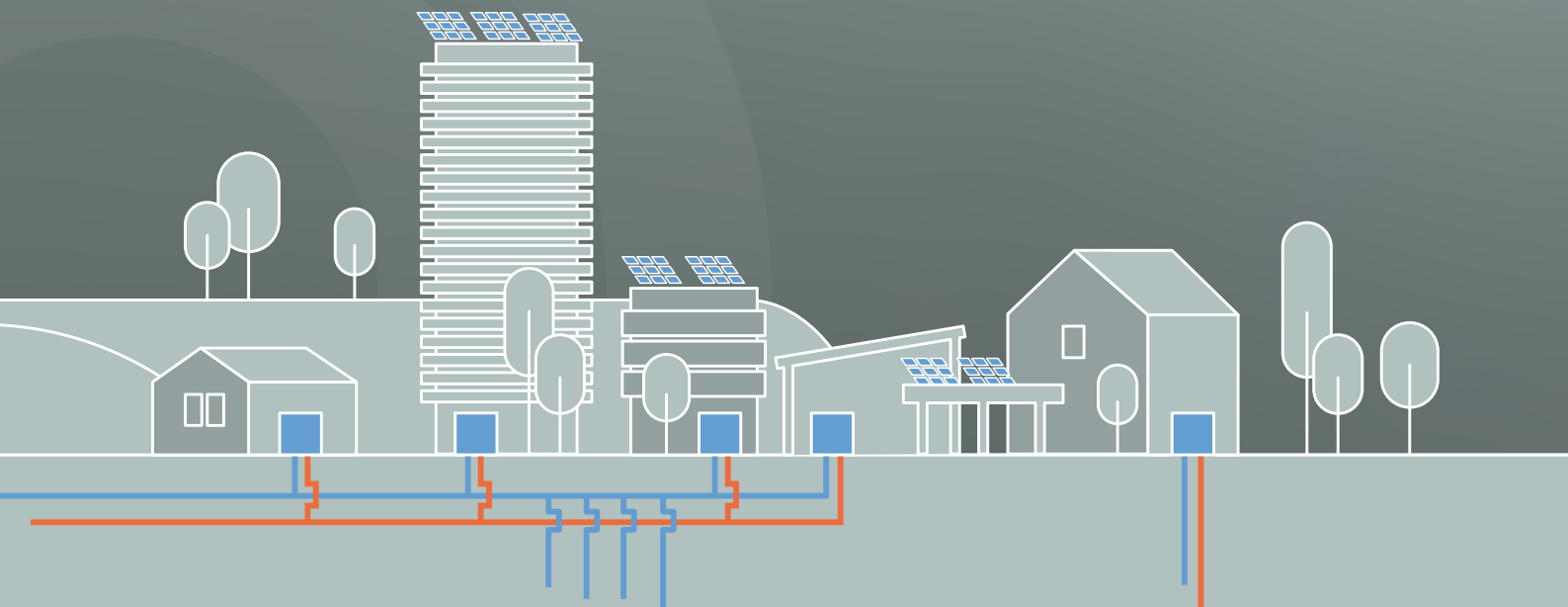


LEITFADEN

für Wärmekonzepte mit
oberflächennaher Geothermie

Erschließung innerstädtischer Bestandsquartiere
mit Erdwärmesonden



Impressum

Herausgeber:

Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und
Energiesystemtechnik IEE
Joseph-Beuys-Straße 8
34117 Kassel
E-Mail: info@iee.fraunhofer.de
Internet: www.iee.fraunhofer.de

Autoren:

Dietrich Schmidt, Fraunhofer IEE
Michael Krause, Fraunhofer IEE
Holger Born, Fraunhofer IEG
Alexander Meeder, GASAG Solution Plus
Christian Siever-Wenzlaff, GASAG Solution Plus
Finn Weiland, Institut für Solarenergieforschung
Steffen Benz, Stiftung Umweltenergierecht
Oliver Antoni, Stiftung Umweltenergierecht

Grafische Gestaltung und Satz:

Max Zeller

DOI: 10.24406/publica-7372

Stand: 04/2026

Bitte zitieren als:

Schmidt, Dietrich et al. (2026):
Leitfaden für Wärmeversorgungskonzepte mit
oberflächennaher Geothermie.
DOI: 10.24406/publica-7372
Fraunhofer IEE, Kassel.

Hinweis:

Dieser Bericht einschließlich aller seiner Teile ist
urheberrechtlich geschützt. Die Informationen
wurden nach bestem Wissen und unter Beach-
tung der Grundsätze guter wissenschaftlicher
Praxis zusammengestellt. Die Autoren gehen
davon aus, dass alle Angaben in dieser Pu-
blikation korrekt, vollständig und aktuell sind,
übernehmen jedoch für etwaige Fehler, aus-
drücklich oder implizit, keine Gewähr.

Dieser Leitfaden ist im Rahmen des Forschungs-
projekts „UrbanGroundHeat“ in enger Zusam-
menarbeit mit dem folgenden Projektkonsor-
tium entstanden:

Projektkonsortium:



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Leitfaden für Wärmeversorgungs- konzepte mit oberflächennaher Geothermie

Erschließung innerstädtischer Bestandsquartiere mit
Erdwärmesonden

Inhaltsverzeichnis

01

Einführung: Motivation, Zielgruppe und Struktur des Leitfadens8

I. Welche Vorteile und welche Herausforderungen bringt die Versorgung von Bestandsquartieren mit oberflächennaher Geothermie durch Erdwärmesonden mit sich?..... 9

II. Wozu dient der Leitfaden? 10

02

Grundlagen der Nutzung von oberflächennaher Geothermie in Bestandsquartieren 12

I. Welche technischen Grundlagen sind zu berücksichtigen? 13

II. Welche geologischen und sonstigen Grundlagen sind zu berücksichtigen? 16

III. Welche rechtlichen Rahmenbedingungen müssen beachtet werden? 16

IV. In welchen Prozessschritten erfolgt die Entwicklung der Versorgungskonzepte mit EWS in Bestandsquartieren? 18

03

Machbarkeits-Check 20

I. Was sind notwendige Startgrundlagen?21

II. Wie sind die Startgrundlagen zu bewerten?....22

III. Wie kommt man zu den notwendigen Startgrundlagen?22

04

Bedarfsermittlung 24

05

Umsetzungspotenzial..... 28

- I. Worauf ist bei der Potenzialflächenermittlung zu achten?29
- II. Welche öffentlich-rechtlichen Einschränkungen können sich in Bezug auf die Flächennutzbarkeit ergeben?32

06

Wärmeversorgungskonzepte 36

- I. Welche wesentlichen Versorgungskonzepte kommen in Betracht?37
- II. Welche Vor- und Nachteile weisen die unterschiedlichen Versorgungskonzepte auf?40

07

Vorbereitung der Umsetzung 44

08

Weiterführende Informationen..... 48

- I. Technisches Regelwerk49
- II. Publikationen.....49
- III. Webinformationen49
- IV. Anhang.....50



Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

die Transformation der Wärmeversorgung ist eine der zentralen Aufgaben der Energiewende. Insbesondere in innerstädtischen Bestandsquartieren stellt die Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung eine komplexe technische, planerische und organisatorische Herausforderung dar. Gleichzeitig ist sie ein entscheidender Hebel für das Erreichen der Klimaneutralität bis 2045.

