

World Energy Council Austria

**Young Energy Professionals
(YEP), 4. Zyklus**

Endbericht

Arbeitsgruppe: Wärmewende

**Titel: Technologieeinsatz und
Infrastrukturentwicklung zur
Dekarbonisierung der städtischen
Wärme in Österreich**

ÜBER YOUNG ENERGY PROFESSIONALS

Die Young Energy Professionals (YEP) bilden das interdisziplinäre Netzwerk junger Berufstätiger im WEC Austria. Gegründet „von jungen Menschen für junge Menschen“ auf dem Weltenergiekongress 2007 in Rom, sind die Ziele der Young Energy Professionals

- faktenbasiert Wissen zu energiewirtschaftlichen Themen zu vermitteln,
- ein fachlich übergreifendes Netzwerk aufzubauen,
- junge Entscheidungsträger und Meinungsbildner sowie den energiewirtschaftlichen Nachwuchs anzusprechen,
- Erfahrungs- und Wissensaustausch innerhalb des WEC-Netzwerks zu ermöglichen sowie
- die internationalen Aktivitäten der Future Energy Leaders Community von WEC zu unterstützen.

WEC Austria beschloss im Jahr 2015 eine nationale YEP-Gruppe zu etablieren. Zum einen unterstützen die YEP von WEC Austria die Arbeiten der internationalen Nachwuchsorganisation des World Energy Council. Zum anderen werden auf nationaler Ebene Lösungsvorschläge zu verschiedenen energiewirtschaftlichen Fragestellungen erarbeitet. Hierbei deckt ein interdisziplinärer Pool an jungen Berufstätigen der Energiewirtschaft vielfältige Themenbereiche ab. Ein Board unterstützt und begleitet die YEP.

Ein YEP Zyklus dauert in dieser Kohorte zwei Jahre. Danach werden die YEP Programmteilnehmer:innen in die YEP-Alumni-Community aufgenommen.

Das Programm-Board bestand aus:

- Mag. Elfriede Baumann
- Dr. Ulrike Baumgartner-Gabitzer
- Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Günther Brauner † (TU Wien)
- Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Günter Getzinger (TU Graz)
- Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Thomas Kienberger (MUL)
- Dr. Robert Kobau (World Energy Council Austria)
- O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Dr.h.c. Helmut Kroiss (TU Wien)
- Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans Peter Nachtnebel (BOKU)
- Univ.-Prof. iR Dr. Dr.h.c. Nebojsa Nakicenovic (IIASA)
- Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Stefan Schleicher (Universität Graz, WIFO)
- Dr. Barbara Schmidt (Oesterreichs Energie)

- SC Dr. Jürgen Schneider (BMLUK)
- Prof. Dr. Stephan Unger (St. Anselm College)
- Dipl.-Ing. Theresia Vogel (Klima- und Energiefonds)

ARBEITSGRUPPE

Wärmewende

TITEL DER ARBEIT

**Technologieeinsatz und Infrastrukturentwicklung zur
Dekarbonisierung der städtischen Wärme**

AUTOR*INNEN

**Mironova Mariia
Bothe Dominik
Dallago Valentin
Hochmeister Susanne
Schred Christoph
Wagner Dominik
Weiss Jakob**

Über die Autor*innen

Dominik Bothe studierte Maschinenbau mit Fokus auf Energietechnik & Thermodynamik an der Technischen Universität Wien. Seine Dissertation hat er erfolgreich im Rahmen des interdisziplinären Doktoratskollegs „URBEM“ über das Thema der Simulation von urbanen Energienetzen verfasst. Seit dem Abschluss seiner Forschungsarbeit ist er bei der Wiener Netze GmbH tätig.

Susanne Hochmeister absolvierte das Studium der Industriellen Energietechnik an der Montanuniversität Leoben. Seit Oktober 2022 ist sie als wissenschaftliche Projektmitarbeiterin am Lehrstuhl für Energieverbundtechnik der Montanuniversität Leoben tätig. Im Rahmen ihrer Dissertation befasst sie sich mit Carbon Capture, Utilization and Storage zur Dekarbonisierung des Energiesystems sowie der Optimierung von CO₂-Transportoptionen.

Mariia Mironova ist seit 2021 als Reliability Engineer bei Wien Energie für die Standorte Simmering, Donaustadt und Leopoldau tätig. Sie verantwortet die Verfügbarkeit und Optimierung konventioneller und zukunftsorientierter Anlagen wie Großwärmepumpen und Geothermie. Zuvor sammelte sie internationale Erfahrung in der Chemiebranche und ist Absolventin der Montanuniversität Leoben.

Dominik Wagner studierte Rechtswissenschaften an der Universität Wien. Von 2020 bis 2025 arbeitete er als Universitäts-Assistent am Forschungsbereich Rechtswissenschaften der TU Wien, im Zuge dessen er sich u.a. mit Fragestellungen des Energie- und Umweltrechts auseinandersetzte. In seiner Doktorarbeit beschäftigt er sich mit der Nachhaltigkeitsregulierung neuer Gebäude.

Jakob Weiss widmet sich seit 2021 beruflich in diversen Rollen der Energiewende mit Fokus auf die Bereiche Photovoltaik und Stromspeicherung. Aktuell berät er Unternehmen mit EcoChange Consulting zu nachhaltigen Energielösungen und begleitet sie dabei von der Konzeption bis zur Umsetzung der Lösungen. Als theoretisches Fundament dient dabei sein an der Montanuniversität Leoben absolviertes Studium der Industriellen Energietechnik

Christoph Schred absolvierte das Bachelor- und Masterstudium Elektrotechnik an der TU Graz, mit der Vertiefung in elektrischer

Energietechnik. Seit 2018 ist er bei den Wiener Netzen in der Abteilung für Planung und Sonderaufgaben mit der strategischen Netzentwicklung im 380/110kV-Netz beschäftigt. Seine Aufgaben umfassen Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnungen, Netzanschlussbeurteilungen, sowie die strategische Netzausbauplanung/Netzentwicklung. Darüber hinaus ist er noch mit einschlägigen Gremientätigkeiten auf nationaler- und europäischer Ebene beauftragt.

Valentin Dallago ist begeisterter Energietechniker und setzt sich für die Transformation der europäischen Energielandschaft ein. Sein Engagement bringt er im Büro der Geschäftsführung bei Wien Energie ein, wo er als Fachassistenz tätig ist und Querschnittsmaterien der Energiewirtschaft bearbeitet. In dieser Funktion trägt er zur reibungslosen Koordination und Umsetzung strategischer Initiativen bei, die das Ziel haben, nachhaltige und innovative Lösungen in der Energiewirtschaft voranzutreiben. Seine Expertise hat er im Studium Industrielle Energietechnik an der Montanuniversität Leoben erworben. Valentin Dallago verfügt über praktische Erfahrungen aus der Unternehmensberatung, wo er sein Fachwissen in den Bereichen Nachhaltigkeit und Energie in unterschiedlichsten Branchen einbringen konnte.

Danksagung

Wir möchten uns herzlich bei unserem Mentor Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans Peter Nachtnebel für seine wertvolle Unterstützung und die Bereitschaft bedanken, uns konstruktives Feedback zu geben – auch in Phasen, in denen unser Zeitbudget und Engagement für den Bericht nicht immer dem Ideal entsprachen. Seine fachliche Begleitung hat wesentlich zur Qualität und Tiefe unserer Arbeit beigetragen.

Ebenso danken wir unseren Arbeitgebern für die Möglichkeit, Zeit für dieses Projekt aufzubringen. Auch wenn es sich um ein freiwilliges Engagement im Rahmen des YEP-Programms handelt, zeigt sich, dass solche Projekte – trotz ihrer begrenzten Größe – einen erheblichen zeitlichen Aufwand erfordern und nur durch entsprechende Freiräume realisierbar sind.

Abschließend gilt unser Dank dem World Energy Council Austria für die zahlreichen Netzwerkangebote und die inspirierende Plattform, die uns im Rahmen des Young Energy Professionals Programms zur Verfügung gestellt wurde. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit und der Austausch mit anderen Teilnehmenden haben unsere Perspektiven erweitert und das Projekt bereichert.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	9
2. Aufgabenstellung:	9
3. Definition von 3 Szenarien für eine dekarbonisierte Wärmeversorgung	13
Szenario 1: Zentraler, erneuerbarer Wärmequellen und Ausbau der Fernwärme	13
Szenario 2: Dezentrale erneuerbare Wärmeerzeugung.....	14
Szenario 3: Substitution von Erdgas durch erneuerbare Gase	15
4. Beschreibung der Technologien	16
Fernwärme - Wärmetransport über Nah- und Fernwärmenetze	16
Industrielle Abwärme.....	16
Geothermie	16
Solarthermie.....	16
Biomasseheizungen.....	17
Wärmepumpen.....	17
Biomethan	17
Synthetisches Methan.....	17
Wasserstoff	17
Wärmespeicher	18
5. Beschreibung der Kennzahlen.....	18
6. Vergleich der Energieflüsse	27
7. Auswirkung auf Einbauten.....	32
8. Rechtliche Herausforderungen am Beispiel der Geothermie	35
9. Zusammenfassung.....	42
10. Abstract.....	44

1. Einleitung

Eine der größten Herausforderungen im Zuge der Erfüllung der Energie- und Klimaziele stellt die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung von Gebäuden dar. Bis 2040 soll in Österreich somit die Wärmeversorgung klimaneutral sein.

Hierzu bedarf es eines zügigen Ausbaus erneuerbarer Energieträger zur Wärmeversorgung. Fernwärme und Wärmepumpen stellen dabei zentrale Hoffnungsträger dar [European Commission, 2016; 2017]. Für beide Technologien kann geothermische Energie eine wesentliche Rolle: durch die Nutzung der in der Erde gespeicherten Wärme können Fernwärmenetze, die bisher Erdgas und Abfall verbrennen, dekarbonisiert werden. Außerdem kann die Wärme zum Betrieb von Erdwärme- bzw. Sole-Wärmepumpen genutzt werden.

2. Aufgabenstellung:

Stadtbeschreibung

Die fiktive Stadt "Neustetten" liegt im Bundesland Oberösterreich und hat eine Bevölkerungszahl von etwa 100.000 Einwohnern. Die Stadt zeichnet sich durch eine kontinuierlich wachsende Bevölkerung aus, mit einer jährlichen Wachstumsrate von circa 1,5 bis 2 %. Aufgrund dieser Entwicklung stehen Stadtplanung und Infrastruktur vor der Herausforderung, nachhaltige und effiziente Lösungen für die zukünftige Versorgung zu gewährleisten.

Die Stadt hat ein mitteleuropäisches Klima mit milden Wintern. Die durchschnittliche Temperatur im Januar beträgt etwa -1°C . Dies bedeutet, dass die Heizperiode von Oktober bis Mai notwendig ist.

Die Wärmeversorgung in der Stadt basiert derzeit hauptsächlich auf dezentralen Heizsystemen. Etwa 90 % des gesamten Wärmebedarfs wird durch Gasheizungen und Heizölheizung gedeckt. Ein kleines Fernwärmenetz versorgt rund 10 % des Bedarfs, wobei die Wärme überwiegend in einem Reststoffheizkraftwerk erzeugt wird. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, etwa 10 % der benötigten Wärme aus industrieller Abwärme zu gewinnen.

Ein ungenutztes Potenzial liegt in der Geothermie, die bislang nicht zur Wärmeversorgung beiträgt. Ihre zukünftige Nutzung könnte eine entscheidende Rolle bei der nachhaltigen Weiterentwicklung der Stadt spielen.

Die Stadt ist von einer vergleichsweise alten Bausubstanz geprägt. Die meisten Gebäude wurden zwischen 1980 und 1990 errichtet und sind größtenteils unsaniert, was zu einer geringen Energieeffizienz führt. Etwa ein Viertel der Bevölkerung lebt in Einfamilienhäusern (EFH), während der Großteil in Mehrfamilienhäusern oder Wohnanlagen untergebracht ist. Aufgrund der unsanierten Gebäude besteht ein hoher Heizwärmebedarf, was die Bedeutung alternativer und effizienterer Heizmethoden unterstreicht.

