TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

Der Einfluss von Netzausbaukosten auf ökonomische Fernwärmepotenziale

Fallstudie Braşov - Rumänien

Mostafa Fallahnejad

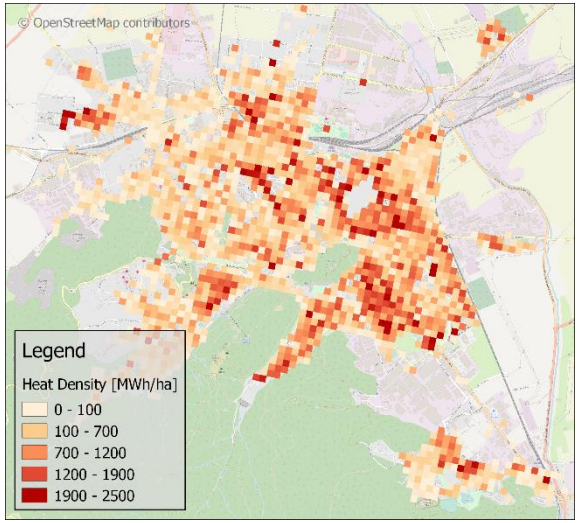
29 November 2018

Energy Economics Group

Überblick

- Motivation, Fragestellungen und Zielsetzung
  - Eine Methode entwickeln, mit der man ökonomische FW-Gebiete bestimmen kann,
  - Wie beeinflussen die Netzausbaukosten (Investitionsbeschränkungen) die Fernwärmepotenziale?
- Methodische Vorgangsweise
  - Ermittlung von FW-Verteilnetzkosten in Abhängigkeit der Wärmeabnahmedichte,
  - Bestimmung von zusammenhängenden Wärmeabnahme-Zellen unter Berücksichtigung der Investitionsbeschränkungen,
  - Modell zur Identifikation von ökonomischen FW-Gebieten.
- Anwendung auf Braşov - Rumänien
  - Variierung der Investitions-Obergrenzen
- Fazit und nächste Schritte

FW Verteilnetzkosten



- Input GIS-Layer aus dem ProgRESsHEAT* Projekt:
  - Wärmedichtekarte - 1ha Auflösung
  - Bebauungsdichtekarte - 1ha Auflösung

- Für jedes Pixel von WDK in jedem Jahr innerhalb der Anlagedauer (m Jahre) wird Folgendes berechnet:
  - Jährlicher Wärmebedarf (D_t) basierend auf der geschätzte kumulierten Energieeinsparung,
  - Jährliche Wärmeversorgung durch das FW-System (Q_t) basierend auf dem Marktanteil (MS_0 & MS_m),
  - Investitionen in Verteilungsnetze, wie Persson & Werner vorgeschlagen haben (aus Schwedischer Erfahrung; das **Audit auf 83 Städte**, **1703 FW Netze** in DE, NL, FR, BE).

$$D_t = D_0 \cdot \sqrt[m]{(1-S)^t}$$

$$0 \le S \le 1 \quad ; \quad t \in \{0,1,2,\ldots,m\}$$

$$Q_t = D_t \cdot \left[MS_0 + t \cdot \frac{MS_m - MS_0}{m} \right]$$

$$L = 1/w = 1/\left(61.8 \cdot e^{-0.15}\right)$$

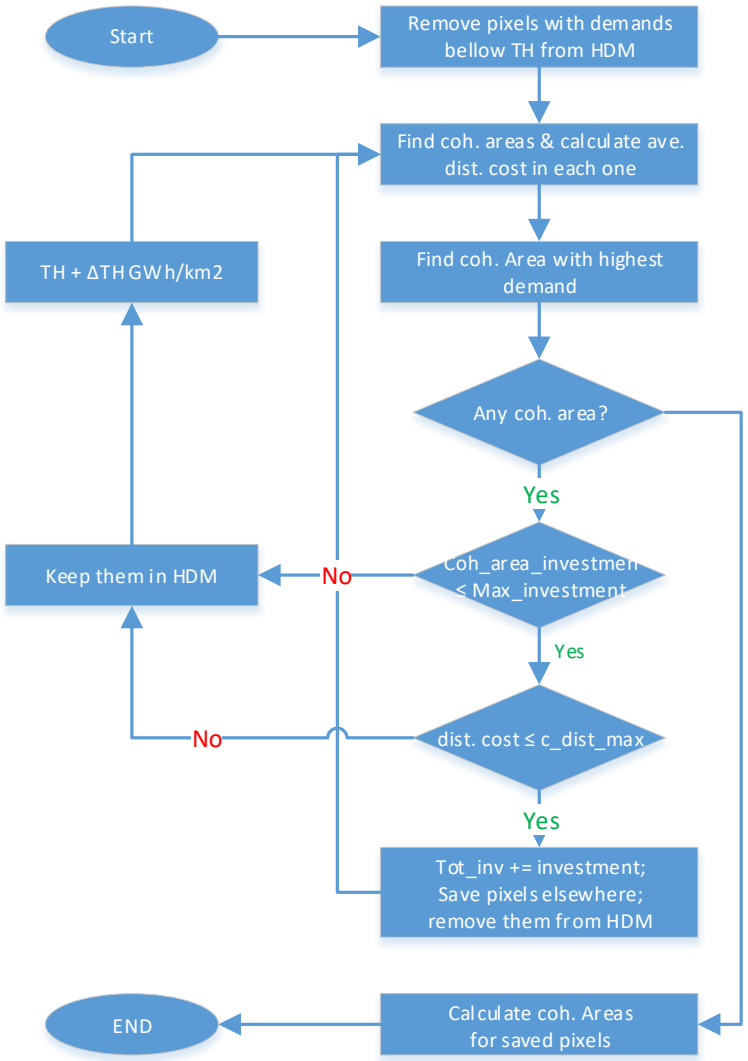
$$d_a = 0.0486 \cdot \ln\left(Q_t / L\right) + 0.0007$$

$$Inv_T = \frac{C_{1,T} + C_{2,T} \cdot d_a}{\left(\sum_{t=0}^{m} \frac{Q_{T+t}}{(1+r)^t} + \sum_{t=m+1}^{n} \frac{Q_{T+m}}{(1+r)^t} \right) / L}$$

