



Wärmenetze als Plattform zur Integration erneuerbarer Energien und industrieller Abwärme

Handlungsoptionen und internationale Erfahrungen

Christian Maaß

ThEGA Forum

Weimar, 10. Mai 2017



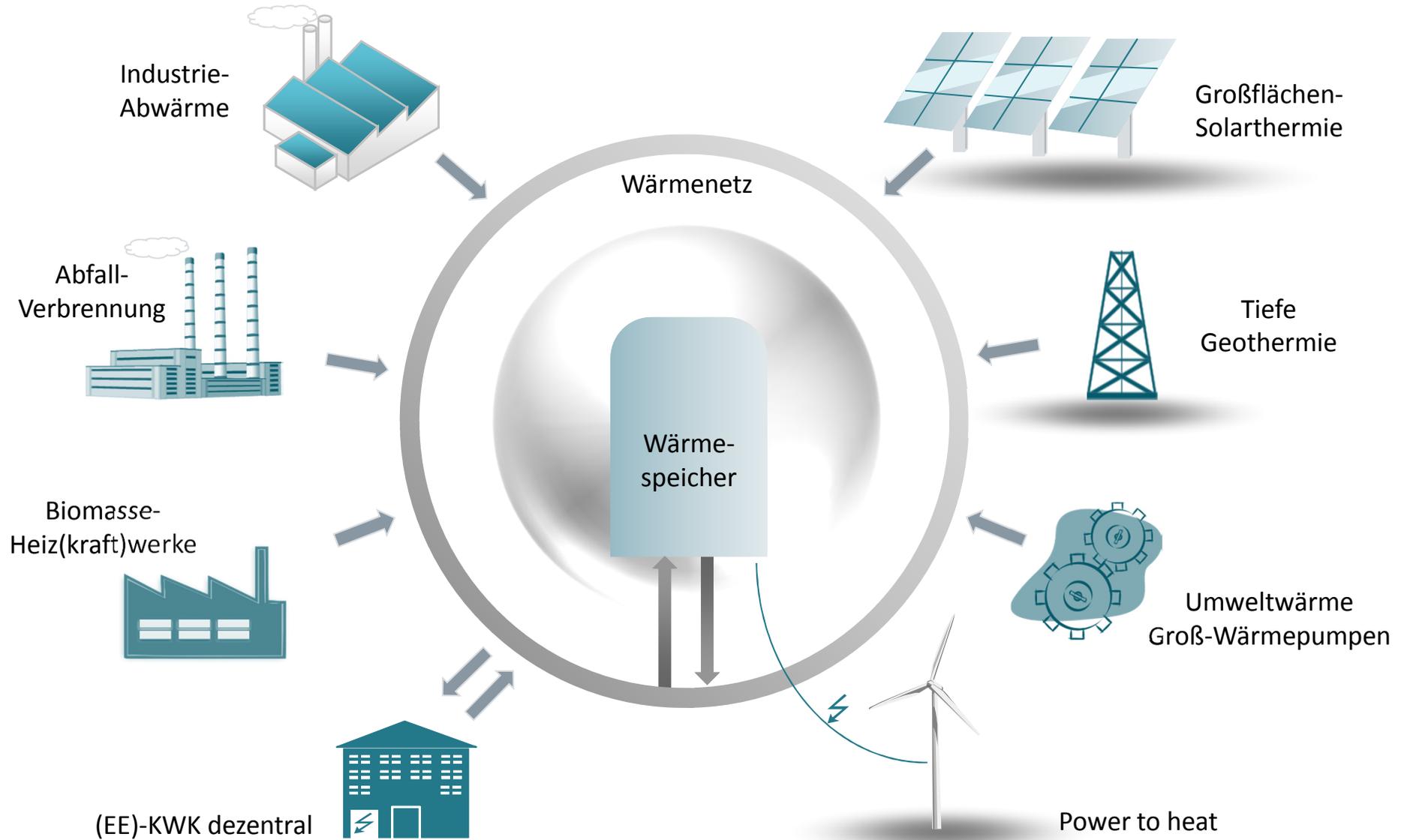


These:

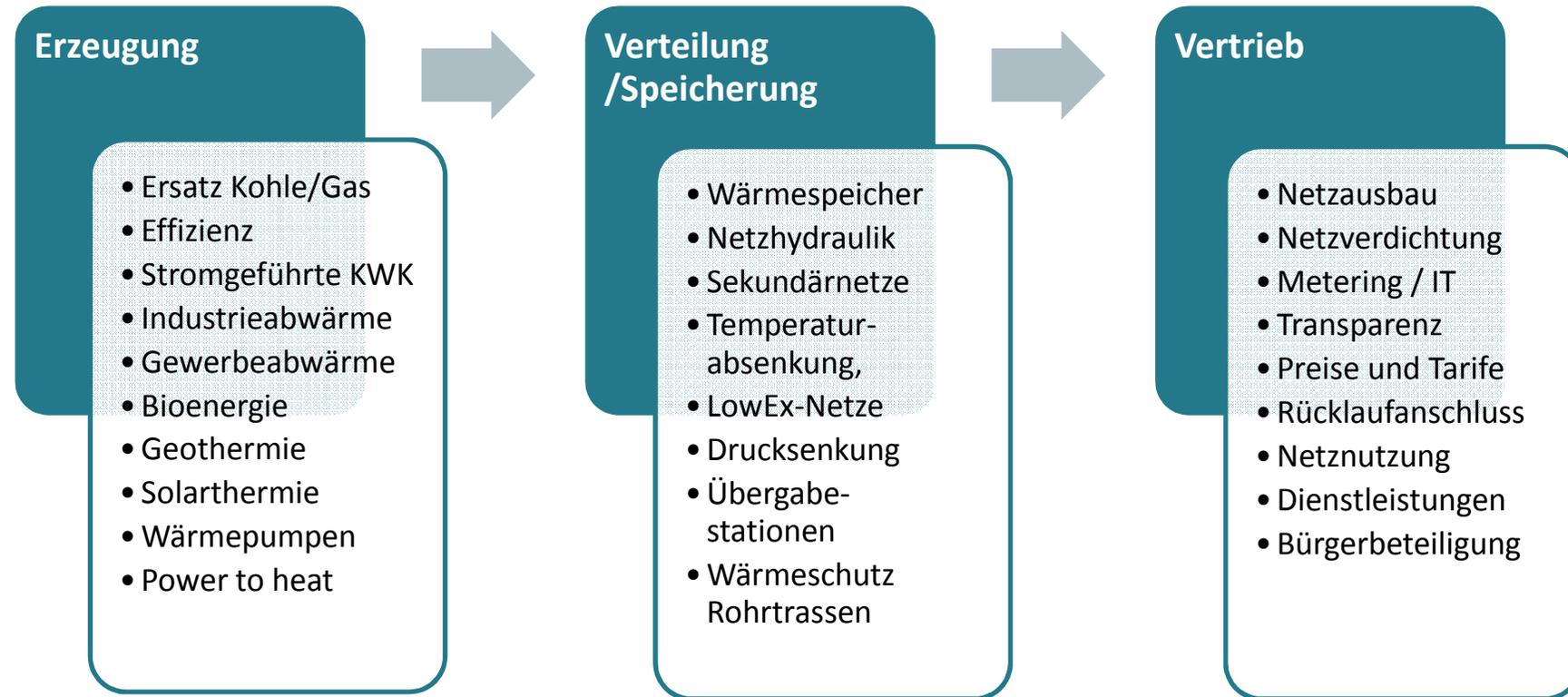
Die Fernwärme kann für die Wärmewende ein Problemlöser sein.

Dazu ist jedoch ein technisch-ökologischer Strukturwandel notwendig.

Wärmenetze können Erneuerbare Energien und Abwärme **kosteneffizient** und **flexibel** integrieren.



