

Konzept “Energieraumplanung 2.0”

Bewertung von Heiz- und Kältetechnologien anhand ökonomischer, regulatorischer, ökologischer und sozialer Faktoren

IEWT 2025

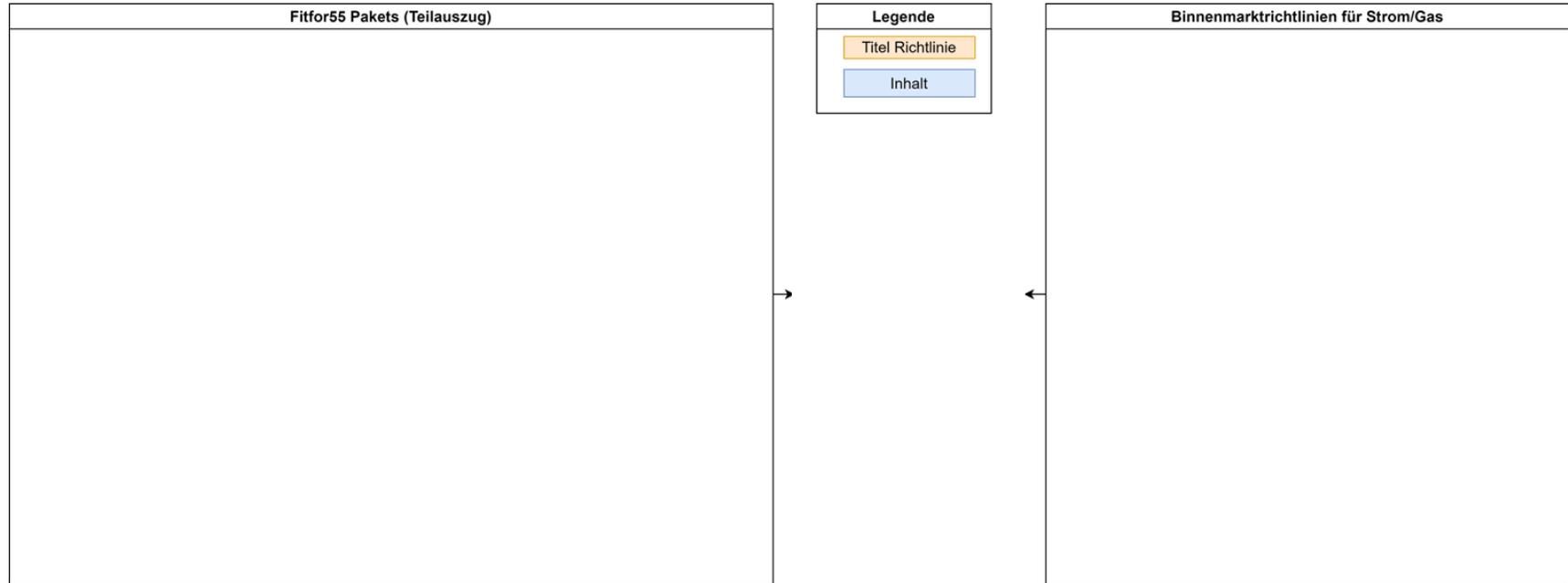
27. Februar 2025, Campus Gußhaus (TU Wien), 1040 Wien

Bernhard MAYR, Ralf-Roman SCHMIDT, Stefan GEIER, Samuel SALZMANN, Marie-Theres HOLZLEITNER-SENCK, Gabriela JAUSCHNIK, Michael DENK

Die vorliegende Arbeit ist Teil des Projekts CleanHeatSelector und wird im Rahmen des Förderprogramms „Energie.Frei.Raum – 3. Ausschreibung“ vom BMK gefördert.