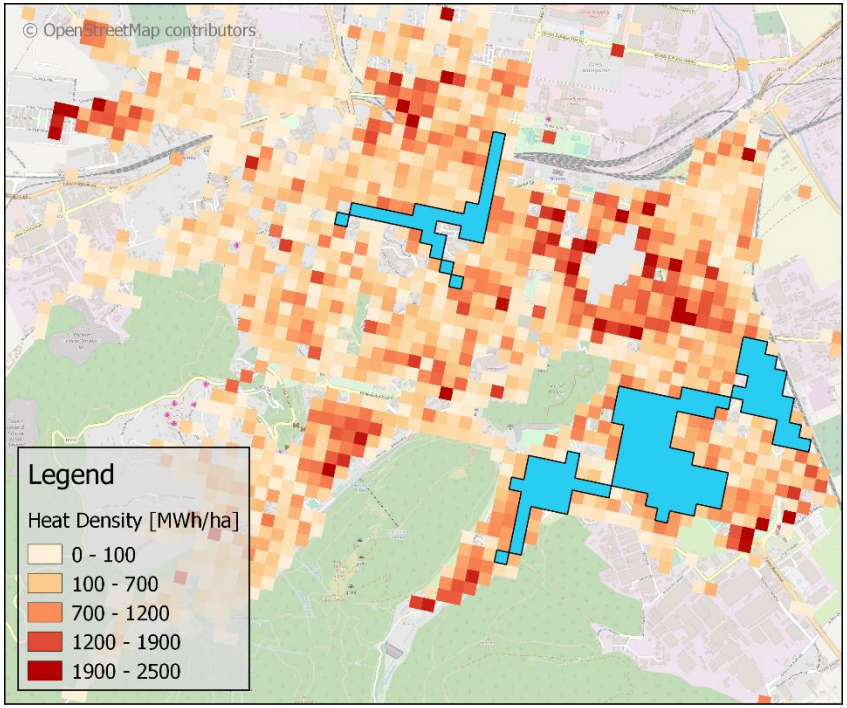
* www.progressheat.eu

** Persson U, Werner S. Heat distribution and the future competitiveness of district heating. Applied Energy 2011;88:568–76. doi:10.1016/j.apenergy.2010.09.020.

Zusammenhängende Wärmeabnahme-Zellen



- Ausgaben dieses Schrittes sind:
  - Zusammenhängende Wärmeabnahme-Zellen,
  - FW-Potenzial in diesen Gebieten,
  - Verteilungsnetzkosten in diesen Gebieten.



Modell zur Identifikation von FW-Gebieten

- Das Modell **maximiert** Gewinn und bestimmt gleichzeitig die **wirtschaftlichen** zusammenhängenden Wärmeabnahme-Zellen und die **Konfiguration** und **Dimensionierung** der Transport Leitungen.

- Die Modellparameter sind:
  - Abstände zwischen Gebieten zusammenhängender Wärmeabnahme-Zellen (Zentrum-bis-Zentrum),
  - Verfügbare Wärmequellen und deren Kostenfunktionen (Fix- und Betriebskosten),
  - Wärmeversorgung durch das FW-System in jedem Gebiet,
  - Verfügbares Spektrum an Leitungskapazitäten und deren spezifische Kosten

- Die Hauptmodellvariablen sind:
  - Binäre Variable für die Gebiete zusammenhängender Wärmeabnahme-Zellen,
  - Binäre Variable für die Wärmequellen,
  - Binäre Variable für die Leitungen,
  - Wärmekapazitäten, die durch Rohrleitungen fließen.

$$\max HeatSaleRevenue - GenerationCosts - Dist.GridCost - Trans.GridCost$$

Fernwärme in Braşov

- Die Ziele:
  - Versorgung von Industriekunden mit Dampf,
  - Versorgung von Haushaltskunden mit Raumwärme und Warmwasser.

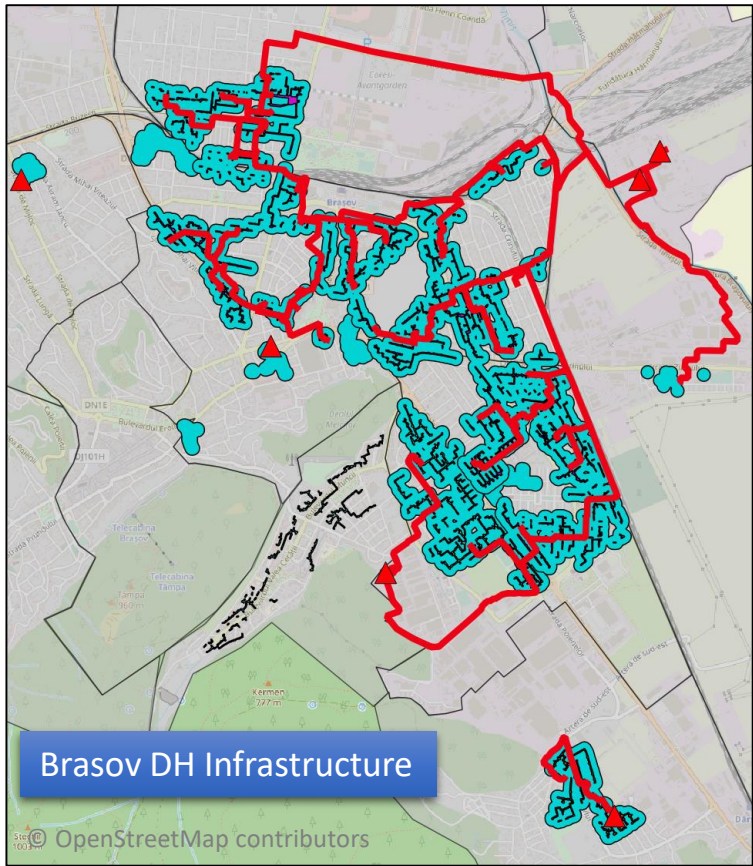
- Ineffizienz im Braşov FW-System:
  - Stilllegung der industriellen Verbraucher 1990 → Überdimensioniert Leitungen für die verbleibenden Verbraucher,
  - Fehlende kohärente Strategie bei der Wiederbelebung des FW-Systems,
  - Der Verlust weiterer Verbraucher.

- In den letzten Jahren hat der Gemeinderat neue Maßnahmen zur Steigerung der FW-Effizienz eingeführt.