Der zeitliche Untersuchungsbereich gliedert sich in drei Szenarien:

1. Bis zum Jahr 2040 als ambitioniertes Best-Case-Szenario in Anlehnung an die österreichische Strategie zur CO₂-Neutralität.
2. Bis zum Jahr 2045 als realistisches Szenario, das technologische Entwicklungen und regulatorische Rahmenbedingungen berücksichtigt.
3. Bis zum Jahr 2050 als langfristiges Szenario, in dem weitergehende Innovationen und strategische Maßnahmen zur Treibhausgasreduktion erfasst werden.

Kleine Gewerbe

In Neustetten sind Kleingewerbebetriebe mit weniger als 50 Mitarbeitenden dominierend und machen über 80 % aller Gewerbebetriebe aus. Obwohl ihr einzelner Wärmebedarf pro Betrieb eher gering ist, summiert sich ihr dezentraler Prozesswärmebedarf auf etwa 15–20 % des städtischen Gesamtverbrauchs. Die Bandbreite reicht von niedrigen Temperaturen für Reinigungs- und Lüftungsprozesse bis hin zu mittleren Temperaturen (40–120 °C) in Handwerksbetrieben und Gastronomie. Mangels eigener Wärmeerzeugung setzen viele dieser Betriebe weiterhin auf Gas- und Ölheizsysteme, während eine direkte Einbindung in das bestehende Nahwärmenetz aufgrund heterogener Standorte wirtschaftlich nur bedingt realisierbar ist. Vor diesem Hintergrund bieten sich modulare, skalierbare Konzepte an, etwa dezentrale Wärmepumpen-Module in Kombination mit kommunal bereitgestellter Abwärme oder lokale Contracting-Modelle, die technische Planung, Finanzierung und Betrieb bündeln. Eine zentrale Rolle spielen dabei abgestimmte kommunale Beratungs- und Förderangebote, um

den Kleinbetrieben den Umstieg auf effiziente und klimafreundliche Wärmeversorgungs­lösungen zu erleichtern. *[Barwińska-Matajowicz & Knapková (2023)]*

Einschätzung des aktuellen Heizwärmebedarfs:

Typische Werte für unsanierte Gebäude dieser Baujahre:

- EFH: ~150–200 kWh/m²a
- MFH: ~120–160 kWh/m²a

Anteil der Wohnfläche und Berechnung des Gesamtbedarfs:

Bei 100.000 Einwohnern und einer durchschnittlichen Wohnfläche von ~40 m² pro Person ergibt sich eine Gesamtwohnfläche von ca. 4 Mio. m².

Angenommen, ein viertel lebt in EFH und drei viertel in MFH, können wir einen gewichteten Heizwärmebedarf abschätzen:

Der aktuelle Heizwärmebedarf beträgt etwa 590 GWh pro Jahr. *[European Commission (2016)]*

Prognose für den Heizwärmebedarf in 15 Jahren (2040)

Angenommen, folgende Entwicklungen treten ein:

1. Sanierungen und Effizienzsteigerungen:

- Falls 50 % der Gebäude saniert werden (auf ~50 kWh/m²a), reduziert sich der Durchschnittswert auf etwa 90 kWh/m²a.

2. Bevölkerungswachstum:

- Bei einem Wachstum von ~1,75 % jährlich steigt die Einwohnerzahl auf ca. 130.000 → Wohnfläche wächst auf ca. 5,2 Mio. m².

→ **In 15 Jahren könnte der Heizwärmebedarf auf etwa 468 GWh pro Jahr sinken**, vorausgesetzt, dass umfassende Sanierungen durchgeführt werden. Ohne Sanierungen würde der Bedarf trotz Bevölkerungswachstums nur leicht sinken, da Neubauten effizienter sind. *[Kranzl et al., 2014; Müller et al., 2014]*

Mögliche Entwicklung des Prozess-wärmebedarfs der Kleingewerbe bis 2040

Unter Zugrundelegung einer jährlichen Wachstumsrate von 1,5–2 % werden in Neustetten bis 2040 etwa 20–30 % mehr Kleingewerbe (bis 50 Mitarbeitende) ansässig sein. Damit steigt der absolute Prozesswärmebedarf dieses Sektors – aktuell etwa 15–20 % des städtischen Wärmebedarfs – bis 2040 um rund 25–30 % an (Stadt Wien 2024, S. 12). Insbesondere Gastronomiebetriebe, Wäschereien und Handwerksbetriebe werden zusätzliche Wärmeanwendungen in Niedrig- und Mitteltemperaturbereichen (bis 120 °C) für Reinigung, Trocknung, Gär- und Kochprozesse benötigen. Gleichzeitig schaffen Trends wie Urban Farming oder Mikroproduktion (z. B. 3D-Druck-Werkstätten) weitere Wärmelasten im niedrigen Temperatursegment [Stadt Wien 2024, S. 18].

Gleichzeitig weist der Wiener Bericht auf Effizienzsteigerungen und Dekarbonisierungspotenziale hin: Durch den flächendeckenden Einsatz von Abwärmenutzung gekoppelt mit Niedrig- und Industriewärmepumpen lassen sich spezifische Prozesswärmeanforderungen um bis zu 40–50 % senken (Stadt Wien 2024, S. 34). Ergänzende Hochtemperatur-Wärmepumpen, Biomasse-Kleinfeuerungen und der sukzessive Einsatz erneuerbarer Gase (Biomethan/H₂) erlauben es, den netto zugeführten Wärmebedarf trotz steigender Anzahl an Betrieben langfristig auf heutigem Niveau zu stabilisieren und zugleich die Klimaneutralität zu erreichen [Stadt Wien 2024, S. 37].

Übertragbarkeit auf die Stadt und Schlussfolgerungen

Das Wiener Profil zeigt, dass rund 84 % des betrieblichen Prozesswärmebedarfs in Temperaturen unter 200 °C anfallen und der Dienstleistungssektor (Reinigung, Gastronomie, Handwerk) knapp 25 % des Gesamtbedarfes verantwortet (Stadt Wien 2024, S. 15). Überträgt man diese Verteilung auf Neustetten, ist auch hier mit einem hohen Anteil an Niedrig- und Mitteltemperaturprozessen zu rechnen – genau in jenen Bereichen, in denen Abwärmenutzung und Wärmepumpentechnik den größten Hebel haben.

Daraus ergeben sich für die Stadt zwei zentrale Handlungsfelder:

1. **Fokus auf Niedrig-/Mitteltwärmelösungen:** Lokale Abwärmequellen (z. B. aus Industrie oder Quartiersnetzen) kombiniert mit Wärmepumpen sollten den Kern der Dekarbonisierungsstrategie

bilden, um den spezifischen Wärmebedarf um bis zu 50 % zu reduzieren.

2. **Integration und Skalierung:** Die künftig verfügbare Tiefengeothermie und der Ausbau des Fernwärme-netzes ermöglichen modulare Contracting-Modelle, über die Kleingewerbe kostengünstig und flexibel an zentrale Wärmeerzeugung angeschlossen werden. Eine koordinierte kommunale Förder- und Beratungs-offensive ist dabei unerlässlich, um Investitionsbarrieren abzubauen und die Wärmewende im Kleingewerbesektor zügig voranzutreiben [*Stadt Wien 2024, S. 45*].

3. Definition von 3 Szenarien für eine dekarbonisierte Wärmeversorgung

- a. **Fernwärmeausbau und Aufwand (Strombedarf, Wärmequellen, Fernwärmenetzausbau/erweiterung..)**
- b. **Dezentrale erneuerbare Lösungen (Haushaltswärmepumpen, Biomasseheizkessel, Erdwärmesonden für Mehrfamilienhäuser)**
- c. **Erneuerbare Gase statt Erdgas**

Die Stadt Neustetten steht vor der Herausforderung, ihre Wärmeversorgung nachhaltig zu transformieren und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu reduzieren. Um verschiedene Möglichkeiten zur Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung zu untersuchen, werden drei Szenarien betrachtet, die jeweils unterschiedliche technologische und infrastrukturelle Lösungen fokussieren.

Szenario 1: Zentraler, erneuerbarer Wärmequellen und Ausbau der Fernwärme

Dieses Szenario konzentriert sich auf die Erweiterung des bestehenden Fernwärmenetzes und die verstärkte Nutzung zentraler, erneuerbarer Wärmequellen. Ziel ist es, den Versorgungsanteil der Fernwärme deutlich zu erhöhen und fossile Energieträger durch nachhaltige Wärmequellen zu ersetzen.

Maßnahmen:

- Ausbau des bestehenden Fernwärmenetzes, insbesondere in dicht besiedelten Gebieten
- Nutzung industrieller Abwärme zur Erhöhung der Effizienz
- Erschließung geothermischer Potenziale (Tiefengeothermie) als zentrale Wärmequelle
- Integration von Solarthermie und Biomasseanlagen in das Fernwärmenetz
- Nutzung zentraler Großwärmepumpen
- Aufbau saisonaler Wärmespeicher zur Nutzung erneuerbarer Energien

Dieses Szenario setzt auf eine langfristige Transformation der Wärmeversorgung durch zentrale Infrastrukturen und eine nachhaltige Einbindung unterschiedlicher erneuerbarer Energiequellen.

Trotz der Schlüsselfunktion einer nachhaltigen Gewinnung von Geothermie ist der bestehende Rechtsrahmen nicht angemessen ausgestaltet [*BMK, F&E Roadmap Geothermie (2022) 13.*]. Vielmehr bedarf es einer raschen Anpassung der rechtlichen Grundlagen, um eine zukunftsfähige Bewirtschaftung zu ermöglichen.

Szenario 2: Dezentrale erneuerbare Wärmeherzeugung

In diesem Szenario liegt der Fokus auf individuellen, dezentralen Lösungen zur Wärmeversorgung. Der Ersatz fossiler Brennstoffe soll durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien in einzelnen Haushalten und Wohnanlagen erfolgen.

Maßnahmen:

- Einsatz von Wärmepumpen für Haushalte und Mehrfamilienhäuser
- Installation von Erdwärmesonden zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie
- Umstellung auf Biomasseheizkessel (Pellet- und Hackschnitzelanlagen)
- Kombination von Photovoltaikanlagen mit Wärmepumpen zur nachhaltigen Strom- und Wärmeherzeugung

Dieses Szenario setzt auf eine dezentrale Wärmeversorgung mit hoher Eigenversorgung, erfordert jedoch erhebliche Investitionen in dezentrale Wärmeversorgungssysteme. *[Breitschopf et al., 2024]*

In Einfamilienhäusern ist die Umrüstung von Ölheizungen auf Wärmepumpen mit beträchtlichen Umbauarbeiten verbunden. Übliche Radiatoren sind wegen der niedrigen Vorlauftemperaturen nicht ausreichend. Es ist eine Wand- oder Fußbodenheizung erforderlich, bzw. der Strombedarf steigt beträchtlich.

Szenario 3: Substitution von Erdgas durch erneuerbare Gase

Dieses Szenario bildet die Nutzung erneuerbarer Gase als Alternative zur bisherigen Erdgasversorgung ab. Dabei sollen Biomethan, synthetisches Methan oder Wasserstoff schrittweise in das bestehende Gasnetz integriert werden.

Maßnahmen:

- Ausbau der Biogasproduktion mit Aufbereitung zu Biomethan
- Aufbau der Wasserstoffproduktion und Nutzung in spezifischen Sektoren
- Einspeisung von Wasserstoff ins bestehende Gasnetz und Anpassung der Infrastruktur

Dieses Szenario stellt eine mögliche Transformationsstrategie dar, die bestehende Gasinfrastrukturen weiter nutzbar macht, setzt jedoch auf die Entwicklung und Verfügbarkeit erneuerbarer Gase in ausreichender Menge.

Es ist wichtig zu erwähnen, dass derzeit werden CO₂-Abscheidungs- und Speichersysteme (CCS) in Österreich überwiegend in technischen Pilotprojekten erprobt; die geologische Speicherung von CO₂ ist nach wie vor gesetzlich verboten.

