

The background of the slide features a complex network of industrial pipes and valves, primarily made of stainless steel, which are typical components in power plants or large-scale energy infrastructure. The pipes are arranged in a dense, layered structure, with some vertical sections and horizontal runs. Various fittings like flanges, valves, and sensors are attached along the pipes. In the lower right foreground, there are two prominent red cylindrical tanks, likely for storing compressed air or another type of energy storage medium. The lighting is bright, reflecting off the metallic surfaces of the equipment.

Erkenntnisse aus zwei Jahren Trafoplanung

Dr. Armin Kraft

AGFW Trafotage, 28.11.2024

EEB ENERKO
Energiewirtschaftliche
Beratung GmbH

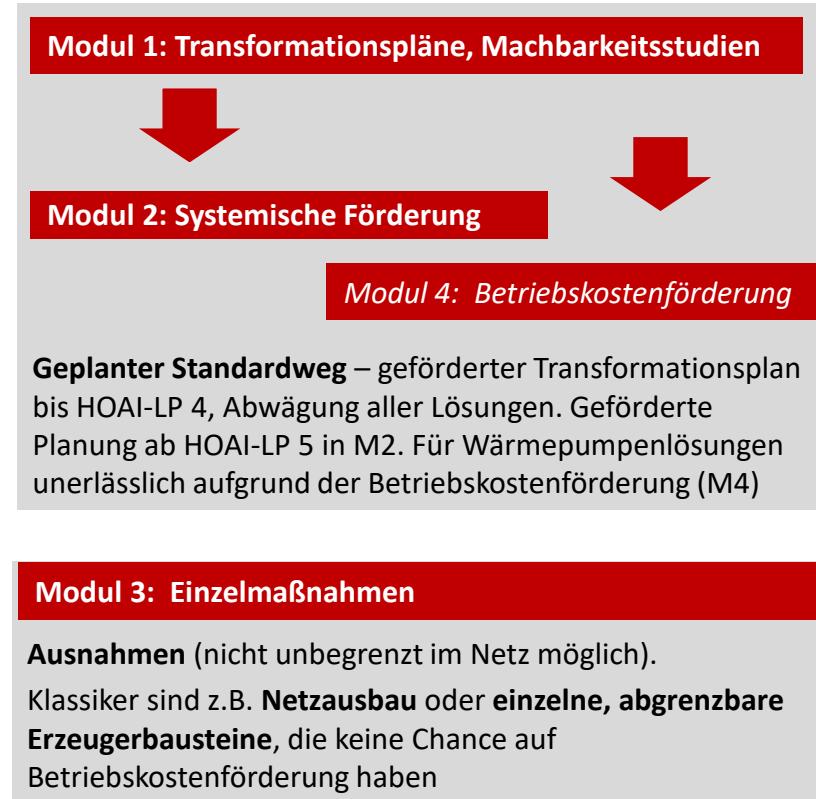
Agenda

- Überblick
 - Was macht ENERKO im Rahmen der BEW Trafoplanung ?
 - Wie ist der Lösungsraum für eine klimaneutrale FW Versorgung bis 2045 ?
- Erfahrungen aus der Transformationsplanung anhand von Beispielen
 - Flusswärmepumpe als Planungsbaustein (Heidelberg)
 - Netzzusammenschluss mit verteilten Erzeugern (Lübeck)
 - Geothermie als Haupterzeuger (Speyer)
- Fazit

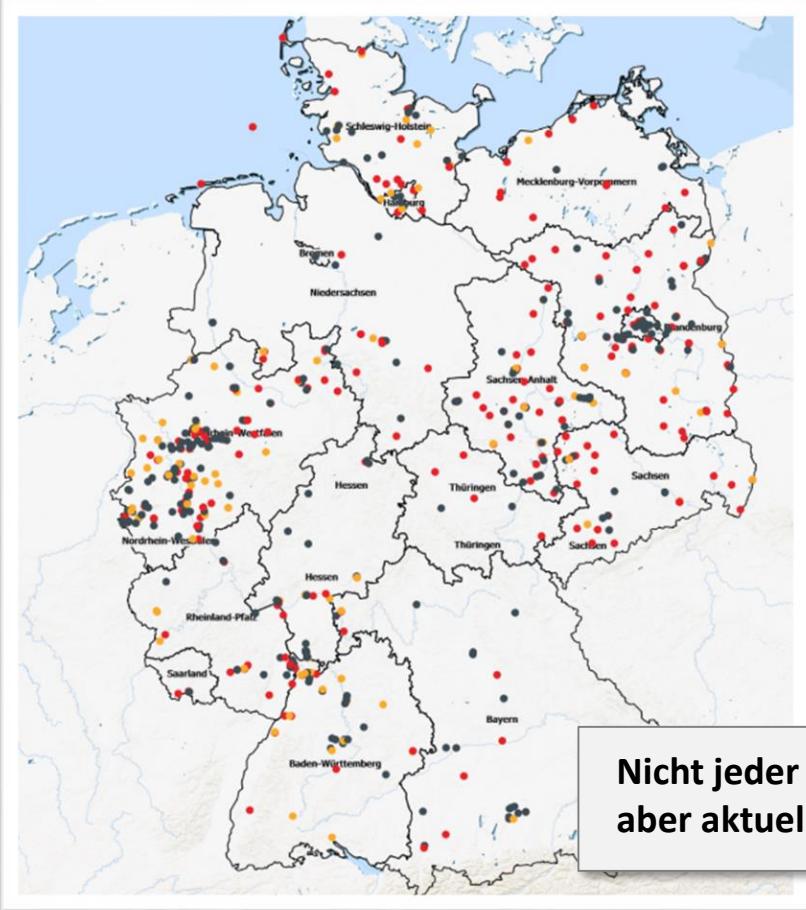
Aufgaben eines Dienstleisters

Typische Bausteine

- **Projektvorbereitung:** Unterstützung bei Projektskizzen, Richtpreise kalkulieren, Lösungsraum vorbewerten, allgemeine Unterstützung beim Antragsverfahren
- **Modul 1 BEW** (meist nacheinander oder teilparallel zeitversetzt)
 - Transformationsplan (LP 1)
 - Vor-, Entwurfs- und Genehmigungsplanung (LP2-4)
- **Modul 2 und 3 BEW:** Planung ab LP 5 => in den meisten Projekten noch nicht gestartet
- **Allgemeine Koordination**, häufig auch im Team mit mehreren Dienstleistern und Fachplanungsbüros (z.B. Geologie, Wasserbau, Architektur, Rechtsberatung)
- **Synchronisierung** mit z.T. parallel laufender kommunaler Wärmeplanung



