



„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 1.000	10 kW = Leistung Gasheizung	1 kWh : 10 Stunden trainieren	
Mega = M 1.000.000	20 MW = Leistung Großwärmep	20 MWh : Wärme Haushalt	/ 80% → Nötige Energie 25 MWh
Giga = G 1.000.000.000	0,9 GW = Leistung Fernwärme	160 GWh : Großwärmepumpe	
Tera = T 1.000.000.000.000		1,321 TWh : Fernwärme N	/ 50% → Nötige Energie 2,643 TWh

(Nutz)-Energie = Leistung * Zeit

Nötige Energie = Nutzenergie / Wirkungsgrad

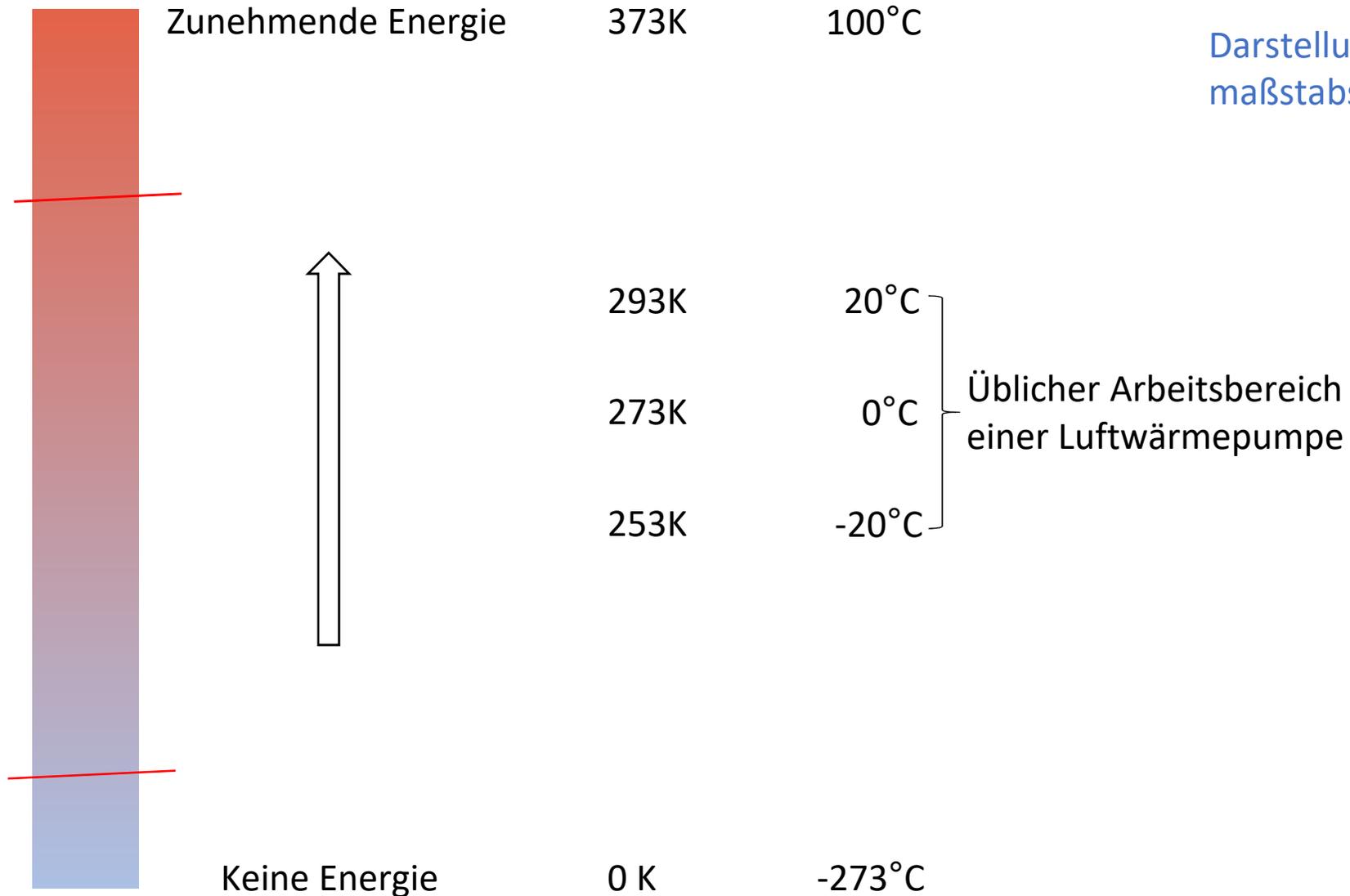
1.2 Masse Treibhausgase (THG, CO₂e) abhängig von Erzeugungsart und Energie

Masse x	Spezifische CO ₂ e Emission Masse / Energie	Nötige Energie	Masse der freigesetzten THG
g	Erdgas verbrennen 250 g / kWh	1 kWh	250 g
kg 1000g	250 kg / MWh	1 MWh 25 MWh	250 kg 6.250 kg = 6,25 t
t 1.000kg	250 t / GWh	1 GWh	
kt 1.000t	250 kt / TWh	1 TWh 2,6TWh	250 kt fossile Fernwärme/a 660 kt Fernwärme N*)
Mt 1.000.000t			3,1 Mt Stadt Nürnberg/a **)
	https://www.volker-quaschning.de/datserv/CO2-spez/index.php Mit Leckagen 358 g/ kWh		*) Tatsächlich höher, da CH ₄ – Leckagen dazukommen

Masse Treibhausgase = Masse / Energie * Nötige Energie

***) CO₂-Budget N: 27 Mt
bei 1,5°C Ziel; [Quelle](#)

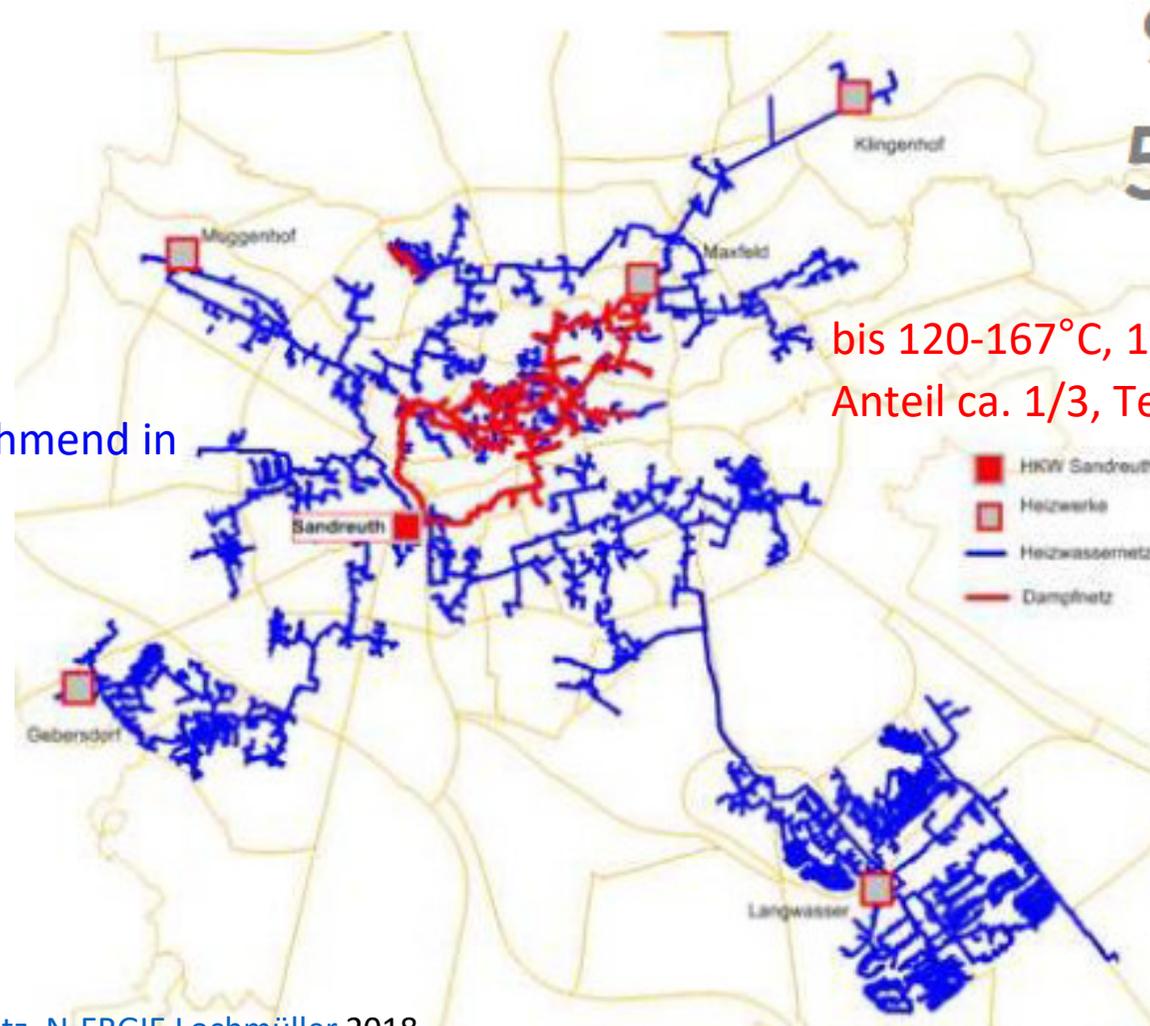
1.3 Temperaturen nach Lord Kelvin [K] und Celsius [°C]



Darstellung nicht
maßstabsgetreu

1.4 Fernwärmenetz mit 6 Wärmeerzeugungstationen

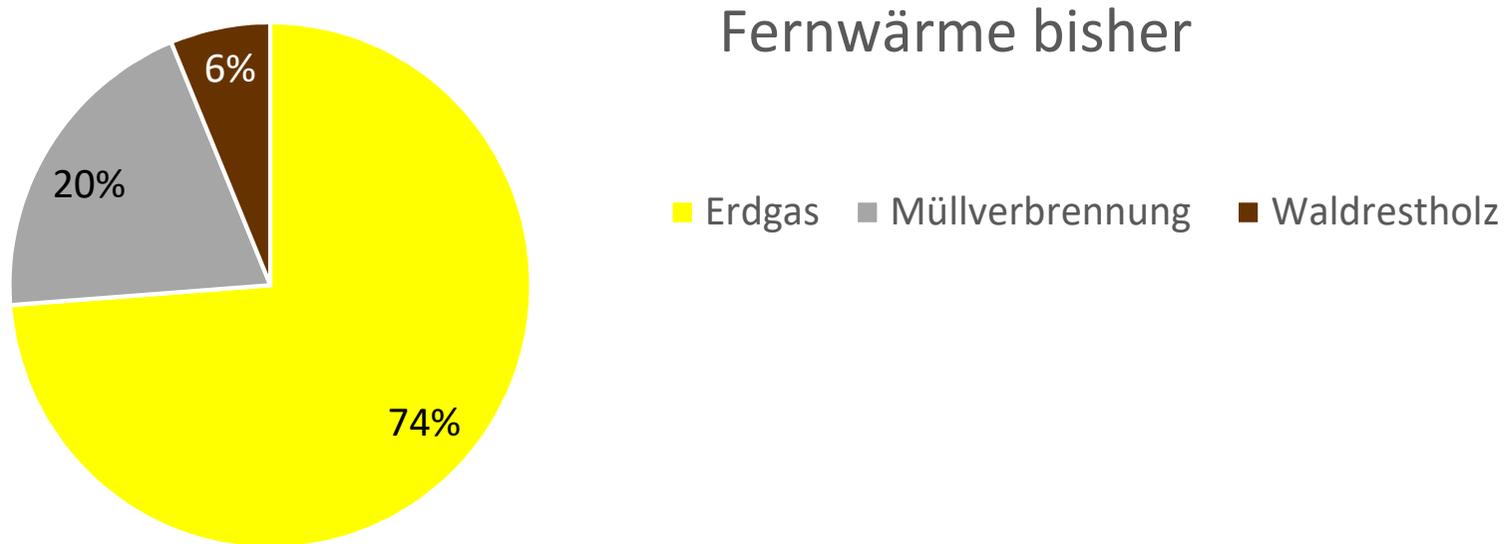
75-130°C
Anteil ansteigend
Temperatur abnehmend in
Richtung 70°C



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. Kleedorfer/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>

So soll Nürnberg klimaneutral heizen

NN 2023-05-09
S. 25

ENERGIEWENDE Nicht nur auf Wärmepumpen setzen: Nürnberg will einen Fahrplan bis 2040 erstellen.
Warum denn nicht, wenn die Region am Verkauf von Windstrom verdient?

Wärmepumpe statt Ölheizung, Fern- und Nahwärme aus grünen Energiequellen: Bis 2040, das hat man sich in Nürnberg vorgenommen, will man klimaneutral sein – auch beim Heizen. Wie das funktionieren kann, dazu gibt es zahlreiche Ideen und Wünsche. „Das Interesse ist groß“, sagt Bau- und Planungsreferent Daniel Ulrich (parteilos) in einer gemeinsamen Sitzung von Umwelt- und Stadtplanungsausschuss des Stadtrats. Über ein Dutzend Anträge verschiedener Parteien gingen zu diesem Thema ein.

