



Online-Workshop: Hybride Energienetze, Fernwärme im integrierten Energiesystem

Donnerstag, 20.10.2022 von 9-12 Uhr

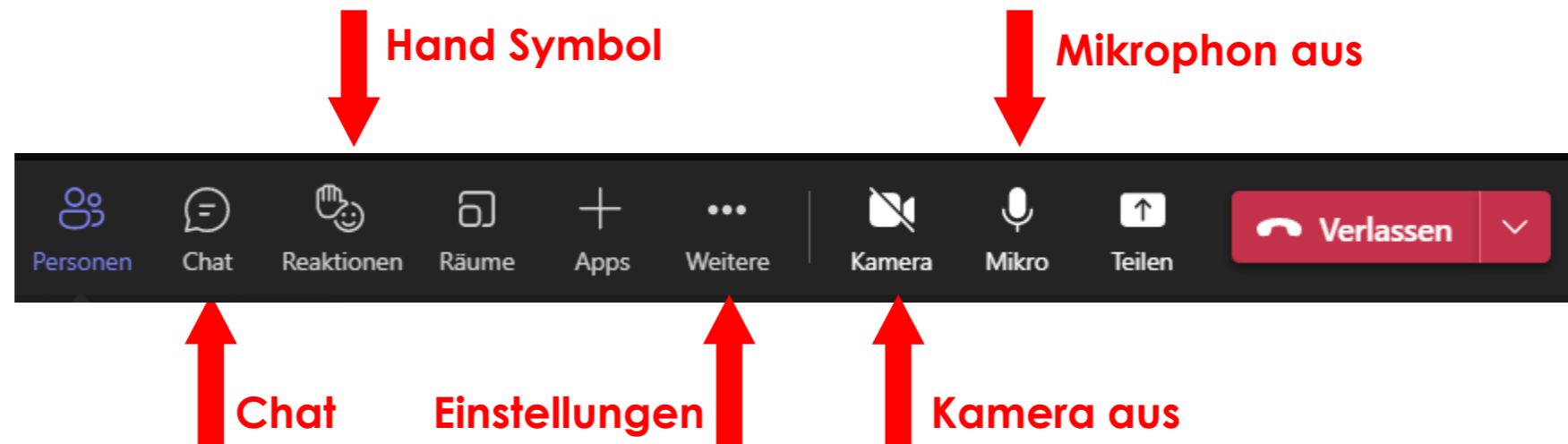
Kontakt: Ralf-Roman Schmidt (AIT); ralf-roman.schmidt@ait.ac.at

This Webinar is held in the framework of two international cooperation programs: the IEA DHC Annex TS3 „Hybrid Energy Networks“. More information at <https://www.iea-dhc.org/the-research/annexes/2017-2021-annex-ts3> The Austrian participation in the IEA DHC Annex TS3 is financed by the Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK)

 Federal Ministry
Republic of Austria
Climate Action, Environment,
Energy, Mobility,
Innovation and Technology



Webinar Etiquette



- Der **Online-Vortrag wird in Ton und Bild aufgezeichnet** sowie auf youtube (oder vergleichbar) geteilt. Mit der späteren Verwendung der Aufzeichnung **erklären Sie sich durch den Besuch des Meetings einverstanden**.
- Wenn Sie gerade nicht sprechen, schalten Sie sich bitte **stumm**.
- Wenn Sie eine Frage stellen möchten, nutzen Sie bitte den **Chat oder das Hand Symbol**
- Es wird am Ende jedes Blocks ein **Gruppenfoto** geben, bitte die Kamera dazu auf freiwilliger Basis einschalten

Agenda Block I

9:00	Einführung und Willkommen (<i>Ralf-Roman Schmidt, AIT</i>)
9:15	Aktuelle Aktivitäten der Wien Energie im Bereich Wärmepumpen-Integration und Power-to-heat (<i>Rusbeh Rezania, Wien Energie</i>)
9:30	Szenarien und Randbedingungen der KWK und zur Integration von Wärmepumpen in Fernwärmenetzen in Österreich und international (<i>Lukas Kranzl, TU Wien/EEG</i>)
9:45	<i>Fragen an die Vortragenden und gemeinsame Diskussion, Pause</i>

Agenda Block II

10:00	Zukünftige Synergiepotenziale von Power-to-Gas und Fernwärmenetzen <i>(Hans Böhm, El Linz)</i>
10:15	Abwärme aus Elektrolyseprozessen und Potential für die Fernwärme-Versorgung , Ergebnisse aus dem Projekt MEMPHIS2.0 <i>(Stefan Reuter, AIT)</i>
10:30	Elemente und Lösungen zur Flexibilisierung von Wärmenetzen – Ergebnisse aus dem Leitprojekt ThermaFLEX <i>(Joachim Kelz, AEE)</i>
10:45	<i>Fragen an die Vortragenden und gemeinsame Diskussion, Pause</i>

Agenda Block III

11:00	Tools für die Simulation von Hybridnetzen (<i>Edmund Widl, AIT</i>)
11:15	Netzdienliche Nutzung von Bauteilaktivierung in Gebäuden durch vorausschauende Regelungen – Ergebnisse aus dem Projekt ÖKO-OPT-AKTIV (<i>Valentin Kaisermayer, BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH</i>)
11:30	Geschäftsmodelle für flexible Wärmenetze im hybriden Energiesystem, Ergebnisse aus dem Projekt Flexi-Sync (<i>Carolin Monsberger, AIT</i>)
11:45	<i>Fragen an die Vortragenden und gemeinsame Diskussion</i>
12:00	Ende des Workshops

Block I

- Einführung in den IEA DHC Annex TS3 (*Ralf-Roman Schmidt, AIT*)

IEA DHC Annex TS3: Hybrid Energy Networks

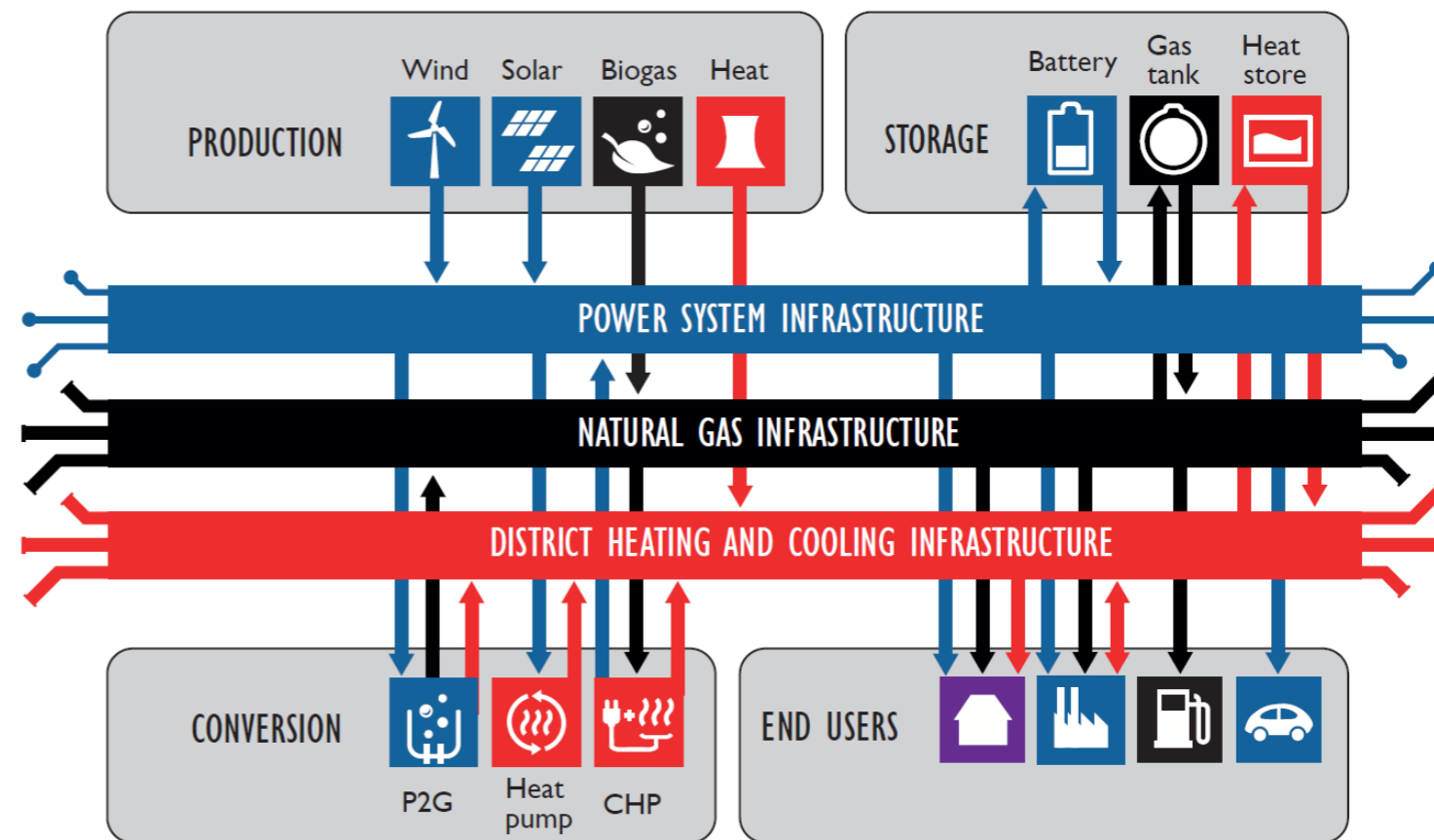
- **An international cooperation platform**, funded through a task-sharing approach (participants contribute resources in-kind)
- **Aim: To promote the opportunities and to overcome the challenges for district heating and cooling (DHC) networks in an integrated energy system context**
- **Coordination team:** Ralf-Roman Schmidt (AIT, lead); Dennis Cronbach (Fraunhofer IEE, Subtask D), Anton Ianakiev (NTU, Subtask C); Anna Kallert (Fraunhofer IEE, Subtask C); Daniel Muschick, (BEST, Subtask B); Peter Sorknæs (Aalborg University, Subtask A), Inger-Lise Svensson (RISE, Subtask C), Edmund Widl (AIT, Subtask B)
- **Runtime:** Fall 2017 – March 2022, Reporting – Fall 2022
- **More information at** <https://www.iea-dhc.org/the-research/annexes/2017-2021-annex-ts3>

Definition

“A Hybrid Energy Network is an approach, in which electricity, thermal, and / or gas networks (if available) are combined and coordinated to utilize synergies between them in order to achieve an optimal solution for the overall energy systems”

Key components:

- heat pumps (HPs), electric boilers (eBs); power-to-gas&heat (PtG&H) processes, CHP plants



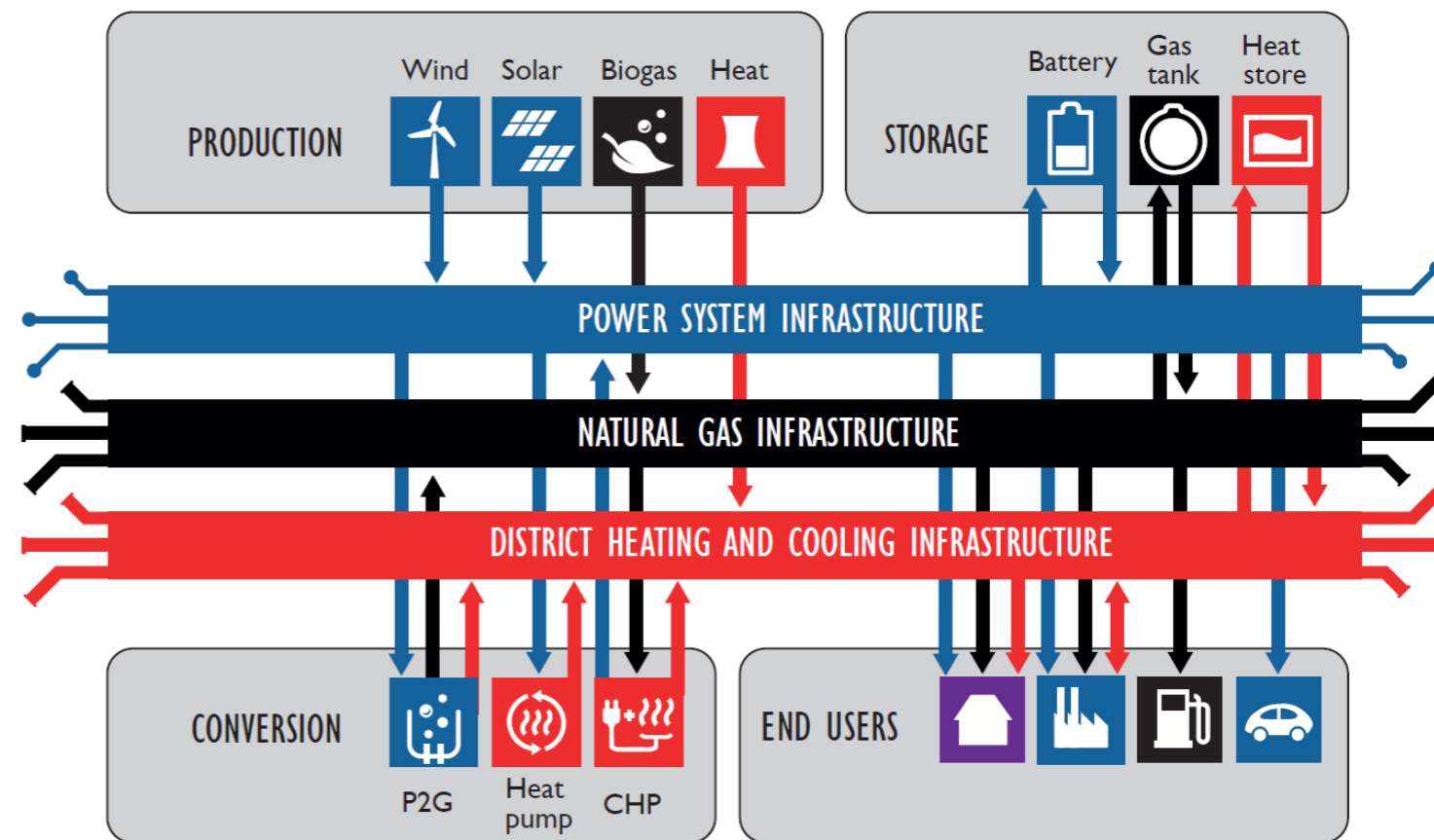
Example of a HEN system with some possible technologies and connections, Source: Fraunhofer IEE

Definition

“A Hybrid Energy Network is an approach, in which electricity, thermal, and / or gas networks (if available) are combined and coordinated to utilize synergies between them in order to achieve an optimal solution for the overall energy systems”

Key components:

- heat pumps (HPs), electric boilers (eBs); power-to-gas & heat (PtG & H) processes, CHP plants



Example of a HEN system with some possible technologies and connections, Source: Fraunhofer IEE

SWOT ANALYSIS

Schmidt, R.R. Leitner, B.: A collection of SWOT factors for hybrid energy networks, Energy Reports, Vol 7, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.09.040>

- A SWOT analysis aims at supporting the general understanding of the properties and characteristics of a Hybrid Energy Network
- **Method:** a structured expert involvement:
 - First: collection of SWOT factors
 - Second: comprehensive discussion phase
 - Third: online survey (> 60 international participants)
 - Rating between 1 and 5 + optional comments
- for the full results please have a look into the **IEA DHC Annex TS3 Guidebook** (available beginning 2023)



Overview of SWOT factors

Schmidt, R.R. Leitner, B.: A collection of SWOT factors for hybrid energy networks, Energy Reports, Vol 7, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.09.040>

STRENGTH

- Higher degrees of freedom for planning/ operation;
- higher security of supply, resilience, flexibility
- counteract limitations of the el. network + reduce losses
- New business models (ancillary services, markets)
- decarbonization of DHC network
- (booster) HPs support Integrate low temp. heat sources
- economic added value (investment in coupling points)

OPPORTUNITIES

- More research, products, demo projects, trainings etc.
- improved performance of coupling points/ controls
- Digitalization supports handling of the complexity
- Increasing PV and wind → more flexibility required
- Green financing options
- tendency for the reduction of DHC temperatures

WEAKNESSES

- additional investments into coupling points
- increasing level of complexity
- Present electricity tariffs and taxes are a barrier
- regulatory restrictions for electricity grid operators
- seasonality of the heat demand
- supply competition in DHC (especially in the summer)
- Only renewable, if fossil-free electricity is used

THREATS

- a possible disruptions of existing business models;
- overall higher electricity demand
- Changing regulatory framework / market design
- market development (alternative flexibility providers)
- availability of waste heat as a source for HPs
- Availability of suitable DHC infrastructures?

STRENGTHS – key results of the survey

	average	+/-
Higher system flexibility	4.1	1.0
Decarbonization of DHC network	4.1	0.9
Higher degree of freedom for planning/operation	4.0	1.0

Important points discussed:

- *Needs to be shown that this is cost-effective, reliably, and quickly available for future energy systems (RTO, UK)*
- *pure electrification is not the best solution; solar thermal, geothermal, etc. should be part of the diversification strategy aiming at higher efficiency (RTO, Switzerland)*
- *This depends on the value that is seen by the other networks, who may be able to obtain the same services from other sources (RTO, UK)*

WEAKNESSES – key results of the survey

	average	+/-
Increasing level of complexity	3.7	1.2
Price signals do not yet take the grid situation into account	3.6	1.1
Present electricity tariffs and taxes are barriers	3.6	1.3

Important points discussed

- ... shortage of people who can manage such complex systems (government organization , Netherlands)
- This is a must. No problem at all with a little metering (RTO, Denmark)
- ... existing tariffs for using the electricity grid in Denmark are based on volume (kWh) and not on power (kW) - it should be the other way around. Flexibility must be rewarded (RTO, Denmark)

OPPORTUNITIES – key results of the survey

	average	+/-
Digitalization supports handling of the complexity	4.1	1.0
More research, products, demo projects, trainings etc.	4.0	0.9
Decarbonization incentives can support sector integration	3.9	1.0

Important points discussed

- *The Danish experiences with decentralized CHP units show that the right price signals are more important than digitalization ... (RTO, Denmark) This is a must. No problem at all with a little metering (RTO, Denmark)*
- *Some of the technologies, especially PtX and CCS/U, are still quite immature (solution provider (software)/ consultancy; Denmark)*
- *I would reformulate the opportunity as "Current and future decarbonization incentives and measures MUST directly or indirectly support the sector integration" (government organization, Italy)*

THREATS – key results of the survey

	average	+/-
A possible disruption of existing business models	3.8	1.2
Risk of stranded investments due to uncertainties	3.6	1.0
Overall higher electricity demand	3.2	1.3

Important points discussed:

- ... The threat are white elephants such as fossil companies or / and fossil exporting countries that are creating obstacles (RTO; Austria)
- Thorough planning and a massive build out of RE electricity should be good remedies against this threat (RTO; Denmark)
- Yes, another danger of electrifying everything obsessively... other vectors need to be considered! (association / interest group; France)

Block I

- **Aktuelle Aktivitäten der Wien Energie** im Bereich Wärmepumpen-Integration und Power-to-heat
(*Rusbeh Rezania, Wien Energie*)

Block I

- **Szenarien und Randbedingungen** der KWK und zur Integration von Wärmepumpen in Fernwärmenetzen in Österreich und international (*Lukas Kranzl, TU Wien/EEG*)



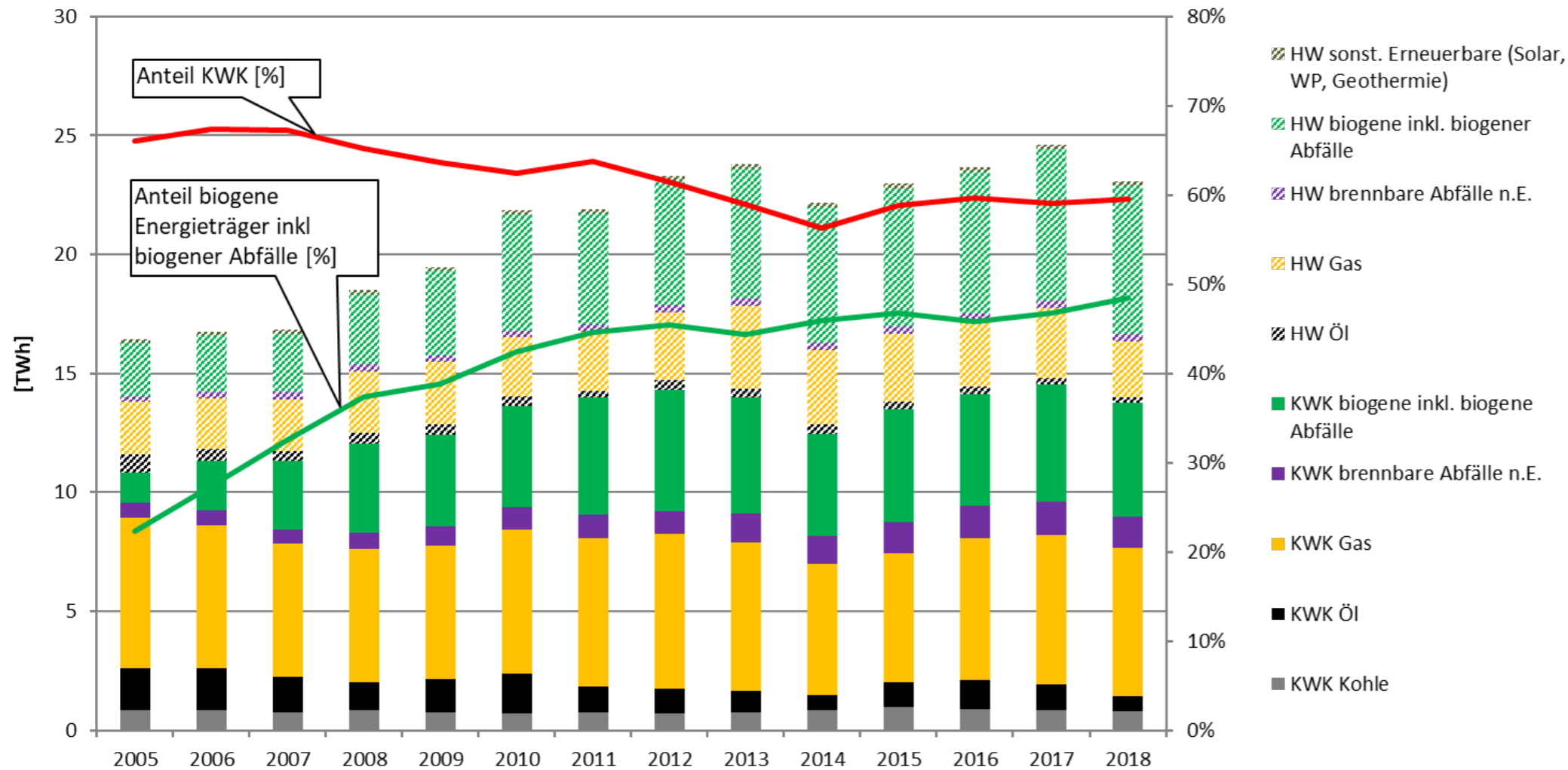
TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Szenarien und Randbedingungen der KWK und zur Integration von Wärmepumpen in Fernwärmenetzen in Österreich und international

Lukas Kranzl, TU Wien, Energy Economics Group

Online-Workshop: Hybride Energienetze, Fernwärme im integrierten Energiesystem, IEA DHC TS3, 20.10. 2022

Fernwärmeaufbringung Österreich, 2005-2018



- ▶ historisch hohe Anteile der KWK
- ▶ auch getriggert durch entsprechende europäische und nationale politische Rahmenbedingungen
- ▶ Wärmepumpen bisher noch in geringerem Umfang eingesetzt

Quelle: Statistik Austria, eigene Darstellung

Fragestellung

- ▶ Wie kann ein dekarbonisierter Fernwärme-Mix in einem zukünftigen, integrierten, dekarbonisierten Energiesystem gestaltet sein und welche Rolle spielen darin KWK und Wärmepumpen?
- ▶ Was sind treibende Faktoren und welche Rolle spielen Energiepreise?