- Projektübersicht
- Motivation & Rahmenbedingungen
- Entscheidungsrahmen
- Fallbeispiel
- Zusammenfassung und zukünftige Arbeiten

Wärme- und Kältepläne sollten harmonisiert mit INIP & Erdgasnetz-Stillegungsplanung sein, sowie bestenfalls den Zielen der EPBD, RED III & EED III entsprechen



1) M.Hummel (2024), „The future of local heating and cooling planning in the EU“, SES-Konferenzbeitrag

AKTUELLE SITUATION IN DER WÄRMEPLANUNG

- (Verbindliche) Ziele auf EU-Ebene, jedoch (schwach) ausgeprägte regulatorische Rahmenbedingungen und Instrumente zur Umsetzung der Wärmewende
- Unzureichende Berücksichtigung von Synergien und Wechselwirkungen mit anderen systemischen Aspekten
- Soziale, ökologische, regulatorische Aspekte finden neben den technischen Aspekten derzeit wenig Beachtung
- **Systematische und strategische Planung** notwendig für Integration **erneuerbarer und effizienter Heiz- und Kühlsysteme.**





Ziel

Entwicklung eines **Entscheidungsrahmens** für die Auswahl von Gebieten zur **Implementierung nachhaltiger Heiz- (und Kühl-)Technologien** unter Verwendung **ökonomischer, regulatorischer und ökologisch-sozialer Kriterien**.



Details

Dauer: 01/24 – 06/25

Budget: ca. 250.000 €

Forschungsförderung: FFG - Energie.Frei.Raum 3. AS/BMK

Projekttyp: Sondierung

Konsortium:



Methode

Analyse des nationalen und internationalen Rechtsrahmens

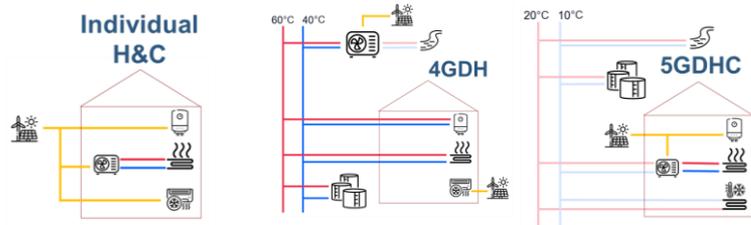
Analyse von Energie- & Raumplanungs-instrumenten

Wärmetechnologie vs. Energieraumtyp-Matrix mit techno-ökonomischer & sozial-ökologischer Bewertung

Stakeholder-austausch und regulatorische Handlungsempfehlungen

Heizungstechnologien:

Relevante Heiz- (und Kühl-) Technologien basierend auf erneuerbaren Energieträgern in österreichischen Wohngebäuden/Haushalten



Wärme- Techno- -logie Energie- Raumtyp	Individuelle Luft/Wasser- Wärmepumpe	Niedertemperatur Wärmenetz	...
			...
			...
			...
...

12 Energieraumtypen

mit jeweiligen Subtypen basierend auf :

- Eigenschaften des Gebäudeensembles (Baualter und Typ)
- Bauliche Dichte
- Nutzungsart
- Bestehende Infrastruktur (Gas, Wärme)

Bewertet nach:

- Potenzial für erneuerbare Energien
- Erschließungsaufwand für ein Wärmenetz
- Kühlung notwendig (jetzt & zukünftig)

EFH = Einfamilienhaus, ZFH = Zweifamilienhaus

Wärme- Techno- -logie Energie- Raumtyp	Individuelle Luft/Wasser- Wärmepumpe	Niedertemperatur Wärmenetz	...
EFH- und ZFH- Gebiet (locker bebaut)			...
Dichtes EFH- und ZFH-Gebiet bis verdichteter Flachbau			...
Geschosswohn- baugebiet (mittlere Dichte)			...
...

Bewertungsindikatoren:

- **Wirtschaftlich:** Klassische wirtschaftliche Indikatoren
- **Regulatorisch:** Barrieren und Beschleuniger im regulatorischen Rahmen
- **Ökologisch:** Abgeleitet aus klassischen LCA-Indikatoren
- **Sozial:** 21 Parameter aus 7 Dimensionen

EFH = Einfamilienhaus, ZFH = Zweifamilienhaus

Wärme-Techno-logie / Energie-Raumtyp	Individuelle Luft/Wasser-Wärmepumpe	Niedertemperatur Wärmenetz	...
EFH- und ZFH-Gebiet (locker bebaut)	economic → regulator → ecologic → social →	economic ↗ regulatory ↗ ecologic ↗ social →	...
Dichtes EFH- und ZFH-Gebiet bis verdichteter Flachbau	economic → regulator → ecologic ↗	economic ↗ regulatory ↗	...
Geschosswohnbaugebiet (mittlere Dichte)	economic ↗ ecologic ↗ social →	ecologic ↗ social →	...
...

