

Innovative Praxisbeispiele

Integration niedertemperierter Fernwärme in Bestands- und
Neubauquartieren



LowTEMP-Trainingspaket – Gliederung

Einführung

Einführung in Klimaschutzstrategie(n) & -ziele

Einführung in Energieversorgungssysteme und Niedertemperaturfernwärme (NTFW)

Energieversorgungssysteme im Ostseeraum

Energiestrategien und Pilotprojekte

Methodik zur Entwicklung von Pilot-Energie-Strategien

Pilot-Energiestrategien – Ziele und Rahmenbedingungen

Pilot-Energiestrategien – Beispiele

Pilot- bzw. Demonstrationsprojekte

Berechnung von THG-Emissionen

Lebenszyklusanalyse von NTFW

Finanzielle Aspekte

Lebenszykluskosten von NT FW-Projekten

Wirtschaftlichkeit und unrentierliche Kosten

Vertrags- und Zahlungsmodelle

Geschäftsmodelle und innovative Förderstrukturen

Technische Aspekte

Rohrleitungssysteme

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Großmaßstäbliche Solarthermie

Ab- & Überschusswärme

Großmaßstäbliche Wärmepumpensysteme

Power-2-Heat und Power-2-X

Thermische, solare Eis- und PCM-Speichertechniken

Wärmepumpen-Systeme

Niedrigtemperatur und Fußbodenheizung

Trinkwarmwasserproduktion

Lüftungssysteme

Aus der Praxis

Innovative Praxisbeispiele

Motivation und Zielsetzung

Auf dem Weg zur niedertemperierten Fernwärme

- Vorstellung verschiedener möglicher Wege zur Implementierung von Niedertemperatur-Fernwärme (4. Generation)
- Implementierung in Bestands- und Neubauquartieren

Niedertemperierte Fernwärme in Bestandsquartieren

1. Nahwärmenetz 4.0 Reeseberg, Hamburg (DE)
2. Nutzung der Abwasserwärme Hastedtstraße, Hamburg (DE)
3. Umbau des Max-Steenbeck-Gymnasiums in ein Passivhaus, Cottbus (DE)

1. Nahwärmenetz mit Eisspeicher „Reeseberg“

Hamburg, Deutschland



Projekt Profil

Thema	Nahwärmenetz mit Eisspeicher „Reeseberg“
Baujahr	2017-2019
Projektleitung	Eisenbahnbauverein Harburg eG



Nahwärmenetz Reeseberg, Hamburg (DE)

Projekthintergrund

- Teilprojekt des Forschungsvorhabens Norddeutsche Energiewende NEW 4.0
- Einbindung von Überschussstrom aus Windkraft in die Wärmeversorgung (Sektorkopplung)
- Wohnungsbaugenossenschaft Eisenbahnbauverein Harburg eG (EBV) als innovativer Akteur

Ziel

Nachhaltige und regenerative Wärmeversorgung von 450 Wohneinheiten



Abbildung 1: Luftbild des Gebietes. Quelle: BZE Ökoplan [1]

Nahwärmenetz Reeseberg, Hamburg (DE)

Pilotprojekt

- Weiterentwicklung der bestehenden Erfahrungen mit erstem Eisspeicherprojekt mit Gas-Wärmepumpe aus 2014
- Praxistest für den stromnetzdienlichen Einsatz von Elektro-Wärmepumpen und Heizstäben
- Heizkörperaustausch-Maßnahmen in Wohnungen



Abbildung 2: Energiezentrale mit Wärmepumpe am Reeseberg. Quelle: ZEBAU GmbH [2]

Nahwärmesetz Reeseberg, Hamburg (DE)

Energiekonzept

- Sechs Elektro-Wärmepumpen in Kombination mit vier Eisspeichern
- Die Regeneration des Speichers erfolgt durch überschüssige Windenergie und PV-Strom, mit der elektrische Heizstäbe betrieben werden.
- An anderer Stelle wird der Eisspeicher durch Solarthermie oder Luftabsorber regeneriert.