Methodik und Projektbackground

- ▶ Vergleich der Rolle von KWK und WP in Arbeiten der vergangenen Jahre (z.T. laufend, z.T. abgeschlossen) in Österreich und der EU
 - ENER/C1/2018-494 – Renewable Space Heating under the Revised Renewable Energy Directive, 2021 (doi: 10.2833/525486), TU Wien, e-think, Fraunhofer ISI, Öko-Institut, Viegand-Maagoe
 - ENER/C1/2019-481 – Potentials and levels for the electrification of space heating in buildings (**preliminary** results, to be completed 2022), Consentec, Fraunhofer ISI, TU Wien, e-think, REKK
 - ENER/C1/2019-482 – Renewable Heating and Cooling Pathways, Measures and Milestones for the implementation of the recast Renewable Energy Directive and full decarbonisation by 2050 (**preliminary** results, to be completed 2022), Öko-Institut, Fraunhofer ISI, TU Wien, e-think, Halmstad University
 - Umfassende Bewertung des Potenzials effizienter Wärme- und Kälteversorgung, 2021 (www.austrian-heatmap.gv.at), TU Wien, e-think

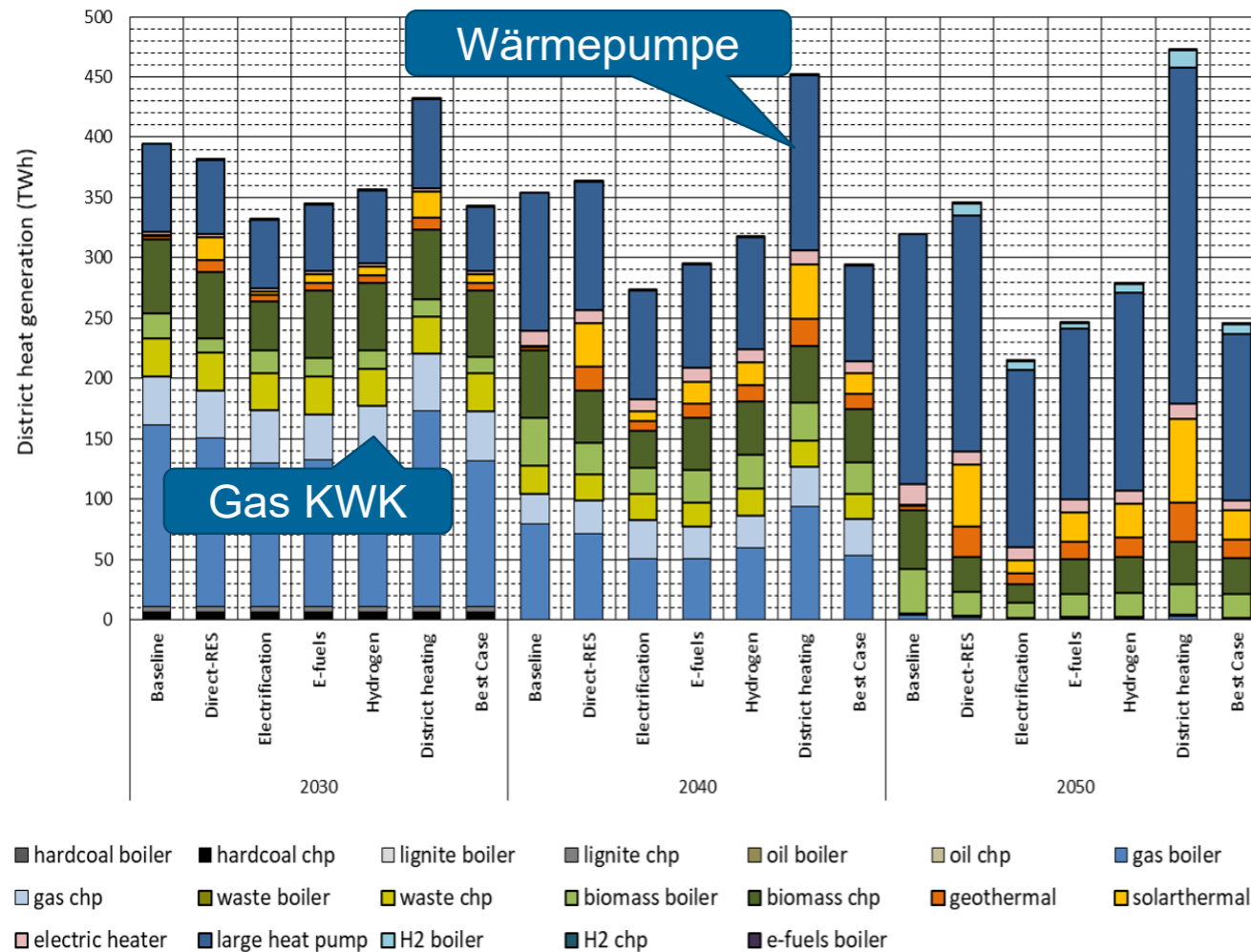
- ▶ Wodurch werden die Ergebnisse in diesen Arbeiten getrieben, wo liegen Unsicherheiten?

- ▶ Schlussfolgerungen hinsichtlich der mittel- und langfristigen Rolle von KWK und Wärmepumpen

Modellierungsansätze, Methoden

	Zielsetzung	Modellverbund	Modellierung der Fernwärme-Erzeugung
ENER/C1/2018-494 – Renewable Space Heating under the Revised Renewable Energy Directive, 2021	Informationsgrundlage für die Gestaltung politischer Instrumente zur Dekarbonisierung der Raumwärme	Invert/Opt (Gebäudebestand), Hotmaps (Fernwärmepotenziale), Enertile (Energiesystem)	Enertile – Optimierung des Energiesystems
ENER/C1/2019-481 – Potentials and levels for the electrification of space heating in buildings (preliminary results)	Ermittlung kosten-effektiver Niveaus der Elektrifizierung der Raumwärme	Invert/Opt (Gebäudebestand), Hotmaps (Fernwärmepotenziale), Enertile (Energiesystem)	Enertile – Optimierung des Energiesystems
ENER/C1/2019-482 – Renewable Heating and Cooling Pathways (preliminary results)	Modellierung von Pfaden zur Dekarbonisierung der Wärme- und Kälte-erzeugung bis 2050	Invert/EE-Lab (Gebäude), Forecast-Industry (Industrie), Hotmaps (Fernwärmepotenziale und –aufbringung)	Hotmaps – Optimierung (stündlich) des Fernwärmesektors für Fernwärmetypen, 2050
Umfassende Bewertung des Potenzials effizienter Wärme- und Kälteversorgung, 2021	Analyse des wirtschaftlichen Potenzials effizienter Wärme- und Kälteversorgung	Hotmaps (Fernwärmepotenziale und –aufbringung)	Hotmaps – Optimierung (stündlich) des Fernwärmesektors für Fernwärmetypen, 2030 und 2050

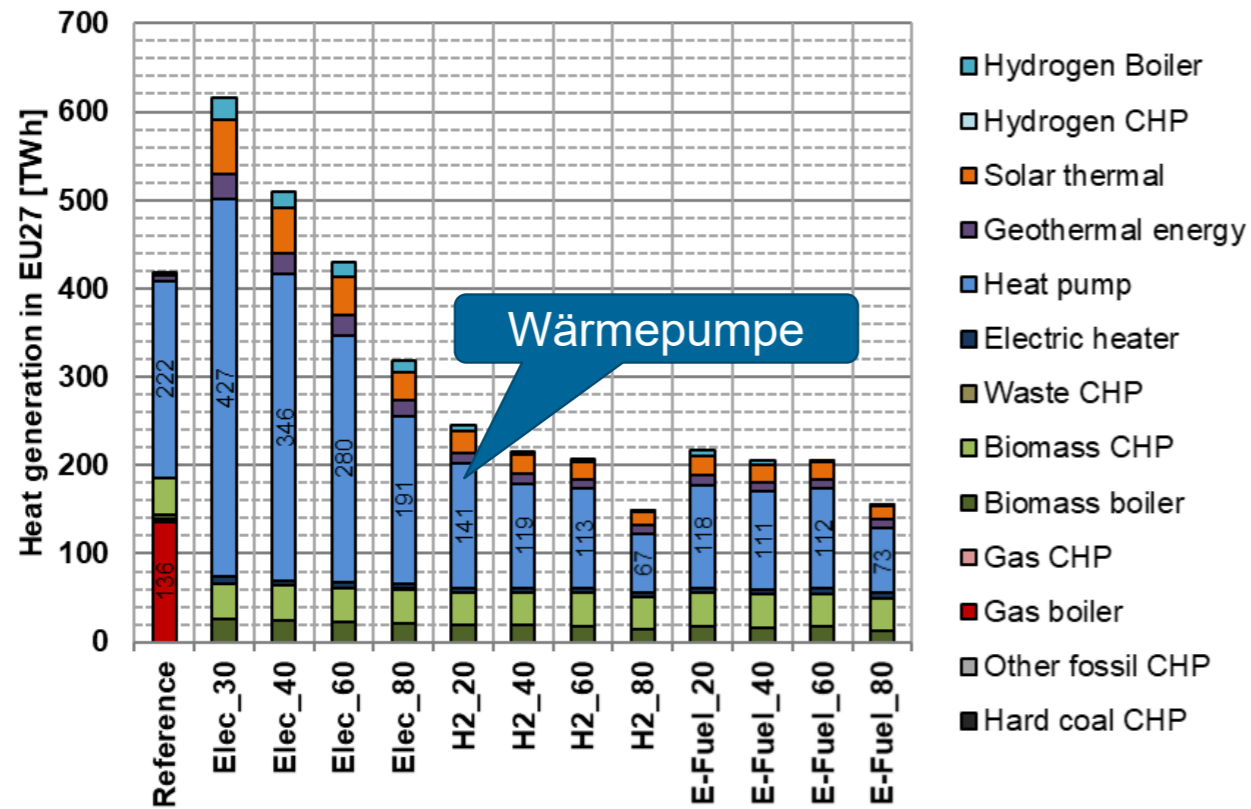
Fernwärmeerzeugungsmix in Szenarien des Projekts „Renewable Space Heating under the Revised Renewable Energy Directive“ (2021), EU-27



- ▶ Szenarien mit voller Dekarbonisierung bis 2050 (außer baseline) und unterschiedlichem Technologie-Fokus
- ▶ Fernwärme-Erzeugung folgt weitestgehend ökonomischer Optimierung (Modell Enertile)
- ▶ Hoher Anteil Wärmepumpen in der Fernwärme in allen Dekarbonisierungsszenarien
- ▶ H2-Kessel für Spitzenlast
- ▶ Relevanter Anteil Solarthermie
- ▶ Treiber und Unsicherheiten:
 - Beschränkung Biomasse
 - Biomasse-Preise-Entwicklungen
 - Preise für H2- und e-fuel Importe

Quelle: ENER/C1/2018-494 – Renewable Space Heating under the Revised Renewable Energy Directive, 2021 (doi: 10.2833/525486)

Fernwärmeerzeugungsmix 2050 in Szenarien des Projekts „Potentials and levels for the electrification of space heating in buildings“, EU-27 (vorläufige Ergebnisse, noch nicht approbiert)

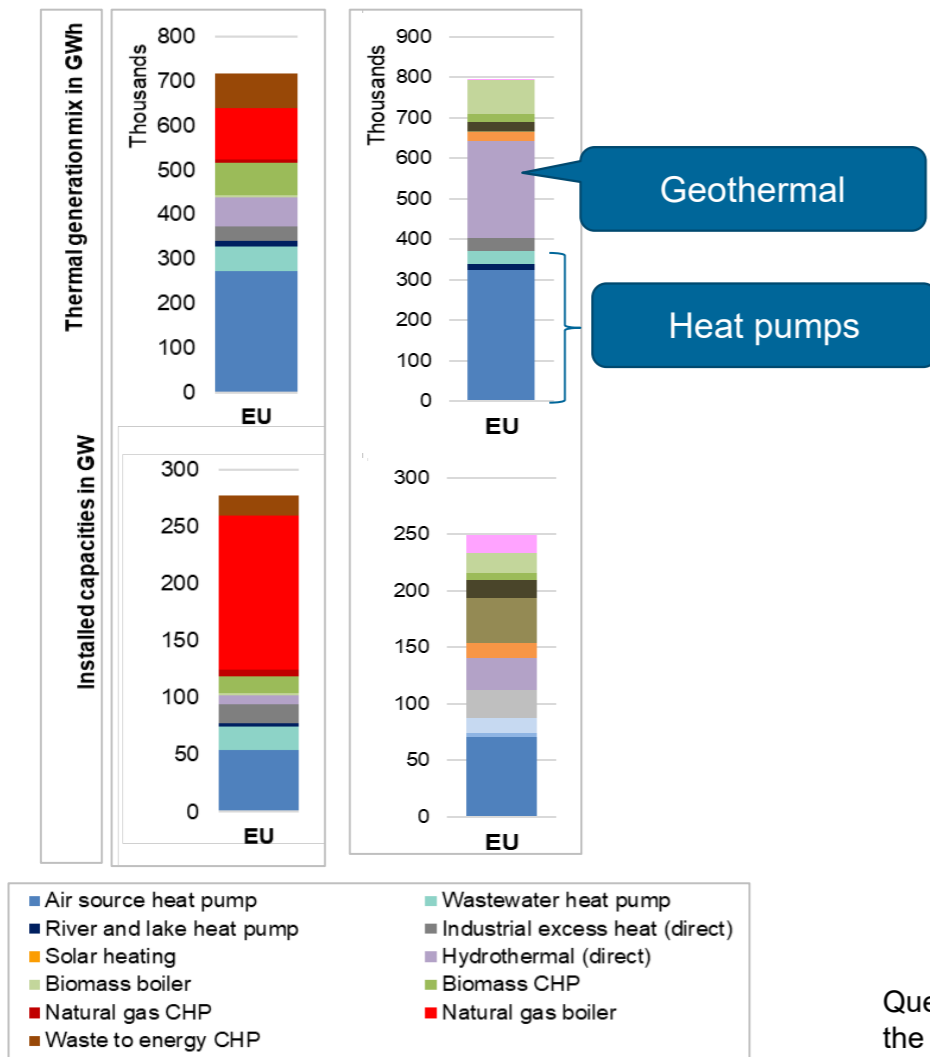


- ▶ Unterschiedliche Fernwärmenachfrage je nach Szenario-Spezifikation (wie viel Platz bleibt für Fernwärme in den verschiedenen Szenarios?)
- ▶ In allen Dekarbonisierungsszenarien hat die Wärmepumpe im Jahr 2050 den höchsten Anteil am Fernwärmeerzeugungsmix
- ▶ Treiber und Unsicherheiten:
 - Beschränkung und Verfügbarkeit Biomasse im (Fern-)wärme-Sektor
 - Biomasse-Preisentwicklungen
 - Preise für H2- und e-fuels Importe

Quelle: ENER/C1/2019-481 – Potentials and levels for the electrification of space heating in buildings (preliminary results, to be completed 2022)

Fernwärmeerzeugungsmix 2050 im Projekt „Renewable H&C Pathways by 2050“, EU-27 (vorläufige Ergebnisse, noch nicht approbiert)

Baseline Decarbonisation pathway

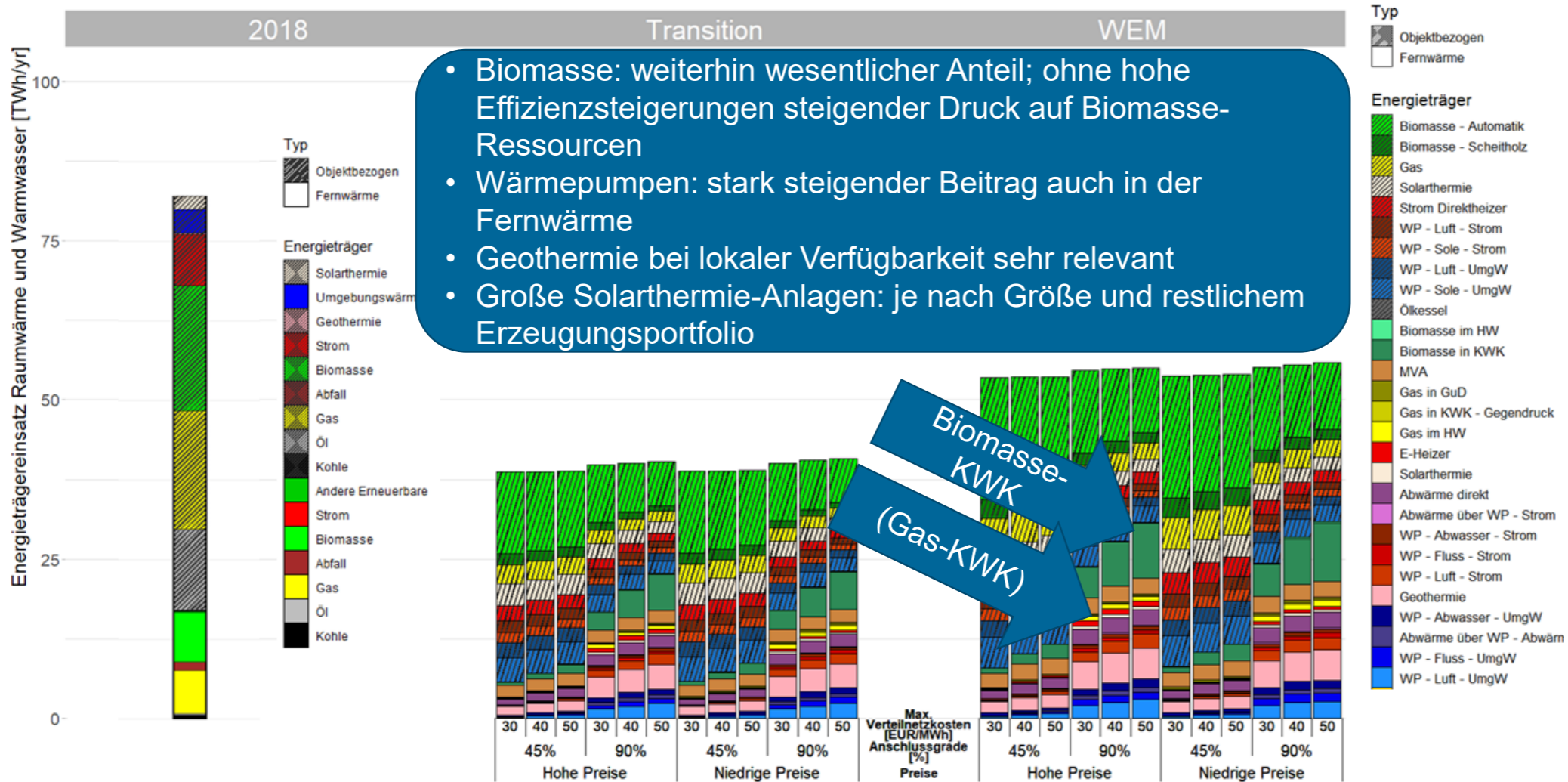


- ▶ Politik-getriebenes Szenario „decarbonisation pathways“ vs. Baseline (das die Klimaziele nicht erreicht)
- ▶ Wärmepumpen >40%
- ▶ Signifikanter Anteil an Geothermie (>30%)
- ▶ Treiber und Unsicherheiten:
 - Potenziale und Kosten Geothermie, Solarthermie
 - Potenziale und Kosten Wärmespeicher
 - Potenziale und Kosten Biomasse im (Fern-)wärme-Sektor
 - Preise für H₂- und e-fuels Importe

Quelle: ENER/C1/2019-482 – Renewable Heating and Cooling Pathways, Measures and Milestones for the implementation of the recast Renewable Energy Directive and full decarbonisation by 2050

Fernwärmeerzeugungsmix 2050 im Projekt „Umfassende Bewertung des Potenzials effizienter Wärme- und Kälteversorgung, 2021“, Österreich

2050 - VW

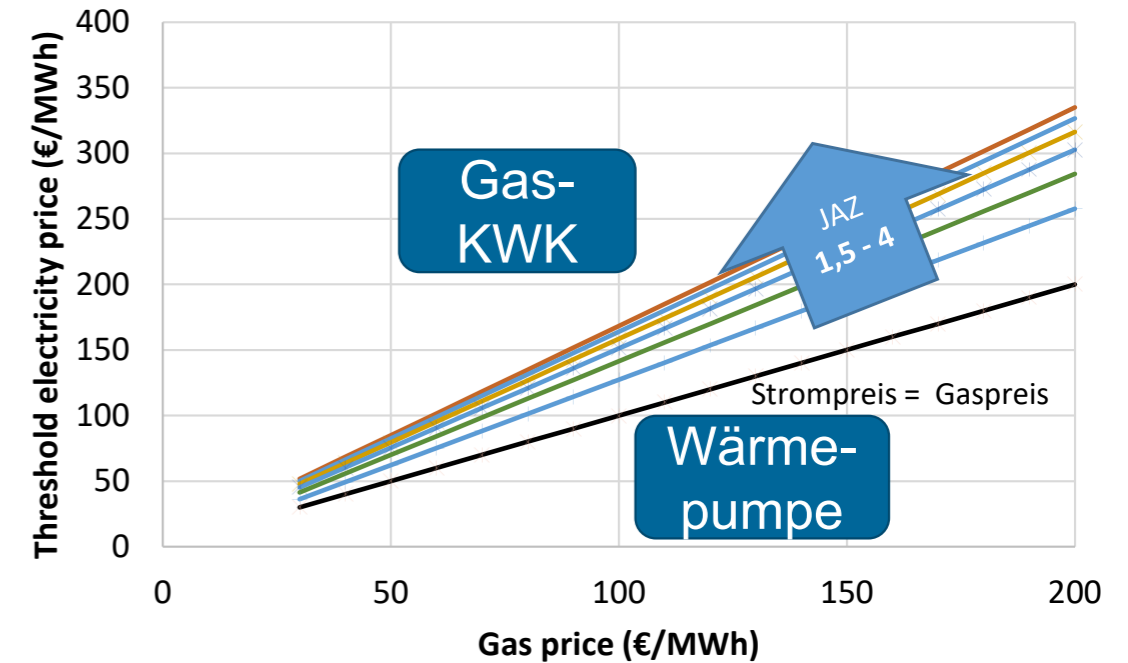


Zwischen-Fazit Szenarien-Überblick

- ▶ Anteil KWK an der Fernwärmerzeugung in Dekarbonisierungsszenarien 2050: 7-25%, Großteil davon Biomasse-KWK
- ▶ Anteil WP an der Fernwärmerzeugung in Dekarbonisierungsszenarien 2050: 28% bis 75%
- ▶ Rolle von H₂ und erneuerbaren Gasen: in geringem Umfang für Spitzenlastabdeckung

Alles eine Frage der Strom- und Gaspreise?

- ▶ Unter welcher Bedingung gilt:
Wärmegestehungskosten KWK < Wärmegestehungskosten WP
- ▶ Annahmen:
 - Standard-Technologie-Annahmen (Gas GuD, Luft-Wärmepumpe)
 - gleiche Volllaststunden für KWK und WP
 - Jährliche/langfristige Betrachtung
- ▶ (erwartbares) Ergebnis: um obige Bedingung zu erfüllen benötigt die Gas-KWK immer einen Strompreis, der über dem Gas-Preis liegt
- ▶ Wenn aber langfristig nur Gas in Frage kommt, das auf Basis von (erneuerbarem) Strom erzeugt wurde, dann kann diese Bedingung (Strompreis > Gas-Preis) nicht dauerhaft und im großen Stil erfüllt werden.



- ▶ Rolle von Wärmespeichern im Vergleich zu H2 als Energiespeicher?
- ▶ H2- und e-fuel Importe?
- ▶ Potenzial und Kosten von nicht-Strom-basierten erneuerbaren Gasen!