Szenario-Parameter für den Fall von Braşov (ausgehend vom ProgRESsHEAT Projekt)

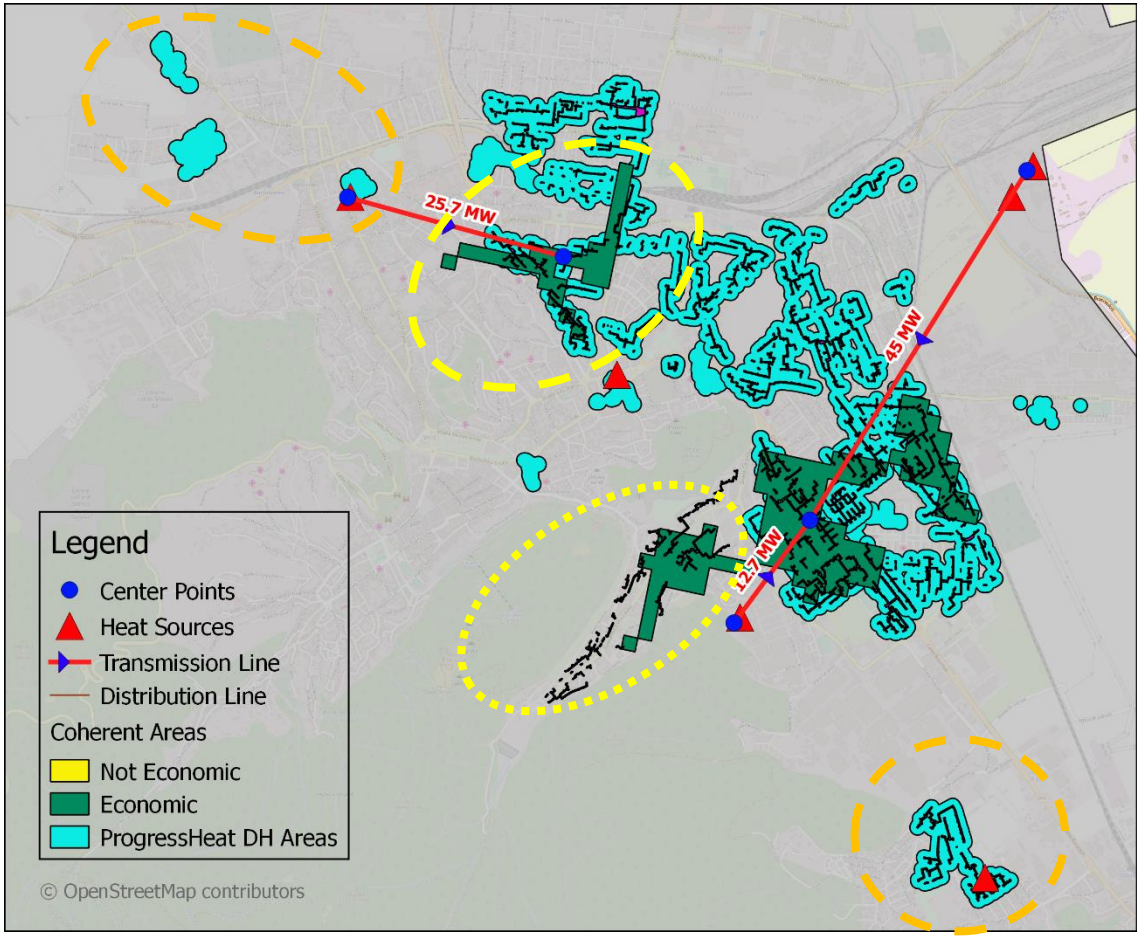
- Investition in Netze (für 50% des Netzes, das bisher nicht saniert wurde).
  - Verteil- und Transportnetz Investitionen: ~28 Millionen Euro
  - MwSt. und Kosten für den Anschluss an FW werden NICHT berücksichtigt

Parameter	Wert
Zeitraum	2014 - 2030
Abschreibungsdauer des Netzes	25 Jahre
FW Anschlussrate 2014	16%
FW Anschlussrate 2030	62%
Kumulierten Energieeinsparung	17,50%
Zinssatz	6%
Spezifische Verteilnetzkosten (energetisch)	27 €/MWh
Wärme Preis (excl. MwSt.)	89,5 €/MWh
Spitzenlast Faktor	5,68e-3
Wärmeverlust	20%



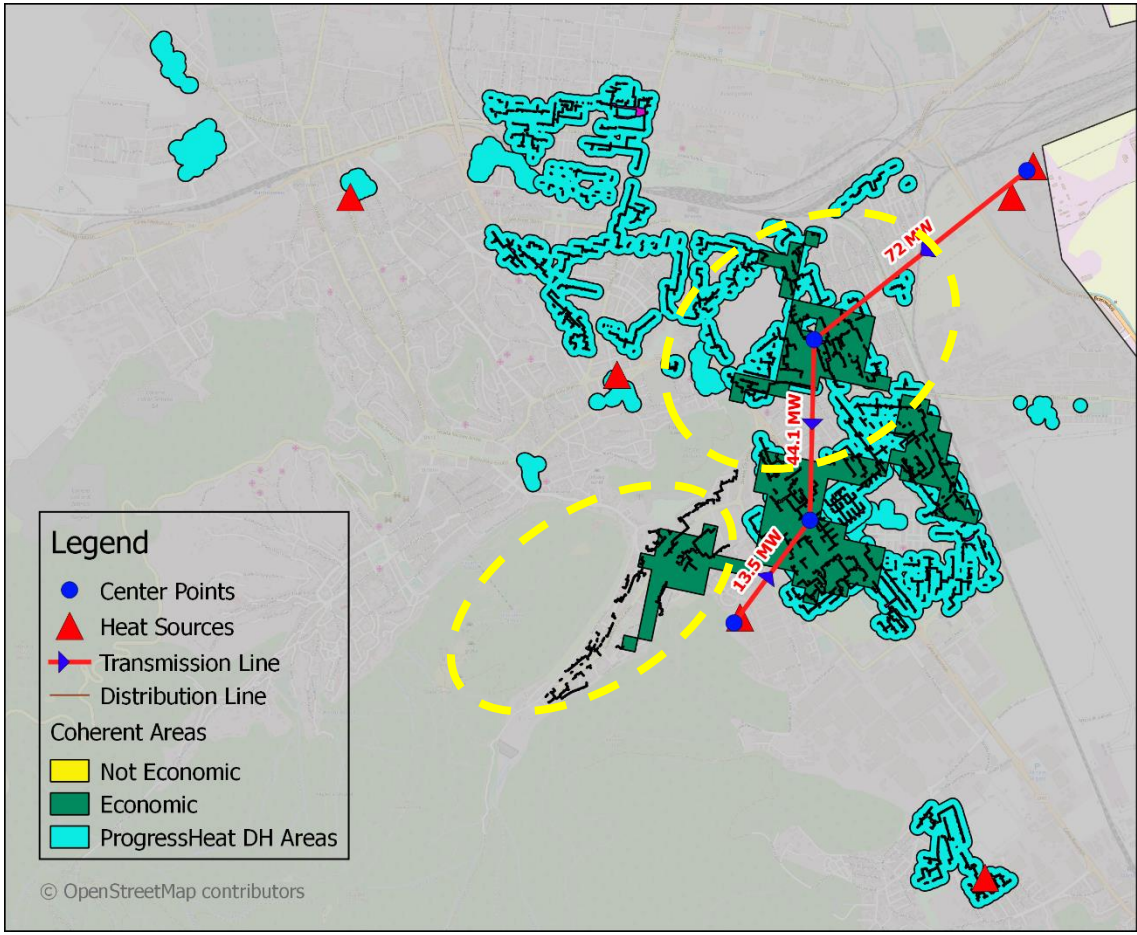
Ergebnisse: 80% des ProgRESsHEAT Investitionsniveau

