

**Interreg**



CENTRAL EUROPE

European Union  
European Regional  
Development Fund

**ENTRAIN**

TAKING  
**COOPERATION**  
FORWARD



TT1: Projektinitiierung und Erfolgsfaktoren  
Rottenburg, 29.11.2019



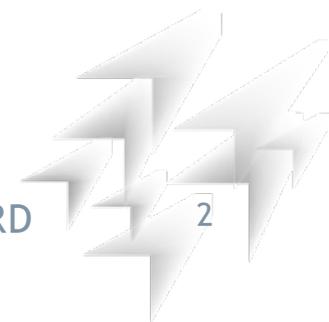
## Initiierung und Erfolgsfaktoren



ENTRAIN | AEE INTEC | Harald Schrammel, Sabrina Metz, Carles Ribas Tugores (Übersetzung J. Eichermüller)

## Ziel der Pre-Feasibility Analyse:

- Identifizieren Sie Interessensgebiete und bewerten Sie zunächst die technische und wirtschaftliche Machbarkeit eines Projekts
- Machen Sie sich ein Bild davon, ob ein Wärmenetz machbar sein könnte (Suche nach Investoren und Verbrauchern, detaillierte Machbarkeitsstudie,...)
- Interessensgebiete haben:
  - Erneuerbare Wärmequellen (z. B. Abwärme aus der Industrie)
  - Hohen Wärmebedarf (Neubau oder Bestand)
  - Bestehende Wärmenetze
  - Kleinstnetze



# HINWEIS !

Eine pre-feasibility Analyse ist nur der erste Schritt!

**Sie umfasst keine Machbarkeitsstudie!**

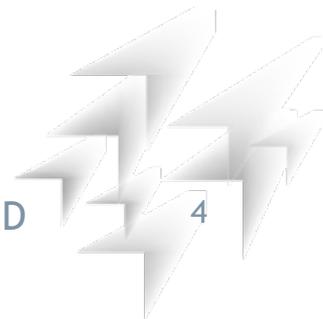
**Sie umfasst keine detaillierte Auslegung!**

Eine umfassende Planung ist unabdingbar. Fehler, die während des Planungsprozesses gemacht wurden, können später oft nicht mehr korrigiert werden (ohne viel Geld).

Natürlich gibt es einen Unterschied zwischen großen und kleinen Projekten, aber auch kleine Projekte müssen sorgfältig geplant werden !!



- Wärmeversorgung eines...
  - ... einzelnen Objekts (MFH oder Bürogebäude, Hotel, Krankenhaus)
  - ... Wärmenetz
  - ... Prozesswärme
- Gegenwärtige Wärmeversorgung
  - Zentralheizung
  - Andere
- Verbrauchsdaten
  - Jährl. Wärmebedarf und nötige Leistung
- Gibt es Interessenten/Stakeholder?
  - Wärmekunden
  - Lokale Behörden
  - Investoren



# GRUNDLEGENDE ÜBERLEGUNGEN II

- Ist Biomassebrennstoff verfügbar?
- Lokale Bauern, Forstwirtschaft, Holzindustrie
- Gibt es andere bekannte Quellen?
- Gebietskarte / Katasterkarte / Satellitenbild



Bild: GIS Steiermark



- Andere relevante Grundbedingungen
- Lokale Entwicklungskonzepte / Flächennutzungsplan
- Bestehende Fernwärmesysteme / vorhandene Kessel



## Beispiel:

- Die Schule in „Kleinstadt“ braucht ein neues Heizsystem
- Gemeinde will einen Biomassekessel installieren
- Örtliche Bauern hatten die Idee, das Projekt zu erweitern
- Ca. 40 potenzielle Wärmekunden: hauptsächlich Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser, einige Geschäfte / Fabriken, Schule, Pflegeheim
- Schule 400 kW, Bürogebäude 200 kW, Pflegeheim 300 kW
- Objekte haben hauptsächlich Zentralheizungssysteme, die mit Öl befeuert werden
- Genossenschaft der Landwirte ist bereit, Brennstoff bereitzustellen und die Anlage zu betreiben - Genossenschaft ist bereit zu investieren  
- keine Erfahrung in Biomasseprojekten
- Ist das Projekt technisch und wirtschaftlich machbar?



# PRE-FEASIBILITY ANALYSE



## Definition von Szenarien

Definieren Sie, welche Verbraucher wahrscheinlich angeschlossen werden und skizzieren Sie das erforderliche Fernwärmesystem (nur Rohrlänge)

## Datenerfassung

Definieren Sie den zu untersuchenden Bereich und sammeln Sie relevante Informationen: Jährlicher Wärmebedarf der Verbraucher (MWh / a), benötigte Heizleistung (MW),...

## Zwischenbewertung

Berechnen Sie die linearen Wärmedichten und vergleichen Sie sie mit den Referenzwerten

Machen Sie eine erste wirtschaftliche Überprüfung

- Zwei typische Kriterien (nachfrageorientiert) sind,
  - Wärmedichte  $\left[\frac{kWh}{a.m^2}\right]$
  - Lineare Wärmedichte  $\left[\frac{kWh}{a.m}\right]$
- Die wichtigsten benötigten Informationen sind:
  - Jährlicher Wärmebedarf der potenziellen Verbraucher [kWh/a] (verschiedene Methoden zur Abschätzung)
  - mögliche Standorte für das Heizwerk
  - mögliche Route des Fernwärmenetzes
- Der Startpunkt könnte auch wärmequellenorientiert sein (z. B. ausgehend von der Industrie mit Restwärme). In diesem Fall wird der Standort des Heizwerks definiert, die oben genannten Kriterien und benötigten Informationen sind weiterhin relevant.



- *Wärmedichte*  $\left[ \frac{kWh}{a \cdot m^2} \right] = \frac{\text{jährl. Wärmeverkauf} \left[ \frac{kWh}{a} \right]}{\text{Netzgebiet} [m^2]}$

