhaltenden Grenzwert. Die relevante NO₂-Zusatzbelastung (maximaler HMW) mit bis zu 4,4% des Grenzwertes betrifft ein relativ kleines Gebiet, das in unmittelbarer Nähe des angenommenen Emittenten, ausschließlich auf dem Betriebsgelände der Kläranlage, liegt. Außerhalb des Betriebsgeländes und somit auch in allen Wohngebieten wurde bestätigt, dass der Beitrag der EKV, so wie es für ein Sanierungsgebiet erforderlich ist, irrelevant ist.

Die im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführten Analysen im Bereich Ökologie zeigen, dass bei Realisierung der beiden Projekte „Energiewerk Graz“ (EWG) und EKV in Gössendorf sowohl Emissions- als auch Immissionsgrenzwerte eingehalten werden können und die vielfältigen Zielsetzungen in den Bereichen Umwelt, Klimaschutz sowie Energie auf nationaler, internationaler und regionaler Ebene erreicht werden.

Zudem sind auch zukünftig geltende gesetzliche Rahmenbedingungen für die Klärschlambewirtschaftung zu beachten. So sieht der aktuell vorliegende Begutachtungsentwurf der Novellierung der Abfallverbrennungsverordnung des BMK vor, dass ab 1. Jänner 2030 Klärschlamm aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen einer Monoverbrennung zur Phosphorrückgewinnung zuzuführen sind.

Das **Projekt EKV im Bereich der Kläranlage der Stadt Graz in Gössendorf** ist in seiner aktuellen Konzeption in der Kombination mit der **Abwärmenutzung** aus dem Kläranlagenablauf mit Hilfe einer **Wärmepumpe** zu beurteilen.

Diese **Abwärmenutzung** entspricht in der Grundkonzeption dem aktuell bereits in Umsetzung befindlichen Projekt an der Wiener Hauptkläranlage und ist in Graz schon seit etwa 2015 in Diskussion. Eine Umsetzung erfolgte bis dato aus mehreren Gründen nicht.

Ein Hauptthema ist dabei – neben einem bis Mitte 2021 nicht mit Herstellung aus Erdgas konkurrenzfähigen Preis – die erforderliche „Nachheizung“ am Austritt der Wärmepumpe, die dem gereinigten Abwasser der Kläranlage Wärme entzieht. Die Endtemperatur ist bei Wärmepumpen mit etwa 90° C limitiert, zur Einspeisung

in das FW-Netz ist eine Temperaturerhöhung in den Bereich 100 bis 120° C erforderlich. In Kombination mit einer Verbrennung des vorgetrockneten Klärschlammes ließe sich diese Temperaturerhöhung einfach bewerkstelligen, weiters könnte die in den Brüden aus der Schlamm-trocknung enthaltene Kondensationswärme über die oben genannte Wärmepumpe genutzt werden. Dadurch ergibt sich eine **Verfahrenskombination**, die im Vergleich zu einer reinen Klärschlammverbrennung bzw. einer reinen Wärmepumpenlösung am Kläranlagenablauf **Vorteile** aufweist. Die ausschließliche Realisierung einer Klärschlammverbrennungsanlage wurde nicht zuletzt auch aufgrund des Fehlens dieser Synergien vom Umweltamt 2014 nicht empfohlen, außerdem war damals noch eine Entsorgung über eine Mitverbrennung im Kohleblock des FHKW Mellach gegeben. Aus den angeführten Gründen ist dieses Kombinationsprojekt nun anders zu beurteilen, es muss aber im Auge behalten werden, dass eine Verbrennung von Klärschlämmen – je nach Schlammzusammensetzung – eine wesentliche technische Herausforderung darstellt. Aufgrund des bis 2030 zu erwartenden **Mono-Verbrennungsgebotes** (um eine **Rückgewinnung** des enthaltenen **Phosphors** zu gewährleisten) und des damit stark wachsenden Bedarfs an Verbrennungskapazitäten, ist auch mit einer entsprechenden technischen Weiterentwicklung in den kommenden Jahren zu rechnen.

Zum Verbrennungsgebot (gemäß aktuellem Entwurf der AbfallverbrennungsVO des BMK) ist anzuführen, dass damit der aktuellen Praxis Einhalt geboten wird, den Klärschlamm großflächig auf landwirtschaftliche Flächen aufzubringen. Auch wenn dabei selbstverständlich aktuell gültige Grenzwerte eingehalten werden, muss befürchtet werden, dass dadurch aus zukünftiger Sicht großflächig (!) landwirtschaftliche Flächen unumkehrbar mit Mikroplastikpartikeln kontaminiert werden und diese Praxis schnellstmöglich beendet werden sollte.

Die Erstellung der „Machbarkeitsstudie EWG/EKV“, ein Gemeinschaftsprojekt von Holding Graz / Energie Steiermark / Energie Graz und unter Einbezug des Grazer Umweltamtes, wurde im März 2022 plangemäß abgeschlossen (Phase 1) und den GR-Klubs, der Gemeindevertretung Gössendorf am 20.4.2022, der Bezirksvertretung Puntigam am 16.7.2022, der Bezirksvertretung Liebenau am 30.8.2022 und der Bezirksvertretung Jakomini am 31.8.2022 präsentiert.

Mit der Presskonferenz am 4.7.2022 und der entsprechenden medialen Berichterstattung seitens der Projektgruppe wurde auch ein transparenter Kommunikationsprozess mit dem Ziel gestartet, die Grazer:innen von Beginn weg einzubinden und über die Projekte „Energiewerk Graz“ (EWG) und „Energetische Klärschlammverwertungsanlage in Gössendorf“ (EKV) und die geplanten Schritte in Kenntnis zu setzen. So wurden bereits am 6. und 7. Juli 2022 rund 10.000 Infokarten an Anrainer:innen (Privathaushalte) ausgesendet und eine entsprechende Info-Hotline (Callcenter) eingerichtet. Zudem wurde parallel eine Projektwebseite mit zentralen Informationen zum „Energiewerk Graz“ und zur geplanten EKV inkl. „Erklärvideo“ und 25 wichtigen Fragen & Antworten (FAQ) unter www.holding-graz.at/energiewerk-graz-ekv online gestellt. Am 13./14. Juli 2022 wurden nochmals rund 35.000 Stück an Infokarten an Anrainer:innen ausgesendet (insgesamt damit bereits 45.000 Stk.).

Die oben genannte Machbarkeitsstudie zeigt auf, welchen maßgeblichen Beitrag die Nutzung stadteigener Ressourcen (Reststoffe und Klärschlämme) insbesondere für die Absicherung eines relevanten Anteils des Grazer Fernwärmebedarfs, im Sinne der Kreislaufwirtschaft und Ökologisierung der Fernwärmeaufbringung, leisten kann. Die Projekte EWG und EKV bieten **regionalwirtschaftliche Lösungen** für die Themen Energie-/Wärmeversorgung, saubere Mobilität (Herstellung von Wasserstoff für städtische ÖV-Busse), Reststoffverwertung, Kreislaufwirtschaft und Abwasserreinigung, welche in Umwelt- und Energiezielen der EU, der Republik Österreich des Landes Steiermark und der Stadt Graz vielfach adressiert werden.

Die vorliegenden Ergebnisse, welche von internen und externen Fachexpert:innen aus den unterschiedlichsten Bereichen ausgearbeitet und bestätigt wurden, zeigen, dass die Umsetzung der beiden Projekte EWG/EKV nicht nur ökologisch sinnvoll und wirtschaftlich darstellbar, sondern auch ein entscheidender Schritt zur Sicherstellung der Ver- und Entsorgungssicherheit und hin zu mehr Unabhängigkeit von Importen fossiler Energieträger ist.

In Hinblick auf eine nachhaltige Dekarbonisierung der Grazer Fernwärme wird die Stadt Graz mit der Umsetzung der Projekte EWG und EKV die Eigenverantwortung für die bestmögliche Verwertung der Reststoffe/Klärschlämme und die Reduktion des Erdgaseinsatzes in der Fernwärme übernehmen.

Die Errichtung des **EWG** sowie der **EKV** in Gössendorf ist in Hinblick auf die Kriterien **Ökologie, Sicherheit und Finanzen** zielführend und sollte zeitnah begonnen werden. Die nachfolgenden **strategischen Schlussfolgerungen und Eckpunkte** ergeben sich aus den durchgeführten Analysen:

- insbesondere der Beitrag für die **Dekarbonisierung der Fernwärmeaufbringung** sowie für die **Dekarbonisierung in Mobilitätsbereichen** (Wasserstoff) leisten einen unverzichtbaren Beitrag zur Klimaneutralität im Haus Graz.
- Die signifikante Steigerung von **Entsorgungs-, Versorgungs- und Preissicherheiten** sind maßgebliche Effekte aus den umzusetzenden **Sektorenkopplungen**. Die Relevanz der mit den Projekten EWG/EKV zunehmenden **Unabhängigkeit von Erdgasimporten** wird durch den Krieg von Russland gegen die Ukraine und die damit verbundenen Sanktionen und Handelsbeschränkungen nochmals verstärkt.
- Die **energetische Verwertung** ist für alle **nicht recyclingfähigen Reststoffe** aus Restmüll, Sperrmüll und Gewerbeabfall sowie **biogene Klärschlämme** die ökologisch bestgeeignetste Verwertungsmethode, weshalb die Projekte EWG/EKV ein integraler Bestandteil einer funktionierenden lokalen **Kreislaufwirtschaft** sein soll.
- Die **Finanzierung** der Errichtung und des Betriebs des EWG sowie einer EKV ist durch **risikoreduzierendes Insourcing** gesichert und erfordert keine Zuschüsse durch die öffentliche Hand.
- Für die Umsetzung werden **zwei Standorte**, je einer für das EWG sowie die EKV, mit entsprechenden logistischen Synergien im **Grazer Süden** vorgeschlagen.
- Die Anlagengrößen sind auf die Bedeckung des langfristigen **lokalen Verwertungs- und Energiebedarfs** ausgerichtet. Begründet durch diese bewusst **lokalwirtschaftliche Ausrichtung** sind beide Anlagen im internationalen Vergleich an der untersten Größengrenze bisher realisierter Anlagen dieser Art einzuordnen.
- Durch die geringen Anlagengrößen besteht eine **maximale Unabhängigkeit von Dritten** durch de facto risikofreie Inputmengenströme und gesicherte Absatzmengen.
- Die Detailplanung, Errichtung und der Betrieb erfolgt durch die Energie Graz, das gemeinsame Unternehmen der Projektauftraggeber Holding Graz und Energie Steiermark.

Die durchgeführten Analysen kommen zu folgenden **10 zentralen Ergebnissen**:

Ökologie

1. Signifikante lokale CO₂-Reduktionen und Reduktion der Abhängigkeit von Erdgasimporten
2. Forcierung der lokalen Kreislaufwirtschaft (Abfallhierarchie, Recycling)
3. Notwendige lokale Impulse im Bereich Wasserstoff
4. Einhaltung der Grenzwerte für Emissionen und Immissionen
5. Reduktion der überregionalen und innerstädtischen Verkehrsbelastung

Sicherheit

6. Preissicherheit für Fernwärme und Abfallverwertung
7. Maßgeblicher Beitrag zur Entsorgungssicherheit sowie zur Versorgungssicherheit

8. Absicherung des Fernwärmeausbaus durch Erhaltung der Förderwürdigkeit

Finanzen

- 9. Einsparungen führen zu zusätzlichen Finanzmitteln für die öffentlichen Eigentümer
- 10. Beschäftigung und Wertschöpfung sind wertmäßig relevant und zeitlich nachhaltig

Ökologisch ist hervorzuheben, dass die Errichtung des EWG sowie der EKV zu einer lokalen **Gesamteinsparung an CO₂-Emissionen von rd. 22.000 t p.a.** führt und demgemäß als relevanter Beitrag zur **Energiewende** zu werten ist. Darin enthalten ist sowohl die **Substitution von Erdgas** in der Fernwärmeerzeugung als auch die **wasserstoffbasierte Dekarbonisierung von 60 Bussen und LKW** der städtischen Infrastruktur von Graz. Zugleich können rd. **30.000 Wohnungen** in der Stadt Graz gesichert mit **Fernwärme** versorgt werden. Hinsichtlich des Effektes auf die **Beschäftigung** ist mit der Schaffung von durchschnittlich **rd. 100 Vollzeit Arbeitsplätzen in der Steiermark** für die Bestandsdauer der zwei Anlagen zu rechnen.

Betreffend die **Finanzierbarkeit** der oben dargestellten Ergebnisse kann von folgender vereinfachter Betrachtungsweise hinsichtlich der zu koppelnden Sektoren ausgegangen werden:

Energetische Restoffverwertung (ERV)	-156 MEUR
Energetische Klärschlammverwertung (EKV)	-50 MEUR
Investitionskosten	-205 MEUR
Erdgaszukauf und Nebenkosten	11 MEUR
Thermische Verwertung Abfall und Klärschlamm	11 MEUR
Substitution von bisherigen Zahlungen an Dritte (Insourcing)	22 MEUR
Übriges Betriebsführung, Personal, Instandhaltung, Erlöse Wasserstoff, Übriges	-10 MEUR
EBITDA p.a.	12 MEUR
Amortisationsdauer [Investitionskosten / EBITDA]	17 Jahre

Tabelle 4: Übersicht über Finanzierbarkeitsparameter

Durch Realisierung des EGW sowie EKV in Gössendorf können **Einsparungen (EBITDA)** in Höhe von rd. 12 MEUR pro Jahr erzielt werden. Dieser Einsparung stehen einmalige **Investitionskosten von rd. 205 MEUR** gegenüber. Die Darstellung zeigt damit die **gesicherte Finanzierung** des Vorhabens durch Insourcing, da von einer **40-jährigen Nutzungsdauer** der Investitionen auszugehen ist und vereinfacht sowie vor Steuern bereits nach rd. 17 Jahren die Investitionen statisch amortisiert werden können.