Geschäftspartner der ENERKO



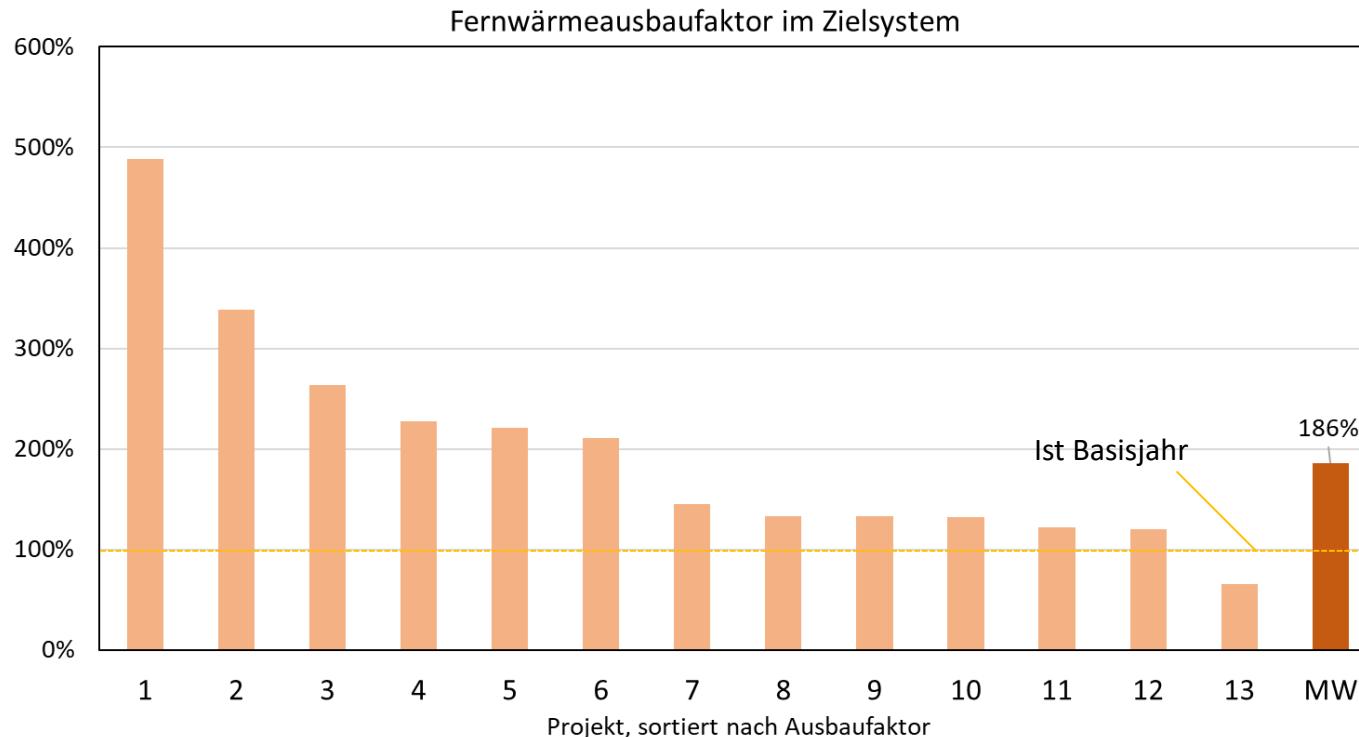
- **Versorgung und Entsorgung**
- **Öffentliche Einrichtungen**
- **Sonstige**

Nicht jeder rote Punkt ist ein Trafoplan,
aber aktuell rd. 16 Projekte in Bearbeitung

Überblick BEW Projekte

Der Ausbaufaktor* der Fernwärmenetze bis 2045

- Die meisten Trafopläne beinhalten einen signifikanten FW Ausbau um den Faktor 1,2 bis 2,5

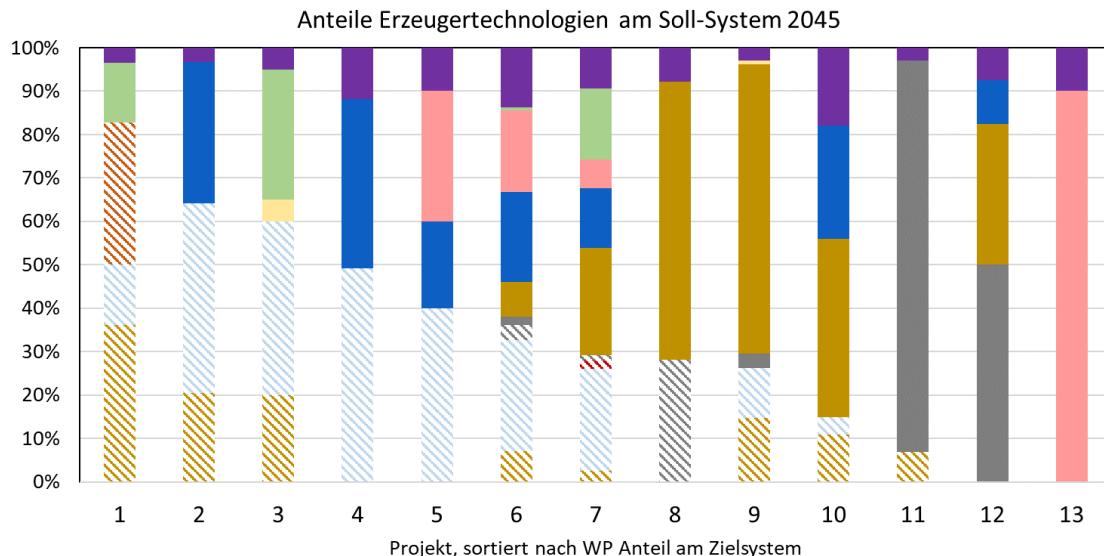


*) Basis: aktuelle Projekte, Zuwachs teilweise auch durch Verbindung mit Teilnetzen bedingt

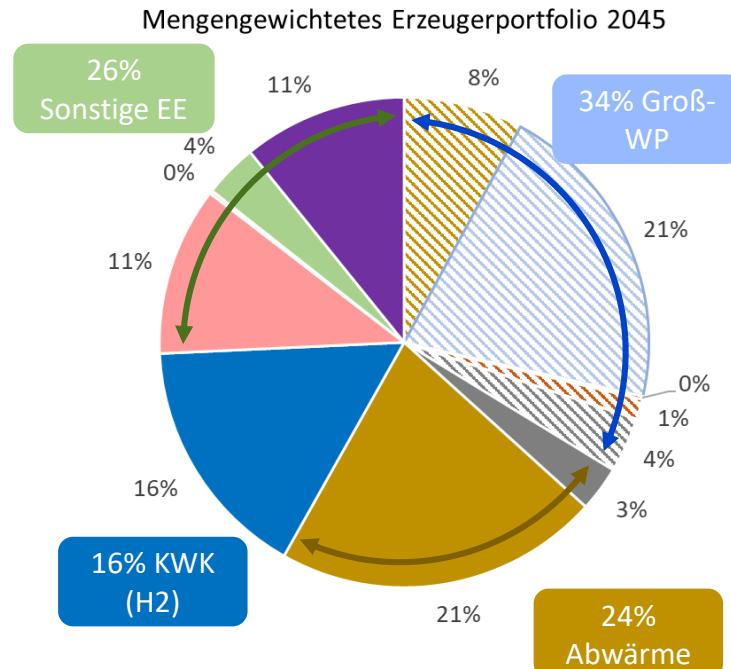
Überblick BEW Projekte

Lösungsraum klimaneutrale Fernwärme in BEW Projekten

- Auswahl aktueller Projekte*, z.T. vorläufiger Ergebnisse und nicht repräsentativ !



▣ WP Abwärme Kläranlage ▢ WP Oberflächenwasser ▢ Erd- und Luft WP
▣ Abwärme mit WP ▢ Abwärme direkt ▢ MVA Abwärme
■ Tiefen Geothermie ■ Solarthermie ■ Biomasse ■ KWK mit H2
■ Spitzenwärme



*) Basis: aktuelle Projekte mit zusammen rd. 7 TWh Wärmeerzeugung

Agenda

- Überblick
 - Was macht ENERKO im Rahmen der BEW Trafoplanung ?
 - Wie ist der Lösungsraum für eine klimaneutrale FW Versorgung bis 2045 ?
- Erfahrungen aus der Transformationsplanung anhand von Beispielen
 - Flusswärmepumpe als Planungsbaustein (Heidelberg)
 - Netzzusammenschluss mit verteilten Erzeugern (Lübeck)
 - Geothermie als Haupterzeuger (Speyer)
- Fazit

Beispiel 1: Die Fluss-Wärmepumpe Heidelberg



Ausgangslage



Flusswärmepumpen

Wichtiger Bestandteil der Wärmewende

Ein Baustein **klimaneutraler Wärmeversorgung** sind Flusswärmepumpen, die für die Transformation zu einer vollständig „grünen“ Fernwärme benötigt werden. Sie beziehen rund zwei Drittel der Energie zum Heizen aus der Umwelt, das heißt, aus dem Fluss. Um die kostenlose Umweltwärme nutzbar zu machen, benötigen Wärmepumpen nur rund ein Drittel der erzeugten Wärmemenge als Strom für den Antrieb der Wärmepumpe. Stammt dieser aus erneuerbaren Energiequellen, ist die erzeugte Wärme Kohlenstoffdioxid-neutral.