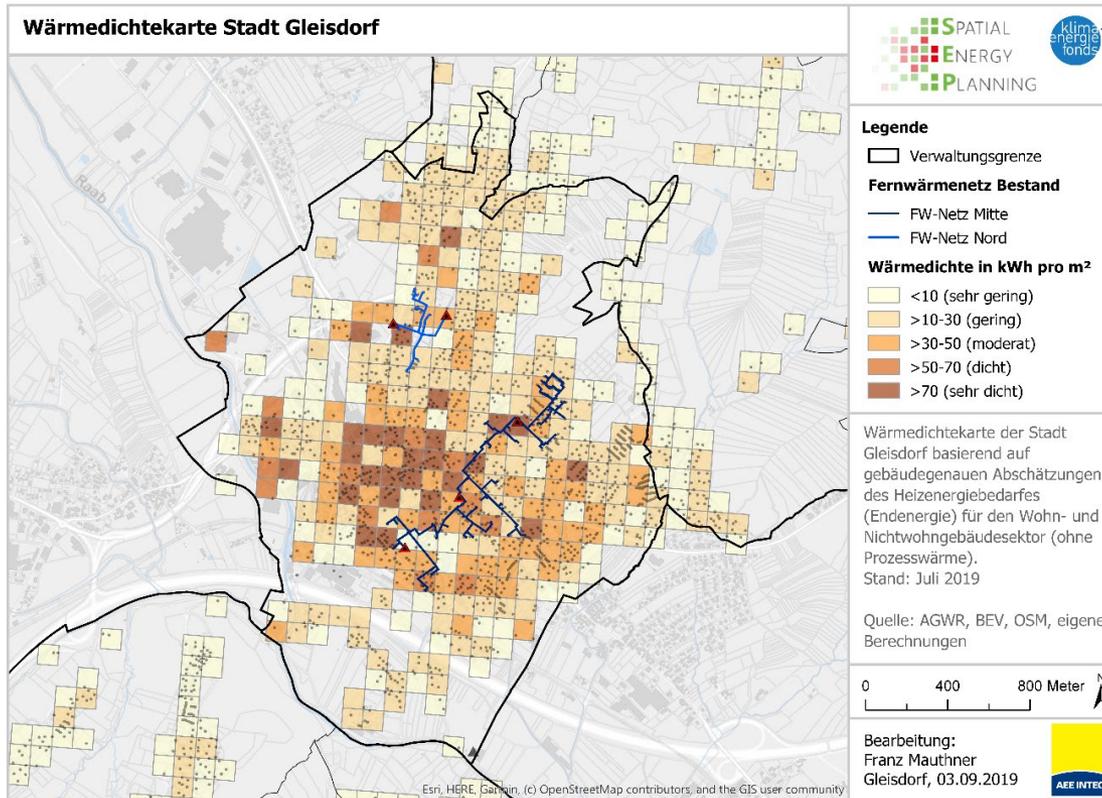


Bild: google maps

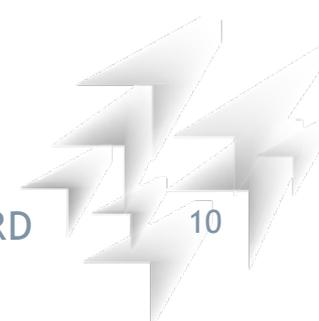


# WÄRMEDICHTE

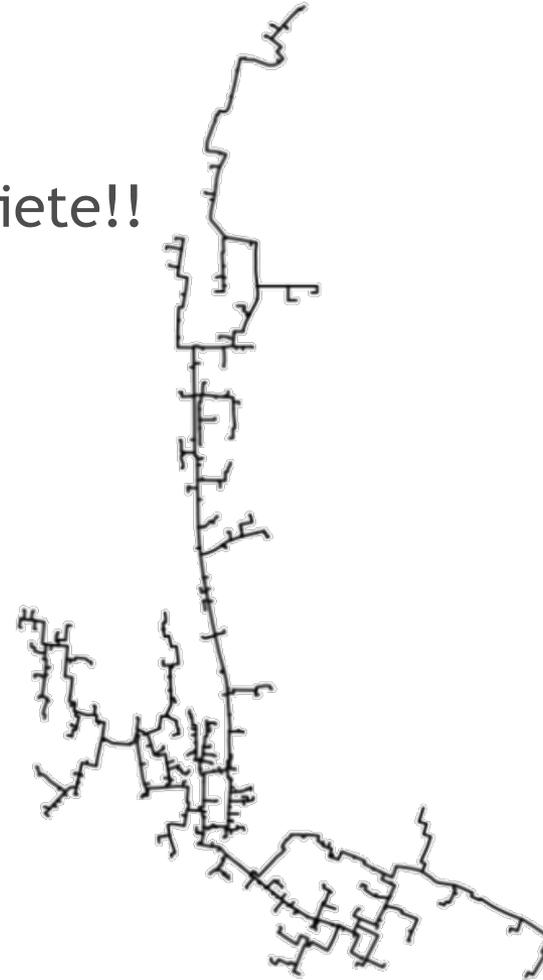
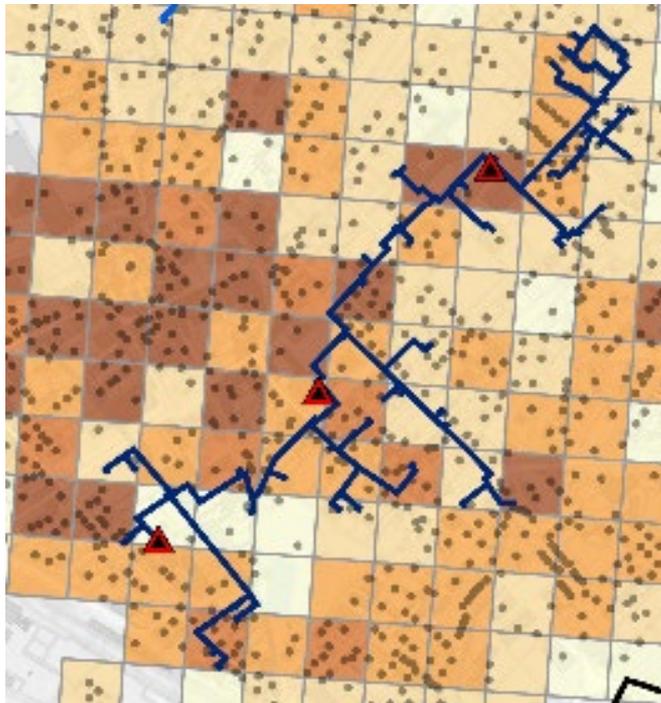
• 
$$\text{Wärmedichte} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{a} \cdot \text{m}^2} \right] = \frac{\text{jährl. Wärmeverkauf} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{a}} \right]}{\text{Netzgebiet} [\text{m}^2]}$$



\*Netzgebiet[m<sup>2</sup>] = 100 m · 100 m

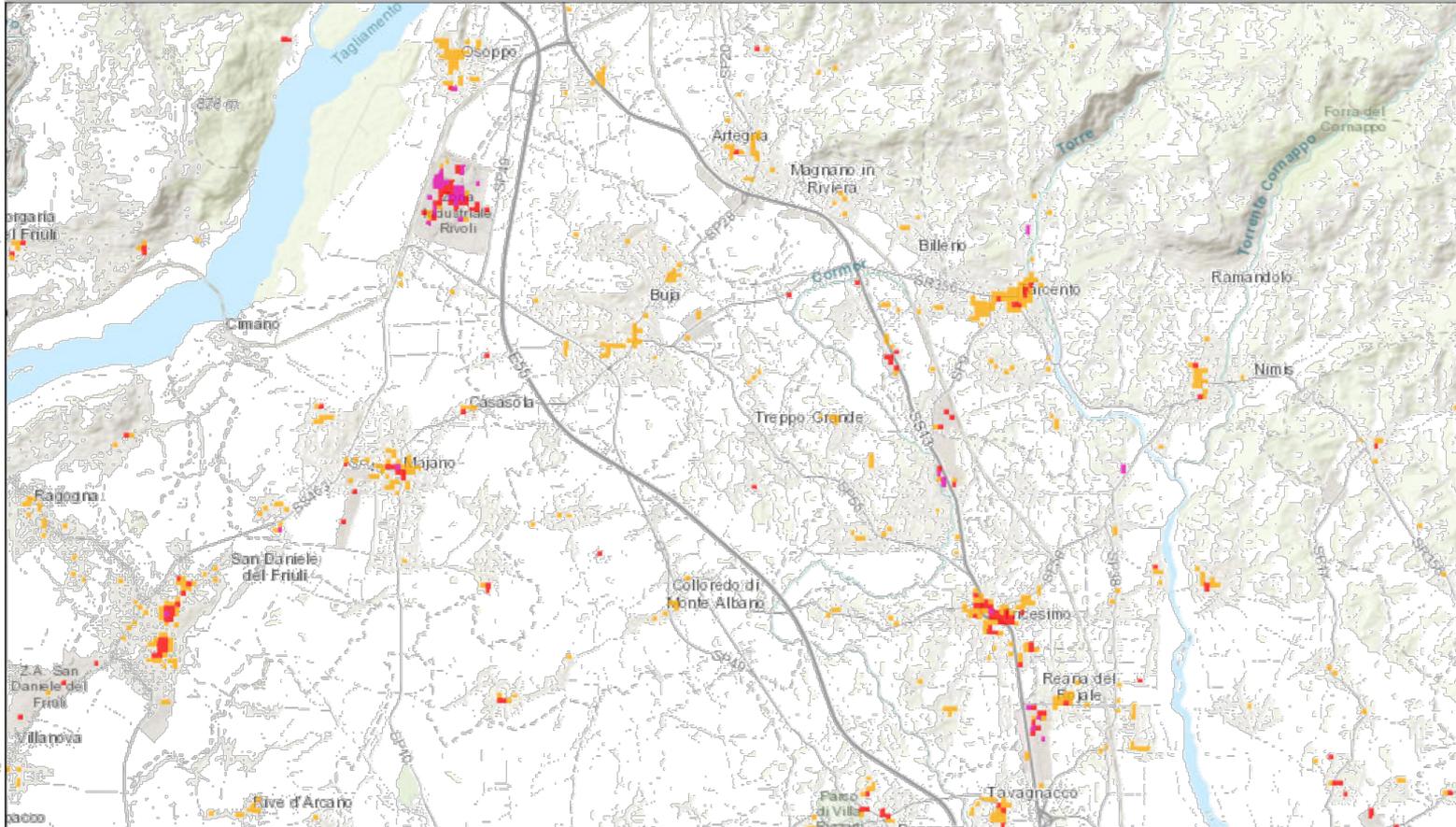


- Bestehende Tools und Datenquellen
  - z.B. Pan-European Thermal Atlas
- Begrenzt anwendbar auf kleine Gebiete!!
  - Grid of 100 x 100m