Gemeinsam mit der N-Ergie und einem externen Dienstleister soll nun ein Energie- und Wärmeleitplan aufgestellt werden, eine Art Fahrplan für die kommunale Energiewende. Das beschlossen die Ausschussmitglieder mit großer Mehrheit.

Bei Null anfangen müssen die Planer nicht: Es gibt mit einem Energienutzungsplan von 2011 eine Grundlage, auf die aufgebaut werden kann, berichtet Umweltreferentin Britta Walthelm (Grüne): Wo wird bisher mit welchen Energieformen geheizt, welche Gebäude sind schon energie-

tisch saniert und welche nicht, wo ermöglichen Neubaugebiete neue Ansätze? Diese Daten liegen vor.

Und einige grundsätzliche Überlegungen gibt es ebenfalls schon: Während man in der Kernstadt und in geplanten Stadtvierteln, wie dem Tiefen Feld oder in Lichtenreuth, auf leitungsgebundene Nah- und Fernwärmeversorgung setzt, werden in den

Außenbereichen eher Wärmepumpen die bisherigen Öl- und Gasheizungen ersetzen.

Überall gibt es aber Herausforderungen zu meistern, wie Daniel Ulrich berichtet: So sollte das Stromnetz so stabil sein, dass auch bei längeren Kälteperioden die Wärmepumpen sicher laufen können. In Gebieten mit leitungsgebundener Wärme-

versorgung muss die Infrastruktur gebaut und gewartet werden. Dass irgendwann Wasserstoff durch das bestehende Erdgasnetz fließen kann, bezweifeln sowohl Ulrich als auch die Experten der N-Ergie. Weil grüner Wasserstoff auf absehbare Zeit teuer in der Herstellung ist, wird er eher in der Industrie und weniger zum Heizen zum Einsatz kommen.

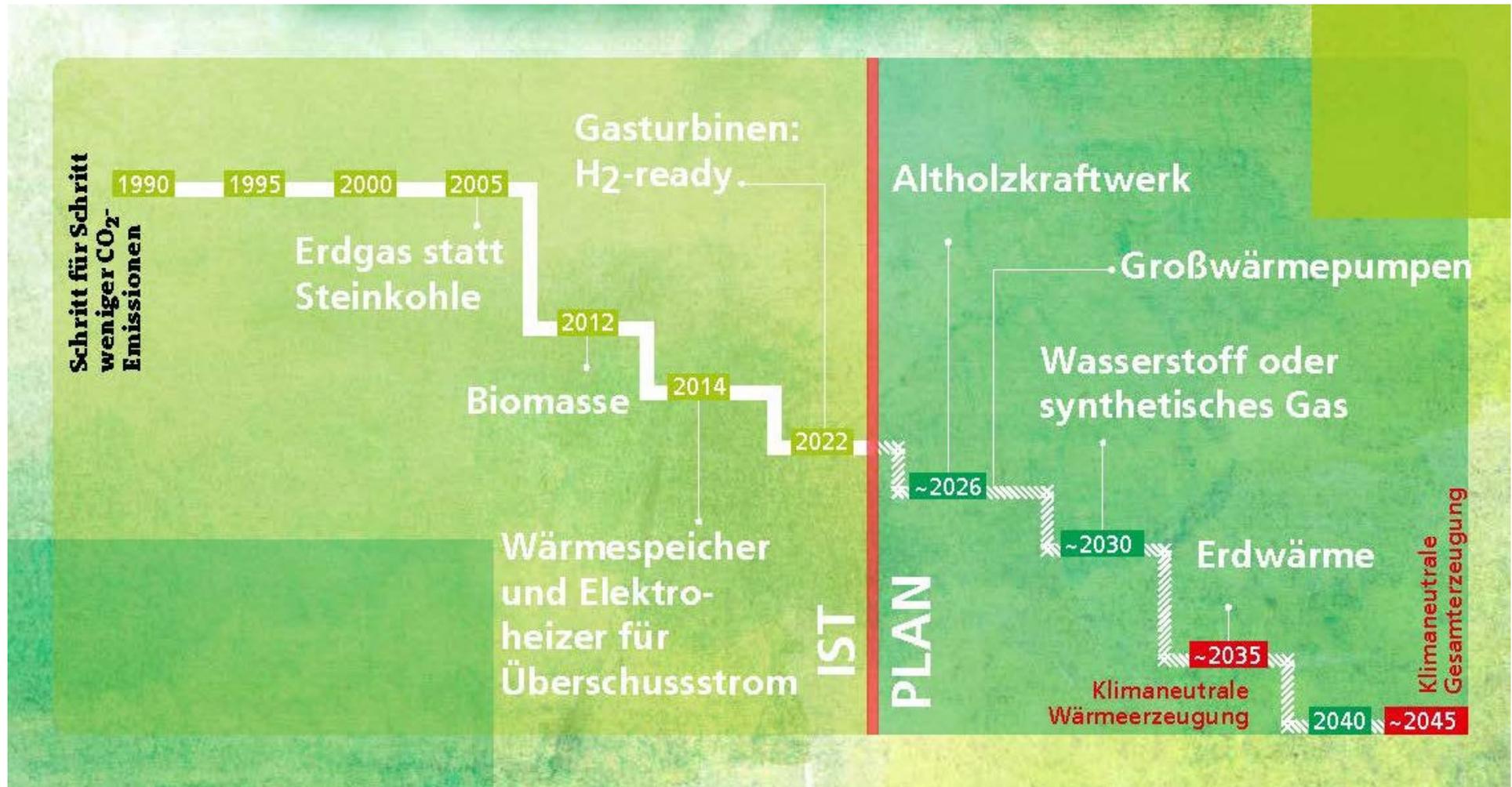
Partner bei den Planungen ist die N-Ergie. Das kommunale Unternehmen nutzt schon seit Jahren keine Kohle mehr zur Energiegewinnung und setzt vermehrt auf erneuerbare Energien. Auch neue Technologien, etwa Geothermie, werden geprüft. „Ohne das Umland geht es nicht“, stellte ein Mitarbeiter klar. In Nürnberg mangelt es demnach an guten Standorten für Windräder oder große Photovoltaik-Anlagen. Auch wenn sich Stadträte wie Kathrin Flach Gomez (Linke) oder Ernesto Buholzer Sepúlveda (Politbande) kleinteilige Lösungen, etwa an Fassaden und Balkonen vorstellen können, werden innerstädtische Möglichkeiten der Stromerzeugung nicht reichen, so die N-Ergie-Experten. **CLARA GRAU**



Wärmepumpen sind nicht überall die beste Lösung für klimaneutrales Heizen.

Foto: Daniel Reichardt/opa

<https://magazin.n-ergie.de/artikel/waerme-fuer-die-zukunft/>



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/>

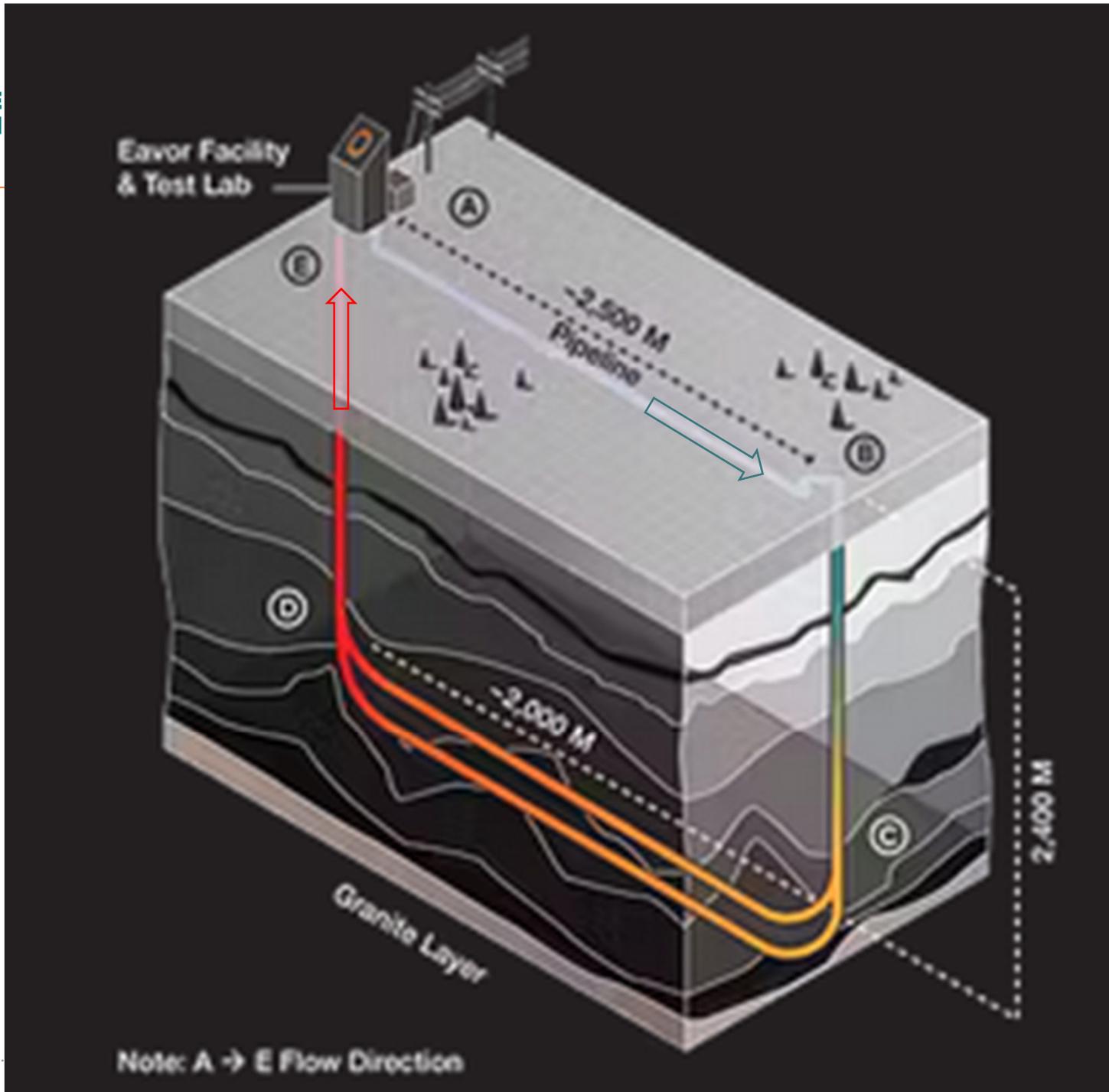
Lokale und weltweite Organisationen wie Bürgerverein St. Leonhard / Schweinau e.V. NABU, DUH, Robin Wood und biofuelwatch:

1. sehen Transportaufwände von 30-40 LkW-Fahrten pro Werktag,
2. sehen vermeidbare CO₂ 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/Wassestoff-DE.pdf>

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



3.3.1.3 Geretsried 165°C aus 6.000m



<https://www.tiefengeothermie.de/projekte/geretsried>



- München
- 9ct/kWh
- 80 Jahre
- Rohre verkalken
- Zu 60% abbaubar
- Industrialisierung der Anlagen mit Bohrungen
- Fa. „Tiefengeothermie DTM“

3SAT Energiekrise ist Geothermie die Lösung?