- Investitionsbeschränkung:
  - 22,6 M€
- FW Potenzial:
  - 122,2 GWh
- Energetische Spezifische Verteil- u. Transportnetzkosten:
  - 16,6 EUR/MWh



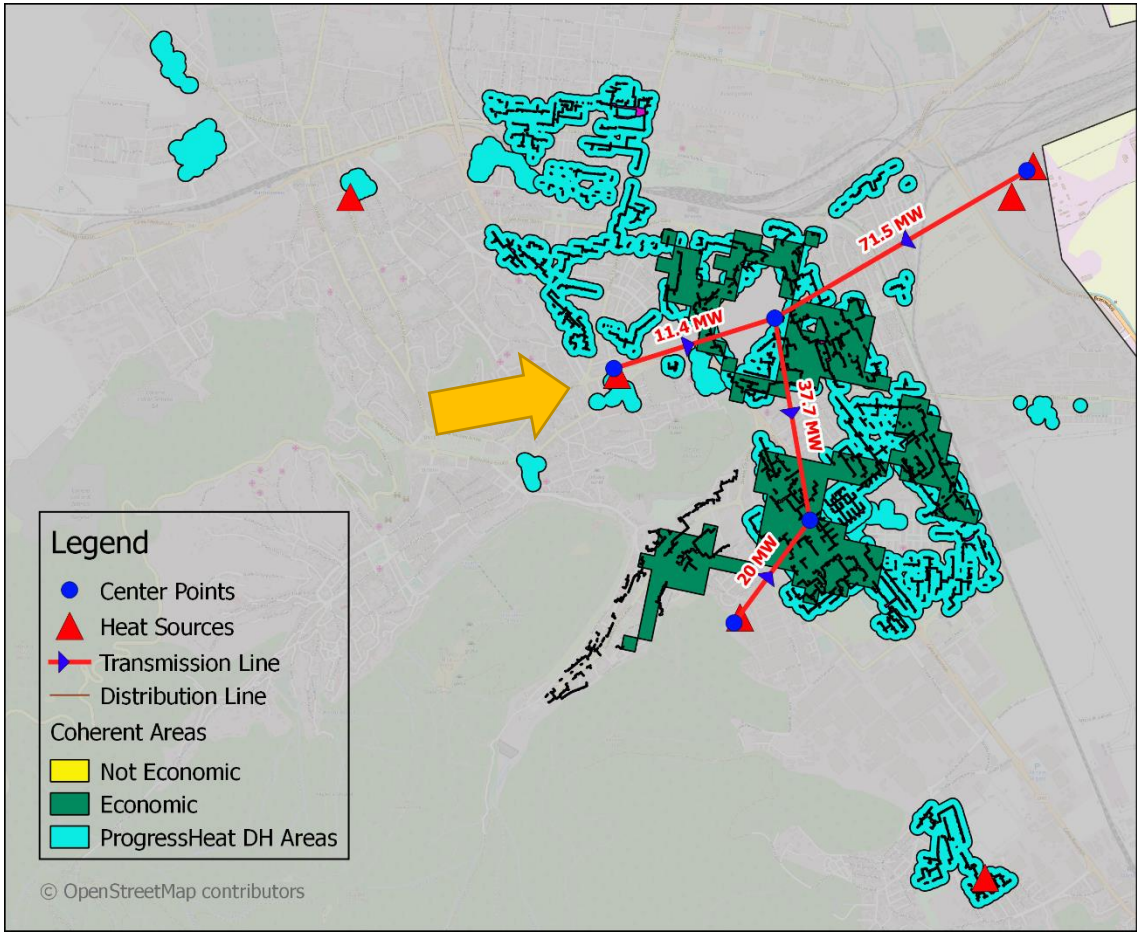
Ergebnisse: 90% des ProgRESsHEAT Investitionsniveau

- Investitionsbeschränkung:
  - 25,4 M€
- FW Potenzial:
  - 125,3 GWh
- Energetische Spezifische Verteil- u. Transportnetzkosten:
  - 17.19 EUR/MWh