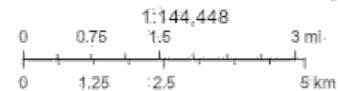


# WÄRMEDICHTE

## Heat Roadmap Europe - Peta 4 version 3



29.11.2019, 05:44:11



2017 Flensburg, Halmstad and Åsberg universities; Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri, Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community  
Flensburg, Halmstad and Åsberg universities  
Copyright 2018, Europa-Universität Viadrina



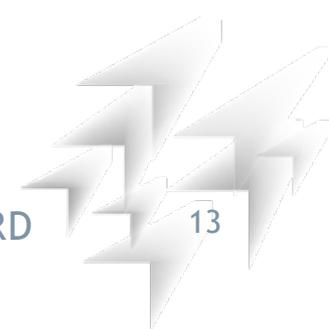
**TAKING COOPERATION FORWARD**

- *Lineare Wärmedichte*  $\left[ \frac{kWh}{a \cdot m} \right] = \frac{\text{jährl. Wärmeverkauf} \left[ \frac{kWh}{a} \right]}{\text{Trassenlänge} [m]}$

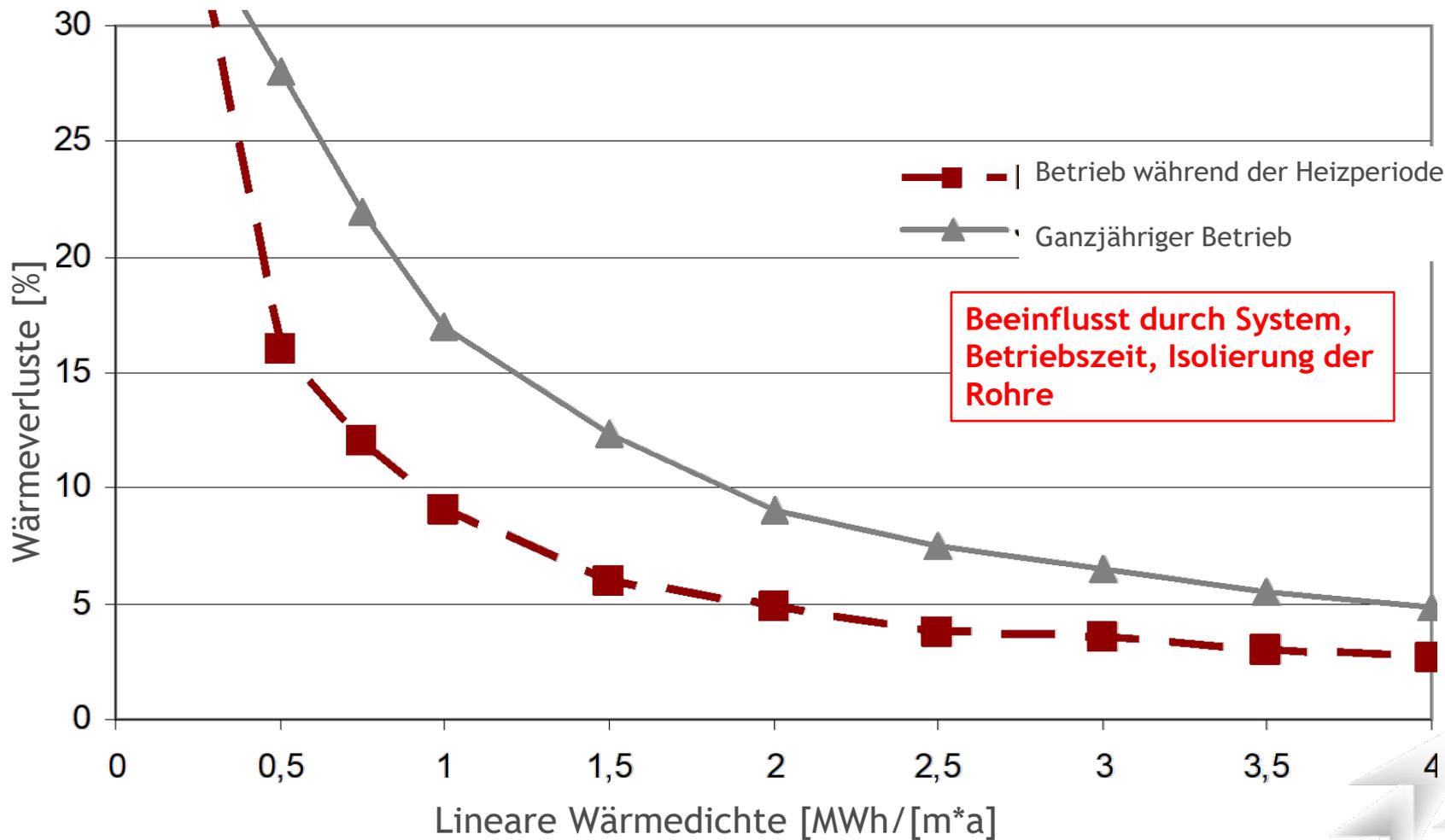
- Geringe lineare Wärmedichte...
  - ...bedeutet hohe Wärmeverluste
  - ...geringe Investitionsauslastung

