

# Entwicklung von zukunftsfähigen Versorgungsstrategien für Fernwärmenetze – Tools und Methoden

EnInnov2018, 15. Symposium Energieinnovation,  
14.-16.2.2018, Graz

**Ralf-Roman SCHMIDT, Steffen ROBBI, Rene HOFMANN, Martin KOLLER,  
Roman GEYER, Daniele BASCIOTTI**



# INHALT

- Die Dekarbonisierung der Fernwärme
  - Transformationsstrategien für Wärmenetze
  - Methodik
  - Das Fallbeispiel Chemnitz
  - Zusammenfassung
- 

# DIE DEKARBONISIERUNG DER FERNWÄRME

Eine erfolgreiche Dekarbonisierung des Energiesystems erfordert auch eine „Wärmewende“, Wärmenetze ermöglichen hierbei die effiziente Integration von Solar-/ Geothermie, Umweltwärme und Abwärme sowie die Sicherung der Systemstabilität durch Sektorenkopplung



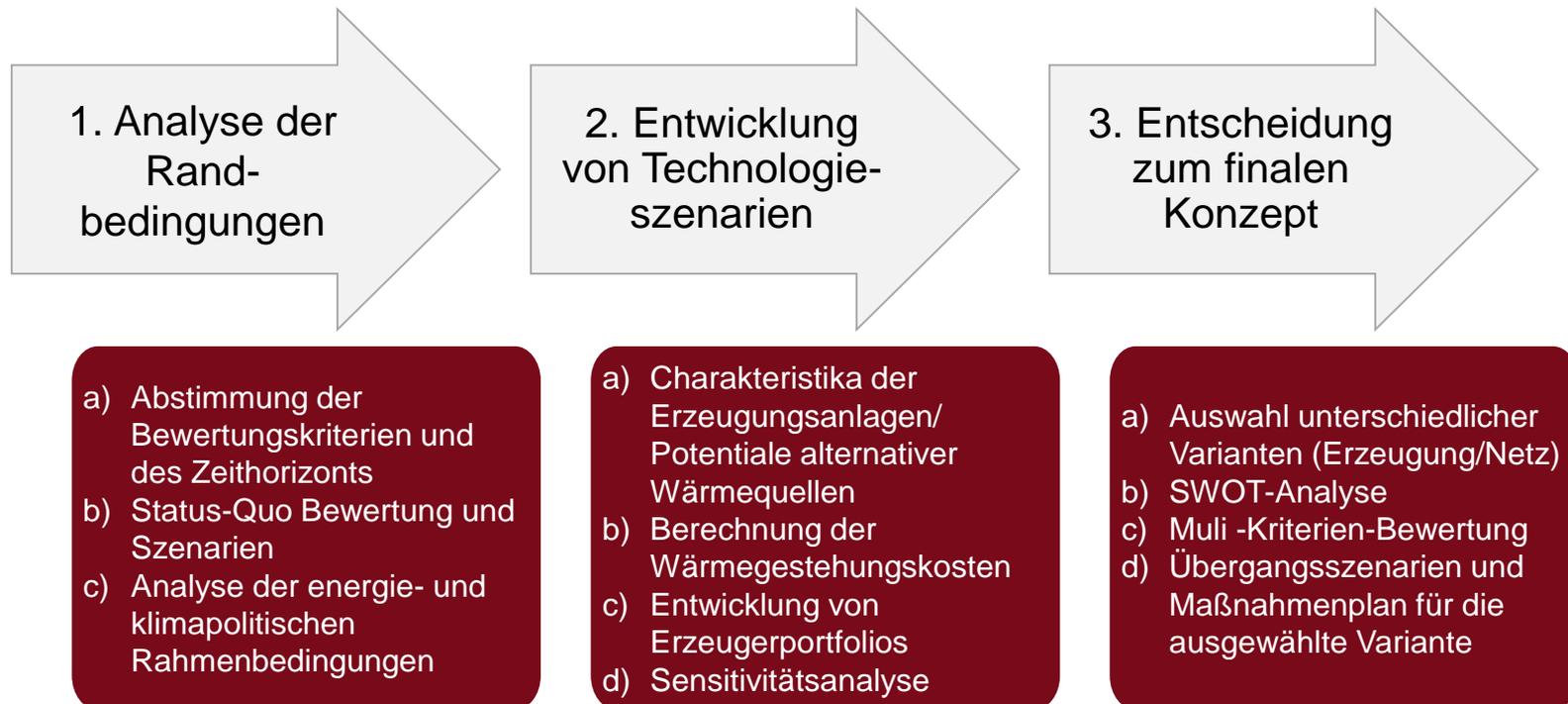
# TRANSFORMATIONSSTRATEGIEN FÜR WÄRMENETZE

Die Randbedingungen, Einflussparameter, Entscheidungskriterien und Stakeholder vieler Wärmenetze sind sehr individuell, entsprechend ist die Entscheidungsfindung für neue Erzeugungstechnologien komplex und bedarf einer transparenten und konsistenten Herangehensweise



# METHODIK

Entwicklung von Wärmeversorgungskonzepten für Fernwärmenetze im Zieldreieck Versorgungssicherheit, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit



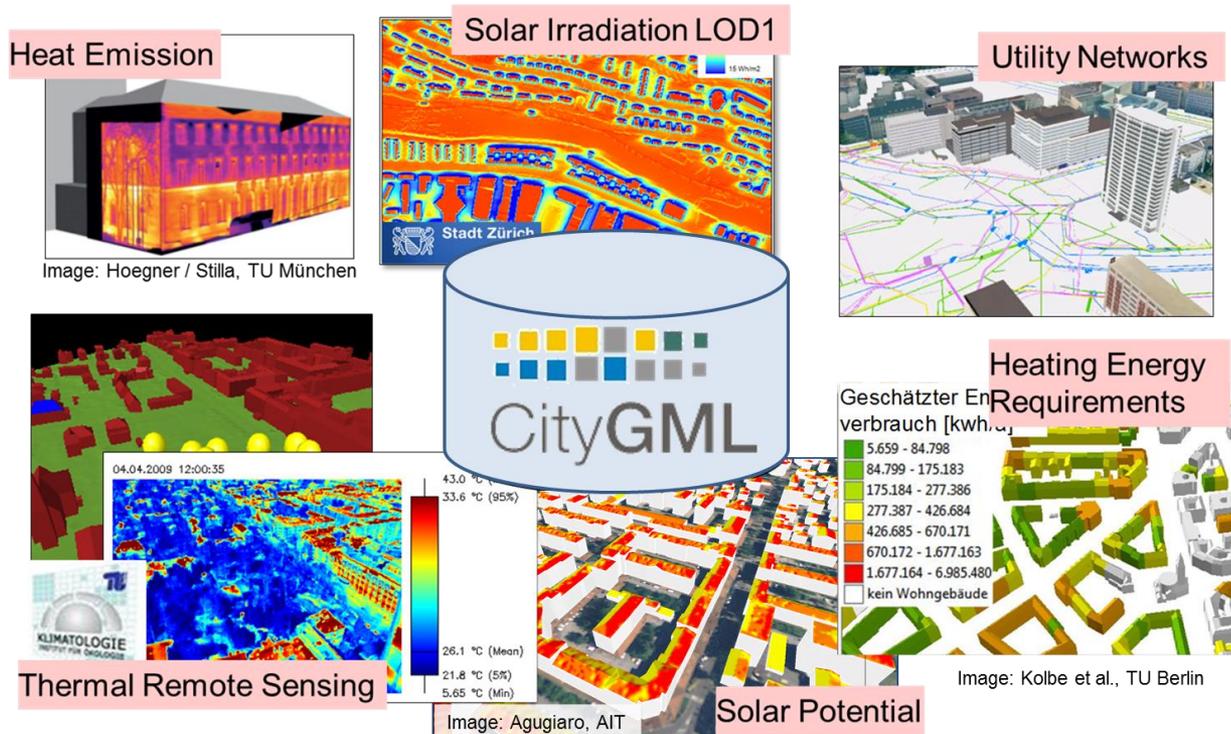
# 1. ANALYSE DER RANDBEDINGUNGEN

- a) Abstimmung der **Bewertungskriterien** und des Zeithorizonts
- b) **Status-Quo** Bewertung und Szenarien
- c) Analyse energie- und klimapolitischer **Rahmenbedingungen**



# ERSTELLUNG VON WÄRMEBEDARFSSZENARIEN

## Zum Beispiel: Nutzung von 3D Stadtmodellen zur Gebäudesimulation



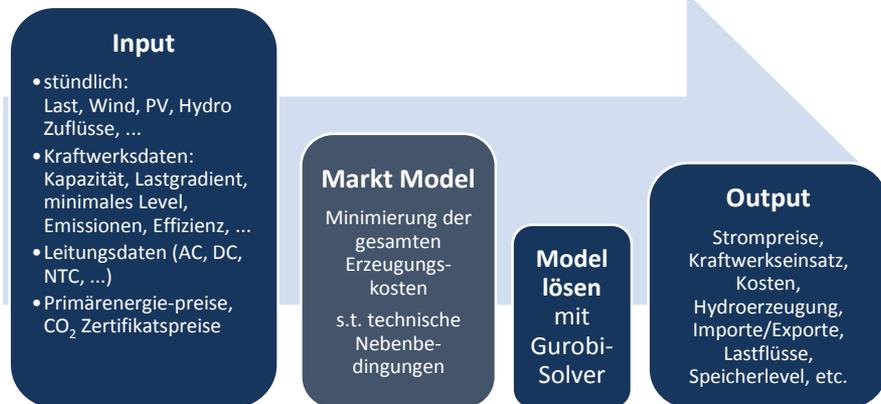
Agugiaro, Giorgio; Hauer, Stefan; Nadler, Florian, Coupling of CityGML-based Semantic City Models with Energy Simulation Tools: some Experiences, REAL CORP 2015

## Alternative: Nutzung von Wärmekatastern oder pauschalen Szenarien bzgl. Sanierung und Neuanschlüssen

# PROGNOSE DER STROMPREISE

## Zum Beispiel: Nutzung von Fundamentalmodellen

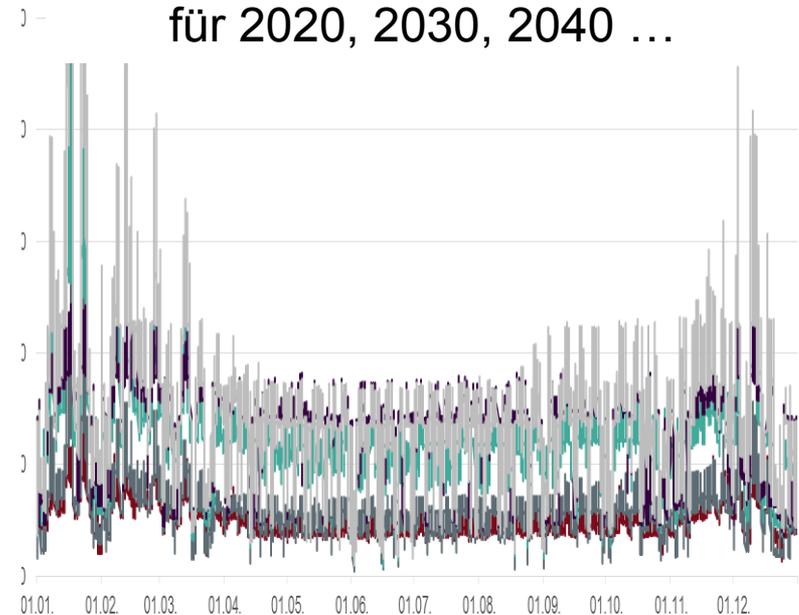
### Eingangs- und Ausgangsdaten des Strompreissimulationsmodells