Oberflächennahe Geothermie nimmt in diesem Kontext eine besondere Rolle ein. Sie ist nicht nur eine nachhaltige Wärmequelle, sondern ein integraler Bestandteil eines zukünftigen, integrierten Energiesystems. In Kombination mit Wärmepumpen, Wärmenetzen und erneuerbarer Stromerzeugung ermöglicht sie eine sektorübergreifende Systemintegration, die sowohl zur Dekarbonisierung als auch zur Flexibilisierung des Energiesystems beiträgt. Durch ihre lokale Verfügbarkeit leistet sie zudem einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit und zur Reduktion von Importabhängigkeiten.

Der Leitfaden entstand im Rahmen des Forschungsvorhabens UrbanGroundHeat, gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Die Förderung unterstreicht die energie- und klimapolitische Relevanz der oberflächennahen Geothermie. Mit dem Geothermie-Beschleunigungsgesetz wurden wesentliche Rahmenbedingungen geschaffen, um Genehmigungsverfahren zu vereinfachen und Investitionen zu erleichtern.

Gleichzeitig zeigt sich in der Praxis, dass die erfolgreiche Umsetzung entsprechender Projekte ein systemisches Verständnis erfordert. Neben technischen und geologischen Fragestellungen sind insbesondere wirtschaftliche, rechtliche und infrastrukturelle Aspekte sowie die Integration in bestehende Wärme- und Energiesysteme zu berücksichtigen.

Der vorliegende Leitfaden bündelt die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse und stellt sie in strukturierter und praxisorientierter Form zur Verfügung. Ziel ist es, Kommunen, Stadtwerken, Planenden und weiteren Akteuren eine fundierte Entscheidungsgrundlage zu bieten und die Umsetzung konkreter Projekte zu beschleunigen.

Fraunhofer versteht sich dabei als Partner für die Entwicklung und Umsetzung integrierter Energiesystemlösungen. Der Leitfaden ist ein Beitrag, wissenschaftliche Erkenntnisse in die Praxis zu übertragen und die Wärmewende vor Ort wirksam zu gestalten.

Unser Dank gilt dem Fördergeber sowie allen Projektpartnern für die vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Möge dieser Leitfaden dazu beitragen, die Potenziale der oberflächennahen Geothermie verantwortungsvoll, wirtschaftlich und im Sinne eines resilienten Energiesystems zu erschließen.



Prof. Dr.-Ing Martin Braun
Istitutsleiter des Fraunhofer IEE



Prof. Dr. Rolf Bracke
Institutsleiter des Fraunhofer IEG

01

Einführung: Motivation, Zielgruppe
und Struktur des Leitfadens

und zur Aufwertung von Quartieren bei. Wie den Geoportalen der Bundesländer zu entnehmen ist, ergibt sich in Deutschland insgesamt ein großes Potenzial für die Nutzung von EWS, insbesondere in Regionen, wo geeignete geologische Bedingungen und ausreichend Flächen vorhanden sind. Aus diesem Grund bezieht sich dieser Leitfaden auf die Entwicklung von Wärmekonzepten zur Versorgung von Bestandsquartieren mit EWS, kann aber auch als Orientierung für andere ONG-Technologien wie Grundwasserbrunnen oder Erdwärmekollektoren genutzt werden. Die Umsetzung von Wärmeversorgungskonzepten mit EWS in urbanen Gebieten ist oft durch mangelnden Platz stark begrenzt. Viele nutzbare Flächen sind in Privatbesitz, wodurch ihre geothermische Nutzung zwar nicht auszuschließen ist, jedoch eine Klärung von Nutzungsrechten und rechtliche Rahmenbedingungen voraussetzen und den Prozess verlängern können. Die Investitionskosten von Wärmeversorgungskonzepten mit EWS sind anfangs oft hoch im Vergleich zu anderen Wärmeerzeugungstechnologien. Bei entsprechenden Betriebskonzepten amortisieren sich jedoch die Kosten durch geringere Betriebskosten, die durch konstant hohe Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen in Kombination mit EWS bedingt sind. Um die Wirtschaftlichkeit und Attraktivität von EWS zu erhöhen und um bei den hohen Anfangsinvestitionen zu unterstützen, gibt es eine Reihe von europäischen und nationalen Förderprogrammen und Unterstützungsangeboten durch Bundes- und Landeseinrichtungen. Da die Planung und Dimensionierung von Wärmepumpensystemen mit EWS – insbesondere verglichen mit herkömmlichen fossilen Wärmeerzeugern – vergleichsweise komplex ist (siehe Abbildung 1), gibt dieser Leitfaden eine Hilfestellung über die notwendigen Arbeitsschritte zu einem Geothermieprojekt und für eine fundierte Entscheidungsfindung.

II. Wozu dient der Leitfaden?

Der Leitfaden soll Stadtwerken, Energieversorgern, Wärmenetzbetreibern und Immobilieneigentümern eine erste niederschwellige Orientierung bei der Entwicklung von Konzepten zur Versorgung von innerstädtischen Bestandsquartieren mit EWS bieten. Ziel ist es, die Planung solcher Konzepte zu unterstützen und damit eine zeitlich beschleunigte Entscheidungsfindung sowie eine erhöhte Umsetzungswahrscheinlichkeit zu fördern.

Dazu soll dieser Leitfaden die Erdwärmefäden der Länder ergänzen [6], die sich im Wesentlichen mit der geothermischen Versorgung einzelner Gebäude befassen, insbesondere in Bezug auf Versorgungskonzepte mit EWS für Bestandsquartiere oder Gebäudeensembles. Der Leitfaden kann keine Fachplanung ersetzen, sondern bietet vielmehr Orientierung für die frühzeitige Einbindung eines Fachplaners.