Standortuntersuchung in Heidelberg

Die Stadt Heidelberg und die Stadtwerke Heidelberg prüfen aktuell den Einsatz von Flusswärmepumpen an verschiedenen Neckarstandorten. In einer ersten Vorprüfung wurden viele Kriterien berücksichtigt wie die Nähe zum Neckar, die Möglichkeit des Anschlusses an Fernwärme-Hauptleitungen, baulich-technische Anforderungen, der Platzbedarf für die Anlagentechnik, Auswirkungen auf die Schifffahrt, Hochwasserschutz und weitere wasserrechtliche Aspekte, Naturschutz, Nutzungskonkurrenzen, städtebauliche Aspekte und Auswirkungen auf den Straßenverkehr.

Drei Standorte werden vertiefend geprüft

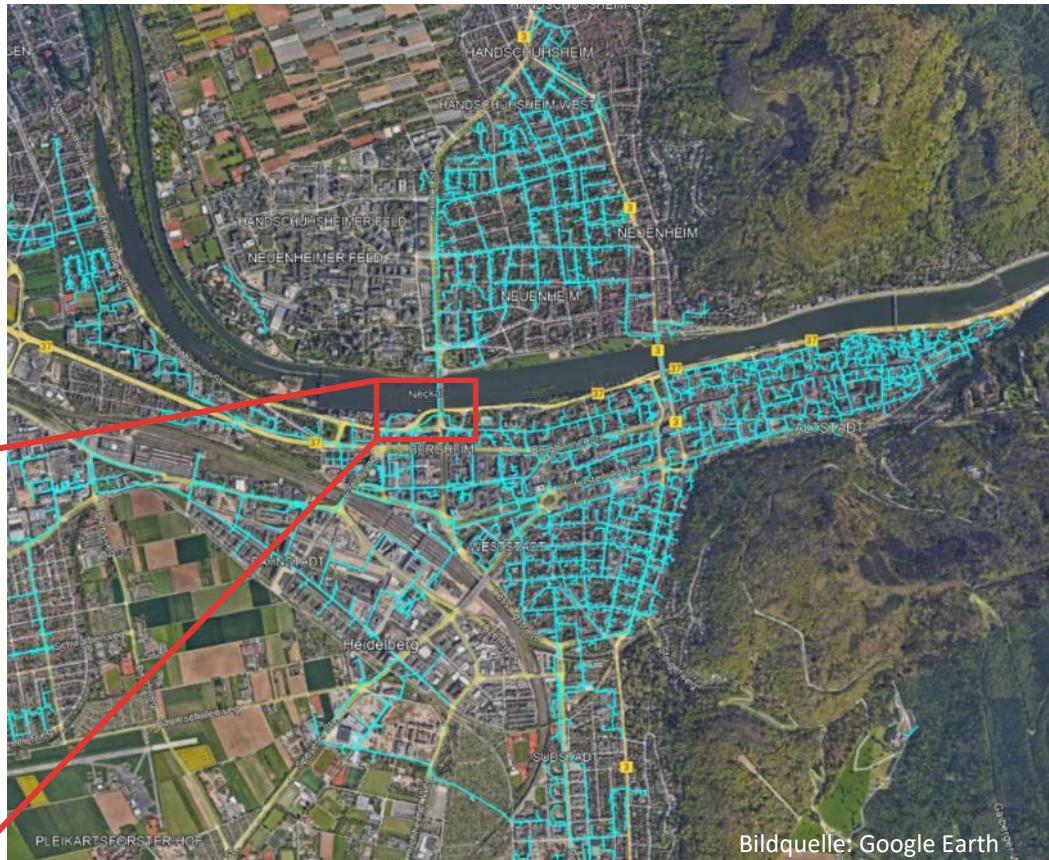
Neben Standorten an Land in Verbindung mit Entnahmeeinrichtungen und Einleitungsanlagen im Uferbereich sind auch bauliche Anlagen im Fluss oder schwimmende Konstruktionen denkbar. Diese müssten außerhalb des Fahrwassers im Fluss verankert werden und mit wechselnden Wasserständen ihre Höhenlage verändern, wie bei schwimmenden Kanalstationen (Pontons). Von zwischenzzeitlich sechs möglichen [Standorten](#) (420 KB) kommen drei näher in Betracht: der Bereich des Klärwerks Nord des Abwasserzweckverbands, das südwestliche Kleeblatt der Brückenauffahrt zur Ernst-Walz-Brücke und ein Standort am Neckarufer des Universitätscampus im Neuenheimer Feld.

Quelle: Stadt Heidelberg: <https://www.heidelberg.de/HD/Leben/flusswaermepumpe.html>

Beispiel 1: Die Fluss-Wärmepumpe Heidelberg

Lage, Wärmequelle und Fernwärmennetz

- Wärmequelle: Neckar (Bundeswasserstraße)
 - Freifläche: neben Ernst-Walz-Brücke
 - Direkte Anbindung in das Fernwärmennetz möglich
 - Projekt aktuell in Genehmigungsplanung