Die drei Szenarien bieten unterschiedliche Ansätze zur Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung in Neustetten. Während der Fernwärmeausbau auf zentrale Infrastrukturmaßnahmen setzt, verfolgen dezentrale Lösungen und erneuerbare Gase alternative Wege, um die Wärmeversorgung nachhaltig zu gestalten. Jedes Szenario bringt spezifische Herausforderungen und

Investitionsbedarfe mit sich, die in der weiteren Analyse bewertet werden.
[Breitschopf, Panny & Held, 2023]

4. Beschreibung der Technologien

Fernwärme - Wärmetransport über Nah- und Fernwärmenetze

Fernwärme bezeichnet die zentrale Erzeugung und den leitungsgebundenen Transport von Wärme zu Haushalten, Betrieben und öffentlichen Einrichtungen. Die Wärme wird in zentralen Anlagen erzeugt und über ein Pipelinenetz verteilt. Fernwärme ermöglicht die effiziente Nutzung erneuerbarer Wärmequellen und industrieller Abwärme und ist besonders in dicht bebauten Gebieten eine zukunftsfähige Lösung für die klimafreundliche Wärmeversorgung.

Industrielle Abwärme

Bei industriellen Prozessen entsteht oft Wärme, die ungenutzt verloren geht. Die Einspeisung dieser Abwärme in ein Fernwärmenetz oder in lokale Heizsysteme kann fossile Energie ersetzen und die Gesamteffizienz erhöhen.

Geothermie

Tiefengeothermie nutzt heißes Wasser oder Dampf aus mehreren hundert bis tausenden Metern Tiefe zur zentralen Wärmeversorgung. Sie eignet sich besonders für den Einsatz in Fernwärmesystemen und bietet eine zuverlässige, ganzjährig verfügbare Energiequelle.

Oberflächennahe Geothermie nutzt die konstante Temperatur des Erdreichs in wenigen Metern Tiefe, meist über Erdwärmesonden. Sie wird dezentral für einzelne Gebäude oder Wohnanlagen eingesetzt und eignet sich besonders in Kombination mit Wärmepumpen.

Solarthermie

Solarthermieranlagen nutzen Sonnenstrahlung als Wärmequelle, die direkt für Warmwasser oder Heizungsunterstützung genutzt werden kann. Großanlagen können in Fernwärmesysteme eingebunden und mit Wärmespeichern kombiniert werden, um eine saisonale Nutzung zu ermöglichen.

Biomasseheizungen

Biomasseheizungen nutzen nachwachsende Rohstoffe wie Holzpellets, Hackschnitzel oder Scheitholz zur Wärmeerzeugung. Sie sind eine CO₂-neutrale Alternative zu fossilen Heizsystemen, sofern die Brennstoffe nachhaltig erzeugt werden. Anwendung finden sie sowohl dezentral in Einzelgebäuden als auch in zentralen Heizwerken.

Wärmepumpen

Wärmepumpen gewinnen Wärme aus der Umgebung – aus Luft, Erdreich oder Grundwasser – und wandeln sie mittels elektrischer Energie in nutzbare Heizwärme um. Sie zeichnen sich durch hohe Effizienz aus, besonders in gut gedämmten Gebäuden und bei Verwendung von Ökostrom. Anwendung finden sie sowohl dezentral in Einzelgebäuden als auch in zentrale Großwärmepumpen.

Biomethan

Biomethan wird durch Aufbereitung von Biogas erzeugt und kann als klimafreundlicher Ersatz für Erdgas ins bestehende Gasnetz eingespeist werden. Es entsteht bevorzugt aus organischen Abfällen oder Reststoffen und ist vielseitig nutzbar – in Gasheizungen, KWK-Anlagen oder Industrieprozessen.

Synthetisches Methan

Synthetisches Methan entsteht durch die chemische Umwandlung von grünem Wasserstoff und abgeschiedenem CO₂. Es kann wie Erdgas transportiert und gespeichert werden und in bestehenden Anlagen genutzt werden. Die Erzeugung ist jedoch sehr energieintensiv.

Wasserstoff

Wasserstoff bietet – abhängig von der Art seiner Erzeugung – mehrere entscheidende Vorteile für eine klimafreundliche Energiezukunft: Er kann als grüner, blauer oder türkiser Wasserstoff auf umweltschonende Weise produziert werden. Bei seiner Nutzung wird kein CO₂ oder andere klimaschädliche Emissionen freigesetzt, sondern lediglich Wasserdampf. Zudem lässt sich Wasserstoff in bestehender Gasinfrastruktur transportieren und speichern, was ihn zu einem vielseitig einsetzbaren Energieträger macht.

- **Grüner Wasserstoff** wird mit erneuerbarem Strom hergestellt und ist vollständig klimaneutral. Grüner Wasserstoff bietet großes Potenzial für die Dekarbonisierung, erfordert aber erhebliche Infrastrukturinvestitionen und steht derzeit nur begrenzt zur Verfügung.
- **Blauer Wasserstoff** entsteht aus Erdgas, wobei das entstehende CO₂ abgeschieden und gespeichert wird (CCS).
- **Türkiser Wasserstoff** wird durch Methanpyrolyse erzeugt; als Nebenprodukt entsteht fester Kohlenstoff statt CO₂.
- **Grauer Wasserstoff** wird ebenfalls aus Erdgas gewonnen, jedoch ohne die CO₂-Abscheidung – er ist derzeit die häufigste Form. Diese Art von Wasserstoff ist nicht klimaneutral.

Wärmespeicher

Pufferspeicher (Kurzzeit): Speichern heißes Wasser zur Überbrückung kurzer Zeiträume (Stunden bis Tage). Kompakt, gängig bei Wärmepumpen oder Biomassekesseln.

Latentwärmespeicher: Nutzen Phasenwechselmaterialien (z. B. Paraffin) für kompaktere Speicherung. Noch wenig verbreitet, teurer.

Langzeitspeicher: Erdbecken-, Kies-/Wasser-Speicher, Aquiferspeicher: Speichern Wärme über Monate hinweg. Große Volumen (10.000+ m³), hohe Baukosten, Integration in zentrale Netze nötig.

5. Beschreibung der Kennzahlen

1. KPI: Infrastruktur-Readiness

Infrastruktur-Readiness bewertet, wie gut eine bestehende oder potenzielle Energieinfrastruktur auf den Einsatz einer bestimmten Technologie vorbereitet ist. Dieser KPI zeigt, ob für den großflächigen Einsatz relevante technische, physische und logistische Voraussetzungen bereits vorhanden sind oder ob umfassende Neu- oder Umbauten erforderlich wären. *[European Commission (2017) – Work Package 4 und 5]*

Definition des KPI

Bewertet wird anhand folgender Kriterien:

- Bestehende Netze und Anlagen (z. B. Gasnetz, Fernwärmeleitungen, Speicher)

- Skalierbarkeit im städtischen Kontext
- Kompatibilität mit bestehendem Gebäudebestand
- Verfügbarkeit notwendiger Technik (z. B. Wärmetauscher, Trafostationen)
- Platzbedarf und Einbindung in urbaner Dichte

Bewertung im Ampelsystem

● Hoch: Technologie ist gut mit vorhandener Infrastruktur kompatibel; geringe Anpassungen nötig.

● Mittel: Teilweise bestehende Infrastruktur vorhanden, aber größere Anpassungen oder Ergänzungen erforderlich.

● Niedrig: Infrastruktur fehlt weitgehend oder müsste umfassend neu aufgebaut werden.

Tabelle 1 KPI: Infrastruktur Readiness

Technologie	Infrastruktur Readiness	Bewertung
Fernwärmenetz	● Niedrig	In der Stadt kaum vorhanden. Neue Trassen, Verteilerstationen und Hausanschlüsse sind notwendig.
Industrielle Abwärme	● Mittel	Erfordert Koordination mit Industrie, geeignete Netzanbindung, Temperaturniveau muss passen.
Tiefengeothermie	● Niedrig/Mittel	Erfordert neue Tiefbohrungen, geologische Erkundungen und zentrale Netzanbindung (z. B. Fernwärme). Hoher Erschließungsaufwand.
Solarthermie	● Mittel	Gute Integration in Fernwärme möglich, braucht aber große Kollektorflächen, z. B. auf Dächern oder Freiflächen.

Zentrale Biomasseheizungen	● Mittel	Einzelanlagen gut umsetzbar, zentrale Versorgung braucht Brennstofflogistik, Lagerflächen und Schornsteine.
Zentrale Großwärmepumpen	● Mittel	Wärmequellen sind überall verfügbar
Zentrale saisonale Wärmespeicher	● Mittel	Sehr großer Flächenbedarf, hohe Baukosten, Integration ins Fernwärmenetz nötig. Keine breite Infrastruktur.
Dezentrale Wärmepumpen	● Hoch	Besonders Luft Wärmepumpen gut integrierbar, elektrischer Anschluss notwendig. Leicht nachrüstbar
Oberflächennahe Geothermie	● Mittel	Für Neubauten und Sanierungen oft geeignet. Braucht Platz für Sonden, daher im städtischen Bestand oft schwer realisierbar.
Biomethan	● Hoch	Bestehendes Gasnetz kann genutzt werden, nur geringe infrastrukturelle Anpassungen (z. B. Qualitätssicherung) notwendig.
Synthetisches Methan	● Hoch	Wie Biomethan direkt einspeisbar. Herausforderung liegt in der Herstellung, nicht im Netz
Grüne Wasserstoffproduktion	● Niedrig	Großflächiger Einsatz erfordert neue Gasleitungen oder Umstellung bestehender Netze. Druck und Materialanforderungen weichen stark ab.

2. KPI: Bewertung der Technologien nach Technologiereifegrad (TRL)

Um die Umsetzbarkeit der in den drei Szenarien betrachteten Technologien realistisch einschätzen zu können, wird der sogenannte Technology Readiness Level (TRL) als zentraler Indikator herangezogen. Der TRL

beschreibt den Entwicklungsstand einer Technologie – von der ersten Konzeptidee bis hin zur breiten kommerziellen Anwendung – und dient als etablierter Maßstab in internationalen Innovations- und Energieprojekten, etwa durch die Internationale Energieagentur (IEA) oder die Europäische Kommission.

Im Rahmen dieser Analyse orientieren wir uns an der erweiterten TRL-Skala der IEA, die elf Stufen umfasst:

Tabelle 2 Beschreibung KPI "TLR"

TRL	Beschreibung
1–4	Grundlagenforschung, Konzeptphase, Labortests
5–6	Technologiedemonstration im Pilotmaßstab
7–8	Fortgeschrittene Tests in realitätsnaher Umgebung
9	Kommerzieller Demonstrationsbetrieb
10	Volle Kommerzialisierung in frühen Märkten
11	Breite Anwendung in etablierten Märkten

Zur besseren Vergleichbarkeit mit weiteren (teilweise qualitativen) KPIs wurde ein Ampelsystem eingeführt, das den TRL-Wert in drei Klassen unterteilt:

● Hoch (TRL 10–11): Die Technologie ist breit verfügbar und im Markt etabliert. Ein kurzfristiger großflächiger Einsatz ist möglich.







● Mittel (TRL 7–9): Die Technologie ist marktnah oder befindet sich in der frühen kommerziellen Anwendung. Es bestehen noch Unsicherheiten oder notwendige Skalierungsschritte.

● Niedrig (TRL ≤6): Die Technologie befindet sich noch im Entwicklungs- oder Demonstrationsstadium. Ein breiter Einsatz ist kurz- bis mittelfristig nicht realistisch ohne erhebliche Investitionen und Weiterentwicklung.

Die TRL-Werte wurden auf Basis des [ETP Clean Energy Technology Guide [ETP Clean Energy Technology Guide – Data Tools – IEA] der Internationalen Energieagentur (IEA)] ermittelt. Dieser enthält für über 500 Technologien eine standardisierte TRL-Bewertung und dient in dieser Analyse als primäre Referenzquelle. Für Kombinations- oder Infrastrukturlösungen wurden Bewertungen aus verwandten Technologieeinträgen abgeleitet.

Tabelle 3 Szenarien Vergleich - KPI "TLR"

Technologie	TRL	Bewertung
Fernwärmenetz	11	● Hoch
Industrielle Abwärme	11	● Hoch
Tiefengeothermie	11	● Mittel
Solarthermie	10	● Mittel
Zentrale Biomasseheizungen	11	● Hoch
Zentrale Großwärmepumpen	9	● Hoch
Zentrale saisonale Wärmespeicher	9	● Mittel
Dezentrale Wärmepumpen	11	● Hoch

Oberflächennahe Geothermie	10	 Hoch
Dezentrale Biomasseheizungen	11	 Hoch
Biomethan	10	 Hoch
Synthetisches Methan	7	 Mittel
Grüne Wasserstoffproduktion	6	 Niedrig
Wasserstofftransport	7	 Mittel

3. KPI: Soziale Akzeptanz

Die Soziale Akzeptanz der Energiewende trägt wesentlich zum Erfolg der Dekarbonisierung bei. Soziale Akzeptanz soll in dieser Studie als Frage diskutiert werden, welche Umstände zu einer ungerechten oder unfair Wahrnehmung des Veränderungsprozesses Dekarbonisierung beitragen. Nach der allgemeinen Beschreibung der Materie wird im Folgenden auf besondere Aspekte der einzelnen Szenarien eingegangen.