Die Struktur des Leitfadens orientiert sich an zentralen Prozessschritten für die Entwicklung von Versorgungskonzepten mit EWS in Bestandsquartieren. Nach der Erläuterung zentraler Grundlagen für die Entwicklung der Versorgungskonzepte mit EWS (Kapitel 02), wird zu Beginn die Durchführung eines Machbarkeits-Checks beschrieben, mit dem zu einem frühen Zeitpunkt die grundsätzliche Machbarkeit an einem konkreten Standort geklärt werden kann (Kapitel 03). Im nächsten Schritt werden Informationen für die Bedarfsermittlung gegeben, die den spezifischen Energiebedarf der Bestandsgebäude erfasst, um ein Verständnis über die Anforderungen der verschiedenen Gebäude und Nutzergruppen zu bekommen (Kapitel 04). Zudem werden Hinweise in Bezug auf die Bewertung des standortbezogenen Umsetzungspotenzials geothermischer Versorgungskonzepte dargestellt, wobei insbesondere auf geologische Gegebenheiten im jeweiligen Gebiet, verfügbare Technologien und rechtliche Restriktionen für die Nutzbarkeit bestimmter Flächen eingegangen wird (Kapitel 05). Anschließend wird ein Überblick über die wesentlichen technischen Varianten der Wärmeversorgungskonzepte zur Quartiersversorgung gegeben und dabei die Bedingungen und Vor- und Nachteile der Varianten erläutert (Kapitel 06). Schließlich werden Hinweise für die Vorbereitung der Umsetzung gegeben (Kapitel 07). Im Mittelpunkt steht dabei ein projektbezogener Konzeptvergleich, der neben technischen Aspekten insbesondere auch wirtschaftliche Aspekte berücksichtigen muss.



Kapitel 02
Grundlagen (S. 12)



Kapitel 03
Machbarkeits-Check ONG (S. 20)



Kapitel 04
Bedarfsermittlung (S. 24)



Kapitel 05
Ermittlung
Umsetzungspotenzial (S. 28)



Kapitel 06
Erstellung / Vergleich
Versorgungskonzepte (S. 36)



Kapitel 07
Vorbereitung der
Umsetzung (S. 44)

Abbildung 2: Übersicht der Struktur des Leitfadens

02

Grundlagen der Nutzung von oberflächennaher Geothermie in Bestandsquartieren

- Als Grundlagen für die Bewertung geothermischer Wärmeversorgungslösungen sind technische, geologische und rechtliche Rahmenbedingungen zu beachten.
- Für urbane Räume sind EWS gegenüber Kollektorsystemen aufgrund des geringeren Platzbedarfs die vorzugswürdige Wärmeversorgungstechnologie.
- Für die Bewertung der rechtlichen Zulässigkeit sind eine Reihe von Rahmenbedingungen, insbesondere wasserrechtliche Vorgaben abzuklären.
- Durch definierte Prozessschritte kann festgelegt werden, welche Randbedingungen zu erfüllen sind und in welchen Fällen ein Abbruch des Projekts angezeigt ist.

Für die Entwicklung von Konzepten zur Versorgung von innerstädtischen Bestandsquartieren mit EWS müssen sowohl technische und geologische als auch rechtliche Aspekte berücksichtigt werden¹. Im Folgenden werden daher die wichtigsten Rahmenbedingungen schlagwortartig erläutert. Anschließend wird zudem ein Überblick über zentrale Prozessschritte für die Entwicklung von Versorgungskonzepten mit EWS in städtischen Bestandsquartieren gegeben, um ein Grundverständnis für die Entwicklung geothermischer Versorgungskonzepte zu vermitteln.

Technische Rahmenbedingungen

Die Auswahl einer geeigneten Wärmeerzeugungsanlage, z. B. einer Sole-Wasser-Wärmepumpe, hängt von den spezifischen Anforderungen des Projekts ab. Entscheidend für die Auswahl sind neben Platzbedarf und bestehenden Strukturen vor allem die quell- und senkenseitigen Temperaturen des Wärmeversorgungskonzepts, die sich maßgeblich auf die Effizienz einer Wärmepumpe auswirken.

Geologische Rahmenbedingungen

Die lokalen Gegebenheiten des Untergrunds haben einen hohen Einfluss auf die Machbarkeit des Projekts. Dabei spielen die Art des Untergrunds, die Wärmeleitfähigkeit des Gesteins und die Verfügbarkeit von wasserführenden Schichten entscheidende Rollen.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Bei der Realisierung von EWS müssen eine Vielzahl rechtlicher Vorgaben beachtet werden; die Errichtung und der Betrieb werden nur genehmigt, wenn öffentlich-rechtliche Vorschriften, allen voran gewässerschutzrechtliche Vorgaben, eingehalten werden. Bei der Nutzung von Grundstücken im fremden Eigentum muss die Nutzung vertraglich geregelt werden.

I. Welche technischen Grundlagen sind zu berücksichtigen?

ONG

ONG bezieht sich auf die Nutzung von Erdwärme, die in den oberen Erdschichten, typischerweise bis etwa 400 m Tiefe, gespeichert ist. Die

Temperatur ist in dieser Tiefe relativ konstant und liegt meist zwischen 10 und 15 °C Die häufigsten Anwendungen zur Erschließung dieser geothermische Potenziale sind EWS- oder Flachkollektor-Felder sowie geothermische Brunnen in Kombination mit Wärmepumpen. Die entzogene und aufbereitete Wärme aus der Erde wird genutzt, um Gebäude zu beheizen/zu kühlen und/oder Warmwasser bereitzustellen.

Technologien zur Erschließung oberflächennaher geothermischer Potenziale bis 400 m Tiefe

- **EWS**
Vertikale Rohrsysteme, die senkrecht in der Erde verlegt werden, um Wärme über einen Wärmeträger (meist Wasser mit zusätzlichem Anteil an Frostschutzmitteln, z. B. Glykol) zu entziehen oder abzugeben. Das Verhältnis von Flächenbedarf zu thermischem Ertrag fällt hierbei günstiger aus als bei horizontalen Systemen.
- **Flachkollektoren und Grabenkollektoren**
Systeme, die horizontal in der obersten frostfreien Erdschicht verlegt werden, um die Wärme aus dem Erdreich zu nutzen.
- **Brunnenwassersysteme**
Diese Systeme nutzen bestehende Wasservorkommen in geothermischen Reservoiren. Dabei wird oberflächennahes Grundwasser für Niedertemperaturanwendungen in Kombination mit Wärmepumpen verwendet.