**QM Heizwerke:  
> 1000 kWh/m\*a**

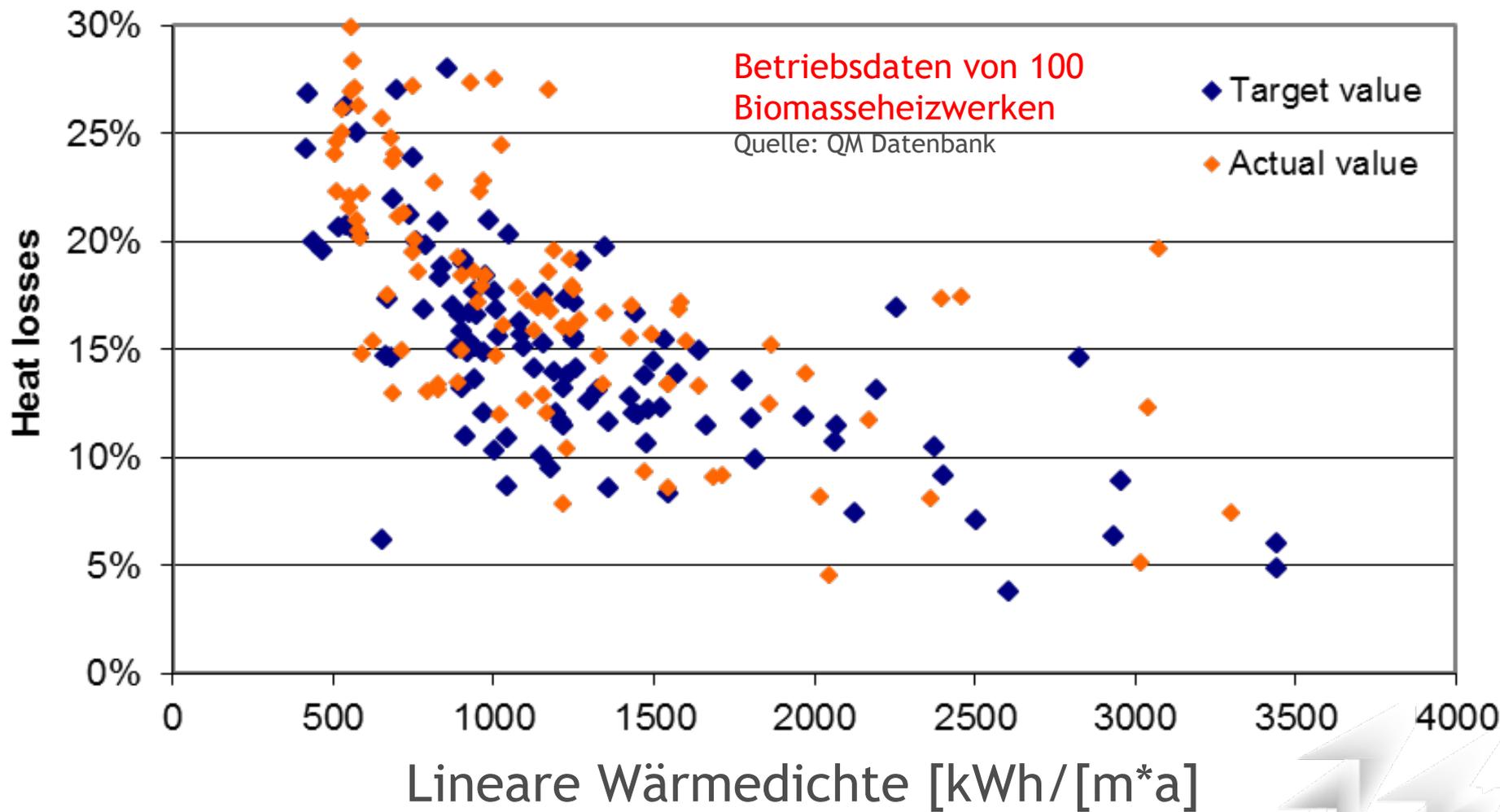
- Wärmenetze mit niedrigen linearen Wärmedichten sind technisch/wirtschaftlich kaum realisierbar
- Die lineare Wärmedichte kann berechnet werden für
  - Ein ganzes Netz
  - Nur Teile des Netzes (z.B. eine Erweiterung)
  - Einzelne Verbraucher