Eine soziale Akzeptanz besteht im Allgemeinen in den Fällen, in denen öffentlicher Protest weitestgehend ausbleibt. Das Auftreten von Protest oder der Weg zu eben jenem sind klassische Elemente der Psychologie. Der "Pfad zum Protest kann in einen emotionalen Pfad und einen rationalen Pfad wie in der folgenden Grafik eingeteilt werden. *[Van Zomeren et al. (2008)]*

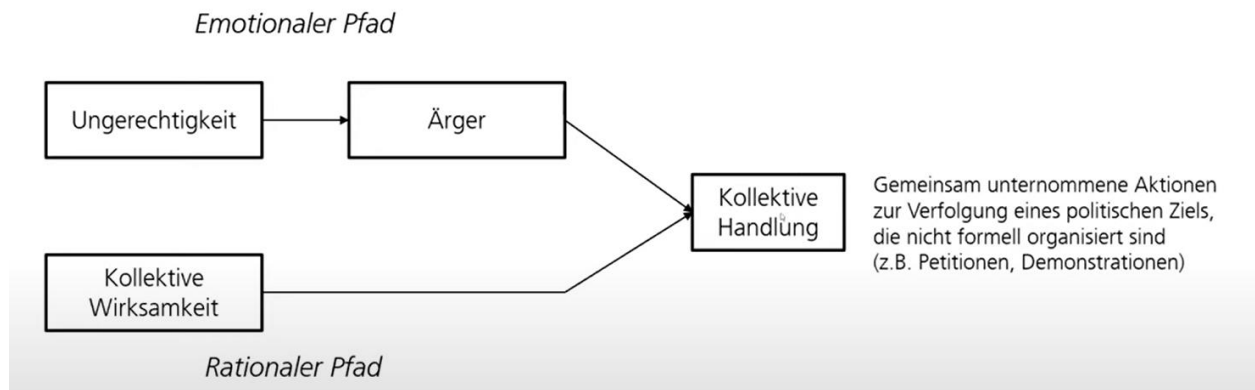


Abbildung 1 Soziale Akzeptanz Pfad

Der emotionale Pfad beschreibt die selbst wahrgenommene Ungerechtigkeit, die zu Ärger und einer Handlung, dem Protest führt. Die kollektive Wirksamkeit adressiert Handlungen, die auf einer gefühlt wahrgenommenen kollektiven Meinung beruhen, von der ein einzelnes Individuum nicht abweichen möchte. Im Resultat stellt die wahrgenommene Ungerechtigkeit die zentrale Ursache für den Protest dar.

Neuere Forschungen haben die Fragen der Gerechtigkeit detaillierter untersucht und konnten Faktoren, die zur Wahrnehmung von Ungerechtigkeit in Aspekte der Verteilungsgerechtigkeit und prozeduralen Gerechtigkeit unterteilen.

Aspekte der Verteilungsungerechtigkeit:

- Sozial („Ärmere werden stärker belastet“)
- Industriell (Groß- vs. Kleinunternehmer)
- Regional
- International
- Intergenerational
- Proportional (Kosten-Nutzen-Verhältnis)
- Absolut („es darf nichts kosten“)

Prozedurale Ungerechtigkeit:

- Partizipativ („kein wirklicher Diskurs“)
- Lobbyismus („wenige Personen/Gruppen entscheiden“)
- Informationell („zu wenig Informationen“)
- Hidden Agenda („Deckmantel Energiewende“)

- Temporal („zu spät“)

Einschätzung zu den Szenarien

Die drei Szenarien unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihrer sozialen Akzeptanz, da sie unterschiedliche Anforderungen an Infrastruktur, individuelle Investitionen, technologische Offenheit und gesellschaftliche Beteiligung stellen.

Die Einschätzung der sozialen Akzeptanz erfolgt anhand einer Einschätzung der Verteilungsgerechtigkeit und der prozeduralen Gerechtigkeit der Szenarien.

Verteilungsgerechtigkeit

Dimension	Szenario 1: Zentrale Fernwärme	Szenario 2: Dezentrale Lösungen	Szenario 3: Erneuerbare Gase
Sozial („Ärmere werden stärker belastet“)	Gefahr steigender Anschlusskosten für Haushalte mit geringem Einkommen	Hohe Investitionskosten für Einzelhaushalte – besonders belastend für ärmere Gruppen	Gaskosten könnten steigen, was einkommensschwache Haushalte überproportional trifft
Industriell (Groß- vs. Kleinunternehmen)	Großunternehmen können durch Wärmeeinspeisung profitieren, Kleinbetriebe zahlen Netzentgelte	Kleine Unternehmen müssen selbst investieren, Großunternehmen können skalieren	Großverbraucher erhalten oft günstigeren Zugang zu erneuerbaren Gasen
Regional	Vorteil für urbane Räume mit Fernwärmenetz, ländliche Regionen benachteiligt	Ländliche Räume profitieren durch Platz für dezentrale Systeme	Regionen ohne Gasnetz oder mit veralteter Infrastruktur benachteiligt
International	<i>Für die gesetzten Szenarien differenzierbar - es kann argumentiert werden, dass Dekarbonisierung global erfolgreich sein muss, um eine Wirkung zu zeigen.</i>		

Inter-generational	Langfristige Infrastrukturinvestitionen – hohe Anfangskosten, aber nachhaltiger Nutzen	Hohe Anfangsinvestitionen heute, aber langfristige Einsparungen	Risiko, dass zukünftige Generationen hohe Betriebskosten tragen
Proportional (Kosten-Nutzen-Verhältnis)	Hohe Investitionen, aber kollektiver Nutzen	Hohe individuelle Kosten, Nutzen stark abhängig von Standort	Unklarer Nutzen bei hohen Infrastrukturkosten
Absolut („es darf nichts kosten“)	„Es darf nichts kosten“- Haltung schwer vereinbar mit Netzausbau	Besonders kritisch, da Eigeninvestitionen nötig sind	Könnte als „unsichtbare“ Lösung erscheinen, aber teuer in der Umsetzung

Tabelle 4 Prozedurale Ungerechtigkeit

Dimension	Szenario 1: Zentrale Fernwärme	Szenario 2: Dezentrale Lösungen	Szenario 3: Erneuerbare Gase
Partizipativ	Geringe Bürgerbeteiligung bei zentralen Entscheidungen	Höhere Partizipation durch individuelle Wahlmöglichkeiten	Geringe Beteiligung, da technokratisch geprägt
Lobbyismus	Einfluss großer Energieversorger auf Netzausbau	Weniger lobbyanfällig, da dezentral	Starker Einfluss der Gaswirtschaft und Industrie
Informationell	Komplexe Technik, oft wenig transparente Kommunikation	Informationsbedarf hoch, aber oft unzureichend gedeckt	Viele Unsicherheiten über Verfügbarkeit und Sicherheit
Hidden Agenda	Gefahr, dass Fernwärme als „grün“ verkauft wird, obwohl fossile Quellen enthalten sind	Weniger anfällig, da individuell nachvollziehbar	Gefahr, fossile Infrastruktur unter dem Deckmantel „erneuerbar“ weiterzuführen

Temporal	Langsame Umsetzung, langfristige Planung nötig	Schneller umsetzbar, aber fragmentiert	Verzögerungen durch technologische Entwicklung und Infrastrukturumstellung
-----------------	--	--	--

6. Vergleich der Energieflüsse

Um die drei Szenarien hinsichtlich der Art und Menge der Energiebereitstellung für sämtliche Anwendungen vergleichen zu können, bietet sich die Darstellung in Form von Energieflussdiagrammen an. Die folgenden Abbildungen zeigen zum einen den Energiefluss des Referenzszenarios und zum Vergleich die Änderungen in den einzelnen anderen Szenarien. Diese vier Energieflussdiagramme weisen stets dieselbe Struktur auf. Ausgehend von den aufzuwendenden Primär- und Sekundärenergieträgern werden Umwandlungs- und Verteilungsschritte bis zur letztlich notwendigen Nutzenergie aufgezeigt.

Das folgende Energieflussdiagramm zeigt die Verteilung im Referenzszenario. Betrachtet man den obersten Abschnitt des Diagramms, wird der hohe Anteil an zu importierendes Erdgas und Öl & Treibstoff ersichtlich. Da in dieser Arbeit der Fokus auf dem Sektor der Wärme liegt, werden die Flüsse bezüglich des Verkehrs nicht weiter betrachtet. Somit stellt der Anteil des Erdgases in diesem Referenzszenario den höchsten Importbeitrag dar. Im weiteren Verlauf sieht man den hohen Energiebedarf in den privaten Haushalten und in weiterer Folge dessen Einsatz für den Sektor der Raumwärme & Warmwasser. Der Beitrag der Fernwärme ist, wie schon in der Szenarienbeschreibung dargelegt, verschwindend gering.

Die Abbildung 2 stellt das Szenario 1 dar. Der große Unterschied zum Referenzszenario liegt hier in der Aufbringung der Wärme in den privaten Haushalten. Der Großteil dieser Wärme wird mit zentralen Fernwärmeanlagen bereitgestellt.

Die Abbildung 3 zeigt den Energiefluss im Szenario 2. Hier zeigt sich deutlich, dass aufgrund des vermehrten Einsatzes von Wärmepumpen der Anteil von Erdgas und Fernwärme im Bereich der privaten Haushalte sehr gering ist. Der Beitrag von elektrischer Energie und der Umgebungswärme steigt hingegen.

Das Szenario 4 ist in Abbildung 4 dargestellt. Dieses basiert auf dem Referenzszenario, allerdings wird der gesamte Bedarf an Erdgas durch erneuerbare Gase substituiert. Somit bleiben die Energieflüsse mit dem Referenzszenario ident.