Die Wahl der Technologie hängt von den verfügbaren Flächen, den spezifischen geologischen Gegebenheiten, der gewünschten Nutzung sowie den wirtschaftlichen Aspekten und Erwartungen ab. Der Leitfaden betrachtet aufgrund der Fokussierung auf urbane Bestandsquartiere vorrangig die Technologie EWS, die wegen des geringeren Platzbedarfs dort Vorteile gegenüber den anderen Technologien bietet.

Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe ist ein technisches System, das Wärme aus einer Quelle (z. B. aus Erdreich, Luft oder Wasser) entzieht und sie auf ein höheres Temperaturniveau anhebt, um sie zum Heizen von Gebäuden oder zur Bereitstellung von

¹ Ebenfalls wichtige gesellschaftliche Rahmenbedingungen, die sich vor allem um Fragen der Beteiligung, Kommunikation und Akzeptanz drehen, werden im Rahmen dieses Leitfadens nur am Rande betrachtet. Siehe hierzu auch die weiterführenden Informationen.

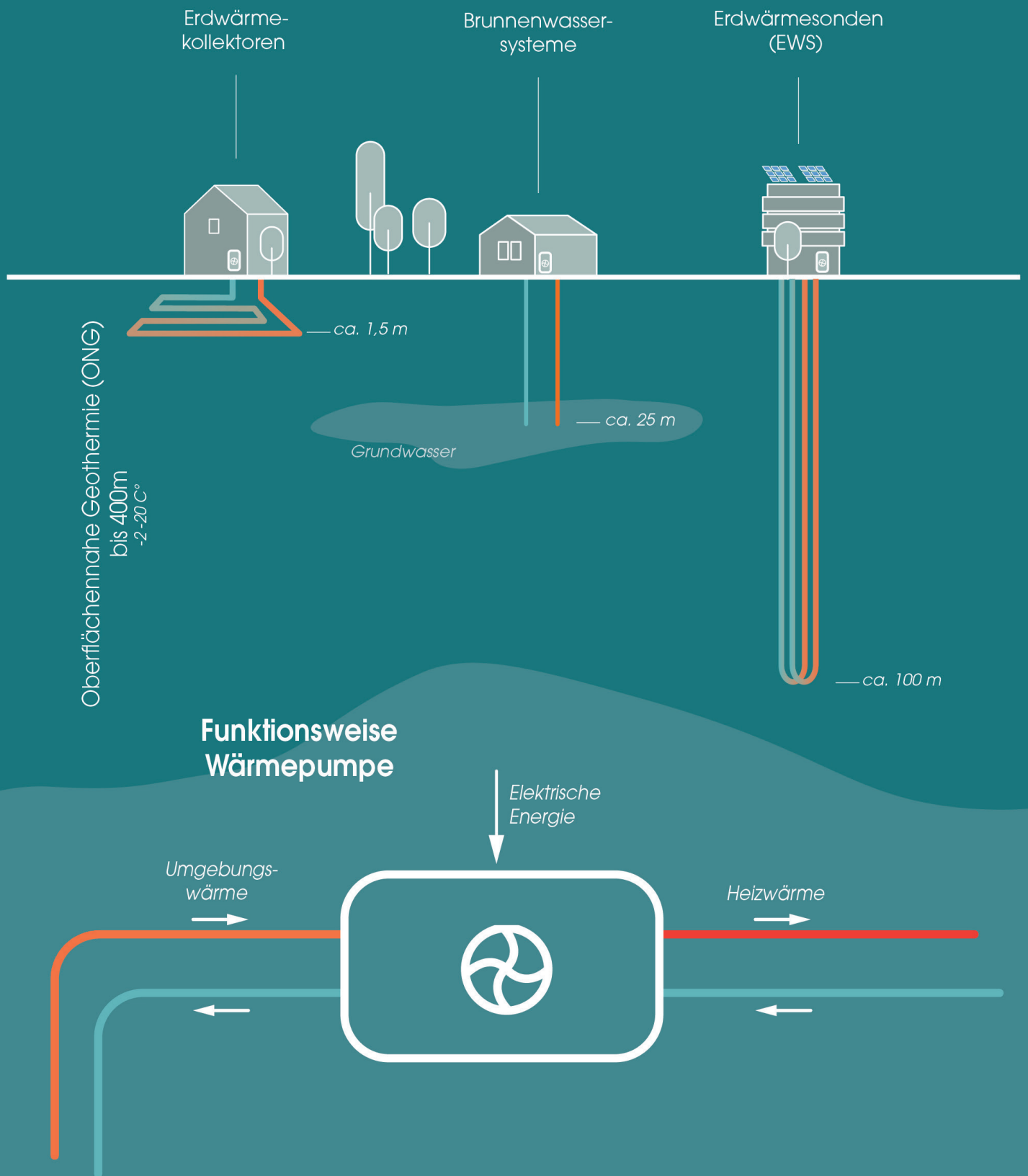


Abbildung 3: Technologieübersicht

Trinkwarmwasser zu nutzen. Marktdominierend ist die Technologie der elektromotorisch angetriebenen Kompressionswärmepumpe, die einen Nassdampfkreisprozess verwendet, um Wärme entgegen einem Temperaturgradienten zu transportieren. Mittels einer Kältekreisumkehr können viele Wärmepumpen auch zur Kühlung eingesetzt werden und überschüssige Wärme an die eigentliche Wärmequelle abgeben. Wird eine EWS als Quelle eingesetzt, kommt eine Sole-Wasser-Wärmepumpe zum Einsatz, die auf der Quellseite eine frostsichere Soleflüssigkeit (z. B. Wasser-Glykol-Gemisch) und auf der Senkenseite Wasser nutzt.

Wärmenetz

Ein Wärmenetz ist ein Netzwerk von Rohrleitungen, das Wärme von einer oder mehreren zentralen Quellen (z. B. einem EWS-Feld oder einem Heizwerk) zu mehreren angeschlossenen Gebäuden transportiert. Es ermöglicht eine effiziente Verteilung von Wärme und kann sowohl mit erneuerbarer Wärme wie Geothermie als auch mit fossiler Wärme betrieben werden, um eine zuverlässige Wärmeversorgung sicherzustellen.