Der technisch-ökologische Strukturwandel betrifft alle Wertschöpfungsstufen





- Baustein 1: **Müllwärme**
- Baustein 2: **Biowärme**
- Baustein 3: **Klärwerks-Großwärmepumpen**
- Baustein 4: **Wasserwärme**
- Baustein 5: **Gewerbe-Abwärme**
- Baustein 6: **Industrie- Abwärme**
- Baustein 7: **Sonnenwärme**
- Baustein 8: **Tiefenwärme**
- Baustein 9: **Speicherwärme**
- Baustein 10: **Schlauwärme**
- Baustein 11: **Fairwärme**



- **Status quo:** In den meisten MVA Erzeugung von Strom und Wärme
- **Potenzial für Fernwärme:** Umbau der energetischen Nutzung von MVAs zur reinen Wärmeerzeugung.
 - Wegfall von inflexiblen Must-run Strom-Kapazitäten
 - Starke Erhöhung der Wärmeauskopplung
 - Ggf. saisonale Wärmespeicher nötig.
 - Alternativ: Stoffliche Speicherung der Primärenergie (Trennung, Ballierung/Pelletierung des Abfalls) und saisonale Fahrweise der Anlagen
- **Beispiel Malmö (SE)**
SYSAV Malmö: Ganzjährige Wärmelastführung bei der Müllverbrennung.
Nutzung einer Wärmepumpe im Abgaskanal zur Effizienzverbesserung.



Kondensator zur Fernwärmeauskopplung SYSAV
Malmö
Foto: www.sysav.se



- **Holzhackschnitzel-Groß(heiz)kraftwerke**
 - Insbesondere Dänemark, England, Schweden: Umrüstung von großen Kohle-Kraftwerken (>100 MW) auf Holz (Import)
 - Zahlreiche kleinere Holzheizkraftwerk in D auf Basis von regionalem Landschaftspflegeholz.
 - Problem: Regional begrenzte Ressourcen
 - Pilotprojekte Kurzumtriebsplantagen (Miscanthus, Pappel etc.)
- **Stroh-Heiz(kraftwerke)**
 - 50 MW Stroh-Heizkraftwerk Emlichheim (Emsland)
 - Ca. 80 größere Stroh-Heizwerke in Dänemark (z.B. Neubau Aarhus 100 MW)
 - Aktuell: Prüfung Hamburg für Multifuel-Biomasse-Anlage
 - Probleme:
 - Aufbau Logistik-Ketten für Strohmarkt
 - Brennstoffpreise gegenüber Gas
- **Nutzung von Reststoffen:** Gülle, Gärreste, Bioabfälle
- **Konflikte:** Biodiversität, Humusbilanz (Böden), Luft-Emissionen



Brennstofflager für das Holzheizkraftwerk Lohbrügge
Foto: www.geneff.de



Bild: Stroh-HKW Emsland Emlichheim

Baustein 3: Klärwerks-Großwärmepumpen



- Die Technik für Groß-Wärmepumpen in der Fernwärme ist langfristig erprobt.
- Effizienzvorteil von Großwärmepumpen gegenüber Elektrodenkessel: COP 3 bis 5
- Mehr als 100 Anlagen mit Leistungen von > 1 MWth in Betrieb, insbesondere in Skandinavien (z.B. 27 MW Oslo, 40 MW Turku, 225 MW Stockholm/Hammarby)
- In Deutschland noch Markthemmnis durch hohe Stromumlagen, aber Potenzial für Sektorkopplung.
- Potenzial Hamburg: 80 MW
- Antrieb der Wärmepumpe durch BHKW mit Eigenstromversorgung, dadurch keine Netzentgelte und Umlagen.
- Nutzung von Faulgas für BHKW.
- Einbindung der Anlage in den Fernwärme-Rücklauf. Anhebung der Temperatur im Vorlauf durch KWK oder Heizkessel.