Quellen: eigene Berechnung; Technologiedaten laut ENER/C1/2018-494

Schlussfolgerungen und Ausblick

- ▶ Aktuelle Studien, Szenarien und Modellergebnisse zeigen, dass KWK nur als Biomasse-KWK und in beschränktem Umfang in einem dekarbonisierten Energiesystem zur Fernwärmeaufbringung Teil einer kostengünstigen Lösung ist
- ▶ Alle Szenarien deuten auf eine wesentlich steigende Relevanz von Wärmepumpen hin
- ▶ Werden Gas-KWK-Anlagen für die Sicherstellung einer dekarbonisierten Fernwärme-Erzeugung benötigt?
 - Nein (je nach Größe thermischer Speicher bzw. Erzeugungsmix, kann punktuell H₂-Kessel Sinn machen)
- ▶ Werden Gas-KWK-Anlagen für die Sicherstellung einer dekarbonisierten Stromerzeugung benötigt?
 - Nein (zumindest nicht für den Fall ausreichender Netze, Speicher und demand response-Aktivierung; jedenfalls mit deutlich geringeren Volllaststunden)
- ▶ Unsicherheiten hinsichtlich der Relevanz von Großwärmepumpen liegen weniger in einer möglichen Konkurrenz zur KWK, sondern eher in folgenden Fragen:
 - Kosten und Potenziale anderer Wärmequellen wie Geothermie, Abwärme, Solar
 - Verfügbarkeit, Preise, politische Rahmenbedingungen für Biomasse-Nutzung (im Energiesektor)
 - Erschließung, Kosten und Barrieren verschiedener Großwärmespeicher
 - Absenkung der Systemtemperaturen
 - Konsequenz in der Umsetzung von Klimazielen



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Contact

Lukas Kranzl
TU Wien
Institute of Energy Systems and Electric Drives
Energy Economics Group
lukas.kranzl@tuwien.ac.at
eeg.tuwien.ac.at

Agenda Block II

10:00	Zukünftige Synergiepotenziale von Power-to-Gas und Fernwärmenetzen <i>(Hans Böhm, El Linz)</i>
10:15	Abwärme aus Elektrolyseprozessen und Potential für die Fernwärme-Versorgung , Ergebnisse aus dem Projekt MEMPHIS2.0 <i>(Stefan Reuter, AIT)</i>
10:30	Elemente und Lösungen zur Flexibilisierung von Wärmenetzen – Ergebnisse aus dem Leitprojekt ThermaFLEX <i>(Joachim Kelz, AEE)</i>
10:45	<i>Fragen an die Vortragenden und gemeinsame Diskussion, Pause</i>

Block II

- **Zukünftige Synergiepotenziale von Power-to-Gas und Fernwärmenetzen** (*Hans Böhm, El Linz*)



Zukünftige Synergiepotenziale von Power-to-Gas und Fernwärmenetzen

DI Dr.mont. Hans Böhm

Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz

Abschlussworkshop des IEA DHC Annex TS3 „Hybride Energienetze“, 20.10.2022

Gasinfrastruktur in einem nachhaltigen Energiesystem...

... aus österreichischer Sicht

- Nationale **erneuerbare Strompotenziale werden** den österreichischen **Bedarf nicht decken** können
 - weder vom Profil noch bilanziell
- Der Ausgleich von Strombedarf und –erzeugung benötigt Kurzzeit– (Tage) und **Langzeit– (saisonal) Speicher**
 - **erneuerbare Gase sind essentiell** für saisonale Speicherung
- Dies gilt **zusätzlich zum Bedarf** an erneuerbaren Gasen **als Rohstoff** und Prozessgas
- In einem zukünftigen nachhaltigen Energiesystem wird heutige Gasinfrastruktur immer noch benötigt für
 - **erneuerbare Gas-KWKs** (als Backup & zur Spitzenlastabdeckung)
 - **industrielle Verbraucher** (Energieträger & Rohstoff)
 - sonstige Verbraucher (z.B. Schwerlast-/Langstreckentransport)

→ **Der Fokus muss auf Primärenergieeffizienz liegen!**

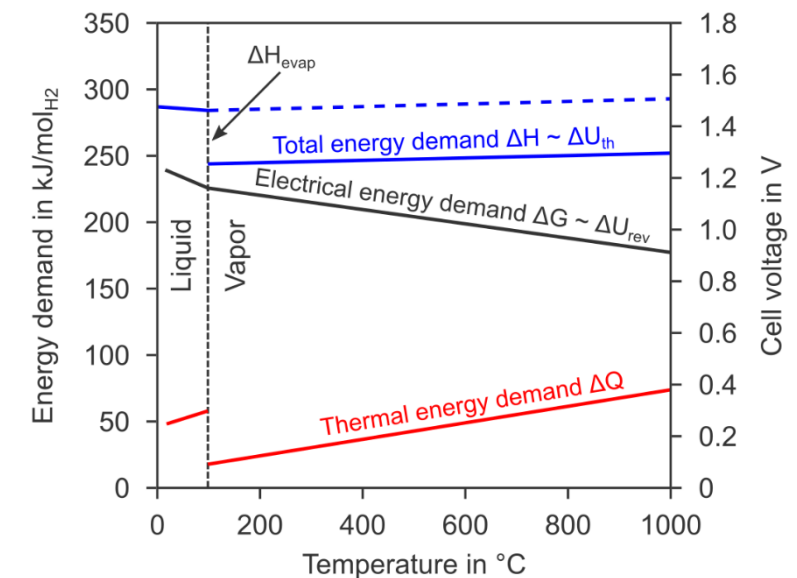
Elektrolyse in hybriden Energienetzen

Technologiebetrachtung

- Elektrolyse ist kurz- und mittelfristig die **primäre Technologie um H₂** (und Derivate) **aus erneuerbaren Quellen herzustellen** und in zukünftige Energiesysteme zu integrieren
- Prinzipielle Unterscheidung zwischen **Niedertemperatur-** und **Hochtemperatur-Elektrolyse**
- Potenzial als Wärmequelle oder –senke ist u.a. vom Betriebsmodus abhängig

NT-Elektrolyse: wird oberhalb der thermoneutralen Spannung betrieben
→ (externe) Kühlung notwendig

HT-Elektrolyse: kann auch unterhalb der thermoneutralen Spannung betrieben werden → **externer Wärmeeintrag notwendig**



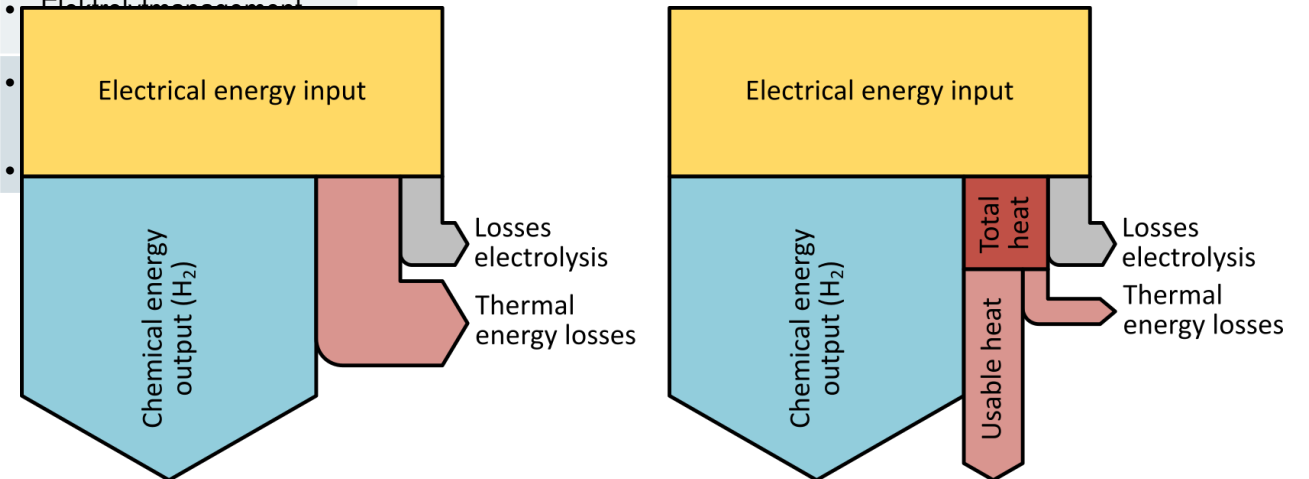
Quelle: Böhm et al. (2021), Power-to-hydrogen & district heating: Technology-based and infrastructure-oriented analysis of (future) sector coupling potentials, International Journal of Hydrogen Energy, 46, 31938–31951

Elektrolyse in hybriden Energienetzen

Technologiebetrachtung

Elektrolysezelle	Betriebs-temperatur	Typische Stackgröße	Elektrischer Wirkungsgrad (LHV)	Vorteile	Nachteile
PEM (PEMEC)	50–80°C	<5 MW	60–70%	<ul style="list-style-type: none"> Kurze Startzeiten Hohe Lastflexibilität 	<ul style="list-style-type: none"> Edelmetalle (Pt, Ir) als Katalysator Geringe Toleranz ggü. Verunreinigungen
Alkalisch (AEC)	60–90°C	<10 MW	60–70%	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Lebensdauer Geringe Degradation 	<ul style="list-style-type: none"> Elektronenmanagement
Festoxid (SOEC)	650–900°C	<100 kW	75–100%	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Effizienz Hohe Lastflexibilität Umkehrbetrieb 	

NT-Elektrolysesysteme weisen **Abwärmepotenziale** im Bereich von **20–30% ihrer Nennleistung** auf



Quelle: Böhm et al. (2021), Power-to-hydrogen & district heating: Technology-based and infrastructure-oriented analysis of (future) sector coupling potentials, International Journal of Hydrogen Energy, 46, 31938–31951

Synergiepotenziale

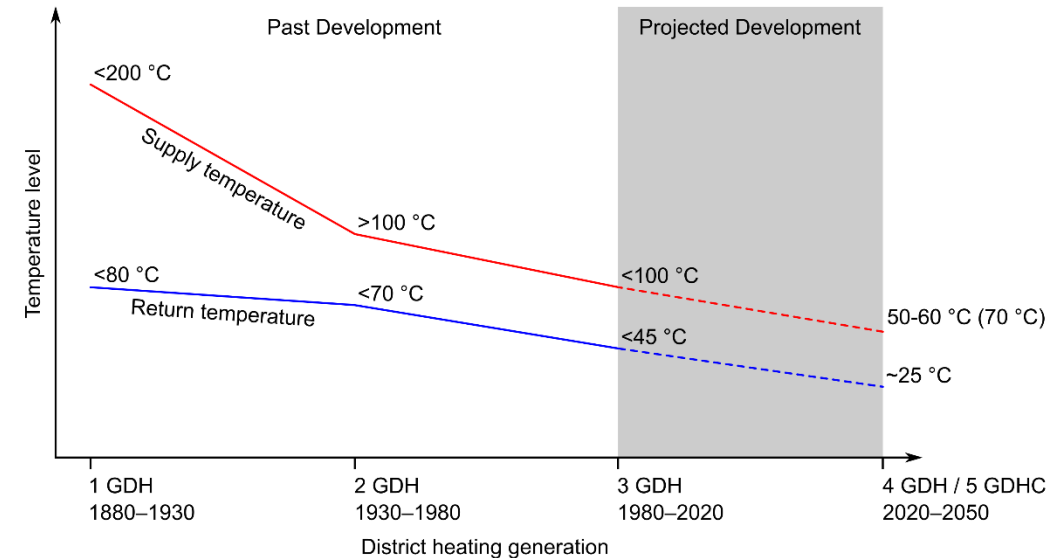
Korrelation der Entwicklung von Power-to-H₂ und Wärmenetzen

Ausbau der Elektrolysekapazitäten

- Ziel der EU Hydrogen Strategy
 - 6 GW_{el} in der EU bis 2024
 - 40 GW_{el} innerhalb der EU
 - + 40 GW_{el} in unmittelbaren Nachbarländern bis 2030
- Bedarf in AT bis 2030
 - 550–1960 MW_{el} bzw. 1590–5920 GWh auf Basis des NEKP
 - 1 GW_{el} bzw. 5000 GWh lt. Wasserstoffstrategie

Entwicklung der Wärmenetze – 3GDH → 4GDH → 5GDHC

- Sukzessive Reduktion der Temperaturniveaus und Erhöhung der Exergieeffizienz



Quelle: Böhm et al. (2021), Power-to-hydrogen & district heating: Technology-based and infrastructure-oriented analysis of (future) sector coupling potentials, International Journal of Hydrogen Energy, 46, 31938–31951

Synergiepotenziale

Theoretisches Abwärmepotenzial

Annahme: 20–30% nutzbares Abwärmepotenzial @ 50–90°C

- Auf Basis des Bedarfs nach österr. NEKP beträgt das Abwärmepotenzial bis 2030 aus P_{tH_2} ca. **530–2810 GWh_{th}/a**
 - entspricht etwa **2–12% des heutigen österr. Fernwärmebedarfs** (ca. 22 TWh)
 - ähnlich hoch (21 TWh) ist der industrielle Wärmebedarf < 100°C – dieser könnte bei **Einsatz der Elektrolyse in der Industrie** entsprechend einfach versorgt werden
- **EU-weit ca. 56–84 TWh_{th}/a** verbunden mit der europ. H₂-Versorgung bis 2030
 - entspricht etwa **6–10% des FW-Bedarfs** der EU bzw. **2,5–4% des gesamten Wärmebedarfs < 100°C**

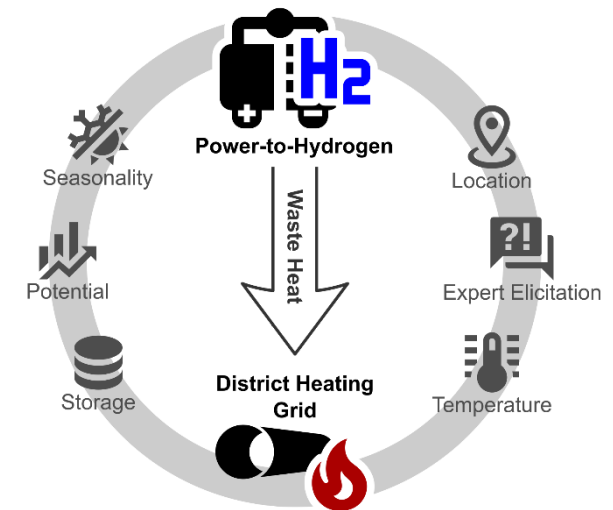
Quelle: Böhm et al. (2021), Power-to-hydrogen & district heating: Technology-based and infrastructure-oriented analysis of (future) sector coupling potentials, International Journal of Hydrogen Energy, 46, 31938–31951

Systemische Betrachtungen

Grundsätzliche Fragestellungen

- Wo werden zukünftige Elektrolysesystem platziert werden? Ist die Entfernung Elektrolyseur – Wärmenetze ausreichend gering?
- Sind die Betriebstemperaturen der Elektrolyse tatsächlich ausreichend um in Wärmenetze einzuspeisen?
- Gibt es ausreichend saisonal Überlappung von Wärmebedarf der Wärmenetze und Betriebszeiten der Elektrolyse?
- Ist der Elektrolysebetrieb ausreichend vorhersagbar für den Wärmenetzbetreiber und können Ausfälle durch Speicher- und Backupkapazitäten überbrückt werden?
- Welche Möglichkeiten der Intervention gibt es, wenn der Elektrolyseur von Dritten betrieben wird? Welche vertraglichen Optionen und Barrieren ergeben sich daraus?

→ **Qualitative Erarbeitung dieser Thematiken durch Experteninterviews und Literaturstudie**



Quelle: Böhm et al. (2021), Power-to-hydrogen & district heating: Technology-based and infrastructure-oriented analysis of (future) sector coupling potentials, International Journal of Hydrogen Energy, 46, 31938—31951

Systemische Betrachtungen

Ergebnisse der SWOT-Analyse

Stärken

- Rein technisch sind die Temperaturen der Elektrolyse ausreichend für eine Einspeisung, zumindest im Rücklauf.
- Aufgrund gewisser Freiheiten in der Positionierung ist eine örtliche Abstimmung von Elektrolyse und Wärmenetz potenziell möglich.
- HT-Elektrolyse ist eher als integraler Bestandteil zukünftiger industrieller Prozesse zu sehen mit entsprechender Abwärme-einbindung und Effizienz.

Chancen

- Elektrolyse wird als integraler Bestandteil zukünftiger Energiesysteme gesehen mit hohem Bedarf, entsprechende Abwärmepotenziale werden daher auch vorhanden sein.
- Die Einbindung von Industrien in Wärmenetze kann unabhängig von der Elektrolyse erfolgen. Eine entsprechende Einspeisung von deren Abwärme wird damit vereinfacht.
- Saisonale Wärmespeicher können als Wärmesenke im Sommer dienen und evtl. ein zusätzlicher Vorteil für H₂-Technologien.

Schwächen

- Aus Marktsicht sind Abwärmepotenziale möglicherweise zu gering um mit alternativen / konventionellen Quellen zu konkurrieren.
- Betrieb der Elektrolyse und Wärmebedarf können zeitlich stark divergieren.
- Elektrolyse steht in Konkurrenz mit anderen Wärmequellen ohne charakteristische Vorteile zu bieten.
- Schwierigkeiten und Probleme heutiger Abwärmequellen für die Einspeisung gelten auch für Elektrolyse

Gefahren

- Limitationen der Infrastruktur (Stromnetz) bedingen evtl. eine Positionierung von Elektrolyseuren in der Nähe erneuerbarer Stromquellen, abseits von Wärmenetzen.
- Sauerstoff als Nebenprodukt der Elektrolyse könnte ein bedeutsames Standortkriterium als Abwärme sein.
- Einzelne Wärmenetze ermöglichen keine Senkung der Temperaturen womit die Wirtschaftlichkeit einer Einspeisung möglicherweise reduziert wird.

Möglichkeiten der Integration...

... von Power-to-Gas-Anwendungen in Wärmenetzen

- Alkalische und PEM-Elektrolyse weisen ein **Abwärmepotenzial von 20–30%** ihrer Nennleistung bei **60–90 °C** auf.
 - Aus zukünftigen **Bedarfen für erneuerbaren Wasserstoff** ergeben sich **signifikante Gesamtwärmemengen** (bis etwa 10% heutiger Bedarfe < 100 °C)
 - Diese Abwärmepotenziale finden **für Fernwärme aktuell praktisch kaum Beachtung** und sind **bei den heutigen Anlagenkapazitäten** auch kein Positionierungskriterium.
- Nutzbarkeit dieser Potenziale ist auch von systemischen Aspekten abhängig:
 - Örtliche und zeitliche Überlappung von Erzeugung und Bedarf
 - Direkte Nutzbarkeit ohne Restpotenzial für Fernwärme
 - Priorität / Effekt im Vergleich mit anderen Wirtschaftlichkeitsfaktoren
- **HT-Elektrolyse** zielt eher auf direkte industrielle Wärmeintegration ab **ohne klare Potenziale zur Auskopplung**
- Zusätzliche **Abwärmepotenziale bei höheren Temperaturen bieten** nachfolgende **Syntheseprozess**

DI Hans Böhm

Senior Researcher – Energy Technologies

**Energieinstitut an der Johannes Kepler
Universität Linz**

Altenberger Straße 69

4040 Linz, AUSTRIA

Tel: +43 723 2468 5665

e-mail: boehm@energieinstitut-linz.at




ELSEVIER

International Journal of Hydrogen Energy

Volume 46, Issue 63, 13 September 2021, Pages 31938-31951



Power-to-hydrogen & district heating:
Technology-based and infrastructure-oriented
analysis of (future) sector coupling potentials

Hans Böhm  , Simon Moser, Stefan Puschnigg, Andreas Zauner

<https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.06.233>

Zukünftige Synergiepotenziale von Power-to-Gas und Fernwärmenetzen

Abschlussworkshop des IEA DHC Annex TS3 „Hybride Energienetze“, 20.10.2022

Block II

- **Abwärme aus Elektrolyseprozessen und Potential für die Fernwärme-Versorgung**, Ergebnisse aus dem Projekt MEMPHIS2.0 (*Stefan Reuter, AIT*)

ABSCHÄTZUNG DES ZUKÜNFTIGEN ABWÄRMEPOTENZIALS VON ELEKTROLYSEUREN FÜR DIE FERNWÄRMEVERSORGUNG

IEA DHC Annex TS3

Nationaler Workshop, 20.10.2022

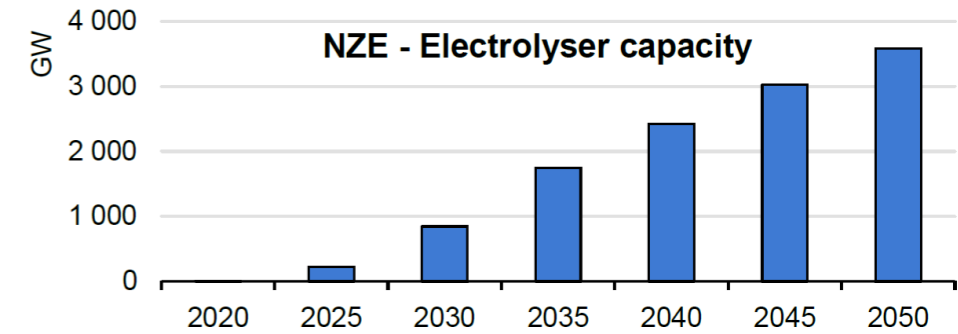
Stefan Reuter

Die Arbeiten sind Teil des Projekts MEMPHIS 2.0 - "Advanced algorithm for spatial identification, evaluation of temporal availability and economic assessment of waste heat sources and their local representation", finanziert vom IEA DHC Programm im Rahmen des Annex XIII

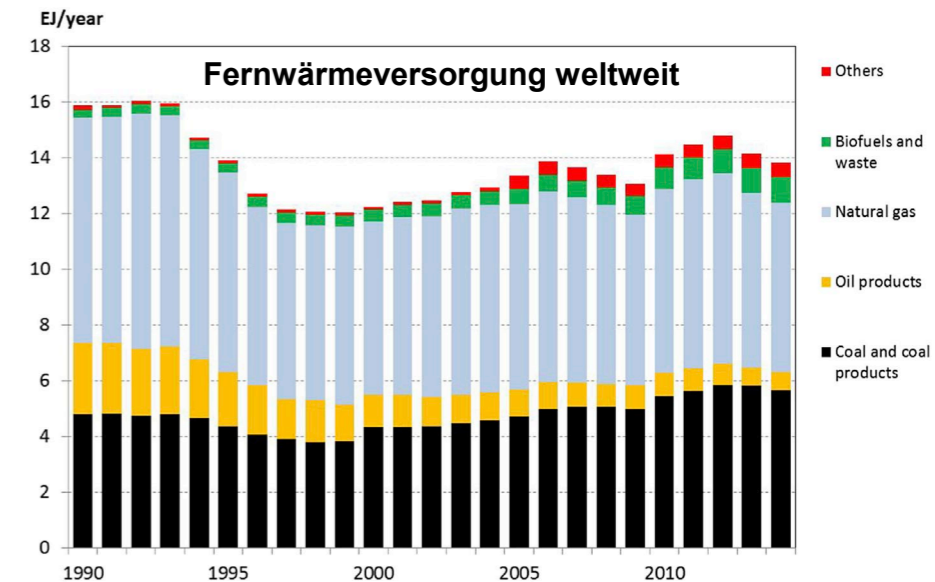


HINTERGRUND

- Erneuerbarer Wasserstoff als wichtiger Baustein in einem dekarbonisierten Energiesystem
- Ehrgeizige Ziele in Europa
 - **H₂-Strategie der EU:** 40 GW an Elektrolyse bis 2030
 - **RePowerEU:** 10 Mio. Tonnen (ca. 330 TWh) an Produktion innerhalb der EU bis 2030
 - **Österreich:** 5 TWh heimische Produktion bis 2030
- Fernwärmeversorgung aktuell fossil dominiert
 - **Abwärmeintegration als Option für gesteigerte Systemeffizienz und Dekarbonisierung**



International Energy Agency. (2021). *Global Hydrogen Review 2021*. OECD. <https://doi.org/10.1787/39351842-en>