**Model EDisOn** = Electricity Dispatch Optimization:  
Lineares Optimierungs Problem der TU Wien, EEG



### Ergebnis: Strompreisprognosen für 2020, 2030, 2040 ...



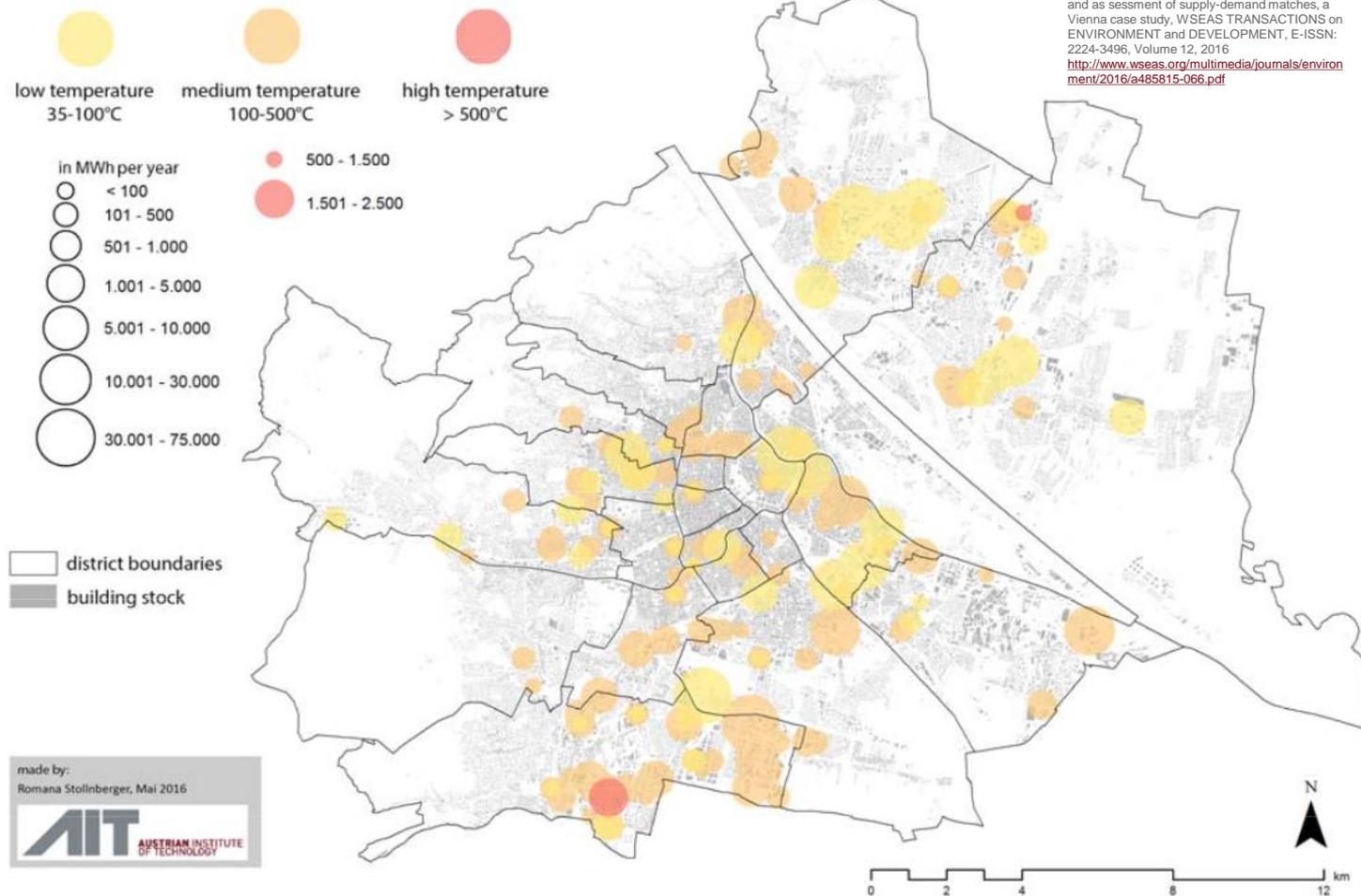
## 2. ENTWICKLUNG VON TECHNOLOGIESZENARIEN

- a) Charakteristika der **Erzeugungsanlagen/** Potentiale alternativer Wärmequellen
  - b) Berechnung **Wärmegestehungskosten**
  - c) Entwicklung von **Erzeugerportfolios**
  - d) **Sensitivitätsanalyse**
- 