# THEORETISCHER TREND DER WÄRMEVERLUSTE ALS FUNKTION DER LINEAREN WÄRMEDICHTE



# AUSWERTUNG VON BETRIEBSDATEN



# LINEARE WÄRMEDICHTE UND INVESTITIONSKOSTEN

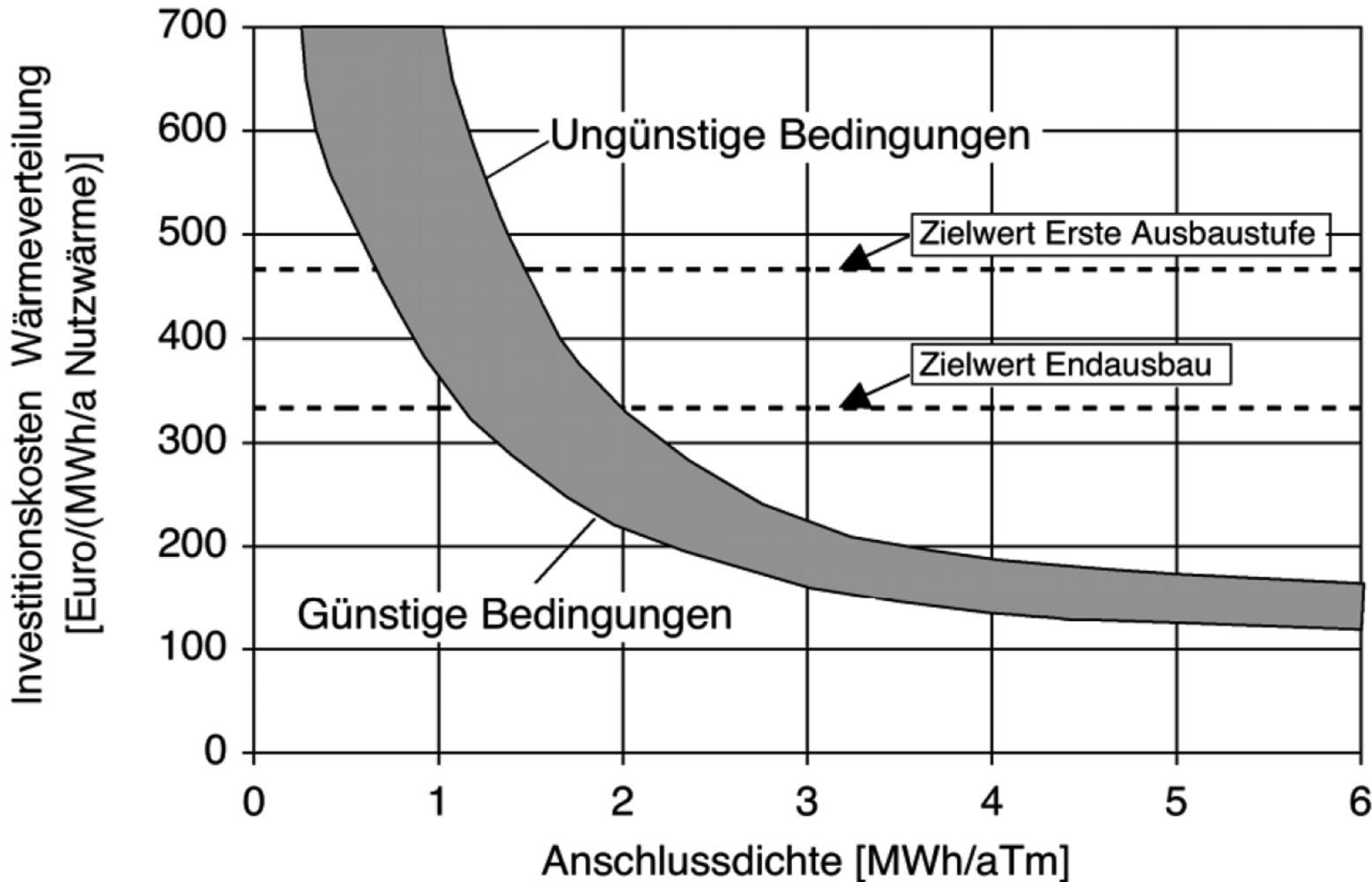


Bild: QM Holzheizwerke



# LINEARE WÄRMEDICHTE EINES HAUSANSCHLUSSES

## House connection pipe

length = 30m

pipe dimension DN20

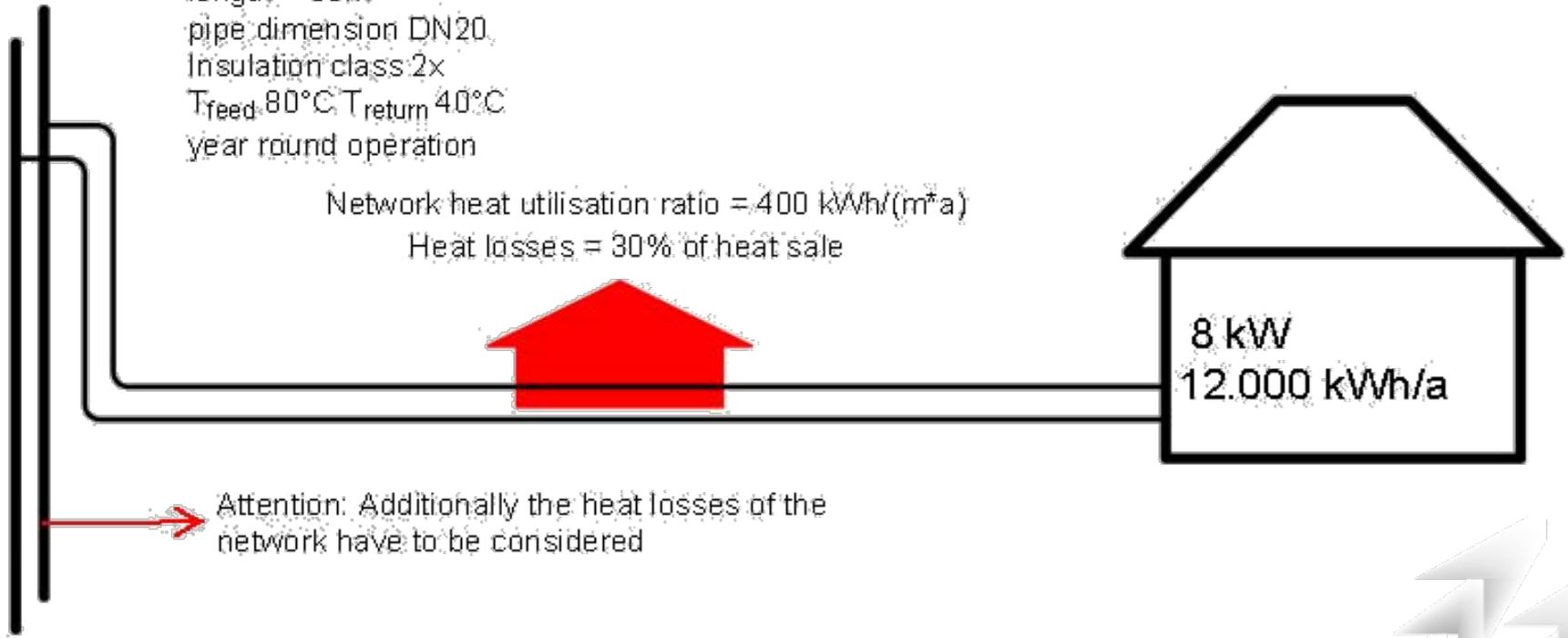
Insulation class 2x

$T_{\text{feed}} = 80^{\circ}\text{C}$   $T_{\text{return}} = 40^{\circ}\text{C}$

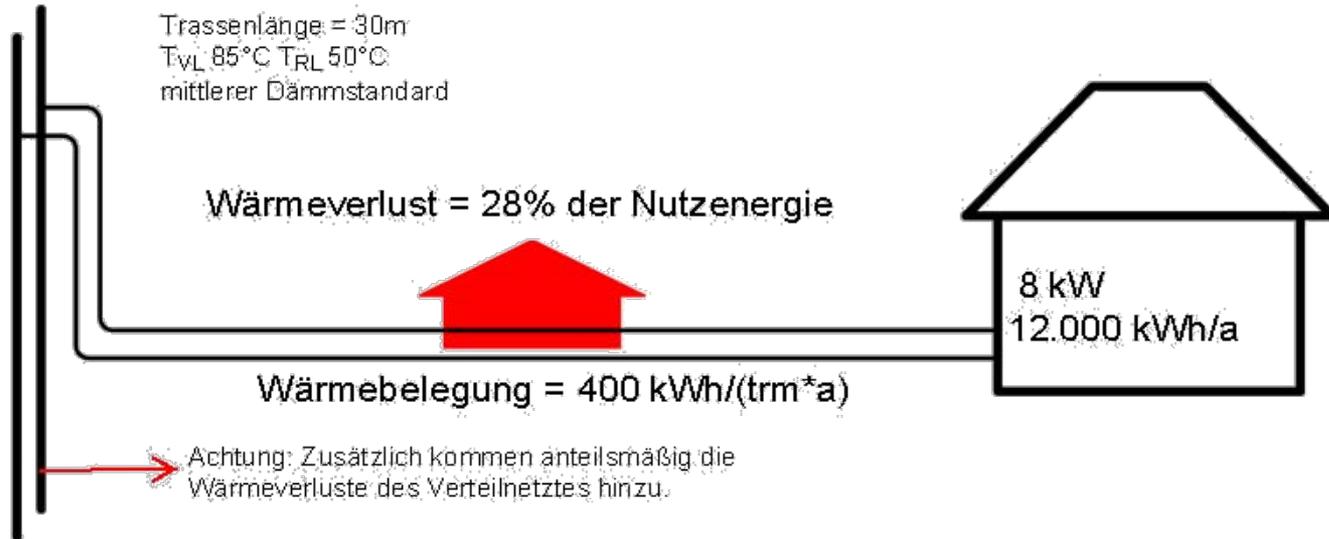
year round operation

Network heat utilisation ratio = 400 kWh/(m<sup>2</sup>·a)

Heat losses = 30% of heat sale



## Hausanschlussleitung



	Systemtemperatur (Vorlauf/Rücklauf)					Kalte Nahwärme
	85/50	80/45	75/40	70/35	65/30	
Einrohr, mittlerer Isolationsstandard	28%	26%	23%	21%	18%	<20°C
Doppelrohr, hoher Isolationsstandard	18%	16%	15%	13%	12%	0 - 2%

Niedrigere Temperaturen helfen, aber...

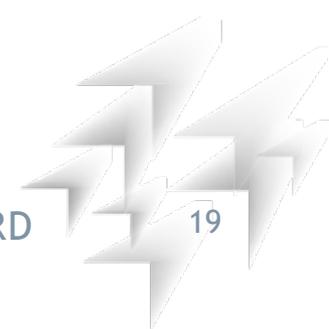
...immer noch hohe spezifische Investition!

... hohe lineare Wärmedichte zwingend erforderlich!

Kalte Nahwärme bietet Alternativen

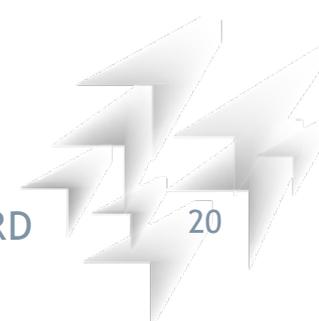


- Halten Sie den Aufwand gering
- Konzentrieren Sie sich auf die wichtigen Verbraucher
  - Verbraucher mit hohem Wärmebedarf
  - Verbraucher, die wahrscheinlich an einem Netzanschluss interessiert sind (altes Heizsystem, verfügen bereits über ein zentrales Heizsystem,...)
- Vorgeschlagene Methode
  - Schätzen Sie den Wärmeverbrauch der anderen Verbraucher anhand von Erfahrungswerten oder Literaturwerten (verschiedene Informationsquellen / Methoden verfügbar).
  - Detaillierte Methodenbeschreibung siehe „ENTRAIN Planungsrichtlinien“
  - Direkter Kontakt zu Großverbrauchern (Fragebogen)



# SCHÄTZUNG DES WÄRMEBEDARFS (FRAGEBOGEN)

Data of heat consumer									
Number			Object name						
Address									
Postal code			City						
State					Layout plan no.				
Owner					Phone				
Mobil phone					Email				
Contract date				Beginning of heat sale (date)					
Stage of expansion		Year		End of heat sale (date)					
Type of heat demand									
Typ of heat cosumer									
Distance to heating plant [m]				Length of house connection pipe [m]					
Object description									
Year of construction				Type of building					
Number of floors			Number of flats			New building	<input type="checkbox"/>		
Single home	<input type="checkbox"/>			Heated floorspace [m2]					
Remedial actions									
Heat demand space heating [kWh]				Heating power space heating [kW]					
Heat demand domestic hot water [kWh]				Heating power domestic hot water [kW]					
Heat demand process heat [kWh]				Heating power process heat [kW]					
Correction factor heat demand				Correction factor heating power					
Contracted heating power [kW]				Year of boiler construction					
Feed temperature [°C]				Return temperature [°C]					
Current fuel			Amount			incl. hot water	<input type="checkbox"/>		
Explanations									

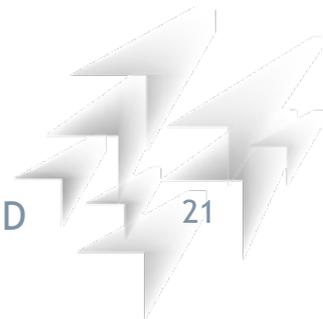


# SCHÄTZUNG DES WÄRMEBEDARFS (LITERATURWERTE)

- Spezifischer Wärmebedarf für Heizzwecke in kWh/(a\*m<sup>2</sup>) je nach Gebäudetyp und Baujahr.

