



# „Grundlagen einer (kommunalen) Wärmewende“



17.05.2023

## **„Grundlagen einer (kommunalen) Wärmewende“**

1. Einordnung der aktuellen Mengen und Dimensionen der (kommunalen) Wärme
2. Ergebnisse gemeinsamer Sitzung des Umwelt- und Stadtplanungsausschusses 3.5.2023
3. Wo sind noch Lücken?

# 1.1 Wärme-Leistung, Wärme-Energie, Zeit, Wirkungsgrad

| Dimension x                   | Leistung (P) in x Watt      | Energie (E) in x Watt Stunden |                                  |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| -                             | 100 W = Leistung Mensch     |                               |                                  |
| Kilo = k<br>1.000             | 10 kW = Leistung Gasheizung | 1 kWh : 10 Stunden trainieren |                                  |
| Mega = M<br>1.000.000         | 20 MW = Leistung Großwärmep | 20 MWh : Wärme Haushalt       | / 80% → Nötige Energie 25 MWh    |
| Giga = G<br>1.000.000.000     | 0,9 GW = Leistung Fernwärme | 160 GWh : Großwärmepumpe      |                                  |
| Tera = T<br>1.000.000.000.000 |                             | 1,321 TWh : Fernwärme N       | / 50% → Nötige Energie 2,643 TWh |

(Nutz)-Energie = Leistung \* Zeit

Nötige Energie = Nutzenergie / Wirkungsgrad

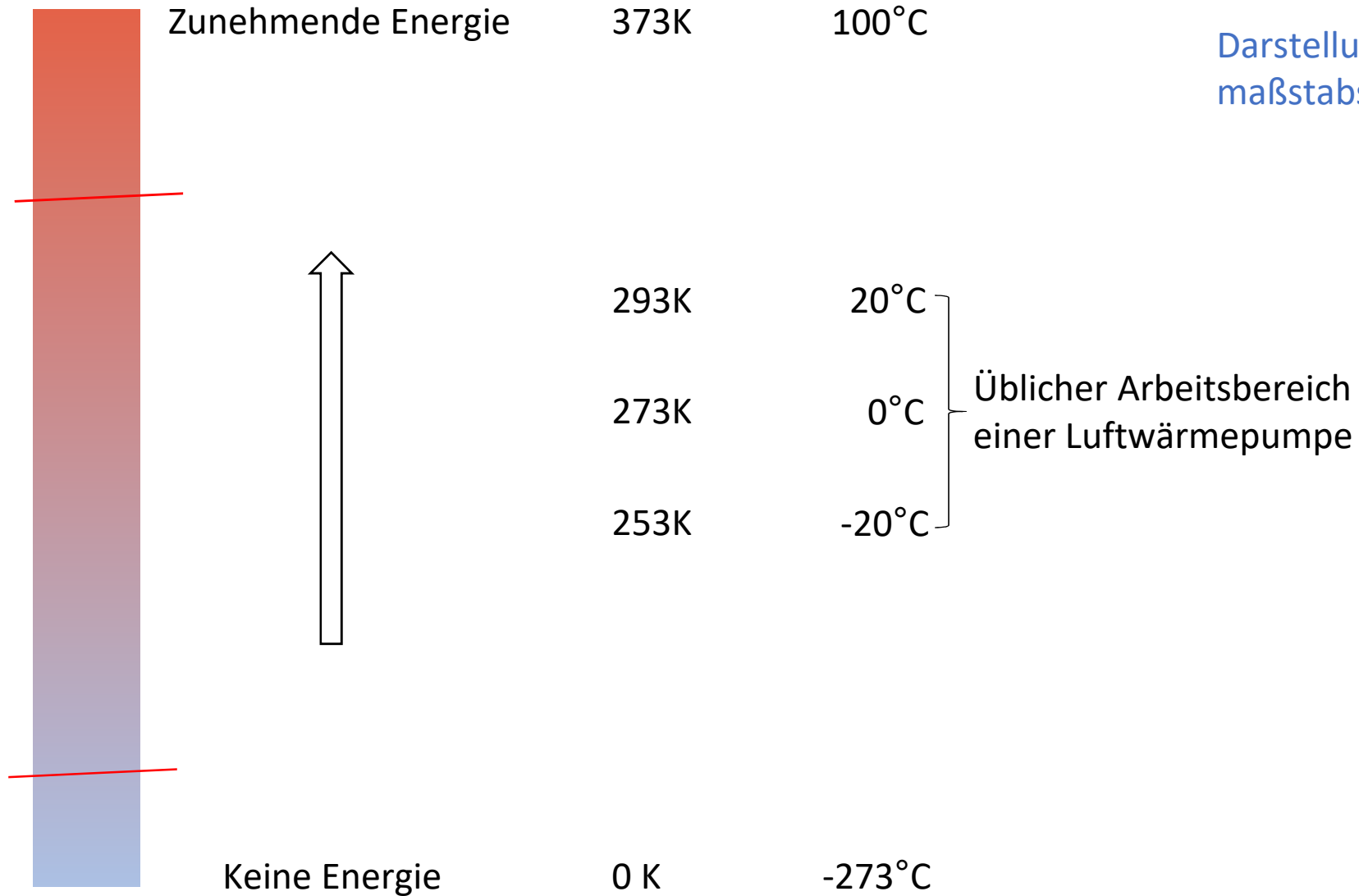
# 1.2 Masse Treibhausgase (THG, CO<sub>2</sub>e) abhängig von Erzeugungsart und Energie

| Masse x          | Spezifische CO <sub>2</sub> e Emission<br>Masse / Energie  | Nötige Energie  | Masse der freigesetzten THG                        |
|------------------|--|-----------------|--|
| g                | Erdgas verbrennen<br>250 g / kWh   | 1 kWh           | 250 g  |
| kg<br>1000g      | 250 kg / MWh   | 1 MWh<br>25 MWh | 250 kg<br>6.250 kg = 6,25 t                        |
| t<br>1.000kg     | 250 t / GWh  | 1 GWh           |  |
| kt<br>1.000t     | 250 kt / TWh   | 1 TWh<br>2,6TWh | 250 kt fossile Fernwärme/a<br>660 kt Fernwärme N*) |
| Mt<br>1.000.000t |  |                 | 3,1 Mt Stadt Nürnberg/a **)                        |
|                  | <a href="https://www.volker-quaschnig.de/datserv/CO2-spez/index.php">https://www.volker-quaschnig.de/datserv/CO2-spez/index.php</a><br>Mit Leckagen 358 g/ kWh |                 | *) Tatsächlich höher, da CH4 – Leckagen dazukommen |