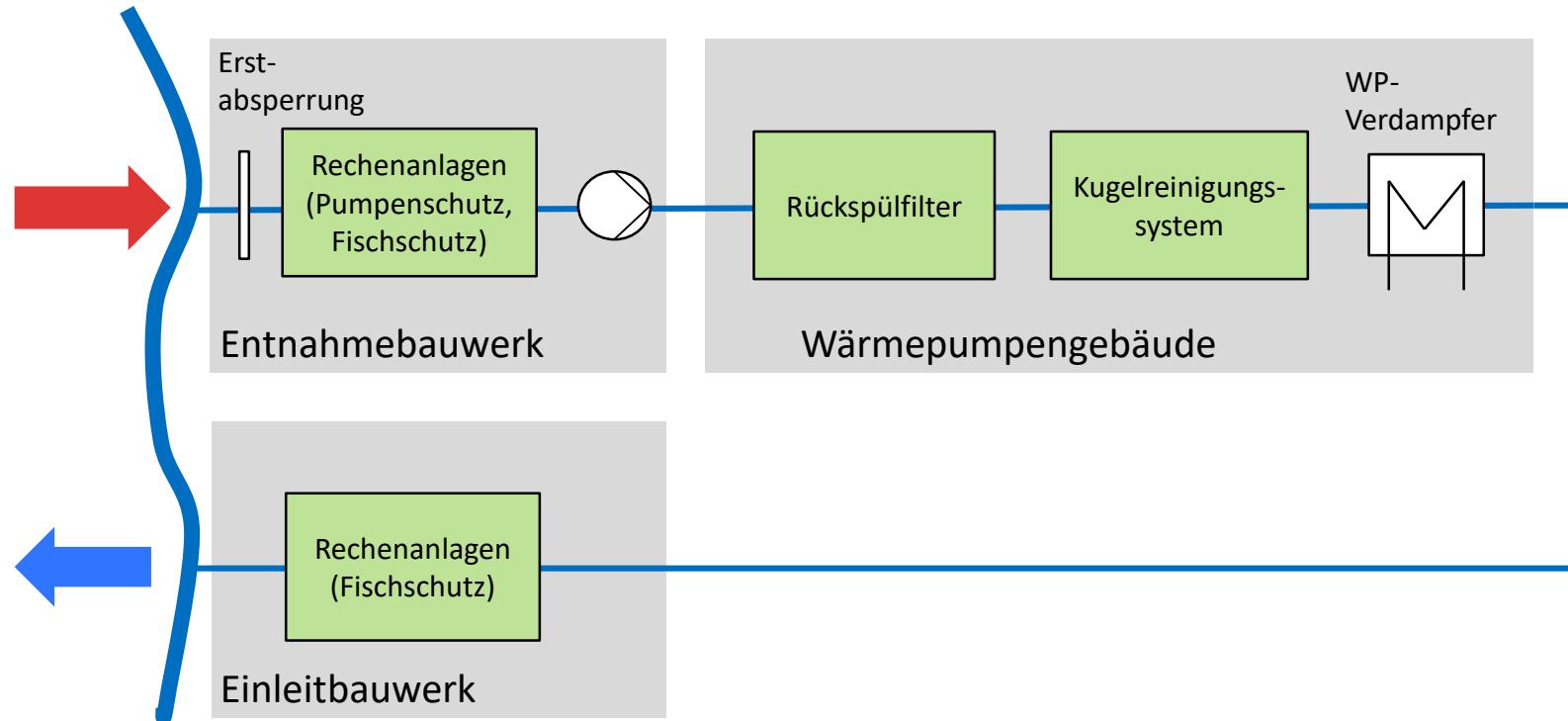


Bildquelle: Google Earth

Beispiel 1: Die Fluss-Wärmepumpe Heidelberg

Flusswassersystem

- Grobes Funktionsprinzip der Flusswassernutzung



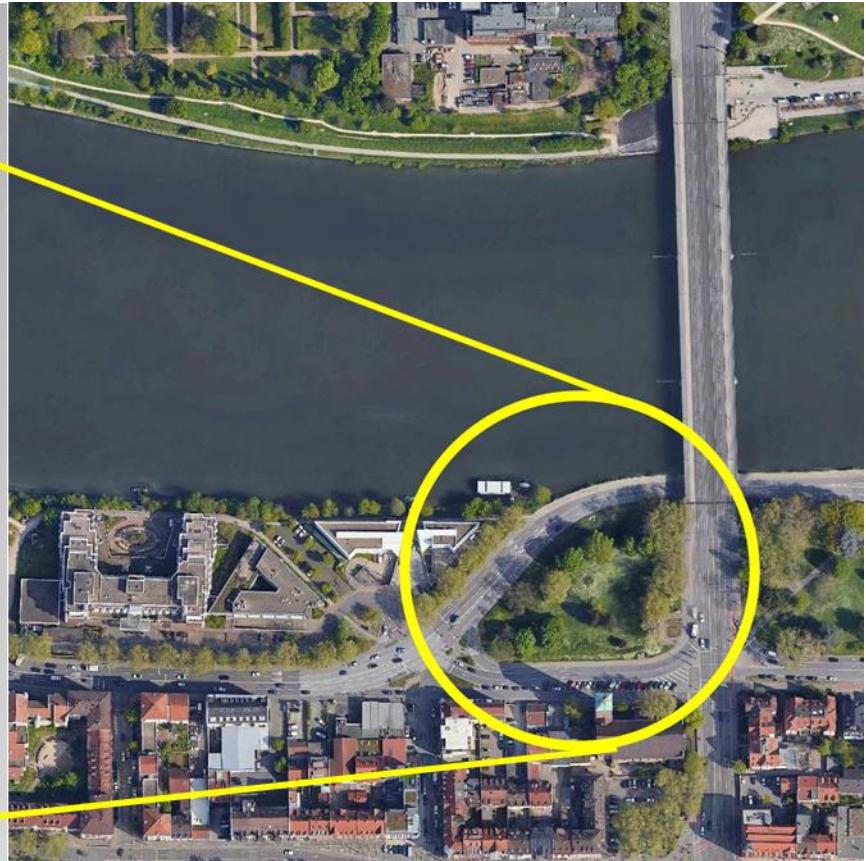
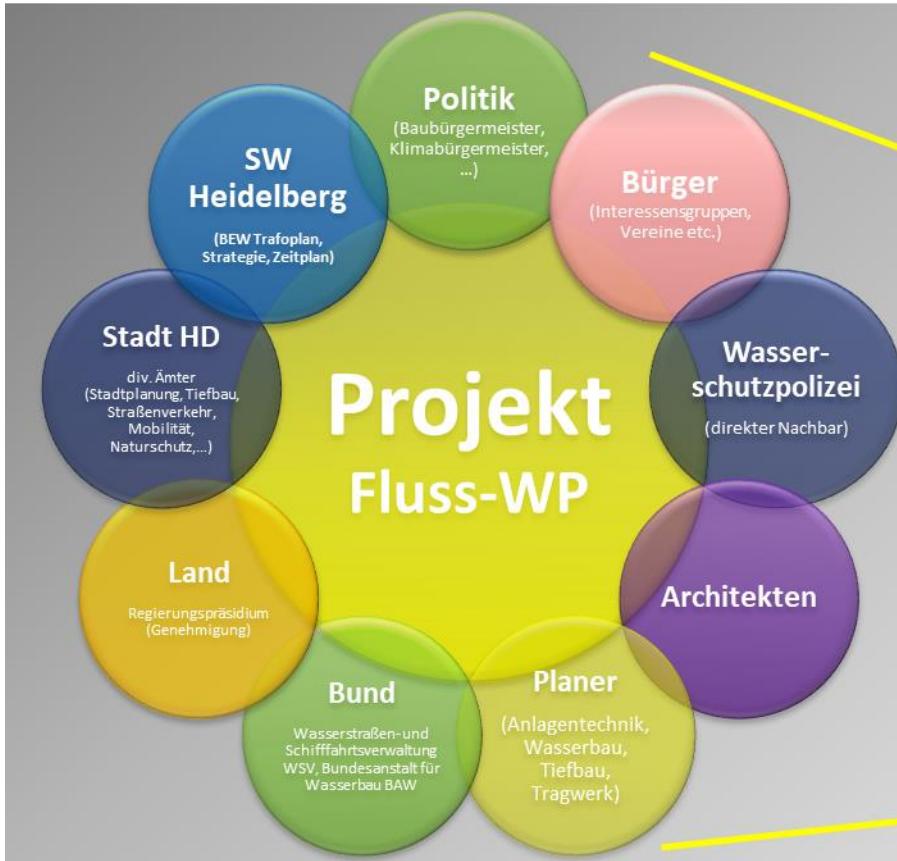
Allgemeine Hürden und Hemmnisse

Flusswasser-Wärmepumpen: Genehmigungsthemen

- WP-Betrieb kühlt die Flüsse aus → unbekannte Thematik für Behörden (bisher Erwärmung d. Flüsse)
- Vorgaben zur erlaubten Grenzwerten der Auskühlung obliegen den lokalen Behörden
→ keine übergreifende, einheitliche Grenzwerte
- Unklare Lage in der Behandlung von mehreren, parallelen Projekten an einem Standort mit gleicher Quelle
 - Projekte müssen genehmigungsrechtlich übergreifend koordiniert werden
 - Projekte beeinflussen sich gegenseitig. Wer hat Vorrang? → Wer zuerst kommt, mahlt zuerst?
- aufwendige Genehmigungsverfahren
 - Viele Einflussnehmer/Behörden betroffen
 - Unklarheit für Antragsteller, welche Behörden einzubinden sind (keine Konzentrationswirkung)
 - Umgang mit giftigen/gefährlichen Kältemitteln nach dem Ausblasen/Notlüften, besonders im urbanen Raum (z.B. Ammoniak, Isobutan, Propan, etc.) problematisch