Exemplarische Darstellung eines vollständig bewerteten Entscheidungsrahmens

Bewertung Indikator

- positiv
- Mittel-positiv
- neutral
- Mittel-negativ
- negativ

Bewertung der zukünftigen Entwicklung

- Kleines Risiko, positive Entwicklung ↗
- Mittleres Risiko, stabile Entwicklung →
- Hohes Risiko, negative Entwicklung ↘

Als erste Fallstudie wurde ein Gebiet in Wien ausgewählt, welches derzeit hauptsächlich mit Gas versorgt wird. Es sollten verschiedene Versorgungslösungen evaluiert werden.

Ausgewählte Gebäude



Keyfacts

1. Individuelle Lösung:

- Wärme: L/W-WP pro Gebäude
- Kälte: L/W-WP pro Gebäude

2. Lokales Wärmenetz (VL: 70 °C):

- Wärme: PV, ST, BHX + S/W-WP, P2H, Luft-WT
- Kälte: L/W-WP pro Gebäude

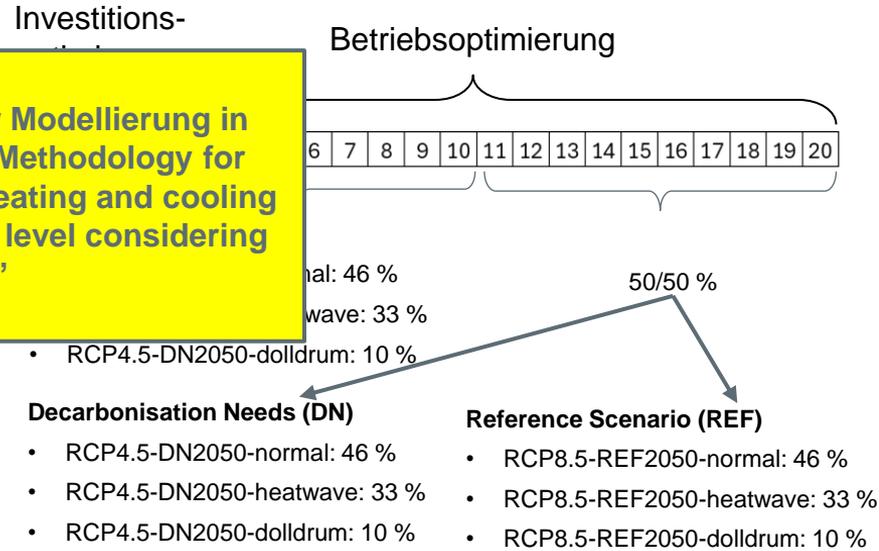
3. Lokales Anergienetz (12 °C) kombiniert mit individueller W/W-WP pro Gebäude:

- Wärme: PV, ST, P2H, BHX, Luft-WT
- Kälte: Freie Kühlung

PV = Photovoltaik, ST = Solarthermie, S/W-WP = Sole/Wasser-WP, L/W-WP = L/W-WP, W/W-WP = Wasser/Wasser-WP, Luft-WT = Luft-Wärmetauscher, P2H = Power-to-Heat, BHX = Sondenspeicher

- **Bewertung mittels Referenzszenario (= ohne Risiko)**
- **Bewertung des „Risiko“ des Versorgungssystems über 20 Jahre**
- Variation von beeinflussenden Parametern über Monte-Carlo::
 - **Strompreise**^{1,2,3}
 - **Wetter (Normal, Hitzewelle, kalte Dunkelflaute)**^{1,2,3}
 - **Klimawandel-Szenarien**^{1,2,3}
 - **Renovierung von Gebäuden**

Details techno-ökonomischer Modellierung in Vortrag von Nyasha Greco: „Methodology for techno-economic analysis of heating and cooling solutions at the neighborhood level considering uncertainties“

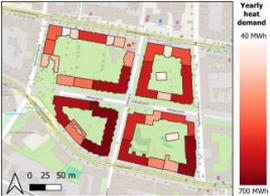
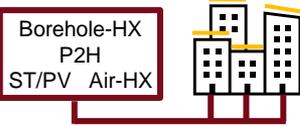


1) <https://www.secures.at/publications>

2) Formayer H, Nadeem I, Leidinger D, Maier P, Schöniger F, Suna D, et al. SECURES-Met: A European meteorological data set suitable for electricity modelling applications. Sci Data 2023;10:590. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-02494-4>

3) SECURES-Met -Dataset- A European wide meteorological data set suitable for electricity modelling (supply and demand) for historical climate and climate change projections (1.0.0) [Data set]. Zenodo. 2023. <https://zenodo.org/records/7907883>.