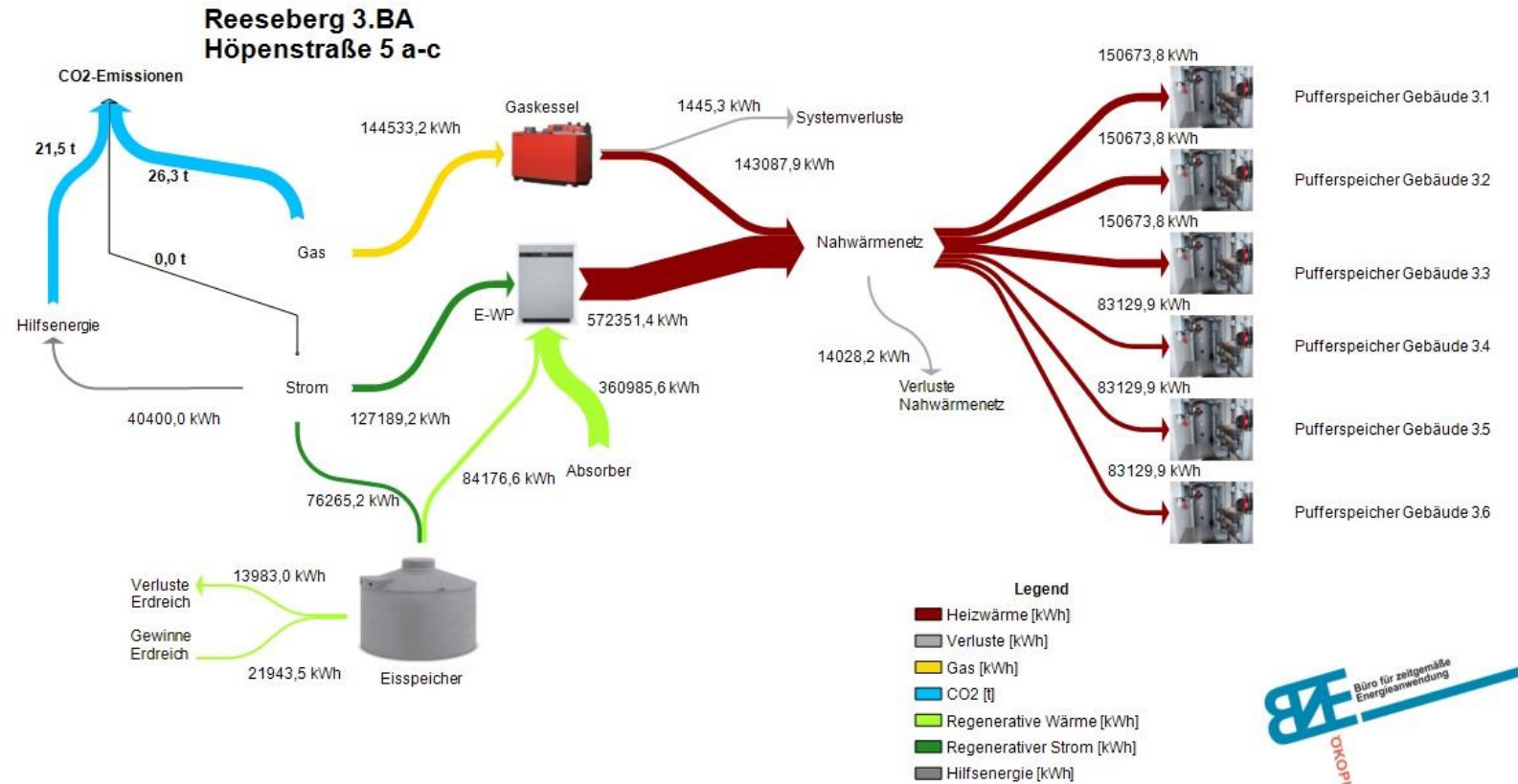


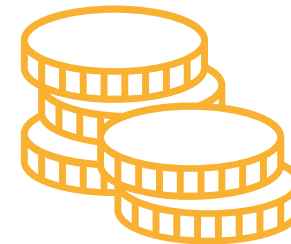
Abbildung 3: Sankey Diagramm zum Projekt Reeseberg. Quelle: BZE Ökoplan [1]



Nahwärmenetz Reeseberg, Hamburg (DE)

Kosten und Förderung

- Investitionskosten von knapp 2 Mio. Euro
- knapp 500.000 Euro aus Hamburger Förderprogramm „Erneuerbare Wärme“ sowie aus dem KfW-Förderprogramm des Bundes
- Rückerstattung eines Teils der Umlagen auf den bezogenen Überschussstrom für EBV



Fördermittel aus Landes- und Bundesprogramm

Nahwärmenetz Reeseberg, Hamburg (DE)

Ergebnisse

- Heizkosten-Senkung um bis zu 80 % (im Vergleich zu ehemaliger Versorgung über Nachtstromspeicherheizungen)
- keine geplante Erhöhung der Kaltmieten durch Umlagen

Geplante CO₂-Reduktion von über 440 Tonnen pro Jahr



80 % weniger Heizkosten

**440 t CO₂-Einsparung
jährlich (geplant)**



2. Abwasserwärmeprojekt “Hastedtstraße”

Hamburg, Deutschland



Projekt Profil

Thema	Abwasserwärmeprojekt "Hastedtstraße"
Baujahr	2010
Projektleitung	Eisenbahnbauverein Harburg eG



Abwasserwärmeprojekt Hastedtstraße, Hamburg (DE)

Projekthintergrund

- 215 Wohneinheiten in Mehrfamilienhaus ursprünglich über Nachtspeicherheizungen mit Raumwärme versorgt
- Warmwasserbereitstellung durch Boiler

Ziel

Ersatz des alten Heizsystems durch moderne Lösung aus Abwasserwärme



Abbildung 4: Baumaßnahmen am Siel. Quelle: Hamburg Wasser [3]

Abwasserwärmeprojekt Hastedtstraße, Hamburg (DE)

Pilotprojekt

- Nutzbarmachung der Abwasserwärme aus dem Sielsystem durch den Einbau von Wärmetauschern
- Randbedingungen am Standort sind erfüllt:
 - minimal nutzbarer Siel Durchmesser: 800 mm
 - Mittels Einschublösung auch bei nicht begehbaren kleineren Nenndurchmessern möglich
 - ausreichende Abflussmenge bei Trockenwetter
 - möglichst geringe Entfernung zum Nutzer
 - baulicher Zustand der Leitungen
 - ausreichender Wärmestandard im Gebäude
 - Zustand der vorhandenen Heiz-/ Kühlanlage



Abbildung 5: Wärmetauscher. Quelle: Hamburg Wasser [3]

Abwasserwärmeprojekt Hastedtstraße, Hamburg (DE)

Energiekonzept

- Wärmetauscher überträgt Wärme des Abwassers in den Klarwasserkreislauf
- Wärmetauscher: Leistung ca. 100 KW
- 25 m PE-Leitungen zum Haus, erdverlegt, wärmeisoliert
- Im Heizungskeller heben Gas-Absorptions-Wärmepumpen die Temperatur auf die Vorlauftemperatur der Heizung an
- zusätzlicher Brennwertkessel nur für Bedarfsspitzen

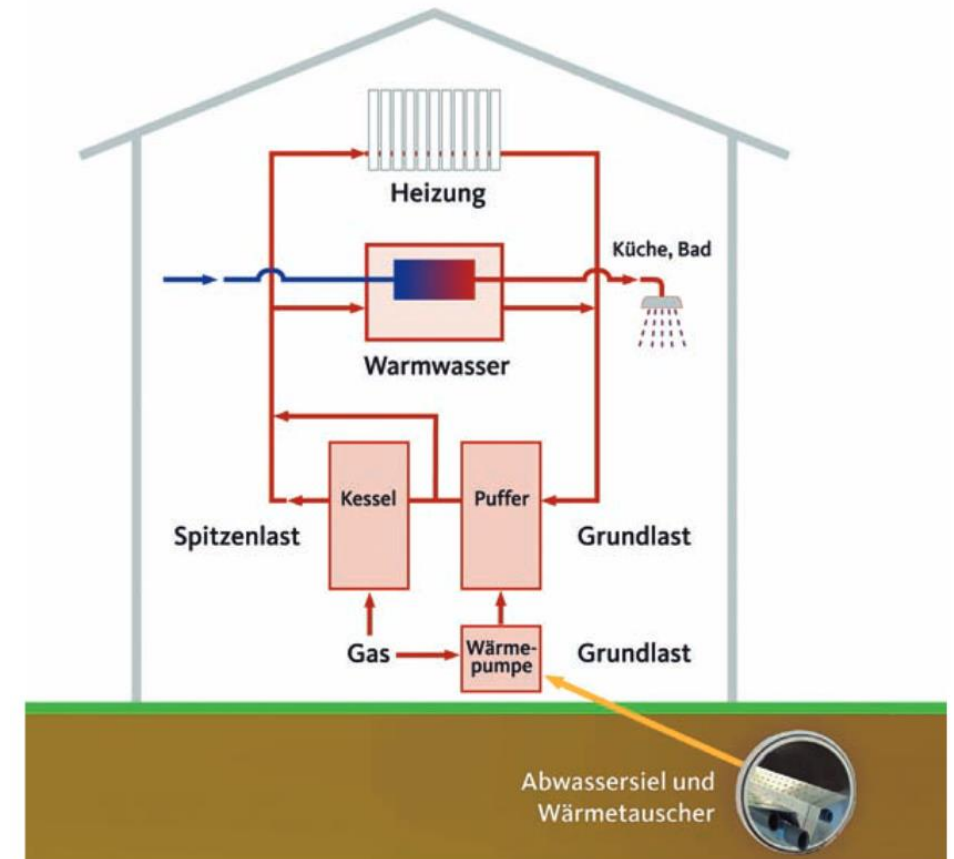


Abbildung 6: Schema des Energiekonzepts. Quelle: Hamburg Wasser [3]