Masse Treibhausgase = Masse / Energie \* Nötige Energie

\*\*\*) CO<sub>2</sub>-Budget N: 27 Mt bei 1,5°C Ziel; [Quelle](#)

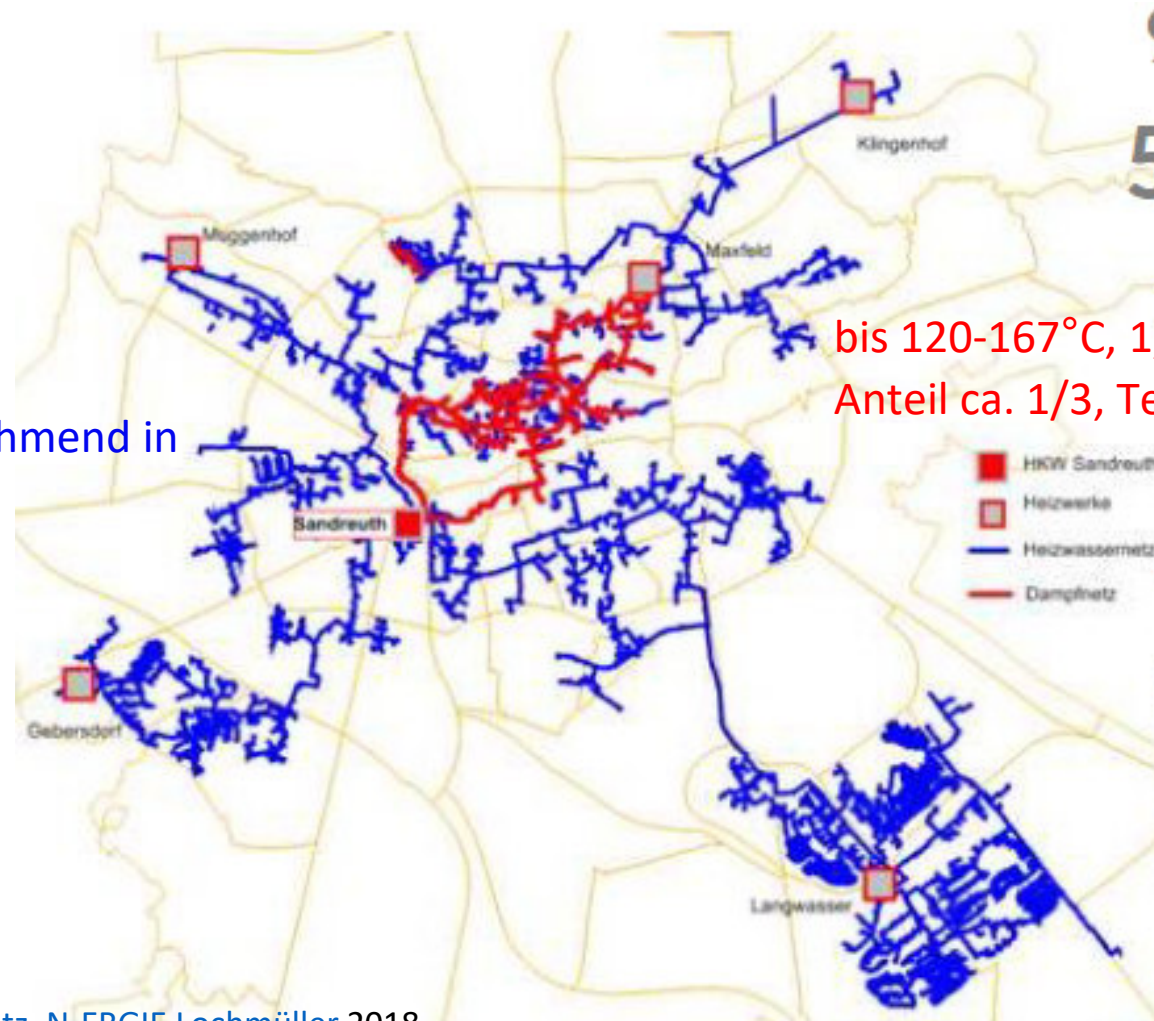
# 1.3 Temperaturen nach Lord Kelvin [K] und Celsius [°C]



Darstellung nicht maßstabsgetreu

## 1.4 Fernwärmenetz mit 6 Wärmeerzeugungstationen

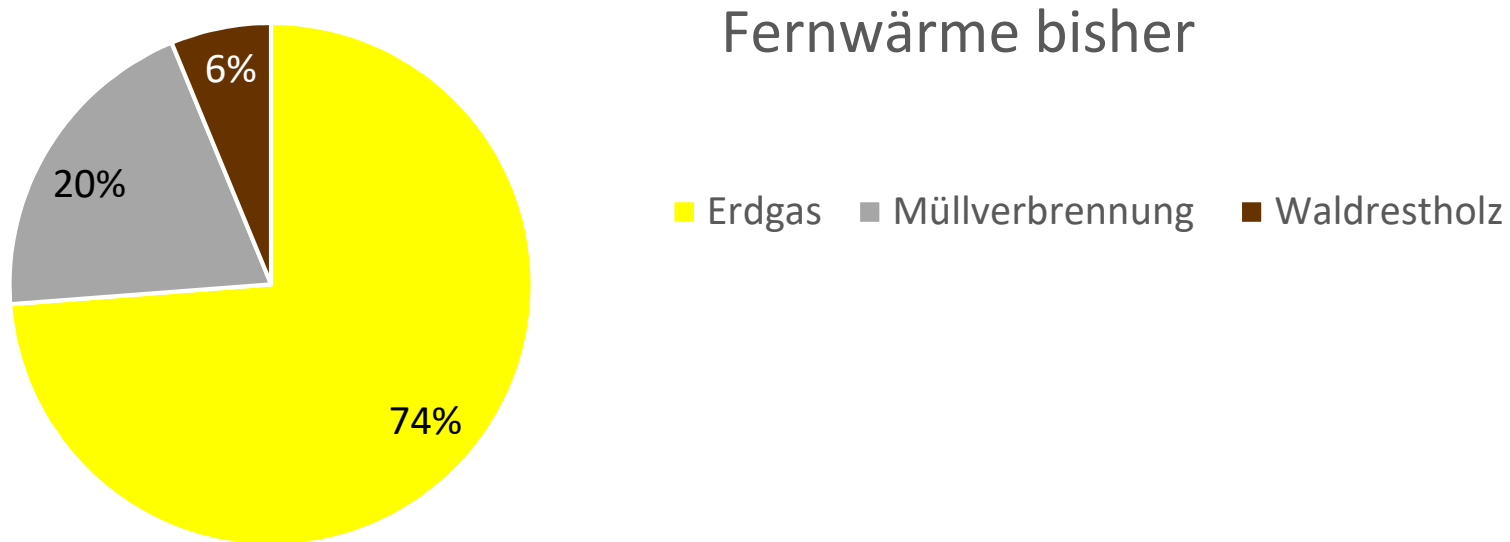
75-130°C  
Anteil ansteigend  
Temperatur abnehmend in  
Richtung 70°C



bis 120-167°C, 1,0-65 bar (**Dampf**)  
Anteil ca. 1/3, Tendenz abnehmend

[P2Heat Fernwärmenetz, N-ERGIE Lochmüller 2018](#)