Regeneration

Regeneration bezieht sich im Kontext von EWS auf den Prozess, bei dem Erdwärme, die durch Entnahme in einem geothermischen System genutzt wurde, wieder passiv oder aktiv zurückgeführt wird. Dies kann durch natürliche Regenerationsprozesse oder durch spezifische Maßnahmen, wie die saisonale Einlagerung thermischer Überschüsse in das geothermische Reservoir, geschehen. Eine gute Regeneration ist entscheidend für die Nachhaltigkeit und Langfristigkeit der geothermischen Nutzung. Technologien zur aktiven Regeneration sind beispielsweise solarthermische Systeme, Luft-Absorber, aber auch Abwärmennutzungen z. B. aus der Gebäudekühlung oder Industrie/Gewerbe. Im Leitfaden wird insbesondere auf die Regeneration durch solarthermische Systeme Bezug genommen.

Energiebedarf

Der Energiebedarf der zu versorgenden Gebäude muss präzise ermittelt werden. Dies umfasst sowohl den Heizbedarf als auch den Warmwasserbedarf. Ein detailliertes Lastprofil hilft dabei, die Dimensionierung der Wärmeversorgungsanlagen zu optimieren und eine bedarfsgerechte Versorgung sicherzustellen. Die Temperaturen des Wärmeversorgungskonzepts spielen eine wichtige Rolle bei Speicher-

und Verteilverlusten sowie bei der Effizienz der Wärmepumpe.

Systemintegration

Die Integration von Wärmeversorgungskonzepten mit EWS in die bestehende Wärmeversorgung ist ein weiterer wichtiger Aspekt. So besteht die Möglichkeit, dass eine Wärmepumpe als einzige Wärmeerzeugungsanlage die bisherige Anlage ersetzt (monovalente Auslegung) oder mit anderen Wärmeerzeugungsanlagen (z. B. Solarthermie oder Gastherme) kombiniert wird (bivalente Auslegung). Dabei ist die jeweilige Wärmeerzeugungsvariante mit entsprechenden Speichersystemen zu kombinieren, um eine flexible und zuverlässige Energieversorgung zu gewährleisten.

Diesbezüglich zeigt die nachfolgende Abbildung 4 eine monovalente sowie rechts eine bivalente Auslegung einer Wärmepumpenanlage und die dafür jeweils notwendige thermische Leistung. Ein weiterer entscheidender Faktor bei der Systemintegration ist die Gebäudesanierung, die zu einer Verringerung der thermischen Bedarfsleistung führt und durch die somit gegebenenfalls ein zweiter Wärmeerzeuger, wie in der Abbildung 4 dargestellt, obsolet wird.

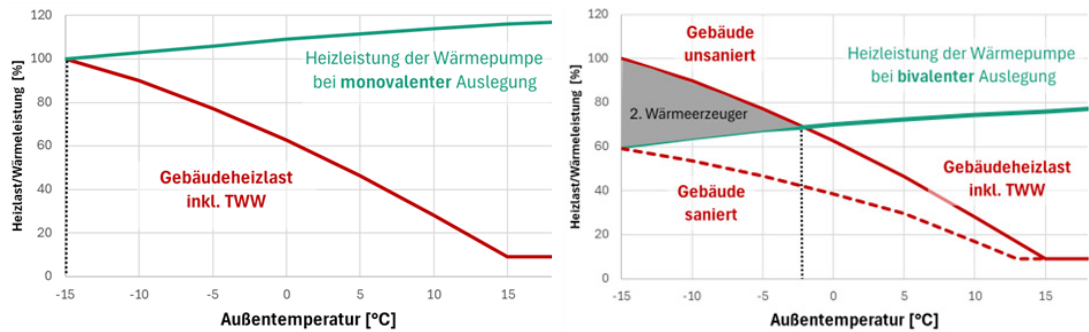


Abbildung 4: Integration der Wärmeerzeuger (links: monovalente Auslegung; vollständige Bedarfsabdeckung durch Wärmepumpe(n); rechts: bivalente Auslegung; Wärmepumpe(n) in Kombination mit mindestens einem zweiten Wärmeerzeuger) für die Wärmeversorgung von Gebäuden

II. Welche geologischen und sonstigen Grundlagen sind zu berücksichtigen?

Geologische Gegebenheiten

Die geologischen Bedingungen des Standorts sind entscheidend für geothermische Versorgungslösungen. Dazu gehören die Art des Untergrunds, die Wärmeleitfähigkeit des Gesteins und die Verfügbarkeit von wasserführenden Schichten. Eine geologische Voruntersuchung ist notwendig, um das geothermische Potenzial zu bewerten und geeignete Technologien auszuwählen.

Ökologische Aspekte

Die ökologische Verträglichkeit der geothermischen Nutzung des Untergrunds ist von Relevanz. Dazu gehören die Berücksichtigung von Wasserressourcen, möglicher Umweltauswirkungen, die Regeneration des geothermischen Reservoirs und die mögliche Beeinträchtigung von Organismen.

Soziale Akzeptanz

Die Akzeptanz in der umliegenden Bevölkerung ist entscheidend für den Erfolg eines Projekts. Eine transparente Kommunikation und die Einbeziehung der Anwohner in den Planungsprozess können helfen, vorzeitige Bedenken auszuräumen und Unterstützung sowie Anschlussnehmer zu gewinnen, so dass keine Proteste und Klagen den Prozess verzögern.

Akteurslandschaft

Da in einem Geothermieprojekt, speziell im

Bestand, viele unterschiedliche Firmen/Akteure beteiligt sein müssen, ist ein guter Projektablauf und eine gute Abstimmung aller Beteiligten eine Grundvoraussetzung. Die zentralen Projektbeteiligten in den unterschiedlichen Projektphasen sind beispielhaft in Abbildung 5 veranschaulicht.

III. Welche rechtlichen Rahmenbedingungen müssen beachtet werden?

Für die Realisierung von Versorgungskonzepten mit EWS können eine Vielzahl rechtlicher Vorgaben relevant werden². Diese können einerseits durch bestimmte Regelungen – etwa zum Grundwasserschutz – zu Beschränkungen oder Verzögerungen führen. Andererseits ermöglichen bestimmte Vorgaben die Realisierung von geothermischen Versorgungsprojekten, indem beispielsweise durch zivilrechtliche Verträge die Nutzung fremder Grundstücke für EWS oder Wärmenetze geregelt werden kann. Damit es bei der Entwicklung ebenso wie bei der folgenden Umsetzung von Versorgungskonzepten mit EWS nicht zu Verzögerungen kommt, sollten wesentliche rechtliche Regelungen möglichst frühzeitig berücksichtigt werden.