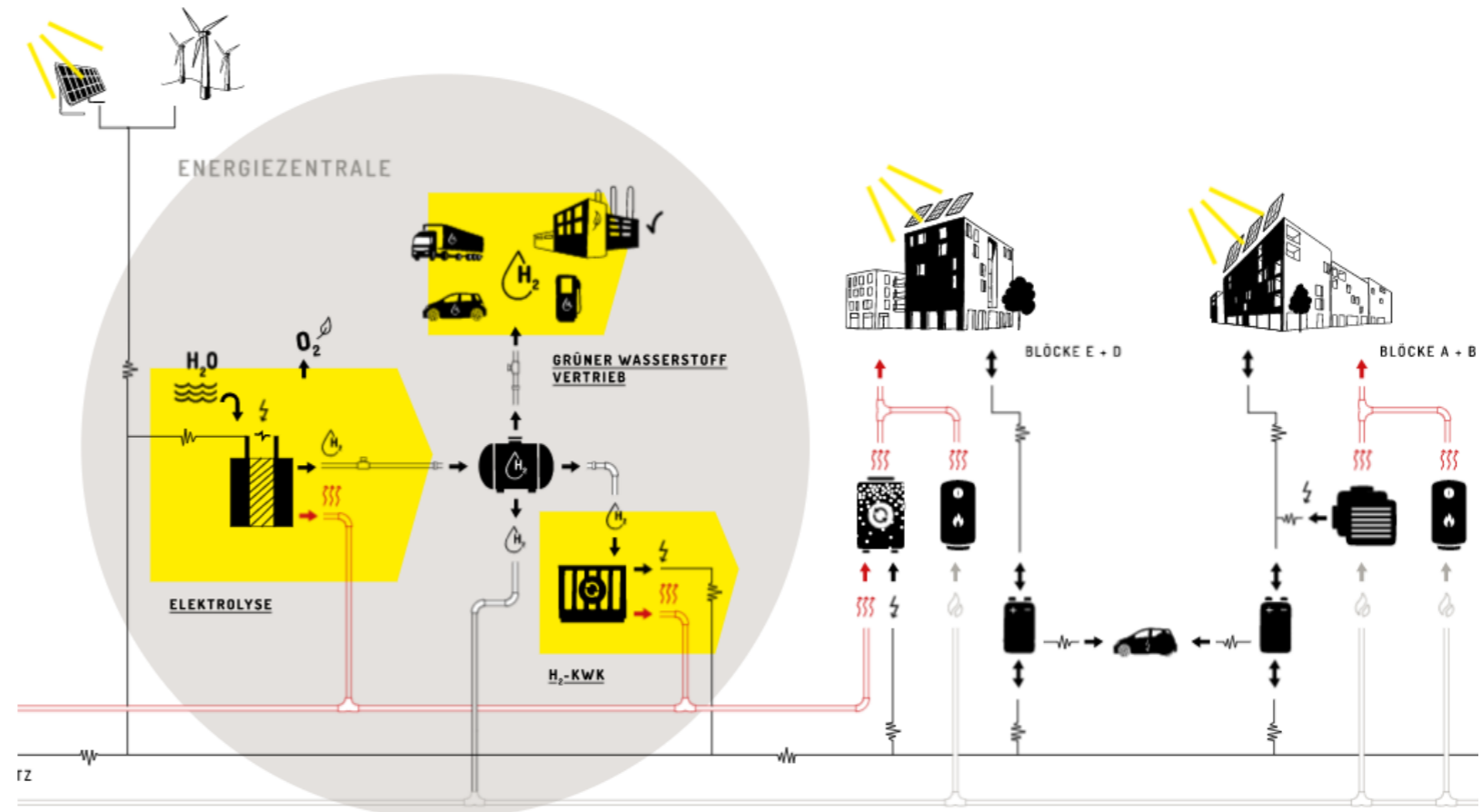


S. Werner, International review of district heating and cooling, Energy, Volume 137, 2011, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.04.045>

BEISPIEL FÜR BESTEHENDE PROJEKTE ABWÄRMENUTZUNG ELEKTROLYSE

Green Hydrogen Esslingen

- Neu entwickeltes Stadtquartier (120.000 m²) mit klimaneutralem Energiekonzept
- Integration eines **1 MW Elektrolyseurs** in das lokale Energiesystem
- Abwärmennutzung im Nahwärmenetz erhöht den **Systemwirkungsgrad auf 90%**



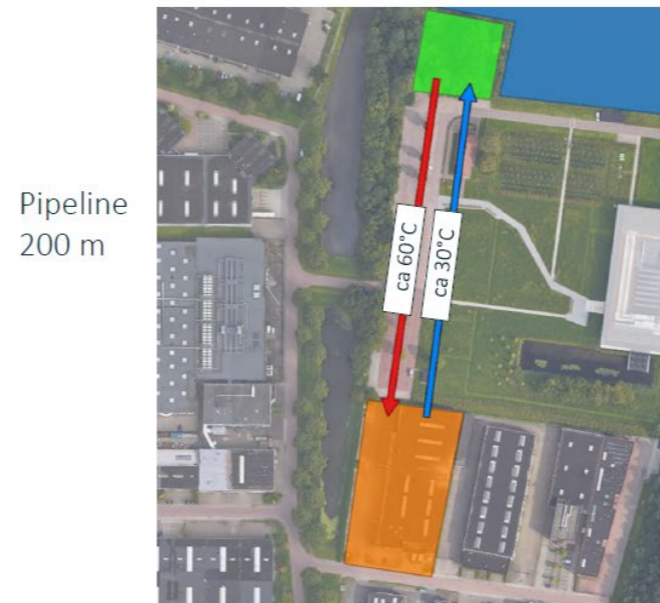
Agentur Blumberg GmbH, 'Energy supply in the neighborhood', <https://neue-weststadt.de/en/energiekonzept/#>
(accessed Oct. 07, 2022)

BEISPIEL FÜR BESTEHENDE PROJEKTE

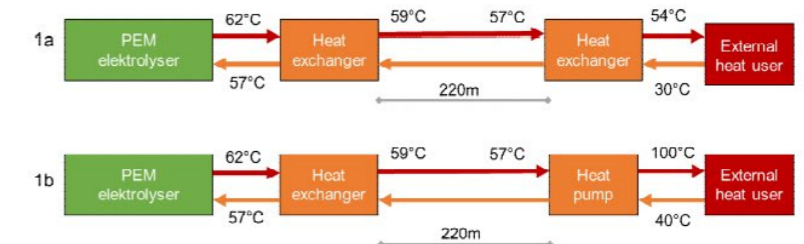
ABWÄRMENUTZUNG ELEKTROLYSE

H-flex Projekt

- Installation eines **2,5 MW PEM-Elektrolyseurs** zur Versorgung einer Wasserstofftankstelle
- Abwärmennutzung in angrenzender Wäscherei
- Lieferung von 1,7 GWh pro Jahr erhöht die **Gesamteffizienz des Systems auf 91 %**



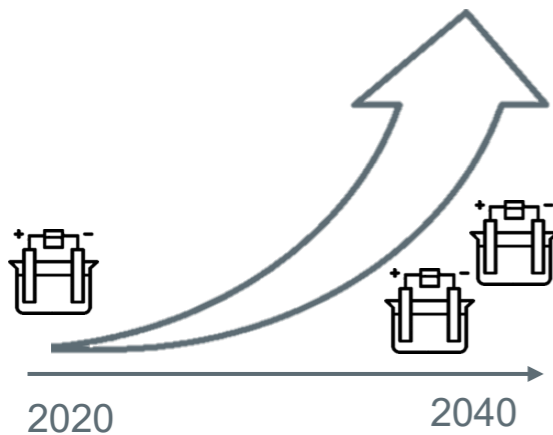
Delivery to local consumer
a) Directly (ca 60 °C)
b) With heat pump (ca 100 °C)



METHODE

ERMITTLUNG DES ABWÄRMEPOTENZIALS

Elektrolysekapazität



Daten von

- **TYNDP 2022** (ENTSO-E / ENTSOG)
- **Net-Zero Emissions Scenario** (IEA)

Technologiedaten

	Abwärmeanteil	Abwärmetemperatur	Technologieanteil	
			2030	2040
AEL	20%	70°C	80%	52%
PEM-EL	25%	70°C	18%	40%
SOEL	-	-	2%	8%

Alkalische Elektrolyse (AEL)

- Etablierte Technologie

Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM-EL)

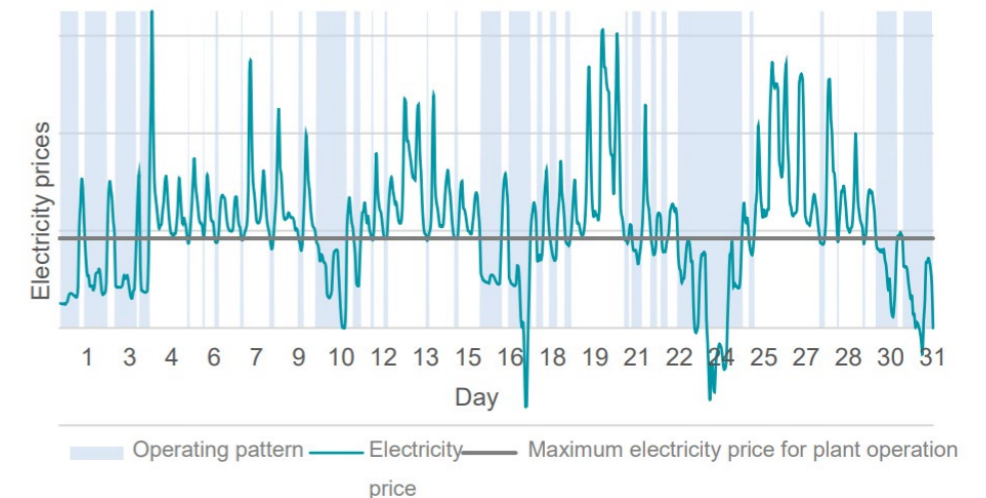
- Wachsende Marktanteile

Festoxid-Elektrolyse (SOEL)

- Keine nutzbare Abwärme

Volllaststunden (VLH)

Operating pattern for electrolysis plants over one month



VLH abhängig von Integrationsart

- **Netzgebundener Elektrolyseur**
- **Direktgekoppelte Erneuerbare (ohne Netzbezug)**

Angenommen VLH: 3.500 h

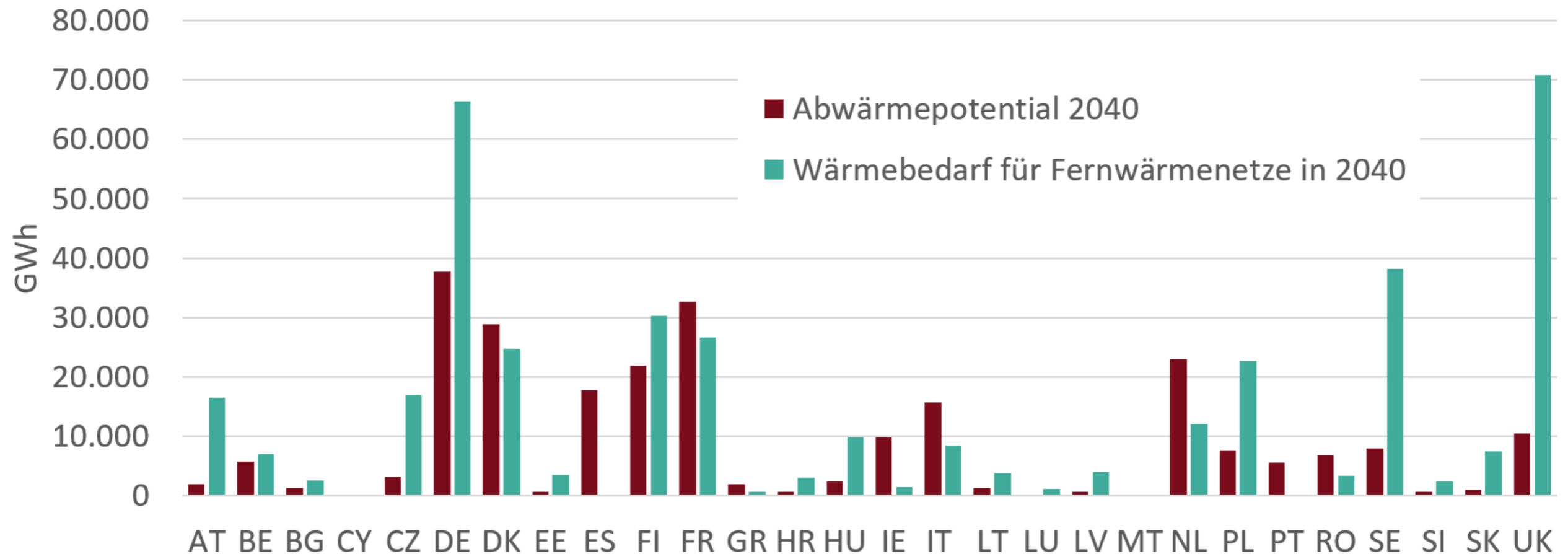
ERGEBNISSE

POTENZIALE IN EUROPA UND WELTWEIT



ERGEBNISSE

VERGLEICH MIT DEM FERNWÄRMEBEDARF



Abwärmepotenzial: max. 64 % des prognostizierten Fernwärmebedarfs im Jahr 2040

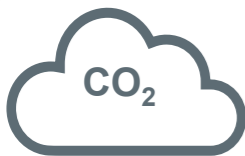
SCHLUSSFOLGERUNGEN



Abwärmennutzung von Elektrolyseuren erhöht den Gesamtsystemwirkungsgrad



Bestehende Barrieren müssen für eine erfolgreiche Umsetzung beseitigt werden (zeitliche/örtliche/temperaturbezogene Barrieren)



Abwärme aus Elektrolyseuren kann eine wichtige Quelle für die Dekarbonisierung von Fernwärmenetzen sein

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

DI Stefan Reuter

AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Giefinggasse 2 | 1210 Vienna | Austria
M +43(0) 664 88964995
stefan.reuter@ait.ac.at | <https://www.ait.ac.at>



Block II

- **Elemente und Lösungen zur Flexibilisierung von Wärmenetzen** – Ergebnisse aus dem Leitprojekt ThermaFLEX (*Joachim Kelz, AEE*)



Elemente und Lösungen zur Flexibilisierung von Wärmenetzen – Ergebnisse aus dem Leitprojekt ThermaFLEX

IEA DHC Annex TS3: Hybride Energienetze, Fernwärme im integrierten Energiesystem, 20.10.2022, Online-Workshop

Joachim Kelz mit Unterstützung des gesamten ThermaFLEX Teams

AEE – INSTITUT FÜR NACHHALTIGE TECHNOLOGIEN (AEE INTEC)
Feldgasse 19, 8200 Gleisdorf, Österreich

Leitprojekt ThermaFLEX als Großforschungsprojekt

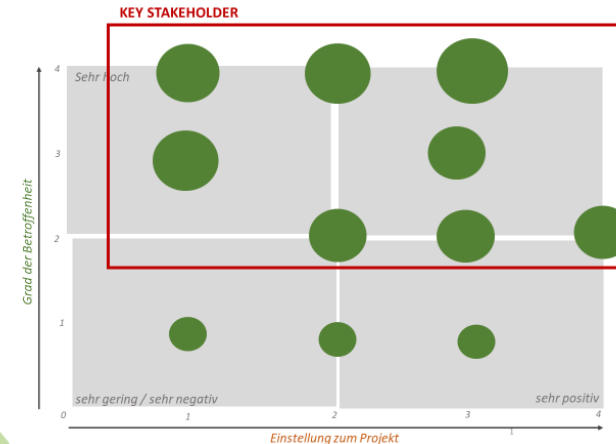
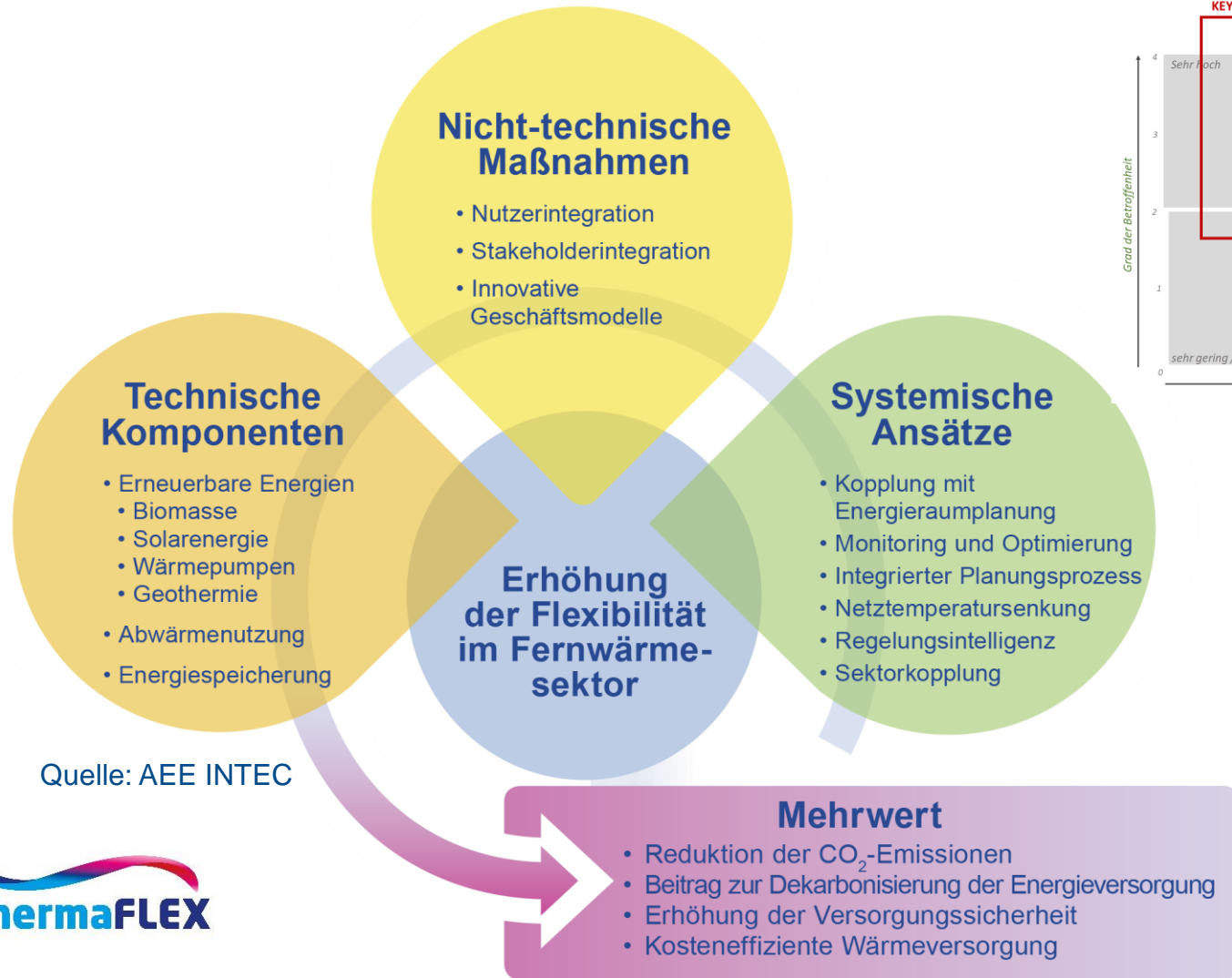


Herausforderungen

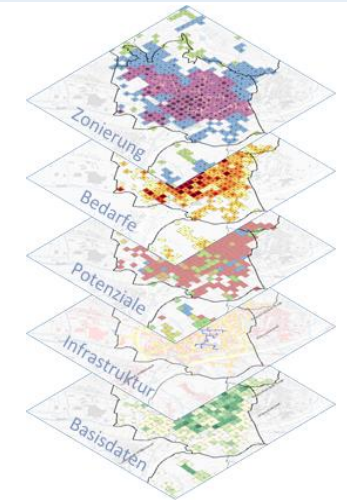
- Ideen und Konzepte
- Planung und Realisierung
- Implementierung und Monitoring
- Bewertung und Optimierung

Best Practice Beispiele
Know-How Transfer
Skalier- und übertragbare
Lösungen für den Wärmesektor