FALLSTUDIE: ÖKONOMISCHE BEWERTUNG

ERT 7		VERSORGUNGSLösUNG		
		Individuell 	Wärmenetz 	Anergienetz 
KPIS	\emptyset LCOE [€/MWh]	Niedrig ●	Hoch ●	Mittel ●
	σ (LCOE) [€/MWh]	Mittel ●	Mittel ●	Mittel ●
	\emptyset OPEX [€/MWh]	Hoch ●	Mittel ●	Niedrig ●
	OPEX Risk Exposure	Hoch ●	Niedrig ●	Niedrig ●
	CAPEX [mio.€]	Niedrig ●	Hoch ●	Hoch ●
	$P_{el,max}^{total}$ [MW]	Mittel ●	Mittel ●	Mittel ●
ZUSAMMENFASSUNG: Ökonomische Indikatoren und Tendenz		economic 	economic 	economic 

ERT 7		VERSORGUNGLÖSUNG			
		Beschleuniger (A) Barriere (B)	Individuell 	Wärmenetz 	Anergienetz
KPIS	Wärmepumpen <ul style="list-style-type: none"> Beschleunigungsverfahren für etwaige neue WP, Art 16e RED III (Ziel-)Vorgaben iZm erneuerbaren Strom Art 3, 15a, 23, 24 RED III 	A	A	A	
	Netzgebundene Wärme <ul style="list-style-type: none"> Anforderungen an effiziente FW (Art 26 EED III) Anforderungen an qualitätsgesicherte FW (§ 3 Abs 1 S 2 EWG); 		A	A	
	Neubau <ul style="list-style-type: none"> Anschlusszweige; Vorranggebiete Anwendbarkeit EWG + Raus aus Öl und Gas“-Förderungen 				
	Heizungstausch (eingestellt) <ul style="list-style-type: none"> Raus aus Öl und Gas“-Förderungen. 	A	A	A	
	Lärmregelung (EU-Verordnungen 813/2013 und 814/2013)	B	B		
	ZUSAMMENFASSUNG: Regulatorische Indikatoren und Tendenz				

FALLSTUDIE: SOZIALE UND ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG

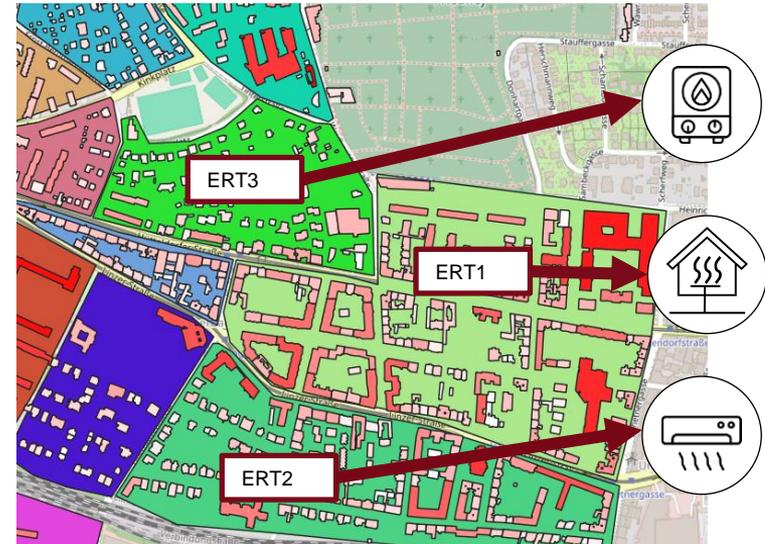
ERT 7		VERSORGUNGSLösUNG		
		Individuell 	Wärmenetz <p>Borehole-HX B/W-HP P2H ST/PV Air-HX</p>	Anergienetz <p>Borehole-HX P2H ST/PV Air-HX</p>
KPIS	Soziale und öffentliche Akzeptanz Arbeitsbedingungen / Chancengleichheit Teilnahme und Kommunikation Soziale Trends / Sicherheit und Gesundheit Soziale Leistungen	Bewertungsmethode der Indikatoren: Quantitative Bewertung wo möglich, ansonsten Likert Skala (1-5) oder qualitative Beschreibung → Bewertung noch ausstehend!		
	THG- Bilanz / Umweltrechtliche Auflagen Landnutzungseffekte / Nachhaltigkeit Transport von Rohstoffen und Produkten Primärenergieeinsparung / Kritische Rohstoffe Kreislaufökonomie			
	Risiko des UHI-Effekts im Sommer	Hoch (Kühlung ● mittels ind. L/W-WP)	Mittel (Kühlung + ● Regeneration des BHX mittels Umgebungsluftkühlung)	Negativ (Regeneration ● des BHX im Umgebungsluftkühlung)
ZUSAMMENFASSUNG: Ökonomische Indikatoren und Tendenz		Bewertung noch ausstehend!		