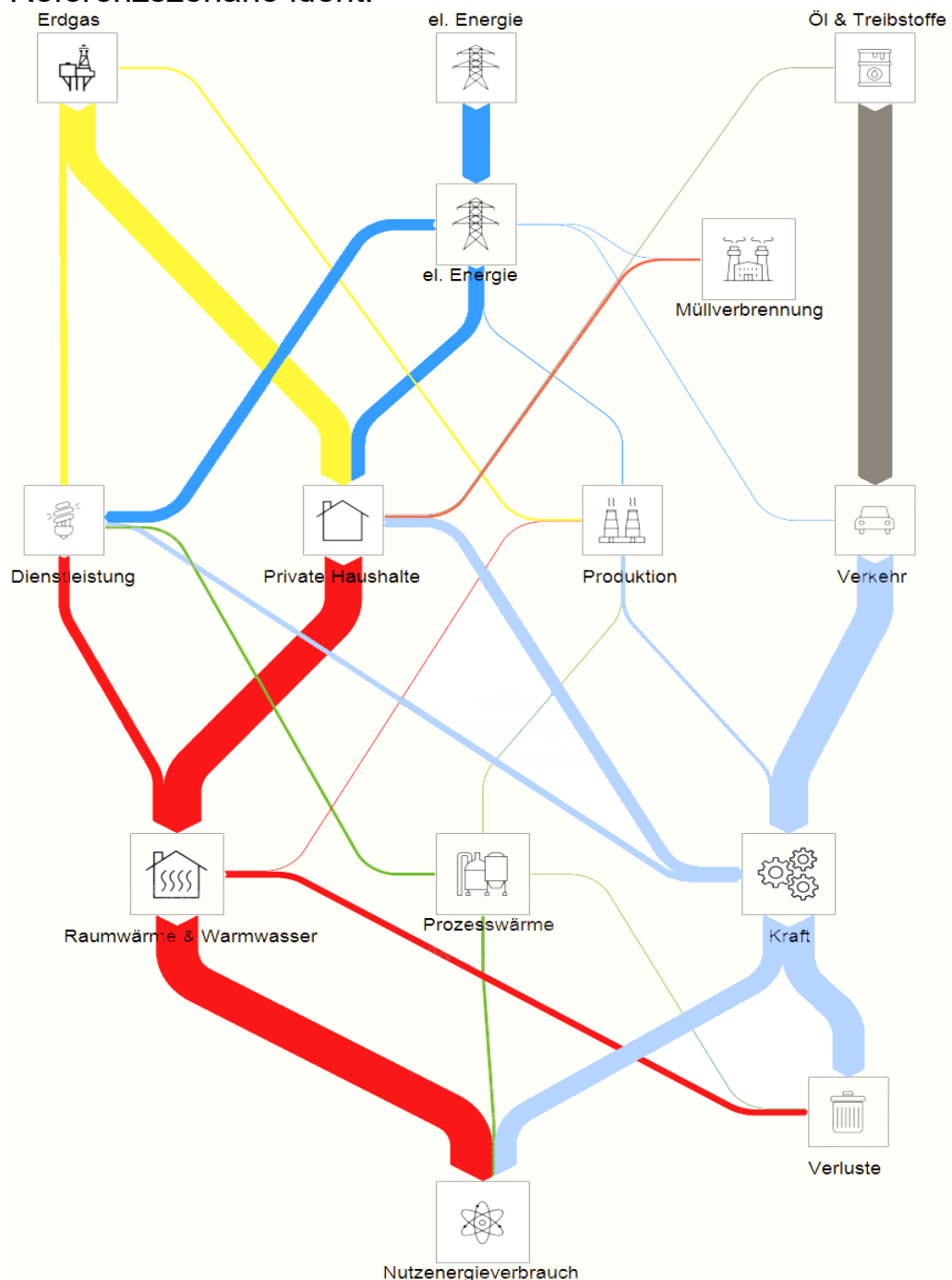


Abbildung 2 Energieflussdiagramm im Referenzszenario

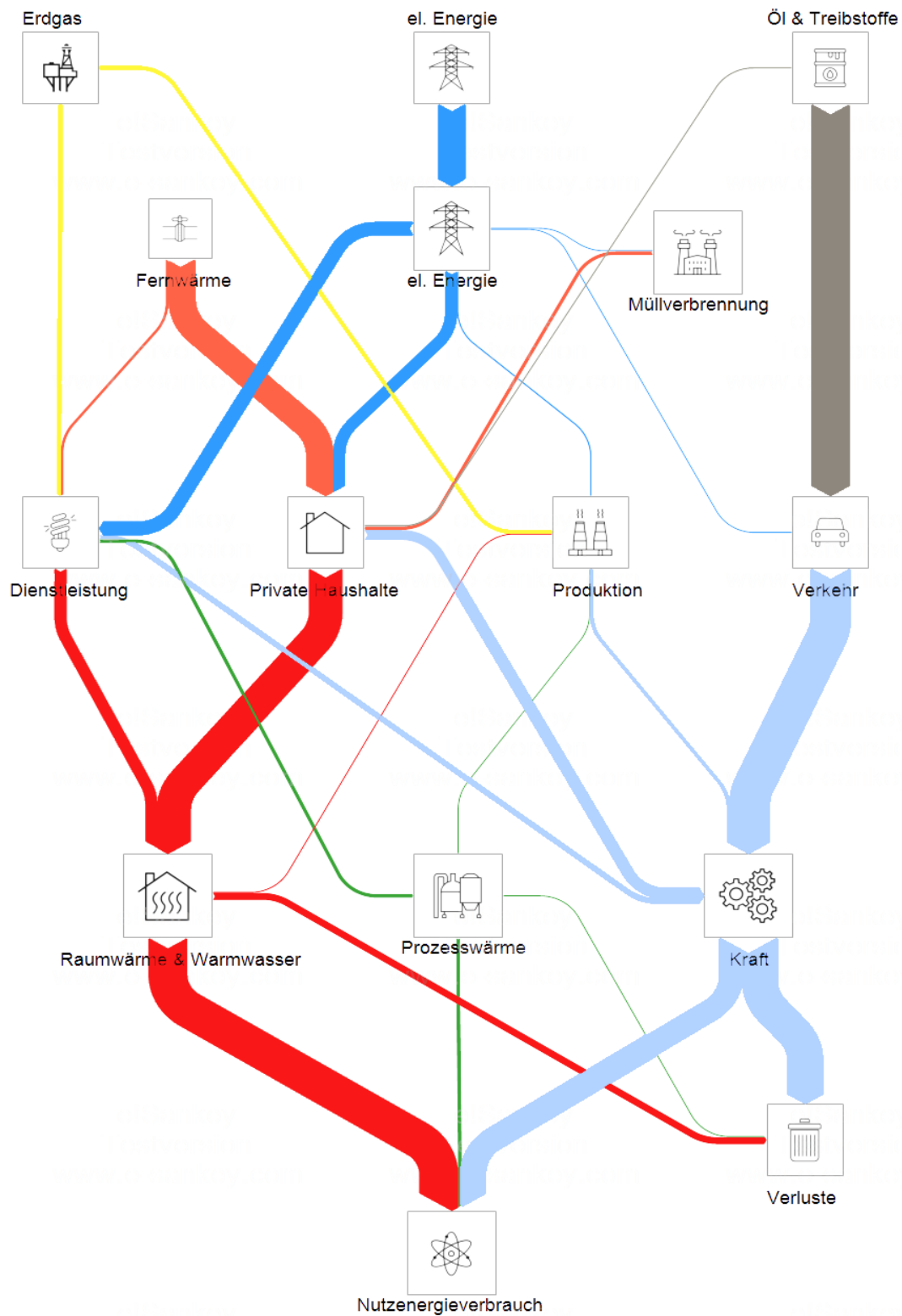


Abbildung 3 zeigt den Energieflussdiagramm im Szenario 1

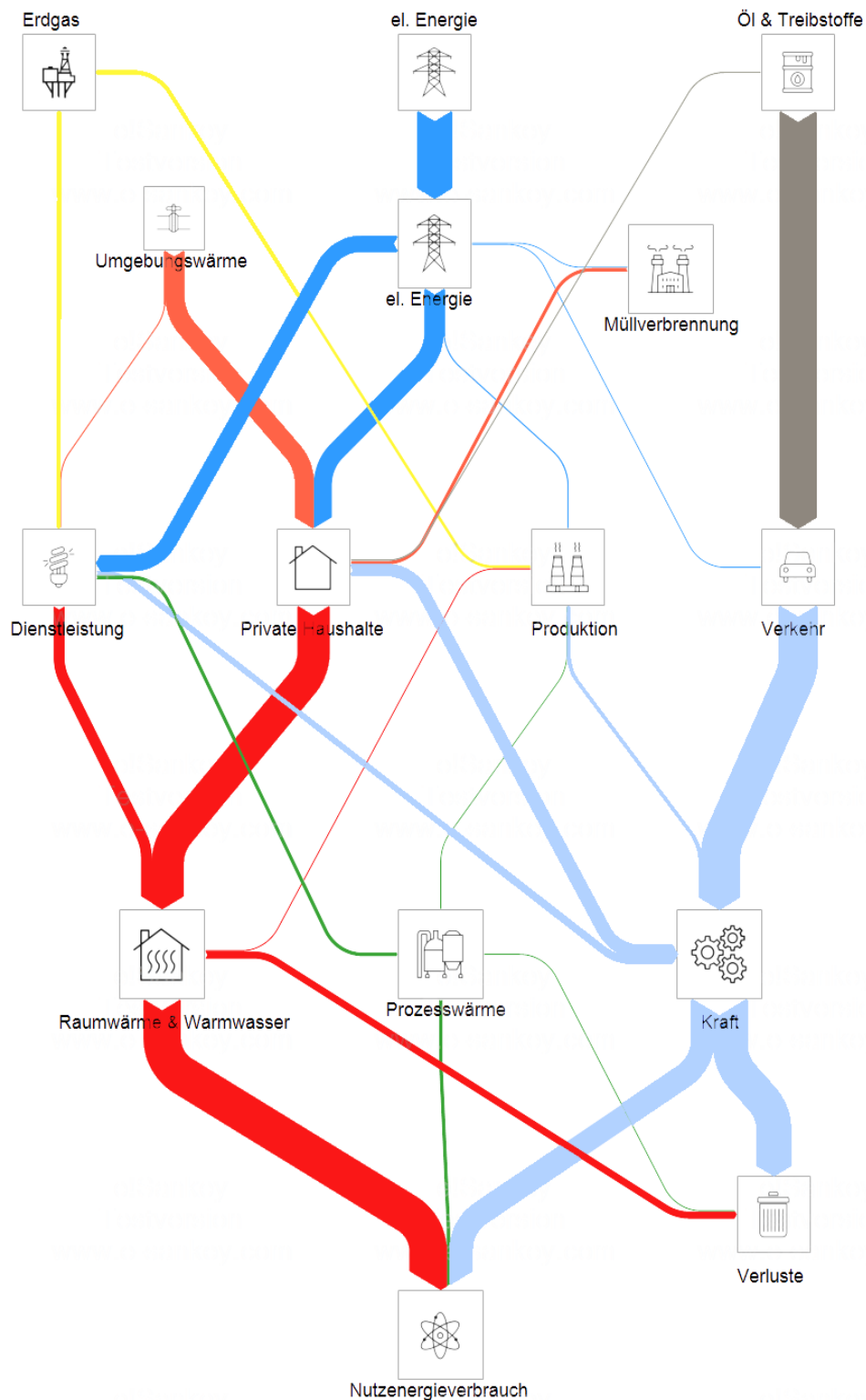


Abbildung 4 Energieflussdiagramm Szenario 2

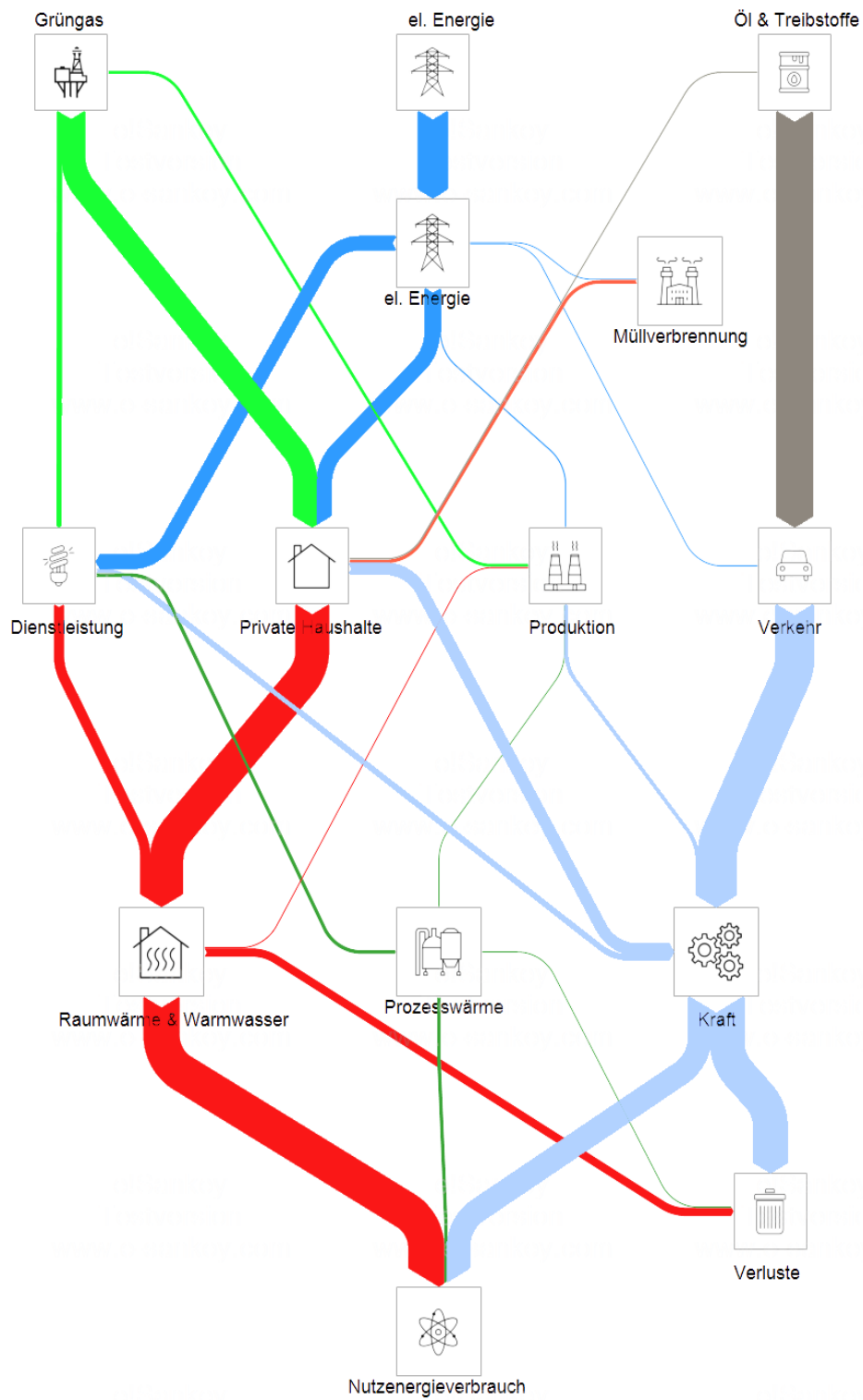


Abbildung 5 Energieflussdiagramm Szenario 3

7. Auswirkung auf Einbauten

a. Fernwärmeleitungen

Flächenbedarf für den Ausbau des Fernwärmenetzes entsteht hauptsächlich für neu zu verlegende Fernwärmerohre in den Straßen (d.h. in deren Untergrund). Insbesondere im dicht verbauten, innerstädtischen Gebiet sind Straßen jedoch schmal und beinhalten schon heute vielfältige Einbauten (Kanal, Wasser-, Strom-, und Gasleitungen, Telefon- und TV-Kabel).