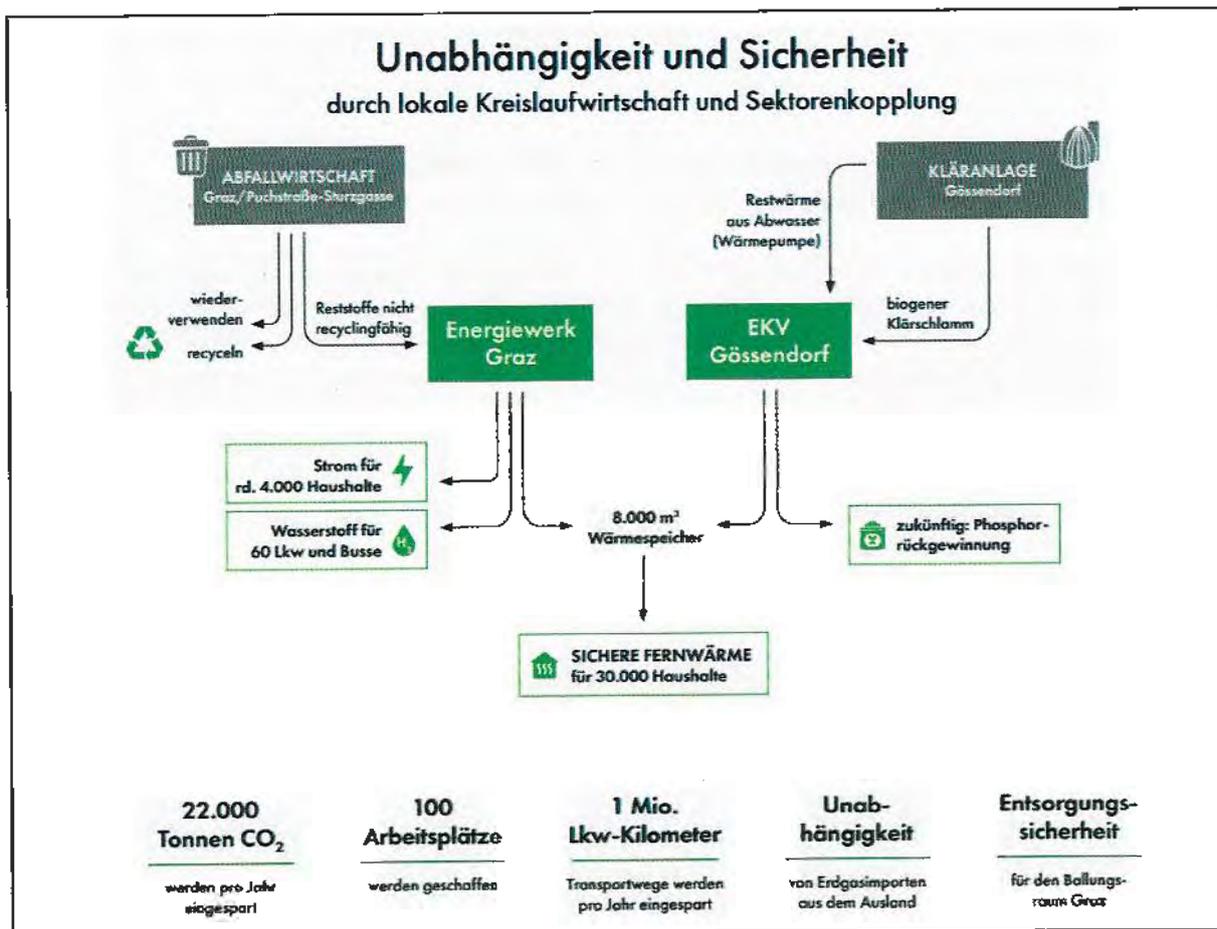


Abbildung 4: Grafik zum EWG und zur EKV, Quelle: Machbarkeitsstudie EWG/EKV 2022 | Holding Graz

Es wurde seitens der Projektgruppe die **Empfehlung** ausgesprochen,

- die Umsetzung der **EWG-Variante A2a** mit einer **Inputmenge von 103.000 to p.a.** am Standort **Puchstraße in Graz**, am Gelände des Fernheizkraftwerkes der Energie Steiermark und damit direkt angrenzend an die Abfallwirtschaft der Holding Graz,
- gemeinsam mit der **EKV-Variante K10** am bestehenden Standort der städtischen Kläranlage in der **Gemeinde Gössendorf**,
- **umgehend** zu beginnen und hierfür als nächste Schritte (Phase 2)
 - o auf Ebene der Projektträger die erforderlichen **Vertragseckpunkte** festzulegen sowie
 - o eine entsprechende **Projektstruktur** zu schaffen und diese budgetär für die vorbereitenden Maßnahmen (Planung, UVP) auszustatten,
 - o sodass die **Einreichplanungen** bzw. die **Vorbereitungen für die Umweltverträglichkeitsprüfung in weiterer Folge** beginnen können,

um die **Inbetriebnahme** des **EWG bis 2028** und jene der **EKV bis 2029** zu ermöglichen.

Die finanzielle Basis für die oben genannten Planungsschritte (Phase 2) bildet die Vorsorge im Budgetbeschluss 2022/23 vom 23. Juni 2022.

Der Ausschuss für **Klimaschutz, Umwelt und Energie** stellt daher gemäß § 45 Abs. 6 des Statutes der Landeshauptstadt Graz 1967
den

A N T R A G

der Gemeinderat wolle beschließen:

1. Die „Dekarbonisierungsstrategie Fernwärme Großraum Graz“ (Kapitel 2 des vorliegenden Motivenberichts) wird zur Kenntnis genommen.
2. Die Projekte zur Energetischen Reststoffverwertung „Energiewerk Graz“ (EWG) sowie Energetische Klärschlammverwertung in Gössendorf“ (EKV) (Kapitel 3 des vorliegenden Motivenberichts) werden zur Kenntnis genommen.
3. Die Dekarbonisierungsstrategie Fernwärme Großraum Graz in der Fassung vom 10.5.2022 (Anlage 1) wird gemäß GR-Antrag Nr. 88/22 „Energiewende in Graz“ (GR-Beschluss vom 28.04.2022) zustimmend zur Kenntnis genommen. Vor der tatsächlichen Umsetzung der in der Dekarbonisierungsstrategie vorgesehenen wesentlichen Vorhaben wird das in § 20 HHOG (Haushaltsordnung der Landeshauptstadt Graz) vorgesehene Verfahren durchgeführt. Sollte das Vermögen der Stadt Graz bzw. der Holding in dem im Statut genannten Ausmaß betroffen sein, wird dem Gemeinderat jeweils ein entsprechender Entwurf des Planungs- bzw. Vorhabensbeschlusses vorgelegt.

Anlagen:

1. Dekarbonisierungsstrategie Fernwärme Großraum Graz, V2.2a_10.5.2022
2. Machbarkeitsstudie zur Errichtung lokalwirtschaftlicher energetischer Verwertungsanlagen für Reststoffe und biogenen Klärschlamm im Großraum Graz; Executive Summary, Graz, Mai 2022

DI Wolfgang Götzhaber, A23
elektronisch unterschrieben

Mag. Christopher Lindmayr, A23
elektronisch unterschrieben

DI Dr. Werner Prutsch
Abteilungsleiter Umweltamt A23
elektronisch unterschrieben

Die Stadtsenatsreferentin für Umwelt, Stadtplanung
und Stadtentwicklung
Bgm.in-StVin Mag.^a Judith Schwentner
elektronisch unterschrieben

Vorberaten und einstimmig/mehrheitlich/mit 2 Stimmen angenommen/abgelehnt/
unterbrochen in der Sitzung des

Ausschusses für Klimaschutz, Umwelt und Energie

Der/Die Schriftführer:in:

19/8/2022


Der/Die Vorsitzende:



Abänderungs-/Zusatzantrag: Eventuelle Änderungen und Ergänzung sind zu protokollieren!

Der Antrag wurde in der heutigen	<input checked="" type="checkbox"/> öffentlichen	<input type="checkbox"/> nicht öffentlichen Gemeinderatssitzung
<input type="checkbox"/> bei Anwesenheit von Gemeinderät:innen		
<input checked="" type="checkbox"/> einstimmig	<input type="checkbox"/> mehrheitlich (mit Stimmen / Gegenstimmen) angenommen.	
<input type="checkbox"/> Beschlussdetails siehe Beiblatt		
Graz, am <u>22.9.22</u>	Der/die Schriftführer:in: 	

Dekarbonisierungsstrategie Fernwärme Großraum Graz

Graz, 10. Mai 2022

Erstellt von:



ENERGIE GRAZ



GRAZ
HOLDING



Dekarbonisierungsstrategie Fernwärme Großraum Graz

Management Summary

- **Errichtung von Anlagen mit einer Kapazität von rd. 660 GWh Wärme auf Basis Abwärme, Erneuerbarer Energie sowie Reststoffen bis 2030**
- **Investitionen in Wärmeerzeugungsanlagen in Höhe von mehr als 300 Mio. EUR mit hoher regionaler Wertschöpfung**
- **Weiterer Ausbau des FW-Netzes – Versorgung von 110.000 Wohnungen mit Fernwärme**
- **Reduktion der CO₂-Emissionen um rd. 137.000 t/a**

Ausgangssituation

Die Fernwärmeversorgung im Großraum Graz hat sich in den letzten Jahren enorm entwickelt und wesentlich zur Verbesserung der Luftqualität im Grazer Becken beigetragen. Auf Basis des kommunalen Energiekonzeptes 2017 der Stadt Graz und vieler Initiativen in den südlichen Umlandgemeinden wurden die Anschlusswerte in den letzten Jahren bei gleichzeitiger Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen um über 40% erhöht. So verfügt das rund 670 km lange Fernwärmenetz im Großraum Graz über einen Anschlusswert von rund 875 Megawatt. Bis 2030 sollen im gesamten Netzgebiet über 110.000 Wohnungen mit Fernwärme versorgt sein.

Betreffend die Wärmeaufbringung für dieses Fernwärmesystem waren und sind auch zukünftig immer wieder Anpassungen an geänderte Rahmenbedingungen sowie den Stand der Technik erforderlich. Im Jahr **2020** gab es mit der **Beendigung des Steinkohlezeitalters** in der Grazer Fernwärme durch den damals wesentlichsten Wärmeerzeuger VERBUND Thermal Power GmbH & Co KG (VTP) einen großen Wendepunkt und es konnte damit ein wesentlicher Beitrag zur **Ökologisierung des Systems** geleistet werden. Wegen des Betriebes des Gas- und Dampfturbinen-Kombinationskraftwerks Mellach (GDK-Mellach) für die Stromnetzstützung und der mit der Schließung des Steinkohleblocks verbundenen Kündigung des langjährigen Wärmeliefervertrages von VTP per 30.6.2020 ergab sich aber eine deutliche Lücke bei der Aufbringung von Fernwärme aus hocheffizienter KWK in den Jahren 2020 und 2021. Aufgrund dieser Rahmenbedingungen wurden im Jahr 2020 temporär 47% der Fernwärme im Großraum Graz mit erdgasgefeuerten Kesselanlagen aufgebracht. Die **Versorgungssicherheit** konnte durch die Errichtung von neuen Erdgas-Kesselanlagen deutlich erhöht und kann damit **langfristig gewährleistet** werden.

Die Arbeitsgruppe Wärmeversorgung Graz 2030/2040 bestehend aus Energie Graz, Energie Steiermark Wärme, Holding Graz, Land Steiermark Referat für Energietechnik und Klimaschutz und der Grazer Energieagentur unter der Leitung des Grazer Umweltamtes hat seit 2013 zahlreiche Ideen und Überlegungen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung aufgegriffen, analysiert und weiterentwickelt. Nahezu alle dieser vorgeschlagenen Projekte wurden in weiterer Folge von den Betreibern der Fernwärmesysteme auch umgesetzt. Damit konnte der **Anteil der Aufbringung aus erneuerbaren Quellen und Abwärme** in den letzten 5 Jahren durch zahlreiche Maßnahmen, wie die

- **Abwärmenutzung Sappi**
- **Erweiterung der Abwärmenutzung beim Stahl- und Walzwerk Marienhütte**
- **solarthermisches Speicherprojekt Helios**
- **Ausweitung der Solaranlage am Areal der Fernwärmezentrale in Graz**
- **Power to Heat Anlage Thondorf**
- **Hackgut-Biomasseanlage in Hart**

von rund 70 GWh im Jahr 2015 auf rund 300 GWh im Jahr 2020 mehr als **vervierfacht** und der Anteil an der Fernwärmeaufbringung bei einem gleichzeitigen Fernwärmeausbau von 6% auf 22% gesteigert und damit die **Ökologisierung** der Fernwärme im Großraum Graz vorangetrieben werden.

Trotz dieser Anstrengungen und Erfolge ist Erdgas aktuell der wesentliche Primärenergieträger für die Fernwärmeversorgung im Großraum Graz. Unter dem Eindruck der aktuellen Energiepreisentwicklungen ist zur Sicherstellung der **Preisstabilität** eine Reduktion der Abhängigkeit der Fernwärmeversorgung im Großraum Graz von Erdgas anzustreben.

Darüber hinaus sind die in der Durchführungsverordnung der Wohnbauförderung des Landes Steiermark definierten Rahmenbedingungen für Fernwärmeneukunden zu beachten, in denen ein Anteil von 80% an hocheffizienter Fernwärme (Wärme aus erneuerbaren Quellen, Abwärme oder Wärme aus hocheffizienter KWK) im Aufbringungsmix gefordert wird. Da diese Vorgabe derzeit nicht erfüllt wird, wurde dem Land Steiermark ein abgestimmtes Fernwärme-Entwicklungskonzept zur Begutachtung vorgelegt, das die Wiedererreichung dieser Bedingung im Jahr 2023 vorsieht und damit weiterhin die **Fördermöglichkeiten des Landes Steiermark** für Fernwärmeneukunden im Großraum Graz bestehen bleiben.

Das GDK-Mellach, das modernste, leistungsstärkste und effizienteste Gaskraftwerk in Österreich trägt im Rahmen der österreichischen Klimaziele ganzjährig zur Strom-Versorgungssicherheit, aber in den Wintermonaten auch zu Grundlastversorgung der Stromerzeugung in Österreich bei. Sollte dieses Kraftwerk im reinen Kondensationsbetrieb (reine Stromerzeugung) betrieben werden, müssten große Mengen an Abwärme an die Umgebung abgeführt werden. Ein Kraftwerksblock des GDK-Mellach würde im Kondensationsbetrieb eine Wärmeleistung von 40 (!) Biomasseheizwerken mit einer durchschnittlichen Leistung von je 5 MW ungenutzt an die Umgebung abführen. Im März 2021 wurde deshalb eine Vereinbarung unterzeichnet, die den Betrieb eines der beiden Kraftwerksblöcke des GDK-Mellach für die Fernwärmeaufbringung für den Großraum Graz - zunächst für die Heizsaison 2021/22 - regelt.

Zusätzlich zu dieser Möglichkeit der effizienten Wärmeaufbringung – allerdings auf Basis von fossilem Erdgas – ist es unumgänglich, neue Projekte auf Basis erneuerbarer Energie oder Abwärme zu entwickeln um die Dekarbonisierungsbestrebungen voran zu bringen.

Zielsetzungen/Projekte

Abbildung 1 zeigt die Fernwärmeaufbringung im Großraum Graz in den Jahren 2017-2021 sowie den von Energie Steiermark und Energie Graz erarbeiteten Dekarbonisierungspfad bis zum Jahr 2035. Bei dieser Berechnung wurde von einem durchschnittlich kalten Winter und von einer möglichst ökologischen Wärmeaufbringung ausgegangen. Ab dem Jahr 2030 wird der aufgrund des weiteren Ausbaues des Fernwärmenetzes jährlich steigende Wärmebedarf durch Energieeffizienzmaßnahmen kompensiert.