Baujahr	Gebäudetyp			
	Einfamilienhaus (EFH)	Reihenhaus (RH)	Mehrfamilienhaus (MFH)	Großes Mehrfamilienhaus (GMH)
... 1945	245,1	91,4	122,4	140,6
1945 ... 1970	117,9	100,8	105,5	141,8
1970 ... 1980	93,7	86,4	112,6	117
1981 ... 2001	92	75,1	100,6	101
2001 ... 2008	58,9	74,5	78,2	48,3
2009 ...	77	72,7	52,2	57,1

- Z.B. Daten für Slowenien aus dem TABULA WebTool:  
<http://webtool.building-typology.eu/#bm>



# DATEN AUF KARTE EINTRAGEN





# SZENARIOS DEFINIEREN

- Rot:** 1.000 m, 1.350 MWh/a → 1.350 kWh/(a.m) 🍃🍃
- Rot + Orange:** 1.300 m, 1.399 MWh/a → 1.076 kWh/(a.m) 🍷
- Rot + Grün:** 1.150 m, 1.476 MWh/a → 1.283 kWh/(a.m) 🍃



# BEFRIEDIGENDE ZWISCHENBEWERTUNG



## Lastkurve

Schätzen Sie den "nicht wetterabhängigen Wärmebedarf", z.B. Brauchwarmwasser- und DH-Wärmeverluste [MWh/a], um die Lastdauerkurve zu erhalten

## Dimensionierung der Hauptkomponenten

Schätzen Sie die erforderliche Kesselgröße und einen ungefähren Wert für den Hauptdurchmesser

## “Abschließende” Bewertung

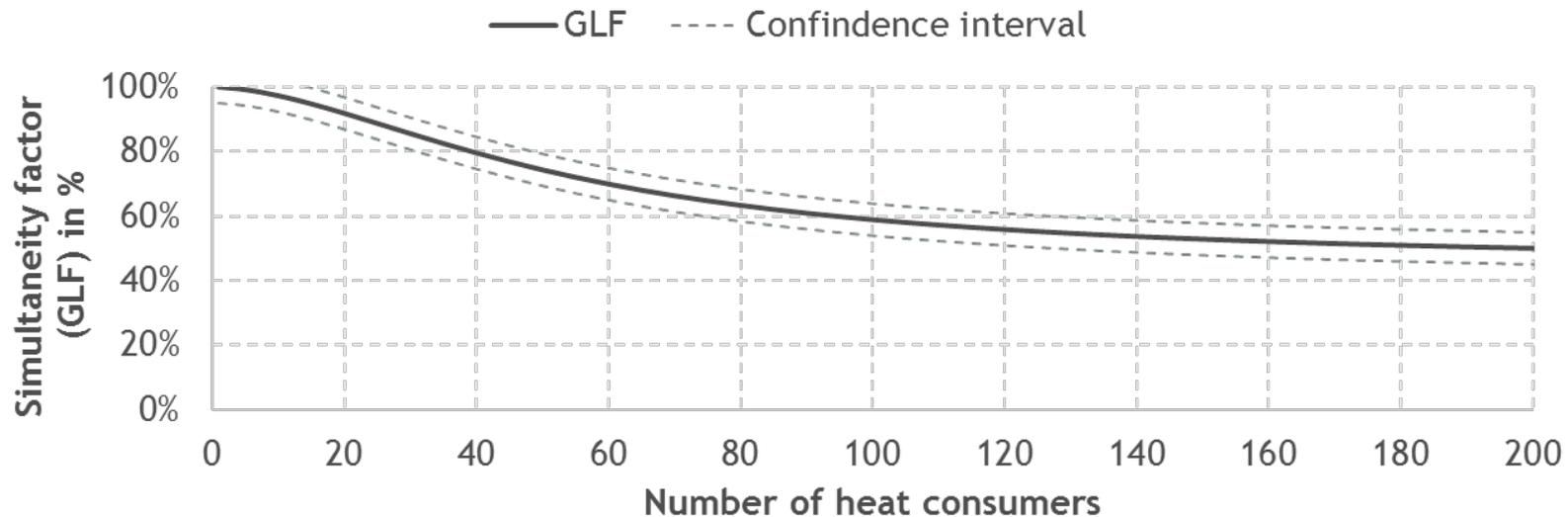
Schätzen Sie die jährlichen Kosten und berechnen Sie die Heizkosten [€/MWh]. Führen Sie eine Sensitivitätsanalyse durch (Kraftstoffpreis ändern,...) und vergleichen Sie die Ergebnisse mit Referenzwerten

- Obwohl Wärmeverluste von vielen Faktoren abhängen, wie z.B.
  - Betriebstemperaturen
  - Rohrdurchmesser und -länge
  - Dämmmaterial
- Man kann die Wärmeverluste als nahezu konstant annehmen und mit ca. 15 % des Wärmebedarfs kalkulieren
- Für das Szenario „Rot + Grün“, in dem 1.476 MWh/a Wärme zugeführt werden, ergeben sich Wärmeverluste von 221,4 MWh/a, d.h. konstante Wärmeverluste von 25 kW
- **Theoretischer maximaler Heizbedarf = 990 kW + 25 kW**



# KORREKTUR DER NOTWENDIGEN WÄRMEKAPAZITÄT

- Die erforderliche Wärmekapazität entspricht der installierten Leistung multipliziert mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor (basierend auf der Tatsache, dass nicht alle Verbraucher gleichzeitig die volle Kapazität anfordern).