b. Umspannwerke/Trafostationen

Insbesondere in den dicht bebauten Gebieten kann der dort erwartete Bedarf nach zusätzlichen Umspannwerken/Trafostationen zu Problemen mit verfügbaren Flächen führen. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass ein Austausch bestehender Transformatorstationen durch leistungstärkere Anlagen einfach möglich ist. Im dicht verbauten urbanen Gebiet befinden sich Transformatorstationen in der Regel im Erdgeschoß oder im Keller großer Gebäude, weshalb die räumliche Erweiterungsmöglichkeit begrenzt ist. Mit der Erhöhung der Nennleistung eines Transformators steigt auch sein Platzbedarf. Zusätzliche Schaltfelder für bestehende Transformatorstationen können auch nur eingebaut werden, wenn im Bestandsobjekt der notwendige Platz vorhanden ist. Im ohnehin dicht bebauten Stadtgebiet ist außerdem mit unzureichendem Platz für neue Trafostationen zu rechnen. Alternative Möglichkeiten wie z.B. die Umwidmung von öffentlichen Parkplätzen könnte hier ggfs. Abhilfe schaffen. Eine zusätzliche Problematik stellen Flächenbedarfe für den Leitungsausbau dar.

c. Koordinierung von Einbauten

Die Einbautenkoordinierung ist in der ÖNORM B2533 Koordinierung unterirdischer Einbauten geregelt. In dieser Norm ist die grundsätzliche Situierung, sowie die horizontalen und vertikalen Mindestabstände zwischen den jeweiligen Einbauten zueinander geregelt.

Die verschiedenen Einbauten sind folgendermaßen zu situieren:

- **Strom:** Gehsteig

- **Gas:** Gasleitungen dürfen im Gehsteig situiert werden, wenn unter Berücksichtigung von Kabelanlagen, der Einbautenraum vorhanden ist. Ansonsten sind Gasleitungen in den an den Gehsteig anschließenden Fahrstreifen zu verlegen
- **Fernwärme:** Fernwärmeleitungen werden grundsätzlich in Fahrbahnen situiert. Bei überbreiten Gehsteigen und im ländlichen Bereich dürfen Fernwärmeleitungen auch im Gehsteig verlegt werden, wenn dort unter Berücksichtigung anderer Einbauten, der Einbautenraum vorhanden ist.
- **Wasser:** Wasserleitungen werden in der Regel in Fahrbahnen verlegt. Im Falle überbreiter Gehsteige und im ländlichen Bereich dürfen Wasserleitungen auch im Gehsteig verlegt werden, wenn dort unter Berücksichtigung anderer Einbauten, der Einbautenraum vorhanden ist
- **Kanäle:** Grundsätzlich erfolgt die Situierung in der Fahrbahn einschließlich Parkspur. In geschlossenen Baugebieten sollten Kanäle in der Mitte eines Fahrstreifens verlegt werden

Herausforderungen im Zuge der Dekarbonisierung

- Bei Gebieten, in denen von Gas auf Fernwärme umgestellt wird, ist zumindest in der Übergangsphase der Betrieb der Gas- und Fernwärmeinfrastruktur erforderlich. Dementsprechend muss in der Planung sichergestellt sein, dass auch der Einbautenraum dafür vorhanden ist
- Wird das Heizsystem auf Wärmepumpen umgestellt, ist zwangsläufig die Strominfrastruktur auszubauen. Abgesehen von dem erforderlichen Platz für Trafostationen, ist auch hier ausreichend Einbautenraum erforderlich

d. Platzbedarf durch zusätzliche Trafostationen

Die Möglichkeiten für den Neubau von Trafostationen unterscheiden sich hinsichtlich der Bebauungsdichte:

· **Hohe Bebauungsdichte**

Zusätzliche Trafostationen werden vorrangig in Gebäuden errichtet, wenn dieser neu gebaut oder kernsaniert werden bzw. wenn Eigentümer Flächen dafür bereitstellen

- **Mittlere Bebauungsdichte**

Zusätzliche Trafostationen werden vorrangig in Geschosswohnbauten errichtet, wenn diese neu gebaut, oder kernsaniert werden bzw. wenn Eigentümer Flächen bereitstellen. In diesen Bereichen wird es Bereiche geben, in denen der öffentliche Raum genutzt werden muss

- **Geringe Bebauungsdichte**

Zusätzliche Trafostationen können größtenteils nur auf öffentlichen Grund oder privaten Flächen (Acker- oder Wiesenflächen) errichtet werden

Können keine Flächen in Gebäuden oder auf privaten Flächen bereitgestellt werden, muss zur Situierung der öffentliche Raum herangezogen werden. Somit ist für ein Gelingen der Umstellung des Heizsystems auch die Raumplanung entscheidend.

Trafostationen können grundsätzlich vorzeitig, für zukünftige Leistungsbedarfe ausgelegt werden.

Tabelle 5 Einschätzung des zusätzlichen Energiebedarf für dekarbonisierte Wärme

Wärmeversorgu ng	Zusätzliche el. Leistung durch	Zusätzliche el. Leistung (Richtwerte)	Anmerkung
Wärmepumpe	Wärmepumpe Einfamilienhaus	4-5kW je Haus*	Spitzenlast, die nur relativ selten auftritt (sehr kaltes Wetter). Meistens ~2-3kW je Haus
Wärmepumpe	Wärmepumpe Mehrparteienhaus/ Quartierslösungen	1-3kW/WE*	Ohne E-Kessel

Fernwärme	GUFO	20-100kW	Abhängig von der Größe des GUFOs
Fernwärme	Trenntauscher	ca. 1kW/HA	Abhängig von der Gebäudehöhe

*** thermisch sanierte Gebäude**

8. Rechtliche Herausforderungen am Beispiel der Geothermie

Die Stadt Neustetten sieht sich in jedem der drei Szenarien insbesondere mit rechtlichen Herausforderungen konfrontiert, die eine rasche Dekarbonisierung der Wärmeversorgung behindern können. Damit die Wärmewende gelingen kann, bedarf es einer vorausschauenden Regulierung. Im Folgenden sollen diese rechtlichen Problemlagen am Beispiel der Geothermie behandelt werden.

Kompetenzrechtliche Ausgangslage

Trotz der Bedeutung der Geothermie für die Wärmewende, sind die rechtlichen Rahmenbedingungen in einem nur geringen Ausmaß auf die Förderung dieser Technologie ausgerichtet (vgl. BMK, F&E Roadmap Geothermie (2022) 13). Zunächst fällt auf, dass die Gewinnung von Geothermie mit einer zersplitterten kompetenzrechtlichen Ausgangslage konfrontiert ist. Aufsuchung und Gewinnung geothermischer Energie ist nach österreichischem Recht von mehreren Kompetenztatbeständen des B-VG erfasst. Hierbei stehen insb. die Bundeskompetenzen "Bergwesen", "Wasserrecht" (Art 10 Abs. 1 Z 10 B-VG) und "Angelegenheiten des Gewerbes und der Industrie" (Art 10 Abs. 1 Z 8 B-VG), sowie unter bestimmten Voraussetzungen die UVP-Kompetenz des Art 11 Abs. 1 Z 7 B-VG im Mittelpunkt.

Bergbaurechtliche Erfassung nach MinroG

Gemäß § 2 Abs. 2 Z 1 MinroG gelten die Bestimmungen dieses Gesetzes für das Suchen und Erforschen von Vorkommen geothermischer Energie sowie für das Gewinnen dieser Energie (Erdwärme, Wärmenutzung der Gewässer) soweit hierzu Stollen, Schächte oder mehr als 300 m tiefe Bohrlöcher hergestellt oder benützt werde. Aus § 2 Abs. 2 Z 1 MinroG ergibt sich weiters eine unterschiedliche rechtliche Behandlung der oberflächennahen Erdwärme (insb. Wärmepumpen) und der Tiefengeothermie: erst ab Bohrungen von mehr als 300 m Tiefe ist der Anwendungsbereich des Bergrechts eröffnet. Der Grenzwert von 300 m ist dabei nicht aus den technischen Notwendigkeiten ableitbar. In anderen Ländern werden andere Grenzwerte herangezogen. Nach deutscher Rechtslage geht man erst ab einer Tiefe von 400 m von Tiefengeothermie aus, in der Schweiz wird ab 500 m von "mitteltiefer Geothermie" und erst ab 3000 m von Tiefengeothermie gesprochen.

Die Geothermie wird somit zwar durch § 2 Abs. 2 MinroG erfasst, es kommt aber tatsächlich nur ein Bruchteil der Normen des MinroG auf die Tiefengeothermie zur Anwendung. Dabei handelt es sich insbesondere um die bergbaurechtliche Bewilligungspflicht nach § 119 Abs. 1 MinroG. Demnach ist ua für Bohrungen mit Bohrlöchern ab 300 m Tiefe und Sonden ab 300 m Tiefe eine Bewilligung der Bergbaubehörde einzuholen. Unter Bohrung ist hierbei "die Gesamtheit der sich auf dem Bohrplatz befindenden Einrichtungen für die Herstellung des Bohrlochs samt den zum Bohrplatz führenden Verkehrswegen, der zu diesem hin- und von ihm wegführenden Leitungen, usw" zu verstehen. Die zuständige Behörde ist gemäß §§ 170 iVm 171 MinroG der Bundesminister für Finanzen als Montanbehörde.

Im Bewilligungsverfahren sind eine Reihe von Parteien beteiligt: dazu gehören neben dem Bewilligungswerber, die Eigentümer der Grundstücke, auf deren Oberfläche oder in deren oberflächennahem Bereich die Bergbauanlage errichtet und betrieben wird, Bergbauberechtigte, soweit sie durch die Bergbauanlage in der Ausübung der Bergbauberechtigungen behindert werden könnten, und Nachbarn (§ 119 Abs. 6 MinroG). Unter Nachbarn sind in diesem Zusammenhang alle Personen zu verstehen, die durch die Herstellung (Errichtung) oder den Betrieb (die Benützung) der Bergbauanlage gefährdet oder belästigt oder deren Eigentum oder sonstige dingliche Rechte gefährdet werden könnten.

Wasserrechtliche Erfassung nach WRG

Die Gewinnung von Geothermie unterliegt weiters der wasserrechtlichen Kompetenz des Bundes, da es im Zuge der Bohrung und Gewinnung zu Eingriffen in bzw. Entnahme aus dem Grundwasserkörper (Tiefengewässer) kommt. Insbesondere Thermalwässer, darunter sind natürliche, zumeist mineralisierte Grundwässer mit einer Temperatur von über 20°C zu verstehen, können neben balneologischen Zwecke (Bade- und Heilzwecke) auch für die Gewinnung geothermischer Energie genutzt werden. Thermalwässer gelten als Grundwässer iSd § 3 Abs. 1 lit a WRG.