Beispiel 1: Die Fluss-Wärmepumpe Heidelberg

Stakeholder im Genehmigungsverfahren



Beispiel 1: Die Fluss-Wärmepumpe Heidelberg

Genehmigung in LP 4

- Herausforderung: Genehmigungsverfahren für Fluss-WP ist weniger klar als bei „bekannten“ Technologien...
- ...und sollte in rd. 12-15 Monaten durchgeführt werden gem. Vorgaben BEW !
- keine einschlägigen Vorgaben (Gesetze, Verordnungen, etc.), kein Mantelverfahren wie BImSchG
- Folge: alle Behörden werden befragt => Viele Gutachten werden angefordert:
 - Brandschutzgutachten,
 - Schallschutzgutachten,
 - Baugrundgutachten,
 - Ausbreitungsrechnung Kältemittel,
 - Wärmemodell Neckar,
 - Hochwassermodell Neckar,
 - Artenschutzrechtlicher Fachbeitrag,
 - Landschaftspflegerischer Begleitplan,
 - Abfallverwertungskonzept,
 - Vorprüfung Umweltverträglichkeit,
 - Vorprüfung Natur-, Arten- und Landschaftsschutz,
 - Vorprüfung FFH-Gebiete,
 - Explosionsschutzkonzept,
 - Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie,
 - Strömungs- und Temperatursimulation Neckar (3D, CFD),
 - Vitalitätsuntersuchung Baumbestand
 - Baulogistik-Konzept
 - ...

Ein Blick auf die Architektur

Die Story: Doppelnutzung als technisches Bauwerk und öffentlicher Bereich

- Technik kann „erlebt“ werden durch integrierten Fuß- und Fahrradweg
- öffentlicher Erholungsbereich mit Park und Bistro
=> Städtebauliche Einbettung und Co-Finanzierung der „nicht-Energie“ Bereiche
- Beton und CO₂ Einsparen am Bau
durch Vorfertigung und gefaltete
Stahlbetonflächen



Zwischenfazit und Herausforderungen im BEW

BEW Teilprojekt Flusswärmepumpe in Heidelberg

- Die Flusswärmepumpe ist Kernelement der Transformationsplan der Stadtwerke Heidelberg
 - Ergänzung durch weitere Großwärmepumpen, Wärmebezug aus Mannheim und weitere Erzeuger.
- Erfahrungen aus der Planung:
 - aufwendige Genehmigungsverfahren mit Einbindung vieler Beteiligten
 - In der Genehmigungsplanung für Großwärmepumpen sind viele Schritte noch „Neuland“ für viele Beteiligte => der 24 Monate Zeitrahmen gem. BEW ist knapp !
 - Die Einbindung einer 30 MW Flusswärmepumpe „mitten in der Stadt“ ist planerisch herausfordernd, aber lösbar
- BEW Modul 2 und 4 als nächste Umsetzungsschritte ab 2025 geplant

➤ **Die BEW Betriebskostenförderung ist Basis der Wirtschaftlichkeit und Voraussetzung für bezahlbarer Wärmepreise**

Beispiel 2: Fernwärmearausbau in Lübeck



Ausgangslage und Fernwärme als Handlungsbaustein für die Wärmewende

Kommunale Wärmeplanung für Lübeck

Rund die Hälfte des gesamten Endenergieverbrauchs wird in Deutschland für Wärme aufgewendet: für das Heizen von Gebäuden, Warmwasser und industrielle Prozesse. Heute werden etwa 75 % davon durch fossile Brennstoffe wie z. B. Erdgas oder Heizöl gedeckt. Dabei werden etwa ca. 150 Mio. Tonnen CO₂ freigesetzt.

Die Wärmewende ist ein Schlüssel zur klimagerechten Energieversorgung

Entsprechend wichtig ist es, die Wärmeerzeugung auf klimaneutrale Energien umzustellen. Dafür sind viele Maßnahmen nötig: Erneuerbare Energiequellen wie Sonne, **Geothermie** oder **Flusswärme** müssen erschlossen, **Wärmenetze ausgebaut**, Anlagen ersetzt oder umgerüstet werden. Parallel senken **energetische Sanierungen** den Wärmebedarf. Dieser Umstellungsprozess wird als Wärmewende bezeichnet. Er läuft bereits und soll in zehn bis 15 Jahren abgeschlossen sein.

Lübecks Wärmeplan entsteht in vier Schritten

- ① Mit den **Bestands- und Bedarfsanalysen** werden der aktuelle Wärmebedarf und die heutigen Versorgungsstrukturen ermittelt.
- ② Die **Potenzialanalyse** erfasst die Möglichkeiten, den Wärmebedarf zu reduzieren und durch erneuerbare Wärmequellen zu decken.
- ③ Aus den Ergebnissen der Analysen wird ein **Zielszenario** für die klimaneutrale Wärmeversorgung entwickelt.
- ④ Abschließend werden in der **Wärmewendestrategie** Maßnahmen und ein Monitoringkonzept empfohlen, um das Zielszenario zu erreichen.

Quelle: Hansestadt Lübeck, Klimaleitstelle

Lübeck

Neue Energie: Wärme aus der Trave, Strom vom Kirchendach

19. April 2024, 16:00 Uhr Quelle: dpa Hamburg/Schleswig-Holstein



ZEIT ONLINE hat diese Meldung redaktionell nicht bearbeitet. Sie wurde automatisch von der Deutschen Presse-Agentur (dpa) übernommen.



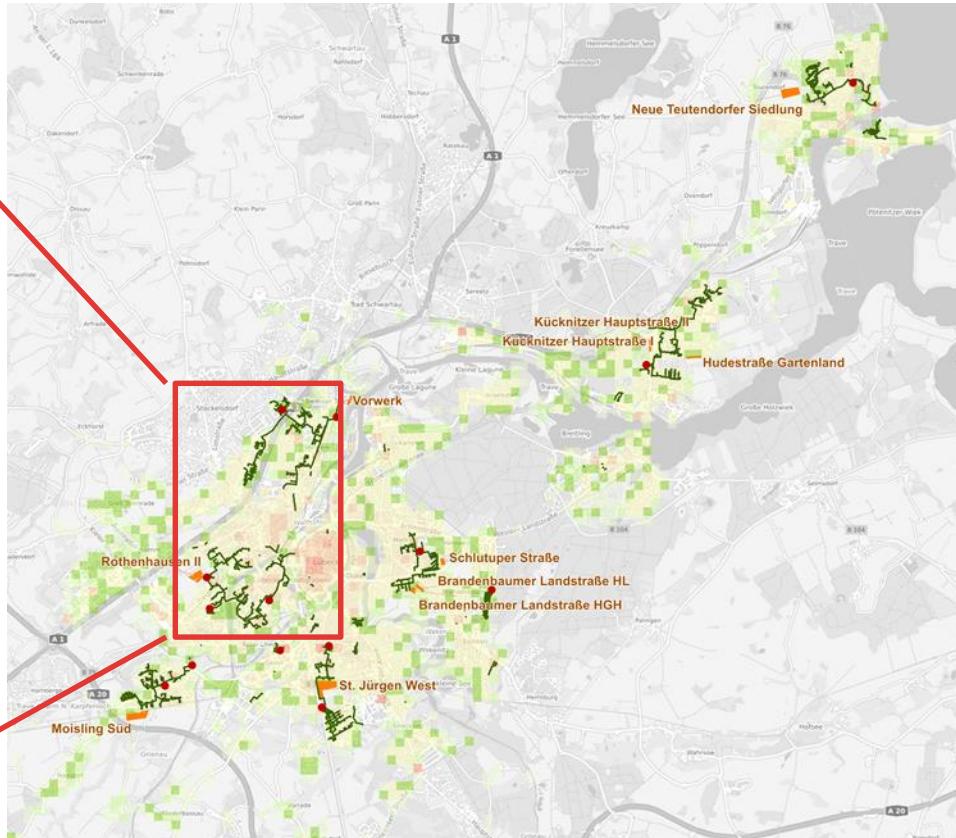
Blick auf die Altstadt an der Trave. © Carsten Rehder/dpa