Abwasserwärmeprojekt Hastedtstraße, Hamburg (DE)

Ergebnisse

- ca. 1,7 Mio € Gesamtinvestition
- der eingebaute Wärmetauscher arbeitet einwandfrei und ohne nachteilige Auswirkungen auf Sielbetrieb und Kläranlage
 - Regelmäßige Kontrolle und Spülung
- Die Schaltung der Wärmepumpen ist von zentraler Bedeutung für eine Betriebsoptimierung

Einsparung von 75 % der CO₂-Emissionen durch das neue System

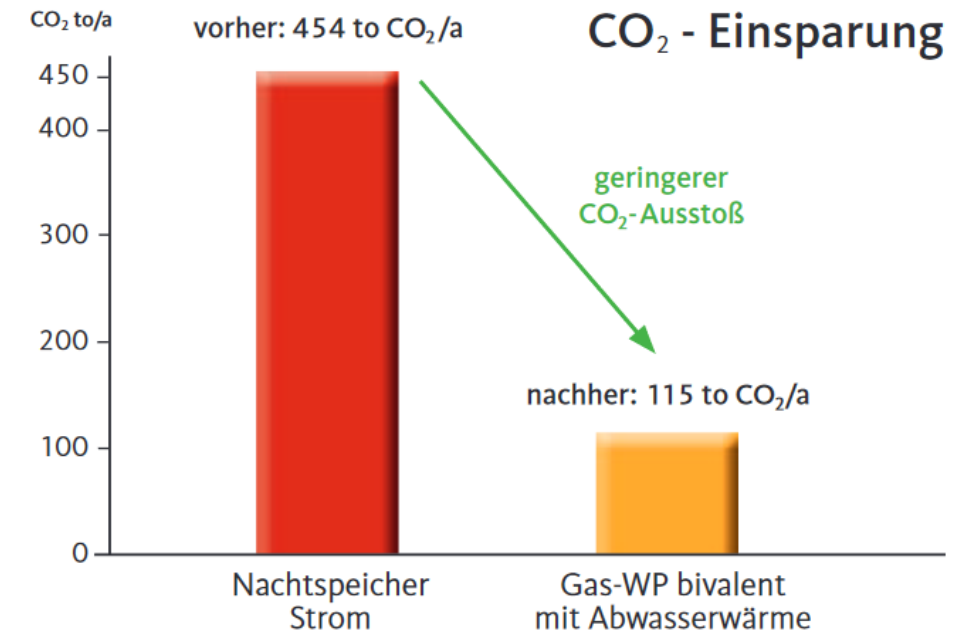


Abbildung 7: Diagramm CO₂-Reduktion. Quelle: Hamburg Wasser [3]

3. Umbau des Max-Steenbeck-Gymnasiums in ein Passivhaus

Cottbus, Deutschland



LowTEMP2.0

Projekt Profil

Thema	Umbau einer Schule in ein Passivhaus
Baujahr	2010 - 2012
Projektleitung	Stadt Cottbus



Max-Steenbeck-Gymnasium, Cottbus (DE)

Projekt Hintergrund

- Die Schule wurde 1974 aus vorgefertigten Betonplatten gebaut.

Ziel

Umbau zum Passivhaus mit bester Wirtschaftlichkeit und unter Berücksichtigung der Betriebskosten für 30 Jahre



Abbildung 8: Gebäudefassade. Quelle: C. Siebke [4]



Max-Steenbeck-Gymnasium, Cottbus (DE)

Pilotprojekt: Vorgehensweise

- Nutzung von Erdwärmespeichern (Einspeisung von Wärme aus Sonnenkollektoren)
- Erdwärmennutzung im Winter und Sommer (Vorwärmung und Vorkühlung der Lüftungsanlage)
- Beheizen durch Nutzung des Rücklaufs der Heizkörper



Abbildung 9: Der Wärmetauscher. Quelle: J. Gerbitz [5]

Max-Steenbeck-Gymnasium, Cottbus (DE)

Pilotprojekt: Ergebnisse

- Umbaukosten – EUR 12.8 Millionen
- Bauausführung – 460 EUR/m²
- Gebäudedienstleistungen (einschließlich Steuern) – 254 EUR/m²
- weniger als 34 kWh/m² jährlich für Heizung und mechanische Lüftung
- etwa 55 % der Wärmeenergie aus dem Rücklauf
- nach der Sanierung nur noch 17 % des Wärmeverbrauchs aus Fernwärme

Vorteile des Rücklaufs

- niedrigere Rücklauftemperatur
- geringerer Wärmeverlust auf dem Weg zurück zum Heizwerk
- höherer Wirkungsgrad der Wärmeübertragung in der Heizungsanlage
- nachhaltige Technologie für Niedertemperatur-Wärmequellen

Niedertemperierte Fernwärme in Neubauquartieren

1. „Wohnen am Campus“, Berlin (DE)
2. Nutzung industrieller Abwärme, Hamburg (DE)
3. Nutzung von Abwasserwärme im Quartier Dieselstraße, Hamburg (DE)
4. Größtes niedertemperiertes Fernwärmenetz auf der Grundlage von Abwärme ohne fossile Brennstoffe, Lund (SE)
5. Nutzung von Abwärme über große Entfernung in Kalundborg (DK)

1. Niedertemperatur-Wärmenetz mit Solareinspeisung in neuem Wohngebiet

Berlin, Deutschland



LowTEMP2.0

Projekt Profil

Thema

NTFW-Netz mit
Solareinspeisung in neuem
Wohngebiet „Wohnen am
Campus“

Baujahr

fortlaufend, Start in 2013

Projektleitung

BTB GmbH Berlin
(Energieunternehmen)



“Wohnen am Campus”, Berlin (DE)

Pilotprojekt

- entwickelt vom Energieunternehmen BTB GmbH Berlin

Ausgangssituation

sehr geringer Energiebedarf,
weniger als 15 kWh/m²a,
kleine Niedrigenergie- und Passivhäuser

Lösung

Niedertemperaturnetz 60/40 °C mit Beteiligung von Verbrauchern, die zur Einspeisung erneuerbarer Energie ermutigt werden



Abbildung 11: “Wohnen am Campus” I. Quelle: J. Gerbitz [5]

“Wohnen am Campus”, Berlin (DE)

Pilotprojekt: Vorgehensweise

- Aufbau eines Niedertemperatur-Fernwärmenetzes (60/40 °C), das nach dem Wärmetausch aus dem vorgelagerten Fernwärmenetz (110/55 °C) an den Fernwärme-Rücklauf angeschlossen wird
- Ermöglichung der Einspeisung von selbst erzeugter Energie aus erneuerbaren Quellen durch die Eigentümer, z.B. thermische Solaranlagen
- Fernwärmelieferant ermöglicht es, überschüssige thermische Energie, die von der thermischen Solaranlage produziert wird, in das Fernwärmenetz einzuspeisen und später während einer 2-jährigen Abrechnungsperiode zu nutzen