Besonders relevant, weil sie in sämtlichen Versorgungskonzepten mit EWS zu berücksichtigen sind, sind wasserrechtliche Regelungen des Bundes und der Länder. Konkret müssen insbesondere die Vorschriften des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG), der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV), der jeweiligen Wassergesetze der

2 Die rechtlichen Ausführungen in diesem Leitfaden beruhen zu wesentlichen Teilen auf dem von Becker Büttner Held erstellten Gutachten [7].

Initiator	Grundlagen- ermittlung / Planung	Entscheidung / Genehmiger	Ersteller der Anlage	Anlagen- betreiber
Eigentümer	Energie- berater	Eigentümer	Heizungs- techniker / Anlagenbauer	Eigentümer
Versorger Contractor	Versorger Contractor	Genehmi- gungs- behörde	Gebäude- sanierer	Versorger Contractor
Stadt Gemeinde	Planungsbüro: -Bauphysik -TGA -Geothermie	Versorger Contractor	Bohrfirma	
		Fördermittel- geber	Tiefbaufirma	
			Garten- baufirma	
			Solarteuer	

Abbildung 5: Darstellung der unterschiedlichen Akteure, die für ein Geothermieprojekt wesentlich sind

Länder (LWG) sowie gegebenenfalls auch von Wasserschutzgebietsverordnungen (WSGV) beachtet werden. Sowohl die Errichtung als auch der Betrieb von EWS und von kalten Nahwärmenetzen sind wasserrechtlich anzeigepflichtig und/oder müssen wasserrechtlich genehmigt werden. Dadurch soll verhindert werden, dass etwa durch Bohrungen, Erdaufschlüsse oder den Einsatz wassergefährdender Stoffe sowie durch den Entzug oder Eintrag von Wärmeschädliche Veränderungen des Grundwassers verursacht werden.

Bergrechtliche Regelungen sind seit der Änderung des Bundesberggesetzes (BBergG) im Jahr 2024 hingegen in Bezug auf die Nutzung der EWS nur noch begrenzt relevant. Gemäß § 3 Abs. 3 Satz 2 Nr. 2 b) BBergG ist Erdwärme aus Bohrungen bis zu einer Tiefe von 400 m nunmehr kein bergfreier Bodenschatz, so dass für die Aufsuchung und Gewinnung dieser Erdwärme keine bergrechtliche Bewilligung erforderlich ist. Sollen für die EWS allerdings mehr als 100 m tiefe Bohrungen durchgeführt werden, so ist die Bohrung gemäß § 127 BBergG nach wie vor bei der Bergbehörde anzuzeigen. Jedenfalls sind Bohrungen und geophysikalische Untersuchungen auch gemäß §§ 8 und 9 Geologiedatengesetz (GeolDG) der zuständigen Behörde anzuzeigen und dieser die ermittelten Ergebnisse zur Verfügung zu stellen.

In bestimmten Konstellationen müssen mit Blick auf die Nutzung konkreter Flächen weitere rechtliche Vorgaben beachtet werden. Zum einen können öffentlich-rechtliche Vorschriften, wie z. B. aus dem Bauplanungs-, Naturschutz- oder Denkmalschutzrecht, der Nutzung bestimmter Flächen entgegenstehen. Zum anderen muss im Falle der Nutzung fremder Grundstücke der privatrechtliche Zugriff auf diese Flächen vereinbart werden.

Schließlich können sich durch § 4 des Geothermie-Beschleunigungsgesetzes (GeoBG), § 2 Abs. 3 des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) und § 1 Abs. 3 des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) auch Erleichterungen für die Genehmigung von Anlagen für Versorgungskonzepte mit EWS ergeben. Nach diesen Vorschriften liegt die Errichtung und der Betrieb von Wärme-erzeugungsanlagen aus erneuerbaren Energien bzw. aus EWS im überragenden öffentlichen Interesse und entsprechende Anlagen sollen als vorrangiger Belang in Schutzgüterabwägungen eingebracht werden. Dies bedeutet konkret, dass in (Schutzgüter-)Abwägungen etwa im Zusammenhang mit der Erteilung von wasser-, naturschutz- oder denkmalschutzrechtlichen Ausnahmen oder Befreiungen in der Regel das Interesse der Wärme-erzeugungsanlagen überwiegt. Mit Blick auf mögliche gewässer-

schutzrechtliche Ausnahmen ist allerdings zu berücksichtigen, dass gerade die öffentliche Wasserversorgung ebenfalls von sehr hohem öffentlichen Interesse ist, wodurch der Vorrang der Wärmeerzeugungsanlagen aus EWS im Einzelfall wiederum relativiert werden kann. Nicht zuletzt aufgrund der teilweise unterschiedlichen Vollzugspraxis in den Ländern sind

Rechtsgrundlagen für die Errichtung und den Betrieb von Erdwärmesondenanlagen
Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)
Wasserschutzgebietsverordnung (WSGV)
Wassergesetze der Länder (LWG)
Bundesberggesetz (BBergG)
Geologiedatengesetz (GeoIDG)
Geothermie-Beschleunigungsgesetz (GeoBG)

Abbildung 6: Übersicht wichtiger Gesetze für die Entwicklung von Wärmeversorgungskonzepten mit EWS

für die Planung von Versorgungskonzepten mit EWS die jeweiligen Leitfäden[6] der Länder für die Nutzung oberflächennaher Geothermie zu Rate zu ziehen. Darüber hinaus wird empfohlen, möglichst frühzeitig Kontakt mit der zuständigen Wasserbehörde aufzunehmen und offene Fragen zu klären. Auch der Zugriff auf fremde Grundstücke sollte möglichst früh geklärt werden.