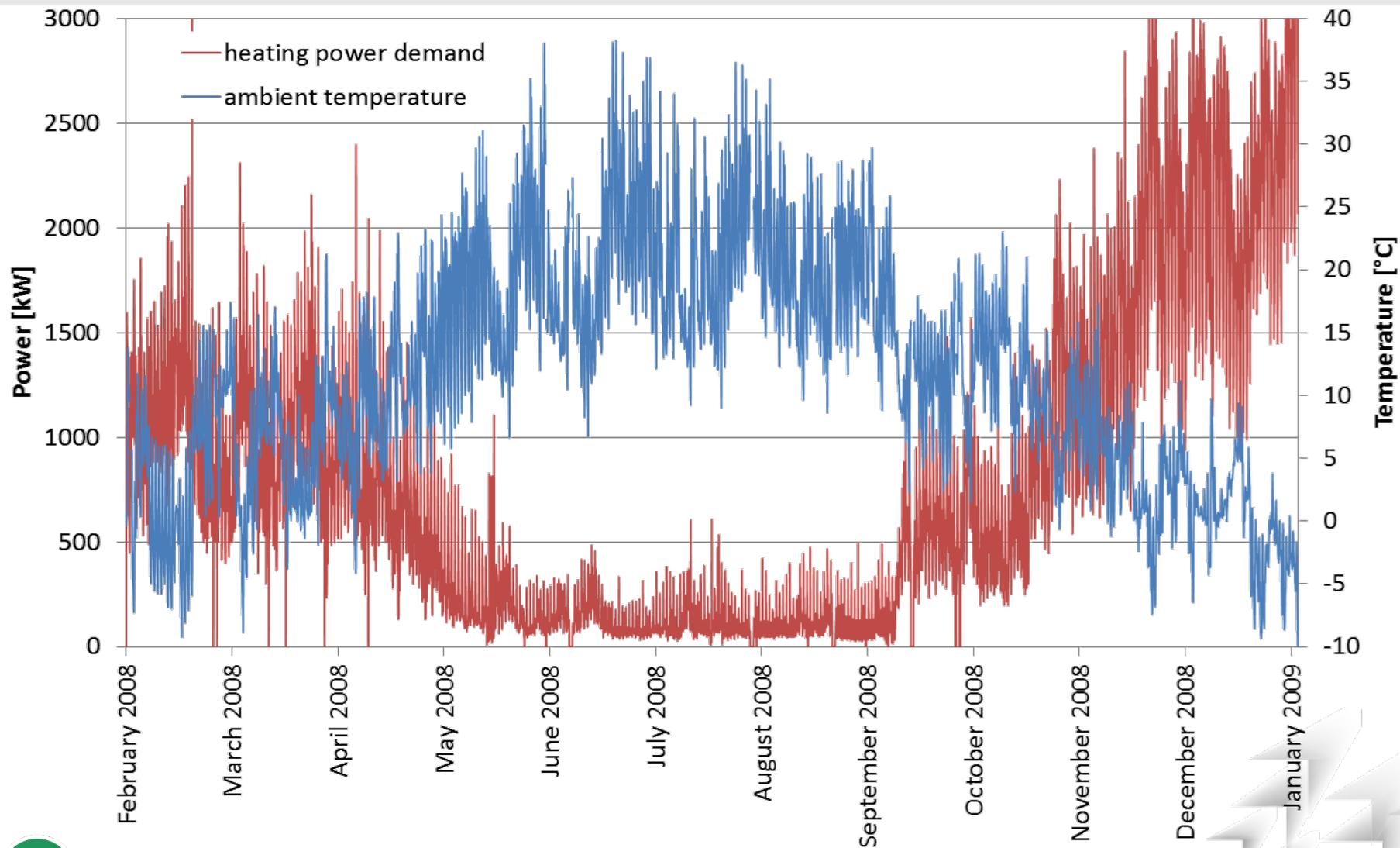


source: Winter, W., Haslauer, T., & Obernberger, I. (2001). Untersuchungen der Gleichzeitigkeit in kleinen und mittleren Nahwärmenetzen. Euroheat & Power, 1-17.

- Annahme: 25 Verbraucher,  $GLF = 0,89$  und die erforderliche Wärmepazität =  $990 \text{ kW} * 0,89 + 25 \text{ kW} \approx 900 \text{ kW}$



# LASTKURVE DES WÄRMENETZES



# AUSLEGUNG DES BIOMASSE-KESSELS

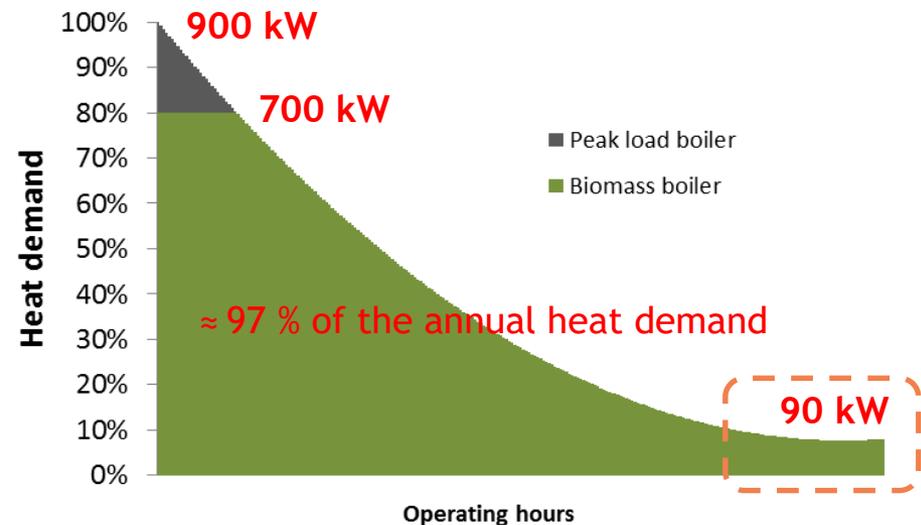
Biomassekessel zur Deckung von bis zu 80% des Wärmebedarfs, d.h. 700 kW

Die wenigen Betriebsstunden bei hoher Leistung (> 80%) sind die höhere Investition eines größeren Biomasseheizwerks in der Regel nicht wert

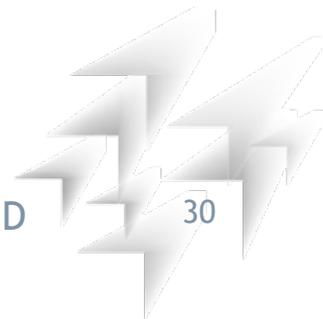
Achtung! Min. Wärmebedarf < min. Kessellast → Biomassekessel muss > 25 % seiner Nennleistung laufen, d.h. >175 kW !

Berechnen Sie die Volllastbetriebsstunden

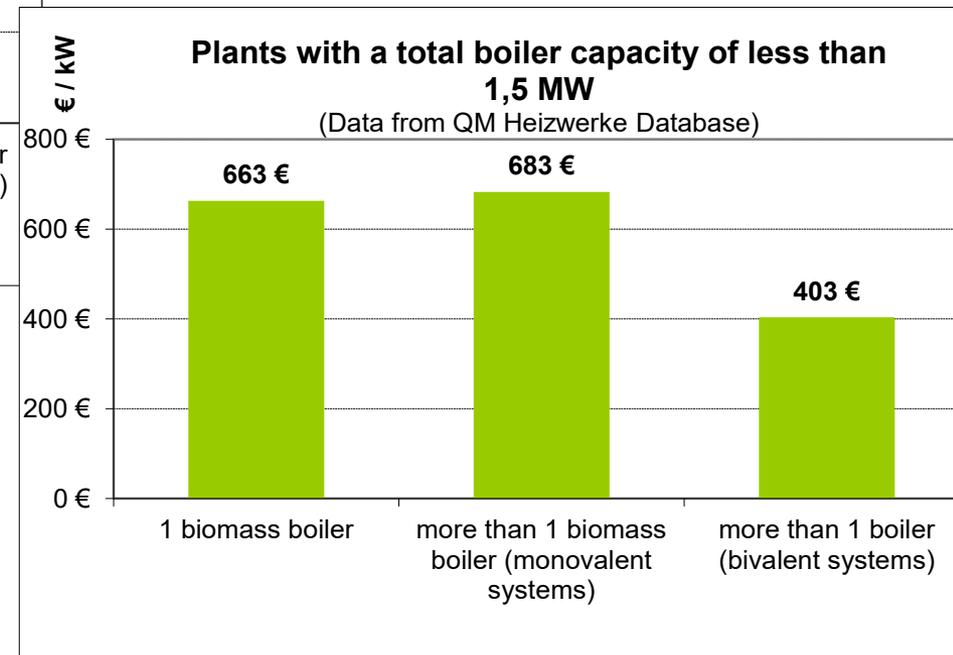
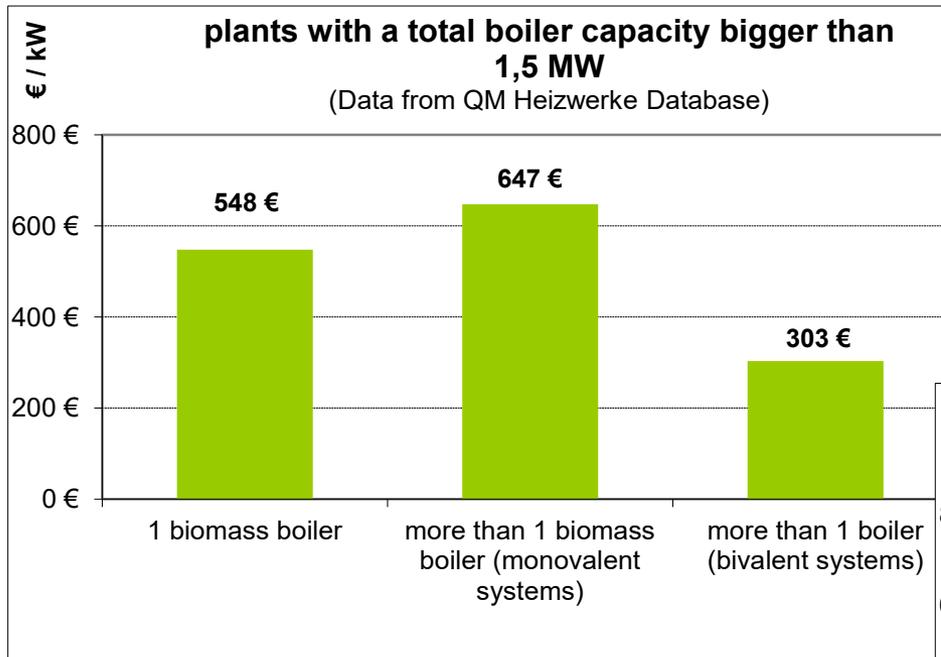
$$\text{Volllastbetriebsstunden} \left[ \frac{h}{a} \right] = \frac{\text{jährl. Wärmeezeugung} \left[ \frac{kWh}{a} \right]}{\text{Kesselnennleistung} [kW]}$$