Abwasser-Wärmepumpe FrioTherm Fernwärmeversorgung Oslo
Quelle: www.vvsforum.no



Kläranlage Köhlbrandhöft Foto: Hamburg Wasser



- Über Groß-Wärmepumpen kann Wärme aus Oberflächen-Gewässern oder dem Grundwasser entzogen werden.
- Referenzen für Groß-Wärmepumpen auf Basis Oberflächenwasser:
 - 9 MW Lysaker (N)
 - 13 MW Drammen (N)
 - 14 MW Fornebu (N)
 - 60 MW Helsinki (FIN)
 - 180 MW Värtan-Stockholm (S)
- Beispiel Grundwasser-WP 10 MW: Mailand
- Aktuell Prüfung Hamburg: 50 MW Wärmepumpe in der Elbe mit Antrieb durch Erdgas-BHKW im Inselbetrieb.
- Probleme: Strommarkt-Regulierung (Abgabensystematik)



Meerwasser-Wärmepumpe Fernwärmeversorgung Helsinki
Quelle: www.friotherm.de

Baustein 5: Gewerbliche Abwärme und dezentrale Wärmequellen



Niedertemperatur-Abwärmenutzung aus Rechenzentren, Kühlhäusern, Supermärkten, Transformatoren u.ä. mittels Wärmepumpen

Beispiel London: Studie zu den Potenzialen von Niedertemperatur-Abwärme

- Bei Vorlauftemperatur von 70°C könnte mehr als der gesamte heutige Wärmebedarf Londons (66 TWh/a) durch Wärmepumpen geliefert werden.

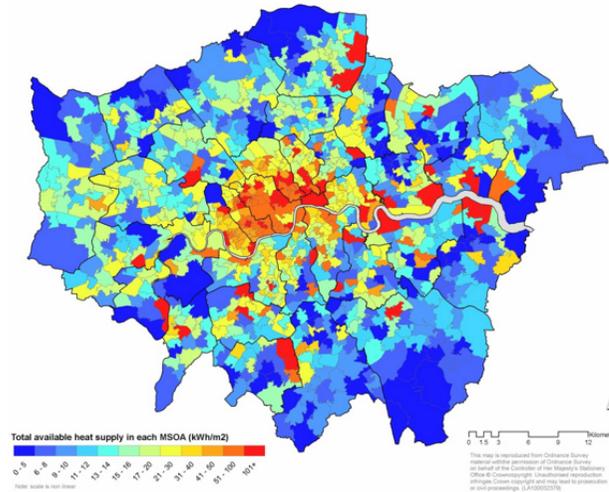


Figure 1 - Available secondary heat supply (kWh/m2) for all sources. Note that air and river sources are capped at a heat pump capacity of 20MW.

Quelle: Mayor of London, Secondary Heat Supply, 2013.

Beispiel Stockholm

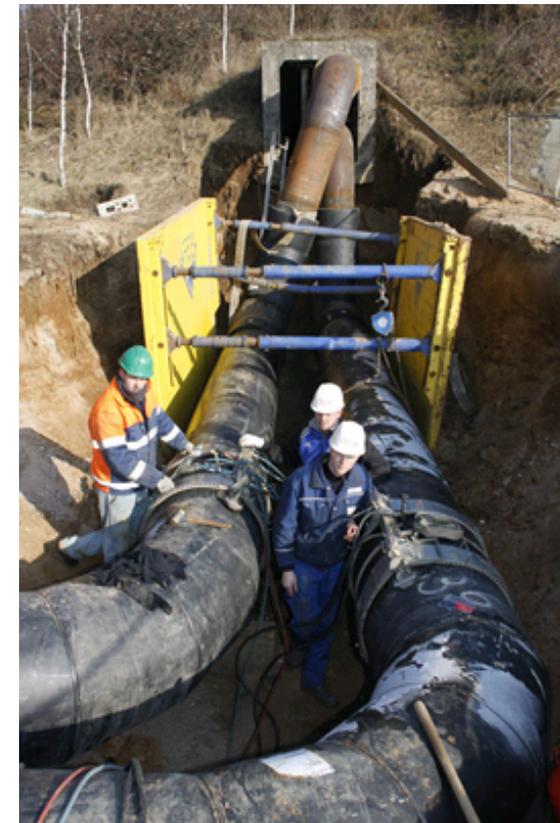
- *“Alleine die Wärme aus bestehenden Rechenzentren in Stockholm kann Fernwärme für 60.000 Wohnungen liefern.”*
- Wärmelieferung durch Pilot-Rechenzentrum in 2016/2017: **112 GWh** p.a.