# POTENTIALE ALTERNATIVER WÄRMEQUELLEN – BEISPIEL ABWÄRME

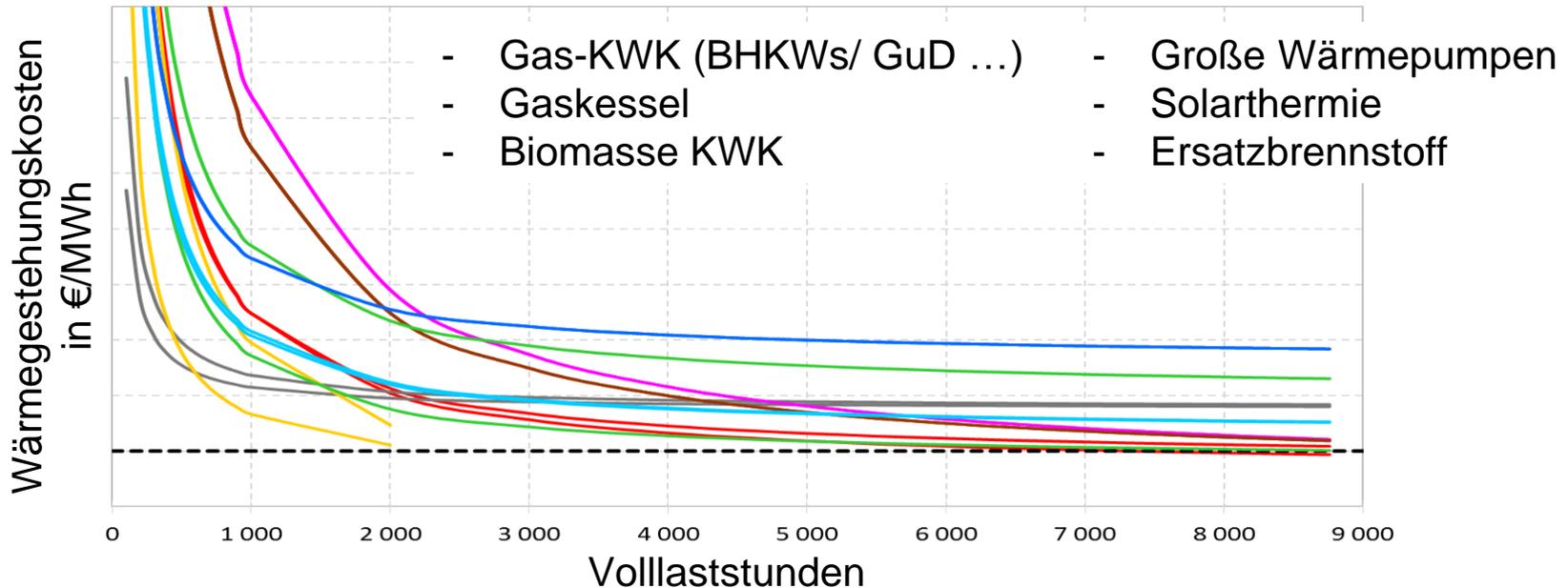
## Beispiel Wien

- Top-down:  
Nutzung verfügbarer GIS- und Firmendaten
- Bottom-up:  
Interviews und Begehungen in relevanten Betrieben



Quelle: Loibl W., Stollnberger, R.; Österreicher D.: Waste-heat re-use from commercial sources in urban environments – identification of potentials and as assessment of supply-demand matches, a Vienna case study, WSEAS TRANSACTIONS on ENVIRONMENT and DEVELOPMENT, E-ISSN: 2224-3496, Volume 12, 2016  
<http://www.wseas.org/multimedia/journals/environment/2016/a485815-066.pdf>

# BERECHNUNG DER WÄRMEGESTEHUNGSKOSTEN

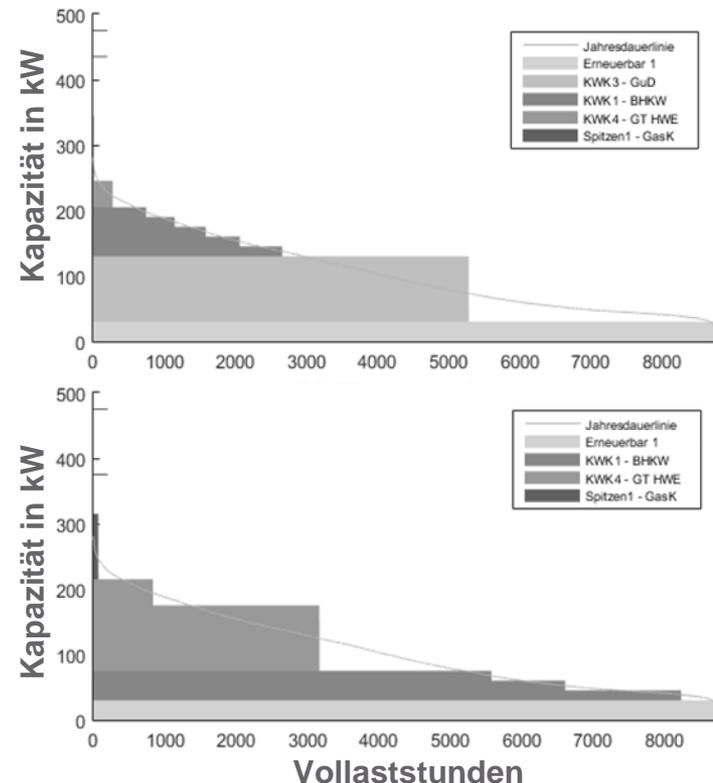


## Die Berechnungen basierend auf:

- Investitions- und Betriebskosten,
- (mittleren) Strom- und Brennstoffpreise,
- Steuern und Förderungen,
- Potentiale bzw. Wirkungsgrade...