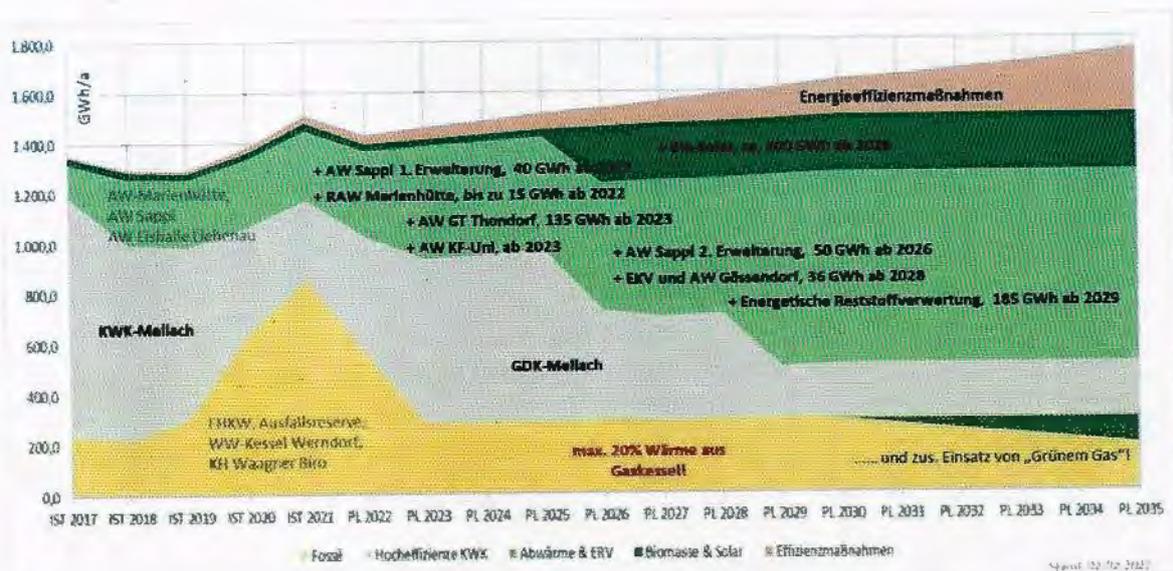


Abbildung 1: Ökologisierung Fernwärme Großraum Graz – Szenario inkl. Energieeffizienzmaßnahmen;
Quelle: Energie Graz

Ausgehend vom Jahr 2021, in dem mit dem Primärenergieträger Erdgas Wärme im Umfang von rd. 1.100 GWh aufgebracht wurde (siehe auch Abbildung 2), ist für das Jahr 2030 eine deutliche Reduktion der Wärmearaufbringung mit Erdgas vorgesehen. Für die Substitution eines Großteils dieser Wärmemenge und die Aufbringung der für den weiteren Ausbau des Netzes erforderlichen Wärme ist im Sinne einer weiteren **Ökologisierung und Dekarbonisierung** neben der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen im Umfang von rd. 120 GWh die Realisierung folgender Projekte mit einer Wärmeproduktionskapazität von rd. 660 GWh (d.s. ca. 50%) bis zum Jahr 2030 notwendig:

- **Energetische Reststoffverwertung (ca. 185 GWh/a ab 2029)**
- **Biomasseanlage mit solarem Speicherprojekt BioSolar Graz (ca. 200 GWh/a ab 2026)**
- **Abwärmenutzung aus der revitalisierten Gasturbine-Thondorf (ca. 135 GWh/a ab 2023)**
- **zusätzliches Potenzial Abwärmenutzung aus dem Papier – und Zellstoffwerk Sappi Gratkorn (40 GWh/a ab 2022, zusätzliche 50 GWh/a ab 2026)**
- **Energetische Klärschlammverwertung und Abwärmenutzung aus der Kläranlage der Stadt Graz in Gössendorf (ca. 36 GWh/a ab 2028)**
- **Restabwärmenutzung Marlenhütte (ca. 15 GWh/a im Endausbau ab 2024)**

Diese Projekte erfordern eine Investitionssumme von mehr als 300 Mio. Euro. Ergänzend ist in diesem Zusammenhang festzuhalten, dass aus Sicht der Arbeitsgruppe beziehungsweise der in der Steuerungsgruppe vertretenen Unternehmen nach bereits durchgeführten Machbarkeitsstudien die Umsetzung dieses Maßnahmenpaketes im Hinblick auf eine nachhaltige Dekarbonisierung jedenfalls erforderlich ist.

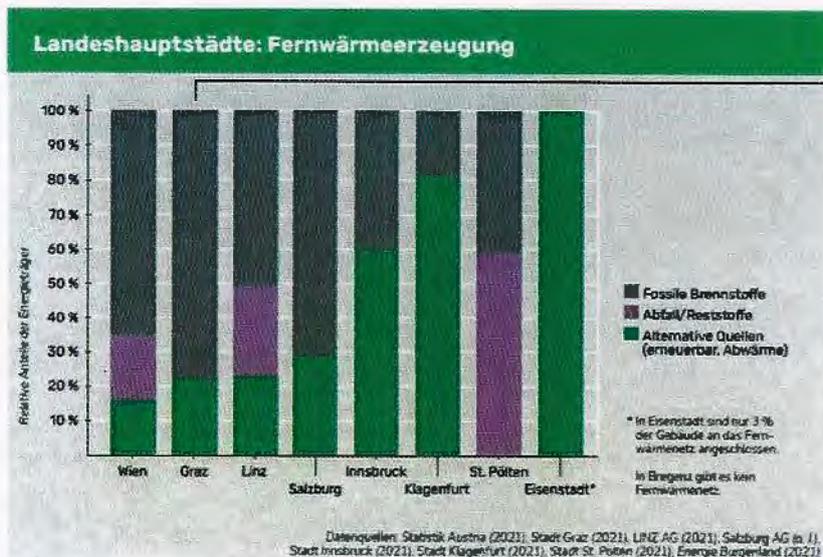


Abbildung 2: GLOBAL2000 Klimareport: So heizen die Landeshauptstädte (Publikation 23.02.2022)

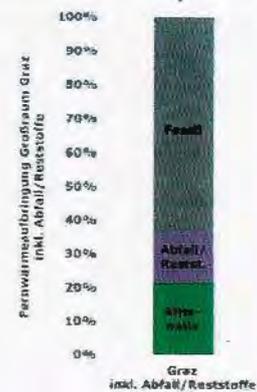


Abbildung 3: Fernwärmeaufbringung Großraum Graz inkl. Abfall/Reststoffe; Quelle: Holding Graz

Abbildung 2 zeigt die von GLOBAL2000 erstellte Darstellung der Wärmeaufbringung der Landeshauptstädte Österreichs, wobei darauf hinzuweisen ist, dass Graz aufgrund der Größe des Fernwärmenetzes am besten mit Linz und Wien zu vergleichen ist. Abbildung 3 verdeutlicht die Bedeutung der energetischen Nutzung von Abfall/Reststoffen auch für die Wärmeaufbringung der Landeshauptstadt Graz. Diese vorhandene Energie könnte gemeinsam mit den bestehenden alternativen Quellen rd. 40% des Grazer Fernwärmebedarfs decken.

Neben den auf Seite 4 angeführten Projekten werden auch deutlich kleinere Projekte, wie der Endausbau des solaren Speicherprojekts HELIOS und die Umsetzung der Abwärmenutzung bei der Karl-Franzens-Universität Graz weiterverfolgt. Im Rahmen des Fernwärmebetriebes werden laufend Maßnahmen zur weiteren Verbesserung der Energieeffizienz im gesamten Fernwärmesystem umgesetzt. Dies sind insbesondere Energieberatungen für Kunden, die Betriebsführung von Heizungsanlagen mit professionellem Monitoring und der Ausarbeitung von Effizienzmaßnahmen, Maßnahmen zur Absenkung der Rücklaufemperatur, Flächen- oder Drohnenbefliegungen für thermografische Untersuchungen des Netzes, sowie der Einsatz eines modernen Leckwarnüberwachungssystems. In den prognostizierten Werten wurden auch energieeinsparende Maßnahmen bei den Bestandsobjekten berücksichtigt.

Des Weiteren ist festzuhalten, dass auf den Großhandelsmärkten für Energie seit Mitte 2021 ein massiver Preisanstieg bei sämtlichen relevanten Primärenergieträgern sowie bei den Emissionsberechtigungen (EUAs) für CO₂ zu verzeichnen ist. Diese Entwicklung der Energiemärkte bestimmt wesentlich die derzeitigen Erzeugungskosten der Grazer Fernwärme, die aktuell deutlich über 100 EUR/MWh – und damit auch deutlich über der beantragten Preisobergrenze – liegen. Es ist davon auszugehen, dass die Preise mittelfristig zwar wieder sinken, aber nach vorliegenden internationalen Prognosen nachhaltig auf höherem Niveau als in den Vorjahren zu liegen kommen. Die CO₂-Emissionsberechtigungen werden jedoch auch längerfristig auf dem aktuell hohen Niveau verbleiben bzw. gilt ein weiterer Preisanstieg in den nächsten Jahren als durchaus wahrscheinlich.

Die neuen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen sind eine gute Grundlage, die notwendigen Detailplanungen der auf Seite 4 angeführten, noch nicht realisierten Wärmeerzeugungsprojekte durchzuführen und weitere Vorbereitungen für eine Beschlussfassung der zuständigen Gremien über Investitionen und Lieferverpflichtungen voranzutreiben. Mit den genannten Projekten kann die Dekarbonisierung hin zu einer hocheffizienten Fernwärme für Graz gelingen, für die erfolgreiche Umsetzung ist die Unterstützung von politischer Seite jedenfalls notwendig.

Ausblick

Um das von der Bundesregierung erklärte Ziel der **Klimaneutralität bis zum Jahr 2040** auch in der Fernwärmeaufbringung für den Großraum Graz erreichen zu können, bedarf es zusätzlich zu den oben angeführten Projekten vieler weiterer Maßnahmen, um auch den im Jahr 2030 noch verbleibenden Rest der Wärmeaufbringung mittels fossilem Erdgas im Ausmaß von jährlich rund 540 GWh zu substituieren.

Ein wesentliches Merkmal des Prozesses „Wärmeversorgung Graz 2030/2040“ ist die Offenheit und Flexibilität gegenüber neuen Lösungsansätzen und die regelmäßige Prüfung aller verfügbaren Optionen. Derzeit wird insbesondere die Nutzung weiterer Abwärmepotenziale aus Gewerbe und Industrie, der Einsatz von neuen Technologien für thermische Langzeitspeicher und die Nutzung hydrothermalen Geothermie im Großraum Graz geprüft. Zusätzlich könnte der Einsatz von Grünem Gas und Wasserstoff für die Abdeckung von Lastspitzen und als Ausfallsreserve eine wichtige Rolle übernehmen. Zur Sicherstellung und Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit müssen jedenfalls bereits bestehende Anlagen wie z.B. die Ausfallsreserve Puchstraße vorgehalten werden, die geringe laufende Kosten aufweisen und bei Bedarf rasch gestartet werden können.

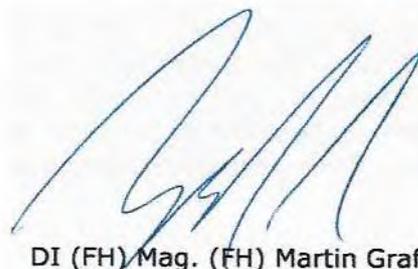
Die notwendige **Ökologisierung und Dekarbonisierung** der Fernwärme im Großraum Graz wird erfolgreich sein, wenn die - im Vergleich mit anderen Landeshauptstädten - **vielen beteiligten Stakeholder** (Land Steiermark, Stadt Graz, Energie Steiermark, Energie Graz, Holding Graz, Verbund) in einer **guten Kooperation** das gemeinsame Ziel verfolgen.

Freigegeben durch:

Energie Steiermark AG

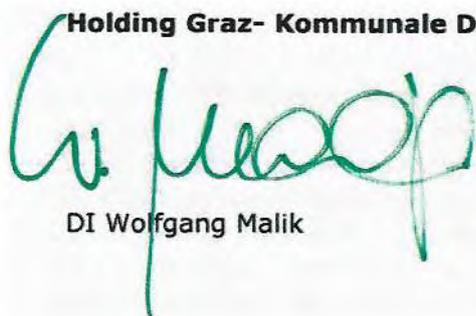


DI Christian Purrer

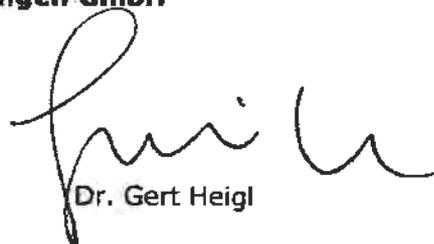


DI (FH) Mag. (FH) Martin Graf, MBA

Holding Graz- Kommunale Dienstleistungen GmbH



DI Wolfgang Malik

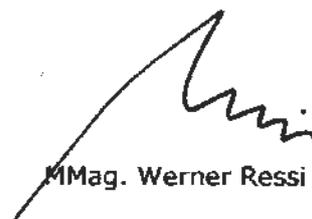


Dr. Gert Heigl

Energie Graz GmbH & Co KG



DI Boris Papousek



MMag. Werner Ressi

Graz, 10. Mai 2022

Eine energiepolitische Musterregion Europas

Machbarkeitsstudie

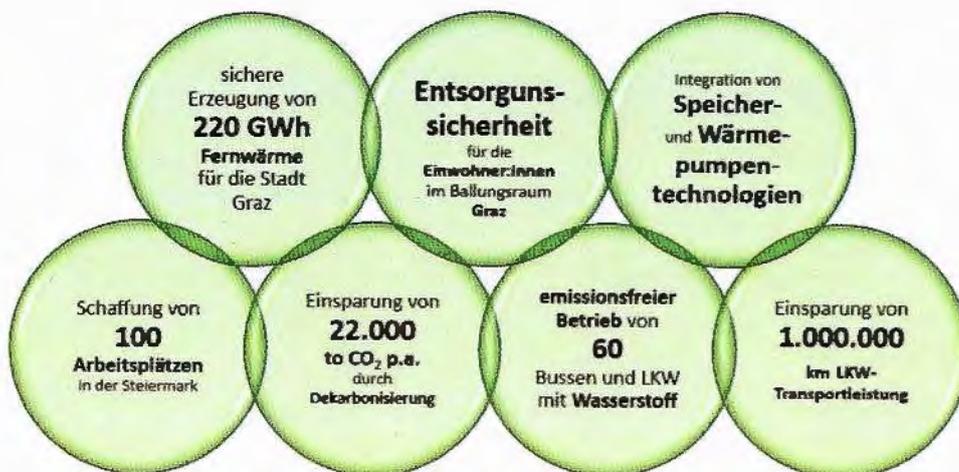
zur Errichtung

lokalwirtschaftlicher energetischer Verwertungsanlagen

für Reststoffe und biogenen Klärschlamm

im Großraum Graz

Executive Summary



Graz, im Mai 2022

Inhaltsverzeichnis

I. Vision und Projektträger	3
II. Ergebnisse	4
II.1 Strategic Summary	4
II.2 Management Summary	5
II.3 Standortanalyse	6
II.4 Variantenauswahl	8
II.5 Empfehlung	10
III. Sektorale Rahmenbedingungen und Strategische Ziele	11
III.1 Abfallwirtschaft	11
III.2 Energiewirtschaft	11
III.3 Abwasserwirtschaft	12
III.4 Innovative Technologien	13
IV. Analyse	13
IV.1 Kreislaufwirtschaftliche Eckpunkte	14
IV.2 Input	19
IV.3 Technik und Errichtung	20
IV.4 Output	20
IV.5 Innovation und Optimierung	21
IV.6 Wirtschaftlichkeit und Risikomanagement	21
IV.7 Rechtliche Aspekte	22
IV.8 Volkswirtschaftliche Bewertung	23
IV.9 CO ₂ -Emissionen und übergeordnete strategische Aktionspläne	24
IV.10 Immissionen	25
IV.11 Energetische Klärschlammverwertung (EKV)	25
IV.12 Verkehr	27
IV.13 Zusammenfassung von Kennzahlen: ERV und EKV	28
V. Quellenverzeichnis	29