Bahnhof Thule
Profitable recovery with Open District Heating®



- **Beispiele Industrie**
 - **Karlsruhe: MIRO-Raffinerie**
Zukünftig Nutzung von jährlich 520 GWh Abwärme
(entspricht Wärmebedarf für ca. 43.000 WE).
 - **Hamburg: Aurubis Kupferhütte**
Abwärmeleistung 60 MW
bei 120°C
 - Internationale Beispiele: Rotterdam (Raffinerie)
- **Maßnahmen zur Umsetzung:**
 - Neu: Förderprogramm Bund
 - Systematische Erfassung des industriellen und gewerblichen Abwärmepotenzials
 - Entwicklung von Pilot-Anlagen.
 - Nutzung von Niedertemperatur-Abwärme (40-50 ° C) mit Wärmepumpen.



Fernwärme-Transportleitung zur
Einbindung Abwärme MiRO-Raffinerie
Foto: Stadtwerke Karlsruhe

Baustein 7: Sonnenwärme



- Solarenergie als unerschöpfliche Energiequelle, frei von Risiken und Schadstoffen.
- Hohe Kostensicherheit für die Zukunft, da kein Brennstoffeinsatz.
- Freiflächenanlagen wesentlich kostengünstiger als konventionelle Dachanlagen.
- Referenzen für große Anlagen im MW-bereich vor allem in Dänemark:
 - 150.000 m² Silkeborg (DK)
 - 70.000 m² Vojens (DK)
 - 45.000 m² Gram (DK)
 - 38.000 m² Dronninglund (DK)
 - 33.000 m² Marstal (DK)
 - ..
 - 8.000 m² Senftenberg (D)



Solaranlage in Senftenberg. Foto: Ritter XL Solar

Baustein 8: Tiefenwärme



- Das Norddeutsche Becken ist neben dem süddeutschen Molassebecken und dem Oberrheingraben eine gut geeignete Gebiete für die Nutzung hydrothermaler Geothermie
- Bei alleiniger Wärmenutzung (ohne Stromerzeugung) geringere Bohrtiefen erforderlich
- Einige neue Projekte in Vorbereitung. Beispiel München: Vision 100% Erneuerbare Fernwärme bis 2040
- Problem: In einigen Regionen geringe Akzeptanz (aber Gegenbeispiel München)
-



Bild: Tiefen-Geothermie-Potenziale in Deutschland www.geotis.de



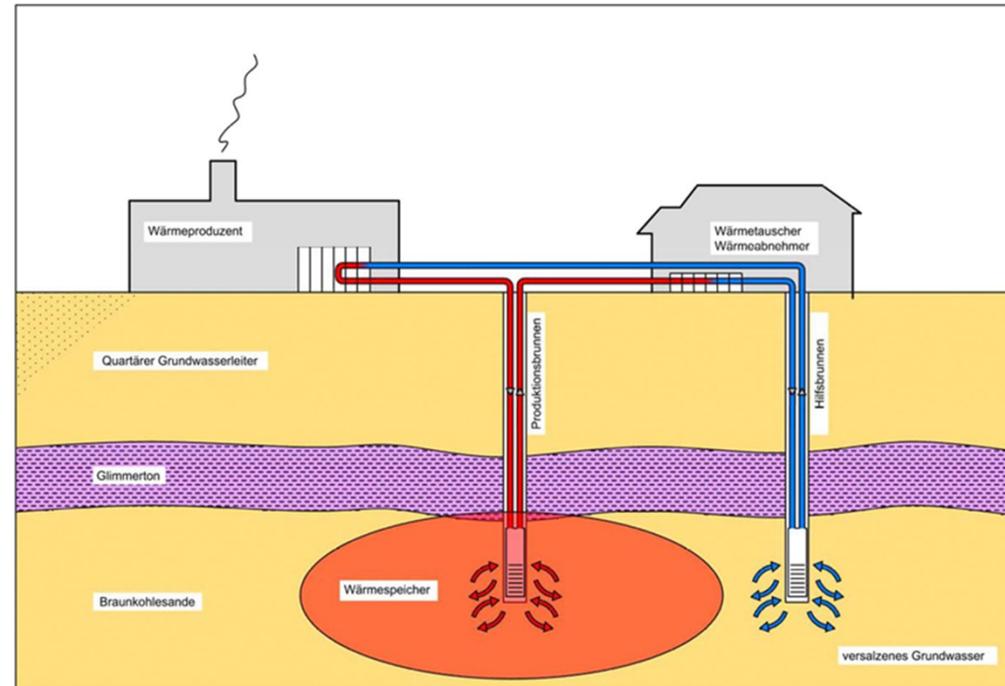
- Zur Erreichung hoher Anteile an Erneuerbaren Energien und Abwärme im System ist **Wärmespeicherung** (insbesondere im Sommerhalbjahr) erforderlich
- Viele Energiequellen fallen gleichmäßig über das ganze Jahr an (Industrieabwärme, Müllverbrennung, Umweltwärme) oder sind konzentriert auf das Sommerhalbjahr (Solarthermie).
- Ohne saisonale Verschiebung des Dargebots zur Wärmelast würden sich die Energiequellen teilweise gegenseitig kannibalisieren und deren Nutzung spezifisch teurer.
- **Wenn es gelingt, Wärme kostengünstig zu speichern, können Erneuerbare Energien einen größeren Anteil am Bedarf decken.**