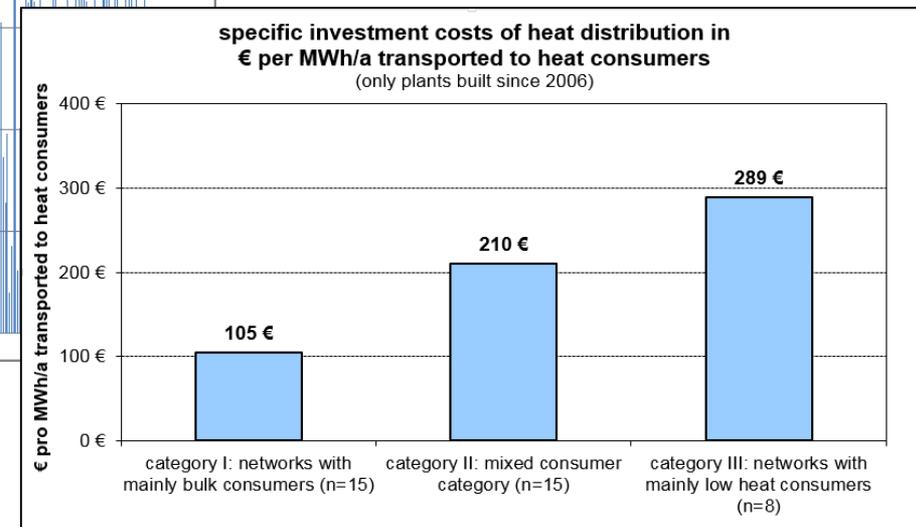
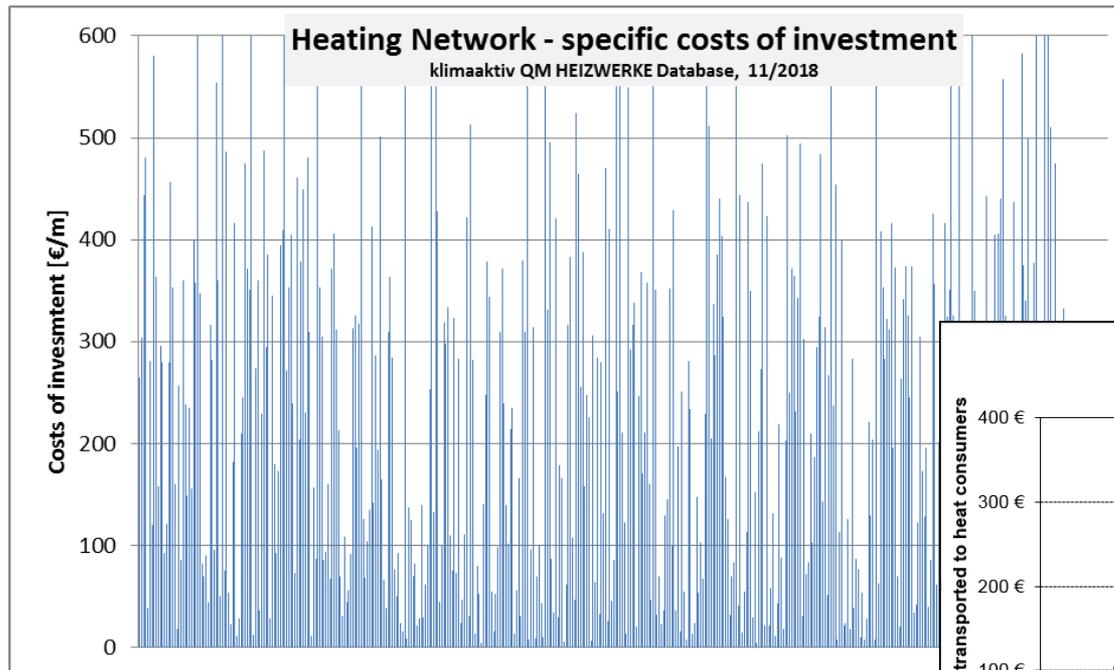
- $Wärme\text{kosten} = \frac{\sum \text{jährliche Kosten}}{\sum \text{jährliche Wärmelieferung an Kunden}} \left[ \frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right]$
- Die jährlichen Kosten umfassen...
  - Investition (einschließlich kalkulatorischer Kapitalzinssatz, d.h. Zinssatz und erwartete Lebensdauer der Komponente)
  - Instandhaltung
  - Kraftstoff und Hilfsenergie
  - Personalkosten (Reinigung, Betrieb, Wartung und Inspektion)
  - Konzessionsgebühren
  - ...
  - Förderung?



# INVESTITIONSKOSTEN BIOMASSE-HEIZWERK



- Die Investitionskosten für ein Wärmenetz variieren zwischen 200 und 400 € / m (Streckenlänge)



- Typisches / vorhandenes zu ersetzendes Heizsystem
- Z.B. Ölheizung
  - Jährliche Auslastung des Kessels: 75%
  - Heizwert des Heizöls: 10 kWh / l
  - Ölpreis: 0,08 € / kWh
  - Wärmepreis:  $0,08 \text{ € / kWh} \cdot 0,75 = 0,106 \text{ € / kWh!}$  (Fixkosten, z.B. Investition für den Kessel und den erforderlichen Öltank nicht berücksichtigt)
- Jährliche Auslastung elektrischer Heizungen: 100%
- Strompreis = Heizpreis:  $0,2 \text{ € / kWh!}$  (Fixkosten, z. B. Investition für die nicht berücksichtigten Heizungen)



# DANKE!



Sabrina Metz, Carles Ribas Tugores, Harald Schrammel  
AEE INTEC  
Feldgasse 19, A-8200 Gleisdorf



[www.interreg-central.eu/entrain](http://www.interreg-central.eu/entrain)



[s.metz@aee.at](mailto:s.metz@aee.at)



+43 3112 5886-234



@ENTRAIN\_project  
@AEE\_INTEC