<https://www.3sat.de/gesellschaft/makro/wirtschaftsdokumentation-energiekrise-ist-geothermie-die-loesung-100.html>

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:

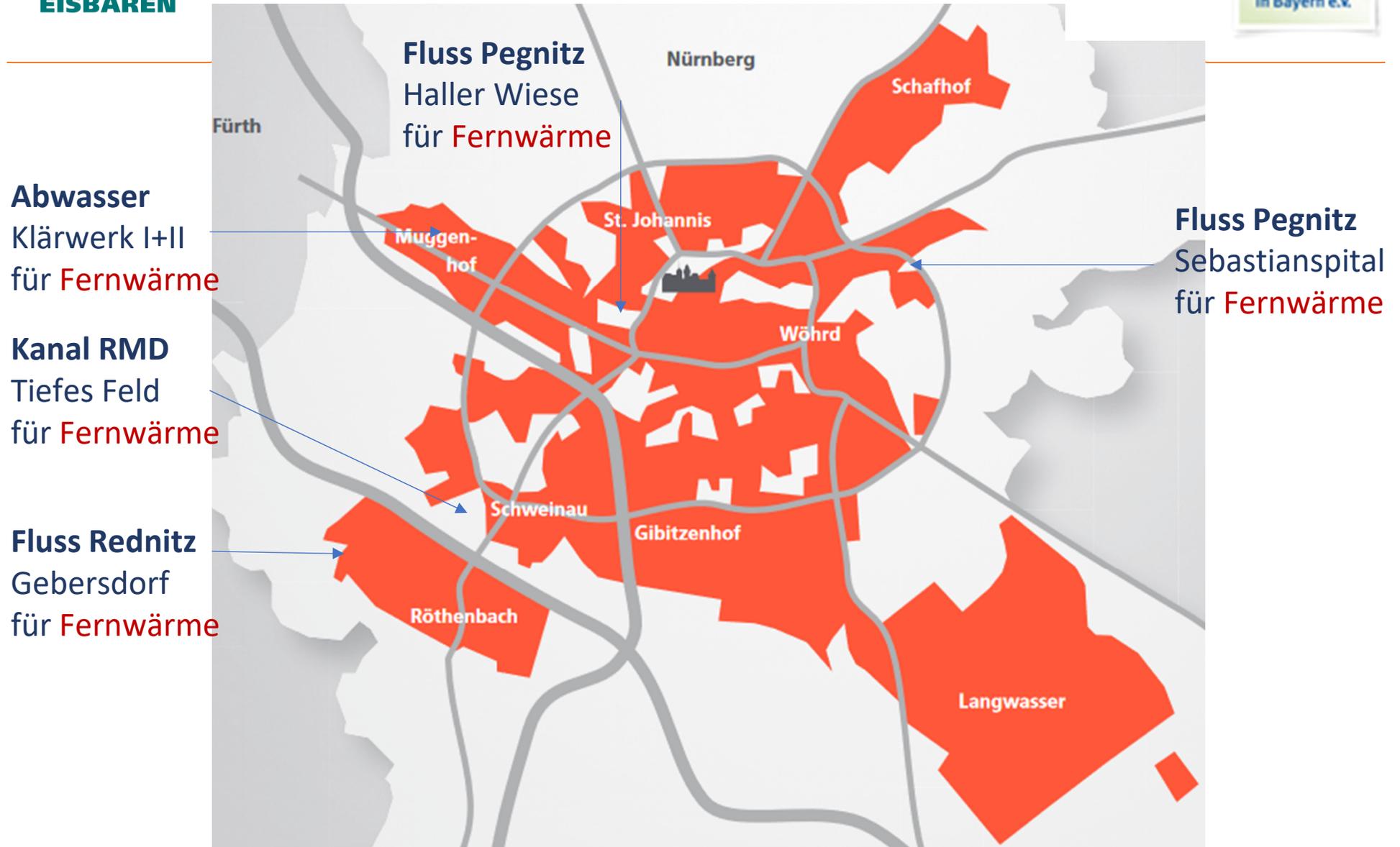
<https://www.enbw.com/unternehmen/eco-journal/flusswaermepumpe.html>

Die Wasserentnahme erlaubt das Umweltamt der Stadt Nürnberg und

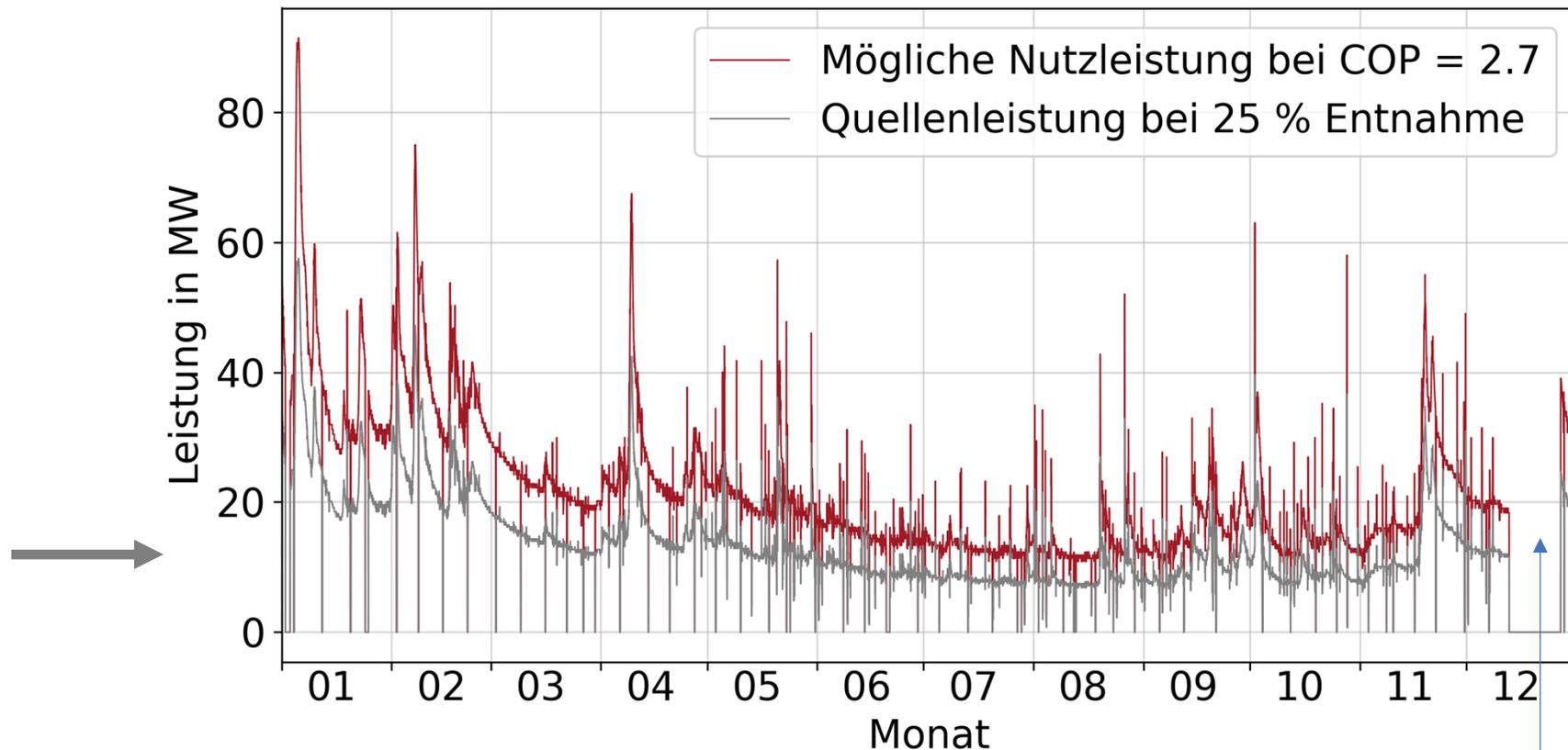
1. nimmt dazu den Antrag gemäß der „Verordnung über Pläne und Beilagen in wasserrechtlichen Verfahren“ entgegen
2. lässt die Gewässerverträglichkeit des Vorhabens nach der „Oberflächengewässerverordnung“ durch das Wasserwirtschaftsamt prüfen und
3. prüft die Zulässigkeit gemäß §§ 8,9,12 des Wasserhaushaltsgesetz.

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

3.3.2.2 Wärmegewinn aus Oberflächen

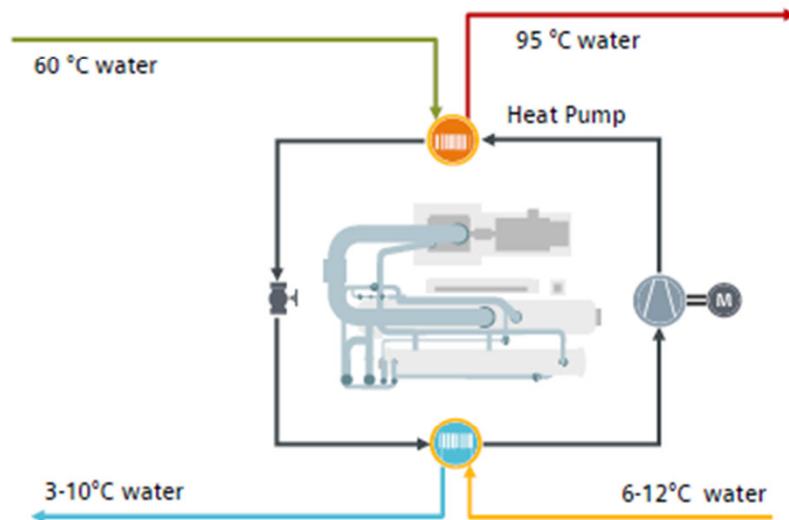


12 MW v.a. im Winter realistisch



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. Wo sind noch Lücken? Energie haushalten, Energiequellen erweitert

1. Dämmen, seriell: 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

3.4.1 „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.

3.4.2 Wirtschaftlich sinnvolle Nutzung von Wasserstoff in Nürnberg

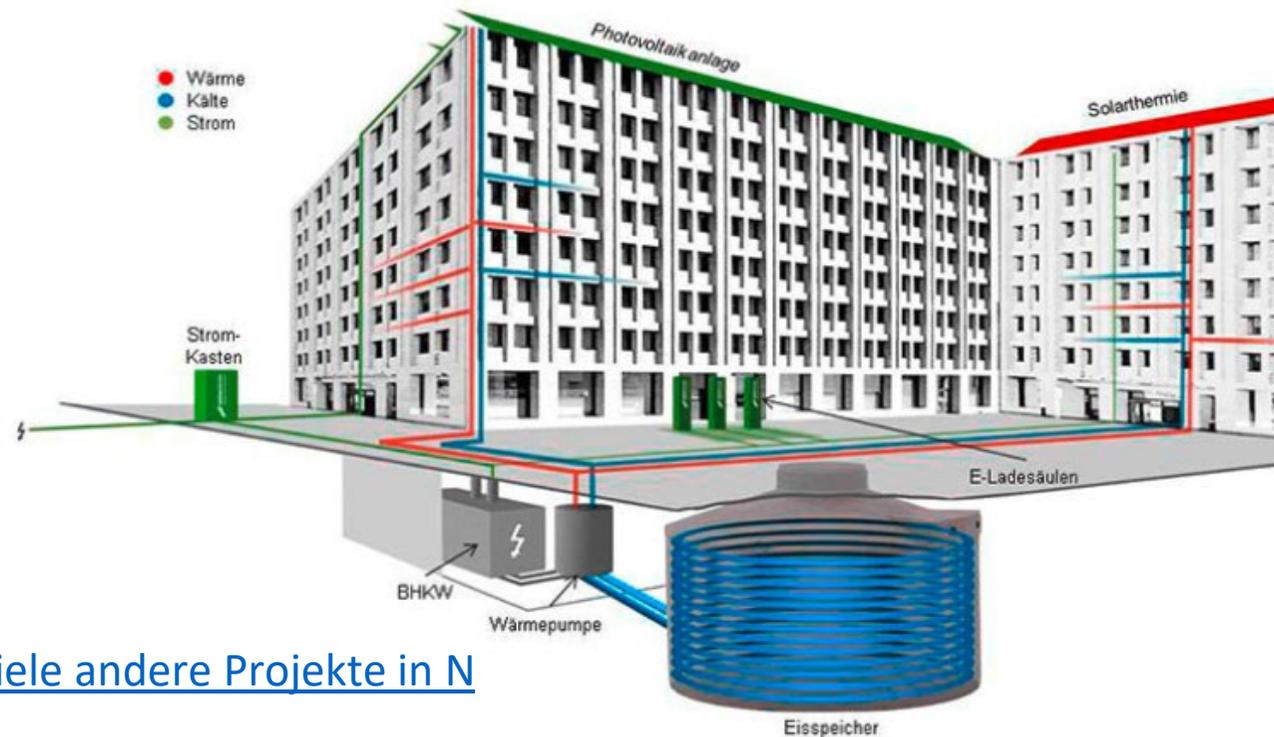


<https://www.liebreich.com/the-clean-hydrogen-ladder-now-updated-to-v4-1/>
 Deutsche Übersetzung von Dr. Gregor Hagedorn,
 genutzt von Prof. Dr. Volker Quaschnig 00:50:58, Dr. Franz Alt, Landkreis Konstanz u.v.a.m.

[Zurück zur Übersicht](#)

§ 34 Baugesetz: Verpflichtung Wärme mit zu planen!

Eisspeicher besonders effektiv, wenn auch Kühlung nötig



Hansapark und viele andere Projekte in N

Schematische Darstellung des innovativen Energiekonzepts mit unterirdischem Eisspeicher. (Quelle: NaturStrom AG)

3.5.2 Wärme + Strom auf gleicher Fläche = PVT

PVT – Module = **Photovoltaik** + **Solarthermie** Module

nehmen über Lamellen von der Unterseite von Photovoltaikzellen Wärme aus der Luft auf. Spezielle und effizientere Wärmepumpe als Luftwärmepumpen im Keller nutzen diese Wärme ohne wie Luftwärmepumpen Platz vor dem Haus zu brauchen und Geräusche im öffentlichen Raum zu verursachen.

Diese Kombimodule erzeugen auch Strom, der - wenn auch nur teilweise - zum Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden kann.

Die PVT-Module nutzen begrenzte Dachflächen also zweifach.

Dort wo die **Dachflächen** nicht ausreichen können sie

- mit Erdwärme kombiniert werden oder
- auf (innerstädtischen) Freiflächen, z.B. über **Parkplätzen**, über **Äckern** (z.B. Knoblauchsland) aufgestellt werden.