Aquiferspeicher Hamburg



- Für Hamburg bieten sich Aquiferspeicher aufgrund der geologischen Bedingungen besonders an.
- Es können versalzene Grundwasserleiter in 200-300 m Tiefe zur Wärmespeicherung genutzt werden.
- Der Speicher hat nahezu keinen Flächenbedarf an der Oberfläche und kann nach Bedarf erweitert werden.
- Die Speicherkosten sind nach ersten Schätzungen für saisonale Speicherung sehr niedrig.
- Speicherung ist vor allem für kostengünstige Wärme aus Müllverbrennung, Industrieabwärme und Solarwärme sinnvoll.



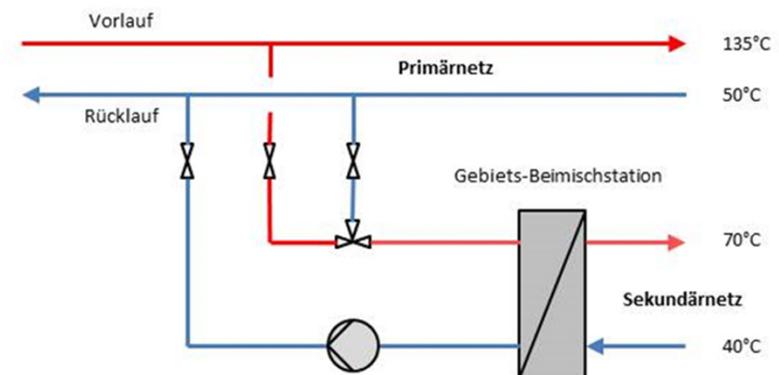
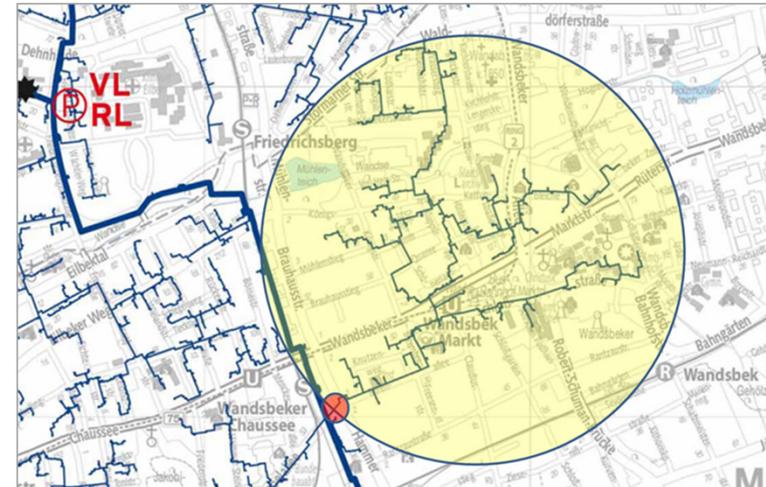
Grafik: Consulaqua

Baustein 10: Schlawwärme



Die Transformation zu Erneuerbaren Energien erfordert auch Maßnahmen im **Netzbetrieb**.