I. Vision und Projektträger

Die Machbarkeitsstudie zeigt auf, welchen Beitrag eine **energetische Reststoffverwertungsanlage** (kurz: ERV) sowie eine **energetische Klärschlammverwertung** (kurz: EKV) zur sektoralen Kopplung der lokalen Energie-, Abfall- und Abwasserwirtschaft hinsichtlich der weiteren Entwicklung des Großraums Graz hin zu einer **energiepolitischen Musterregion in Europa** liefern kann. Dies erfolgte unter ausgewogener Berücksichtigung der relevanten strategischen Zieldimensionen **Ökologie, Sicherheit und Finanzen**. Die Machbarkeitsstudie wurde im Frühjahr 2020 durch Holding Graz, Energie Steiermark und Energie Graz beauftragt und stellen die dargelegten Ergebnisse zugleich einen unverzichtbaren Baustein für die „Dekarbonisierungsstrategie Fernwärme Großraum Graz“ der Arbeitsgruppe Wärmeversorgung Graz 2030/2040 dar. Die eingerichtete **Organisationsstruktur** für die Erstellung der Machbarkeitsstudie sah wie folgt aus:

- **Lenkungsausschuss**

 Holding Graz: CEO DI Wolfgang Malik, VD Dr. Gert Heigl

 Energie Steiermark: VD DI Christian Purrer, VD DI (FH) Mag. (FH) Martin Graf, MBA

 Umweltamt der Stadt Graz: Abteilungsleiter Dr. Werner Prutsch

- **Operative Erstellung der Machbarkeitsstudie**

 Projektleiter: Dr. Michael Hierzenberger (Holding Graz)

 Kernteam: MMag. Werner Ressi (Energie Graz), DI Gerald Moravi (Energie Steiermark),

 Mag. Christopher Lindmayr (Umweltamt der Stadt Graz), Dr. Alexandra Loidl (Holding

 Graz), DI Martin Zimmel (Energie Steiermark), Dipl.-WI(FH) Peter Schlemmer (Energie

 Graz), Ing. Edmund Tschaußnig (Holding Graz)

Besonders relevante Studienaspekte wurden mit **renommierten externen Partnern** evaluiert:

- Technik: UVP Environmental Management and Engineering GmbH
- Ökologie: brainbows informationsmanagement GmbH und Umweltbundesamt
- Immissionen: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG)
- Finanzen: Rabel & Partner GmbH
- Volkswirtschaft: Univ.-Prof. DDr. Michael Steiner und Joanneum Research
- Recht: RA Dr. Berthold Lindner und RA Mag. Martin Schiefer
- Wasserstoff: HyCentA Research GmbH der TU Graz
- Verkehr: verkehrplus – Prognose, Planung und Strategieberatung GmbH

II. Ergebnisse

II.1 Strategic Summary

Die Errichtung einer **ERV** sowie **EKV** ist in Hinblick auf die Kriterien **Ökologie, Sicherheit und Finanzen** zielführend und sollte zeitnah begonnen werden. Die nachfolgenden **strategischen Schlussfolgerungen und Eckpunkte** ergeben sich aus den durchgeführten Analysen:

- Insbesondere der Beitrag für die **Dekarbonisierung der Fernwärmeaufbringung** sowie für die **Dekarbonisierung in Mobilitätsbereichen** (Wasserstoff) leisten einen unverzichtbaren Beitrag zur Klimaneutralität im Haus Graz.
- Die signifikante Steigerung von **Entsorgungs-, Versorgungs- und Preissicherheiten** sind maßgebliche Effekte aus den umzusetzenden **Sektorenkopplungen**. Die Relevanz der mit der ERV/EKV zunehmenden **Unabhängigkeit von Erdgasimporten** wird durch den Krieg von Russland gegen die Ukraine und die damit verbundenen Sanktionen und Handelsbeschränkungen nochmals verstärkt.
- Die **energetische Verwertung** ist für alle **nicht recyclingfähigen Reststoffe** aus Restmüll, Sperrmüll und Gewerbeabfall sowie **biogene Klärschlämme** die ökologisch bestgeeignetste Verwertungsmethode, weshalb die ERV/EKV ein integraler Bestandteil einer funktionierenden lokalen **Kreislaufwirtschaft** sein soll.
- Die **Finanzierung** der Errichtung und des Betriebs einer ERV sowie EKV ist durch **risikoreduzierendes Insourcing** gesichert und erfordert keine Zuschüsse durch die öffentliche Hand.
- Für die Umsetzung werden **zwei Standorte**, je einer für die ERV sowie die EKV, mit entsprechenden logistischen Synergien im **Grazer Süden** vorgeschlagen.
- Die Anlagengrößen sind auf die Bedeckung des langfristigen **lokalen Verwertungs- und Energiebedarfs** ausgerichtet. Begründet durch diese bewusst **lokalwirtschaftliche Ausrichtung** sind beide Anlagen im internationalen Vergleich an der untersten Größengrenze bisher realisierter Anlagen dieser Art einzuordnen.
- Durch die geringen Anlagengrößen besteht eine **maximale Unabhängigkeit von Dritten** durch de facto risikofreie Inputmengenströme und gesicherte Absatzmengen.
- Die Errichtung und der Betrieb sollte durch ein **gemeinsames Unternehmen** der Projektauftraggeber Holding Graz und Energie Steiermark erfolgen, welche zugleich die **direkten Kunden** der Gesellschaft sein werden.

II.2 Management Summary

Die durchgeführten Analysen kommen zu folgenden **10 zentralen Ergebnissen**:

Ökologie

1. Signifikante lokale CO₂-Reduktionen und Reduktion der Abhängigkeit von Erdgasimporten
2. Forcierung der lokalen Kreislaufwirtschaft (Abfallhierarchie, Recycling)
3. Notwendige lokale Impulse im Bereich Wasserstoff
4. Einhaltung der Grenzwerte für Emissionen und Immissionen
5. Reduktion der überregionalen und innerstädtischen Verkehrsbelastung

Sicherheit

6. Preissicherheit für Fernwärme und Abfallverwertung
7. Maßgeblicher Beitrag zur Entsorgungssicherheit sowie zur Versorgungssicherheit
8. Absicherung des Fernwärmeausbaus durch Erhaltung der Förderwürdigkeit

Finanzen

9. Einsparungen führen zu zusätzlichen Finanzmitteln für die öffentlichen Eigentümer
10. Beschäftigung und Wertschöpfung sind wertmäßig relevant und zeitlich nachhaltig

Ökologisch ist hervorzuheben, dass die Errichtung der ERV sowie der EKV zu einer lokalen **Gesamteinsparung an CO₂-Emissionen** von rd. **22.000 to p.a.** führt und demgemäß als relevanter Beitrag zur **Energiewende** zu werten ist. Darin enthalten ist sowohl die **Substitution von Erdgas** in der Fernwärmeerzeugung als auch die **wasserstoffbasierte Dekarbonisierung** von **60 Bussen und LKW** der städtischen Infrastruktur von Graz. Zugleich können rd. **30.000 Wohnungen** in der Stadt Graz gesichert mit **Fernwärme** versorgt werden. Hinsichtlich des Effektes auf die **Beschäftigung** ist mit der Schaffung von durchschnittlich **rd. 100 Vollzeit Arbeitsplätzen in der Steiermark** für die Bestandsdauer der zwei Anlagen zu rechnen.

Betreffend die **Finanzierbarkeit** der oben dargestellten Ergebnisse kann von folgender vereinfachter Betrachtungsweise hinsichtlich der zu koppelnden Sektoren ausgegangen werden:¹

¹ Zur Vereinfachung der Lesbarkeit sind sämtliche finanzwirtschaftlichen Kennzahlen zu Geldwert 2022 dargestellt. Die entsprechende Valorisierung erfolgte in der dynamischen Wirtschaftlichkeitsrechnung (Free Cash Flow Modell).

Energetische Restoffverwertung (ERV)	-156 MEUR
Energetische Klärschlammverwertung (EKV)	-50 MEUR
Investitionskosten	-205 MEUR
Erdgaszukauf und Nebenkosten	11 MEUR
Thermische Verwertung Abfall und Klärschlamm	11 MEUR
Substitution von bisherigen Zahlungen an Dritte (Insourcing)	22 MEUR
Übriges Betriebsführung, Personal, Instandhaltung, Erlöse Wasserstoff, Übriges	-10 MEUR
EBITDA p.a.	12 MEUR
Amortisationsdauer [Investitionskosten / EBITDA]	17 Jahre

[Rundungsdifferenzen werden nicht ausgeglichen. Geldwertbasis 2022.]

Durch Realisierung der ERV sowie EKV können **Einsparungen** (EBITDA) in Höhe von rd. 12 MEUR pro Jahr erzielt werden. Dieser Einsparung stehen einmalige Investitionskosten von rd. 205 MEUR gegenüber. Die Darstellung zeigt damit die **gesicherte Finanzierung** des Vorhabens durch Insourcing, da von einer **40-jährigen Nutzungsdauer** der Investitionen auszugehen ist und vereinfacht sowie vor Steuern bereits nach rd. 17 Jahren die Investitionen statisch amortisiert werden können.

II.3 Standortanalyse

Die beiden auf Grundlage einer heuristischen Voranalyse in Betracht gezogenen Standorte für die ERV wurden im Zuge der Erstellung der Machbarkeitsstudie fachspezifisch detailliert analysiert. Die Standorte sind einerseits das Gelände des FHKW Puchstraße in Graz und andererseits das Kraftwerksgelände der Verbund Thermal Power in Werndorf.

Der **Standort Puchstraße** wird für die Errichtung der ERV insbesondere aus nachfolgend angeführten 7 Gründen **klar bevorzugt**:

1. umfassende **Synergien** durch die unmittelbare Nähe zum zentralen abfallwirtschaftlichen Standort der Holding Graz (Recyclingcenter Sturzgasse und Abfallaufbereitungsanlage)
2. **Entlastung** der stark befahrenen innerstädtischen Route Sturzgasse via Puchstraße und Puntigamer Straße zum höherrangigen Straßennetz durch Wegfall von bisher erforderlichen Abfallabtransporten
3. Grundstück steht im **Eigentum** eines der Projektträger
4. Grundstück ist bereits mit den erforderlichen **Infrastrukturanbindungen** erschlossen (Fernwärme, Strom, Wasser, etc.)

5. **keine Risiken** hinsichtlich Altlasten und Baugrundvorbereitung
6. **verbrauchernahe Nutzung** der in den Reststoffen enthaltenen Energie und damit Erhöhung der Energieeffizienz durch **Reduktion** von alternativ unvermeidbaren transportbedingten Energieverlusten
7. **Reduktion der Wärmeerzeugung** durch Gaskessel und Etablierung der ERV (Substitution) am **selben Standort**, mit positivem CO₂-Emissionssaldo für die lokalen Anrainer:innen

Hinsichtlich der **Vorteile 1. und 2. ist erläuternd** festzuhalten, dass sämtliche Inputstoffe für die ERV in der Sortieranlage Sturzgasse weiterhin aufbereitet werden müssen:

- Bei der ERV-Variante Standort Puchstraße entfallen die Abtransporte der Reststoffe aus der Sturzgasse, da sich die beiden Standorte in unmittelbarer Nachbarschaft befinden und die Reststoffe damit direkt von der Sortieranlage in die ERV befördert werden können.
- Bei der ERV-Variante Standort Werndorf ist dies nicht der Fall. Die Reststoffe werden am Standort Sturzgasse vorbehandelt sowie sortiert und danach weitertransportiert. Für die Vorbehandlung muss der Standort Sturzgasse beibehalten werden, da dieser als zentraler Abladeplatz für die effiziente Tourenplanung der Grazer Abfallwirtschaft essentiell ist sowie der Ressourcenpark der Stadt Graz am selben Gelände errichtet wird.

Hinsichtlich des Standortes für die Errichtung der **EKV** wurde auf Grundlage einer Vorauswahl der **Standort Gössendorf** den Standorten Puchstraße und Werndorf aus primär analogen Überlegungen wie bei der Standortwahl Puchstraße für die ERV klar bevorzugt und im Zuge der Ausarbeitung der Machbarkeitsstudie die analytischen Überlegungen hierfür geprüft und **positiv bestätigt**:

1. umfassende **Synergien** durch die unmittelbare Nähe zum zentralen abwasserwirtschaftlichen Standort der Holding Graz bzw. Stadt Graz (Kläranlage Gössendorf)
2. insbesondere **Entlastung** des niederrangigen Straßennetzes ab der Kläranlage bis zum nächstgelegenen Anschlusspunkt des höherrangigen Straßennetzes durch Wegfall von bisher erforderlichen Klärschlammabtransporten
3. Grundstück steht im **Eigentum eines der Projektträger**

4. Grundstück ist für die noch erforderlichen **infrastrukturellen Anbindungen** gut geeignet
5. **keine Risiken** hinsichtlich Altlasten und Baugrundvorbereitung
6. **verbrauchernahe Nutzung** der im Klärschlamm und gereinigtem Abwasser enthaltenen Energie und damit Erhöhung der Energieeffizienz durch Reduktion von alternativ unvermeidbaren transportbedingten Energieverlusten
7. **Günstige Situierung** des Standortes Gössendorf für die Anlieferung von Klärschlammengen aus benachbarten Anlagen des Großraums Graz zur lokalen Monoverbrennung (Vorstufe einer nachgelagerten Phosphorrückgewinnung)

Die zum ERV-Standort Puchstraße oben getätigten erläuternden Ausführungen betreffend der **Vorteile 1. und 2.** sind sinngemäß auch für den EKV-Standort Gössendorf gültig.

II.4 Variantenauswahl

Alle 3 detailliert ausgearbeiteten **ERV-Varianten** sind als umsetzungsreif zu qualifizieren, wobei insbesondere aufgrund der zuvor dargestellten Standortanalyse die Varianten A2a und B2a dem Grunde nach zu favorisieren sind:

ERV (inkl. H2, WP, Speicher)		A2a	B2a	B2b
Inputmenge p.a.	to	103.000	125.000	125.000
Standort		Graz/Puchstraße	Graz/Puchstraße	Werndorf
Eigentum Grundstück		Projekträger	Projekträger	Dritte
Technologie		Hocheffiziente KWK	Hocheffiziente KWK	Hocheffiziente KWK
Wärmepumpe	j/n	ja	ja	ja
Fernwärmespeicher	j/n	ja	ja	ja
Brennstoffwärmeleistung	MW	39	48	48
Investitionskosten	MEUR	-156	-178	-180
Erzeugte Wärmemenge p.a.	MWh	182.922	222.882	222.882
Erzeugter Wasserstoff p.a.	kg	452.600	601.520	601.520
Erzeugter Strom p.a. (netto)	MWh	9.747	9.339	8.417
CO2-Einsparung p.a.	to	-14.740	-18.140	-18.070
Interne Verzinsung	%	5,1%	6,3%	6,1%
Verkehrsentlastung lokal	j/n	ja	ja	nein
eingesparte Kilometer p.a. - Gesamt (inkl. K10)	km	-1.094.704	-1.024.848	-948.364
Einsparung CO2 auf Verkehrsentlastung (inkl. K10)	to	-712	-665	-412
Arbeitsplätze Errichtung (Österreich)	Stk.	1.200,0	1.369,0	1.369,0
Arbeitsplätze Betrieb (Österreich)	Stk.	83,7	91,8	91,8
Arbeitsplätze Errichtung (Steiermark)	Stk.	602,0	688,0	658,0
Arbeitsplätze Betrieb (Steiermark)	Stk.	72,4	79,4	75,4

Im Rahmen von Abstimmungen mit internen Stakeholdern wurden insbesondere die Relevanz der **lokalwirtschaftlichen Ausrichtung** hinsichtlich der Input-Mengen bei gleichzeitigem

Dekarbonisierungsbedarf der Fernwärme sowie einer möglichst weitreichenden **Unabhängigkeit von Erdgasimporten** detailliert evaluiert. Auf Grundlage dieser Abstimmungen wird die **Variante A2a** zur Umsetzung empfohlen, insbesondere auch aufgrund der damit sichergestellten bestmöglichen lokalwirtschaftlichen Ausrichtung (Kreislaufwirtschaft).