Entscheidungsrahmen

Wärme-Technologie Energie-Raumtyp	Wärmepumpe	Niedertemperatur	Wärmespeicher	Bewertungsindikator
EFH- und ZFH-gebäude ERT1	economic → regulator → ecologic ↗ social →	economic ↗ regulatory ↗ ecologic ↗ social →	...	positiv Mittel-positiv neutral Mittel-negativ negativ
ERT2	economic → regulator → ecologic ↗	economic ↗ regulatory ↗	...	Bewertung der zukünftigen Entwicklung
Geschosswohnungsbau ERT3	economic → regulator → ecologic ↗	economic ↗ regulatory ↗ ecologic ↗	...	Entwicklung Hohes Risiko, negative Entwicklung
...

Exemplarische Darstellung eines vollständig bewerteten Entscheidungsrahmen

Bewertung einer Stadt



ZUSAMMENFASSUNG

- **Regulatorische Entwicklungen:** Erhebliche Änderungen auf EU-Ebene beeinflussen die zukünftige Energieraumplanung.
- **Limitierungen bestehender Ansätze:** Technische Zonierungs-Methoden reichen nicht aus, um zukünftige regulatorische Vorgaben zu erfüllen und sektorübergreifende Wechselwirkungen zu berücksichtigen.
- **Gleichheitsgrundsatz:** „Gleiches gleich, Ungleiches ungleich behandeln“ – Zonierung muss differenzierte Maßnahmen für unterschiedliche Voraussetzungen ermöglichen.

AUSBLICK

- **Bewertung von Indikatoren:** Soziale und ökologische Faktoren werden innerhalb des Konsortiums analysiert.
- **Stakeholder-Integration:** Beteiligung von Experten aus Planung und Energiewirtschaft zur Validierung der Ergebnisse → Stakeholder-Workshop im März.
- **Finalisierung der Empfehlungen:** Abschluss der regulatorischen Handlungsempfehlungen und Projektabschluss.
- **Skalierung des Ansatzes:** Die entwickelte Matrix wird vollständig ausgefüllt und als Zonierungsstrategie ausgerollt.
- **Anwendung der Bewertungsmethode:** Einsatz bei der Evaluierung von Gebieten zur besseren Planbarkeit.

DANKE!