- Absenkung von Temperatur und Druck zur Erhöhung der Effizienz und besseren Integration erneuerbarer Energien.
- Optimierung der Netzhydraulik mit Ziel LowEx-Konzept
- Trennung in Primär- und Sekundärnetze mit unterschiedlichen Temperaturstufen.
- Forcierung von Rücklaufanschlüssen für Nutzer und neue Wohngebiete
- Geschäftsmodelle zur Netznutzung und Speichernutzung
- Messwesen, intelligente Zähler



Beispiel Dänemark: Rücklauftemperaturen Gebäudescharf im Internet

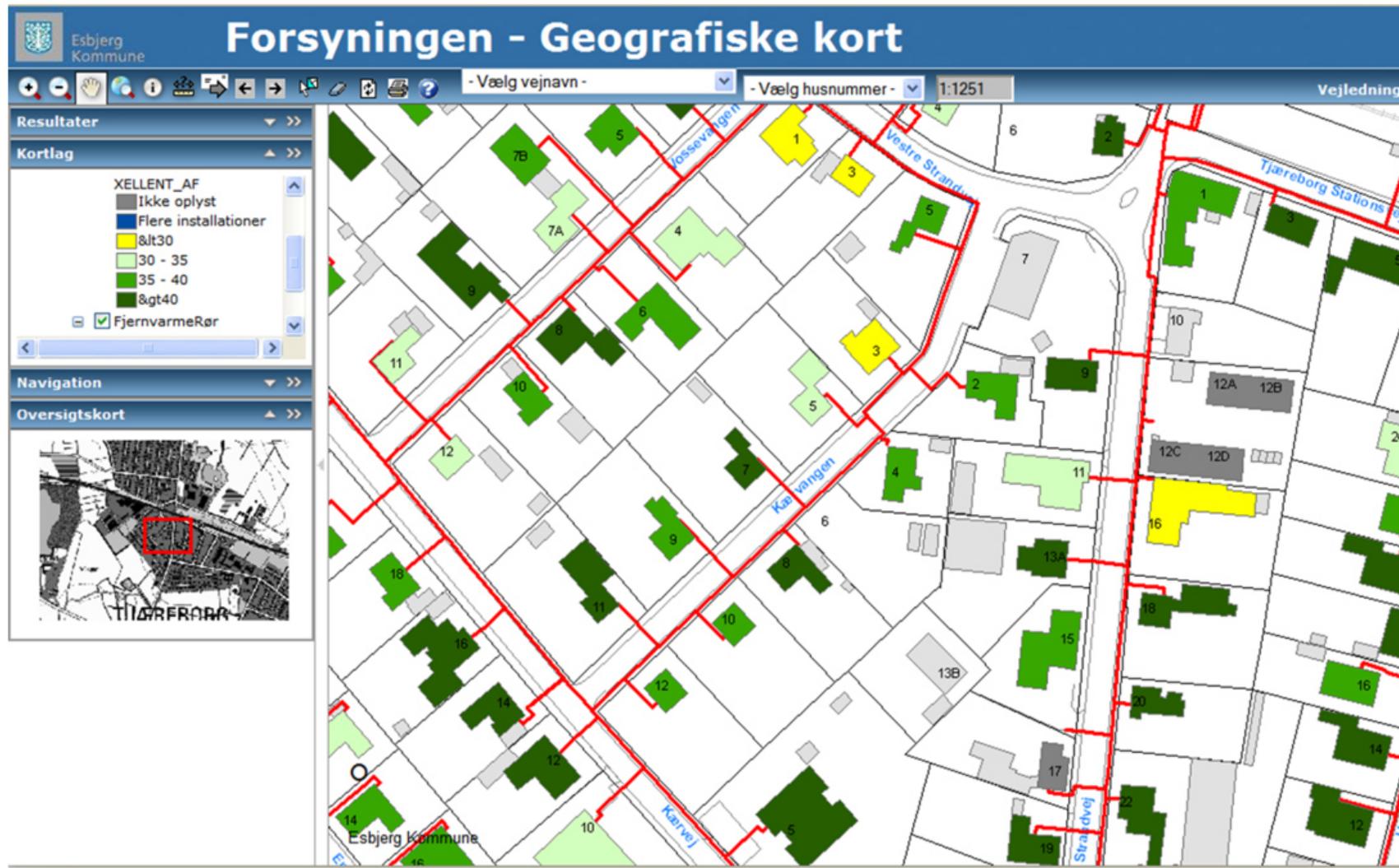
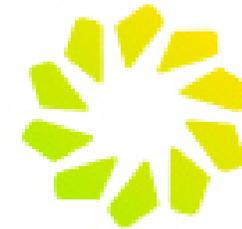