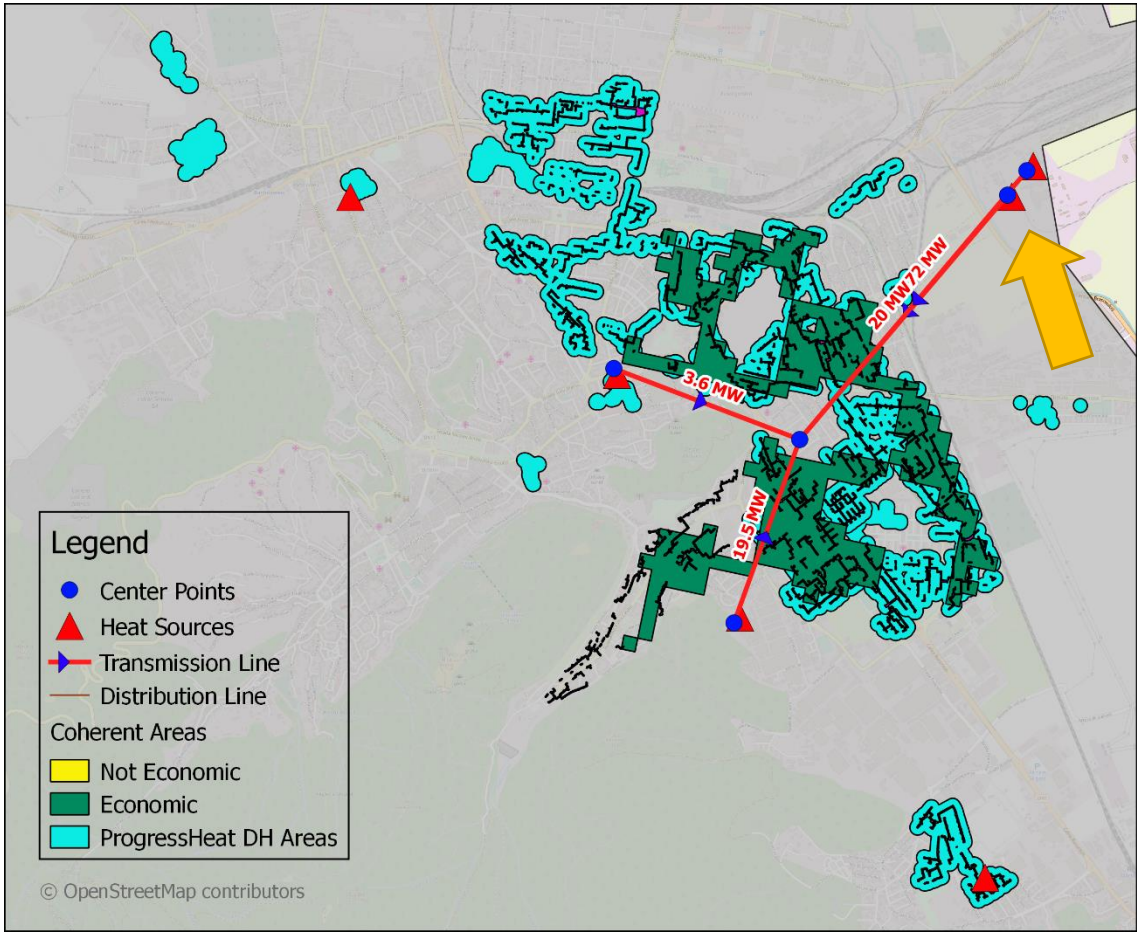
Ergebnisse: 100% des ProgRESsHEAT Investitionsniveau

- Investitionsbeschränkung:
  - 28,2 M€
- FW Potenzial:
  - 150,7 GWh
- Energetische Spezifische Verteil- u. Transportnetzkosten:
  - 17.65 EUR/MWh



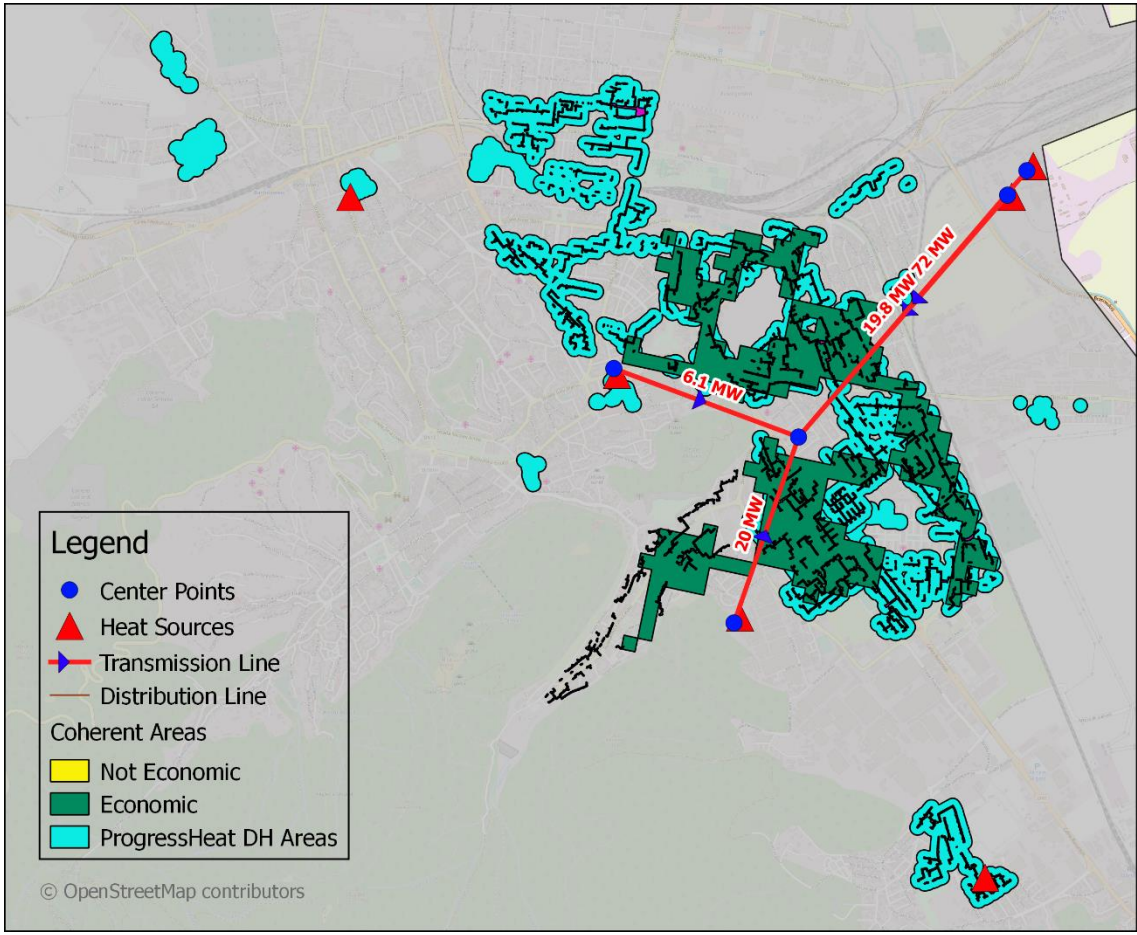
Ergebnisse: 110% des ProgRESsHEAT Investitionsniveau

- Investitionsbeschränkung:
  - 31 M€
- FW Potenzial:
  - 168,7 GWh
- Energetische Spezifische Verteil- u. Transportnetzkosten:
  - 17.64 EUR/MWh