Sie sind also interessant bei

- Quartieren mit hoher Bevölkerungsdichte, also vielen MFH und auch
- Reihenhaussiedlungen, da weniger Platz erforderlich und geringere Geräusentwicklung.

Hilfreich ist eine niedrige Heizlast der Gebäude.

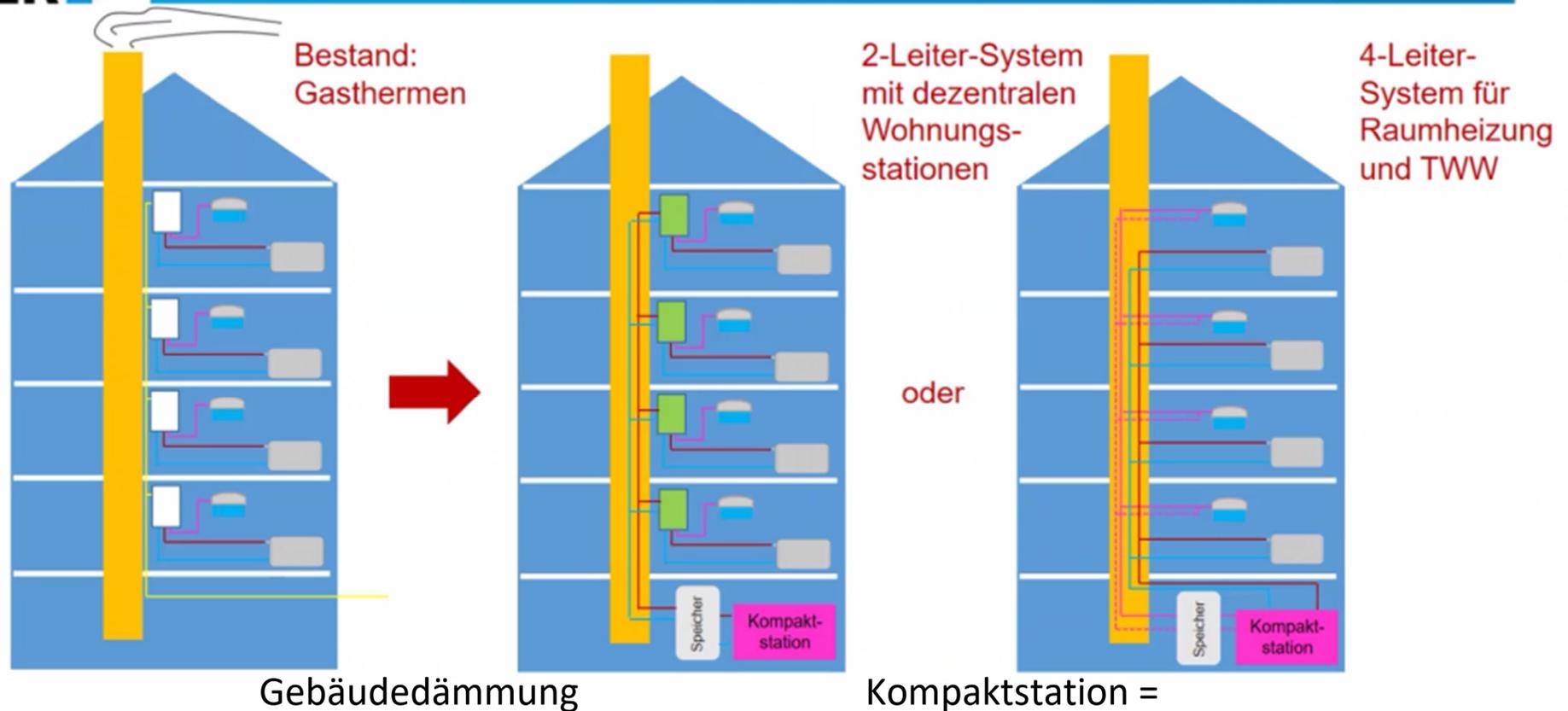
Möglicher Hersteller von PVT mit Hunderten von MFH, EFH in und um Freiburg:

<https://www.ardmediathek.de/video/Y3JpZDovL3N3ci5kZS9hZXgvczE3MzE5NTU>

3.5.3 Innovative Solarthermie (ST) auf Äckern durch Wasserbecken

ST: Mülldeponie Königshof

Erdspeicher gefüllt mit Wasser aufgeheizt durch Sommersonne: z.B. Tiefes Feld
Wärme verteilt über Nahwärmenetz, siehe Anhang A4



Kompaktstation =

1. Unterstation Fernwärme oder
2. Erdsonden mit PVT und Sole-WP²⁹
3. LWP auf dem Dach, Sole-WP für WW

Wien Energie – Wärmeverbundlösungen



Standard-Varianten

[Variante 1] Wärmepumpe + Abwärme Einspeisung (Fernwärmenetz)



[Variante 2] Wärmepumpe + Erdsondenfeld



Mögliche/Weitere Varianten

[Variante 3] Wärmepumpe + Abwärme Einspeisung + Erdsondenfeld



[Variante 4] Wärmepumpe + Abwärme Einspeisung (in Kaskade)



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

1. Dämmen, seriell: 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

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 CO₂-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

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

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%
N gesamt (2020)		
Fernwärme	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%	
		zukünftig
CO ₂ in kt	vorher 704	224

Nötig für Dunkelflauten

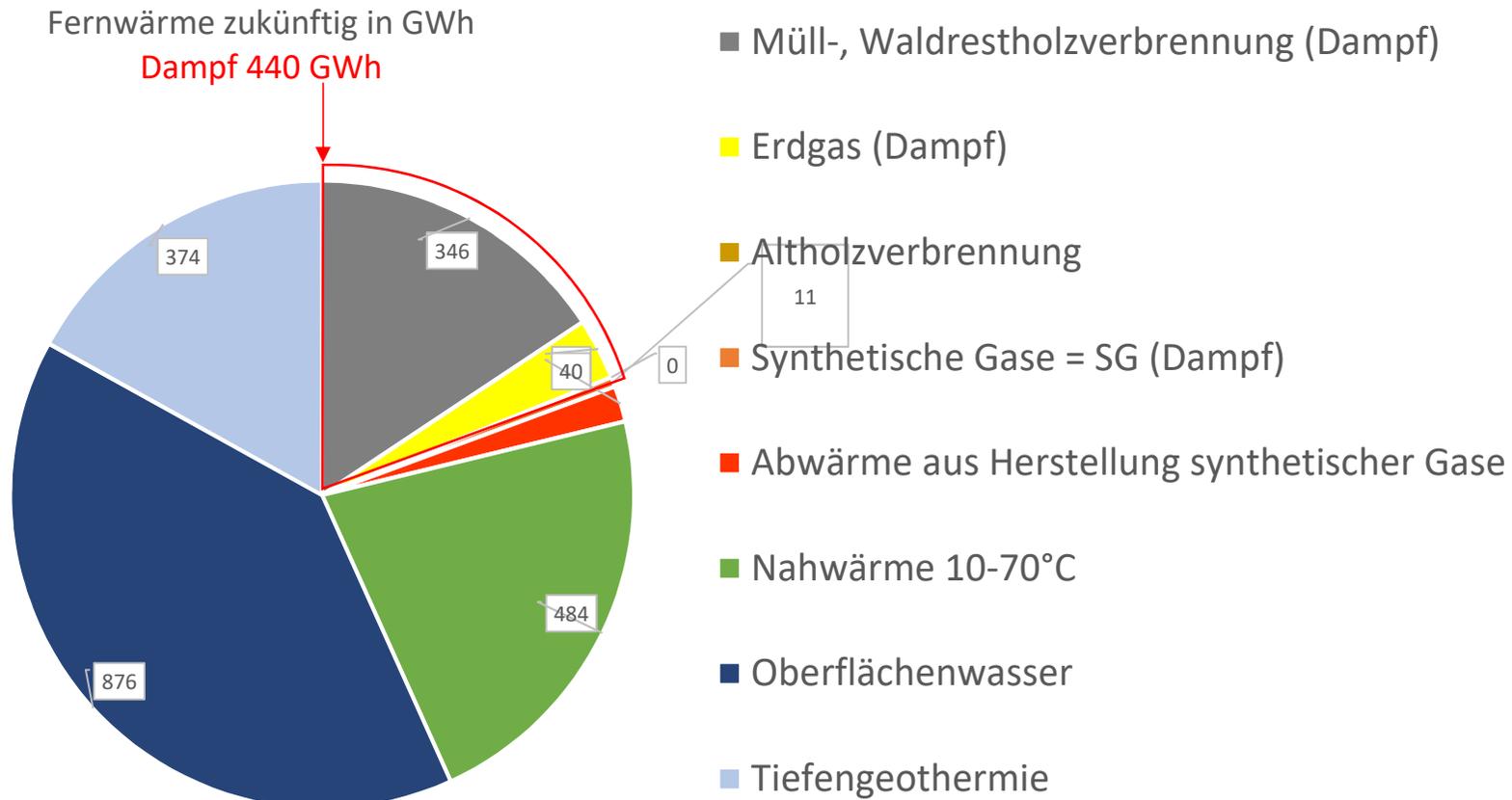
Kein Altholz nötig

„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

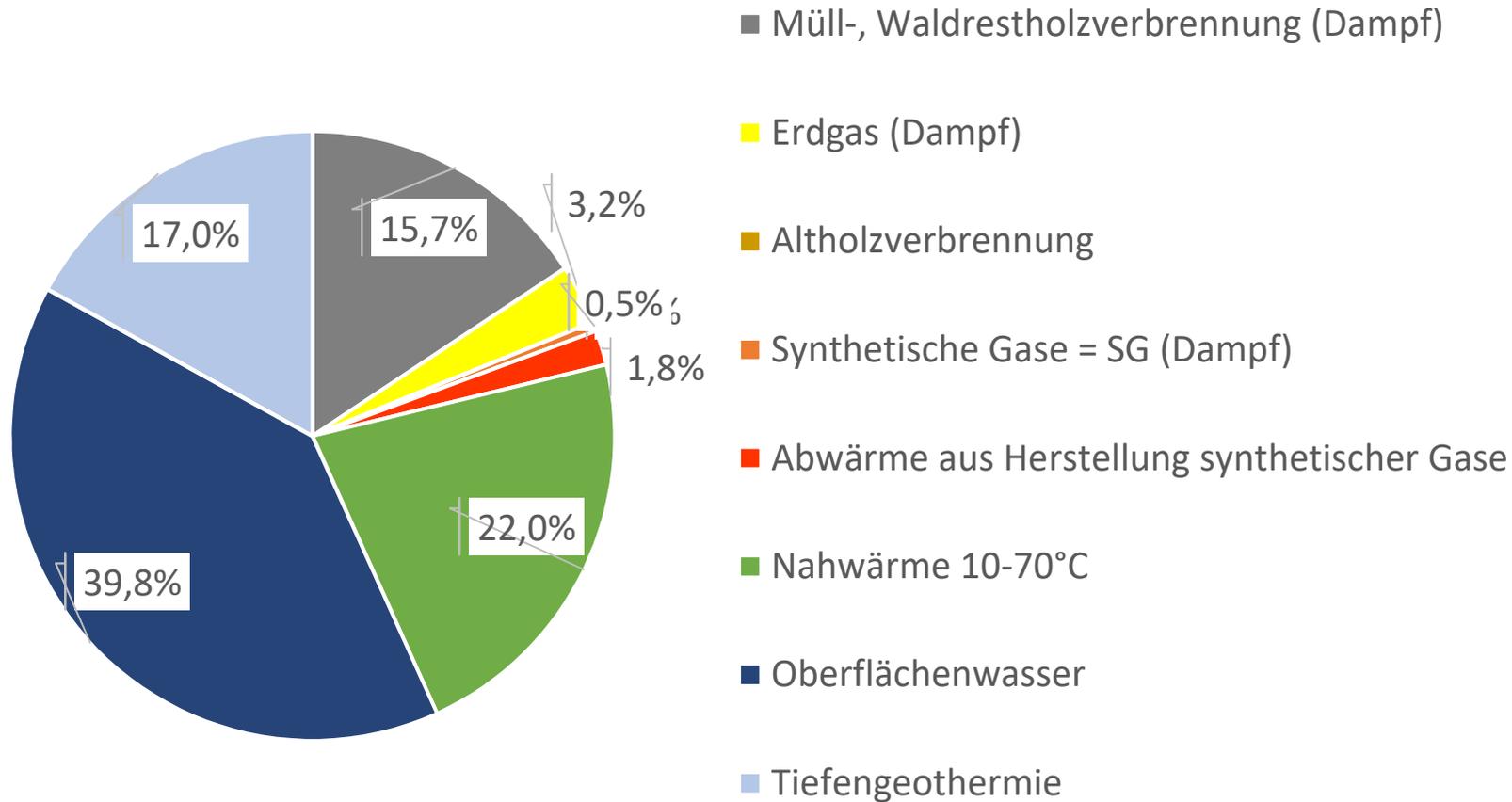
1,8 GWh Überschuss aus 6 Anlagen für Wärme aus Oberflächenwasser