Erhöhung der Flexibilität ist mehr als nur eine Sache



Stakeholder Analysen
Quelle: StadtLabor

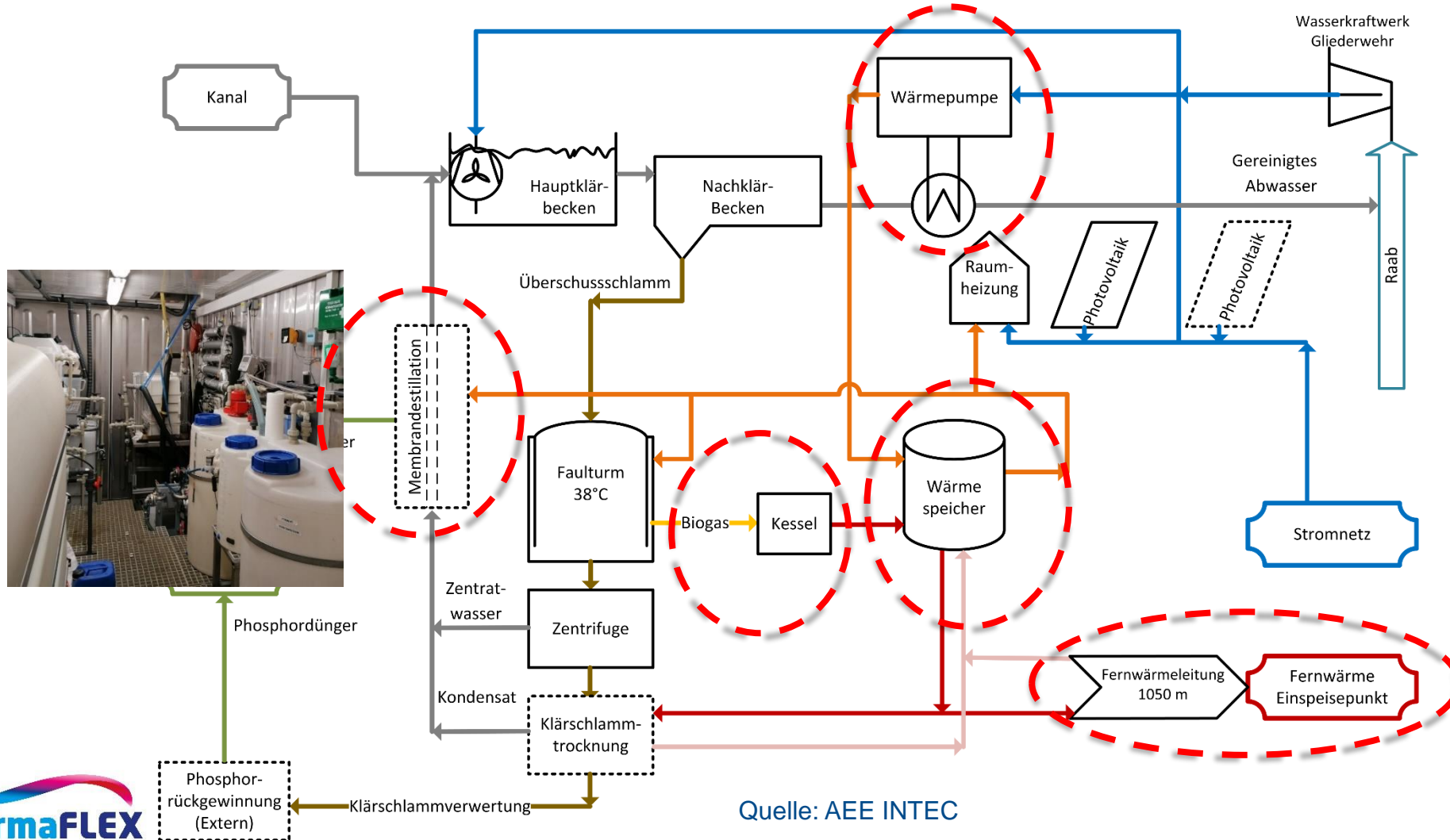


Verbindung mit räumlicher
Energieraumplanung
Quelle: AEE INTEC

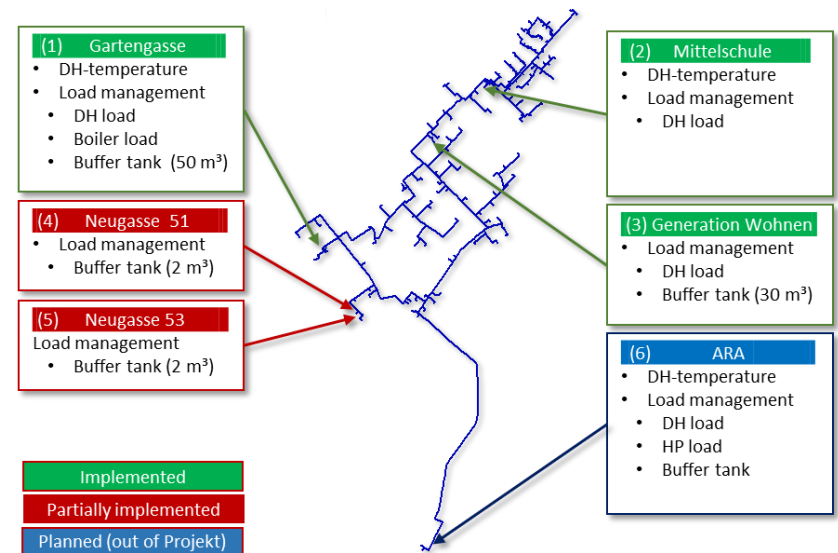
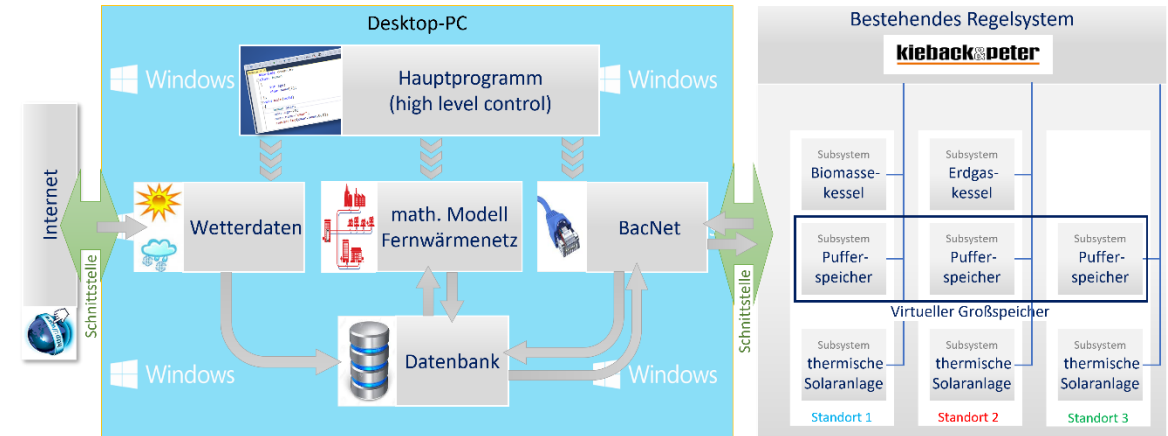
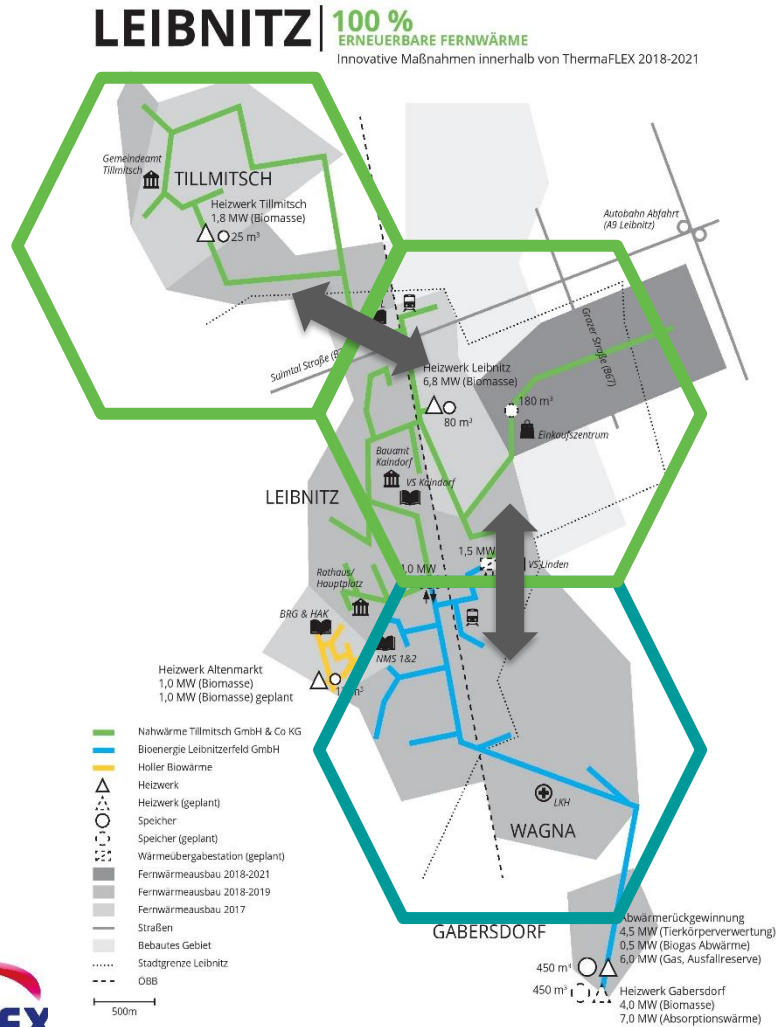


Einbindung lokaler Quellen und Abwärme
Quelle: Klimafonds/Krobath

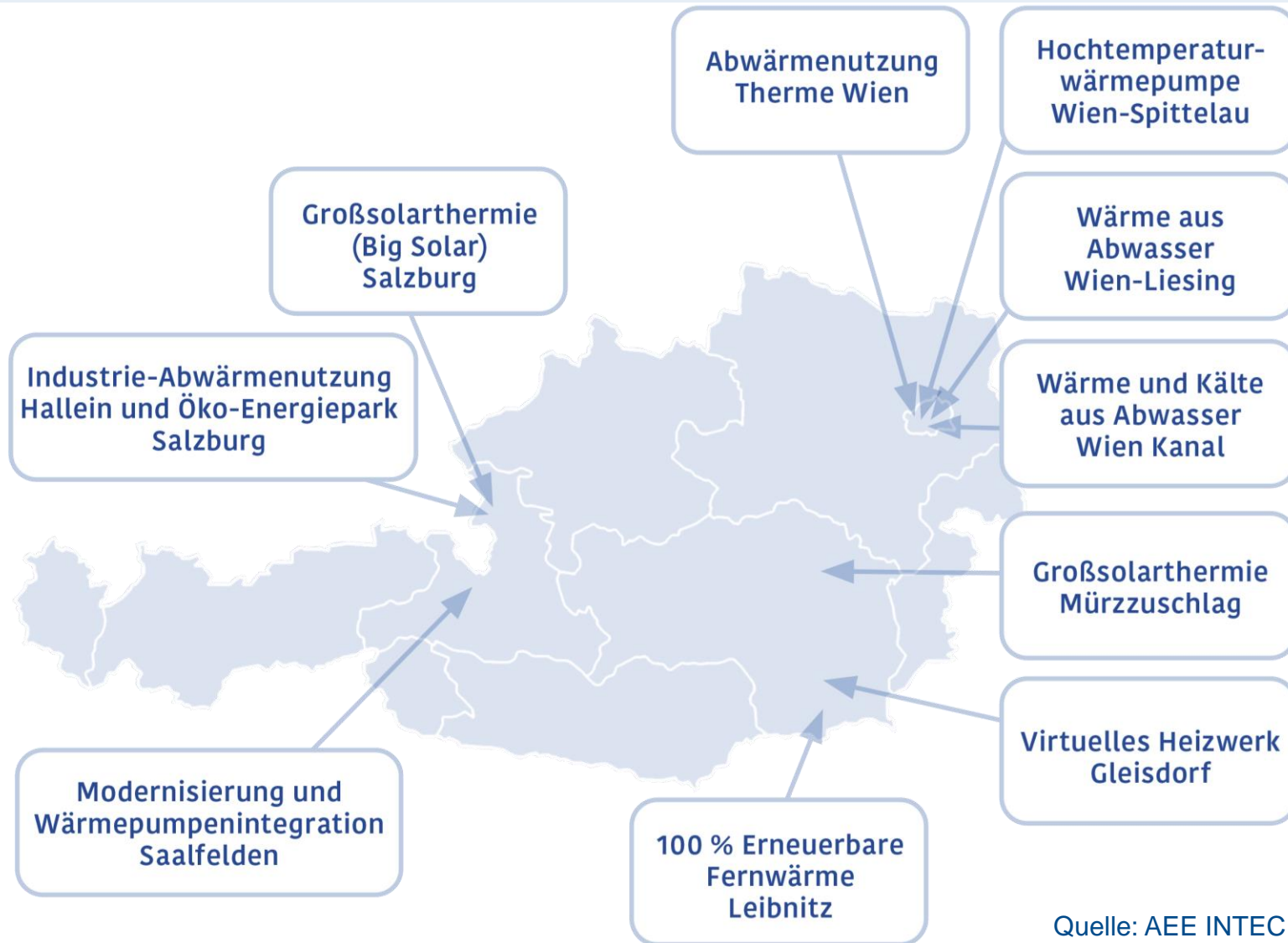
Kläranlagen als Energie- und Ressourcendrehscheibe



Intelligente übergeordnete Regelungskonzepte



Demonstration in verschiedenen österreichischen Fernwärmesystemen



Quelle: AEE INTEC

Übersicht der großtechnischen Umsetzungen (I)



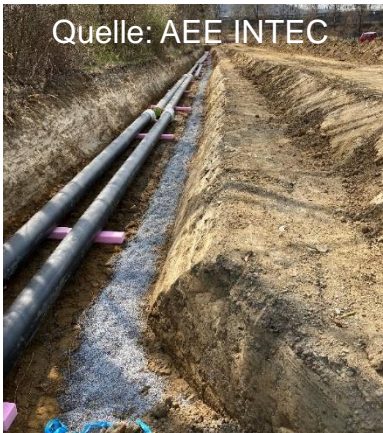
Virtuelles Heizwerk Gleisdorf



Großsolarthermie Müzzuschlag



Erneuerbare Fernwärme Leibnitz



Übersicht der großtechnischen Umsetzungen (II)

Quelle: Wien Energie



Abwärmenutzung Therme Wien

Quelle: Rabmer Gruppe



Wärme und Kälte aus Abwasser



Quelle: Klimafonds / Krobath

Abwärmenutzung Hallein -
Absorptionswärmepumpe



Quelle: Wien Energie



Quelle: Rabmer Gruppe



Quelle: Klimafonds / Krobath

Übersicht der großtechnischen Umsetzungen (III)

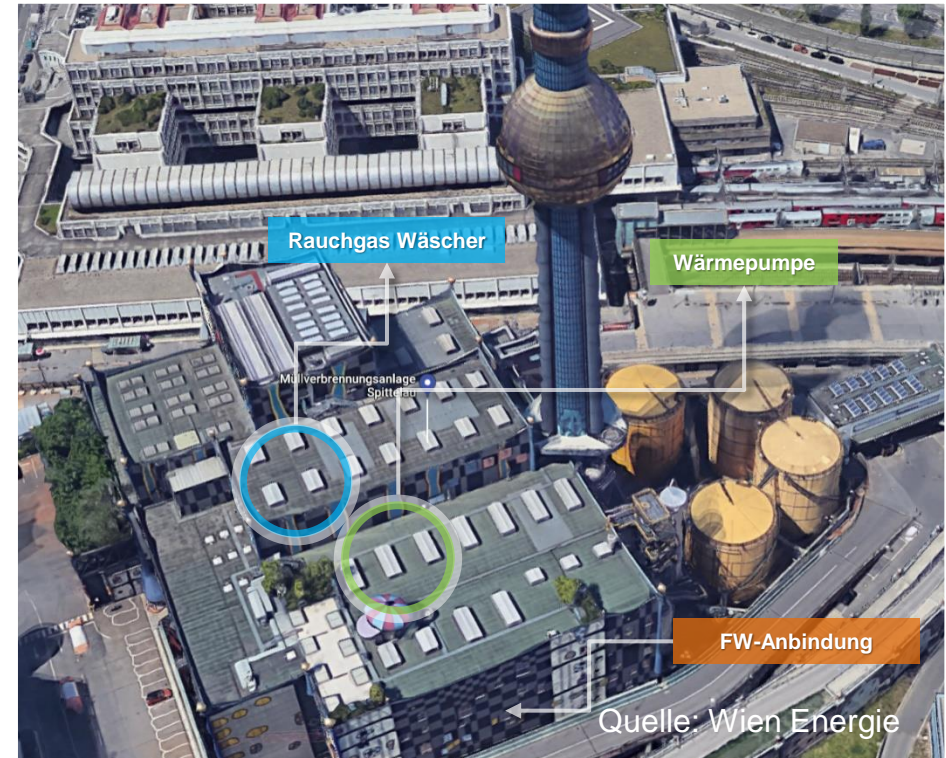


Quelle: Klimafonds / Krobath

Modernisierung Saalfelden



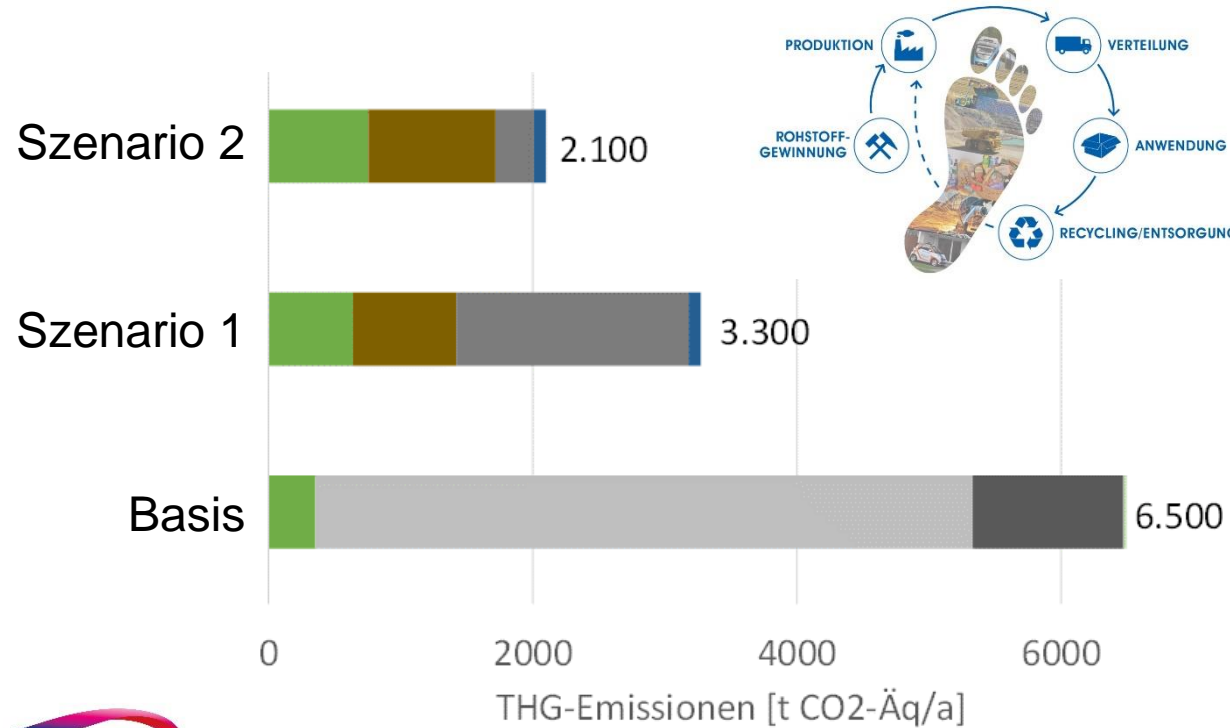
Quelle: Klimafonds / Krobath



Quelle: Wien Energie

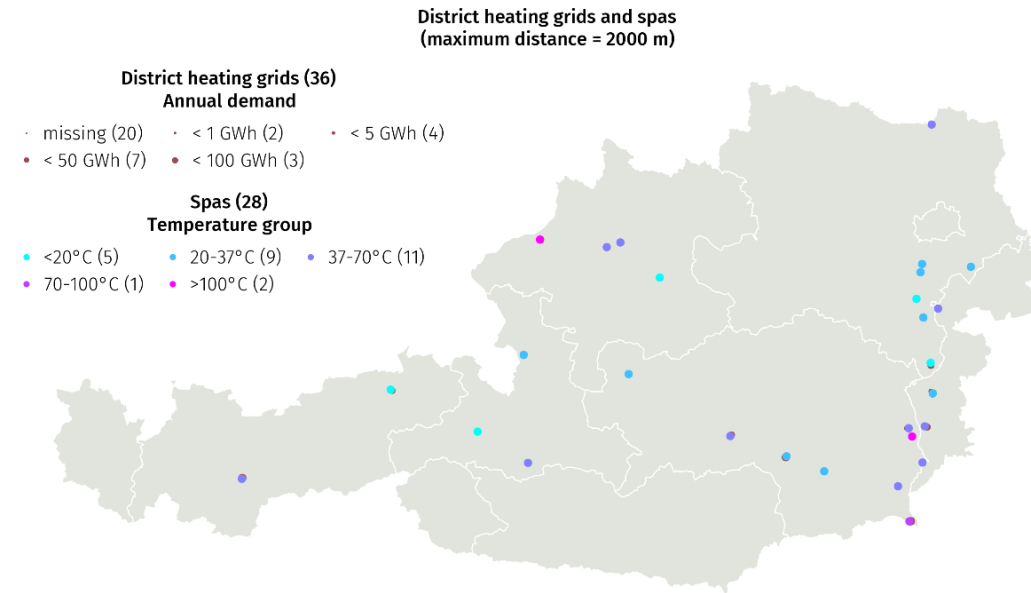
Hochtemperaturwärmepumpe Spittelau

Lebenszyklus-Analysen



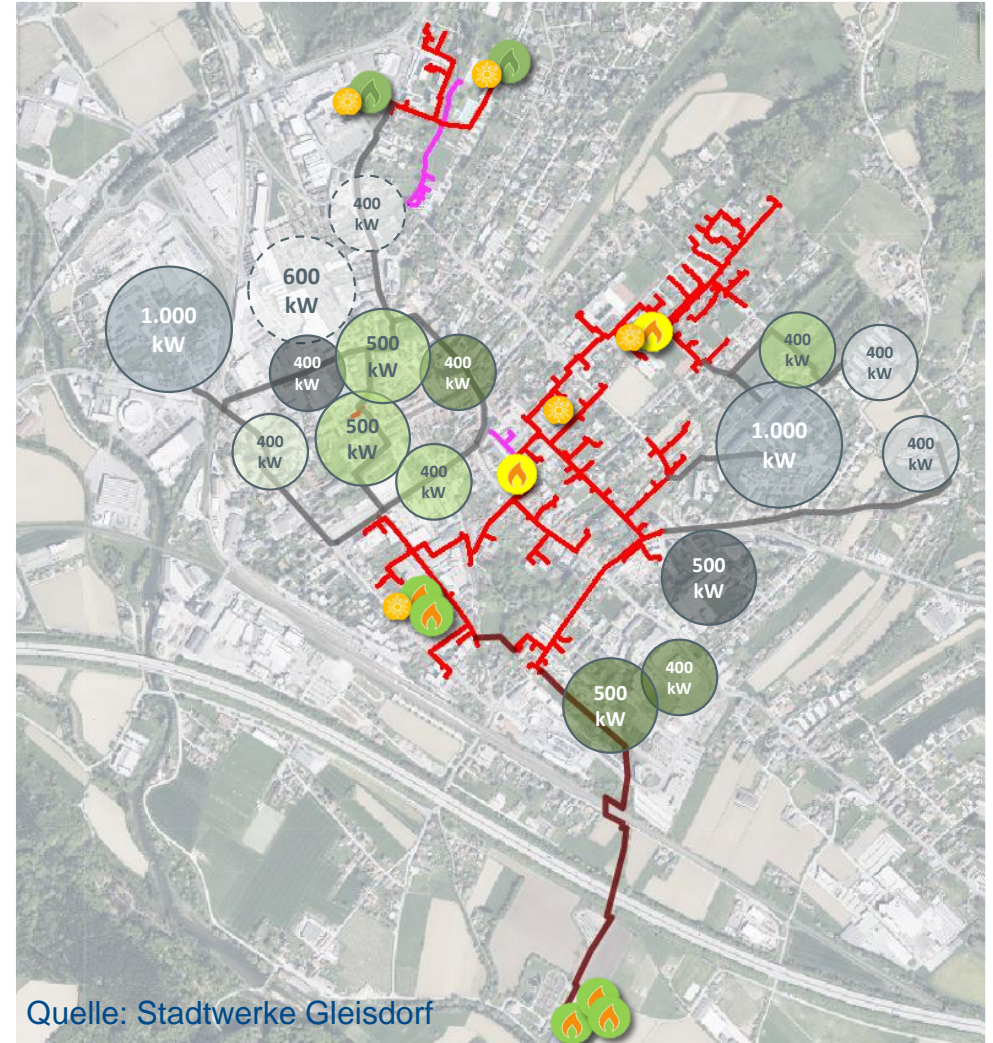
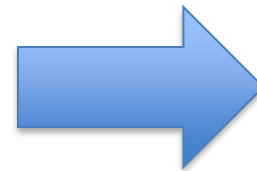
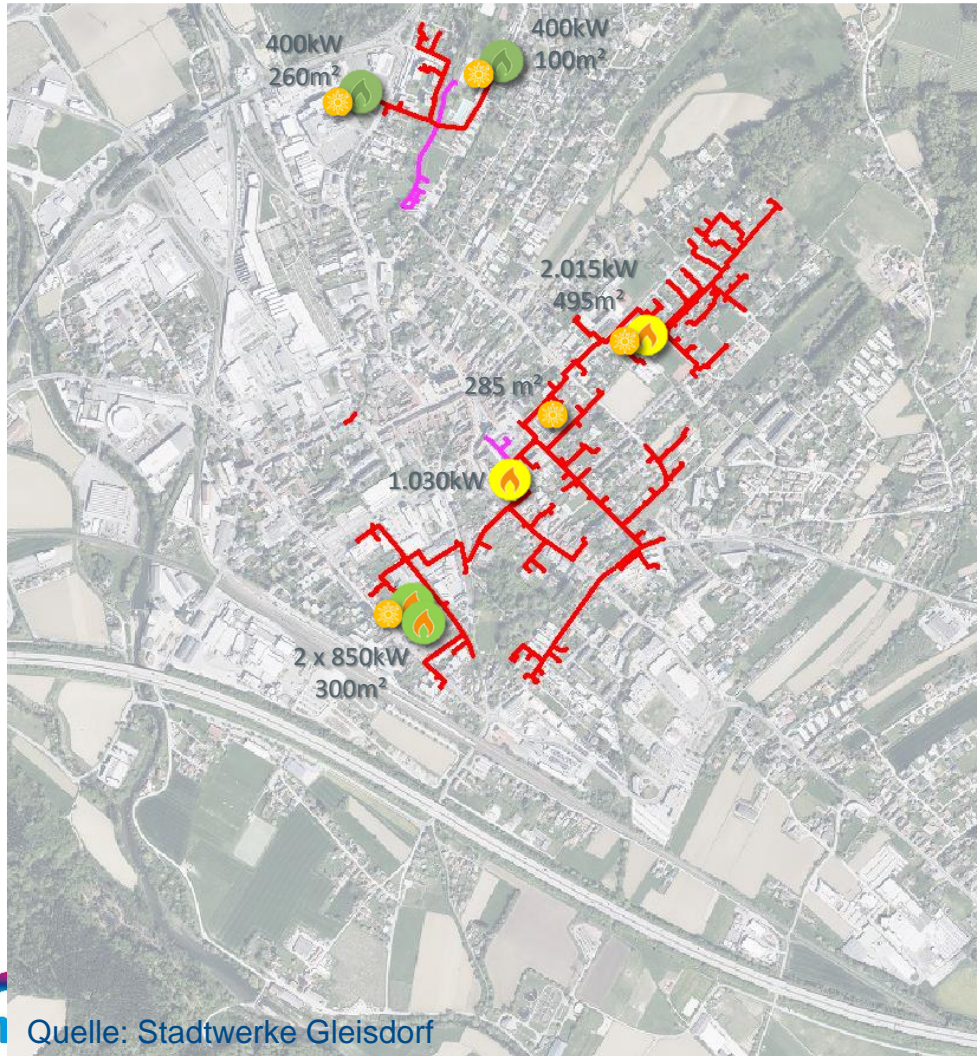
Quelle: Joanneum Research / LIFE