IV. In welchen Prozessschritten erfolgt die Entwicklung der Versorgungskonzepte mit EWS in Bestandsquartieren?

Initiiert wird der Prozess für die Entwicklung eines Versorgungskonzepts mit EWS in städtischen Bestandsquartieren in der Regel über eine Kundenanfrage (z. B. Wohnungsunternehmen mit Quartier) oder seltener über den Vertrieb des Stadtwerks, falls die Kundschaft sehr heterogen ist. Grundsätzliche Annahme des vereinfachten Ablaufplans ist, dass es Abbruchbedingungen für den folgenden Prozess gibt, die hier als Startgrundlagen benannt werden. Sind diese Startgrundlagen im Zuge des Machbarkeits-Check nicht erfüllt, wird die Option „Oberflächennahe Geothermie“ direkt verworfen. Dies könnte z. B. die Lage des Untersuchungsgebiets in einem Wasserschutzgebiet sein (vgl. Kapitel 03). Wenn die Startgrundlagen erfolgreich geklärt wurden, wird in Zusammenarbeit mit einem Planungsbüro oder hausinternen Fachplaner der Bedarf für das Quartier ermittelt und das Umsetzungspotenzial überprüft, um entsprechende Versorgungskonzepte zu erarbeiten. Dieser Prozess bis zur Entscheidung, hier der Einfachheit wegen linearisiert, kann im Detail parallel oder iterativ erfolgen. Steht am Ende des Prozesses ein Versorgungskonzept mit EWS als Vorzugsvariante fest, wird diese mit der Entwurfs-, Genehmigungs- und Ausführungsplanung bis zur Umsetzung fortgesetzt.



Abbildung 7: Prozessschritte für die Entwicklung von Versorgungskonzepten mit EWS

03

Machbarkeits-Check

- Der Machbarkeits-Check beinhaltet die Untersuchung von Startgrundlagen zur Prüfung der allgemeinen Machbarkeit von Versorgungskonzepten mit ONG EWS am konkreten Standort, die von jedem durchgeführt werden kann.
- Dabei erfolgt die Bewertung der Startgrundlagen auf Basis eines Ampelsystems.
- Zur Bestimmung der Startgrundlagen stehen öffentliche Abfragetools der Länder sowie ein bundesweites Abfragetool zur Verfügung, die hier aufgelistet werden.

Bevor eine Versorgung eines Quartiers oder Gebäudeensembles mit EWS tiefgehend geprüft und entwickelt wird, ist es sinnvoll, zunächst einen sogenannten Machbarkeits-Check durchzuführen. Mit dem Machbarkeits-Check wird die grundsätzliche Machbarkeit eines Versorgungskonzeptes mit EWS an einem konkreten Standort geprüft. Diese Prüfung kann durch den Energieversorger oder Projektierer eigenständig und schnell erledigt werden. Für den Machbarkeits-Check werden die Startgrundlagen für die Versorgung eines Quartiers mit EWS ermittelt und bewertet, so dass entschieden werden kann, ob eine Variante mit EWS weiterverfolgt wird.

I. Was sind notwendige Startgrundlagen?

Startgrundlagen sind im Grunde standortbezogene Ausschlusskriterien für die Realisierung einer Versorgung mit EWS, welche ohne besondere Fachkenntnisse und somit ohne Zuarbeit eines Fachplaners schnell ermittelt werden können. Dabei sind folgende Punkte zu klären:

1. Geeignete Freifläche zur Einrichtung der Baustelle gegeben

Eine geeignete Freifläche mit entsprechender Zuwegung für das Bohrgerät muss vorhanden sein, um die Baustelle für die Errichtung von EWS einrichten zu können. Dabei ist ungefähr eine Fläche von 200 m² bei einer Mindestbreite von 7 m zur Errichtung einer EWS notwendig. Der Flächenbedarf ist abhängig von verschiedenen Faktoren (z. B. örtlichen Gegebenheiten, verwendetes Bohrgerät, Anzahl der notwendigen EWS, etc.), wodurch der notwendige Flächenbedarf für die Errichtung von einer EWS auch unterhalb 200 m² liegen kann.

2. Lage der Freifläche außerhalb von Wasserschutzgebietszonen (WSG) I/II

In WSG I und II ist gemäß der jeweiligen Wasserschutzgebietsverordnungen oder gemäß behördlicher Anordnung (§ 52 Abs. 1 WHG) die Errichtung und der Betrieb von EWS verboten und eine ausnahmsweise Zulassung hat kaum Aussicht auf Erfolg.

In WSG III, III A/B ist die Errichtung und der Betrieb von EWS ebenfalls verboten. In diesem Bereich können EWS allerdings unter bestimmten Voraussetzungen ausnahmsweise zugelassen werden. Die Vollzugspraxis der Behörden ist hier allerdings uneinheitlich, weswegen in

diesem Fall die Startgrundlage nur bedingt gegeben ist und verbleibende Unsicherheiten erst mit größerem Aufwand geklärt werden können.

3. Altlastenabfrage bei der zuständigen Behörde für die ausgewählte(n) Fläche/Flurstücke

Standorte, die mit Schadstoffen belastet sind, können nur dann für die Errichtung von EWS zugelassen werden, wenn keine Ausbreitung oder Veränderung vorhandener Untergrund- und Grundwasserkontaminationen zu befürchten ist und die EWS nicht durch die Schadstoffe geschädigt wird.

4. Überprüfung, welche Inhalte und Darstellungen der kommunale Wärmeplan für das ausgewählte Quartier enthält

In kommunalen Wärmeplänen wird unter anderem nach § 18 WPG dargestellt, welche Wärmeversorgungsarten sich für Teilgebiete der Kommune besonders eignen. Diese Darstellungen entfalten keine rechtliche Bindungswirkung, sollten aber bei der Quartiersauswahl, gegebenenfalls in Rücksprache mit der Kommune, berücksichtigt werden. Wärmeversorgungskonzepte mit EWS kommen vor allem innerhalb von Wärmenetzgebieten oder in Gebieten für dezentrale Wärmeversorgung in Betracht, während in Wasserstoffnetzgebieten eine potenzielle Konkurrenzsituation verschiedener (leitungsgebundener) Versorgungsarten entstehen kann.

5. Generelle Eignung von EWS durch Standortabfrage-Tools oder alternativ durch kartografische Potenzialdarstellungen in kommunalen Wärmeplänen prüfen

Durch eine Standortabfrage wird die Eignung des gewählten Standorts für EWS bewertet. Eine Übersicht der vorhandenen Abfragetools ist in Tabelle 1 aufgeführt. Alternativ kann die Eignung der jeweiligen Fläche für EWS den kartografischen EWS-Potenzialdarstellungen in kommunalen Wärmeplänen entnommen werden.