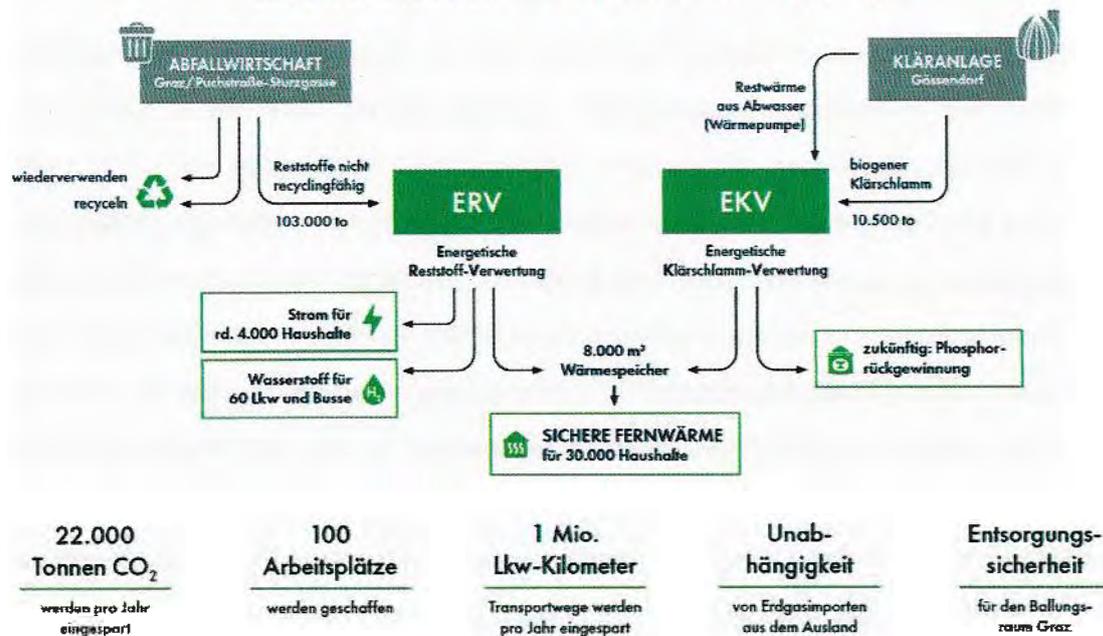
Die durchgeführten Analysen für die **EKV** zeigen auf, dass unter Beachtung der strategischen Zieldimensionen **Ökologie, Sicherheit und Finanzen** die **Variante K10** errichtet werden soll:

EKV		K7	K7B	K10
Inputmenge p.a. (TS)	to	7.000	7.000	10.500
Standort		Gössendorf	Gössendorf	Gössendorf
Eigentum Grundstück		Projektträger	Projektträger	Projektträger
Technologie		Wärmeerzeugung	Wärmeerzeugung	Wärmeerzeugung
Wärmepumpe		ja	ja	ja
Fernwärmespeicher		ja	ja	ja
Investitionskosten	MEUR	-39	-40	-50
Erzeugte Wärmemenge p.a.	MWh	24.000	24.000	36.000
CO2-Einsparung p.a.	to	-5.000	-5.000	-7.500
Interne Verzinsung p.a.	%	2,0%	2,2%	4,5%
Verkehrsbelastung lokal	j/n	ja	ja	ja
Arbeitsplätze Errichtung (Österreich)	Stk.			320
Arbeitsplätze Betrieb (Österreich)	Stk.			13
Arbeitsplätze Errichtung (Steiermark)	Stk.			170
Arbeitsplätze Betrieb (Steiermark)	Stk.			7

Der **Standort Gössendorf** ist im Besitz der Stadt Graz und wird von der Holding Graz bewirtschaftet. Durch die unmittelbar neben der bestehenden Kläranlage der Stadt Graz geplante Errichtung der EKV kommt es zu einer relevanten **lokalen und überregionalen Verkehrsbelastung**.

Die durch die Errichtung der ERV und EKV realisierbaren Potentiale – sowohl hinsichtlich operativem Output als auch der strategischen Zielsetzungen Unabhängigkeit und Sicherheit – und verbesserten Stoffströme können wie folgt zusammenfassend dargestellt werden:

Unabhängigkeit und Sicherheit durch lokale Kreislaufwirtschaft und Sektorenkopplung



II.5 Empfehlung

Es wird seitens der Projektgruppe die **Empfehlung** ausgesprochen,

- die Umsetzung der **ERV-Variante A2a** mit einer Inputmenge von **103.000 to p.a.** am **Standort Puchstraße in Graz**, am Gelände des Fernheizkraftwerkes der Energie Steiermark und damit direkt angrenzend an die Abfallwirtschaft der Holding Graz,
- gemeinsam mit der **EKV-Variante K10** am bestehenden **Standort Gössendorf**,
- **umgehend** zu beginnen und hierfür als nächste Schritte
 - o auf Ebene der Projektträger die erforderlichen **Vertragseckpunkte** im 2. Quartal 2022 festzulegen sowie
 - o im 2. Quartal 2022 eine entsprechende **Projektstruktur** zu schaffen und diese budgetär für die vorbereitenden Maßnahmen (Planung, UVP) auszustatten,
 - o sodass die **Einreichplanungen** bzw. die **Vorbereitungen für die Umweltverträglichkeitsprüfung** im **2. Halbjahr 2022** beginnen können,

um die **Inbetriebnahme** der EKV bis 2028 und jene der ERV bis 2029 zu ermöglichen.

III. Sektorale Rahmenbedingungen und Strategische Ziele

III.1 Abfallwirtschaft

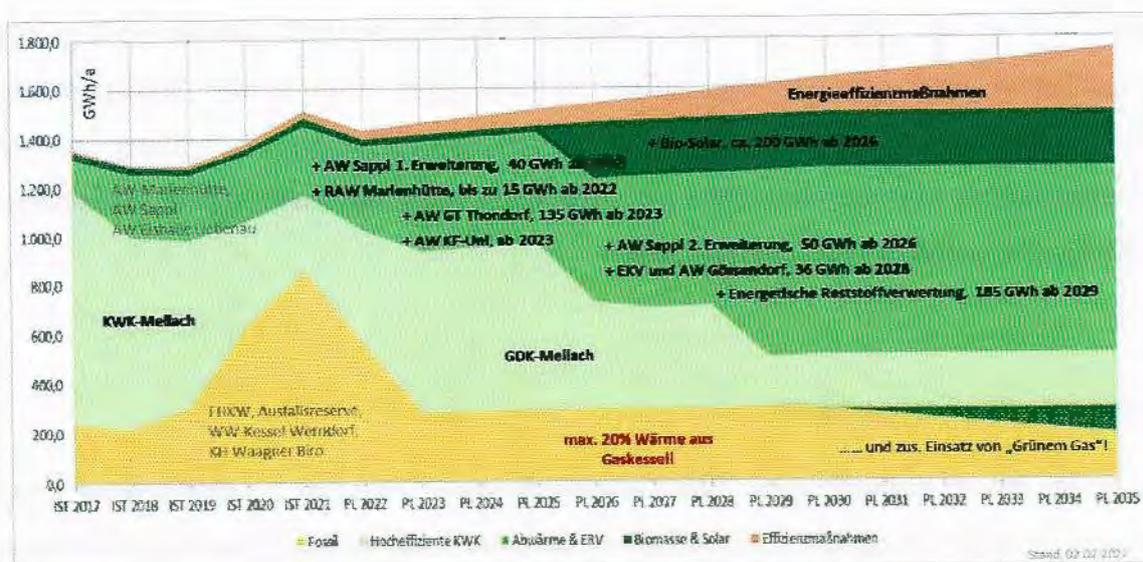
Das historisch gewachsene **Abfallwirtschaftssystem** in Graz ist aktuell hinsichtlich der Verwertung von unvermeidbaren Reststoffen auf Kapazitätsangebote Dritter, sowohl im In- als auch Ausland, angewiesen. Die vorliegende Machbarkeitsstudie zeigt auf, wie Insourcing in Form der Errichtung einer ERV einen wesentlichen Beitrag zur langfristigen **Entsorgungssicherheit** leisten sowie die **Preissicherheit für Konsument:innen** (Abfallgebühren) nachhaltig durch Entkoppelung von volatilen Verwertungsmärkten signifikant erhöhen kann. In den letzten Jahren waren **maßgebliche Kapazitätsverknappungen** zur thermischen Verwertung zu beobachten, woraus entsprechende Kostensteigerungen für die thermische Verwertung resultierten und der Grad der Versorgungssicherheit signifikant gesunken ist. Darüber hinaus kann mittels einer ERV im Eigenbesitz sichergestellt werden, dass die thermische Verwertung auf Grundlage **neuester Technologien** und **ökologisch-optimierter Prozesse** erfolgt. Die wesentliche Reduktion von bisher notwendigen **Logistik- und Transportleistungen** stellt ein zusätzliches Nutzenpotential, sowohl ökologisch als auch volks- und betriebswirtschaftlich, dar und führt zu einer **Verkehrsberuhigung** im Grazer Süden bei Wahl des Standortes Graz/Puchstraße.

III.2 Energiewirtschaft

Die Nutzung der **Energie aus den lokalen Reststoffen** sowie **Klärschlämmen** soll für Graz ermöglicht und damit der direkte **Einsatz von Erdgas** zur Wärmeversorgung wesentlich **reduziert** werden, mit dem Ergebnis die lokalen fossilen **CO₂-Emissionen zu senken**. Zugleich erfolgt hierdurch die weitere **Absicherung der Fernwärmeversorgung** der Stadt Graz:

- Eine entsprechende Loslösung von internationalen Erdgaspreisentwicklungen bietet für Konsument:innen den Vorteil, den **Fernwärmepreis** nicht mit der Maßgabe wie bisher an Börspreisentwicklungen ausrichten zu müssen und damit eine **höhere Preisstabilität** erreichen zu können
- Der Krieg von Russland gegen die Ukraine und damit verbundene Sanktionen und Handelsbeschränkungen verstärken die Relevanz notwendiger **Unabhängigkeiten von Erdgasimporten**.

Auch ist durch die Implementierung der ERV sowie EKV in den Aufbringungsmix der Grazer Fernwärme ein substantiell notwendiger Schritt, entsprechend den gesetzlichen Rahmenbedingungen, in Richtung **Ökologisierung** und **Effizienzsteigerung** möglich und wird demgemäß die Förderwürdigkeit des **Fernwärmeausbaus** für die Stadt Graz mitabgesichert:²



Wie der obigen Abbildung entnommen werden kann, ist für die erfolgreiche **Gesamtumsetzung der Dekarbonisierungsstrategie** der Fernwärme für den Großraum Graz durch Minimierung des Einsatzes fossiler Brennstoffe, erarbeitet von der „Arbeitsgruppe Wärmeversorgung Graz 2030/2040“ (Stadt Graz, Land Steiermark, Energie Steiermark, Holding Graz, Energie Graz, Grazer Energieagentur), die **Realisierung der ERV sowie EKV ein unverzichtbarer Baustein**.

III.3 Abwasserwirtschaft

Die Errichtung einer EKV für den aus der lokalen Abwasserwirtschaft stammenden **Klärschlamm** direkt bei der Kläranlage in Gössendorf rundet die mit der Machbarkeitsstudie untersuchten Ansätze zur Entwicklung hin zu einer energiepolitischen Musterregion Europas ab. Wesentliche Anforderungen aus der mittelfristig gesetzlich erforderlichen **Phosphorrückgewinnung** können durch die dortige Monoverbrennung erfüllt werden. **Mengenmäßig relevante** und auf nahezu vollständig **biogener Basis** beruhende **Fernwärmepotentiale** können damit erschlossen werden und die **Entsorgungssicherheit** für lokale Klärschlamme –

² Abbildung entnommen aus der „Dekarbonisierungsstrategie Fernwärme Großraum Graz“ der Arbeitsgruppe Wärmeversorgung Graz 2030/2040.

auch bei der bevorstehenden Kläranlagenvergrößerung – ist gänzlich gesichert. Das EKV-Konzept berücksichtigt eine erforderliche Vorbehandlung des Klärschlammes mittels Trocknung unter Einsatz eines **Wärmepumpensystems**, betrieben mit CO₂-neutralem Strom aus dem bestehenden Murkraftwerk Kalsdorf in Kombination mit Wärmequellen direkt aus dem gereinigten Abwasser der Kläranlage. Logistische Gründe sprechen für den gewählten, und damit von der ERV entkoppelten, **Standort Gössendorf**. Durch die Verwertung des Klärschlammes direkt am Ort des Anfalls können bisher erforderliche **Transporte** zu Verwertungslösungen Dritter eingespart werden. Bedingt durch die auf das Fernwärmesystem hin abgestimmte Betriebsführung der EKV wird hierbei nicht auf KWK-Technologie sondern ausschließlich auf **Wärmeproduktion** gesetzt.

III.4 Innovative Technologien

Durch den Einsatz **hocheffizienter KWK-Technologie** in der ERV sowie auf **Wärmegewinnung** hin optimierte Betriebspläne in der EKV, jeweils in Verbindung mit einem dem neuesten Stand der Technik entsprechenden **Wärmepumpensystem**, wird der ökologisierte Wärmemengenoutput maximiert. Die Kombination der KWK-basierten **Stromerzeugung** der ERV mit einem Modul für **Wasserstoffherzeugung** wird den notwendigen Beitrag zur **Dekarbonisierung** von Schwerfahrzeugen der städtischen Infrastruktur (Busse, Sammelfahrzeuge der Abfallwirtschaft, Straßendienst) leisten. Die Integration eines dem fernwärmeseitigen Systembedarf entsprechenden **Wärmespeichers** steigert den Wärmemengenoutput noch weiter.

IV. Analyse

Im Zuge der Projektdurchführung wurden zunächst 26 potentiell mögliche **ERV-Umsetzungsvarianten** identifiziert. Nach ersten eingehenden Analysen wurden **3 Varianten** als besonders geeignet beurteilt und deshalb detailliert ausgearbeitet. Es wurden hierfür **zwei Standorte**, Graz/Puchstraße und Werndorf, analysiert. Hinsichtlich der EKV wurden **3 Varianten** im Detail ausgearbeitet, alle am **Standort Gössendorf**.

Die nachfolgenden Abschnitte IV.1 bis IV.10 stellen die Ergebnisse der Untersuchungen fachbereichsspezifisch betreffend die ERV dar. Im Kapitel IV.11 werden die Ergebnisse zur EKV

fachbereichsübergreifend subsumiert. In Kapitel IV.12 werden die **verkehrswirtschaftlichen Effekte** sowohl für die ERV als auch für die EKV erläutert und in Kapitel IV.13 die wesentlichen **Kennzahlen für die ERV sowie EKV** zusammenfassend dargestellt.

IV.1 Kreislaufwirtschaftliche Eckpunkte

In Hinblick auf die zukünftigen Herausforderungen zur **Erreichung der Recyclingquoten** wurden Möglichkeiten zur Optimierung der Kreislaufwirtschaft in Graz detailliert betrachtet.