# 1.5 Energieträger Fernwärme heute von 1.321 GWh



Gebäude mit Fernwärme (S10): ca. 30%, ca. 22.000 Wohngebäude

Energiemenge Fernwärme: 1321 GWh

Menge Müllverbrennung: 264 GWh

Energiemenge aus Verbrennung von Waldrestholz: 82 GWh

Leistung Fernwärme: 900 MW th

## 2.1 Gemeinsame Sitzung des Umwelt- und Stadtplanungsausschusses 3.5.2023

1. Pläne der N-ERGIE
  1. Altholzverbrennung
  2. Erdwärme aus > 1000m
  3. Kleedörfer/Ulrich:  
Kein Gasnetz zu Einzelhäusern mehr nötig;  
H2 zu teuer für die Heizung;  
Geld besser in Wärmenetze investieren.
2. Stadtratsbeschluss:  
N 2045 fossilfrei, Restbudget entscheidend,  
Wärmeleitplan extern beauftragen im Herbst 2023,  
nach 9 Monaten Bericht.

Dokumente: <https://cloud.wechange.de/s/cHf3G5mcqWrHzpK>



### 3. Wo sind noch Lücken? Energie haushalten, Energiequellen erweitert

1. Dämmen aus Fertigteilen: Eigentümer, WBG
2. Altholz: N-ERGIE
3. Umgebungswärme durch Großwärmepumpen: N-ERGIE
  1. Tiefengeothermie
  2. Oberflächenwasser (Wärme aus fließenden, stehenden Gewässern)
4. Synthetische Gase = E-Methan: N-ERGIE
5. Nahwärme, Umgebungswärme durch Kleinwärmepumpen: WEG, WBG, D
6. Ergebnis der Simulation Nürnberg

WBG = Wohnungsbaugesellschaften allgemein  
WEG = Wohnungseigentümergeinschaften  
D = Gesetzgebung des Bundes

## 3.1 Automatisierung reduziert Kosten für das Dämmen um 80%



<https://ecoworks.tech/>

<https://www.wiwo.de/erfolg/gruender/null-energie-haeuser-fassaden-vom-fließband-gegen-den-sanierungsstau/28686120.html>

Gewo-Bau Erlangen (Hundhausen, dena, energiesprong): <https://www.youtube.com/watch?v=k2bUxrG8Ykg>

<https://www.energiesprong.de/newsroom/meldungen/2022/meldungen/gewobau-erlangen-startet-serielle-sanierung/>

## 3.2 60-80 kt Altholz, alles verbrennen?

### **Plan der N-ERGIE: Altholzverbrennung für fossilfreie Fernwärme**

<https://magazin.n-ergie.de/artikel/altholz-sinnvoll-fuer-die-energiewende/>

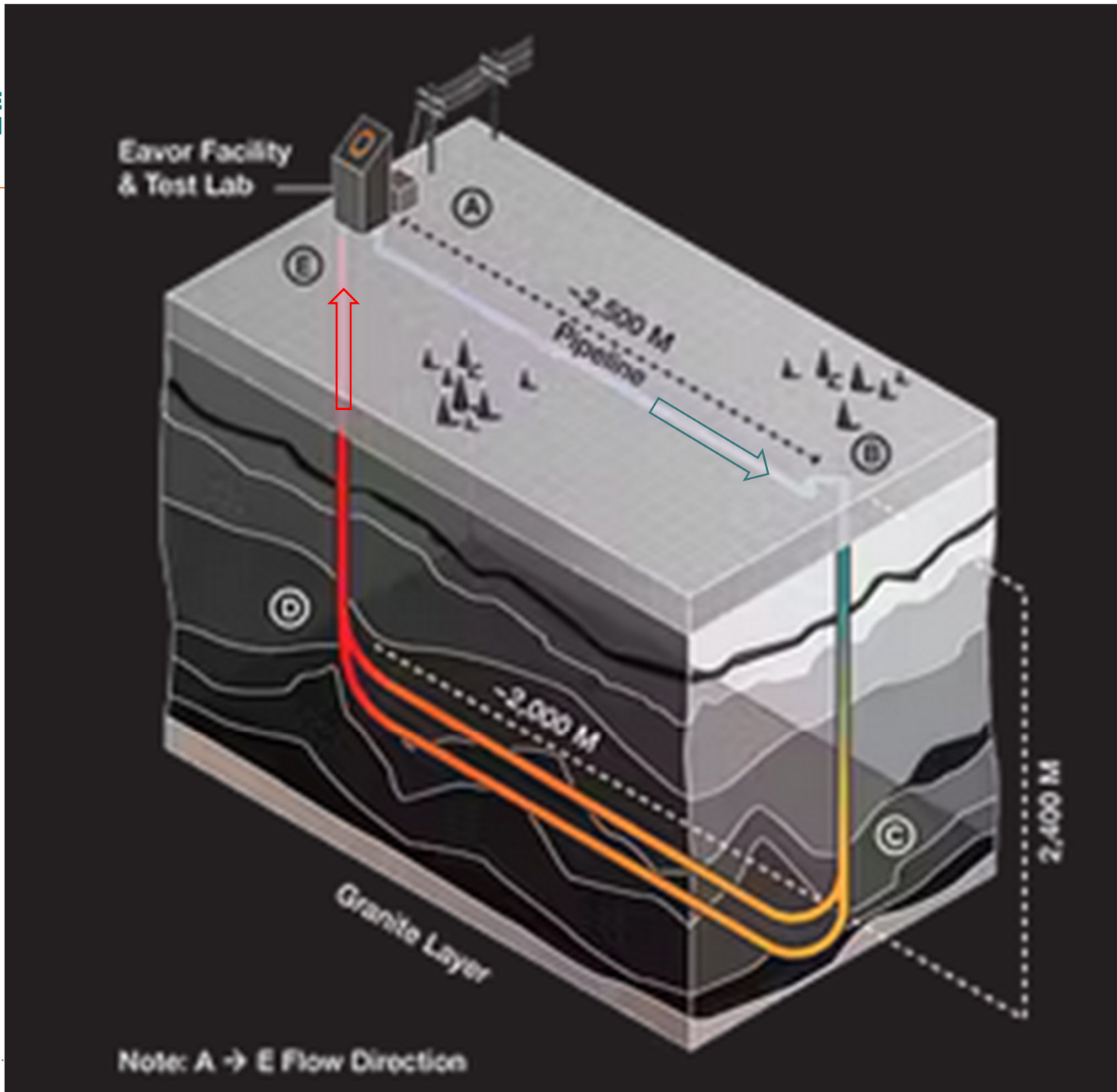
### **Lokale und weltweite Organisationen wie Bürgerverein St. Leonhard / Schweinau e.V. NABU, DUH, Robin Wood und biofuelwatch:**