Abbildung 12: Der Heizungsknoten im Keller. Quelle: S. Simonides [7]

“Wohnen am Campus”, Berlin (DE)

Pilotprojekt: Ergebnisse

- drei bisher realisierte Solar-Einspeisungen
- Integration eines Batteriesystems für Photovoltaik-Paneele erhöht den Eigenverbrauchsanteil
- NTFW kann im Vergleich zu dezentralen (individuellen) Gebäudeheizungen 65 % an Primärenergie einsparen



Abbildung 13: "Wohnen am Campus" II. Quelle: S. Simonides [7]

2. Industrielle Abwärmennutzung zur Beheizung eines Quartiers

Hamburg, Deutschland



Projekt Profil

Thema	Industrielle Abwärmenutzung zur Beheizung eines Quartiers
Baujahr	2017
Projektleitung	Aurubis AG, enercity Contracting Nord GmbH, HafenCity Hamburg GmbH



Nutzung industrieller Abwärme, Hamburg (DE)

Projekthintergrund

- Die **Aurubis AG** mit Sitz in Hamburg ist der weltweit führende Anbieter von Nichteisenmetallen, insbesondere der größte Kupferproduzent in Europa und der größte Kupferrecycler weltweit.
- Die Partner (u.a. **enercity Contracting Nord GmbH**) verpflichteten sich, die industrielle Abwärme des Hamburger Aurubis-Werks (im **Hamburger Hafen** gelegen) zu nutzen, um die **HafenCity Ost** mit energieeffizienter Fernwärme zu versorgen.
 - **7.500** Wohnungen, Hamburgs neues Stadtgebiet an der Elbe

Ziel

Industrielle Energieressourcen nutzen – Nutzung industrieller Abwärme



Abbildung 14: HafenCity (Ost) - das derzeit größte innerstädtische Entwicklungsprojekt Europas. Quelle: J. Gerbitz [5]

Kupferschmelzverfahren und Wärmerückgewinnung

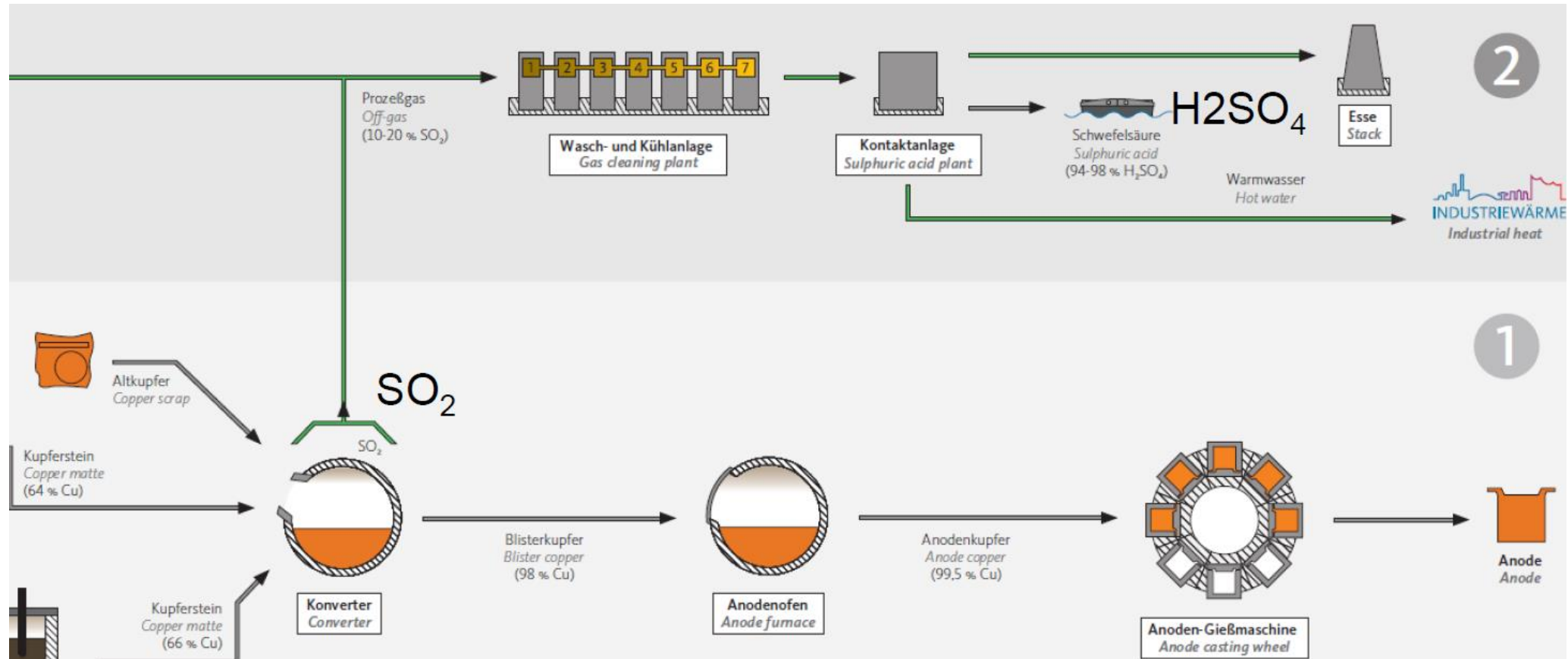


Abbildung 15: Schema des Produktionsprozesses einschließlich Abwärmenutzung in der Hamburger Kupferschmelze von Aurubis. Quelle: J. Beermann [8]

Nutzung industrieller Abwärme, Hamburg

Beim Kontaktprozess in der Schwefelsäureanlage wird Wärme entzogen (exotherme Reaktionen, drei Schritte). Die Temperatur der Schwefelsäure liegt im Allgemeinen im Bereich von **70-120°C**. Der Schwefelsäureprozess in der Hamburger Aurubis-Anlage ist aus Gründen der Fernwärmeversorgung so eingestellt, dass er mit einer Temperatur von **117°C** (statt 65°C) läuft - die Vorlauftemperatur beträgt **90°C** und der Rücklauf **60°C**.