Soll geothermische Energie mittels hydrothermalen Systeme gewonnen werden, bedarf es einer Bewilligung für die Benutzung des Grundwassers und zu den damit im Zusammenhang stehenden Eingriffen in den Grundwasserhaushalt gemäß § 10 Abs. 2 WRG. Die Bewilligung muss derart bestimmt werden, dass das öffentliche Interesse nicht beeinträchtigt und bestehende Rechte nicht verletzt werden. Gemäß § 12 Abs. 2 WRG sind unter "bestehenden Rechten" rechtmäßig geübte Wassernutzungen, Nutzungsbefugnissen nach § 5 Abs. 2 WRG und das Grundeigentum zu verstehen.

Laut VwGH ist von der Nutzungsbefugnis auch die "(bloße) Möglichkeit der Benützung von Privatgewässern zu verstehen, unabhängig davon, ob von dieser Nutzungsbefugnis Gebrauch gemacht wird oder nicht" (vgl. VwGH 25.4.2002, 2001/07/0161). Eigentümer:innen können daher die ihnen zustehenden Nutzungsbefugnisse am Grundwasser auch dann verteidigen, wenn keine konkreten Anlagen wie Hausbrunnen oder Quellen bereits vorhanden sind. Liegen derartige Rechte Dritter vor, besteht zwar grundsätzlich die Möglichkeit, die Nutzung des Grundwassers im Zuge der hydrothermalen Geothermie durch die Einräumung von Zwangsrechten zu ermöglichen. Die Einräumung derartiger Zwangsrechte wird aber wohl häufig aus politischen Motiven scheitern.

Eine Bewilligung gemäß § 10 Abs. 2 WRG umfasst nicht zugleich die Genehmigung zur Einwirkung auf die Beschaffenheit des (Grund-)Wassers (vgl. VwGH 17.2.1987, 86/07/0215). Für diese muss zusätzlich eine Bewilligung nach § 32 WRG eingeholt werden. Im Zuge der energetischen Nutzung des Thermalwasser in hydrothermalen Systemen kommt es zu einer Wiedereinleitung des zur Energiegewinnung genutzten Wassers (Reinjektion). Dadurch soll der mengenmäßige Zustand des Grundwasserkörpers erhalten bleiben. Das zurückgeleitete Wasser weist jedoch eine weitaus niedrigere Temperatur auf als der ursprüngliche

Thermalwasserkörper. Die Reinjektion ist somit dazu geeignet, die Beschaffenheit des Grundwasserkörpers hinsichtlich Temperatur und chemischer Zusammensetzung zu verändern. Gemäß § 32 Abs. 2 lit b WRG bedarf es daher zusätzlich einer eigenständigen Bewilligung für die Reinjektion.

Die Gewinnung von Erdwärme mittels geschlossener Systeme (insb. Erdwärmepumpen oder Erdwärmesonden) ist idR nicht von § 10 Abs. 2 und § 32 WRG erfasst. Auf diese Systeme kommen die speziellen Bewilligungstatbestände des § 31c Abs. 5 lit a bis c WRG zur Anwendung. Demnach bedürfen Anlagen zur Gewinnung von Erdwärme in wasserrechtlich besonders geschützten Gebieten und in geschlossenen Siedlungsgebieten ohne zentrale Trinkwasserversorgung, sowie Vertikalkollektoren (Tiefsonden), sofern sie eine Tiefe von 300 m überschreiten oder in Gebieten mit gespannten oder artesisch gespannten Grundwasservorkommen installiert werden sollen, einer wasserrechtlichen Bewilligung.

Besondere Herausforderungen

Abgesehen von dem soeben beschriebenen komplexen Gefüge an öffentlich-rechtlichen Genehmigungsvorbehalten stellen sich insbesondere folgende Herausforderungen im Rahmen eines zügigen Ausbaus der Geothermie.

Zustimmung benachbarter Grundstückseigentümer:innen bei abgelenkten Bohrungen

Eines der größten Hindernisse im Zuge der Realisierung von Tiefengeothermie-Projekten ist die zum Teil überbordende Anzahl von Anrainer:innen, denen im Zuge des wasserrechtlichen Bewilligungsverfahrens nach § 12 Abs. 2 WRG und § 32 Abs. 2 lit b WRG Parteistellung zukommt. Teilweise müssen diese ihre ausdrückliche Zustimmung zum Projekt erteilen, damit die Bewilligung durch die Behörde erteilt werden kann.

Bohrungen zur Gewinnung von Geothermie verlaufen in aller Regel nicht rein vertikal, sondern weisen unterirdische Ablenkungen in horizontaler Dimension auf. Dies führt zu der unerwünschten Konsequenz, dass Eigentümer:innen von Grundstücken, die zum Teil sehr weit entfernt von der zu bewilligenden Geothermieanlage gelegen sind, im Falle der Querung dieser fremden Grundstücke durch die Bohrung, nach den Vorgaben des

WRG die volle Parteistellung zukommt. Sie können sich hierbei auf ihr Recht auf Nutzung des unter ihrem Grundstück befindlichen Grundwassers, das nach § 3 Abs. 1 lit a WRG als Privatgewässer zu qualifizieren ist, berufen.

Im Zuge der Bewilligungen muss, insofern fremde Rechte beeinträchtigt werden können, die ausdrückliche - und wohl zum Teil "teure" - Zustimmung der Betroffenen zum Projekt eingeholt werden. Wird keine derartige zivilrechtliche Vereinbarung getroffen, hätte die Verletzung bestehender Rechte die Verweigerung der wasserrechtlichen Bewilligung zur Folge (vgl. Stangl, § 12 WRG in Altenburger, Umweltrecht: Kommentar (2020) Rz 9). Erst wenn es zu keiner derartigen Lösung zwischen Projektwerber:in und Eigentümer:innen kommt, können gegebenenfalls Zwangsrechte nach dem 8. Hauptstück des WRG (§§ 60 ff) zur Förderung der nutzbringenden Verwendung der Thermalwässer eingeräumt werden. Hierzu muss eine umfassende Interessenabwägung iSd § 63 WRG durchgeführt werden, die häufig zwar zugunsten der Gewinnung erneuerbarer Wärme ausfallen wird. Mit einer wesentlichen Verzögerung des Verwaltungsverfahrens ist dennoch zu rechnen. Zwar können Berechtigte die geplante Geothermieranlage in diesem Fall nicht mehr verhindern, Projektwerber:innen trifft jedoch eine Entschädigungspflicht nach § 60 Abs. 2 iVm § 117 WRG. Besonders in urbanen Gebieten, in denen von einer Vielzahl betroffener Rechte auszugehen ist, sehen sich Geothermie-Projekte daher mit erheblichen Hürden konfrontiert. Die Komplexität der Genehmigungsverfahren steigt und führen letztlich zu Verfahrenerschwernissen und Verzögerungen. Außerdem gilt es zu bedenken, dass die Zustimmung durch den/die Rechtsinhaber/in wohl nur gegen Leistung einer Entschädigung erteilt wird, was zu zusätzlichen Kosten auf Seiten der Projektwerber:innen führt.

Zurückzuführen ist diese für den Ausbau der Geothermie nachteilige Ausgangslage auf die zivil- und ordnungsrechtliche Zuordnung des Grundwassers (vgl hierzu ausführlich Pig, Klimakrise: Konflikte um das Wasser und ihre rechtliche Einordnung, JRP 2023, 14). Die Frage, wem ein Recht am Grundwasser zukommt, lässt sich nur durch eine Zusammenschau der öffentlich-rechtlichen Vorschriften des WRG und der privatrechtlichen Normen des ABGB beantworten. Nach § 3 Abs. 1 WRG "gehört" das Grundwasser dem Grundeigentümer. Die Norm vermittelt ein Verfügungs- oder Aneignungsrecht des/der Grundstückseigentümer/in am Grundwasser, da es ihm/ihr möglich ist, mit Hilfe technischer Vorrichtungen - wie z.B. Brunnen oder Bohrungen - auf das Grundwasser einzuwirken. Hierfür genügt die bloße Möglichkeit der Benutzung, unabhängig davon, ob der/die

Grundstückseigentümer/in hiervon auch tatsächlich Gebrauch macht bzw. machen will.

Dies steht jedoch in einem gewissen Widerspruch mit den realen Begebenheiten. Um z.B. Thermalgewässern in bis zu 3 km Tiefe zu nutzen, bedarf es Expertise und entsprechender finanzieller Mittel. Die Möglichkeit einer Aneignung des Grundwasser durch den/die Eigentümer/in ist als äußerst unwahrscheinlich einzustufen. Ein Teil der Lehre möchte daher erst dann von Eigentum am Grundwasser ausgehen, wenn der/die Grundstückseigentümer/in tatsächlich eine Abgrenzung von Teilen des Grundwassers vorgenommen hat. In diesem Sinne liege Eigentum erst ab Eintritt der Beherrschbarkeit des Grundwassers vor (vgl. Pig, JRP 2023, 19 mit Verweis auf Klang, in Klang, AGBG II 2. Auflage (1950) 1 ff).

Mit Blick über die Landesgrenzen hinaus lassen sich weitere potenzielle Impulse für eine Neuregelung ausfindig machen. So ist in der Schweiz das Privateigentum am Grundstück der Tiefe nach durch ein bestehendes "Interesse" an der tatsächlichen Ausübung der Eigentumsrechte begrenzt (vgl. Art 667 Schweizerisches Zivilgesetzbuch). Diese Eigentumsdefinition führt zu dem Ergebnis, dass nicht die hypothetische Nutzung des Grundwassers bereits Eigentumsrechte vermittelt, sondern erst der Nachweis eines tatsächlichen Vorhaben bzw. konkreten Interesses des/der Grundeigentümers/in. In der Schweiz hat das dazu geführt, dass eine Vielzahl von Kantonen in den letzten 10 Jahren Gesetze zur Nutzung des Untergrunds erlassen haben. Der Untergrund wird dabei als jener Teil des Erdinneren verstanden, der außerhalb des nach Privatrecht geschützten Eigentumsbereichs steht. Die Kantone können somit aufgrund der ihnen vom Bund eingeräumten Regalrechte eine spezifische Nutzung des Untergrund - insb. für die Gewinnung geothermischer Energie - beanspruchen, insoweit betroffene Grundeigentümer:innen kein konkretes Interesse am Untergrund nachweisen können.

Qualifikation der Geothermie als Rohstoff iSd MinroG

Ein weiteres rechtspolitisch äußerst wichtiges Thema ist die Frage, ob Erdwärme als Rohstoff iSd MinroG eingestuft werden sollte. Durch die Qualifikation der Geothermie als bergfreier oder gar bundeseigener Rohstoff iSd. MinroG würde Erdwärme den Verfügungsrechten der Grundeigentümer:innen entzogen werden und die auf Geothermie gerichteten Explorations- und Gewinnungsmaßnahmen durch den

vollständigen Rechtsrahmen des MinroG erfasst werden. Dadurch könnten qualifizierten Unternehmen staatliche Bergbauberechtigungen erteilt werden können, die exklusive Rechte zur Prospektion und Gewinnung von Erdwärme im Sinne eines Konzessionssystems einräumen. Angesichts der mit der Geothermie verbundenen hohen Investitionskosten scheint dies durchaus angebracht.

Würde Geothermie als bergfreier Rohstoffe iSd § 3 Abs. 1 MinroG definiert werden, so kämen die Bestimmungen betreffend die Schurfberechtigung gem § 8 MinroG und die Bergwerksberechtigung gem § 22 MinroG zur Anwendung. Durch die dieses "Freischurf-Modell" wird das ausschließliche Recht verliehen, in einem nach der Tiefe nicht beschränkten Raum nach einem von der Behörde zu genehmigenden Arbeitsprogramm natürliche Vorkommen bergfreier mineralischer Rohstoffe zu erschließen und zu untersuchen (vgl. § 9 Abs. 1 MinroG). Außerdem vermittelt die Schurfberechtigung das Recht, für ein Vorbehaltsfeld eine Bergwerksberechtigung zu "reservieren". § 9 Abs. 2 MinroG spricht von dem "Recht, [...] die Verleihung einer Bergwerksberechtigung für ein Grubenmaß an andere auszuschließen." Dadurch soll dem/der Schürfer/in die Verleihung der Gewinnungsrechte gesichert werden im Falle des fündig werden. Die Bergwerksberechtigungen nach § 22 MinroG berechtigt schließlich zum ausschließlichen Gewinnen des bergfreien Rohstoffs. Im Zuge der Verleihung der Bergwerksberechtigung gilt gemäß § 32 MinroG das first come, first served-Prinzip.