Ergebnisse: 120% des ProgRESsHEAT Investitionsniveau

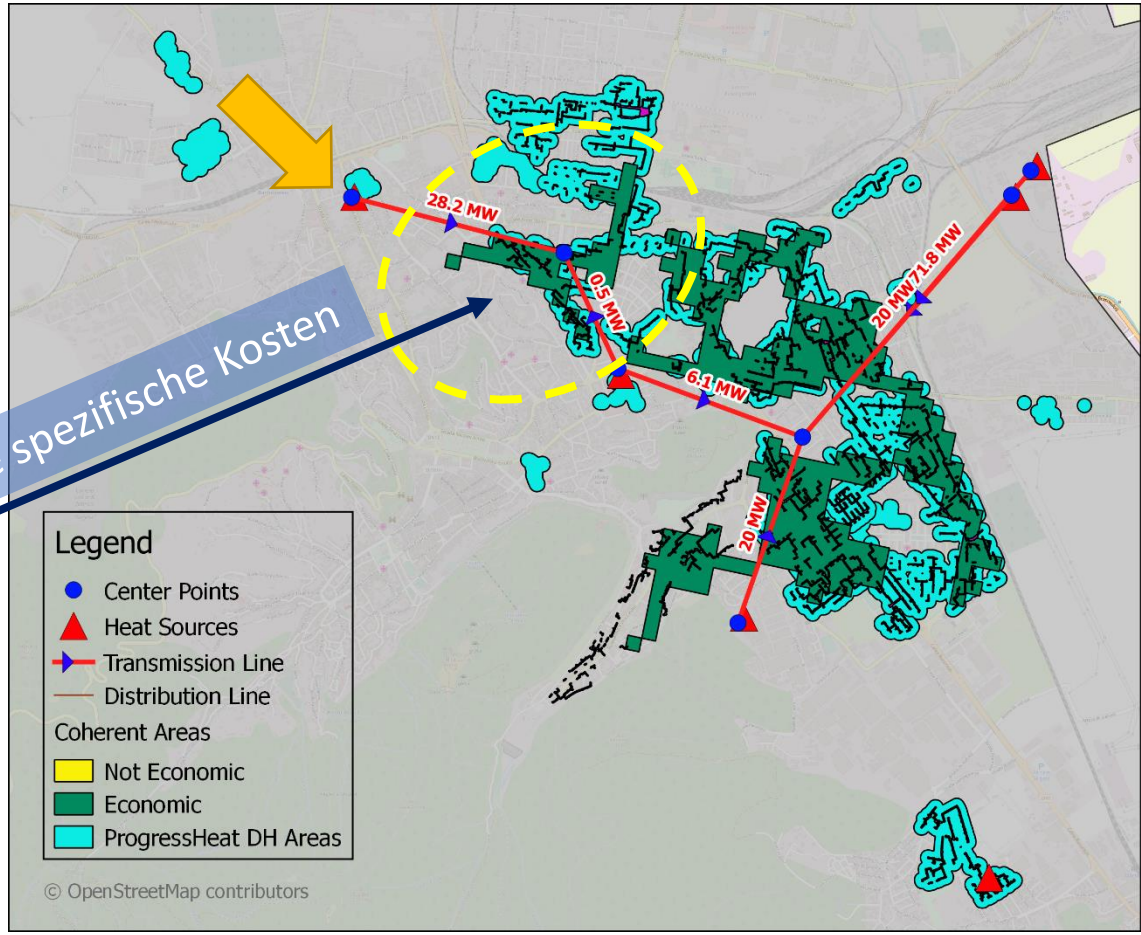
- Investitionsbeschränkung:
  - 33,8 M€
- FW Potenzial:
  - 172,73 GWh
- Energetische Spezifische Verteil- u. Transportnetzkosten:
  - 17,7 EUR/MWh



Ergebnisse: 130% des ProgRESsHEAT Investitionsniveau

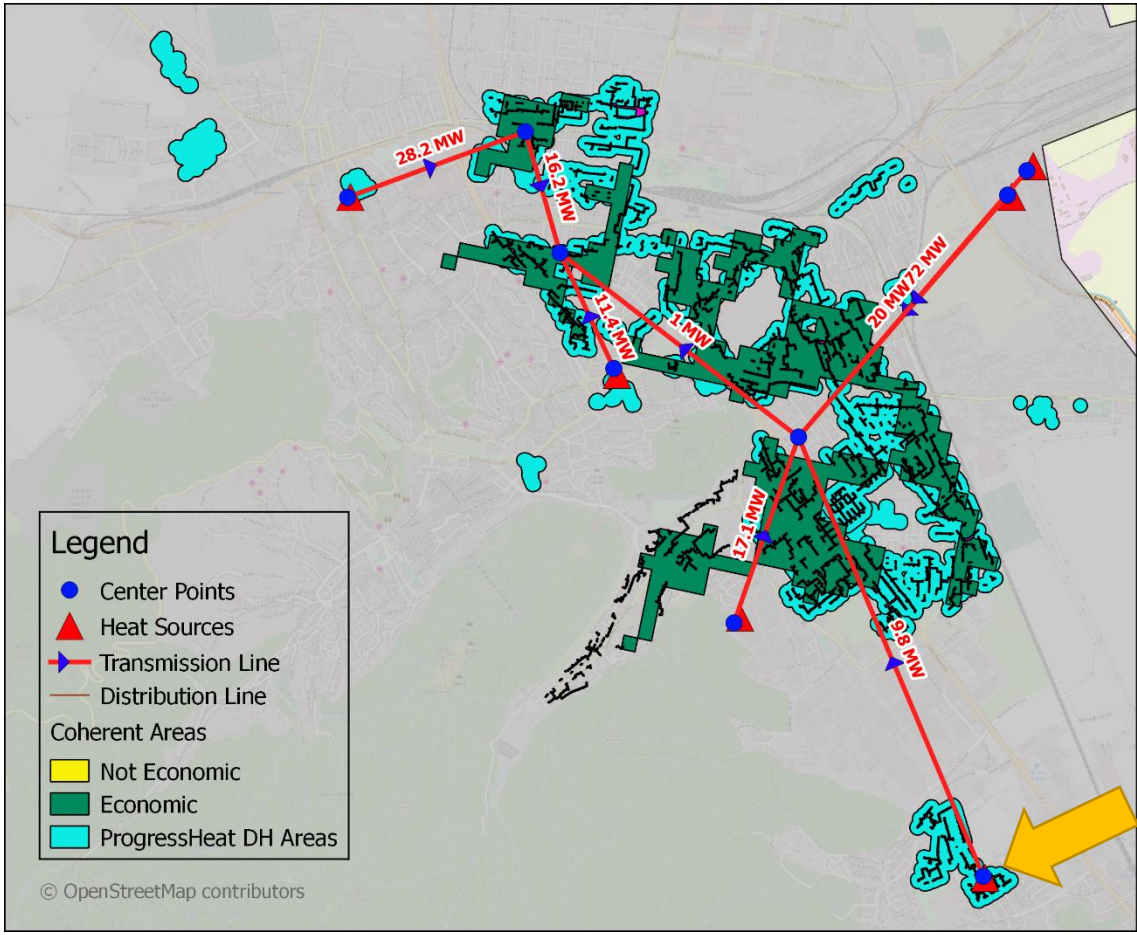
- Investitionsbeschränkung:
  - 36,7 M€
- FW Potenzial:
  - 214,64 GWh
- Energetische Spezifische Verteil- u. Transportnetzkosten:
  - 16.85 EUR/MWh