Die Grundlage für die Kreislaufwirtschaft bildet die Abfallhierarchie gemäß Abfallwirtschaftsgesetz:



An **oberster Stelle** steht die Abfallvermeidung. In Graz gibt es nicht nur eine Vielfalt an Projekten zur Abfallvermeidung, sondern die Stadt Graz war auch die erste Stadt, die 2015 ein eigenes Abfallvermeidungsprogramm erstellt hat, deren umfangreicher Maßnahmenkatalog ständig erweitert wird und viele Erfolgsprojekte wie unter anderem den Back-Cup, den Mehrwegbonus oder den Lebensmittelleitfaden umfasst.

Vorbereitung zur Wiederverwendung oder „Re-Use“ folgt an **zweiter Stelle**. Auch hier kann Graz auf einen vorbildlichen Umgang mit diesem Thema verweisen. Nicht nur mit der Re-Use Box, dem Re-Use Friday und in Zukunft mit dem Re-Use Bereich im Ressourcenpark, sondern auch mit dem Reparaturbonus und dem „Repair“-Netzwerk nimmt Graz hier eine Vorreiterrolle ein.

Recycling (stoffliche Verwertung) befindet sich auf der **3. Stufe der Abfallhierarchie**. Auch in diesem Bereich kann die Landeshauptstadt Graz durch ständige Bestrebungen zur

Verbesserung der getrennten Sammlung und folgenden Verwertung auf sehr gute Ergebnisse verweisen. Um den aktuellen Status Quo sowie die Anforderungen zum Erreichen der seitens der EU vorgeschriebenen Recyclingquoten zu erheben wurden die Trenn- und Recyclingquoten von allen Abfällen berechnet und mit den 2025 bzw. 2030 erforderlichen Recyclingquoten als auch mit anderen Landeshauptstädten verglichen. Die Berechnung dieser Quoten erfolgte anhand der seitens der EU anerkannten Berechnungsmethode:

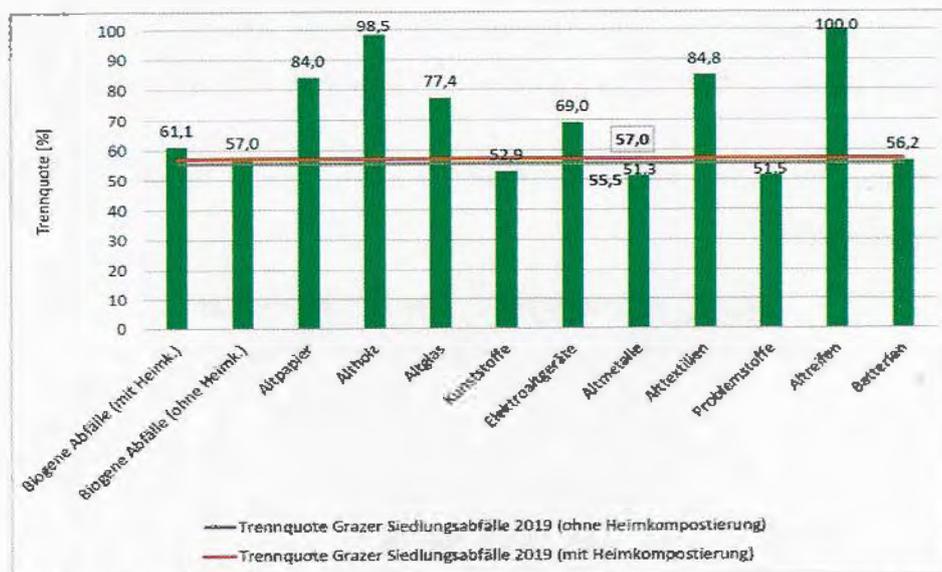


Abb.: Status Quo Trennquote (getrennt erfasste Menge) aller Abfälle in Graz

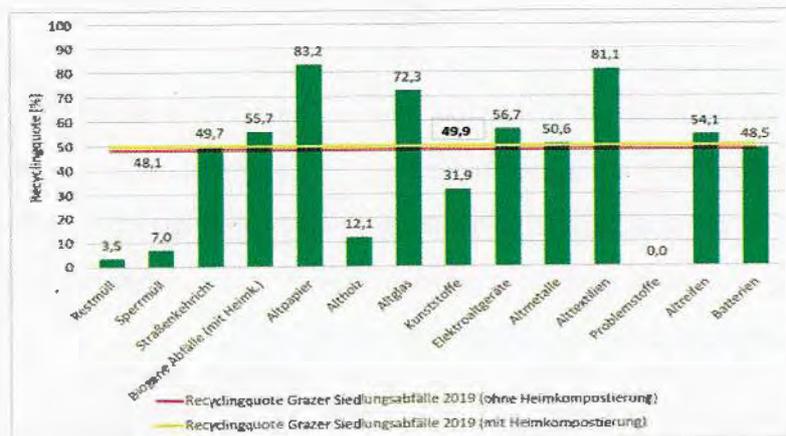


Abb.: Status Quo Recyclingquote (tatsächlich verwertete Mengen) aller Abfälle in Graz

Bei der Abfalltrennung als auch dem –recycling kann Graz höhere Quoten vorweisen als andere vergleichbare Landeshauptstädte in Österreich und erreicht mit einer aktuellen Recyclingquote von 50% die Vorgaben der EU für 2020. Das liegt einerseits am gut ausgebauten Sammelnetz für sämtliche Abfälle aber auch an den permanenten Bemühungen

diese einer optimierten stofflichen Verwertung zuzuführen und Störstoffe so weit als möglich zu minimieren.

Um die von der EU für 2025, 2030 und 2035 geforderten Recyclingquoten zu erreichen, werden weitere Optimierungen notwendig sein. Aus diesem Grund wurden über 60 Maßnahmenvorschläge ausgearbeitet und priorisiert, mit deren Umsetzung teilweise bereits begonnen wurde (z.B. neuer Ressourcenpark, Verbesserung der getrennten Sammlung auf öffentlichen Plätzen, Nudging, Bioabfallaufbereitung, Optimierung Straßenkehrriech, gemischte Verpackungssammlung nach Pfand Einführung, uvm.).

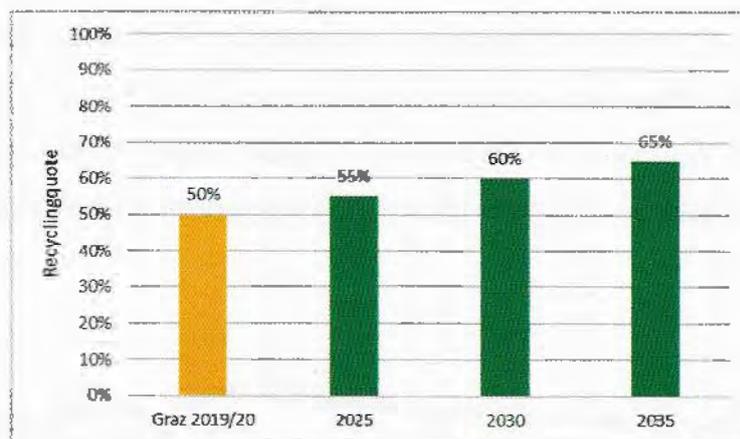


Abb.: erforderliche Recyclingquoten bis 2035

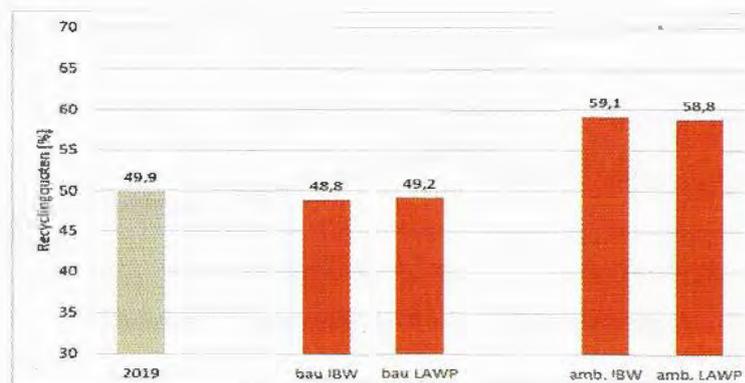


Abb.: Entwicklung der Recyclingquoten bis 2030 in verschiedenen Prognosen

Unterschiedliche Wachstumsprognosen (IBW: Ingenieurbüro Wellacher; LAWP: LandesAbfallWirtschaftsPlan) und Entwicklungsszenarien (bau: business as usual; amb.: ambitioniert) zeigen, dass die Erreichung der für 2030 geforderten Recyclingquoten im sogenannten „ambitioniert“ Szenario, welches die Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmenvorschläge vorsieht, möglich ist.

Trotz der **umfassenden Maßnahmen** zur Abfallvermeidung, -wiederverwendung und -recycling ist und wird es nicht möglich sein, sämtliche anfallenden Abfälle im Kreislauf zu führen. Daher ist es jedenfalls erforderlich für die **bestmögliche Verwertung der Restabfälle (Reststoffe)** auf die nächste Stufe der Abfallhierarchie zu verweisen.

An **4. Stufe der Abfallhierarchie** befindet sich die energetische Verwertung. Die energetische (thermische) Verwertung wird mittel- und langfristig eine wichtige Säule der Abfallwirtschaft bleiben, da auch bei einer gut ausgebauten getrennten Sammlung und Recyclinginfrastruktur Abfallfraktionen anfallen, die für das Recycling nicht geeignet sind (z.B. Haus- und Gewerbeabfall sowie Reststoffe) bzw. diesem nicht zugeführt werden dürfen. Unter energetischer Verwertung wird die Verbrennung unter Energienutzung verstanden. Diese ist auch im Abfallwirtschaftsgesetz als Verwertungsverfahren (AWG 2002, Anhang 1) definiert. Im Gegensatz dazu stellt die Verbrennung ohne Energienutzung ein Beseitigungsverfahren dar, welches an unterster Stufe steht. In Österreich sind sämtliche Abfallverbrennungsanlagen Verwertungsanlagen.

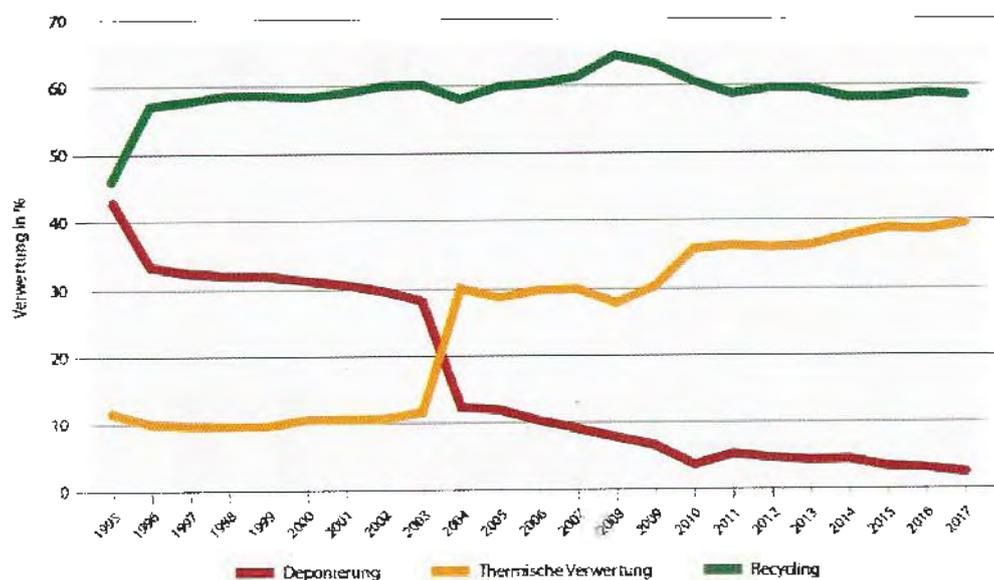


Abb.: Bedeutung und Entwicklung von Thermischer Verwertung, Deponierung und Recycling

Die thermische Verwertung ist der Deponierung oder anderen Beseitigungsverfahren klar vorzuziehen. Die energetische Verwertung bzw. deren Zunahme hat keine Auswirkung auf die Verminderung der Recyclingquoten, vielmehr ersetzt sie immer stärker die Deponierung.

Jetzt und auch in Zukunft wird die energetische Reststoffverwertung einen wesentlichen **Beitrag für eine moderne und kreislauforientierte Abfallwirtschaft** aus folgenden Gründen leisten:

- gesicherte Behandlung, Hygienisierung und Inertisierung
- Zerstörung organischer Schadstoffe
- Vermeidung treibhauswirksamer Gase wie Methan aus Deponien
- Substitution fossiler Energieträger durch Produktion von Strom, Fernwärme und Prozessdampf und somit Stärkung der Versorgungssicherheit
- Beitrag zur stofflichen Verwertung durch Recycling von Metallen bzw. in Zukunft auch Glas, Phosphor, Gips und anderen Rohstoffen aus Aschen und Schlacken
- Gewährleistung einer Entsorgungssicherheit und Entsorgungsautonomie unter Berücksichtigung des Prinzips der Nähe in der kommunalen Daseinsvorsorge

An **letzter und damit abfallhierarchisch unterster Stelle** steht das Beseitigungsverfahren. Die Deponierung ist ein Beseitigungsverfahren (siehe auch AWG Anhang 1) und ist damit jedenfalls niedriger zu bewerten als die thermische Verwertung. Zusätzlich ist diese auch wegen der vielfältigen negativen Auswirkungen auf Klima und Umwelt (Methangasentwicklung, Bodenkontaminierung, Grundwasserverseuchung, etc.) möglichst zu vermeiden und ohne Vorbehandlung der abzulagernden Abfälle verboten. Neben der Deponierung gilt auch die mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA) als Alternative für die Behandlung von Reststoffen. Diese ist als Vorbehandlung vor einem Beseitigungsverfahren einzustufen und damit ebenso abfallhierarchisch niedriger als energetische Verwertung.

Auch sämtliche nach Anhang 1 AWG aufgelisteten Verfahren, die als Alternative zur energetischen Reststoffverwertung in Frage kommen sind als Beseitigungsverfahren eingestuft.

Damit ist die **thermische Verwertung** für alle **Reststoffe** aus Restmüll, Sperrmüll, Gewerbeabfall und alle im Zuge des Recyclings ausgeschleusten nicht-recyclingfähigen Abfälle **die einzige und wichtigste Methode der Abfallverwertung** und damit integraler Bestandteil einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft.