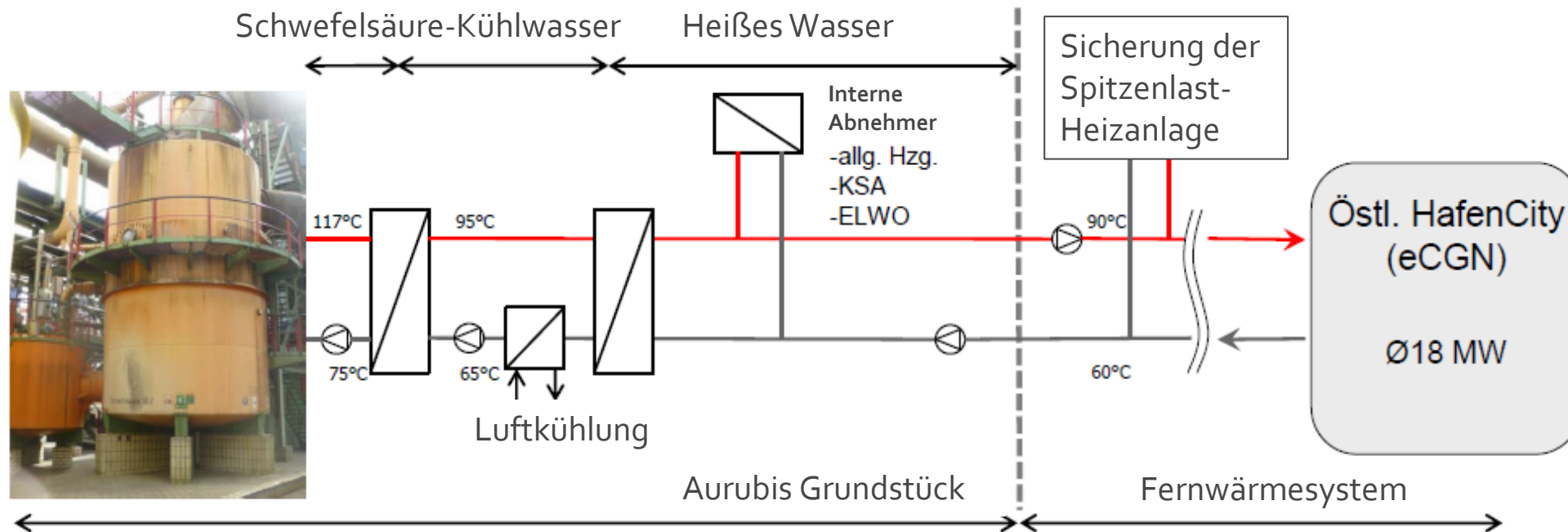


Abbildung 16: Schema der Schwefelsäurekühlung und Rückgewinnung der Abwärme. Quelle: C. Hein [9]

Nutzung industrieller Abwärme, Hamburg (DE)



Abbildung 17: Standort des Auribus-Werks und der HafenCity. Quelle: J. Beermann [8]



Abbildung 18: Fernwärmeleitungsstrasse vom Auribus-Werk zur HafenCity Ost. Quelle: Auribus AG [10]

Nutzung industrieller Abwärme, Hamburg

Schlussfolgerung

- Das Hamburger Aurubis-Werk verfügt über drei Produktionslinien - einen Primärschmelzofen mit einer Tageskapazität von 4000 t (Input) und eine Schwefelsäureanlage mit 3900 t (Output), die jeweils 160 GWh thermische Energie pro Jahr und 18 MW thermische Leistung bereitstellen könnten.
 - eine Linie reicht aus, um die Hafencity Ost zu versorgen; die beiden anderen Linien werden in Zukunft ebenfalls umgestellt, sobald die technischen, finanziellen und vertraglichen Grundlagen geschaffen sind
- Allein in der Hafencity Ost werden mit der Fernwärme auf Basis der Abwärme aus dem Hamburger Aurubis-Werk bis 2029 jährlich rund 4.500 t CO₂ eingespart.
- Der jährliche Wärmeabsatz der enercity Contracting Nord GmbH für die Hafencity Ost betrug 70 GWh, die thermische Leistung - 28 MW im Jahr 2017 (104 GWh und installierte thermische Leistung von 100 MW für die gesamte Hafencity).

3. Nutzung von Abwasserwärme im Neubauquartier Dieselstraße

Hamburg, Deutschland



LowTEMP2.0

Projekt Profil

Thema	Nutzung von Abwasserwärme im Quartier Dieselstraße
Baujahr	2020-2022
Projektleitung	FRANK (www.frank.de)



Nutzung von Abwasserwärme, Hamburg (DE)

Projekthintergrund

- neues Wohngebiet: ca. 11.238 m² Wohnfläche
- 74 Mietwohnungen, 75 Eigentumswohnungen
- KfW-Effizienzhausstandard 40
- Finanzielle Förderung der Energieversorgung durch die Hamburgische Investitions- und Förderbank (IFB) – Programm Erneuerbare Wärme

Ziel

Versorgung der Haushalte mit klimafreundlicher Wärme aus dem Abwasser



Abbildung 19: PV-Anlagen auf dem Dach der Gebäude. Quelle: FRANK [11]

Nutzung von Abwasserwärme, Hamburg (DE)

Abwasserwärmetauscher

- Mit einer Gesamtlänge von 106 Metern versorgt der Abwasserwärmetauscher die 149 Wohnungen mit regenerativer Wärme

Funktionsweise

- Die 53 einzelnen Wärmetauschereinheiten werden im Abwasserkanal installiert
- Über die miteinander verschweißten, doppelwandigen Edelstahlplatten läuft das Abwasser mit einer Restwärme von 12° - 20° C
- Die Wärmetauscher entziehen dem Abwasser die Wärme, die über eine Wärmepumpe in die Wohnanlage geführt wird.