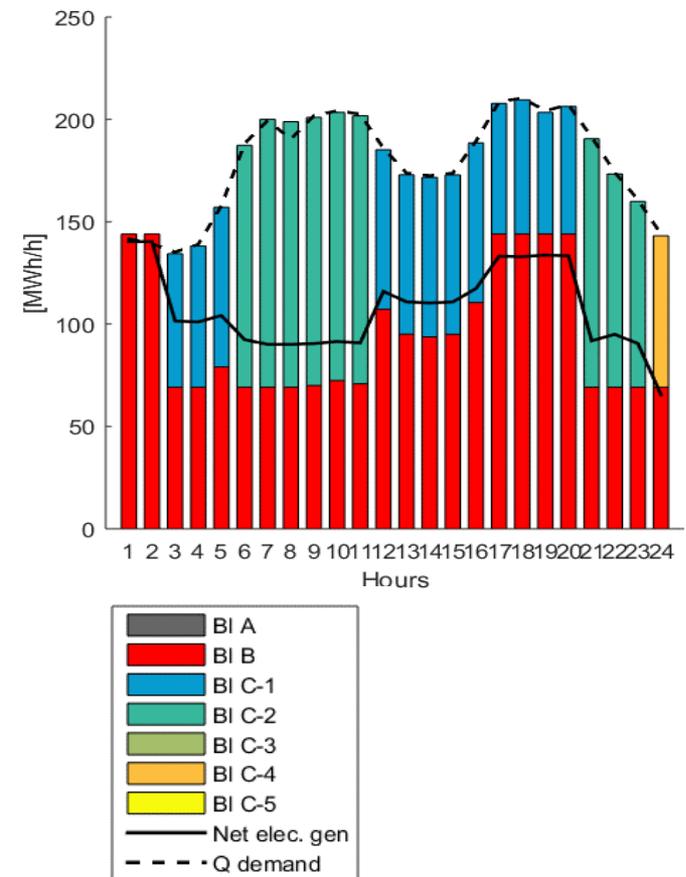
# ENTWICKLUNG VON ERZEUGERPORTFOLIOS

- **Grobauswahl** der Erzeugungsanlagen (Art, Anzahl und Kapazität) mittels Jahresdauerlinie
    - Auswahl der Anlagen erfolgt von unten (Grundlast) nach oben (Spitzenlast), hierbei ist der (n-1)-Fall zu beachten
  - Schnelle Berechnung ermöglicht weite **Parametervariationen:**
    - Mittlere Energiepreise
    - Wärmebedarf
    - Regulative Rahmenbedingungen
- **Kurzzeitige Fluktuationen des Wärmebedarfs und der Strompreise werden nicht berücksichtigt!**



# SENSITIVITÄTSANALYSE

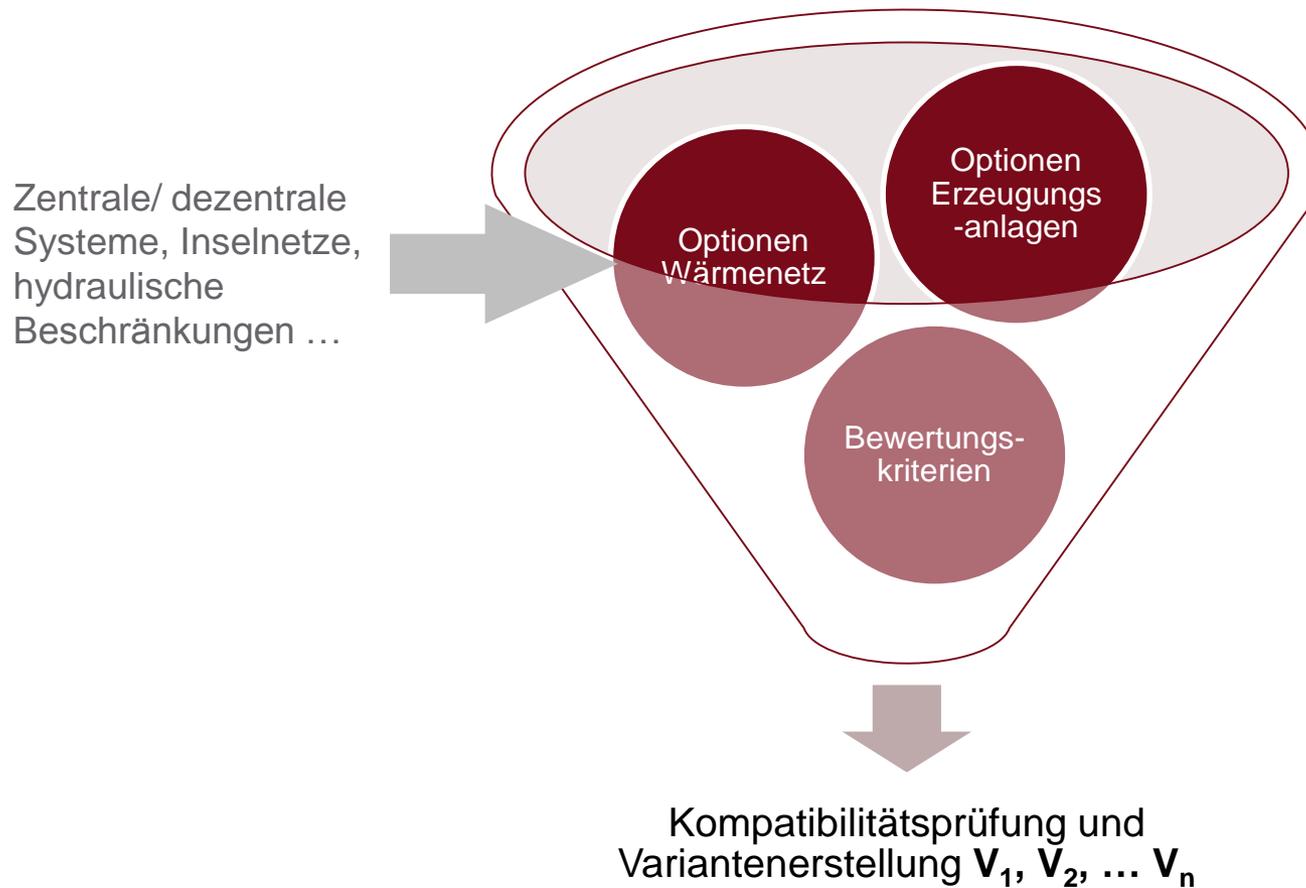
- Für den optimalen Einsatz von KWK- und power-to-heat Anlagen ist die Betrachtung der **stündlichen Strompreiskurven** notwendig.
- Nutzung einer **Einsatz- bzw. Betriebs-optimierung**, Berücksichtigung von
  - Strom- und Brennstoffpreisen,
  - Anfahr- und Wartungskosten,
  - CO2-Zertifikate
  - Verbrauchs- und Wetterdaten
- **Sensitivitätsanalyse**
  - insbesondere für Strom- und Brennstoffpreise sowie Wärmebedarf