Roll-out Szenarien



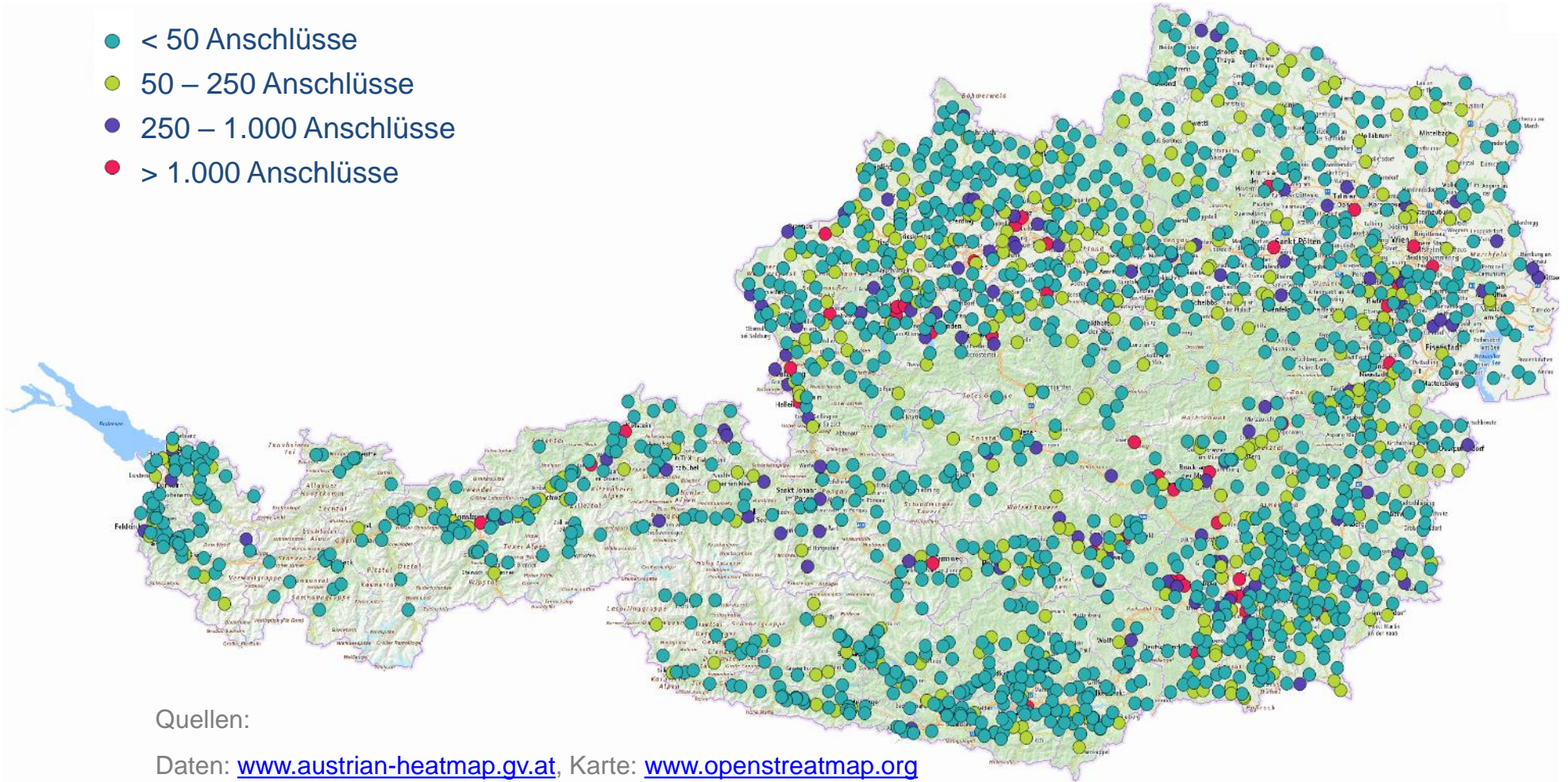
Quelle: TU Wien / EEG

Transformation als langfristiger Prozess



Ausrollung und Anwendbarkeit in Österreich

- < 50 Anschlüsse
- 50 – 250 Anschlüsse
- 250 – 1.000 Anschlüsse
- > 1.000 Anschlüsse



Quellen:

Daten: www.austrian-heatmap.gv.at, Karte: www.openstreetmap.org

- Projekte und Kooperationen
 - 4 neue themenrelevante Projekte in der Vorzeigeregion Energie
 - Machbarkeitsstudien zu Großsolarthermie
 - Sachbereichskonzepte Energie sowie Klimaschutzpläne
 - QM-Heizwerke, etc.

- Veranstaltungen
 - Jahresveranstaltung Vorzeigeregion Energie: 07.11.2022, Salzburg
<https://www.klimafonds.gv.at/event/jahresveranstaltung-vorzeigeregion-energie-2022/>
 - Nahwärmeausbau und räumliche Energieplanung: 23.11.2022, Webinar,
<https://www.aee-intec-events.at/webinare-qmheizwerke.html>



AEE INTEC

IDEA TO ACTION

ThermaFLEX demonstriert Lösungen zur Erhöhung der Flexibilität in Wärmenetzen

powered by  klimaenergiefonds



VORZEIGEREGION
ENERGIE



 **ThermaFLEX**

<https://thermaflex.greenenergylab.at/>

Kontakt:
Dipl.-Ing. (FH) Joachim Kelz
Tel: +43 3112 5886 236
Mail: j.kelz@aee.at
Web: www.aee-intec.at

Agenda Block III

11:00	Tools für die Simulation von Hybridnetzen (<i>Edmund Widl, AIT</i>)
11:15	Netzdienliche Nutzung von Bauteilaktivierung in Gebäuden durch vorausschauende Regelungen – Ergebnisse aus dem Projekt ÖKO-OPT-AKTIV (<i>Valentin Kaisermayer, BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH</i>)
11:30	Geschäftsmodelle für flexible Wärmenetze im hybriden Energiesystem , Ergebnisse aus dem Projekt Flexi-Sync (<i>Carolin Monsberger, AIT</i>)
11:45	<i>Fragen an die Vortragenden und gemeinsame Diskussion</i>
12:00	Ende des Workshops

Block III

- **Tools für die Simulation von Hybridnetzen** (*Edmund Widl, AIT*)

Tools für die Simulation von Hybridnetzen

Online-Workshop: Hybride Energienetze, Fernwärme im integrierten Energiesystem

20. Oktober, 2022

Edmund Widl, AIT Austrian Institute of Technology, Center for Energy, Wien, Österreich

Dennis Cronbach, IEE Fraunhofer, Kassel, Deutschland

Peter Sorknæs, Aalborg University, Department of Planning, Aalborg, Dänemark

Jaume Fitó, Univ. Grenoble Alpes, CEA, Le Bourget-du-Lac, Frankreich

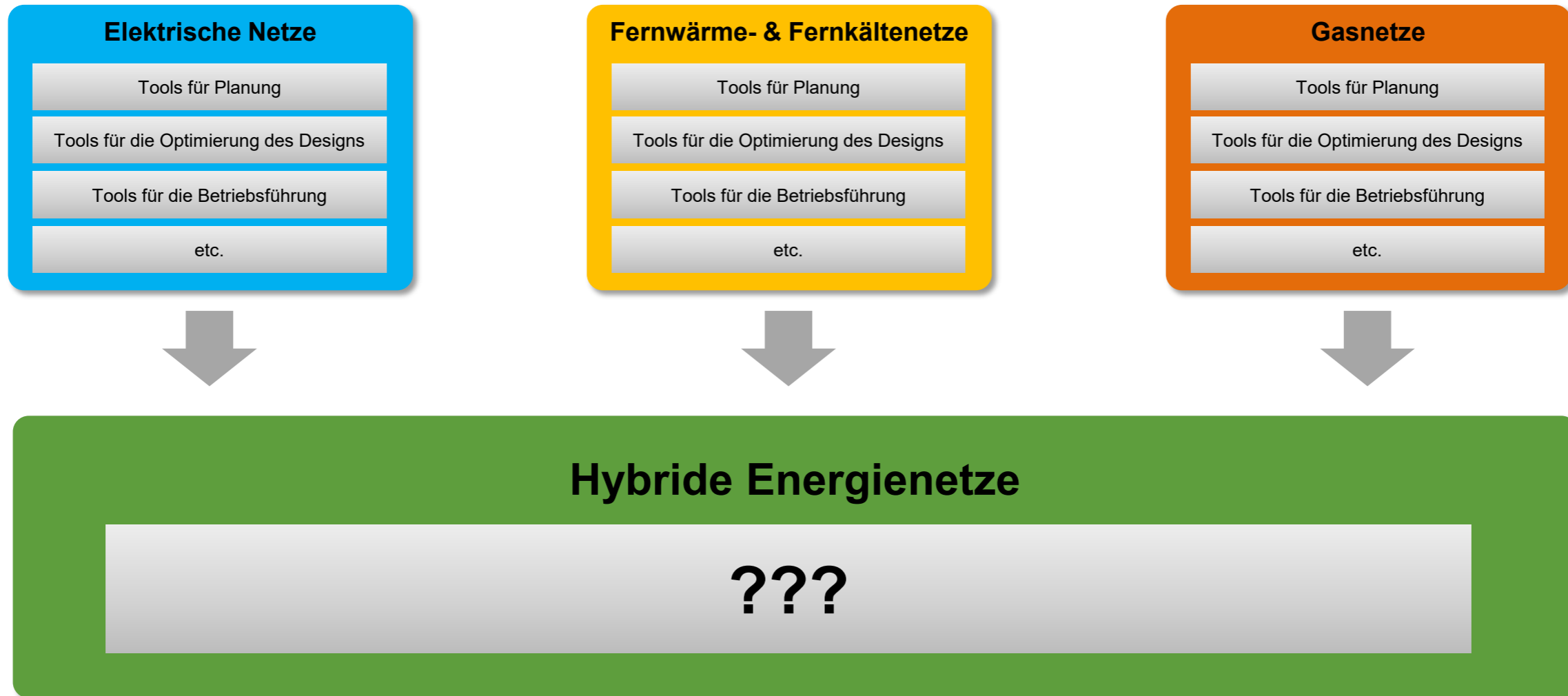
Daniel Muschick, BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH, Graz, Österreich

Maurizio Repetto, Politecnico di Torino, Department of Energy, Torino, Italien

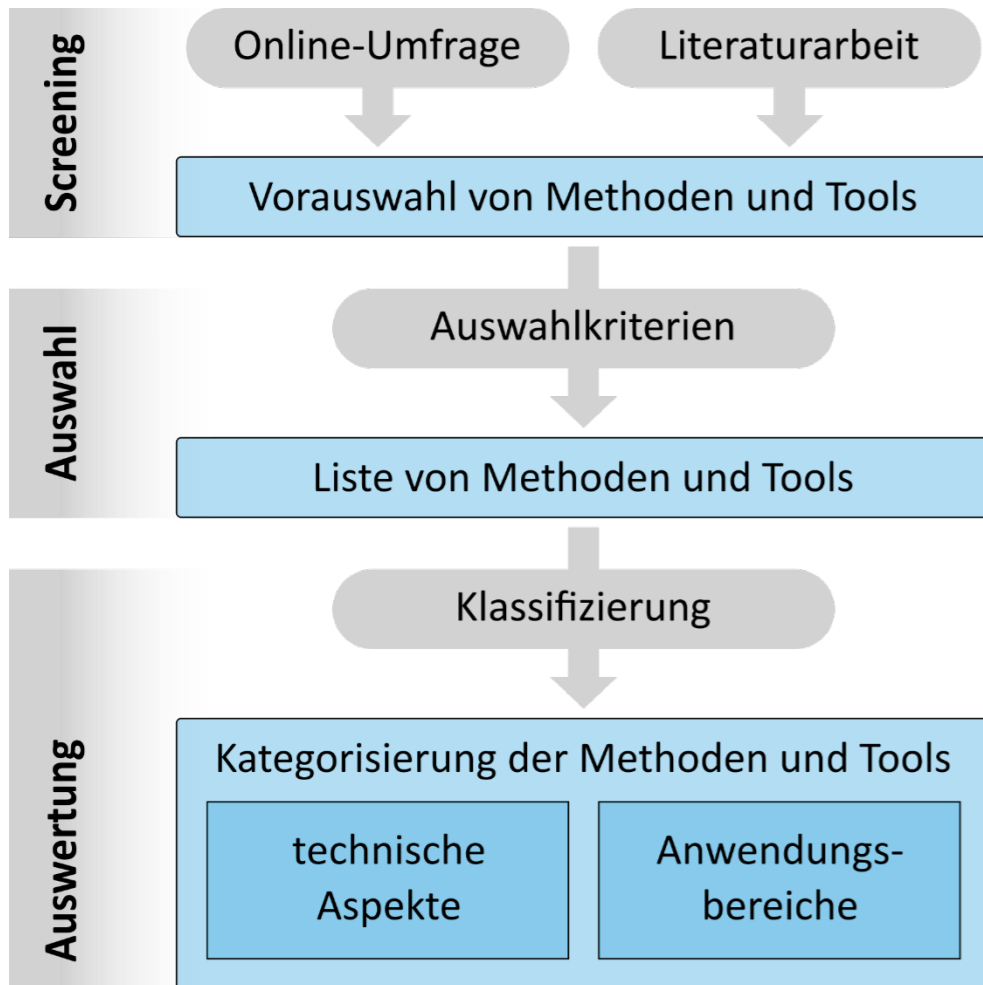
Julien Ramousse, CNRS – Université Savoie Mont Blanc, Chambéry, Frankreich

Anton Ianakiev, Nottingham Trent University, United Kingdom

Motivation



Auswahl der Tools



Auswahlkriterien für Tools und Methoden:

- **Fokus auf Energienetze**
 - mindestens zwei Arten von Energienetzen müssen berücksichtigt werden
 - Energienetze müssen zumindest auf der Ebene von Energiebilanzen betrachtet werden (implizites Netzmodell)
- **Verfügbarkeit**
 - eine Implementierung des Tools / der Methode muss öffentlich verfügbar sein
 - entweder kommerziell oder anderweitig (Open Source, Freeware, etc.)
- **Dokumentation**
 - eine Anwendung im Kontext von hybriden Energienetzen muss öffentlich dokumentiert sein
 - z.B. in Handbuch, Zeitschriftenartikel oder auf andere Weise

Ausgewählte Tools für Hybridnetze

	Modellierung	Simulation	Optimierung
COMANDO	✓		✓
Co-Simulation		✓	
EHDO	✓		✓
EnergyPLAN	✓	✓	
energyPRO	✓	✓	✓
ESSIM	✓	✓	
GasPowerModels.jl	✓		✓
Integrate	✓		✓
Modelica	✓	✓	
Pandaplan	✓	✓	
PLEXOS	✓		✓
PyPSA-Eur-Sec	✓		✓
rivus	✓		✓
SAInt	✓	✓	

Einsatzbereiche der Tools

	Charakterisierung / Zustandsbestimmung	Optimierung der Netzplanung	Betriebsoptimierung (technisch)	Betriebsoptimierung (ökonomisch)
COMANDO	✓		✓	
Co-Simulation	✓		✓	
EHDO		✓		
EnergyPLAN		✓		
energyPRO			✓	✓
ESSIM	✓	✓		
GasPowerModels.jl		✓	✓	✓
Integrate		✓		✓
Modelica	✓		✓	
Pandaplan	✓		✓	
PLEXOS		✓		✓
PyPSA-Eur-Sec		✓		✓
rivus		✓		
SAInt	✓	✓	✓	

Publikation der Ergebnisse

Sustainable Energy, Grids and Networks 32 (2022) 100913

Contents lists available at ScienceDirect

Sustainable Energy, Grids and Networks

journal homepage: www.elsevier.com/locate/segan

Expert survey and classification of tools for modeling and simulating hybrid energy networks

Edmund Widl^{a,*}, Dennis Cronbach^b, Peter Sorknæs^c, Jaume Fitó^d, Daniel Muschick^e, Maurizio Repetto^f, Julien Ramousse^g, Anton Ianakiev^h

^aAIT Austrian Institute of Technology, Center for Energy, Vienna, Austria
^bFraunhofer Institute for Energy Economics and Energy System Technology (EET), Kassel, Germany
^cAalborg University, Department of Planning, Aalborg, Denmark
^dUniv. Grenoble Alpes, CEA, LIRIS, Campus Ines, 73375, Le Bourget-du-Lac, France
^eBEST - Bioenergy and Sustainable Technology GmbH, Graz, Austria
^fPolitecnico di Torino, Department of Energy, Torino, Italy
^gLOCE UM63271, CNRS - Université Savoie Mont Blanc, Chambéry, France
^hNottingham Trent University, School of Architecture Design and the Built Environment, Nottingham, United Kingdom

ARTICLE INFO

Article history:
 Received 13 May 2022
 Received in revised form 25 July 2022
 Accepted 13 August 2022
 Available online 27 August 2022

KEYWORDS
 Hybrid energy networks
 Multi-energy systems
 Smart energy systems
 Sector coupling
 Modeling
 Simulation

ABSTRACT

Sector coupling is expected to play a key role in the decarbonization of the energy system by enabling the integration of decentralized renewable energy sources and unlocking hitherto unused synergies between generation, storage and consumption. Within this context, a transition towards hybrid energy networks (HENs), which couple power, heating/cooling and gas grids, is a necessary requirement to implement sector coupling on a large scale. However, this transition poses practical challenges, because the traditional domain-specific approaches struggle to cover all aspects of HENs. Methods and tools for conceptualization, system planning and design as well as system operation support exist for all involved domains, but their adaption or extension beyond the domain they were originally intended for is still a matter of research and development. Therefore, this work presents innovative tools for modeling and simulating HENs. A categorization of these tools is performed based on a clustering of their most relevant features. It is shown that this categorization has a strong correlation with the results of an independently carried out expert review of potential application areas. This good agreement is a strong indicator that the proposed classification categories can successfully capture and characterize the most important features of tools for HENs. Furthermore, it allows to provide a guideline for early adopters to understand which tools and methods best fit the requirements of their specific applications.

© 2022 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introduction

Sector coupling of power, heat and gas has been as an important enabler for a transition towards sustainable energy system [1]. However, even though technologies are well understood on the component level, effects on the system level are still subject of research. This is true for the integration of coupling point energy systems (MESs), and even more so for hybrid energy networks (HENs). From an energetic and a technical point of view, a MES is a means to cover the energy demand of a building, a district or a region. A MES is defined as a combination of physically separated energy conversion, storage and distribution units.

* Corresponding author.
 E-mail address: edmund.widl@ait.ac.at (E. Widl).

<https://doi.org/10.1016/j.segan.2022.100913>
 2352-4677/© 2022 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

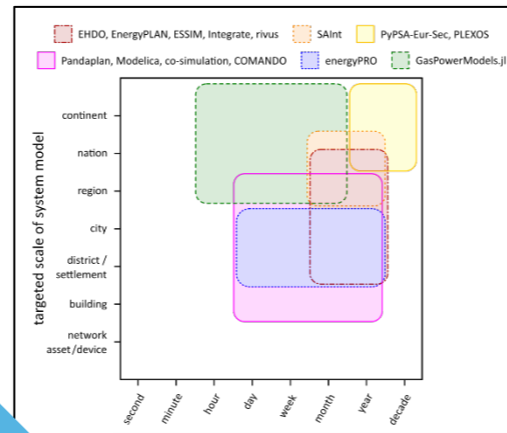


Table 2
Modeling approaches for energy networks applied by selected tools.

Tool	Power network model	Thermal network model
Pandaplan	quasi-static (power flow)	quasi-static (power flow)
Modelica ^a	electro-mechanical ^a	hydraulic transients ^a
co-simulation ^b	quasi-static ^b (power flow)	hydraulic transients ^b
COMANDO	quasi-static (power flow)	quasi-static (power flow)
energyPRO	energy balance	energy balance

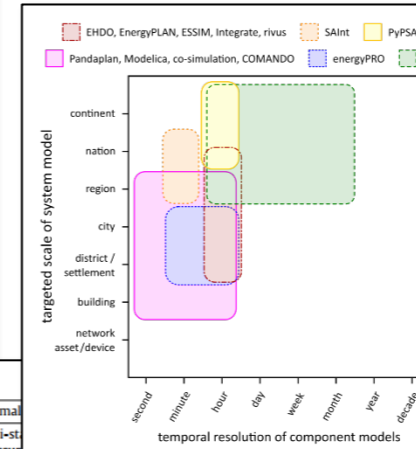
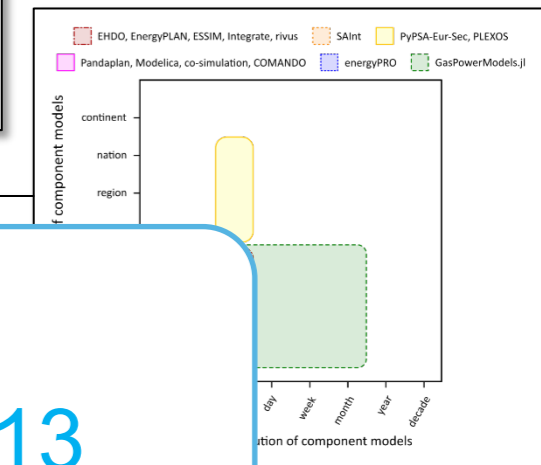


Table 3
Application classes of selected tools.