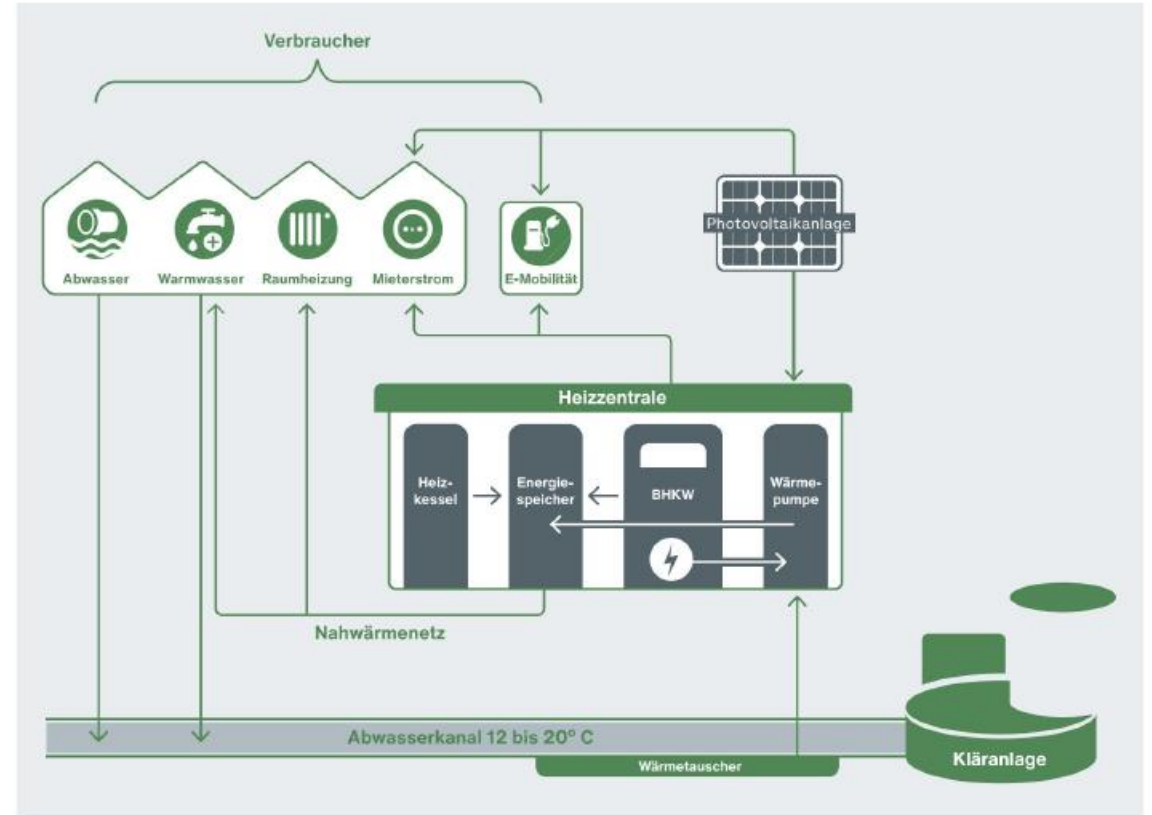


Abbildung 20: Funktionsweise Abwasserwärmetauscher.
Quelle: FRANK [11]

Nutzung von Abwasserwärme, Hamburg (DE)

Photovoltaik

- Auf dem Dach der Gebäude des Quartiers sind Photovoltaikmodule installiert, die die Wohnungen und die Wärmepumpe mit Strom versorgen
 - Wärmepumpen werden u.a. mit dem selbst produzierten Solarstrom betrieben
 - Die beiden PV-Anlage haben eine Gesamtleistung von insgesamt 150 kWp
- Durch regenerative Wärme und Solarstrom sparen die Bewohner jährlich bis zu 45 Tonnen Kohlendioxid ein, so viel wie 150 Fahrzeuge im Jahr ausstoßen würden.



Abbildung 21: Wärmetauscher in der Kanalisation. Quelle: FRANK [11]

4. Niedertemperiertes Fernwärmenetz auf der Grundlage von Abwärme ohne fossile Brennstoffe

Lund, Schweden



LowTEMP2.0

Projekt Profil

Thema

Größtes niedertemperierte
Fernwärmenetz auf der
Grundlage von Abwärme ohne
fossile Brennstoffe

Baujahr

laufend, Start in 2017

Projektleitung

Kraftringen company



Brunnshög in Lund

Projekthintergrund

- Lund ist eine schnell wachsende Stadt mit fast 120.000 Einwohnenden. Die Kommune hat sich das politische Ziel gesetzt, ihre Umwelt- und Klimabelastung erheblich zu reduzieren.
- bestehende Einrichtungen
 - Universität Lund
 - Forschungseinrichtungen MAX IV (Röntgensynchrotron)
 - die Europäische Spallationsquelle (ESS) - linearer Protonenbeschleuniger, heliumgekühltes Wolfram-Targetrad als Neutronenquelle, Messinstrumente
 - Science Village Scandinavia



Abbildung 22: Visualisierung von Brunnshög I. Quelle: Atkins [12]

Brunnshög in Lund

Pilotprojekt

- Ziel ist es, das größte auf Abfallenergie basierende niedertemperierte Fernwärmenetz zu errichten
- Testfeld für niedertemperierte Fernwärmelösungen
- Die Gesamterschließung wird über 100 ha umfassen und im Jahr 2050 werden mehr als 40.000 Menschen in Brunnshög leben und arbeiten
- These: Die Stadt kann weiter wachsen, ohne die Treibhausgasemissionen zu erhöhen



Abbildung 23: Visualisierung des MAX IV Labros. Quelle: Fojab Arkitekter [13]

Brunnshög in Lund

Pilotprojekt: Vorgehensweise

- Geringtemperierte Abwärme aus den Forschungsanlagen von ESS und MAX IV wird den gesamten Stadtteil Brunnshög beheizen
- Niedertemperatur-Fernwärmenetz in Brunnshög:
 - 4,4 km lang
 - 65 °C Vorlauf, 35 °C Rücklauf
 - Baubeginn Herbst 2017
 - erste Lieferung 2019



Abbildung 24: Visualisierung von Brunnshög II. Quelle: Atkins [12]

Brunnshög in Lund

Projekt: Vorgehensweise

- zwischen den Anlagen MAX IV und ESS mit einer Fläche von 18 Hektar; geplant ist der Bau von 250 000 m² Bruttogeschossfläche
 - Raum für Innovation, Gebäude mit bis zu acht Stockwerken
- Verfügbarkeit von Niedertemperaturwärme von ESS und MAX IV zur Beheizung des Science Village
 - Die Wärme kommt aus:
 - Abwärme/überschüssiger Wärme aus wissenschaftlichen Anlagen, z. B. Ionenkühlung/Verzögerungsanlage
 - Groß angelegten KWK-Anlagen auf der Grundlage von Biokraftstoffen
 - Geothermischen Großanlagen
 - Wärmepumpen zur Rückgewinnung von Wärme aus Abwasser
 - Wärmepumpen zur Fernkühlung
 - anderen erneuerbaren Energiequellen

5. Abwärmennutzung in Kalundborg, Dänemark

Ist die Nutzung von niedertemperierter Abwärme in großer Entfernung (20 km) wirtschaftlich machbar?

Projekt Profil

Thema	Niedertemperierte Abwärmenutzung über große Entfernung
Baujahr	entwickelt 2017
Projektleitung	Stadt Kalundborg



Abwärmennutzung in der Region Kalundborg

Projekthintergrund

- Innenstadt Kalundborg: dichte Industriegebiete, daher eine erhebliche Menge an überschüssiger (Ab-)Wärme
- Wärmeübertragung – große Entfernung
20 MWc
 $T_c \sim 300 \text{ K}$

Über welche Entfernung kann das Netz wirtschaftlich betrieben werden?