IV.2 Input

Von den aktuell und insgesamt in Graz anfallenden Abfallmengen von rd. 160.000 to p.a. sind nach den unter IV.1 erläuterten kreislaufwirtschaftlichen Maßnahmen gegenwärtig knapp rd. die Hälfte bzw. unter Berücksichtigung zusätzlich eingelieferter Mengen rd. 86.000 to p.a. als Reststoffe zu qualifizieren (Basis Istmengen 2018), welche keiner weiteren stofflichen Wiederverwendung zugeführt werden können und demgemäß die energetische Verwertung die bestgeeignete Behandlungsmethode entsprechend der Abfallhierarchie darstellt. Insgesamt ist von einer Steigerung der Reststoffmengen bis 2030 von rd. 1,5 % p.a. auszugehen, insbesondere bedingt durch das erwartete weitere Wachstum der Stadt Graz inklusive Umland. Durch die steigenden Anforderungen an die Abfallvermeidung und –trennung werden durch das weitere Bevölkerungswachstum **mittel- bis langfristig die Reststoffmengen absolut zumindest stagnieren und je Einwohner sinken**. Dies spiegelt sich in der von 2030 bis 2040 erwarteten signifikant reduzierten jährlichen Veränderung der Reststoffmengen von rd. 0,3 bis 0,4 % p.a. wieder. Somit ist für die Errichtung der ERV von folgenden **langfristigen Mengenprognosen** für die Einlieferungen in die ERV auszugehen:

Menge/Abfallarten/Input		A									B					
		Ballungsraum Graz									Großraum Graz					
		2018		2030		2040				2018		2030		2040		
Eingesetzte Abfälle	Heizwert MJ/kg	Menge to p.a.	Menge to p.a.	abs.	in %	Menge to p.a.	abs.	in %	Menge to p.a.	Menge to p.a.	abs.	in %	Menge to p.a.	abs.	in %	
Reststoffe aus Restmüll	10,5	69.000	83.000	14.000	20%	86.000	3.000	4%	84.000	101.000	17.000	20%	104.000	3.000	3%	
Reststoffe aus Sperrmüll	13,0	17.000	20.000	3.000	18%	21.000	1.000	5%	20.500	24.000	3.500	17%	25.000	1.000	4%	
Summe Brennstoffmengen		86.000	103.000	17.000	20%	107.000	4.000	4%	104.500	125.000	20.500	20%	129.000	4.000	3%	
mittlerer Heizwert (Hu)	MJ/kg		11							11						
Brennstoffwärme	GWh/a		315							382						
Betriebsstunden	h p.a.		8.000							8.000						
Brennstoffwärmeleistung	MW		39							48						
Durchsatz	to p.h.		12,9							15,6						

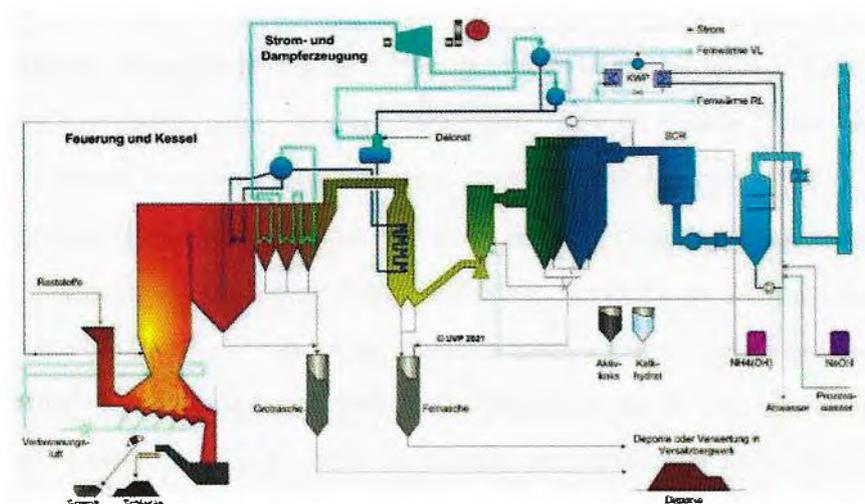
Von den in der Tabelle ersichtlichen Brennstoffmengen sind im Jahr 2030 rd. 80.000 to als direkt aus der Stadt Graz stammend zu qualifizieren. Die **Standortlogistik der ERV** sieht ein Betriebskonzept ohne Errichtung von zusätzlichen Lagerflächen vor, da die angelieferten Mengen gemäß einem „in-time“-Konzept der energetischen Verwertung anlagenintern unmittelbar zugeführt werden. Hinsichtlich der mit der ERV verbundenen Verkehrsentlastungen am Standort Puchstraße wird auf Kapitel IV.12 verwiesen.

Durch die **Anlagendimensionierung mit 103.000 to Inputmenge p.a.** wird ausgeschlossen, dass Reststoffmengen außerhalb des regional eingeschränkten Kreises zugeliefert werden sollen und sichergestellt, dass der Mengenumschlag am Standort Puchstraße/Sturzgasse de facto dem gegenwärtigen Status entspricht. Zugleich ist festzuhalten, dass die

Inputkapazitäten insbesondere auch von den tatsächlichen Heizwerten abhängig sein werden und die Detailplanung entsprechende betriebliche Toleranzen vorsehen wird. Für den Fall einer langfristigen Unterdimensionierung der Anlage aufgrund der gewählten **Minimaldimensionierung** ist zukünftig entsprechend frühzeitig die Sicherstellung der Entsorgungssicherheit durch alternative Maßnahmen sicherzustellen.

IV.3 Technik und Errichtung

Die varianteneinheitliche technische Konzipierung der ERV besteht aus einer **Rostfeuerung**, einer **Abgasreinigung auf dem neuesten Stand der Technik** sowie einem **hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungs-Verfahren** zur Erzeugung von Wärme und Strom mit 8.000 Betriebsstunden p.a.:



Ab **Beginn der Einreichplanung** bis zur **Inbetriebnahme** ist mit einem Zeitrahmen von rd. 8 Jahren zu rechnen. Bei den technischen Detailkonzeptionen wurde sichergestellt, dass **hinsichtlich der ökologischen Ausrichtung modernste Verfahrenstechnik** eingesetzt wird.

IV.4 Output

Auf Grundlage der durchgeführten Optimierungen können nachfolgende variantenspezifische **Outputmengen prognostiziert** werden:

Variante - Abkürzung		A2a	B2a	B2b
Input p.a.	to	103.000	125.000	125.000
Output Wärme p.a.	MWh	182.922	222.882	222.882
Output Wasserstoff p.a.	kg	452.600	601.520	601.520
Output Strom p.a. (1)	MWh	9.747	9.339	8.417

(1) nach Produktion Wasserstoff.

Insgesamt können mit der ausgewählten ERV-Variante demnach rd. 183 GWh Fernwärme p.a. erzeugt werden. Dies entspricht, basierend auf einem aktuellen Wärmebedarf von rd. 1.200 GWh p.a. für die Stadt Graz, einer versorgungssicheren und frei von fossilen Energieträgern erzeugten Wärmemenge im Ausmaß von **rd. 15 % des Gesamtbedarfs**.

IV.5 Innovation und Optimierung

Zur Effizienzoptimierung ist die Errichtung eines bedarfsorientierten **8.000 m³ Wärmespeichers** für das Fernwärmenetz vorgesehen, wovon auch **weitere Ökologisierungsmaßnahmen** in der Aufbringung der Fernwärme profitieren werden. Darüber hinaus wird ein **Wärmepumpensystem** integriert. Damit kann der Wärmeoutput der Anlage gesteigert und der Substitutionseffekt von Erdgas, sowie die damit verbundenen positiven ökologischen Effekte (CO₂-Emissionen), weiter erhöht werden. Ein Modul für die Produktion von **Wasserstoff**, aus dem in der ERV erzeugten Strom, ist im ERV-Konzept integriert. Mit der geplanten Anlage können, je nach Input-Mengenvariante der ERV, rd. 450 bis 600 to Wasserstoff p.a. erzeugt werden. Die ausgewählte Variante wird den emissionsfreien Betrieb von rd. 1/3 der Schwerfahrzeuge der städtischen Infrastruktur (rd. 60 Busse Graz Linien oder LKW der Abfallsammlung, etc.) ermöglichen. Die Errichtung von **Photovoltaik- und/oder Thermosolarmodulen** wird im Zuge der Detaillierung der Standortplanung in der folgenden Projektphase vorgenommen. **Gesamthaft** wird damit sichergestellt, ein **Maximum an Dekarbonisierung und Ökologisierung** mit der Projektumsetzung sicherstellen zu können.

IV.6 Wirtschaftlichkeit und Risikomanagement

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit wurden auf Grundlage des jeweils variantenspezifisch ausgearbeiteten Betriebskonzepts die erforderlichen Bewertungen durchgeführt. Als Bewertungsstichtag wurde der 1.1.2022 festgelegt. Eine Inbetriebnahme

der ERV wird im Geschäftsjahr 2029, mit einer unmittelbar vorangehenden technischen Realisierungsdauer von rd. 3 Jahren, erwartet. Als Bewertungsmodell wurde das **Free Cash Flow Modell** nach 23% Unternehmenssteuern verwendet und ein **objektivierter Gesamtunternehmenswert** mit einem WACC von 4,5 % ermittelt. Es wurde eine Betriebsdauer von 40 Jahren bewertet, nach einer Planungs-, Genehmigungs- und Errichtungsphase von insgesamt 8 Jahren:

Variante - Abkürzung		A2a	B2a	B2b
Σ ERV inkl. Wärmespeicher	TEUR	-127.050	-144.540	-142.076
Σ Wärmepumpe	TEUR	-8.905	-11.000	-11.000
Σ Wasserstoff	TEUR	-19.701	-22.275	-26.730
Σ Erstinvestitionskosten	TEUR	-155.656	-177.815	-179.806
Σ Umsatzerlöse	TEUR	19.672	23.888	24.399
Σ Aufwand	TEUR	-10.433	-11.527	-12.375
EBITDA	TEUR	9.240	12.362	12.023
stat. Amortisationsdauer	Jahre	16,8	14,4	15,0
interne Verzinsung	%	5,1%	6,3%	6,0%

Für die Indexierung der maßgeblichen Erlösquellen der ERV (Wärmepreis, Inputpreis Reststoffe) wurden moderate Ansätze unterhalb der erwarteten Grenzkostenentwicklung angenommen, wodurch die Sicherstellung des Ziels „**Preissicherheit für Konsument:innen**“ gewährleistet wird.

Zur gesicherten Quantifizierung des mit der Realisierung der ERV verbundenen wirtschaftlichen Risikos wurde eine **Value-at-Risk-Bewertung (VaR)** durchgeführt, auf deren Grundlage die Projektumsetzung als mit vergleichsweise **geringem Risiko** behaftet zu qualifizieren ist. Hierzu kann festgehalten werden, dass die Chancen-Risiko-Profile für die Varianten A2a und B2a in Verbindung mit den kalkulierten Barwerten der Wirtschaftlichkeitsrechnung als **überdurchschnittlich positiv** zu bezeichnen sind und deshalb aus finanzwirtschaftlicher Sicht eine Projektumsetzung am Standort Graz/Puchstraße hinsichtlich der ausgewählten Variante A2a zu empfehlen ist.

IV.7 Rechtliche Aspekte

Entsprechend dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz sind Anlagen zur Behandlung von nicht gefährlichen Abfällen mit einer Kapazität von mindestens 35.000 to p.a. oder 100 to pro Tag einer Umweltverträglichkeitsprüfung zu unterziehen. Jede der 3 detailliert untersuchten

Varianten ist bei entsprechender technischer Ausgestaltung **UVP-pflichtig und genehmigungsfähig**.

Für förderungsrechtliche Aspekte relevant ist die Beantwortung der Frage, ob die erzeugte Wärme den Kriterien einer hocheffizienten Wärme aus KWK-Anlagen entspricht. Nach derzeit geltender Rechtslage würden die in der ERV erzeugten Wärmemengen als „hocheffizient“ einzustufen sein, wodurch der weitere **Fernwärmeausbau mitabgesichert** werden kann.

Die geeignetste gesellschaftsrechtliche Umsetzungsvariante im Sinne der Projektziele ist der Betrieb der ERV sowie der EKV in einer Gesellschaft, an der die Holding Graz und die Energie Steiermark gemeinsam beteiligt sind. Damit wird zugleich eine **Inhouse-Vergabe** der erforderlichen Leistungsbeziehungen entsprechend dem **Bundesvergabegesetz** zwischen den einzubindenden Gesellschaften (Reststoffinput, Energielieferungen) umgesetzt.

IV.8 Volkswirtschaftliche Bewertung

Für die volkswirtschaftliche Bewertung wurde sowohl die Bau- als auch die Betriebsphase der ERV berücksichtigt. Für die quantitative Bewertung der **regionalwirtschaftlichen Effekte** hieraus wurde das von Joanneum Research entwickelte und weitläufig anerkannte Modell MAREMOTO verwendet. Nachfolgende volkswirtschaftliche Kennzahlen ergeben sich aus der Errichtung und dem Betrieb der ERV:³

ERV Variante - Abkürzung	Bauphase		Betriebsphase p.a.	
	A2a	B2a	A2a	B2a
Bruttowertschöpfung in MEUR	133	151	9	10
davon in der Steiermark	62	71	8	9
Beschäftigung in Vollzeitjahren	1.200	1.369	84	92
davon in der Steiermark	602	688	72	79
Steuern in MEUR	60	68	4	4

Wie den Tabellen entnommen werden kann, ist in der Bauphase mit einer Bruttowertschöpfung von 133 MEUR zu rechnen, davon 62 MEUR in der Steiermark. Es wird für die Errichtungsphase mit 1.200 Arbeitsplätzen auf Vollzeitjahresbasis, hiervon 602 in der Steiermark, zu rechnen sein. Für die Betriebsphase sind mehr als 70 zusätzliche dauerhafte Vollzeit Arbeitsplätzen in der Steiermark zu erwarten.

³ Die Variante B2b wurde nicht separat bewertet, da diese de facto ident zur Variante B2a ist.

IV.9 CO₂-Emissionen und übergeordnete strategische Aktionspläne

Nachfolgende Planbilanz hinsichtlich der **CO₂-Emissionen** ergibt sich auf Grundlage der ausgearbeiteten Betriebskonzepte:

Variante - Abkürzung		A2a	B2a	B1a
Vermiedene Transporte	to p.a.	-740	-940	-870
Vermiedene fossile Emissionen (Erdgas)	to p.a.	-53.200	-64.900	-64.900
Generierte Emissionen ERV	to p.a.	40.200	48.700	48.700
Reduktionseffekt durch Wasserstofferzeugung	to p.a.	-1.000	-1.000	-1.000
Gesamtreduktion CO₂ lokal	to p.a.	-14.740	-18.140	-18.070

Die Ergebnisse belegen den **positiven Effekt** auf die lokalen CO₂-Emissionen: Es können gesamthaft betrachtet rd. 15.000 to p.a. eingespart werden. Hervorgehoben werden muss der **Einsparungseffekt bei fossilen CO₂-Emissionen** durch die Substitution von Erdgas zur Fernwärmeerzeugung in Höhe von 53.200 to p.a.. Insgesamt werden **rd. 1.000.000 LKW-km p.a.** durch Errichtung der ERV/EKV **eingespart**, siehe hierzu Abschnitt IV.12. Nicht berücksichtigt als mögliche weitere Verbesserung der CO₂-Bilanz wurden mittel- bis langfristige Chancen aus der **Nutzung von Carbon Capture – Technologien**.

Hinsichtlich der Kompatibilität der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie mit übergeordneten politischen und gesellschaftlichen **Strategien zum Klimaschutz** erfolgte eine Detailprüfung. Es kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass eine entsprechend **positive Übereinstimmung** von Zielsetzungen bezogen auf die analysierten und nachfolgend angeführten Strategien gegeben ist:

	International	National	Regional
Unmittelbare Auswirkung	+ EU Green Deal	+ EAG + AWG - Kreislaufwirtschaftspaket + Erneuerbaren Wärmegegesetz + Ökosoziale Steuerreform	+ Energiemasterplan Graz + Klimaschutzplan der Stadt Graz
Direkte Auswirkung	+ Internationale Klimaschutz-abkommen + Fit-for-55-Programm + EU-Aktionsplan Kreislaufwirtschaft	+ Regierungsprogramm	+ Arbeitsgruppe "Wärmeversorgung Graz 2020/2030"
Indirekte Auswirkung	+ Sustainable Finance und EU Taxonomie	+ #mission2030	+ Klima- und Energiestrategie Steiermark

Die weiteren Entwicklungen von Detailausgestaltungen der EU-Taxonomie sind zu evaluieren.