1. sehen Transportaufwände von 30-40 LkW-Fahrten pro Werktag,
2. sehen vermeidbare CO<sub>2</sub> Emissionen,
3. sehen Abgasbelastung durch Sondermüllverbrennung mitten in der Stadt und
4. wollen Holz besser im Kreislauf halten, z.B. für Spanplatten,
5. wollen Altholz dem Klärschlamm beimischen und Synthetische Gase daraus herstellen.

<https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/nachhaltiges-wirtschaften/biooekonomie/biomasse/31923.html>

<https://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Wassstoff-DE.pdf>

<https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5bf1792ce&appId=PPGMS>



## 3.3.2.1 Fragen zu Oberflächenwasserwärmepumpen

- Hat der Fluss dann nicht zu wenig Wasser?
- Wird Fluss dann nicht zu kalt?
- Wie geht es Fischen und anderen Tieren?
- Kann der Fluss auch im Winter genutzt werden?
- Geht damit quartiersweise Beheizung in Großstädten?

Antworten zu obigen Fragen hier:

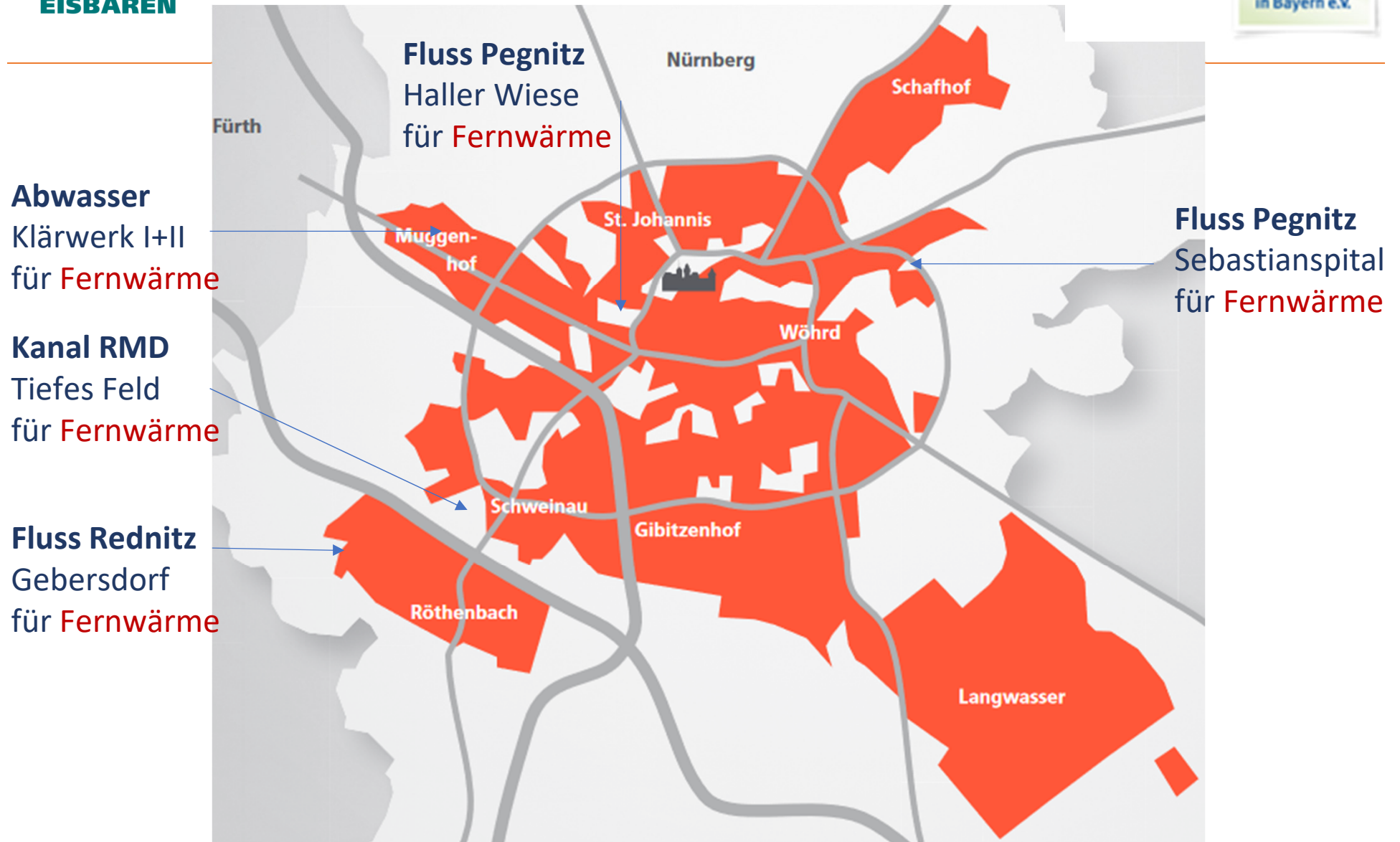
<https://www.enbw.com/unternehmen/eco-journal/flusswaermepumpe.html>