Mögliche Entwicklung zukünftigen Fernwärme in N für 2.200 GWh



Mögliche Entwicklung zukünftigen Fernwärme von 2.200 GWh prozentual

Fernwärme zukünftig in %

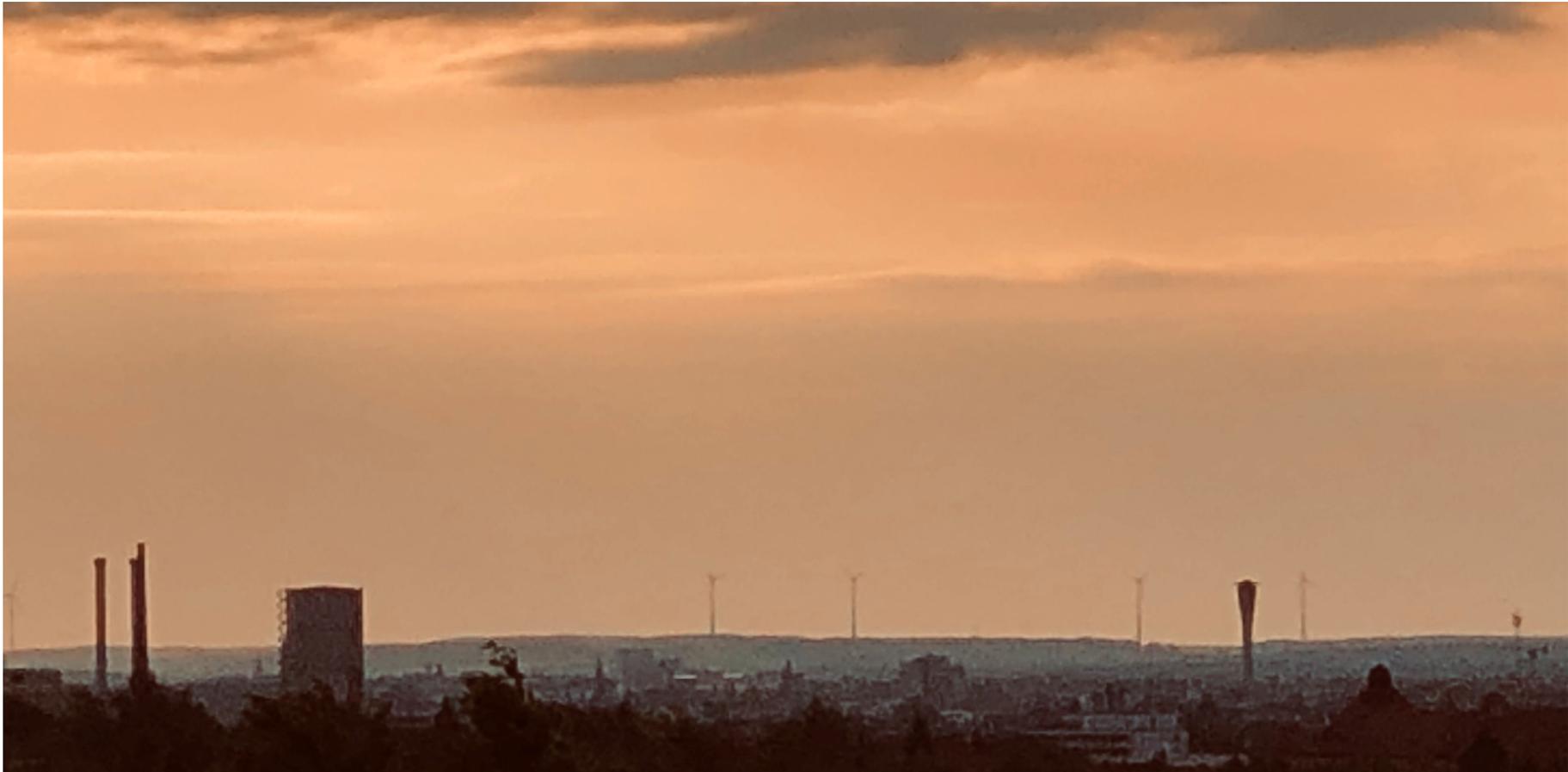


Es soll nachvollziehbar gezeigt werden

- was **wahrscheinlicher**, da **lohnender** ist:
 - Aufsetzen einer Gebäudehülle macht Dämmen von Mehrfamilienhäusern günstiger
 - Tiefengeothermie, wenn möglich
 - (fließende) Oberflächengewässer liefern viel kommunale Wärme
 - mehr Umgebungswärme, Nahwärme und weniger zentrale Fernwärme
- was **weniger wahrscheinlich**, da **aufwändiger** und **schädlicher** ist:
 - herkömmliches Dämmen bei großen Gebäuden
 - E-Gase nutzen in großem Stil für Raumheizungen
 - Verbrennen von Altholz



„Grundlagen einer (kommunalen) Wärmewende“



17.05.2023

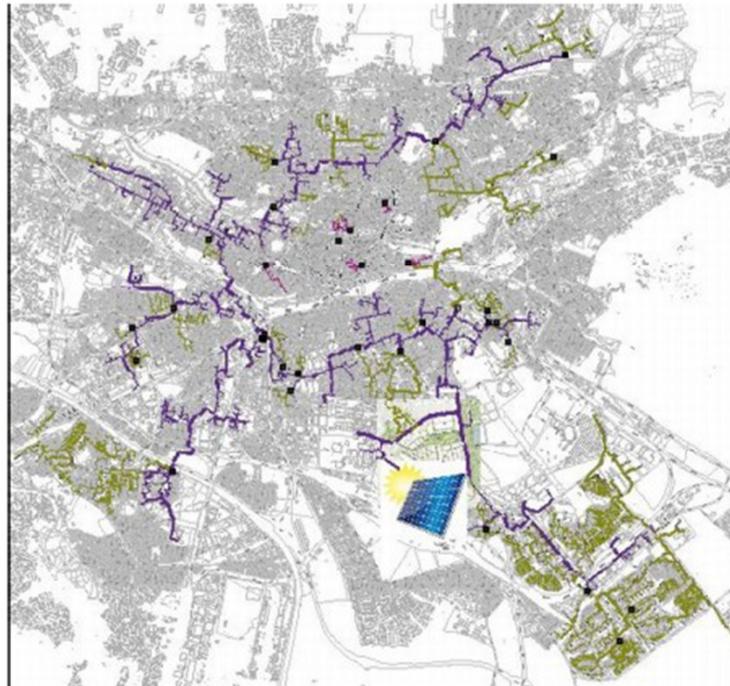
- A. Pläne N-ERGIE 2018
- B. Wassermengen und –Temperaturen von Pegnitz und Rednitz
- C. Berechnung Wärmepumpen für Oberflächenwasser
- D. Mögliche Maßnahmen auf Bundesebene für Wärmepumpen
- E. Firmen mit Innovationspotential

A1 Fernwärme direkt aus der Sonne 2018

- Vortrag 2018 der N-ERGIE von Stefan Lochmüller
Tel.: +49 (0) 911 8025 8025
stefan.lochmueller@n-ergie.de folgende 3 Folien

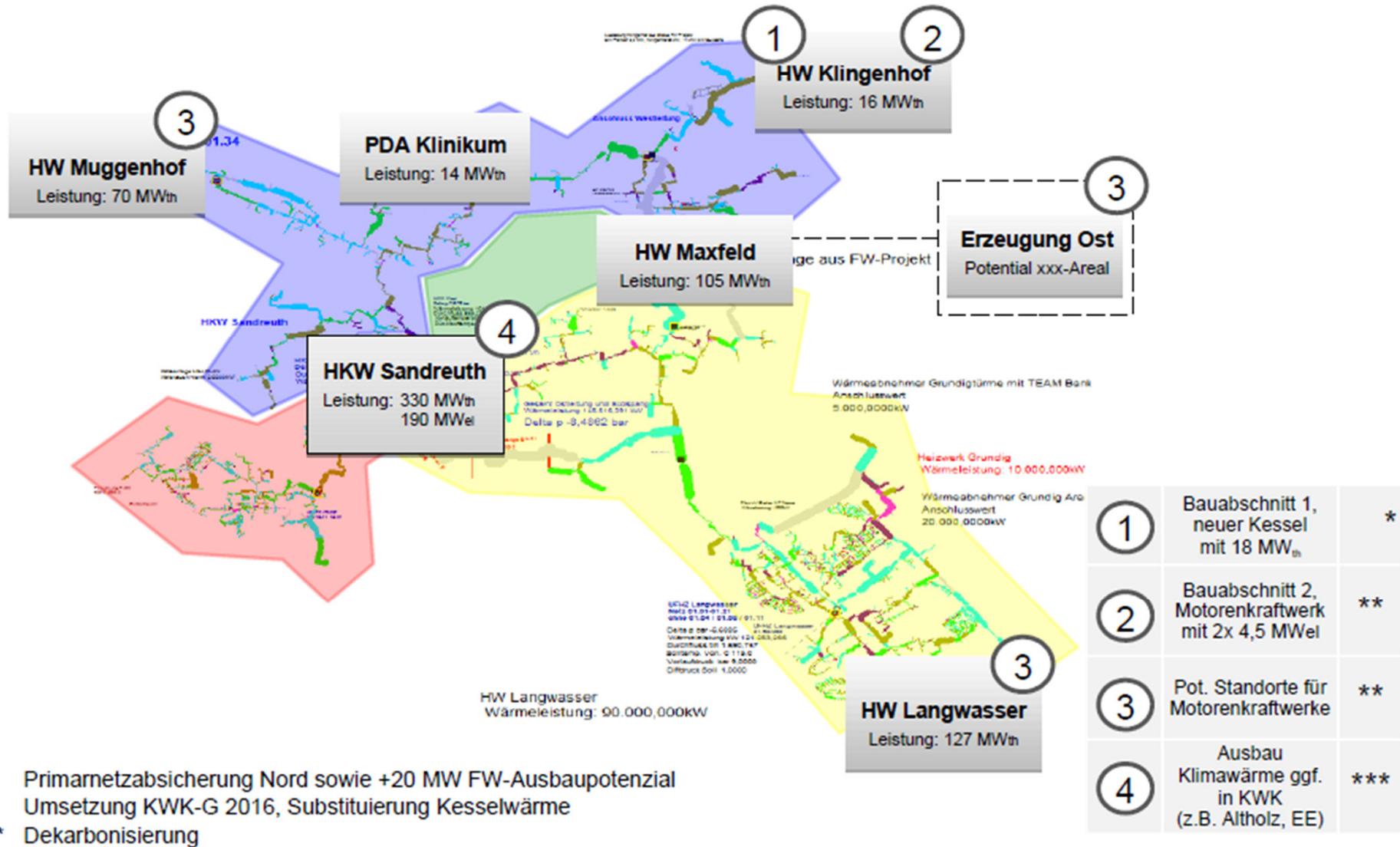


Integration Solare Quellen in das Fernwärmesystem

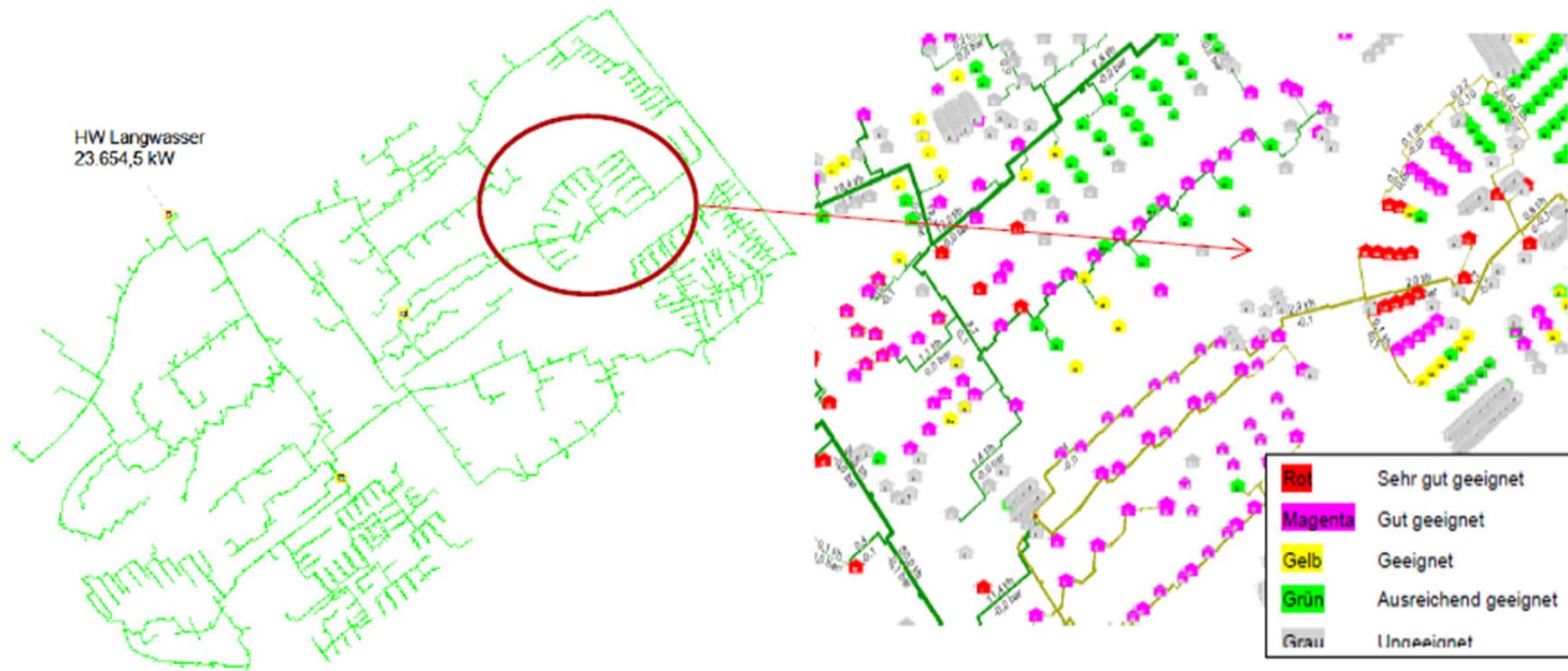


Solarthermiekraftwerk in der 20 MW-Klasse im Stadtgebiet Nürnberg?