### 3. ENTSCHEIDUNG ZUM FINALEN KONZEPT

- a) Auswahl unterschiedlicher **Varianten** (Erzeugung/Netz)
  - b) **SWOT**-Analyse
  - c) Multi-Kriterien-**Bewertung**
  - d) **Übergangsszenarien** und Maßnahmenplan
- 

# AUSWAHL UNTERSCHIEDLICHER VARIANTEN (ERZEUGUNG/NETZ)



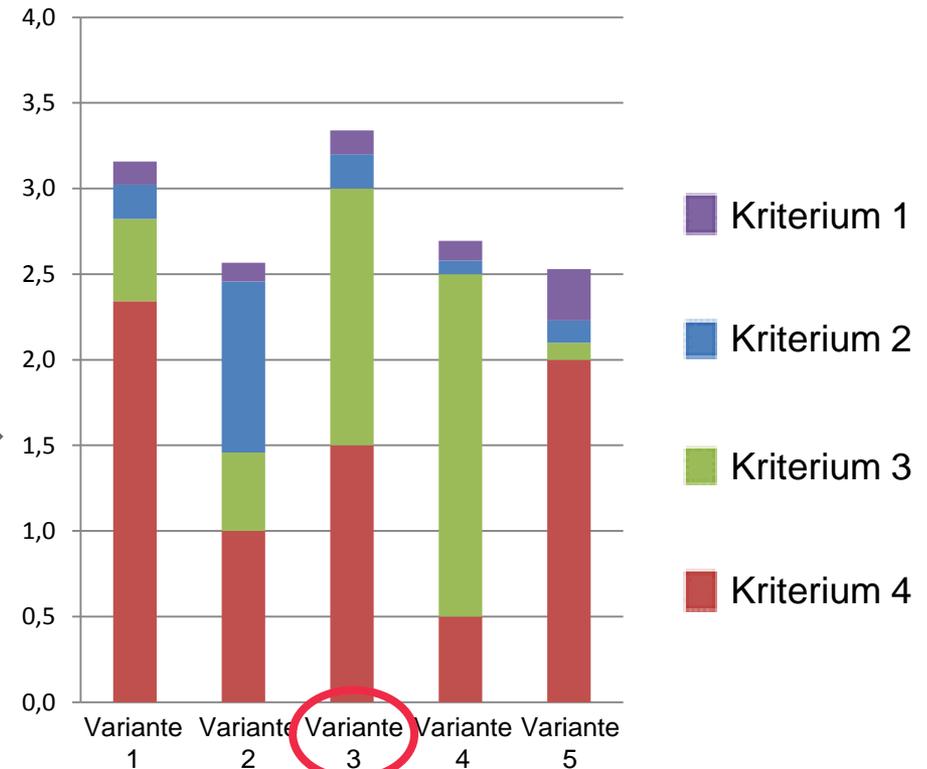
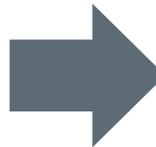
# SWOT ANALYSE RELEVANTER TECHNOLOGIEN

<p><b>Beispiel: Solarthermie</b></p> <p><i>Strengths</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr geringe laufende Kosten und Investitionsrisiken</li> <li>• Keine CO2 Emissionen</li> <li>• Regionale Wertschöpfung aufgrund lokaler Zulieferer</li> </ul>	<p><i>Weaknesses</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohe spez. Investitionskosten</li> <li>• Konkurrenz zu Grundlast-erzeugern</li> <li>• Langzeitspeicher in Städten schwierig umsetzbar</li> </ul>
<p><i>Opportunities</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendenziell sinkende Netztemperaturen</li> <li>• attraktive Finanzierungsmodelle für ökologische Erzeugung</li> </ul>	<p><i>Threats</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kollektoren anfällig für Beschädigungen</li> <li>• Lange Paybackzeiten reduzieren die Flexibilität</li> </ul>

- SWOT Analyse durchgeführt für:
- Bestandsanlagen
  - Erdgas als Brennstoff
  - gasbasierte KWK als Technologie
  - GuD
  - BHKWs
  - Gas-Kessel
  - Biomasse HHKW
  - Ersatzbrennstoff