Die Wasserentnahme erlaubt das Umweltamt der Stadt Nürnberg und

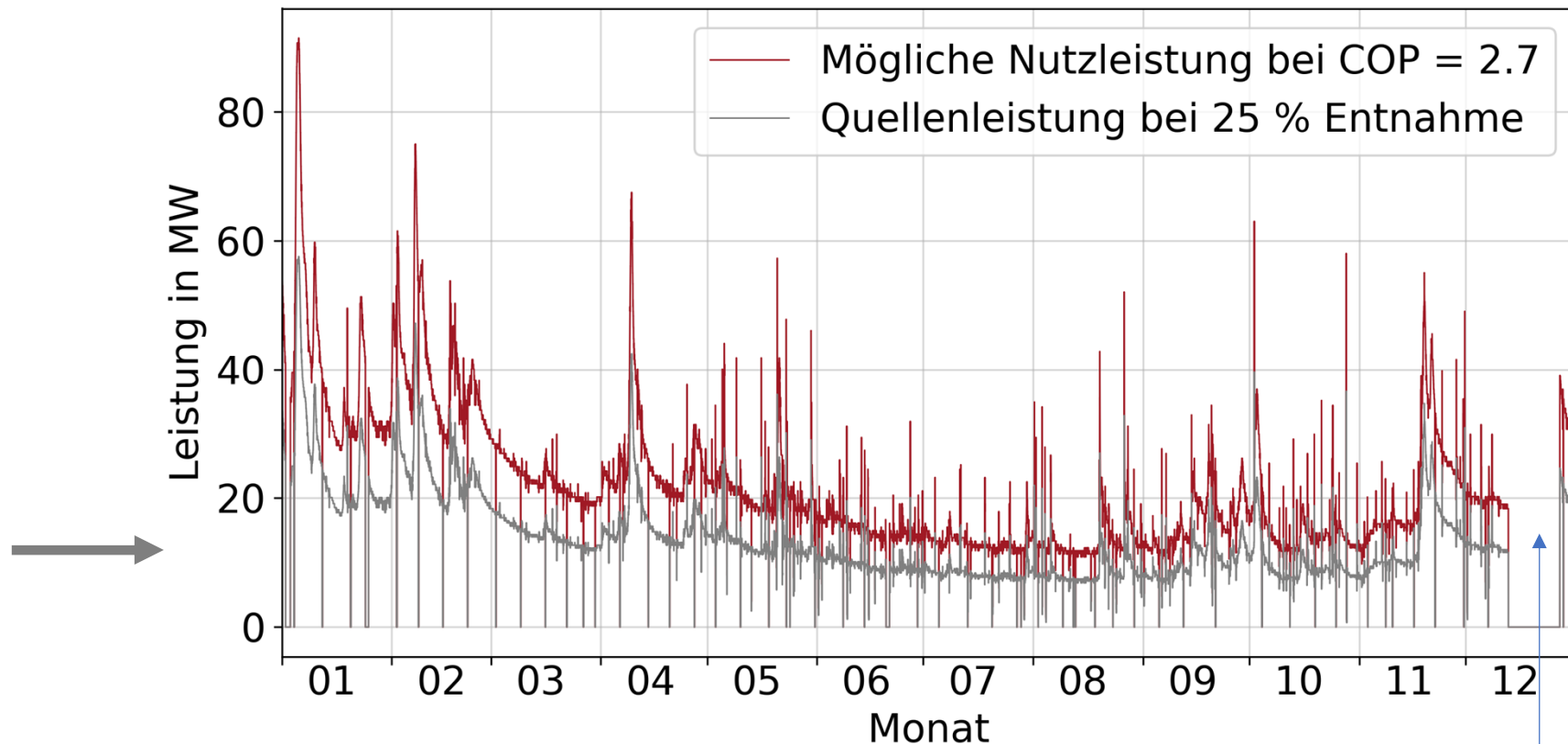
1. nimmt dazu den Antrag gemäß der „Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren“ entgegen
2. lässt die Gewässerträglichkeit des Vorhabens nach der „Oberflächengewässerverordnung“ durch das Wasserwirtschaftsamt prüfen und
3. prüft die Zulässigkeit gemäß §§ 8,9,12 des Wasserhaushaltsgesetz.

Derzeit liegen dem Umweltamt noch keine Anträge für Wasserentnahme zu Wärmезwecken vor.

## 3.3.2.2 Wärmegewinn aus Oberflächen

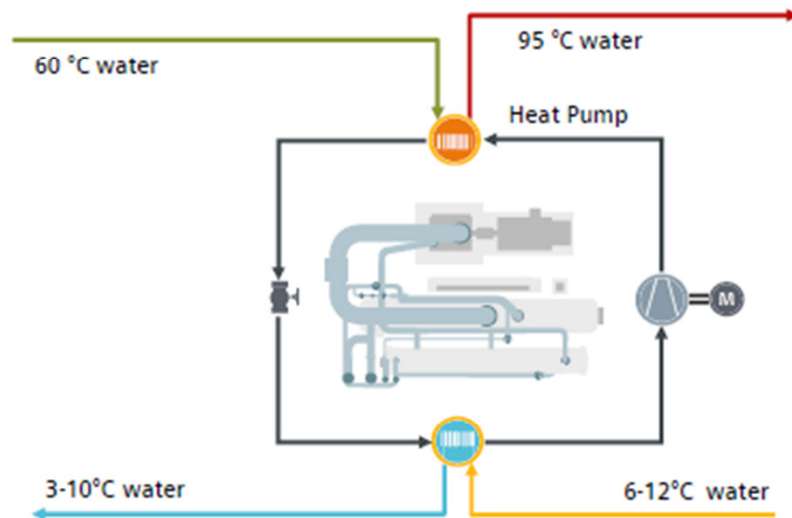


## 12 MW v.a. im Winter realistisch



Keine Messwerte, da vermutlich Temperaturfühler vereist

## Engie – Heat Pump use case Performance and price indication



### Hot water production:

- **Heat Source Side:**

- approx. 11-15 MWth river water
- cooling from 12 °C → 6 °C
- mass flow ~ 1000-3000 kg/s

- **Heat Sink Side:**

- Heat output 18-20 MWth
- Water 60 °C → 95 °C
- mass flow ~ 115-135 kg/s

- COP ~ 2.7-3 (overall system)

- electrical power consumption: ~ 6.5 MW

- estimated footprint: app. 11m x 20m

- Refrigerant R1234ze(E)

- Estimated CAPEX 7.75 Mio €

- Estimated OPEX: ~1.75 – 2.0% x CAPEX / a

- Estimated Project Duration: ~20 months

REMARK: all numbers and information on this page is preliminary, indicative and non-binding



## 3.4.1 „Synthetische Gase“ aus 18.000t organischen Abfällen pro Anlage

- In N kostenfrei vorhandene **organische Abfälle** wie **Klärschlamm** und **Grünabfälle** sind:
  - wertstoffhaltig – gemeint sind Stickstoff und Phosphor – und
  - energiehaltig – gemeint sind Kohlenwasserstoffe.
- Durch chemische Verfahren, wie z.B. dem Verfahren der Firma [blueFLUX Energy AG](#), lassen sich neben Phosphor und Stickstoff fossilfreie Energieträger wie:
  - Bio-Kohle,
  - Synthetische Gase wie Wasserstoff und Methan oder
  - Methylalkohol gewinnen.
- Diese können eingesetzt werden für:
  - **Langfriststromspeicher zur Stromerzeugung**, z.B. bei Dunkelflaute,
  - **Mobile Maschinen und Geräte**, wie z.B. für Müllfahrzeuge und
  - Fernwärme, z.B. bei gefrorenen Gewässern oder für den
  - „Dampf“ mit 175°C statt fossilem Erdgas.