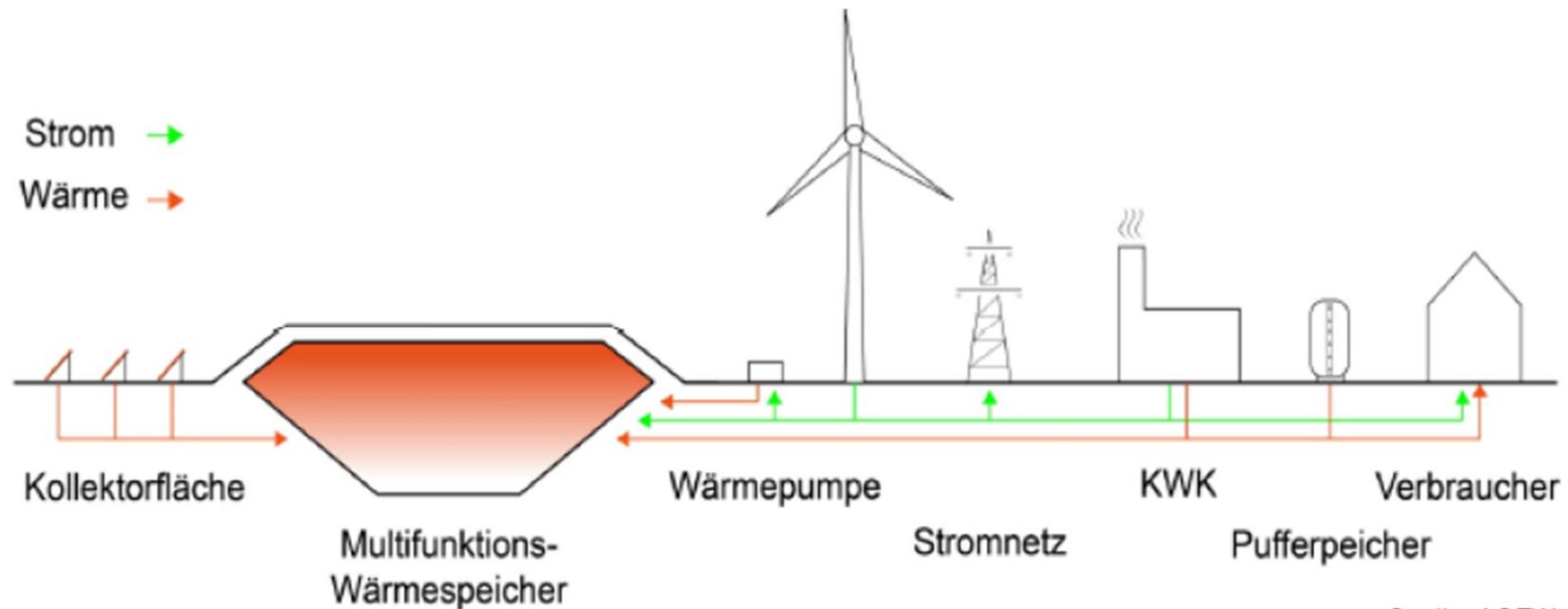
Marktausrichtung der KWK-/FW-Erzeugungsanlagen



Integration Solare Quellen auf Kundenanlagen in bestehenden Fernwärmegebieten – SMART FW²



Sektorkopplungsoptionen Rund um (Fern-)Wärme



Quelle: AGFW

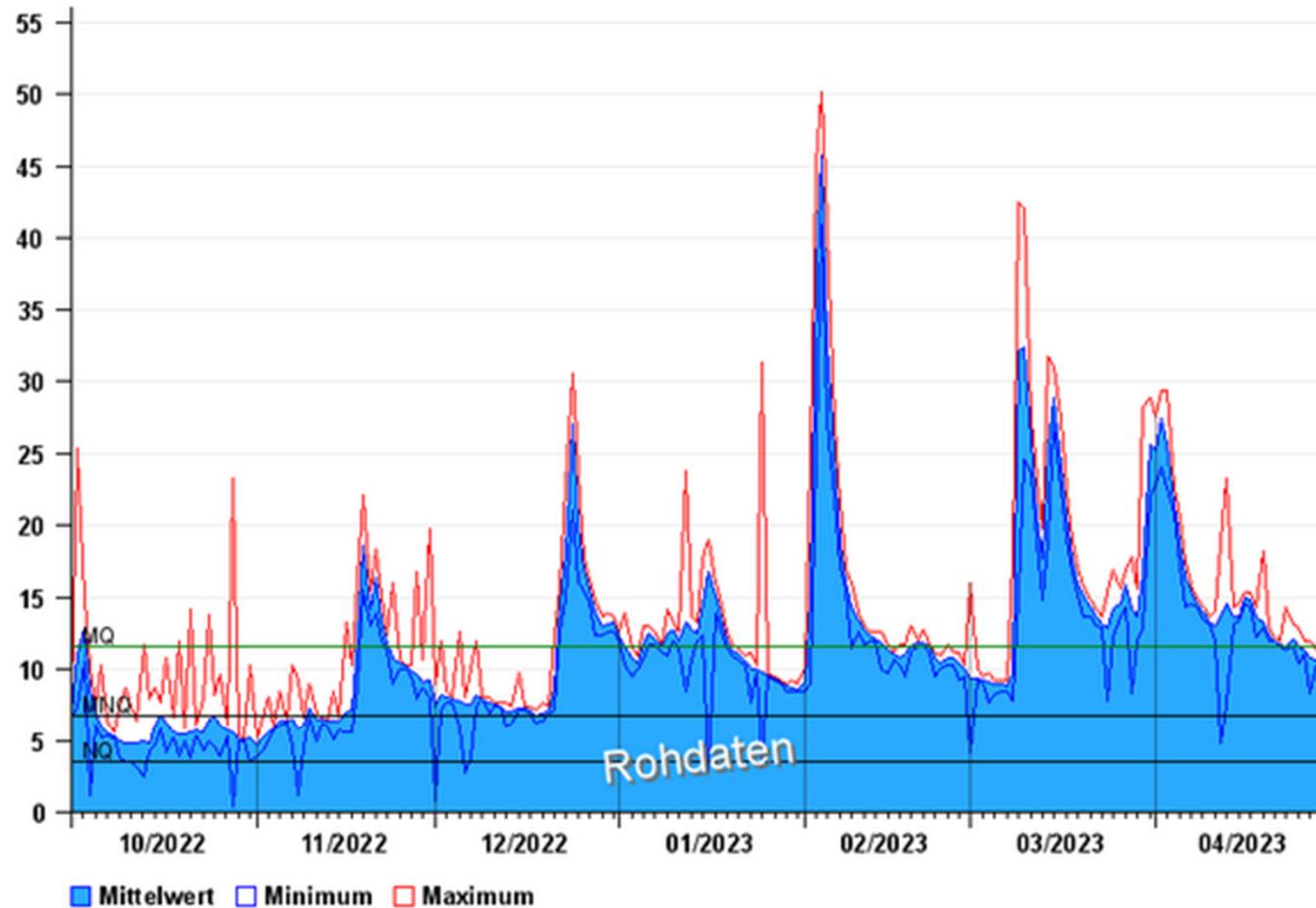
-
- A. Pläne N-ERGIE 2018
 - B. Wassermengen und –Temperaturen von Pegnitz und Rednitz
 - C. Berechnung Wärmepumpen für Oberflächenwasser
 - D. Mögliche Maßnahmen auf Bundesebene für Wärmepumpen
 - E. Firmen mit Innovationspotential

Jahresgrafik Nürnberg Lederersteg / Pegnitz

Abfluss vom 01.10.2022 bis zum 30.04.2023



Abfluss Tageswerte [m³/s]



https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss/bayern/nuernberg-lederersteg-24225000/jahreswerte?addhr=hr_hw

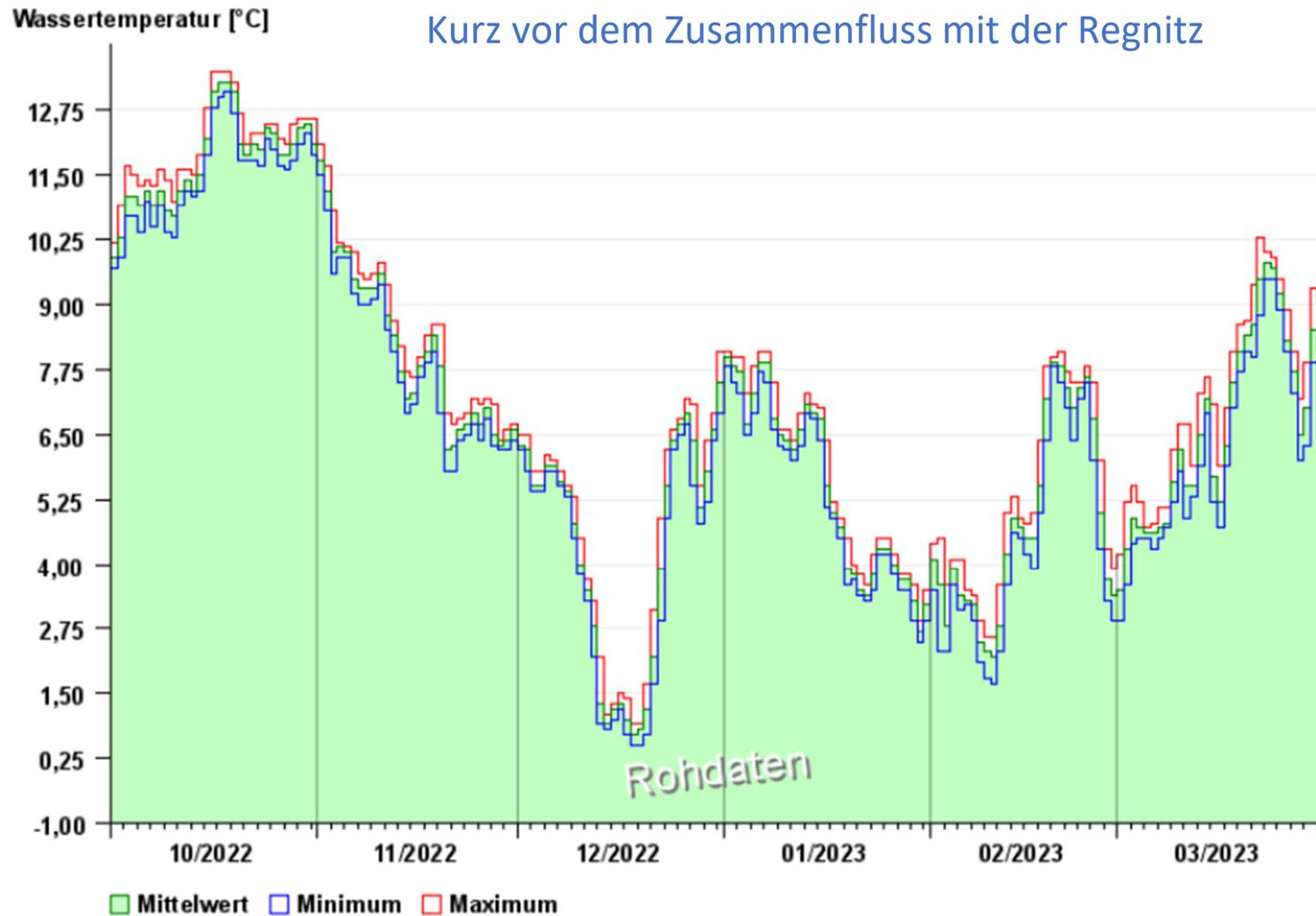
- Niedrigwasserabfluss **NQ** 3,48 m³/s
- Mittlerer Niedrigwasserabfluss **MNQ** 6,76 m³/s
- Mittlerer Abfluss **MQ** 11,5 m³/s
- Mittlerer Hochwasserabfluss **MHQ** 59,4 m³/s
- Hochwasserabfluss **HQ** 149 m³/s