Quelle: Pressemeldung Zeit/dpa

Beispiel 2: Der Transformationsplan Lübeck



Netzverbund St. Lorenz und Vorwerk - Übersicht



Bildquelle: ENERKO mit Daten der SW Lübeck

Beispiel 2: Der Transformationsplan Lübeck

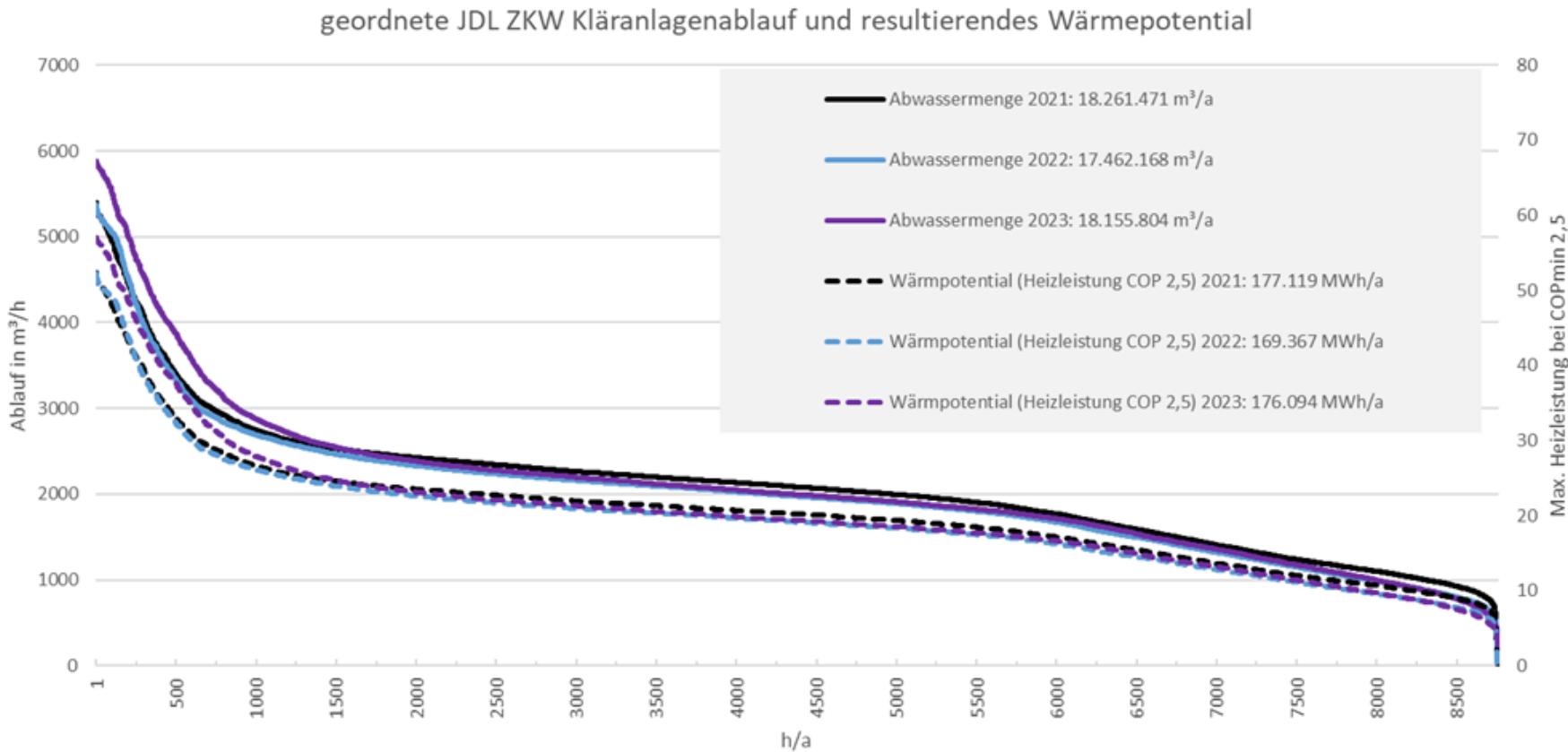


Untersuchte Potenzialbereiche

- Solarthermie auf Freiflächen
=> Potenzial auf einer Freifläche gegeben, die Solarthermie hätte aber kaum einen Beitrag zur Absicherung der Wärmelast und würde im Sommer andere Erzeuger verdrängen.
- mitteltiefe Geothermie (Bereich zwischen 1000 und 1500 m)
=> poröse Sandsteine als Zielhorizont möglich mit 50-55 °C und einer Leistungsbandbreite von 2,7 bis 36 MW
- Oberflächennahe Geothermie (closed loop bis 200 m) als Erdsondenfelder
=> bei 90%iger Regeneration rd. 7,5 MW und bis zu 30 GWh Ertrag möglich (bei 2.000 Sonden)
- Biomasse: nur eingeschränkt nutzbar
=> als Spitzenlast mit max. 15% möglich
- Oberflächengewässer (Trave)
=> Einschränkungen durch Gezeiten und geringen Durchfluss. An zwei Standorten grstzl. möglich mit Quellleistungen um 10 MW
=> zweitbeste zur Verfügung stehende Wärmequelle
- Abwärme: keine Industrielle Abwärme vorhanden, aber Reinwasserablauf der Zentralkläranlage
=> Grundlastwärme mit rd. 20 MW in der Heizperiode vorgesehen, je nach Auslegung bis zu 150 GWh (bei 30 MW)
=> beste zur Verfügung stehende Wärmequelle

Untersuchte Potenzialbereiche

Beispiel: Wärmepotenzial Zentralkläranlage in Lübeck (bei 5 K Auskühlung)



Zwischenfazit und Herausforderungen im BEW

Fernwärmearausbau in Lübeck (Teilnetze St. Lorenz und Vorwerk)

- „typischer“ Mix an Erzeugern mit jeweils begrenzten Leistungen nötig:
Flusswasser-WP + Kläranlagen-WP + Geothermische WP + Biomasse + Spitzenerzeuger
- Ein massiver Netzausbau ist geplant mit rd. 100 km Netzlänge (Leitungen + HAL)
- Ausbau und Umbau erfordern Investitionen in Größenordnung von 400 bis 500 Mio. EUR bis 2045
- Manche schon eingeplanten Erzeuger (Solarthermie) wurden wieder verworfen, andere erfordern detailliertere Untersuchungen (z.B. Probebohrung mitteltiefe Geothermie), die wiederum Zeit erfordern
- Viele Planungsschritte müssen zeitversetzt oder parallel ablaufen,
die Nutzung der Planungsförderung in BEW M1 LP 2-4 für alle Maßnahmen war wegen der Zeitabläufe nicht immer möglich
- Wichtiger als die Modul 1 Förderung sind BEW Modul 2 und 4 (Betriebskostenförderung)

➤ Ohne gesicherte BEW Förderung ist ein solches Vorhaben nicht ansatzweise realisierbar !