Zwar würde die Geothermie somit dem Grundeigentum entzogen werden (vgl. § 3 Abs. 2 MinroG), es bedarf jedoch weiterhin der Zustimmung des/der Grundeigentümers/in zur Durchführung der Schurfarbeiten bzw. zur Benützung des Grundstücks zur Gewinnung der Erdwärme. In beiden Fällen ist dem/der Grundeigentümer/in eine angemessene Entschädigung zu leisten. Stimmt dieser/diese hingegen nicht zu, so kann die Montanbehörde eine zwangsweise Grundüberlassung anordnen (vgl. § 149 Abs. 1 MinroG). Dadurch kann auch gegen den Willen der Grundstückseigentümer:innen ein Recht zur Benützung des Grundes im Interesse der vom MinroG erfassten Tätigkeiten geschaffen werden.

Durch die Qualifikation der Erdwärme als Rohstoff und die Einführung eines entsprechenden "Konzessionssystems" könnten zwar Anreize für Unternehmen geschaffen werden, in die Exploration und Gewinnung von Geothermie zu investieren. Dies würde aber zugleich mit hoher Wahrscheinlichkeit zu dem Ergebnis führen, dass der tatsächliche Zugang zum Wettbewerb um die Gewinnung von Geothermie auf einige wenige

große Industriebetriebe beschränkt werden würde. Gemäß § 25 Abs. 1 Z 2 MinroG müssen nämlich Verleihungswerber:innen glaubhaft machen, dass diese über die für die Gewinnung der Erdwärme erforderlichen technischen und finanziellen Mittel verfügen. Diese Voraussetzungen werden jedoch - gerade im österreichischen Kontext - eine nur äußerst geringe Anzahl an Unternehmen erfüllen.

9. Zusammenfassung

Die drei Szenarien zeigen unterschiedliche Wege und Ergebnisse, um für die Kleinstadt Neustetten die Dekarbonisierung zu erreichen. Festgehalten werden muss jedoch auch, dass die unterschiedlichen Szenarien mit unterschiedlichen Herausforderungen einhergehen.

Zusammenfassung der Szenarien

Szenario 1: Zentrale, erneuerbare Wärmequellen und Ausbau der Fernwärme

In diesem Szenario wird die Wärmeversorgung der Stadt Neustetten durch den Ausbau des bestehenden Fernwärmenetzes und die verstärkte Nutzung zentraler, erneuerbarer Energiequellen wie Tiefengeothermie, Solarthermie, Biomasse und industrieller Abwärme transformiert. Ziel ist es, fossile Energieträger weitgehend zu ersetzen und die Versorgungssicherheit durch zentrale Großwärmepumpen und saisonale Wärmespeicher zu erhöhen. Der Fokus liegt auf einer langfristigen, infrastrukturbasierten Lösung, die besonders in dicht besiedelten Gebieten effizient umgesetzt werden kann.

Szenario 2: Dezentrale erneuerbare Wärmeerzeugung

Dieses Szenario setzt auf individuelle, dezentrale Lösungen zur Wärmeversorgung, bei denen Haushalte und Wohnanlagen durch Wärmepumpen, Biomasseheizungen und oberflächennahe Geothermie ihren Wärmebedarf decken. Ergänzt durch Photovoltaikanlagen zur Stromversorgung der Wärmepumpen, entsteht ein System mit hoher Eigenversorgung. Die Umsetzung erfordert jedoch erhebliche Investitionen auf individueller Ebene und ist stark abhängig von den baulichen Gegebenheiten und der technischen Ausstattung der Gebäude.

Szenario 3: Substitution von Erdgas durch erneuerbare Gase

Hier wird die bestehende Gasinfrastruktur weiter genutzt, indem fossiles Erdgas schrittweise durch erneuerbare Gase wie Biomethan, synthetisches Methan oder grünen Wasserstoff ersetzt wird. Diese Lösung ermöglicht eine vergleichsweise einfache Umstellung für Endverbraucher, setzt jedoch voraus, dass ausreichend erneuerbare Gase verfügbar sind und die Infrastruktur entsprechend angepasst wird. Das Szenario bietet eine technologische Kontinuität, birgt jedoch Unsicherheiten hinsichtlich Kosten, Verfügbarkeit und langfristiger Nachhaltigkeit.

Tabelle 6 Bewertungstabelle

Kriterium	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
Infrastruktur-Readiness	● Niedrig bis ● Mittel	● Hoch bis ● Mittel	● Hoch
Technologiereife (TRL)	● Hoch	● Hoch	● Mittel bis ● Niedrig
Verteilungsgerechtigkeit	● Mittel	● Kritisch für ärmere Haushalte	● Mittel
Prozedurale Gerechtigkeit	● Geringe Beteiligung	● Hoch	● Geringe Transparenz
Kosten-Nutzen-Verhältnis	● Mittel	● Standortabhängig	● Unklar
Umsetzbarkeit (kurzfristig)	● Langfristig	● Kurzfristig	● Mittel

10. Abstract

Österreich steht vor der zentralen Herausforderung, ihre Wärmeversorgung bis 2040 vollständig zu dekarbonisieren und damit die Klimaziele Österreichs zu erreichen. Der vorliegende Bericht analysiert die gegenwärtige Situation, prognostiziert die zukünftige Entwicklung des Wärmebedarfs und untersucht drei technologische Szenarien zur Umsetzung einer klimaneutralen Wärmeversorgung.

In der fiktiven Stadt Neustetten der aktuelle Wärmebedarf wird vorwiegend durch fossile Energieträger gedeckt. Der Bericht analysiert den Status quo und stellt drei Dekarbonisierungs-Szenarien vor:

- Ausbau zentraler Fernwärme mit erneuerbaren Quellen wie Geothermie, Solarthermie und Abwärme.
- Dezentrale Lösungen auf Basis von Wärmepumpen, Biomasse und Photovoltaik.
- Substitution von Erdgas durch erneuerbare Gase (Biomethan, Wasserstoff).

Die Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich Infrastrukturbedarf, technologischer Reife, sozialer Gerechtigkeit und Umsetzungshürden. Ein kombinierter Ansatz wird empfohlen, ergänzt durch rechtliche Reformen – insbesondere zur Förderung der Geothermie.

Literaturverzeichnis

Barwińska-Małajowicz, A., & Knapková, M. (2023). Selected Social Aspects of the Green Transformation. In: Bąk, I., Cheba, K. (eds) Green Energy and Technology. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-12531-7_5

BMK – Bundesministerium für Klimaschutz (2022). F&E Roadmap Geothermie. Wien.

Breitschopf, B., Billerbeck, A., Preuss, S., & Horian, S. (2024). Comparative Study of Sustainable Heating Decision-Making: Insights from the Residential and Industrial Sectors. In: 20th International Conference on the European Energy Market (EEM), Istanbul, Türkiye, pp. 1–11. <https://doi.org/10.1109/EEM60825.2024.10608846>

Breitschopf, B., & Billerbeck, A. (2025). Navigating Change: The Impact of Experiences and Preferences on the Heating Sector Transition. In: 21st International Conference on the European Energy Market (EEM), Lisbon, Portugal, pp. 1–10. <https://doi.org/10.1109/EEM64765.2025.11050291>

Breitschopf, B., Panny, J., & Held, A. (2023). Chapter 2: Costs and benefits of the energy transition. In: Handbook on the Economics of Renewable Energy, eds. Pablo del Rio & Mario Ragwitz, pp. 11–40. <https://doi.org/10.4337/9781800379022.00007>

Ekardt, F. (2024). Transformation to Sustainability: An Innovative Perspective on Societal Change. In: Sustainability. Environmental Humanities: Transformation, Governance, Ethics, Law, vol 5. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-62711-8_2

European Commission: Directorate General for Energy: Directorate C.2 (2016). Mapping and analyses of the current and future (2020–2030) heating/cooling fuel deployment (fossil/renewables). Executive Summary.

European Commission: Directorate General for Energy: Directorate C.2 (2017). Mapping and analyses of the current and future (2020–2030) heating/cooling fuel deployment (fossil/renewables). Work Package 3: Scenarios for heating & cooling demand and supply until 2020 and 2030; Work Package 4: Economic Analysis; Work Package 5: Barriers, Best Practices and Policy Recommendations.

IEA – International Energy Agency (2023). ETP Clean Energy Technology Guide – Data Tools. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/etp-clean-energy-technology-guide>

Kranzl, L., et al. (2014). Power through Resilience of Energy Systems: Energy Crises, Trends and Climate Change (PRESENCE). Final Report. Austrian Climate Research Programme, ACRP 3rd Call.

Müller, A., et al. (2014). Impact of climate change on heating and cooling demand in buildings: analysis of the Austrian case. PRESENCE Working Paper. Austrian Climate Research Programme, ACRP 3rd Call.

Stadt Wien (2024). Wärmeversorgung und Dekarbonisierungspotenziale im Kleingewerbe. Interne Studie, S. 12, 15, 18, 34, 37, 45.

Van Zomeren, M., Postmes, T., & Spears, R. (2008). Toward an integrative social identity model of collective action: A quantitative research synthesis of three socio-psychological perspectives. *Psychological Bulletin*, 134(4), 504–535. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-2909.134.4.504>

ÜBER DEN WORLD ENERGY COUNCIL AUSTRIA

Der World Energy Council Austria ist das **österreichische Nationalkomitee des World Energy Council** und **Gründungsmitglied** der internationalen Mutterorganisation. Damit feierte der World Energy Council Austria im Jahr 2023 seinen 100. Geburtstag. Der Sitz befindet sich seit Beginn seiner Aktivitäten in Wien. Seine Aktivitäten orientieren sich, bzw. gliedern sich in die Aktivitäten der Mutterorganisation ein. Dabei gilt jedoch immer ein von den Mitgliedsorganisationen gesetzter individueller und bedarfsorientierter Fokus. Mit einem engagierten Team und einem starken Netzwerk konnte der WEC-Austria seine Aktivitäten gerade in den letzten Jahren weiter ausbauen und Sichtbarkeit gewinnen. Eine Besonderheit des WEC-Austria ist die durch den Sitz in Wien bedingte enge Beziehung zu einer Vielzahl internationaler Organisationen, zu denen über den Vienna Energy Club formelle Beziehungen etabliert werden konnten.

In Österreich sind maßgebende Unternehmen und Verbände Mitglied. Die nationale Organisation unterstützt **globale, nationale und regionale Energiestrategien** durch hochkarätige **Veranstaltungen** (alternative Mobilität, Energiewende, Energiespeicher), Studien und Rankings über die aktuelle Energiesituation im Konnex mit dem europäischen Umfeld. Querdialoge unter den Mitgliedsorganisationen und die Förderung von **Young Energy Professionals** sind ein wesentlicher Bestandteil.

Der **Nutzen für Mitglieder** liegt vor allem in folgenden Dienstleistungen des Weltenergieerat Österreich:

1. Sicherung des Zuganges zu den Erkenntnissen des WEC, der einzigen **weltweiten Nicht-Regierungsorganisation**, die sich mit allen Fragen und Formen der Energie befasst.
2. Bereitstellung eines **Netzwerkes** mit nationalen und internationalen energiewirtschaftlichen Verbindungen.
3. Möglichkeit der aktiven Teilnahme an den energiewirtschaftlichen und statistischen **Arbeiten des WEC** und damit der aktiven Mitgestaltung von langfristigen strategischen Zielen.
4. Behandlung aktueller Fragen der Energiewirtschaft in den eigenen Gremien, in öffentlichen **Veranstaltungen** sowie durch Veröffentlichungen und damit Verbreitung von Fachwissen sowie Meinungsbildung in energiewirtschaftlichen und energiepolitischen Fragen.
5. Plattform für auf Konsens aufgebaute Lobbyingarbeit.

Impressum

Eigentümer (Medieninhaber) und Verleger:

World Energy Council Austria (WEC Austria)
A-1040 Wien, Brahmsplatz 3

Tel.: +43-(0)1-5046986

Fax.: +43-(0)1-5047186

Mail: office@wec-austria.at

Druck: Eigenvervielfältigung

© Copyright 2025 by WEC Austria