Tool	Technical	Economical	Environmental
Pandaplan	✓		
Modelica ^a	✓ ^a		
co-simulation ^b	✓ ^b		
COMANDO	✓		
energyPRO	✓	✓	✓
EHDO	✓	✓	✓
EnergyPLAN	✓	✓	✓
ESSIM	✓	✓	✓
Integrate	✓	✓	✓
rivus	✓	✓	✓
GasPowerModels.jl	✓	✓	✓
PyPSA-Eur-Sec	✓	✓	✓
PLEXOS	✓	✓	✓
SAInt	✓	✓	✓



Online verfügbar (Open Access):
<https://doi.org/10.1016/j.segan.2022.100913>

Tool	Power network model	Thermal network model
SAInt	quasi-static (power flow)	quasi-static (power flow)
PLEXOS		hydraulic transients ^a
SAInt		hydraulic transients ^b

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

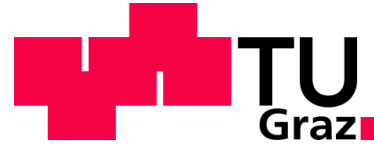
Dr. Edmund Widl

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

e-mail: edmund.widl@ait.ac.at

Block III

- **Netzdienliche Nutzung von Bauteilaktivierung in Gebäuden durch vorausschauende Regelungen** – Ergebnisse aus dem Projekt ÖKO-OPT-AKTIV (*Valentin Kaisermayer, BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH*)



Netzdienliche Nutzung von Bauteilaktivierung in Gebäuden durch vorausschauende Regelungen

Ergebnisse aus dem Projekt ÖKO-OPT-AKTIV

Valentin Kaisermayer, Daniel Muschick, Markus Gölles
online, 20. Oktober 2022



Bundesministerium Digitalisierung und Wirtschaftsstandort

Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie



Für die Stadt Wien



ÖKO-OPT-AKTIV

Projektvorstellung



■ Idee

- Lösungen für optimiertes Regelungs- und Betriebsverhalten thermisch aktivierter Gebäude zukünftiger Stadtquartiere
- Basierend auf dem Stadtquartier „Reininghaus“ in Graz

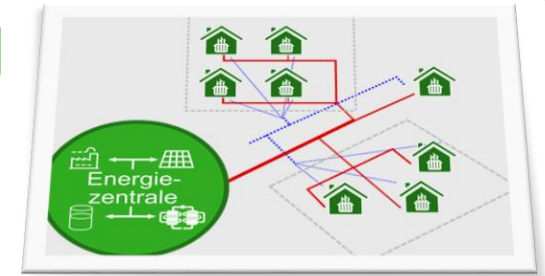
■ Ergebnis

- Demand Side Management (DSM) auf Quartiersebene (Quartier als Nahwärme/kälte Netz)
- Analyse anhand von Simulationsstudien

Moser, A. G. C., Kaisermayer, V., Muschick, D., et al. (2022). Automatic thermal model identification and distributed optimization for load shifting in city quarters. in *Conference Proceedings - 2nd International Sustainable Energy Conference* (S. 295-296) <https://doi.org/10.32638/isec2022>

ÖKO-OPT-AKTIV

Stufen zur optimalen Energieversorgung



Übergeordnete Regelung
koordiniert Verbrauch
mit der Energiezentrale

Energiezentrale optimiert Wärme- und Kälteerzeugung
unter Berücksichtigung von Ertrag aus Erneuerbaren

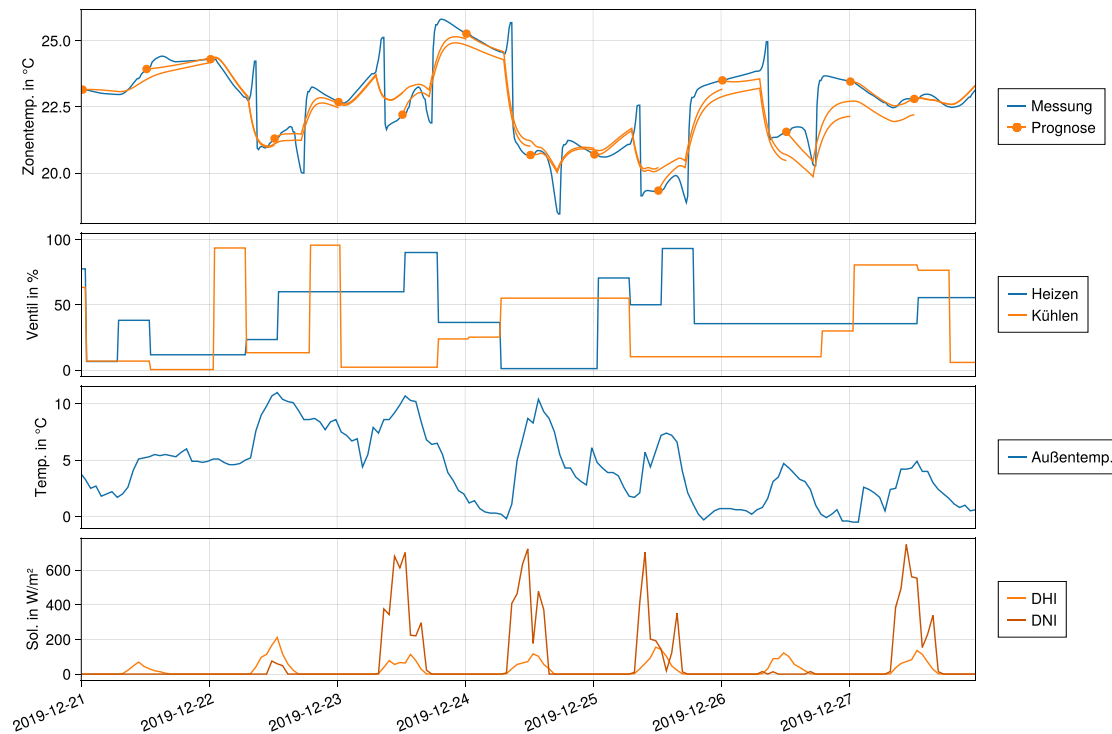
● **Zonenregler** stellen Komfort sicher
und verschieben Lasten

Modellprädiktiver Ansatz \Rightarrow Jede
der drei Stufen muss
vorausschauend agieren können

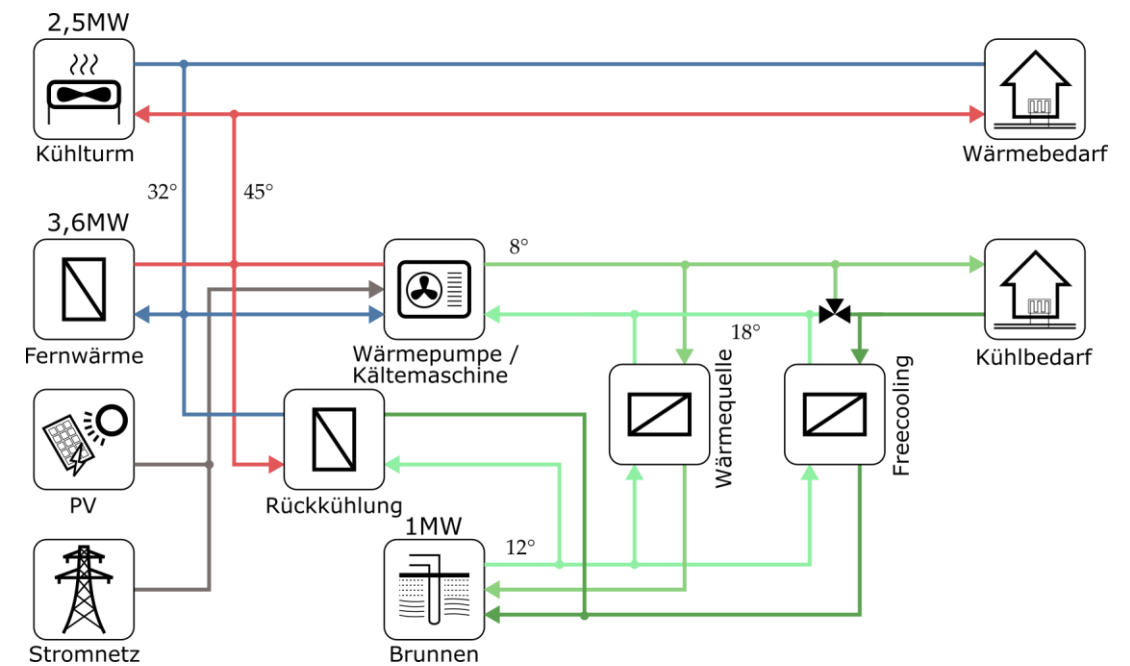


ÖKO-OPT-AKTIV Modelle

Th. Zonen (Bedarf)



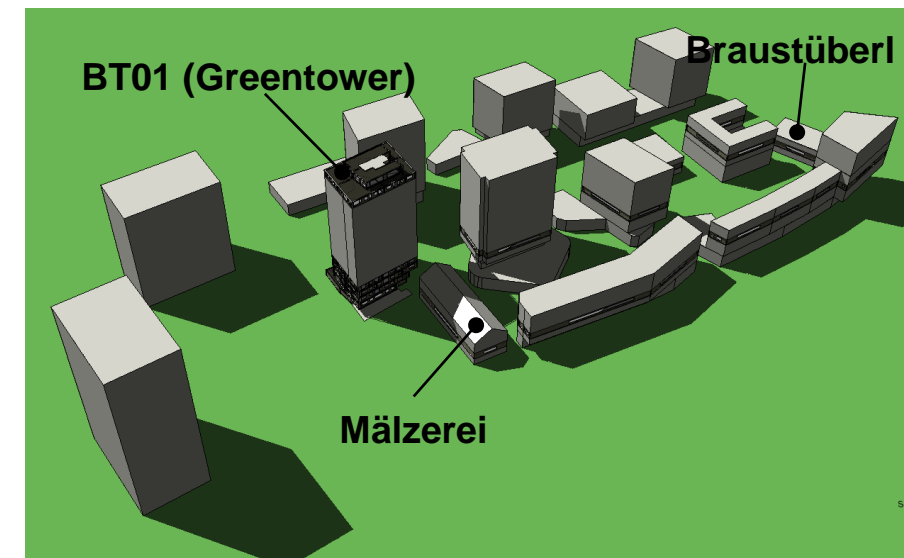
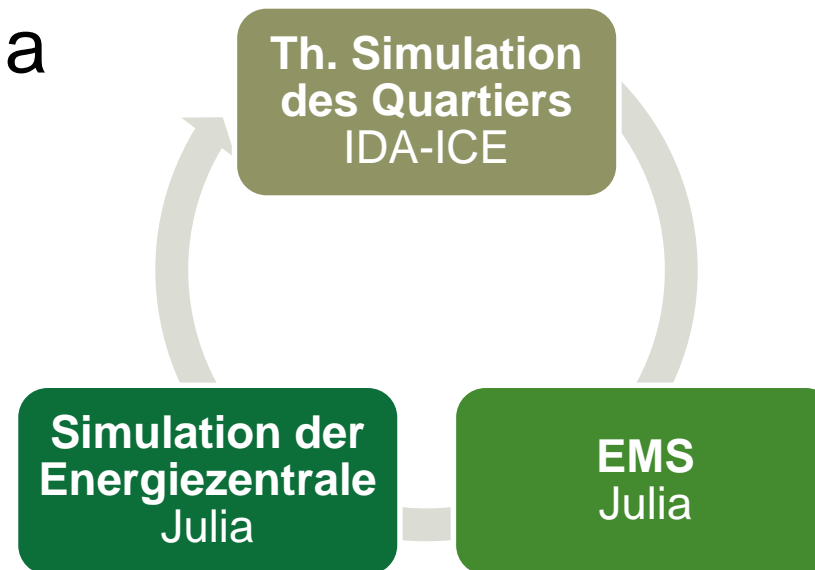
Energiezentrale





ÖKO-OPT-AKTIV Simulationsstudie

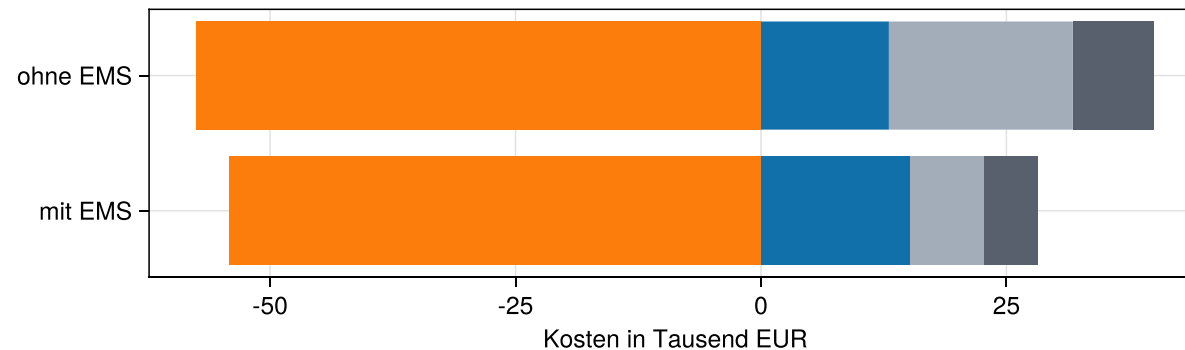
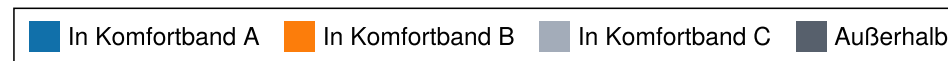
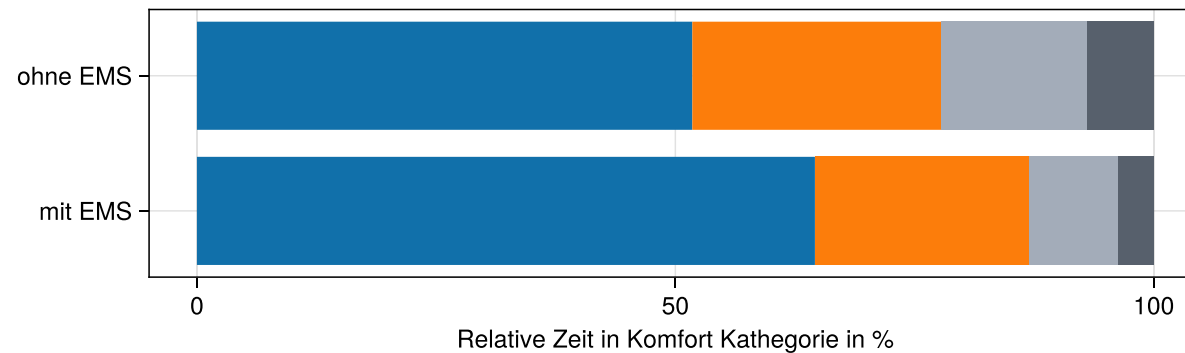
- Co-Simulation mit IDA-ICE
 - Geplantes Quartier 1 der Reininghausgründe (10 Gebäude)
- EMS in Julia





ÖKO-OPT-AKTIV

Ergebnisse - Komforterhöhung und Verringerung der Betriebskosten



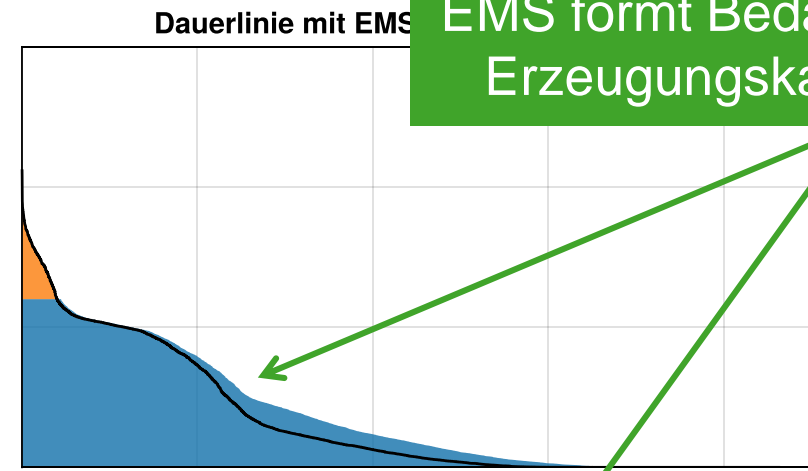
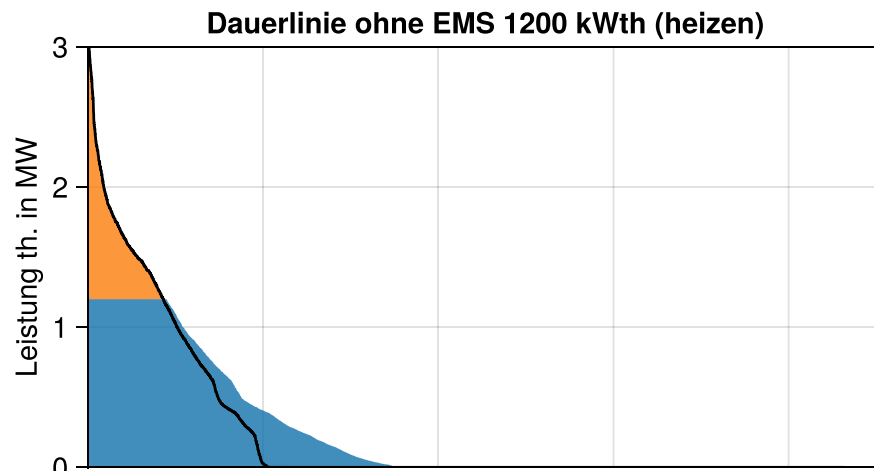
EMS erhöht Komfort (nach ISO7730)

EMS verringert Kosten durch geringeren Fernwärmeanteil und höheren Eigenverbrauch an PV-Strom

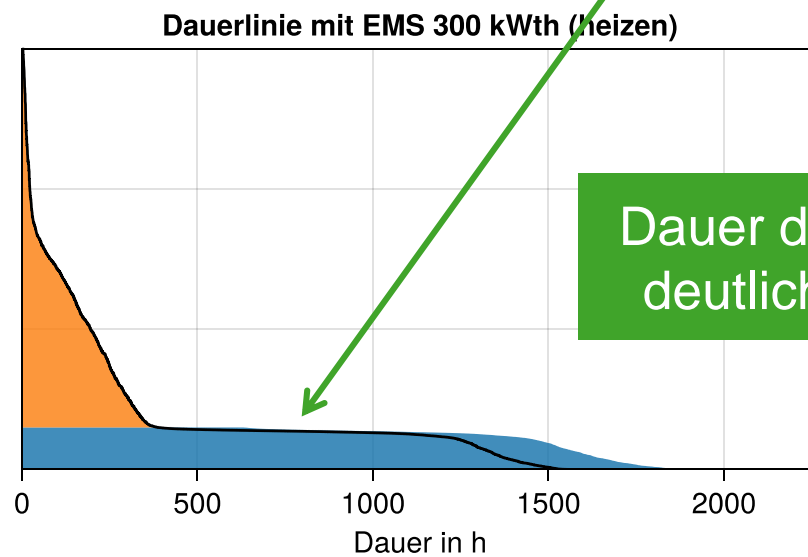
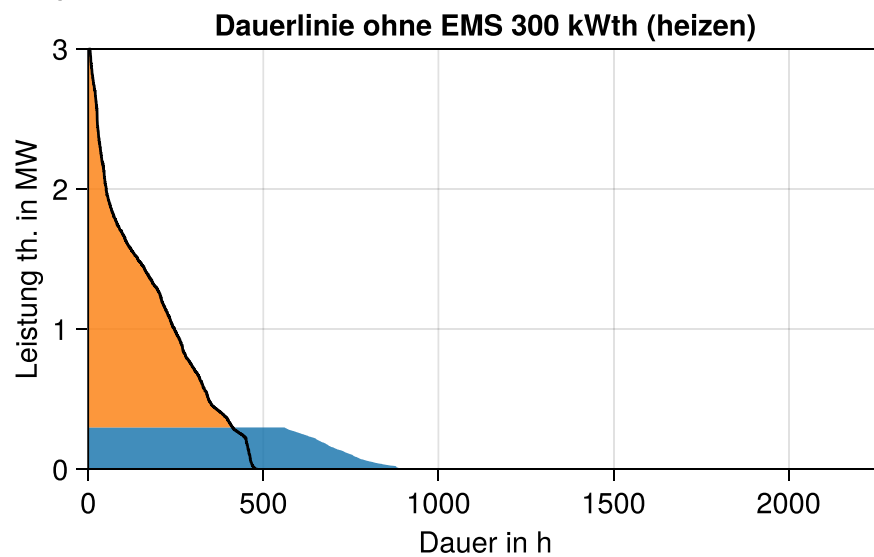


ÖKO-OPT-AKTIV

Ergebnisse - Lastverschiebepotential



EMS formt Bedarf und passt ihn an Erzeugungskapazität an (DSM)



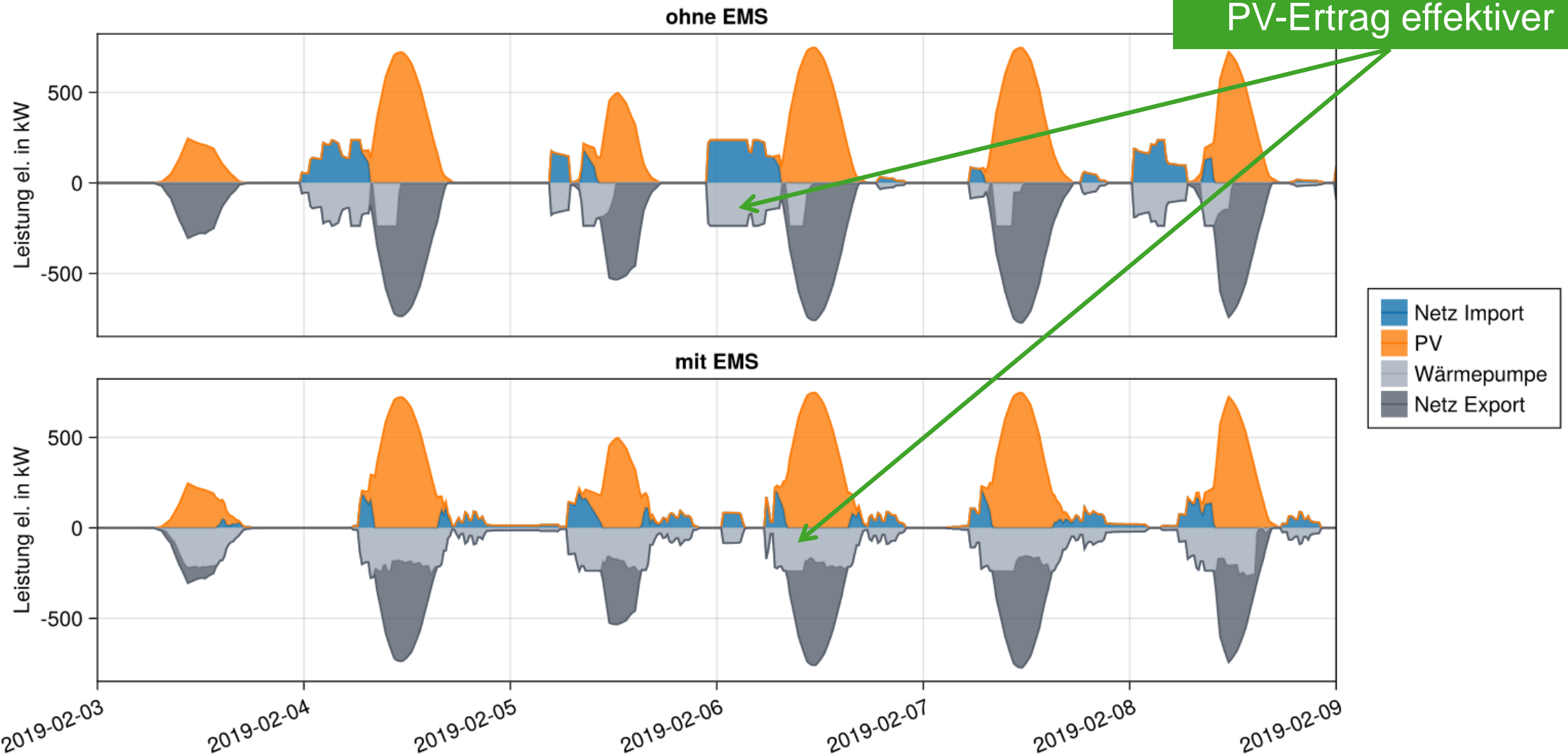
Dauer der Spitzenlast kann deutlich reduziert werden



ÖKO-OPT-AKTIV

Ergebnisse - Eigenverbrauchsoptimierung

EMS nutzt
PV-Ertrag effektiver





ÖKO-OPT-AKTIV

Ausblick

- Verbesserung der **Robustheit** und **Skalierbarkeit**
- Realimplementierung im Projekt **UserGRIDs** am Campus Inffeldgasse der TU Graz
- Anwendung für Wärmenetze im Projekt **BioControl4Power** in Melk und Reidling

Netzdienliche Nutzung von Bauteilaktivierung in Gebäuden durch vorausschauende Regelungen

Ergebnisse aus dem Projekt ÖKO-OPT-AKTIV

Dipl.-Ing. Valentin Kaisermayer

valentin.kaisermayer@best-research.eu

Dipl.-Ing. Dr. Daniel Muschick

daniel.muschick@best-research.eu

Dipl.-Ing. Dr. Markus Gölles

markus.goelles@best-research.eu

Block III

- **Geschäftsmodelle für flexible Wärmenetze im hybriden Energiesystem**, Ergebnisse aus dem Projekt Flexi-Sync (*Carolin Monsberger, AIT*)



Flexi-Sync

Flexible energy system integration
using concept development,
demonstration and replication



Smart
Energy
Systems
ERA-Net

Geschäftsmodelle für flexible Wärmenetze im hybriden Energiesystem

IEA DHC Annex TS3 Abschlussworkshop: Ergebnisse aus dem Projekt Flexi-Sync
Carolin Monsberger (AIT)

This initiative has received funding from the
European Union's Horizon 2020 research and
innovation programme under grant agreement
no. 775970 (RegSys).