Hinweise:

**Altholz** kann als Beimischung zu den feuchten Abfällen dienen, um den nötigen Anteil von 30% in der Trockenmasse zu erreichen.

Statt in Sandreuth Altholz zu verbrennen und im Klärwerk Klärschlamm zu verbrennen, ist es sinnvoller an beiden Standorten „Synthetische Gase“ herstellen.

Gebäudeanteil: **40-50%**, ca. **29.000-36.000** Wohngebäude (möglichst alle MFH 27.000)

Energiemenge: **1.800 GWh - 2.200 GWh**, zusätzlich 70% des aktuellen Stands

Menge Müllverbrennung: **264 GWh**, zunächst beibehalten, senken wegen CO<sub>2</sub>-Abgaben

Energiemenge aus Verbrennung von Waldrestholz: **82 GWh**, zunächst beibehalten

Leistung: **850-950 MW**, **ähnlich wie heute**, d.h. heute leistungsmäßig überdimensioniert

Sanierungsrate Gebäude mit Einsparung von 50%: **2-4%**

Bis 2030 Erneuerbare in Bestandswärmenetzen: **50%**

Bis 2030 Erneuerbare in neuen Wärmenetzen = Nahwärmenetzen: **65%**

Bisher:

Gebäude mit Fernwärme (S10): ca. **30%**, ca. **22.000** Wohngebäude

Energiemenge Fernwärme: **1321 GWh**

Menge Müllverbrennung: **264 GWh**

Energiemenge aus Verbrennung von Waldrestholz: **82 GWh**

Leistung: **900 MW** th

# Mögliche Entwicklung der zukünftigen Dämmung

## Eingaben

|   |             |            |                           |                           |               |
|---|-------------|------------|---------------------------|---------------------------|---------------|
| <b>Jährliche Gebäudesanierungen von</b> | <b>2023</b> | <b>bis</b> | <b>2035</b>               | <b>mit Einsparung von</b> | <b>50%</b>    |
|   |             | <b>an</b>  | <b>1,80%</b>              | <b>des Bestands</b>       |               |
|   |             |            | ändern den Wärmebedarf um |                           | <b>-11,4%</b> |

durch automatisiertes Dämmen  
noch mehr möglich, z.B. 4%

# Mögliche Aufteilung der zukünftigen Fernwärme von 2.200 GWh

78%-11,4% = 66,6% mehr Energie

Zukünftig 78 % mehr Fernwärmeanschlüsse

Einsparung durch Dämmen

| ändern den Wärmebedarf um                  |                    | -11,4%                                     |
|--|--------------------|--|
| Steigerung Fernwärme                       | 78,0%              |  |
| Energiezuwachs nach Dämmung / Änderung     | 66,6%              | 66,6%                                      |
| <b>N gesamt (2020)</b>                     |                    |  |
| <b>Fernwärme</b>                           | Vorgabe Anteil [%] | SG Anlagen regional fehlende Anlagen [GWh] |
| Müll-, Waldrestholzerbrennung (Dampf)      | 15,73%             | Bestand                                    |
| Synthetische Gase =SG (Dampf)              | 0,50%              | -0,2                                       |
| Altholzverbrennung                         | 0,00%              | vermeiden                                  |
| Abwärme aus Herstellung synthetischer Gase | 1,83%              | abhängig von Strom, Verkehr                |
| Oberflächenwasser                          | 39,77%             | 1,8  |
| Tiefengeothermie                           | 17,00%             | noch offen                                 |
| Nahwärme 10-70°C                           | 22,00%             | -229,4                                     |
| Rest Erdgas (Dampf)                        | 3,17%              | Ausgleich auf 100%                         |
|  | 100,00%            |  |
|  | vorher             | zukünftig                                  |
| CO <sub>2</sub> in kt                      | 704                | 224  |