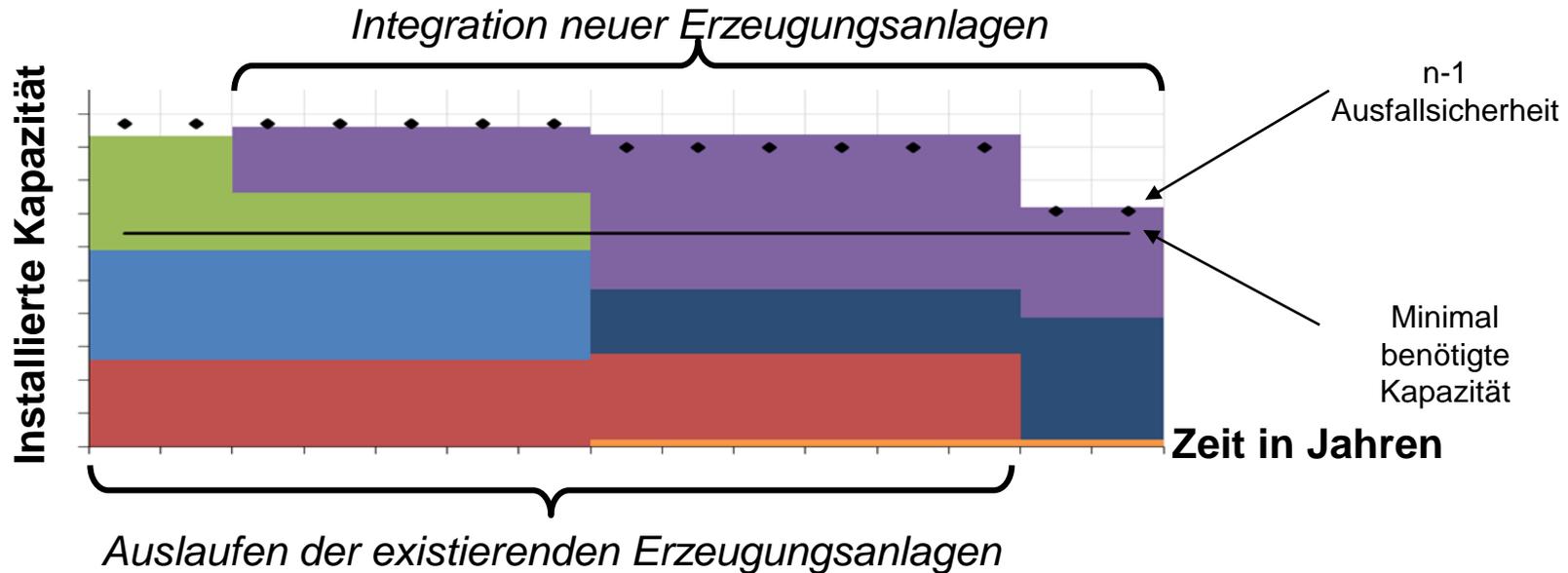
# MULTI-KRITERIEN-BEWERTUNG

		Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5
Skalierung Punkte: 1 = schlechtester Wert -> 4 = bester Wert						
<b>wirtschaftliche Kriterien</b>	Gewichtung					
	Punkte (auf 0,5 gerundet)					
	100%	-	-	-	-	-
<b>ökologische Kriterien</b>	Gewichtung					
	Punkte (auf 0,5 gerundet)					
	100%	-	-	-	-	-
<b>technische Kriterien</b>	Gewichtung					
	Punkte					
	100%	-	-	-	-	-
<b>sonstige Kriterien</b>	Gewichtung					
	Punkte					
	100%	-	-	-	-	-
<b>Gesamtbewertung</b>	Gewichtung					
Wirtschaftliche Kriterien						
Ökologische Kriterien						
Technische Kriterien						
Sonstige Kriterien						
<b>Gesamtpunktzahl</b>	100%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Rang</b>		1	1	1	1	1



**Auswahl der  
Vorzugsvariante**

# ÜBERGANGSSZENARIEN FÜR DIE AUSGEWÄHLTE VARIANTE



## + Einwicklung eines Maßnahmenplans

- Detailstudien,
- Genehmigungen,
- Ausschreibungsverfahren
- ...

## DAS FALLBEISPIEL CHEMNITZ

Einer der wichtigsten Energieträger im Fernwärmenetz Chemnitz ist derzeit Braunkohle. Aufgrund der hohen CO<sub>2</sub> Emissionen und dem hohem Alter der Anlagen war die Entwicklung einer Zukunftsstrategie notwendig. Die eins energie Sachsen wurde hierbei unterstützt von der GEF Ingenieur AG und dem AIT\*

\* die konkreten Ergebnisse unterliegen der Vertraulichkeit und können hier nicht dargestellt werden



# CHEMNITZ IN DEN MEDIEN

## MEGA-ERFOLG FÜR CHEMNITZER UMWELTSCHÜTZER! WAR'S DAS MIT DER MÜLLVERBRENNUNG? 26.04.2017 06:00 | 👁 2.016

Von [Doreen Grasselt](#)

**Chemnitz - Mega-Erfolg für die Chemnitzer Umweltschützer! Der Umweltausschuss hat die geplante Müllverbrennungsanlage am Dienstag von der Tagesordnung genommen. Nun wird neu verhandelt.**

Rathaus und Stadträte haben sich darauf geeinigt, die Chemnitzer mehr einzubeziehen. „Es gab zu wenig Öffentlichkeitsarbeit seitens der Verwaltung“, schimpft CDU-Fraktions-Chef Tino Fritzsche (55). „Außerdem hat bisher keiner Alternativen zur Verbrennung aufgezeigt.“

Deshalb hat der Ausschuss das Thema postwendend an den Stadtrat überwiesen. „Wir werden Müllverbrennung grundsätzlich ablehnen“, sagt Grünen-Fraktions-Chef Thomas Lehmann (48). „Denn in Zeiten der Müllvermeidung machen wir mit so einer Anlage unsere Kinder zu Müllsammlern.“

**Der Zeisigwald müsste auf der 1,5 Hektar großen Fläche zwischen Chemnitz und Niederviesa laut Plan abgeholzt werden, das Naherholungsgebiet wäre in Gefahr (TAG24 berichtete). Der Stadtrat soll Mitte Juni entscheiden.**



*Der Umweltausschuss um Bürgermeister Michael Stötzer (44, Grüne) hat das Thema Müllverbrennungsanlage an den Stadtrat weitergereicht.*

<https://www.tag24.de/nachrichten/chemnitz-muellverbrennung-umweltschutz-naherholungs-gebiet-zeisigwald-stadtrat-rathaus-242594>

# CHEMNITZ IN DEN MEDIEN

## MEGA-ERFOLG FÜR CHEMNITZER UMWELTSCHÜTZER! WAR'S DAS MIT DER MÜLLVERBRENNUNG? 26.04.2017 06:00 | 👁 2.016

Von Doreen Grasselt

Chemnitz - **Mega-Erfolg für die Chemnitzer Umweltschützer!** Der **Umweltausschuss hat die geplante Müllverbrennungsanlage am Dienstag von der Tagesordnung genommen. Nun wird neu verhandelt.**

Rathaus und Stadträte haben sich darauf geeinigt, die Chemnitzer mehr einzubeziehen. „Es gab zu wenig Öffentlichkeitsarbeit seitens der Verwaltung“, schimpft CDU-Fraktions-Chef Tino Fritzsche (55). „Außerdem hat bisher keiner Alternativen zur Verbrennung aufgezeigt.“