IV.10 Immissionen

Auf Grundlage der sich durch das jeweilige Betriebskonzept ergebenden **Emissionen** wurden die entsprechenden **Ausbreitungsrechnungen** auf Grundlage aktueller meteorologischer Daten erstellt. Hinsichtlich Standort Graz/Puchstraße ist festzuhalten, dass es sich hierbei um ein **Luftsanierungsgebiet** für NO₂ und PM10 handelt. Der Standort Werndorf liegt in einem Luftsanierungsgebiet für PM10. Gemäß Leitfaden UVP und IG-L des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2020 wird im Allgemeinen für die Bemessung von **Irrelevanz** bei der Jahreszusatzbelastung außerhalb von belasteten Gebieten eine 3%ige Grenze empfohlen. In Sanierungsgebieten nach IG-L eine 1%ige Grenze. Außerhalb von Sanierungsgebieten ist auch ein relevanter Beitrag der Zusatzbelastung zulässig, sofern der Grenzwert der **Gesamtbelastung** eingehalten wird. Bei Erfüllung dieser Kriterien ist von einer Genehmigungsfähigkeit im Zuge der Umweltverträglichkeitsprüfung auszugehen.

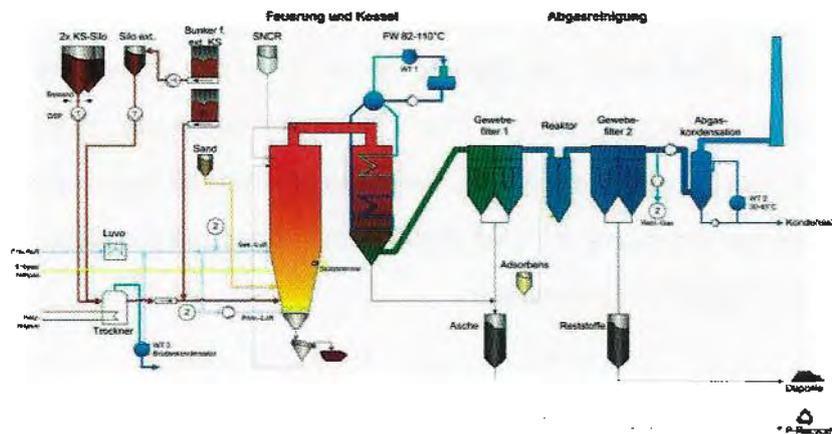
Beim Standort Graz/Puchstraße ist die durch die ERV generierte NO₂- und PM10-**Zusatzbelastung als irrelevant** zu bewerten, bei SO₂ und HF liegen die **Gesamtmissionen unter dem Grenzwert**.

Beim Standort Werndorf ist die PM10-**Zusatzbelastung als irrelevant** zu bewerten, bei SO₂, NO₂ und HF liegen die **Gesamtmissionen unter dem Grenzwert**.

IV.11 Energetische Klärschlammverwertung (EKV)

Die thermische Verwertung von Klärschlamm unter Einbeziehung eines Wärmepumpensystems zur Nutzbarmachung von Restwärme im gereinigten Abwasser am Standort der Kläranlage der Stadt Graz in **Gössendorf** für die Fernwärmeversorgung stellt nicht nur ein **energetisches Nutzenpotential** dar, sondern erfüllt auch die mittelfristigen gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich **Phosphorrückgewinnung**. Darüber hinaus ist die Ausbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Flächen aufgrund zunehmender Problematiken hinsichtlich **Spurenstoffen und Mikroplastik** nicht mehr als adäquat zu beurteilen und sind auch demgemäß möglichst kurzfristig entsprechende energetische Monoverbrennungskapazitäten stattdessen zu nutzen. Zugleich stellt das vorliegende EKV-Konzept eine **effiziente Redimensionierung und Dekarbonisierung** des bislang von den Projektträgern schon angestrebten **Energiemodells Gössendorf** durch Einsatz von Klärschlamm statt des bisher

konzipierten Mindesteinsatzes von Erdgas zur Erreichung der notwendigen Temperaturen im Fernwärmenetz dar. Unter Berücksichtigung der sich in Umsetzung befindlichen Kläranlagenerweiterung und erwarteten Einlieferungsmengen aus direkt angrenzenden Abwasserverbänden wird von einer konstanten langfristigen **Inputmenge** Klärschlamm von rd. 10.500 to Trockensubstanz p.a. ausgegangen. Die Energieversorgung der thermischen Trocknung erfolgt mittels einer **Wärmepumpe** aus dem Reinwasser der Kläranlage. Der **Phosphoranteil** liegt bei rd. 4 % bezogen auf die Trockensubstanz. Das **Prinzipschema** für die stationäre **Wirbelschichtfeuerung** sieht wie folgt aus:



Hinsichtlich der **Errichtung** der EKV ist mit einer Zeitspanne von rd. 7 Jahren zu rechnen, da für die konzipierten EKV-Varianten aufgrund der geringen Größe mit weniger als 35.000 to Inputmenge p.a. keine UVP-Pflicht besteht. Die **Anlagengenehmigung** ist insbesondere nach dem Abfallwirtschaftsgesetz durchzuführen. Die konzipierten Varianten können 24 bis 36 GWh p.a. in das **Fernwärmenetz** einspeisen. Hinsichtlich der damit verbundenen **CO₂-Einsparung** durch die **Substitution von Erdgas** sowie die **Reduktion von bislang erforderlichen Transporten** ist mit einem positiven Effekt von rd. -5.000 bis -7.500 to p.a. zu rechnen:

Variante - Abkürzung		K7	K7B	K10
Σ Bau	TEUR	-5.029	-5.029	-6.286
Σ Feuerung, Kessel, Reinigung, Entwässerung	TEUR	-19.695	-20.429	-25.981
Σ Anbindung, Leittechnik, Übrige	TEUR	-14.457	-14.457	-17.390
Σ Erstinvestitionskosten	TEUR	-39.181	-39.914	-49.657
Σ Umsatzerlöse	TEUR	3.740	3.740	5.610
Σ Aufwand	TEUR	-2.366	-2.307	-3.058
EBITDA	TEUR	1.374	1.433	2.552
stat. Amortisationsdauer	Jahre	28,5	27,8	19,5
interne Verzinsung	%	2,0%	2,2%	4,5%
CO ₂ -Einsparung p.a.	to	-5.000	-5.000	-7.500

Für die Erstellung des **Free Cash Flow Modells** für die EKV zur Ermittlung eines objektivierte Gesamtunternehmenswerts wurde ein WACC von 4,5 % nach 23 % Steuern angenommen und der Bewertungsstichtag mit 1.1.2022 festgelegt. Die Inbetriebnahme wurde mit 2029 angenommen, und damit aus Gründen der kaufmännischen Vorsicht um ein Jahr später als technisch erwartet. Die durchgeführte **Value-at-Risk-Bewertung** kam, analog zum Ergebnis bei der ERV, zu einem günstigen Risiko-Chancen-Profil für die Investition in eine EKV.

Hinsichtlich der **regionalwirtschaftlichen Effekte** ist festzuhalten, dass die EKV-Variante K10 in der Bauphase eine Bruttowertschöpfung von rd. 36 MEUR generiert und 320 Arbeitsplätze schafft bzw. absichert, davon 170 in der Steiermark. In der Betriebsphase werden 13 Vollzeitarbeitsplätze in Österreich geschaffen, davon 7 in der Steiermark. Die erstellte Ausbreitungsrechnung hinsichtlich der mit dem EKV-Betrieb verbundenen **Emissionen bzw. Immissionen** kam zum Ergebnis, dass keine Grenzwertüberschreitungen zu erwarten sind. Hinsichtlich der mit der Errichtung der EKV verbundenen Verkehrsbelastungen am Standort Gössendorf wird auf Kapitel IV.12 verwiesen.

IV.12 Verkehr

Für die erforderliche Evaluierung von verkehrswirtschaftlichen Änderungen im Einzugsgebiet der analysierten 3 Standorte (2 x ERV, 1 x EKV) wurde eine quantitative Bewertung durchgeführt. Es wurden hierfür die verkehrswirtschaftlichen Änderungen der drei ERV-Umsetzungsvarianten A2a, B2a und B2b jeweils in Kombination mit dem EKV-Standort Gössendorf quantifiziert. Auf Grundlage aktueller Basisdaten kann festgehalten werden, dass es bei Projektumsetzung in Gössendorf und am Standort **Puchstraße** variantenunabhängig zu einer signifikanten **Reduktion der analysierten Verkehrsströme von zumindest rd. 40 %**, im Querschnitt der Sturzgasse, kommen wird. Lediglich bei Realisierung des ERV-Standortes Werndorf käme es zu einer verkehrswirtschaftlichen Mehrbelastung, auch gemessen im Querschnitt der Sturzgasse, von bis zu rd. 61 %. Insgesamt werden durch Projektumsetzung **rd. 1.000.000 km LKW-Transportleistung eingespart**, da externe Verwertungslösungen nicht mehr angefahren werden müssen. Bei allen Varianten ist ergänzend hervorzuheben, dass das relevante projektspezifische LKW-Verkehrsaufkommen keinen bedeutenden Anteil am vorhandenen LKW-Verkehrsaufkommen gesamthaft aufweist und die LKW-Anteile am Gesamtverkehr im gesamten betrachteten Straßennetz um maximal bis zu 0,7% abgesenkt

(Variante A2a/Puchstraße) bzw. bis zu 0,6% angehoben (Variante B2b/Werndorf) werden. Positiv mit diesen potentiellen Entlastungen der Puchstraße in Graz neben erhöhter **Verkehrssicherheit** ist der Aspekt verbunden, insbesondere Maßnahmen zur **Forcierung des Radverkehrs begünstigen** sowie **Schallemissionen reduzieren** zu können.

IV.13 Zusammenfassung von Kennzahlen: ERV und EKV

Wie der nachfolgenden Tabelle entnommen werden kann, können insgesamt **rd. 30.000 Wohnungen** mit sicherer Fernwärme versorgt und **rd. 22.000 to CO₂ p.a. eingespart** werden:

ERV/EKV		ERV	EKV	Gesamt
∑ Erstinvestitionskosten	TEUR	-155.656	-49.657	-205.313
∑ Umsatzerlöse	TEUR	19.672	5.610	25.282
∑ Aufwand	TEUR	-10.433	-3.058	-13.491
EBITDA	TEUR	9.240	2.552	11.792
stat. Amortisationsdauer	Jahre	16,8	19,5	17,4
interne Verzinsung	%	5,1%	4,5%	4,9%
CO ₂ -Einsparung	to	-14.740	-7.500	-22.240
Produzierte Wärmemenge	MWh	182.922	36.000	218.922
damit versorgte Wohnungen	Stk.	24.390	4.800	29.190
Produzierter Wasserstoff	kg	452.600	0	452.600
damit versorgte LKW/Busse	Stk.	60	0	60
Produzierter Strom	MWh	9.747	0	9.747

Die **interne Verzinsung** der getätigten Investitionen beträgt **rd. 4,9 %**. Es kann demnach von einer **gesicherten Finanzierung** ausgegangen werden. Seitens der Stadt Graz sowie des Landes Steiermark, als mittelbare Eigentümer, kann hieraus folgend mit entsprechenden **Mittelzuflüssen durch Kosteneinsparungen** gerechnet werden, da der bisher erforderliche Zukauf von Leistungen bei Dritten durch die erläuterten **Insourcing-Maßnahmen** in Form der Errichtung der ERV sowie EKV nicht mehr erforderlich ist. Die bisher bei Dritten zugekauften Leistungen können kostengünstiger selbst erbracht werden.

Bei Durchschnittsbetrachtung des Beschäftigungseffektes unter Einrechnung der Errichtungs- und Betriebsphase ergibt sich ein positiver Effekt für die **Steiermark von rd. 100 geschaffenen bzw. abgesicherten Arbeitsplätzen**.

V. Quellenverzeichnis

Abschlussbericht ERV der Fa. UVP (Zschetzsche/Ritter), November 2021: Technische Konzeption, Mengen- und Stoffflüsse, Investitionen, Betrieb, Anlagenlayout und Standort.

Abschlussbericht EKV der Fa. UVP (Zschetzsche), November 2021: Technische Konzeption, Mengen- und Stoffflüsse, Investitionen, Betrieb, Anlagenlayout und Standort.

Abschlussbericht brainbows/umweltbundesamt (Nohel/Weishäupl/Nohel/Resch/Pölz/Fritz), Oktober 2021: Evaluierung strategischer Rahmenbedingungen im Bereich Klimaschutz und Prüfung der Übereinstimmung von Zielsetzungen, Ermittlung CO₂-Effekte durch die ERV.

Abschlussbericht der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (Knauder/Baumann-Stanzer), November 2021: Ausbreitungsrechnung, Prüfung der Einhaltung von Grenzwerten unter Anwendung fundierter meteorologischer Modelle für den Großraum Graz.

Abschlussbericht des HyCentA Graz / TU Graz (Richter), Juni 2021: Ausarbeitung eines Investitions- und Betriebskonzepts zur Erzeugung von Wasserstoff abgestimmt auf die Konzeption der ERV-Varianten.

Abschlussbericht der Wirtschaftstreuhandkanzlei Rabl und Partner (Pellett/Schwarzkogler), November 2021: Evaluierung durchgeführter wirtschaftlichen Berechnungen.

Abschlussbericht von RA Mag. Schiefer, Oktober 2021: Detailevaluierung vergaberechtlicher Fragestellungen.

Abschlussbericht Univ.-Prof. DDr. Michael Steiner (Universität Graz) sowie Joanneum Research (Niederl), Dezember 2021: Wertschöpfung, Beschäftigung, Steuern und weitere Aspekte der ERV und EKV.

Abschlussbericht der verkehrplus – Prognose, Planung und Strategieberatung GmbH (Bergmann) zur verkehrswirtschaftlichen Analyse und Bewertung der ERV und EKV.

Abschlussberichte und Arbeitspapiere der eingerichteten Arbeitsgruppen, bestehend aus den in der Machbarkeitsstudie angeführten Projektmitarbeiter:innen und weiteren Mitarbeiter:innen der Projektträger.

	Signiert von	Götzhaber Wolfgang
	Zertifikat	CN=Götzhaber Wolfgang,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
	Datum/Zeit	2022-09-14T11:12:49+02:00
	Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.

	Signiert von	Lindmayr Christopher
	Zertifikat	CN=Lindmayr Christopher,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
	Datum/Zeit	2022-09-14T12:02:22+02:00
	Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.

	Signiert von	Prutsch Werner
	Zertifikat	CN=Prutsch Werner,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
	Datum/Zeit	2022-09-14T12:07:14+02:00
	Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.

	Signiert von	Schwentner Judith
	Zertifikat	CN=Schwentner Judith,O=Magistrat Graz, L=Graz,ST=Styria,C=AT,
	Datum/Zeit	2022-09-14T15:35:24+02:00
	Hinweis	Dieses Dokument wurde digital signiert und kann unter: https://sign.app.graz.at/signature-verification verifiziert werden.