Nötig für Dunkelflauten

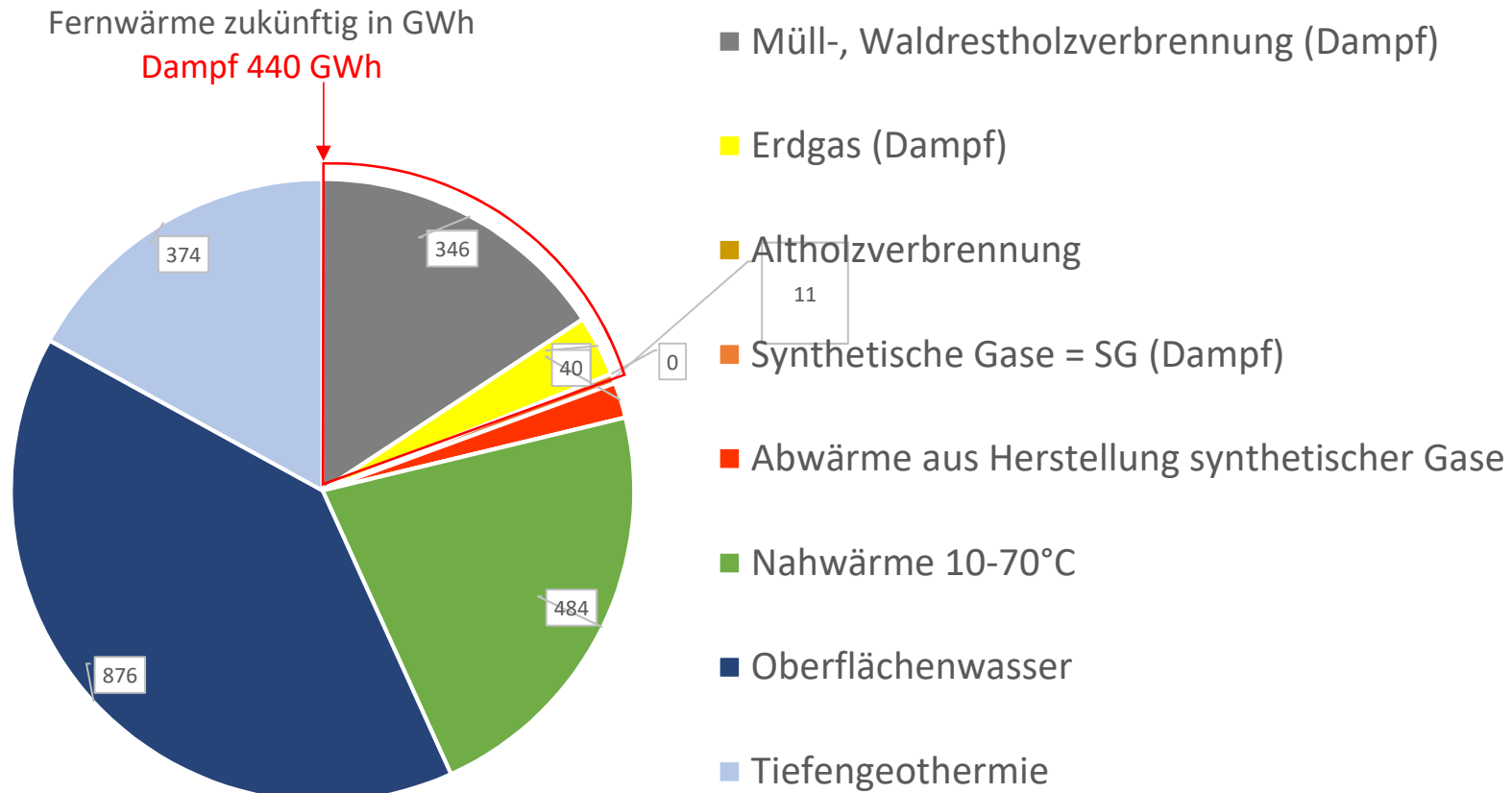
Kein Altholz nötig

„Dampf“ für die Innenstadt aus Müll und Gasen

-0,2 Mangel an Anlagen in der Stadt zur Herstellung von Synthetischen Gasen  
 Import aus der Region  
 -229,4 Mangel an Nahwärme in der Stadt

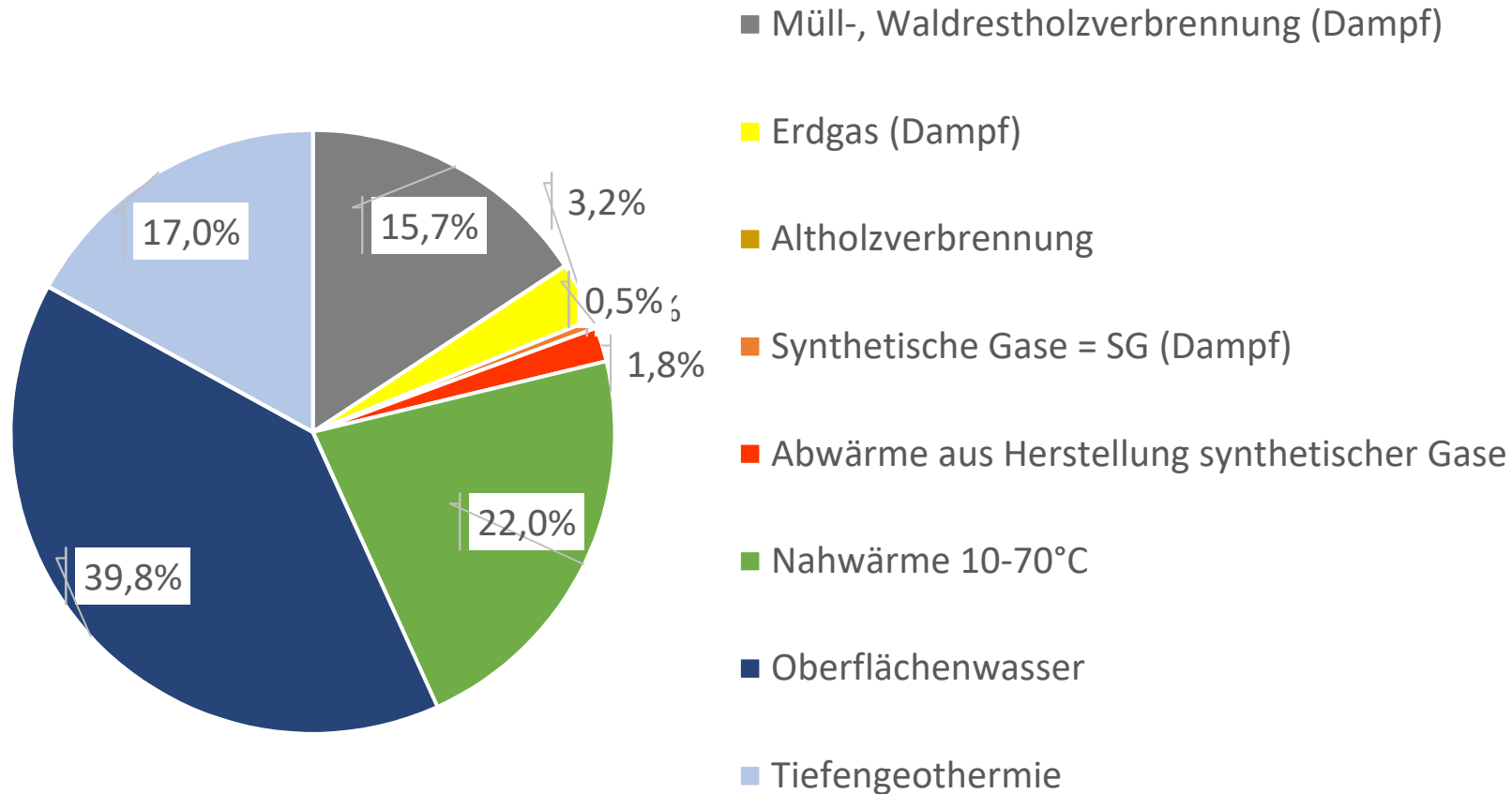
1,8 GWh Überschuss aus 6 Anlagen für Wärme aus Oberflächenwasser