Beispiel 3: Geothermie im Oberrheingraben



Ausgangslage: Verbundforschungsprojekt agEnS Wärmenetz in Speyer



Quelle: E&M

[zurück](#)

GEOTHERMIE

Millionen für Geothermie-Verbundprojekt im Oberrheingraben

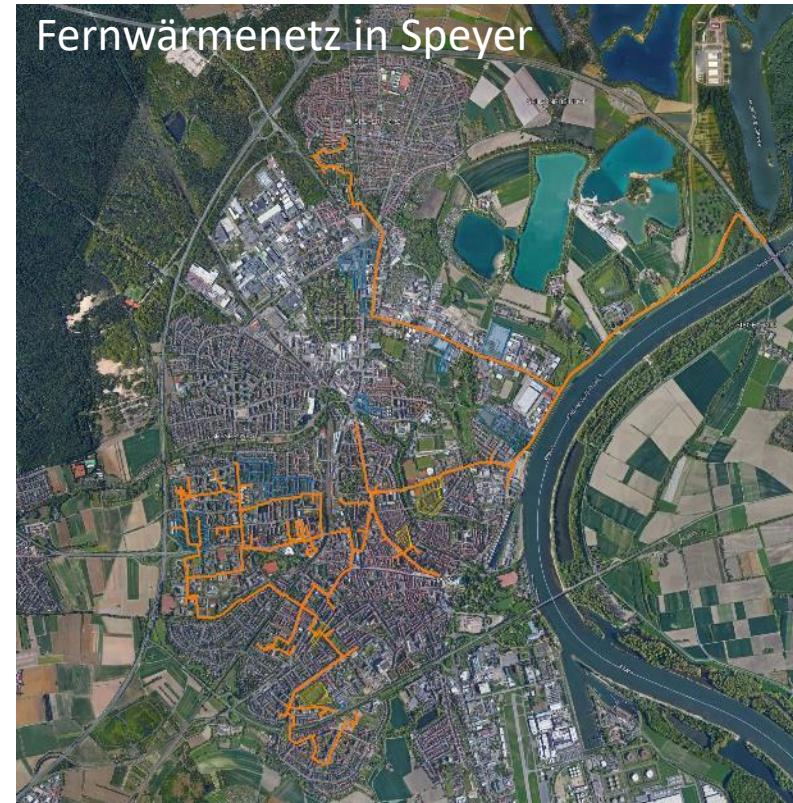
Zum 1. Juni 2024 hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) insgesamt 44,4 Millionen Euro für das Verbundvorhaben „agEnS“ bewilligt.

Der Name „agEnS“ steht für „Demonstration eines adaptiven, multilateralen Lagerstättenaufschlusses für geothermische Energie zur Seismizitäts- und Kostenmitigation im Oberrheingraben“. Die Fördersumme ist für eine Projektlaufzeit von fünf Jahren vorgesehen.

Von den insgesamt 44 Millionen Euro erhält der Verbundkoordinator Geopfalz GmbH & Co. KG – eine Tochter der Stadtwerke Speyer GmbH und der Stadt Schifferstadt – 24,3 Millionen Euro für das Teilvorhaben „Lagerstättenaufschluss und -evaluation mit begleitender Kommunikation und Wirtschaftlichkeitsanalyse“. Die verbleibenden Fördermittel (20,1 Millionen Euro) sollen, wie Geopfalz in einer Mitteilung bekannt gibt, an die weiteren Projektpartner gehen.

Geopfalz plant in seinem Teilvorhaben die Erstellung einer ersten tiefengeothermischen Doppelte des interkommunalen Geothermieprojektes „Rhein-Pfalz“. Dieses zielt auf die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung in Speyer und Schifferstadt und wird unter anderem mit Studien zu wirtschaftlichen Aspekten begleitet.