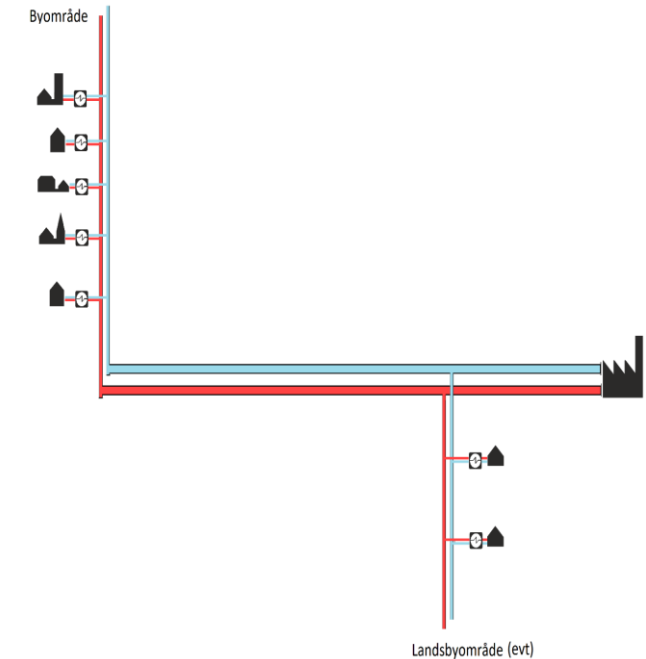
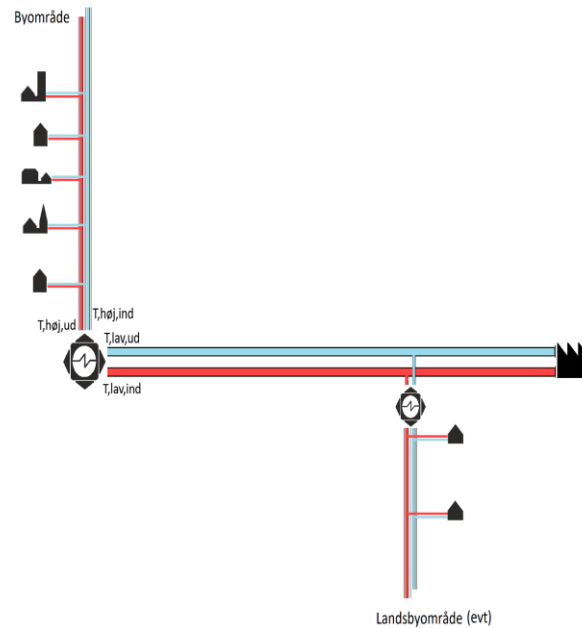
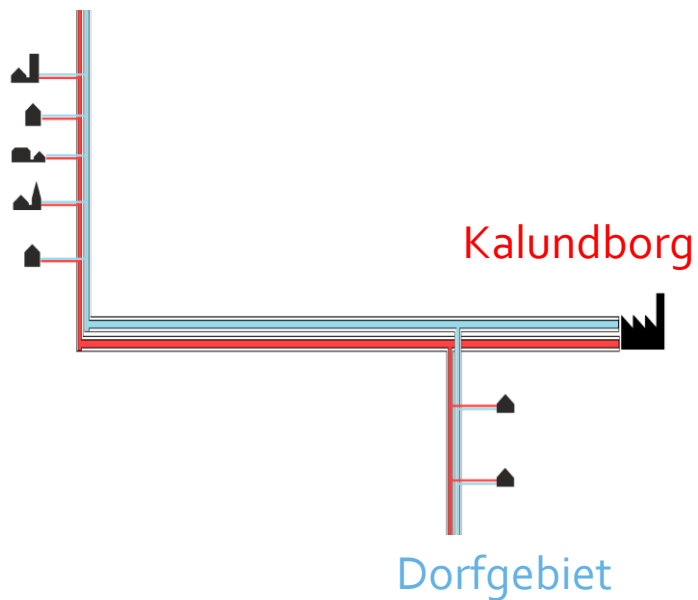


Abbildung 25: Standort der industriellen Wärmequellen. Quelle: Kalundborg Symbiosis [14]

Abwärmennutzung in der Region Kalundborg

Drei Möglichkeiten

Stadtgebiet



(1) Verteilnetz (gedämmt)

(2) Verteilnetz (ungedämmt)+ Wärmepumpen

(3) Verteilnetz (ungedämmt)
+ dezentrale Wärmepumpen

Abbildung 26: Drei Optionen. Quelle: Kalundborg Symbiosis [14]

Abwärmennutzung in der Region Kalundborg

Scenario 2: PES + ISO + Zentrale Wärmepumpe (Niedertemperatur)

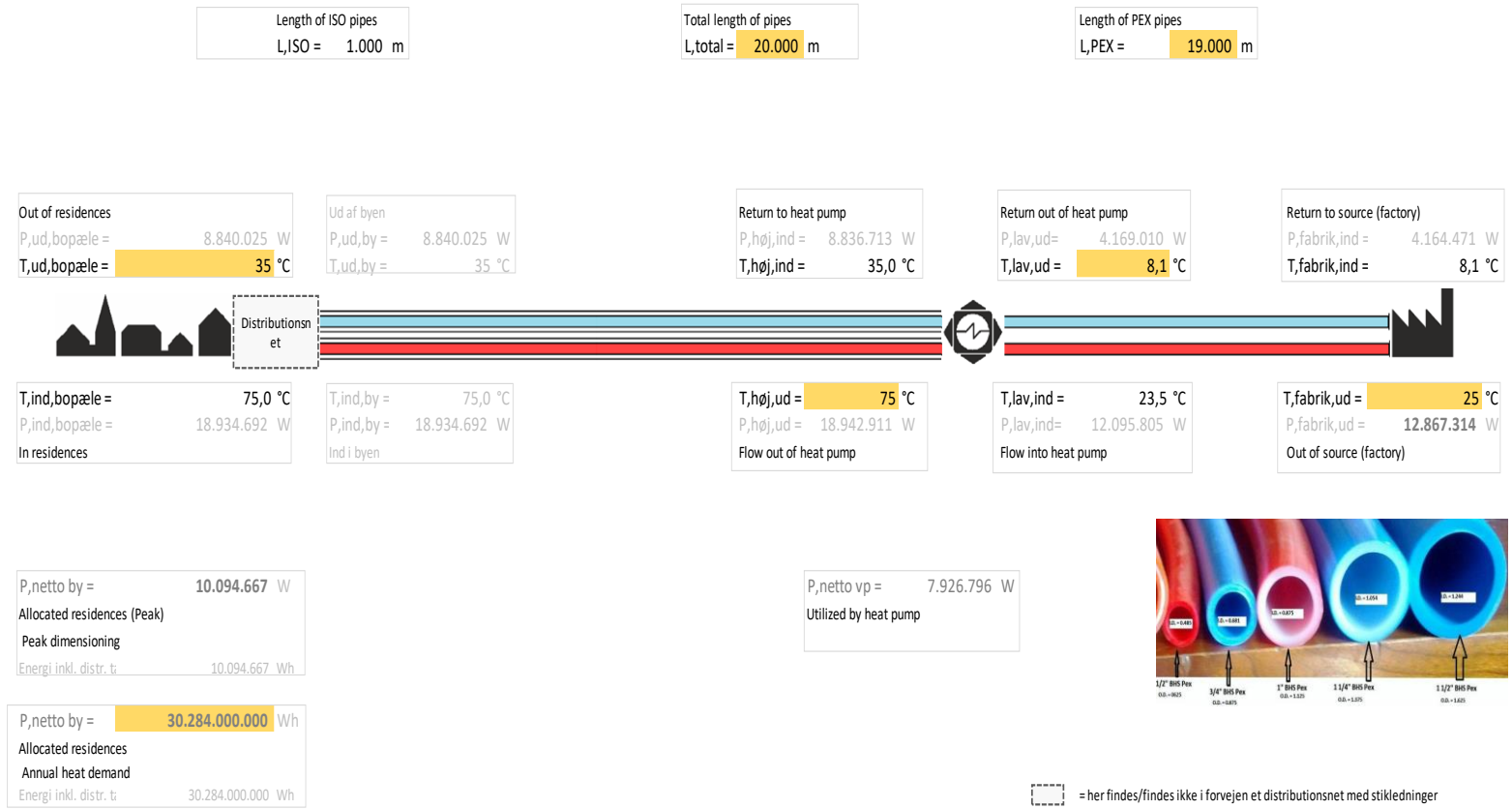


Abbildung 27: Szenario 2 der Abwärmennutzung. Quelle: Kalundborg Symbiosis [14]