Geringe spezifische Kosten



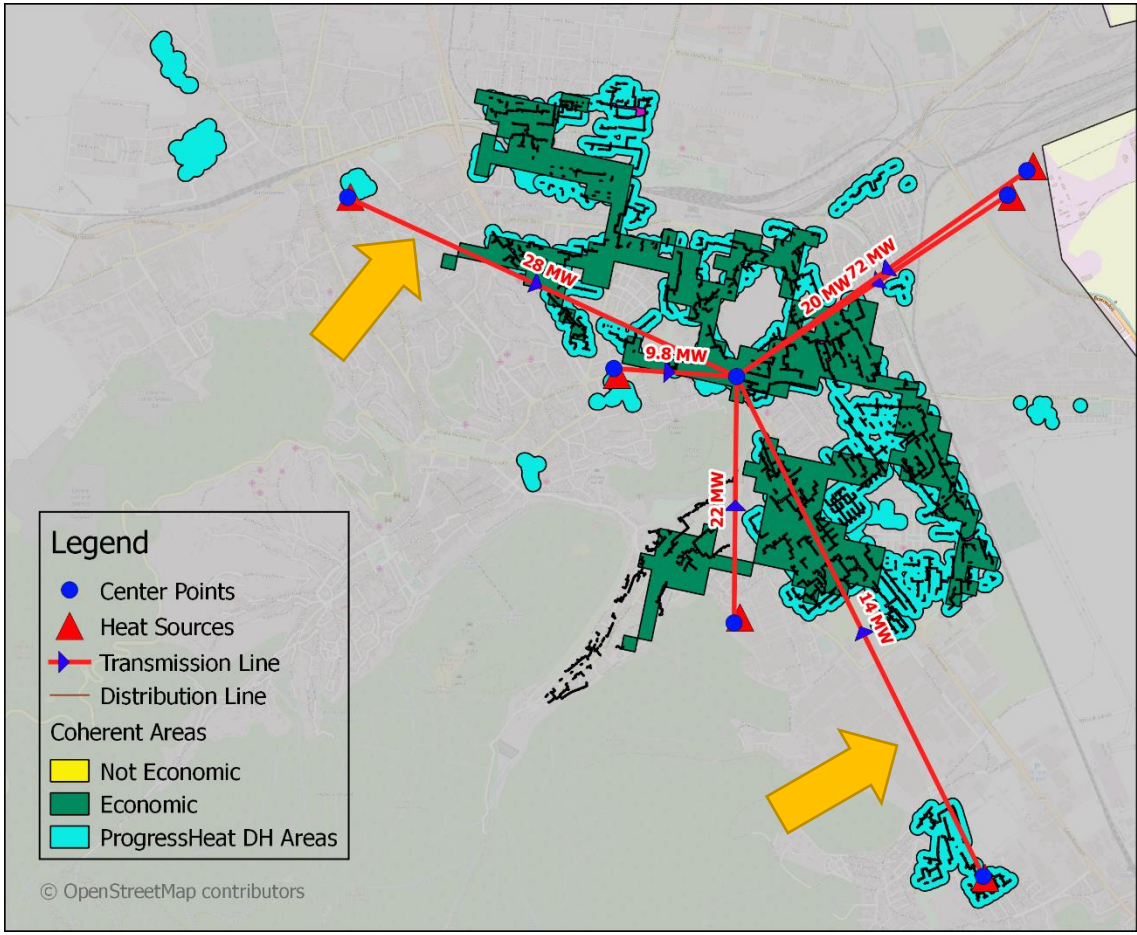
Ergebnisse: 140% des ProgRESsHEAT Investitionsniveau

- Investitionsbeschränkung:
  - 39,5 M€
- FW Potenzial:
  - 232,2 GWh
- Energetische Spezifische Verteil- u. Transportnetzkosten:
  - 17,74 EUR/MWh