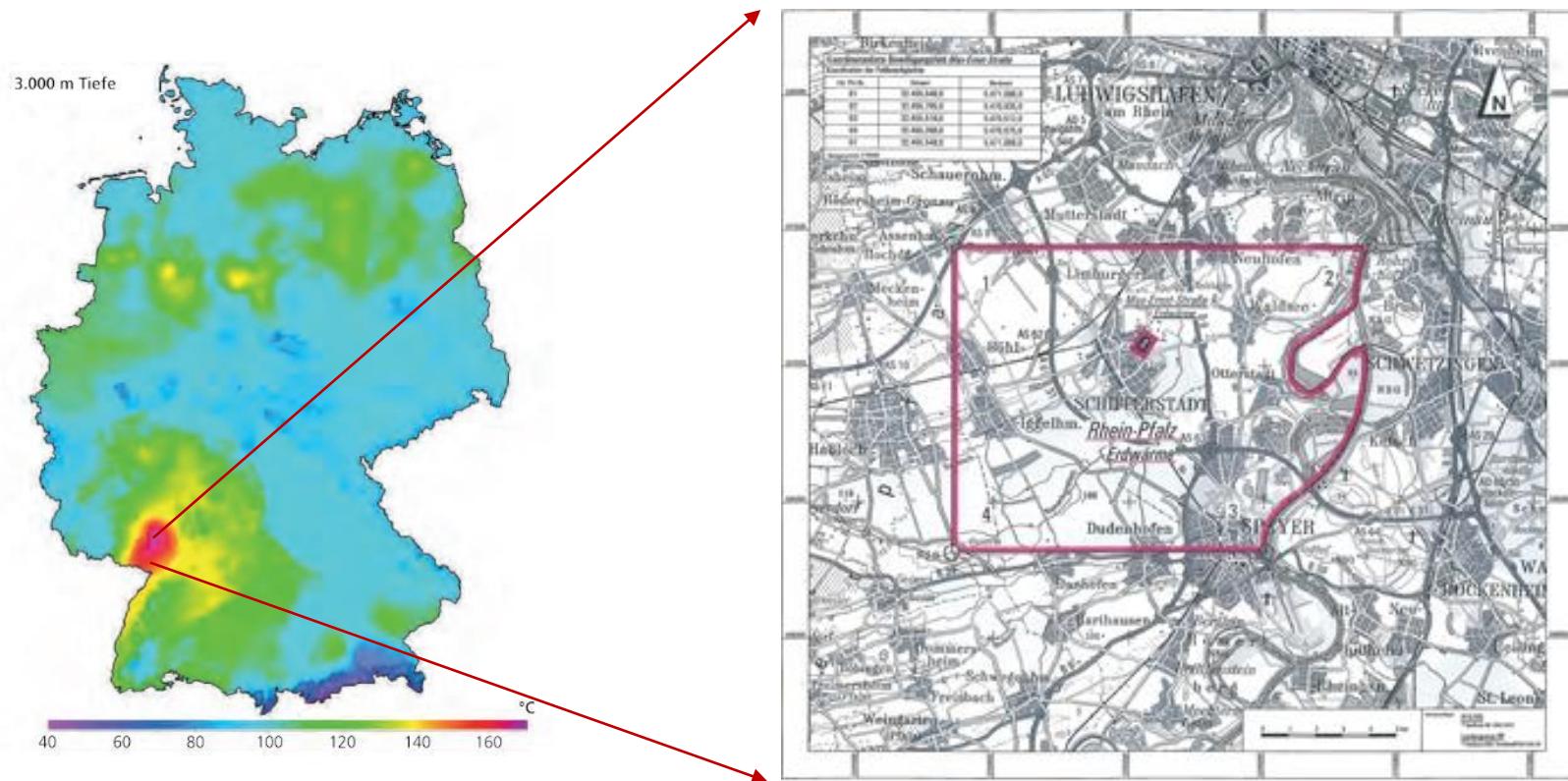
Quelle: E&M



Quelle: Fernwärmleinformationsportal der SW Speyer

Beispiel 3: Geothermie im Oberrheingraben

Erlaubnisfeld Rhein-Pfalz



Beispiel 3: Geothermie im Oberrheingraben

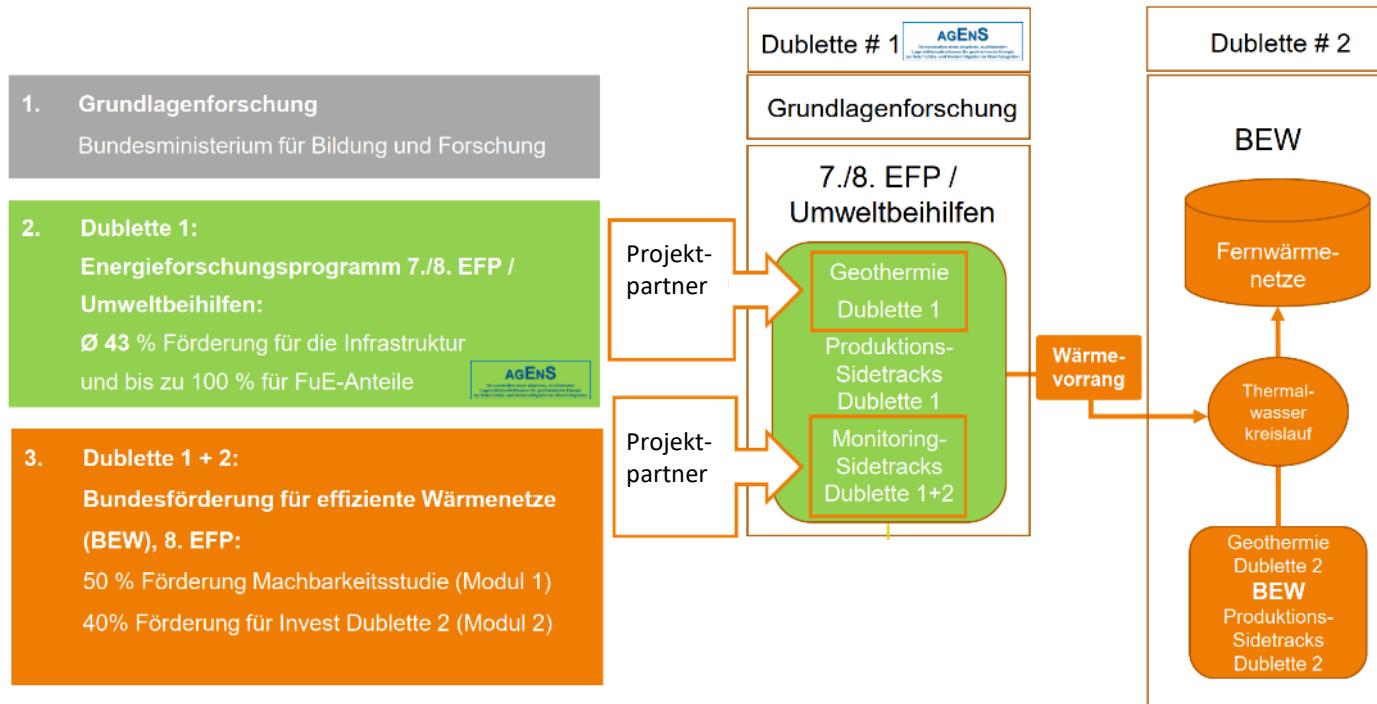
Eckpunkte des Projektes

- **Geothermieteil:** Interkommunales Geothermieprojekt Schifferstadt/Speyer (teils BEW gefördert, teils Projektförderung durch BMWK/PtJ) durch geopfalz (Tochter von SW Speyer und Schifferstadt)
 - Bewilligtes Forschungsprojekt für die erste Bohrdublette samt umfangreicher wissenschaftlicher Begleitung (**Verbundprojekt agEnS**, bisher größter Förderbeitrag im Geothermieberreich)
 - Die geologischen Voraussetzungen im Oberrheingraben sind so günstig wie sonst fast nirgends in Deutschland
 - Bei guter Fündigkeitsrate werden bis zu **40 MW Wärmeleistung** pro Bohrdublette bei Temperaturen >130° erwartet mit Option auf mehr als eine Bohrdublette
 - Aktuell werden Bohrplanung und die Betriebspläne erstellt
 - Option auf eine BEW geförderte zweite Bohrdublette und Ausweitung der Wärmelieferung
- **Fernwärmeteil:** teils BEW gefördert, bis 2027 (?) auch KWKG, Federführung durch Stadtwerke Speyer
 - Anbindung des Bohrstandortes an das bestehende Netz (rd. 5-7 km)
 - Umstellung des Netzbetriebs und der Netzhydraulik auf einen neuen Haupterzeuger
 - Massiver Fernwärmeausbau im Stadtgebiet vorgesehen

Beispiel 3: Geothermie im Oberrheingraben

Kombination und Abgrenzung der Förderprogramme

- Henne-Ei Problem: Ohne projektgeförderte Geothermieerschließung kein Wärmeausbau \Leftrightarrow ohne BEW-geförderten Wärmenetzausbau keine Geothermienutzung



Bildquelle: Geopalz

Zwischenfazit und Herausforderungen im BEW

Umstellung auf Geothermie und Fernwärmearausbau in Speyer

- Geothermieplanung erfolgt durch BEW und BMWK Förderung in einem wissenschaftlichen Verbundprojekt
 - Voraussichtlicher Bohrbeginn Anfang 2026
 - Erwartet wird ein großes und zuverlässiges Wärmepotenzial zur weitgehenden Dekarbonisierung der Wärme in Speyer und mit Optionen auf Nutzung im regionalen Verbund
 - Förderprojekt agEnS und BEW Maßnahmen müssen und können von einander abgegrenzt werden (Prinzipielle Schnittstelle Wärmelieferung am Bohrplatz auf der Sekundärseite, Trennung erste und zweite Bohrdublette)
 - Umstellung auf geothermischen Haupterzeuger erfordert Besicherung durch zweite Dublette und zusätzliche Bausteine (Netztechnik, Wärmespeicher, Option PtH/Spitzenkessel als Spitzenerzeuger) => BEW
 - Die Koordinierung der Zeitschienen von Geothermieprojekt, Netzanbindung und Fernwärmearausbau unter Berücksichtigung der BEW-Modulphasen sind herausfordernd
- **Die bei Geothermie immer vorhandene „Restunsicherheit“ der Wärmeleistung erschwert eine vorgelagerte Detail-Planung in Modul 1**
- **Die Flexibilisierungsmaßnahmen im BEW seit 2022 (Aufteilung nach LP und Aufstockungsmöglichkeit, parallele Beantragung im Modul 1 LP 2-4, separate Mittelempfänger nach Netz und Erzeugung) sind hilfreich und notwendig**

Gesamtfazit: Transformation der Fernwärme

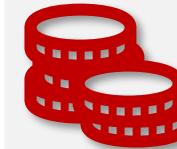
Genug Zeit, Geld und Ideen ?



- Groß-WP als neue Basistechnologie
Prio 1: Kläranlage
- Prio 2: Flusswasser
- Prio 3: Sonstige Wärmequellen
- Geothermie, wo geologisch günstig
- MVA Wärme, falls Ausbaupotenzial
- KWK mit H₂ Option und Wärmespeicher als Flex-Bausteine
- Biomasse, Solarthermie & PtH als Ergänzungsbausteine



- Meilenstein 2030 (30% Anforderung) ambitioniert, aber (meist) machbar
- BEW Zeitrahmen z.T. etwas knapp und Modul-logik und nicht immer praxis-nah
- Anlagenbau: Engpässe bei Genehmigungsbehörden, Fachplanern und ausführenden Firmen
- Netzbau: dito, zusätzliche Restriktionen im städtischen Raum (Verkehrsplanung, Bäume, Radwege, ...)



- Transformation erfordert Investitionen, aber...
- ... KWKG mit unsicherer Verlängerung...
- ... BEW mit unsicherer Perspektive ...
- ... Fremdfinanzierung wird ebenfalls schwieriger
- ... Druck auf Wärmepreise für Kunden
- ... „FW Monopolstellung“ in der Kritik



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Armin Kraft

EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH

Landstraße 20
52457 Aldenhoven

Telefon +49 (2464) 971-3
Mail info@enerko.de
Web enerko.de