AIT Austrian Institute of Technology – Center for Energy

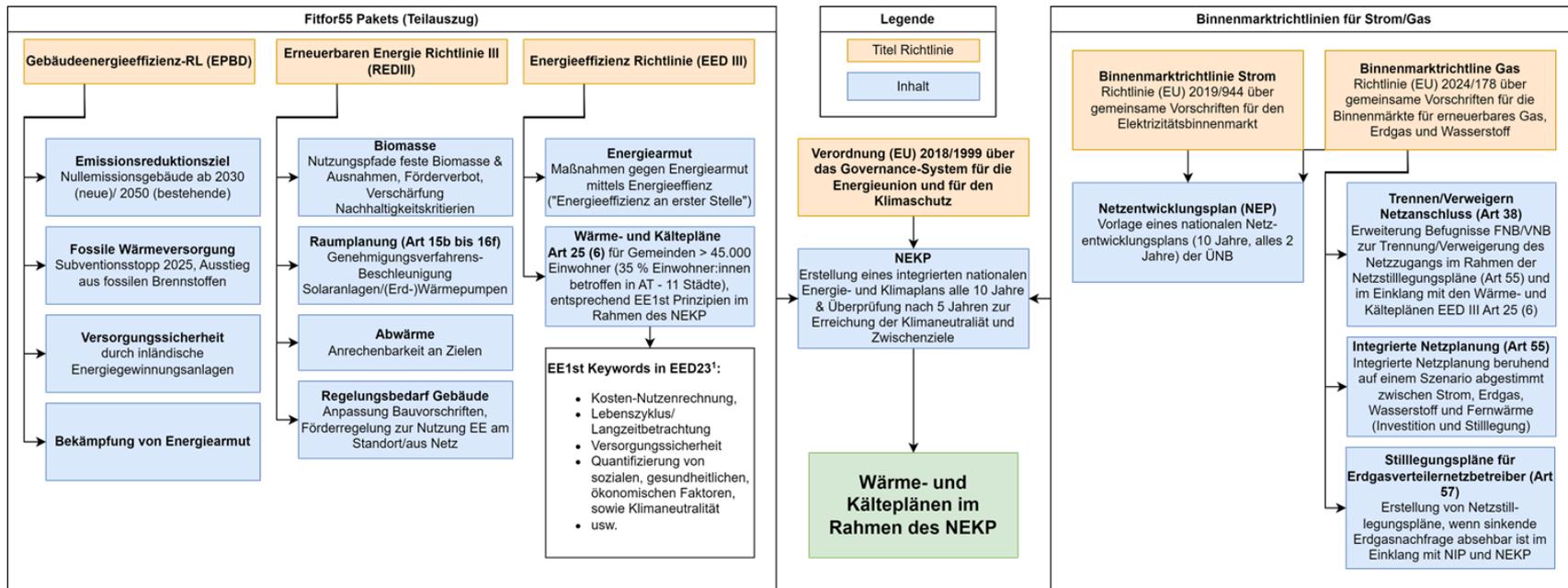
Bernhard Mayr

Research Engineer

Bernhard.Mayr@ait.ac.at

www.ait.ac.at/energy

Wärme- und Kältepläne sollten harmonisiert mit INIP & Erdgasnetz-Stillegungsplanung sein, sowie bestenfalls den Zielen der EPBD, RED III & EED III entsprechen



1) M.Hummel (2024), „The future of local heating and cooling planning in the EU“, SES-Konferenzbeitrag

Als erste Fallstudie wurde ein Gebiet in Wien ausgewählt, welches derzeit hauptsächlich mit Gas versorgt wird. Es sollten verschiedene Versorgungslösungen evaluiert werden.