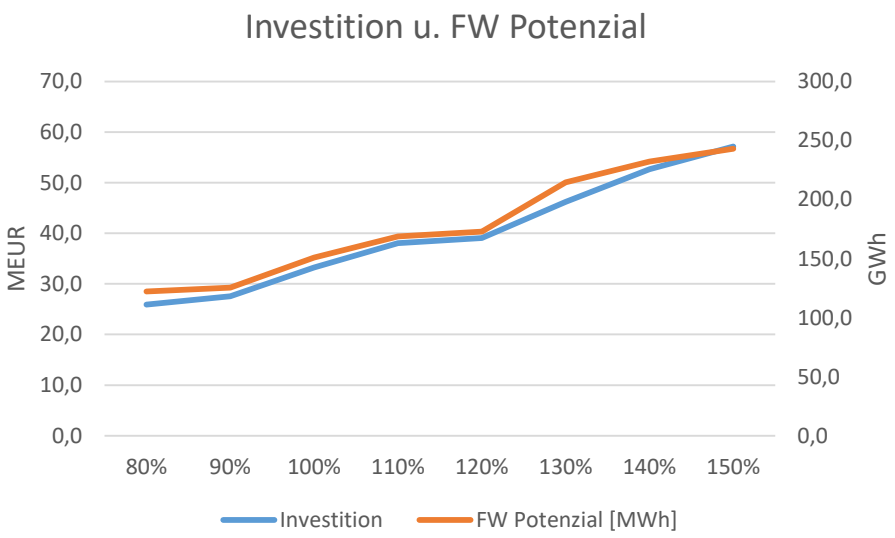


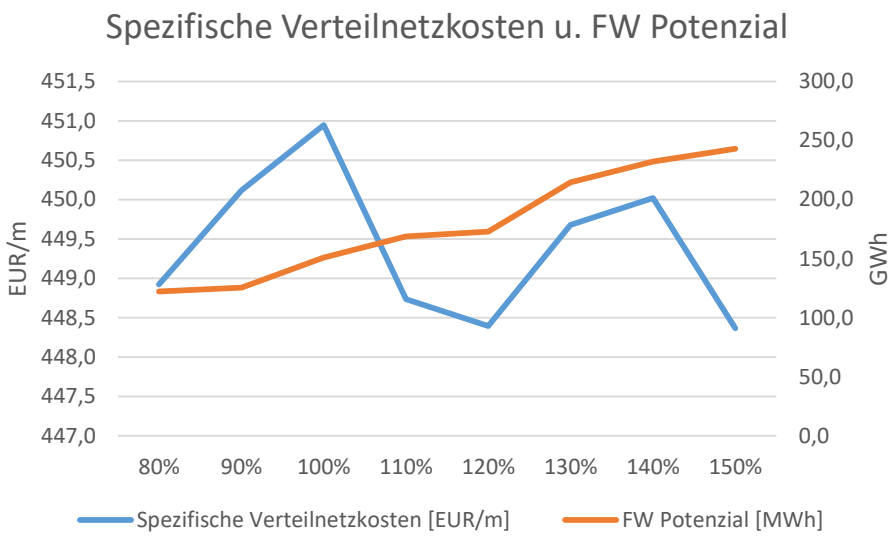
Ergebnisse: 150% des ProgRESsHEAT Investitionsniveau

- Investitionsbeschränkung:
  - 42,3 M€
- FW Potenzial:
  - 242,9 GWh
- Energetische Spezifische Verteil- u. Transportnetzkosten:
  - 18,4 EUR/MWh



Ergebnisse: Zusammenfassung





Fazit

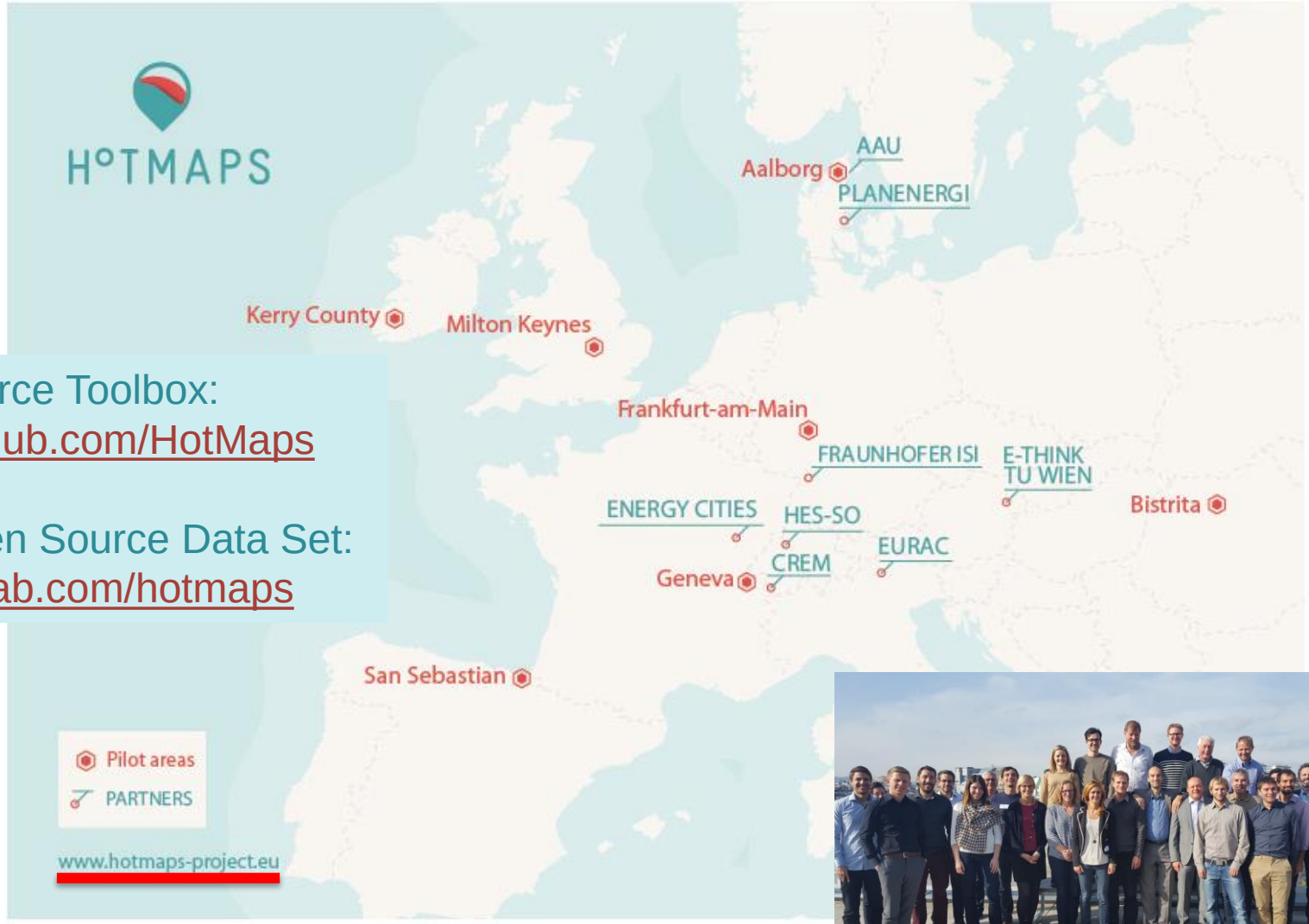
- Eine Methode für die Festlegung der FW Gebiete und die Bestimmung der Transportleitungen auf Basis einer ökonomischen Optimierung wurde vorgestellt.

- Die GIS-Methodik ergibt ähnliche Ergebnisse wie ProgRESsHEAT Projekt, in dem FW Gebiete basierend auf der Entfernung von bestehenden Netzen definiert werden.

- Die vorgeschlagene Methode zur Ermittlung der FW Gebiete reduziert das Investitionsrisiko durch Kunden Verlust.
  - Priorität der Gebiete mit höheren Wärmebedarf.

- Nächste Schritte:
  - Verbesserung der Modellierung der Transport Leitungen (Trassen, Investitionsbeschränkung),
  - Validierung der Modellergebnisse in anderen Regionen.

Hotmaps partners & pilot areas



Open Source Toolbox:
https://github.com/HotMaps

EU28 Open Source Data Set:
https://gitlab.com/hotmaps

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Mostafa Fallahnejad

fallahnejad@eeg.tuwien.ac.at

Orig. Photo: Patrick Stargardt