Warum Flexi-Sync?

- Flexibilität in Fernwärmenetzen ist erforderlich, um
 1. Hoher Anteil an erneuerbarer Erzeugung zu gewährleisten
 2. Sektorkopplung zu ermöglichen: Stabilisierung des Stromnetzes
 3. Effizienz in FW-Netzen zu erhöhen (geringere Redundanz erforderlich)
- Gebäude können einen wichtige Flexibilitätsbeitrag leisten
- Bedarf an neuen Geschäftsmodellen für Versorger/Aggregatoren



Flexi-Sync Projekt im Überblick

- Projektdauer: August 2019- Oktober 2022
- Gesamt-Budget: 4.5 M€
- Internationale Konsortium: 14 Partner aus AT, SE, ES, DE
 - Projektleitung: SE: IVL
 - Projektleitung AT: AIT Austrian Institute of Technology
- 6 Demosites in Europa
 - Maria Laach am Jauerling (AT)
 - Berlin (DE)
 - Mallorca (ES)
 - Boras, Eskilstuna, Mölndal (SE)
- <https://www.ivl.se/projektwebbar/flexi-sync.html>

Flexi-Sync Projekt im Überblick: Demo Maria Laach am Jauerling

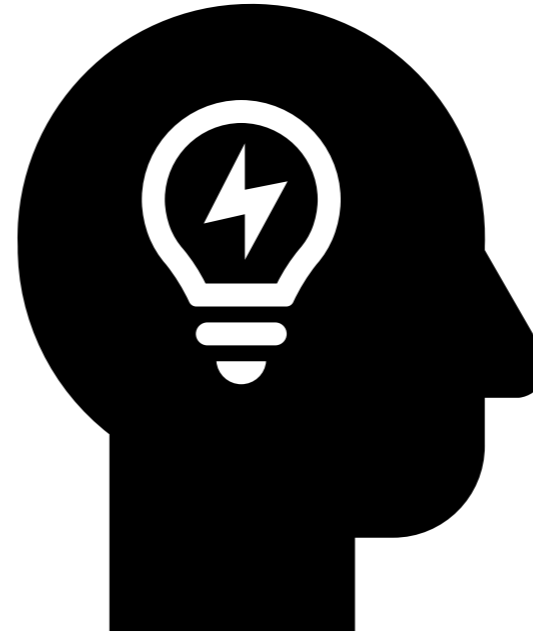


- Produktion und Netz
 - 2 Biomasse-Kessel (insg. 1.2 MW)
 - 8 m³ Puffer-Speicher, 1.5 km Wärmenetz
 - **Option:** Integration einer Biogas-KWK-Anlage
- Wärmekund:innen:
 - 30 Gebäude: Restaurants, Hotel, Schule, öffentl. Gebäude, Wohnblöcke, andere Kund:innen (EFH, etc.)
 - Puffer-Speicher als gemeinsamer Speicher des Netzes
 - Wärmebedarf ca. 1650 MWh/a



Methodik für Geschäftsmodellentwicklung

1. Analyse regulatorischer Rahmen
2. Profitabilitätsanalyse (anhand eines Optimierungstools)
3. Geschäftsmodellentwicklung anhand des Business Model Canvas





Entwurf zur RED III: Kaskadierung

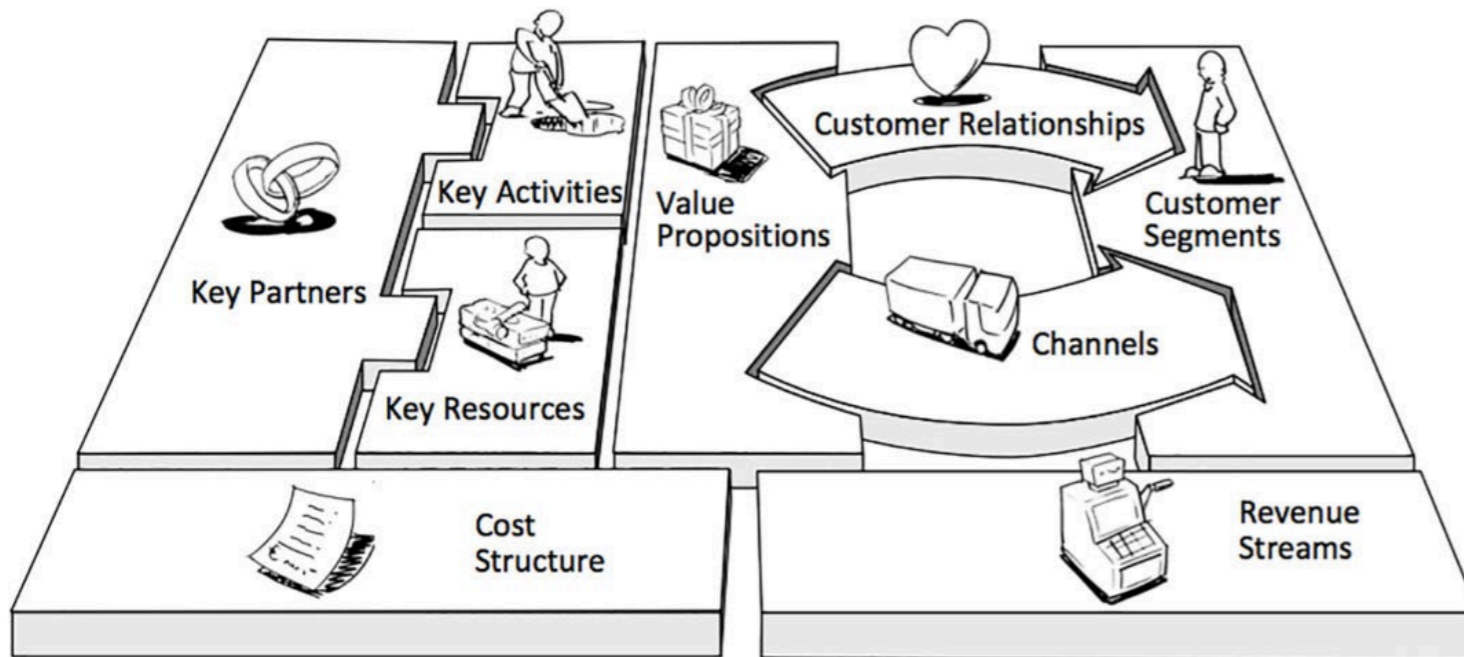
- Die EU plant **Nachhaltigkeitskriterien** für Bioenergie
- **Rohstoffmarktverzerrungen** bzw. Schädigung der Biodiversität durch Bioenergie sollen verhindert werden
- Ab 2026 soll reine Stromerzeugung aus Biomasse **nicht mehr gefördert** werden (Art. 3)
- **Treibhausgasminimierungen** auch für Biomasseanlagen (Art. 29)
- Einführung des **Kaskadenprinzips** (Art. 3)



Quelle: Uabio



Methodik des Business Model Canvas



- *“A business model is a description of how a company generates or intends to generate profits”*



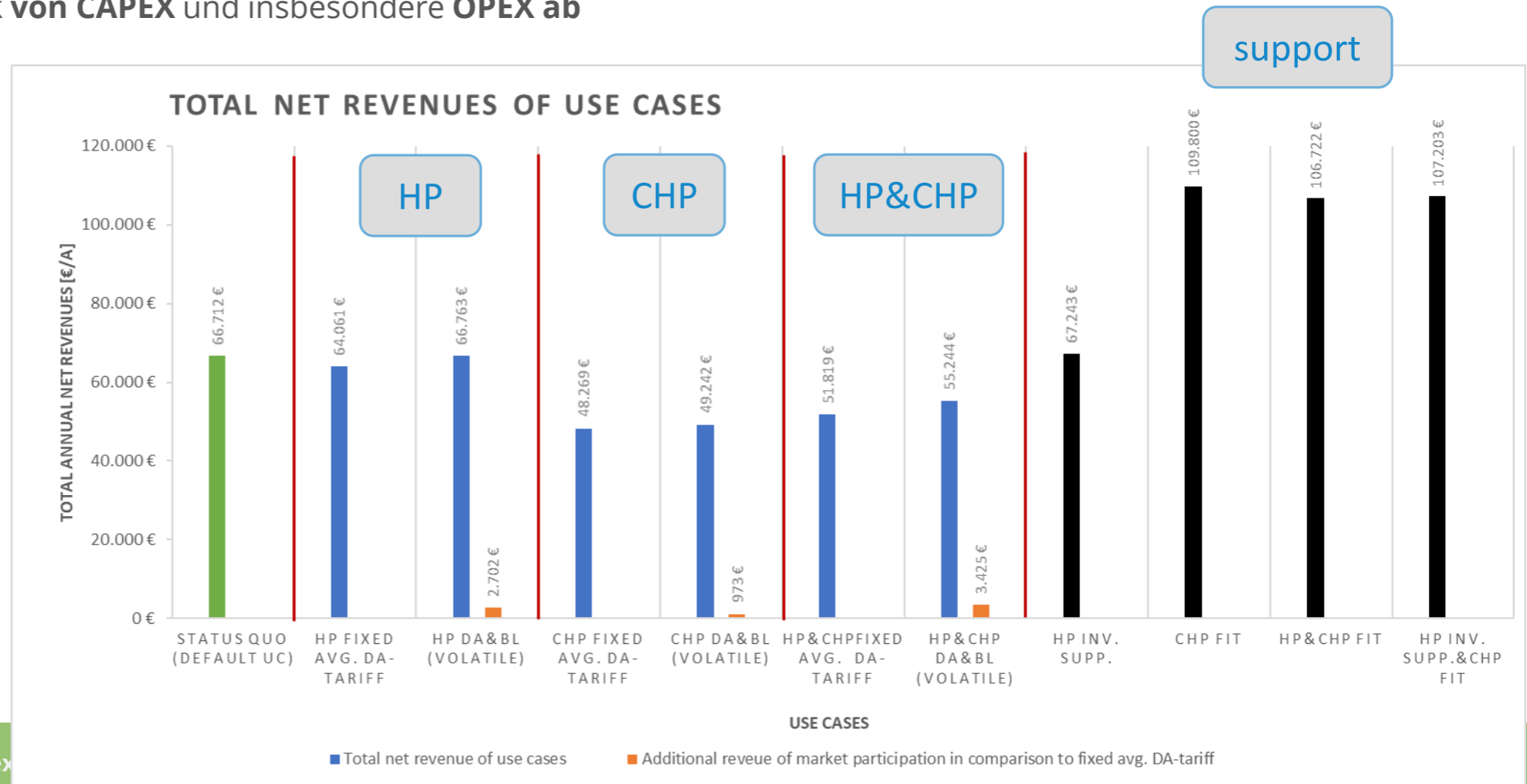
Adapted from 'Business Model Generation', Alexander Osterwalder, Wiley 2012.
www.businessmodelgeneration.com
Licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported License.

<https://merlin-ict.eu/what-is-a-business-model-canvas/>



Profitabilitätsanalyse

- **Profitabilität** für Wärmepumpen und KWK-Anlagen mit Förderungen **gegeben**
- **Marktteilnahme erhöht die Rentabilität:** Der neue Fördermechanismus der Marktprämien ermöglicht die Marktteilnahme bei gleichzeitiger Förderung
- Die Rentabilität **hängt stark von CAPEX** und insbesondere **OPEX ab**





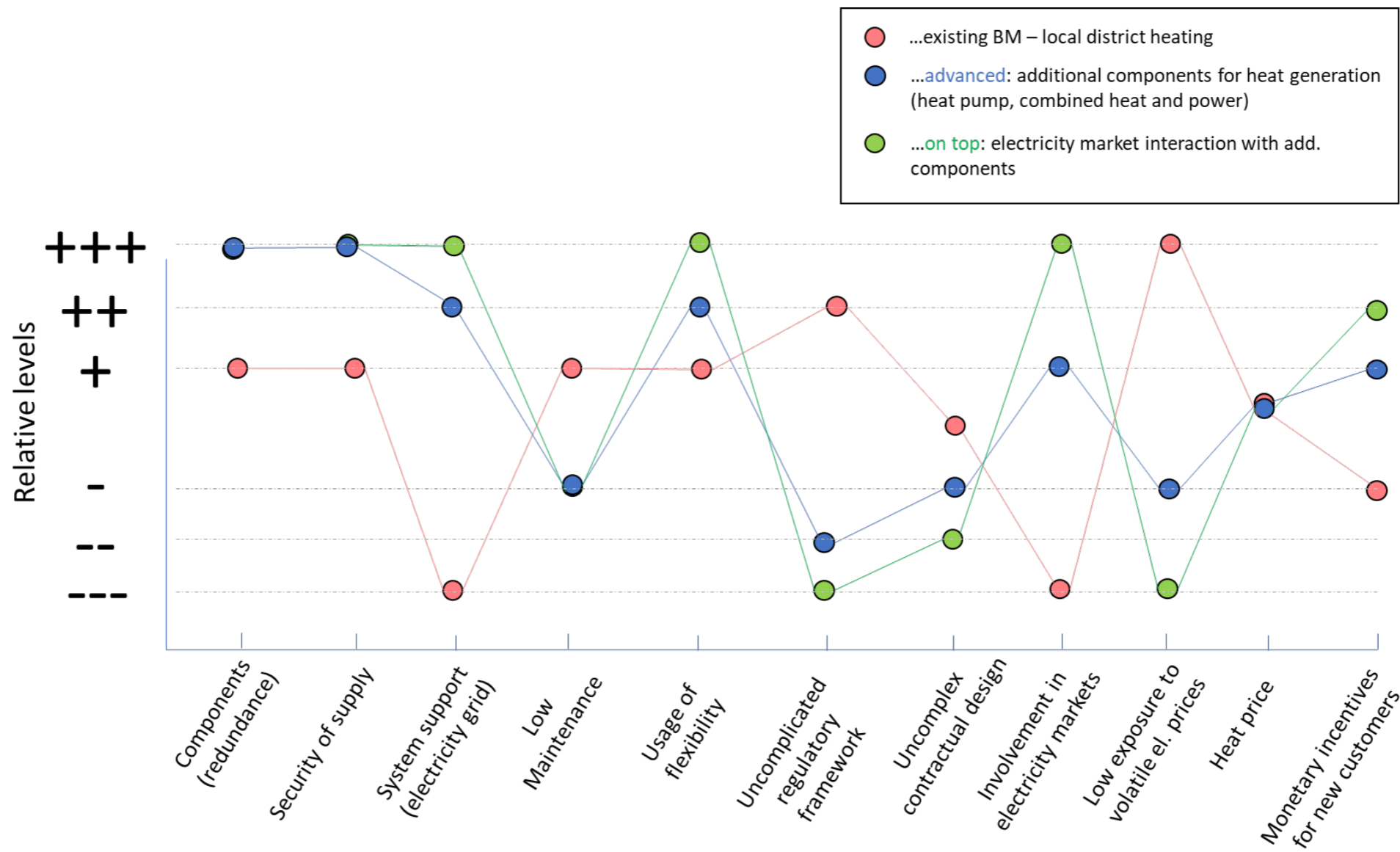
Geschäftsmodell-Innovation

Key Partners	Key Activities	Value Propositions	Customer Relationships	Customer Segments
LK, Waldverbände, Biomasseverbände, Revisionsverbände, Maschinenring, Landwirt:innen, Holzbesitzer:innen, Planer:innen/Installateur:innen, weitere Genossenschaften, Neu: Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVUs) Neu: Strombörsen oder Aggregatoren	Contracting (Anlagen- und Energieeinspar), Bau der Anlagen, Support & Wartung, Reparaturen, lokale Brennstoffbeschaffung, Accounting & Rechnungslegung, Knowledge-Transfer, Neu: Stromverkauf an EVUs Neu: Verkauf an Strommärkten Key Resources Brennstoff (Biomasse), Know-How, Infrastruktur (Wärmeerzeugungsanlagen, Netz...), Neu: Strom, Flexibilitäts-Infrastruktur	Lokale Wärmebereitstellung, technische Lösungen/ Dienstleistungen, Know-How-Transfer zwischen Anlagen, guter Preis für Biomasse, Workshops für Anwender:innen (Planer:innen, Installateur:innen,...), Neu: KWK/WP: Sichere Wärmeversorgung (Redundanz), erneuerbare lokale Stromversorgung, attraktivere Preise durch Bereitstellung von Flexibilität	Lokale, erneuerbare Extert:innen für Wärmebereitstellung mit Fokus auf Einbindung lokaler Wertschöpfung Channels Wärmelieferverträge, Infoveranstaltungen, Mundpropaganda, Website, andere Genossenschaften, Hackgutlieferverträge, Neu: Flexibilitäts-Verträge	Kund:innen aus dem privaten Wohnbereich, Wohnbau-genossenschaften und andere Bauträger, öffentliche Stellen, Unternehmen, Kirche, Neu: EVUs Neu: Käufer:innen an den Strommärkten
Cost Structure		Revenue Streams		
Brennstoffkosten (Biomasse), Infrastruktur Neu: Stromkosten (WP), erweiterte Infrastrukturkosten (auch für Flexibilität), Kostenreduzierung durch KWK möglich (Abfederung von Schwachlastzeiten), Neu: Marktteilnahmekosten, Kosten für Preisoptimierung		Laufend: Wärmekosten oder Contracting-Rate (CR) Einmalig: Anschlusskosten (wenn keine CR), Genossenschaftsbeitritt, Neu: Zusätzliche Einnahmen durch den Verkauf von Strom möglich (KWK), neue Einnahmestrukturen (neue Verträge) durch Flexibilitätsbereitstellung von Gebäuden Neu: volatile Einnahmen durch die direkte Teilnahme am Strommarkt		





Value Curve der entwickelten Geschäftsmodelle





Flexi-Sync

Flexible energy system integration
using concept development,
demonstration and replication



Smart
Energy
Systems
ERA-Net

Danke!

Carolin Monsberger

AIT Austrian Institute of Technology

carolin.monsberger@ait.ac.at

This initiative has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement no. 775970 (RegSys).





Disclaimer

The content and views expressed in this material are those of the authors and do not necessarily reflect the views or opinion of the ERA-Net SES initiative. Any reference given does not necessarily imply the endorsement by ERA-Net SES.

About ERA-Net Smart Energy Systems | www.eranet-smartenergysystems.eu

ERA-Net Smart Energy Systems (ERA-Net SES) is a transnational joint programming platform of 30 national and regional funding partners for initiating co-creation and promoting energy system innovation. The network of owners and managers of national and regional public funding programs along the innovation chain provides a sustainable and service oriented joint programming platform to finance projects in thematic areas like Smart Power Grids, Regional and Local Energy Systems, Heating and Cooling Networks, Digital Energy and Smart Services, etc.

Co-creating with partners that help to understand the needs of relevant stakeholders, we team up with intermediaries to provide an innovation eco-system supporting consortia for research, innovation, technical development, piloting and demonstration activities. These co-operations pave the way towards implementation in real-life environments and market introduction.

Beyond that, ERA-Net SES provides a Knowledge Community, involving key demo projects and experts from all over Europe, to facilitate learning between projects and programs from the local level up to the European level.

Funding Partners



Smart
Energy
Systems
ERA-Net



This initiative has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreements no. 646039 and no. 775970.



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie



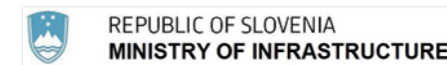
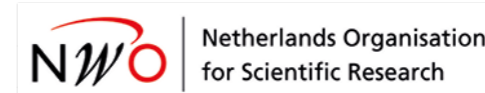
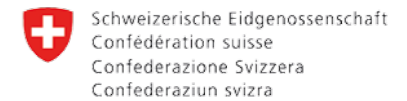
FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I
ENERGETSKU UČINKOVITOST



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

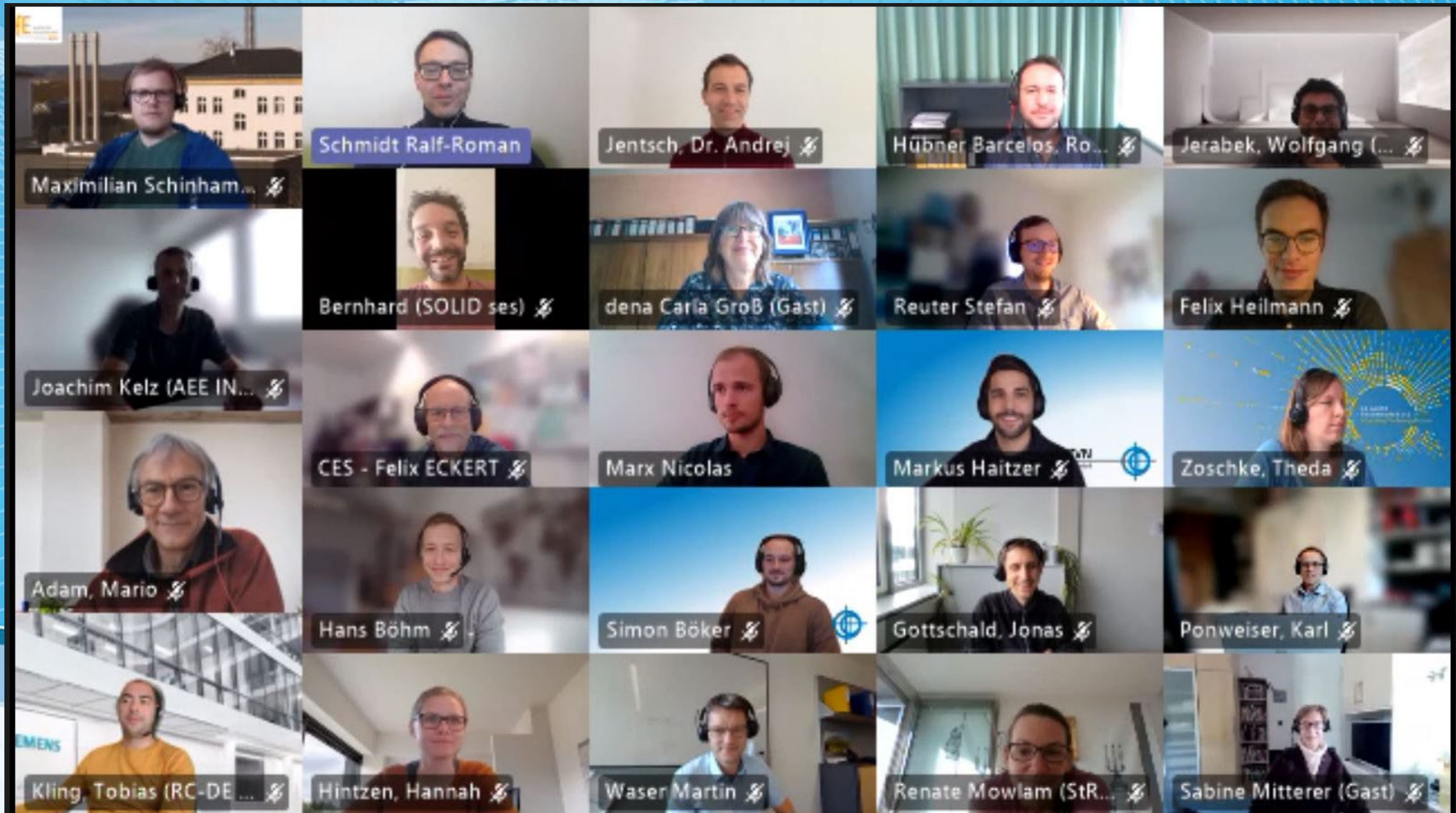


MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA



Danke für die Aufmerksamkeit!

- Die Folien und ein Link zu der Aufzeichnung werden verfügbar sein auf <https://www.iea-dhc.org/the-research/annexes/2017-2021-annex-ts3>
- Kontakt: Ralf-Roman Schmidt (AIT); ralf-roman.schmidt@ait.ac.at



INTERNATIONAL ENERGY AGENCY TECHNOLOGY COLLABORATION PROGRAMME ON
DISTRICT HEATING AND COOLING