Ausgewählte Gebäude



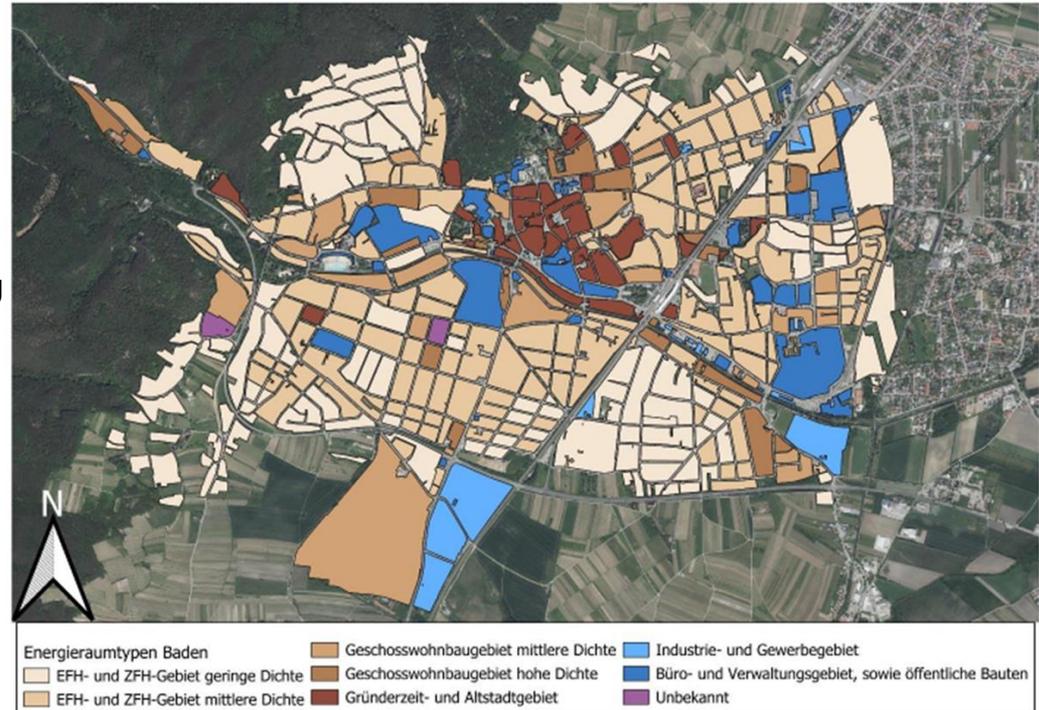
Keyfacts

- **Energieraumtyp:** Geschosswohnbaugbiet (hohe Dichte)
- **Wärmebedarf:** ~ 5.500 MWh (~ 1.000 MWh/ha)
- **Kältebedarf:** Steigend
- **Geothermisches Potenzial:**
 - Verfügbare Fläche für Sonden: 7.000 m²
 - Sondentiefe: 80 – 250 m
 - Kapazität: max. 40 GWh (at \varnothing 12 °C Erdreichtemperatur)
- **Photovoltaik- & Solarthermiefpotenzial:**
 - Verfügbare Fläche: 5.600 m² ($\frac{1}{3}$ von Gesamtdachfläche)

Case Study Baden zeigt:

- Zonierungsansatz weist großes Automatisierungspotenzial auf
- AGWR stellt Datengrundlage dar – Bedarf an Verbesserung
- Wohnbereich lässt sich relativ gut einteilen – Industrie und Büro benötigt Einzelbetrachtung
- Flächenwidmung als möglicher weiterer Indikator für energetisches Verdichtungspotenzial

Nr.	Energieraumtyp	Anteil in %
ERT1	Ein- und Zweifamilienhausgebiet (locker bebaut)	29
ERT2	Ein- und Zweifamilienhausgebiet (dicht bebaut)	39
ERT3	Geschosswohnbauggebiet (mittlere Dichte)	6
ERT4	Geschosswohnbauggebiet (hohe Dichte)	4
ERT5	Gründerzeit- und Altstadtgebiet	8
ERT6	Industrie- und Betriebsgebiet	3
ERT7	Büro und Verwaltungsgebiet, sowie öffentliche Bauten	11
	Summe	100



FALLSTUDIE: ZONIERUNG



Ausgewählte Gebäude



- 01 EFH- und ZFH-Gebiet
- 02 Dichtes EFH- und ZFH-Gebiet bis MFH
- 03 Reihenhäuser
- 05 Mischgebiet
- 06 Geschosswohnbaugebiete mit mittlerer Dichte
- 07 Geschosswohnbaugebiete mit hoher Dichte
- 08 Freizeitzwecke, sowie Gebäude des Bildungs- und Gesundheitswesens
- 13 Sonstiges

Alter Stand, Aktualisierung noch ausstehend!

Bezeichnung ERT	Beschreibung des ERTs	Wärmedichte (Tendenz)	Kältebedarf
Geschosswohnbaugebiete mit hoher Dichte (Großvolumig)	<ul style="list-style-type: none"> -Großmaßstäbliche Wohnbebauung mit hoher Geschossigkeit (Ketten-, Zeilen- und Punkthochhäuser) -Freistehende Punkthochhäuser oder gekuppelte Bauweisen als Zeilen und Gebäudeketten -Großwohnsiedlungen 1960er bis 1980er Jahren -An Ränder von Groß- und Mittelstädten (teilweise eigenständige Siedelungen) 	Hoch (fallend)	Steigend