Deshalb hat der Ausschuss das Thema postwendend an den Stadtrat überwiesen. „Wir werden Müllverbrennung grundsätzlich ablehnen“, sagt Grünen-Fraktions-Chef Thomas Lehmann (48). „Denn in Zeiten der Müllvermeidung machen wir mit so einer Anlage unsere Kinder zu Müllsammlern.“

**Der Zeisigwald müsste auf der 1,5 Hektar großen Fläche zwischen Chemnitz und Niederviesa laut Plan abgeholzt werden, das Naherholungsgebiet wäre in Gefahr (TAG24 entscheiden.**



Der Umweltausschuss und Müllverbrennungsanlage

## Chemnitzer Energieversorger will aus Braunkohle aussteigen



Freitag, 04.08.2017

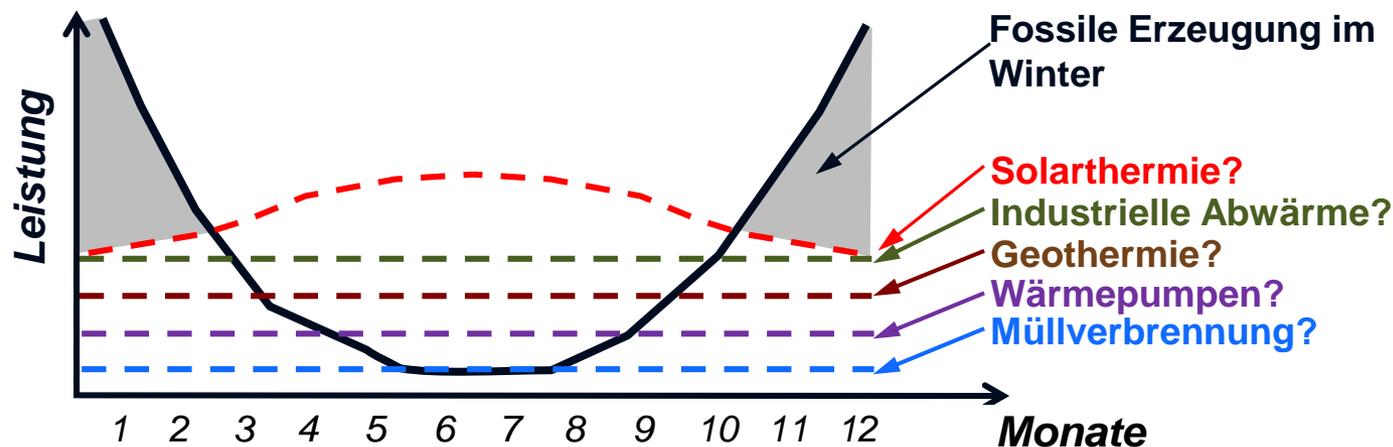
Der sächsische Strom- und Wärmeerzeuger Eins Energie aus Chemnitz will von 2028 an keine Braunkohle mehr verfeuern. Das Unternehmen werde in den kommenden zwölf Jahren aus der Braunkohle aussteigen, sagte der Vorsitzende der Geschäftsführung, Roland Warner. Er begründete das damit, dass die Anlage 2028 abgeschrieben sein wird. „Ich gehe davon aus, dass es keine Verlängerung geben wird“, sagte Warner. Für die Wärme- und Stromerzeugung verbrennt der Energieversorger nach eigenen Angaben pro Jahr eine Million Tonnen Braunkohle. Diese Zahl sei seit Jahren konstant, sagte ein Unternehmenssprecher am Freitag. Schon seit geraumer Zeit würden Experten an einem neuen Versorgungskonzept arbeiten. Unabhängig von dem Ergebnis werde man seine Versorgungspflicht erfüllen, betonte der Sprecher.

<https://www.tag24.de/nachrichten/chemnitz-muellverbrennung-umweltschutz-naherholungs-gebiet-zeisigwald-stadtrat-rathaus-242594>

[http://www.focus.de/regional/chemnitz/energie-chemnitzer-energieversorger-will-aus-braunkohle-aussteigen\\_id\\_7437328.html](http://www.focus.de/regional/chemnitz/energie-chemnitzer-energieversorger-will-aus-braunkohle-aussteigen_id_7437328.html)

# BARRIEREN FÜR ERNEUERBARE ENERGIETRÄGER IN DER FERNWÄRME

- suboptimale **regulative/ steuerliche Anreize**,
- hohe **Strompreise** (insbesondere in der Prognose),
- hohe Netztemperaturen,
- unsichere **Potentiale** von Umgebungs- und Abwärmequellen,
- **Konkurrenz** der Wärmequellen untereinander im Sommer (Saisonalspeicher sind zwar verfügbar, aber für urbane Fernwärmenetze Investitionskostenintensiv und somit mit einem hohen Risiko behaftet)



## ZUSAMMENFASSUNG I/II

Wärmenetze bieten wichtige Optionen zur Integration erneuerbarer Energieträger und können wesentlich zur Sicherung der Systemstabilität beitragen (Sektorenkopplung)

Die Transformationen der Wärmenetze unterliegt individuellen Randbedingungen, die Entscheidungsfindung für neue Erzeugungstechnologien ist komplex



## ZUSAMMENFASSUNG III/II

Die vorgestellte mehrstufige Herangehensweise erlaubt eine klare Entscheidungsfindung, durch die transparenten Darstellung von Zwischenergebnissen können wichtige Stakeholder intensiv eingebunden werden.

Die Verwendung von unterschiedlichen Simulationstools und Parametervariationen ermöglicht eine hohe Robustheit der Ergebnisse.



# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

Dr.-Ing. Ralf-Roman Schmidt

**AIT Austrian Institute of Technology GmbH**

Giefinggasse 2 | 1210 Vienna | Austria

T +43(0) 50550-6695 | M +43(0) 664 235 19 01 | F +43(0) 50550-6679

[Ralf-Roman.Schmidt@ait.ac.at](mailto:Ralf-Roman.Schmidt@ait.ac.at) | <http://www.ait.ac.at>