Bild: Wolfgang Schulz



Ausbau und Optimierung der Fernwärme müssen **verbraucherorientiert** gestaltet sein. Fernwärme muss für die Nutzer attraktiv sein.

- Hohe Produkt- und Preistransparenz
- Wirksame Preiskontrolle
- Verbraucherfreundliche Tarife
- Anpassung an verringerte Wärmelasten durch Gebäudedämmung
- Nutzung des Netzes für Wärmeüberschüsse, neue Geschäftsmodelle
- Finanzielle Bürgerbeteiligung an Infrastruktur ermöglichen



Open District Heating™

Die letzten Gefangenen

Fernwärmekunden sind ihrem örtlichen Anbieter auf Gedeih und Verderb ausgeliefert

Bernward Janzing

Der örtliche Stromversorger ist zu teuer? Kein Problem, man kann ja seinen Anbieter wechseln. Der lokale Gasversorger dreht an der Preisschraube? Ein Blick auf die Tarife der

wärme AGFW. Kritiker halten die abgeschotteten Wärmenetze gleichwohl für nicht mehr zeitgemäß. „Zum einen erwirtschaften die Fernwärmeunternehmen signifikante Renditen“, sagt Gero Lücking vom Energieanbieter Lichtblick, „damit können sie dann andere Angebote, wie Strom und Gas

benötigt wurde. Der Strom wurde als Nebenprodukt eingespeist. Dieses Konzept ist in Zeiten steigender Anteile schwankender Stromerzeugung, etwa durch Windkraft und Fotovoltaik, nicht mehr sinnvoll. Um die Stabilität des Stromnetzes zu sichern, gibt der Strombedarf den flexiblen



- Baustein 1: **Müllwärme**
- Baustein 2: **Schietwärme**
- Baustein 3: **Industriewärme**
- Baustein 4: **Sonnenwärme**
- Baustein 5: **Biowärme**
- Baustein 6: **Elbwärme**
- Baustein 7: **Tiefenwärme**
- Baustein 8: **Speicherwärme**
- Baustein 9: **Plietschwärme**
- Baustein 10: **Fairwärme**

- In den nächsten Monaten werden die Planungen für die Fernwärme in Hamburg weiter detailliert.
- Die Systemintegration erheblicher Anteile an EE und Abwärme ist technisch möglich und wirtschaftlich darstellbar.
- Mit innovativen Anlagenkonzepten kann die Hamburger Fernwärme zukunftssicher auch im Hinblick auf die Sektorenkopplung ausgerichtet werden.
- Die Wärme aus Wedel kann durch Wärme aus Erneuerbaren Energien und Abwärme ersetzt werden.

Sie finden unsere Studie dazu unter www.hamburg-institut.com

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Christian Maaß

Hamburg Institut

Paul-Neumann-Platz 5

22765 Hamburg

Tel.: +49 (40) 391 06989-0

info@hamburg-institut.com

www.hamburg-institut.com