Mittlerer Niedrigwasserabfluss im Winter: 6 m³/s

Leistung Wasser = $m/t * c * dT$

Jahresgrafik Erlangen / Schwabach

Wassertemperatur vom 01.10.2022 bis zum 01.04.2023



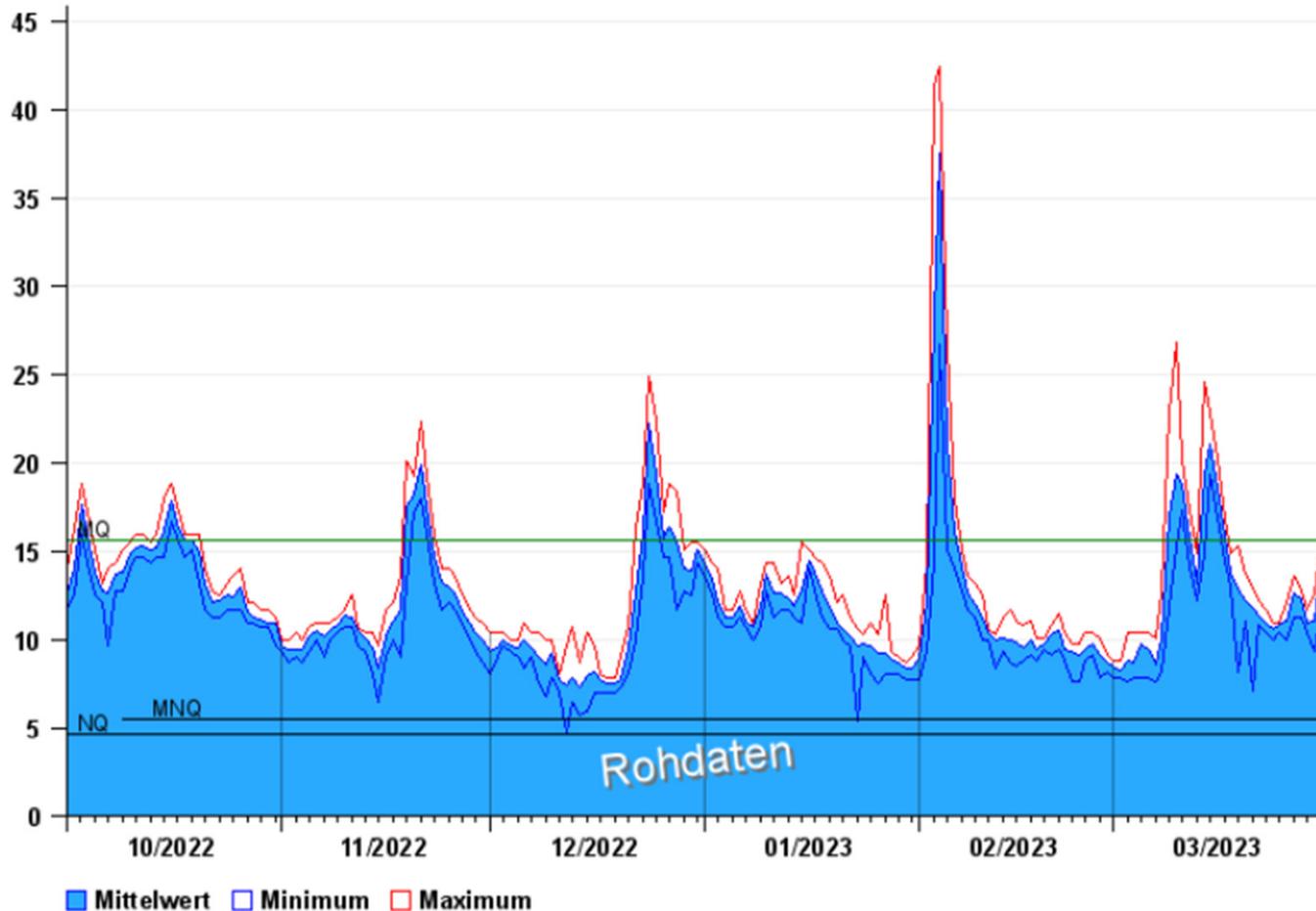
<https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wassertemperatur/regnitz/erlangen-24238501/jahreswerte?zr=jahr&beginn=01.10.2022&ende=01.04.2023>

Jahresgrafik Neumühle / Rednitz

Abfluss vom 01.10.2022 bis zum 01.04.2023



Abfluss Tageswerte [m³/s]



<https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/abfluss/bayern/neumuehle-24211200/jahreswerte>

- Niedrigwasserabfluss **NQ** 4,63 m³/s
- Mittlerer Niedrigwasserabfluss **MNQ** 5,58 m³/s
- Mittlerer Abfluss **MQ** 15,6 m³/s
- Mittlerer Hochwasserabfluss **MHQ** 99,8 m³/s
- Hochwasserabfluss **HQ** 237 m³/s