# Mögliche Entwicklung zukünftigen Fernwärme in N für 2.200 GWh

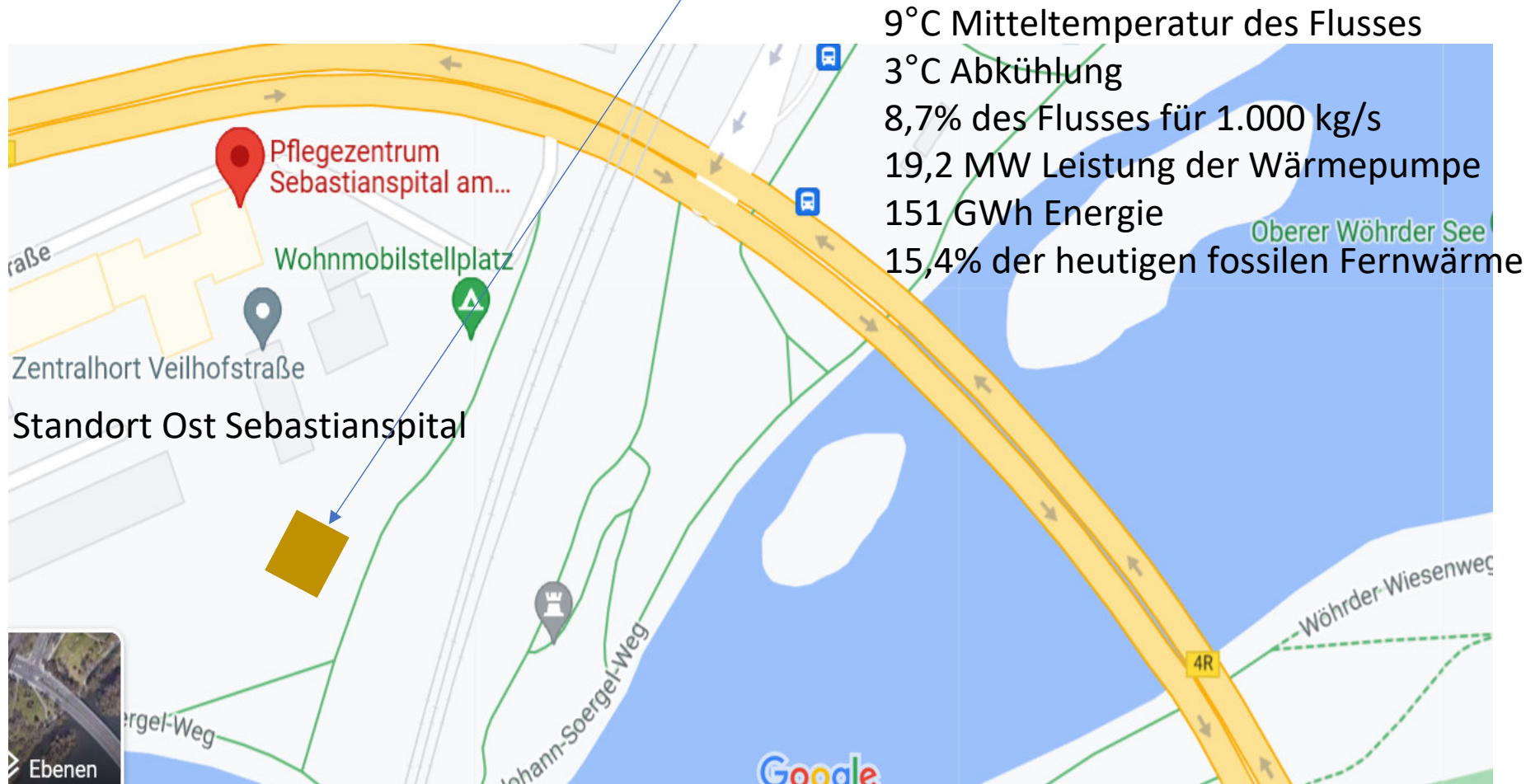


# Mögliche Entwicklung zukünftigen Fernwärme von 2.200 GWh prozentual

Fernwärme zukünftig in %



# C4 Fernwärme quert Pegnitz nahe Sebastiansspital



Der Standort Sebastiansspital ist günstig, da ausreichend Platz vorhanden ist und die Nürnberger Fernwärmeleitung in der Nähe (Eisenbahnbrücke) die Pegnitz quert.

# C5 Fernwärme quert Pegnitz nahe Kleinweidenmühle

6°C Mitteltemperatur des Flusses  
1°C Abkühlung  
26,9% des Flusses für 3.000 kg/s  
19,8 MW Leistung der Wärmepumpe  
144 GWh Energie  
14,8% der heutigen fossilen Fernwärme



Der Standort Hallerwiese ist günstig, da ausreichend Platz vorhanden ist und die Nürnberger Fernwärmeleitung nahe der Kleinweidenmühle die Pegnitz quert.



# D Wärmepumpen für fossilfreie Fernwärme, Quartiere und Einzelgebäude

| Parameter / Ort                             | Stadt (-Teile)           | Quartiere                     | Mehrfamilien   | Ein- Zweifamilien                             |
|---|--------------------------|-------------------------------|--|---|
| <b>Wärmequellen</b>                         | Oberflächen-<br>gewässer | Sonden, PVT,<br>Wärmespeicher | Luft, Boden, Sonden,<br>PVT                                    | Luft,<br>Boden                                |
| <b>Temperatur Quelle,<br/>Abkühlung</b>     | 3-20°C,<br>1-3k          |                               |  | -20°C-+20°C, 1-3k: Luft<br>5-10°C, 1-3: Boden |
| <b>Wärmepumpen-<br/>Type, Leistung</b>      | Groß:<br>20-50 MW        | Mittel:<br>100kW-10MW         | 2-3 * Klein: 50 kW<br>mit Brauchwasser-<br>Booster (68°C) 10kW | Klein:<br>8-17 kW                             |
| <b>Zieltemperatur</b>                       | 60-90°C<br>Fernwärme     | verschieden                   | 35-55°C (68°C)   | 35-55°C (68°C)                                |
| <b>Wärmepumpen-<br/>Strompreis [ct/kWh]</b> | 6                        | 6                             | 8  | 10  |

## Bundespolitische Maßnahmen, die den weiteren Einsatz von Wärmepumpen unterstützen:

- Einkommensabhängige Förderung bei der Anschaffung (80% Förderung bei 20t€ Jahreseink.)

<https://www.gruene-bundestag.de/themen/bauen-wohnen-stadtentwicklung/die-waermewende-sozial-und-gerecht-voranbringen>

- Tarif für Wärmepumpenstrom (=Windstrom) ähnlich dem von Industriekunden, siehe oben

<https://www.morgenpost.de/wirtschaft/article238319287/strompreisdeckel-wirtschaftsminister-unternehmen-ausland-oekonom-strompreis.htm>

- [ecoworks](#) GmbH: Aufsetzen einer Gebäudehülle (Beispiel in Erlangen)
- [Heatbeat](#) GmbH: Modellierung von kommunaler Wärme (Nürnberg)
- [Siemens Energy](#) (Nürnberg): Flusswärmepumpen-Anlagen
- [Engie](#) (Nürnberg): Großwärmepumpen
- [Enex Power Germany](#) (Nürnberg) Vertikales Tiefenbohren
- [Eavor Loop](#) (Düsseldorf) Horizontales Bohren
- [blueflux energy AG](#) (Peißenberg) Synthetische Gase