Abwärmennutzung in der Region Kalundborg

Transmission (Afsætter → Bygrænse)			
Prerequisites			
Efter at røret er blevet dimensioneret, må celle [E5] og [E7] ikke ændres			
Velocity PEX	c	2,000	m/s
Velocity, ISO	c	1,10	m/s
Flow, PEX	Q,peX, pipe	0,12	m ³ /s
Flow, ISO	Q,iso, pipe	0,06	m ³ /s
Pipe radius inner PEX	ri	0,1401	m
Pipe radius inner, ISO	ri	0,1324	m
Heat source temperature (to HP)	T,low,in	23,5	°C
Electricity consumption at peak, central heat pump		2.179.402	W
COP factor		4,64	W/W

Tabelle 1: Exemplarische Ergebnisse von Berechnungen.
Quelle: Kalundborg Symbiosis [14]

Abwärmennutzung in der Region Kalundborg

Schlussfolgerungen

1. Die erzielten Ergebnisse haben gezeigt, dass die Niedertemperaturwärme über eine Entfernung von 20 km in einer wirtschaftlich und ökologisch vertretbaren Weise übertragen werden kann (das Ergebnis ist jedoch umstritten).
2. Im vorliegenden Fall wurde angenommen, dass die Übertragung über eine große Entfernung (19 km) unter Verwendung eines nicht isolierten Rohrs mit einem geringen Temperaturabfall von 25 auf 23,5 °C erfolgt; der COP-Koeffizient der Wärmepumpe wurde mit nahezu 5 berechnet.
3. Kalundborg hat noch nicht über die Durchführung des Projekts entschieden.
4. Mit dem Klimaabkommen hat das dänische Parlament die Steuern auf überschüssige Wärme und die strengen Berichtspflichten abgeschafft. Die Gesetzesänderung ist am 1. Januar 2021 in Kraft getreten und könnte für die Umsetzung des Projekts entscheidend sein.

8. Schlussfolgerungen

Schlussfolgerungen

- Die energieeffiziente Sanierung aller Gebäude in den Ländern im Ostseeraum bis 2050 ist nicht machbar.
- Richtlinien und Beispielobjekte, wie Gebäude minimal für die Implementierung von Niedertemperatur-Fernwärme vorbereitet werden sollten, werden benötigt.
- Niedertemperatur-Fernwärme-Netze sind abhängig von den Rahmenbedingungen und dem technischen Stand der Raumheizungsanlagen der Verbraucher sowie den Verbrauchergewohnheiten (z.B. zu hoher Wärmeverbrauch), so dass diesen durch Maßnahmen begegnet werden muss.
- Qualitativ hochwertige Installationen und Betriebskontrollsysteme sind wichtig für die erfolgreiche Implementierung von Niedertemperatur-Fernwärme und den Komfort der Bürger.
- Gute Betriebsführung und Nutzererfahrungen sind notwendig für erfolgreiche Projekte.
- Die Umwandlung der bestehenden Heizungsnetze in Niedertemperatur-Fernwärme-Netze ist möglich und führt zu einer Reduzierung der Wärmeverluste und Emissionen um 15 - 25 %.



Bildnachweise

- [1] BZE Ökoplan Büro für zeitgemäße Energieanwendung. Eigene Darstellung
- [2] ZEBAU GmbH. Eigene Aufnahme
- [3] Hamburg Wasser. <https://www.hamburgwasser.de/fileadmin/hhw-privatkunden/downloads/broschueren/hamburgwasser-waerme-aus-abwasser.pdf>
- [4] C. Siebke, BTU Cottbus-Senftenberg, Deutschland. Eigene Aufnahme.
- [5] J. Gerbitz, ZEBAU GmbH. Eigene Aufnahme.
- [6] BSM – Beratungsgesellschaft für Stadterneuerung und Modernisierung mbH. https://www.adlershof.de/fileadmin/user_upload/ebooks/WaC/index.html#p=8
- [7] S. Simonides , BTU Cottbus-Senftenberg, Deutschland. Eigene Aufnahme.
- [8] J. Beermann. Abwärmenutzung zur Fernwärmebereitstellung: das Beispiel HafenCity Hamburg, VDI Hamburg - Vortragsreihe Wärme 2030, enercity Contracting Nord GmbH, Hamburg, 1.10.2019. https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/vor_ort/bv/hamburger-bv/191001_VDI_Forum_Hamburg_enercity_Abwaerme_HafenCity_Hamburg_-_freigegebene_Version.pdf



Bildnachweise

- [9] C. Hein. Beiträge industrieller Abwärme zur Wärmeversorgung, Aurubis AG, Corporate Energy & Climate Affairs, Hamburg 2016. <https://www.hamburg.de/contentblob/7342166/7018d5e17216e4a9b162517eea4ca810/data/d-praesentation.pdf>
- [10] Aurubis AG. Environmental Protection in the Aurubis Group and Updated Aurubis AG Environmental Statement 2019, Hamburg and Lünen Sites, Hamburg 2019. https://www.aurubis.com/binaries/content/assets/aurubis-en/dateien/responsibility/environmental-statement/2019_aurubis_ag_environmental_statement_en.pdf
- [11] FRANK. <https://frank.de/projekte/helling>
- [13] Atkins, Vision image of Brunnsög. COOL DH (cool district heating). <http://www.cooldh.eu/demo-sites-and-innovations-in-cool-dh/brunnshog-in-lund/>
- [13] Fojab Arkitekter, Vision image of MAX IV.COOL DH (cool district heating). <http://www.cooldh.eu/demo-sites-and-innovations-in-cool-dh/brunnshog-in-lund/>
- [14] Kalundborg Symbiosis. <http://www.symbiosis.dk/>

Kontakt

Verfasser: IMP PAN

Prof. Adam Cenian
Dr. Teresa Zurek
Dr Mieczysław Dzierzgowski
Jarosław Losiński

14 Fiszera St
80-231 Gdańsk
Poland

E-mail: cenian@imp.gda.pl
Tel: +48 58 5225 276
www.imp.gda.pl

Übersetzung, Anpassung und Ergänzung: ZEBAU GmbH

Jan Gerbitz
Amke Oltmanns
Jessica Zander

Große Elbstraße 146,
22767 Hamburg
Deutschland

E-Mail: info@zebau.de
Telefon: +49 40 380 384 0
www.zebau.de
www.lowtemp.eu