Mittlerer Niedrigwasserabfluss im Winter: 5 m³/s

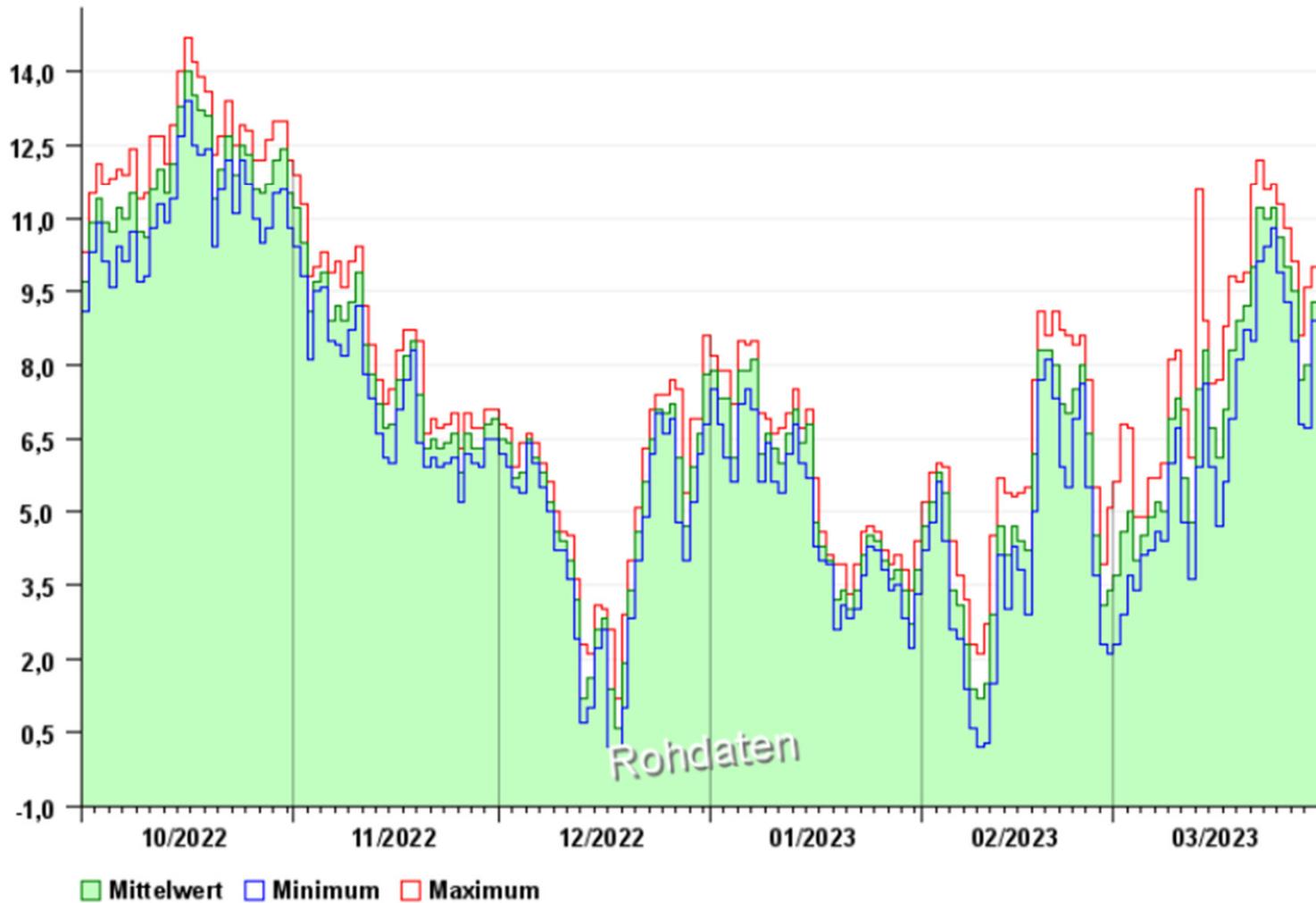
Jahresgrafik Rothaurach / Aurach

Wassertemperatur vom 01.10.2022 bis zum 01.04.2023

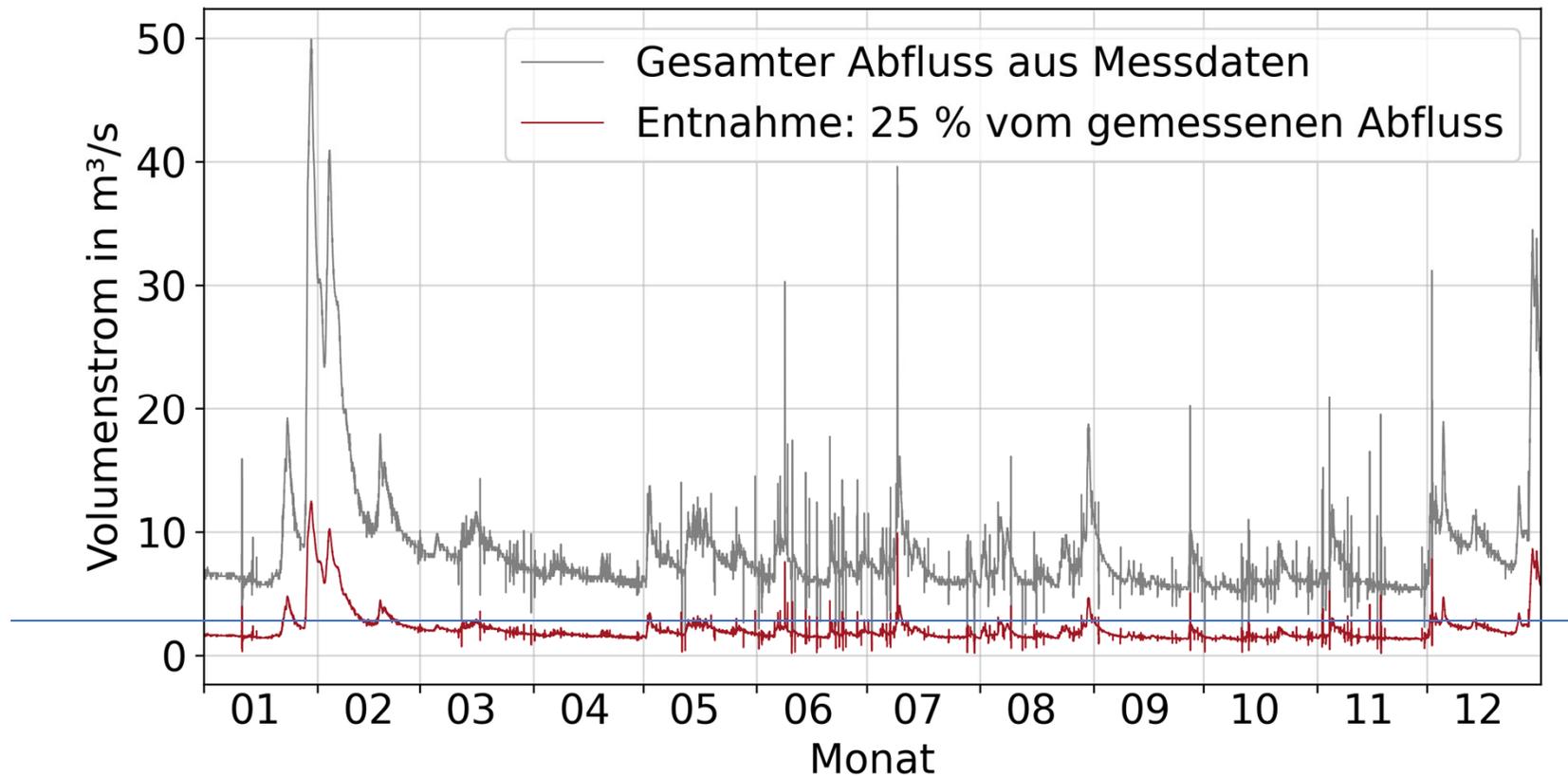


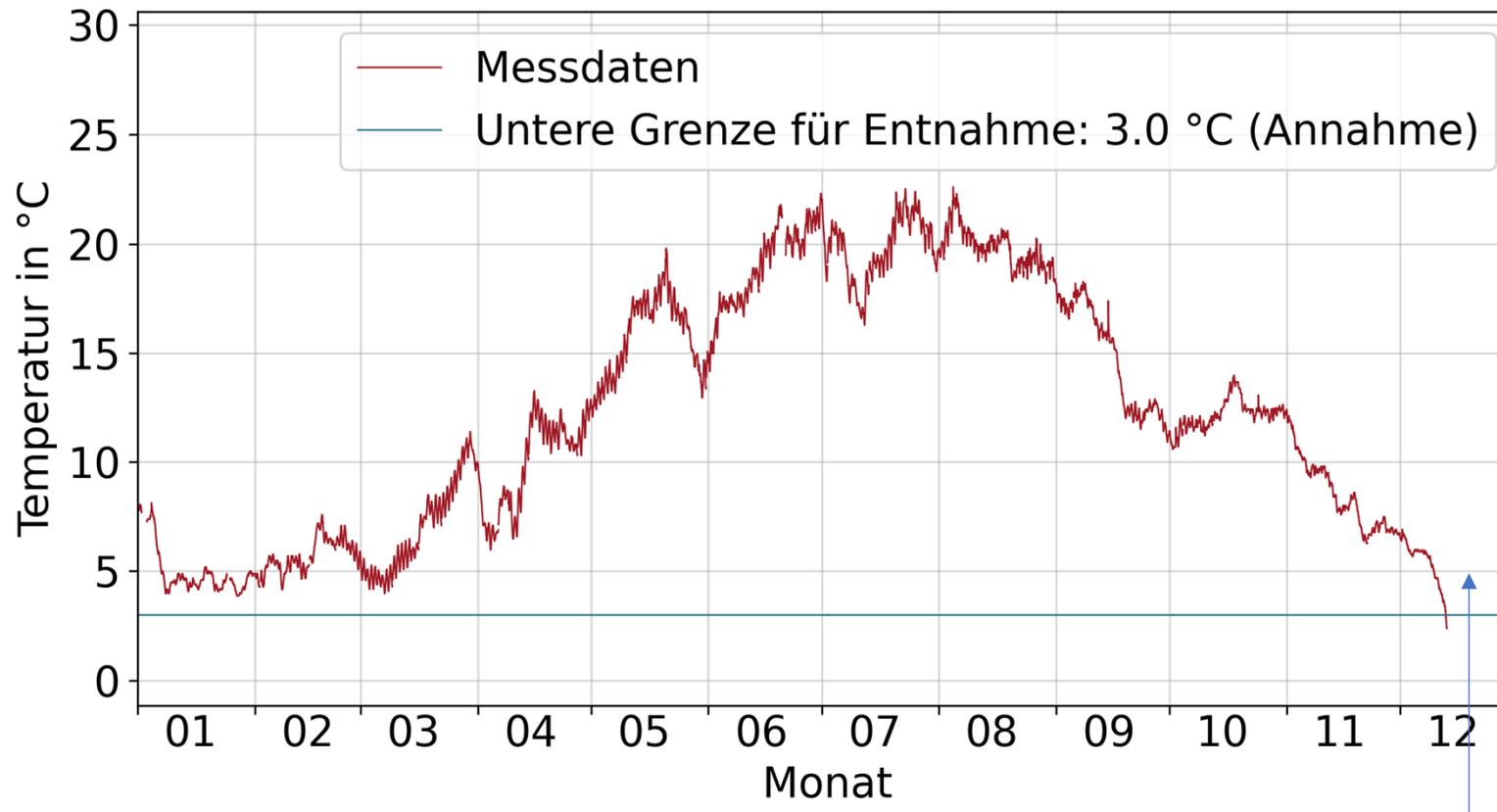
Wassertemperatur [°C]

Kurz vor dem Zusammenfluss mit der Rednitz



<https://www.gkd.bayern.de/de/fluesse/wassertemperatur/kelheim/rothaurach-24215903/jahreswerte?zr=jahr&beginn=01.10.2022&ende=01.04.2023>





Keine Messwerte, da vermutlich Temperaturfühler vereist

- A. Pläne N-ERGIE 2018
- B. Wassermengen und –Temperaturen von Pegnitz und Rednitz
- C. Berechnung Wärmepumpen für Oberflächenwasser
- D. Mögliche Maßnahmen auf Bundesebene für Wärmepumpen
- E. Firmen mit Innovationspotential

C1 Berechnungsdetails Siemens für 18-20 MW

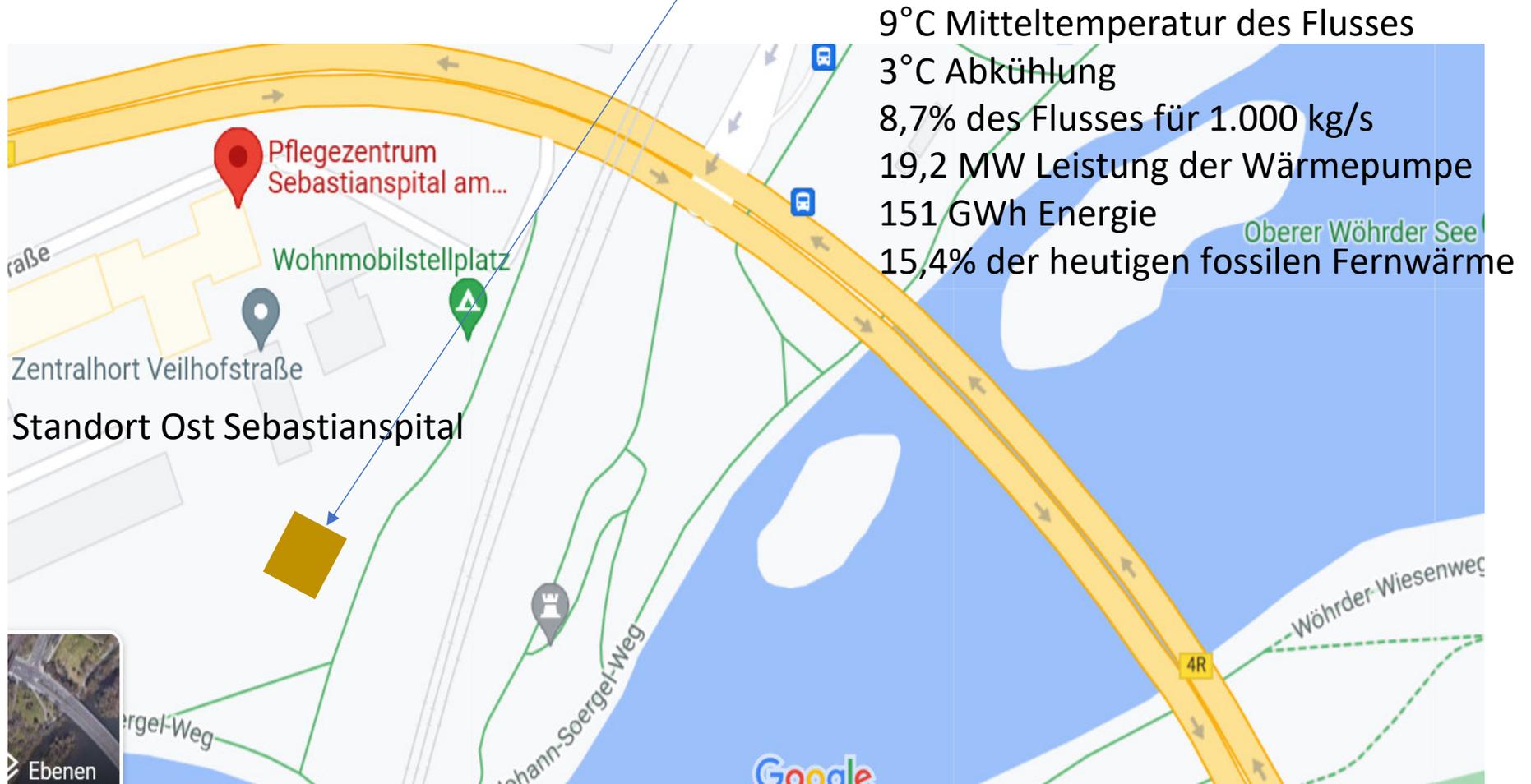
Document							
Date: 20220929 / OM							
Nurnberg- preliminary expected data, not guaranteed							
	Case	1	2	3	4	5	6
1 unit							
Load (%)		100	100	100	100	100	100
Heat source temp inlet (°C)	1	6	6	9	9	12	12
Heat source temp outlet (°C)	2	3.3	5	6	6	8.8	10.9
Heat source water flow (kg/s)	3	1000	3000	1000	3000 1000	1000	3000
DH Thermal heat load (kW)	4	17140	18400	18770	19200	19430	19880
DH inlet temperature (°C)	5	60	60	60	60	60	60
DH outlet temperature (°C)	6	95	95	95	95	95	95
DH water flow (kg/s)	7	116.8	125.5	127.9	130.8	132.4	135.5
COP	8	2.7	2.74	2.77	2.84	2.87	2.94
SHP-C600							
Shell and tube evaporator							

C2 Leistungsermittlung

Standort-Parameter	<u>Gebersdorf</u>	<u>Sebastianspital</u>	<u>Hallerwiese</u>	<u>Klärwerk I</u>	<u>RMD Kanal</u>	<u>Klärwerk II</u>
Fläche, Temp snken	viel, viel	genug, vor Stadt viel absenken	wenig, wenig absenken	wenig, viel absenken	ok, viel absenken	ok, viel absenken
Case Siemens	1	4	2	5	3	6
Temperatur Zeile 1	6	9	6	12	9	12
Max Abkühlung [°C] Zeile 1- Zeile 2	2,7	3,0	1,0	3,2	3,0	1,1
Durchschnittliche Strömung [kg/s] MNQ oder MN	8.500	11.500	11.500			
Möglicher Wasserabfluß [kg/s] bei Siemens Zeile 3	1.000	1.000	3.000	1.000	1.000	3.000
Durchlass [%] bei Siemens Zeile 3	11,76%	8,70%	26,09%	100,00%	15,00%	100,00%
Ziel-Abfluss WP [kg/s] Zeile 3	1.000	1.000	3.000	1.000	1.000	3.000
Leistung [kW] errechnete Wasserwärmeleistung	11.329	12.588	12.588	13.427	12.588	13.847
COP der Wärmepumpe Zeile 7	2,70	2,84	2,74	2,87	2,77	2,94
Elektrische Wärmeleistung [kW]	6.664	6.841	7.234	7.180	7.112	7.138
Gesamtleistung Quelle	17.993	19.429	19.822	20.608	19.700	20.984
Wärmeleistung [kW] Senke Siemens Zeile 4	17.140	19.200	18.400	19.430	18.770	19.880
Verluste in Prozent: Gesamtleistung Quelle - Zeile 4	5,0%	1,2%	7,7%	6,1%	5,0%	5,6%

	<u>Gebersdorf</u>	Sebastianspital	<u>Hallerwiese</u>	Klärwerk I	RMD Kanal	Klärwerk II	
Zeiten und Energie							
Wartungszeit [%]	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	
Tage mit angeg. Wassermenge + nötige Temp	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	80,0%	95,0%	
Betriebsstunden [h]	7.844,6	7.844,6	7.844,6	7.844,6	6.973,0	8.280,4	
Temperaturanstieg auf Nutzseite Zeile 6-Zeile 5	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	
Wassermenge Nutzseite [kg/s] Zeile 7	116,7	130,7	125,3	132,3	127,8	135,4	
Nutzenergie (W-Leistung Senke * B-Std) [GWh]	134,5	150,6	144,3	152,4	130,9	164,6	877,3
WP-Strom [GWh] (= Nutzenergie / COP)	49,8	53,0	52,7	53,1	47,2	56,0	311,9
Anteil an fossiler Fernwärme N	14,1%	15,8%	15,2%	16,0%	13,8%	17,3%	951,1

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.

- A. Pläne N-ERGIE 2018
- B. Wassermengen und –Temperaturen von Pegnitz und Rednitz
- C. Berechnung Wärmepumpen für Oberflächenwasser
- D. Mögliche Maßnahmen auf Bundesebene für Wärmepumpen**
- E. Firmen mit Innovationspotential**

D Wärmepumpen für fossilfreie Fernwärme, Quartiere und Einzelgebäude

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

Gerhard Spiegel

- Dipl. Ing.
- Entwickler, Projektleiter, Technischer Leiter, Erfinder
- Marketing, Vertrieb, Management

Mitarbeit an Veröffentlichungen und Simulationen

- Veröffentlichungen: [„Bioökonomie“](#)
- Simulation: [„Alternativer Szenariorahmen“](#)

Mitgliedschaften

- Vorstand von „energy platform e.V.“
- im Aktionsbündnis „Grüne Eisbären“
- im „Klimaentscheid Nürnberg“
- im Vorstand der „Bund Naturschutz Kreisgruppe Nürnberg“