II. Wie sind die Startgrundlagen zu bewerten?

Die ermittelten Startgrundlagen lassen sich mit Hilfe eines Ampelsystems wie folgt untergliedern und bewerten:

Startgrundlagen erfüllt

Die Weiterführung des EWS-Projekts wird empfohlen, wenn alle Prüfungspunkte positiv bewertet wurden.

Startgrundlagen bedingt erfüllt

Sollte eine Startgrundlage nur bedingt erfüllt

sein (z. B. ausgewählte Fläche liegt im WSG Zone III), so sollte bereits in dieser Projektphase ein Fachplaner hinzugezogen werden bzw. wird die Weiterführung des EWS-Projekts bis zur Klärung des betreffenden Ausschlusskriteriums unterbrochen.

Startgrundlagen nicht gegeben

Sollte ein Ausschlusskriterium (z. B. keine ausreichende Fläche vorhanden) bei der Prüfung der Startgrundlagen auftreten, so wird das EWS-Projekt bereits in dieser Phase abgebrochen.

Startgrundlagen erfüllt	Startgrundlagen bedingt erfüllt	Startgrundlagen nicht gegeben
<ul style="list-style-type: none"> • Freifläche zur Einrichtung der Baustelle vorhanden • Lage außerhalb WSG-Zone • Ergebnis Länderabfrage-Tool: keine Einschränkung für EWS • Ergebnis GeotIS -> „grün“ 	<ul style="list-style-type: none"> • Freifläche vorhanden, aber unklar, ob Größe für die Einrichtung der Baustelle ausreichend ist • Lage in WSG-Zone III, IIIa, IIIb • Ergebnis Länderabfrage-Tool: EWS mit Einschränkung umsetzbar • Ergebnis GeotIS -> „gelb“ & „rot“ 	<ul style="list-style-type: none"> • Freifläche zur Einrichtung der Baustelle nicht vorhanden • Lage in WSG-Zone I/II • Ergebnis Länderabfrage-Tool: EWS nicht umsetzbar
Weiterführung des EWS-Projekt	EWS-Projekt unterbrechen oder Fachplaner einbinden	Abbruch EWS-Projekt

Abbildung 8: Bewertung der Startgrundlagen für ein Wärmeversorgungskonzept mit EWS

III. Wie kommt man zu den notwendigen Startgrundlagen?

Über die zuständigen Landesämter der jeweiligen Bundesländer werden zahlreiche Informationen zur Verfügung gestellt, über die sich die Startgrundlagen in der Regel prüfen lassen. Hilfreich sind hier vor allem online zugängliche Geoportale, Energie-Atlanten und sonstige Informationssysteme der Länder sowie der entsprechende „Leitfaden zur Erdwärmenutzung“ des jeweiligen Bundeslandes [6]. Zusätzlich steht über das „Geothermische Informationssystem“ (GeotIS), das vom LIAG-Institut für Angewandte Geophysik betrieben wird, eine

bundeseinheitliche Ampelkarte zur Verfügung, die ergänzend zu den Informationen der Landesämter genutzt werden kann³. Hierbei sei darauf hingewiesen, dass ein negatives „rotes“ Ergebnis im GeotIS für den jeweiligen Standort nicht zwangsläufig ein Ausschluss von der Umsetzung von EWS bedeutet. In diesem Fall sollten die entsprechenden Informationen der Landesämter überprüft werden und im Zweifel eine Prüfung beim entsprechenden Landesamt oder die Einbindung eines Fachplaners bereits hier angestoßen werden.

Des Weiteren stehen (in Zukunft) die Ergebnisse der kommunalen Wärmeplanung zur Verfügung, die gegebenenfalls eine schnelle Orientierung in Bezug auf die Nutzungsmöglichkeit von EWS bieten.

3 Die bundeseinheitliche Ampelkarte wurde im Zuge des Forschungsprojektes „Wärmegut“ entwickelt.

Bundesland	Auskunftsportal	Ansprechpartner	Standortabfrage
Bundesweit	Geothermisches Informationssystem (GeotIS)	LIAG-Institut für Angewandte Geophysik	ja
Baden-Württemberg	Informationssystem oberflächennahe Geothermie Baden-Württemberg (ISONG)	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau	ja
Bayern	Energie-Atlas Bayern: Karte „Geothermie“ + „Standortcheck oberflächennahe Geothermie“	Bayerisches Landesamt für Umwelt	ja
Berlin	Geoportal Berlin	Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt – Abteilung Landesgeologie	ja, über GeotIS
Brandenburg	Geothermieportal – GeoPortal LBGR Brandenburg	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe	ja
Bremen	Geodaten des Geologischen Dienstes für Bremen: Geothermie	Geologischer Dienst für Bremen	ja
Hamburg	Geoportal Hamburg	Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft – Abteilung Wasserwirtschaft	ja, über GeotIS
Hessen	Geothermie Viewer innerhalb des Geologie Viewer Hessens	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie	ja, über GeotIS
Mecklenburg-Vorpommern	(1) GeoPortal.MV – Fachthemenkarte: „Erdwärmeauskunft“ (2) Kartenportal Umwelt Mecklenburg-Vorpommern (3) Energieatlas MV – Geothermie (4) Altlastenauskunft – Onlineservice	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie	ja, über GeotIS
Niedersachsen	NIBIS Kartenserver – Themenkarte „Geothermie“	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie	ja, über GeotIS
Nordrhein-Westfalen	Geothermieportal: Geothermie in NRW	Geologischer Dienst NRW	ja
Rheinland-Pfalz	Kartenviewer des Landesamtes für Geologie und Bergbau – Fachanwendung „oberflächennahe Geothermie“	Landesamt für Geologie und Bergbau	ja
Saarland	Nur über GeotIS	Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz	ja, über GeotIS
Sachsen	Geothermieatlas Sachsen	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	ja, über GeotIS
Sachsen-Anhalt	Anzeige- und Informationssystem für Bohrungen und Geothermie	Landesamt für Geologie und Bergwesen	ja
Schleswig-Holstein	Umweltportal Schleswig-Holstein	Landesamt für Umwelt	ja, über GeotIS
Thüringen	Thüringen Viewer	Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz	ja, über GeotIS

Table 1: Quellen für die Beschaffung von Daten zur Bewertung der Startgrundlagen von Wärmever-sorgungskonzepten mit EWS

04

Bedarfsermittlung

- Die Ermittlung der Wärmebedarfe und notwendigen Heizleistungen ist der Startpunkt für die Auslegung des Wärmeversorgungssystems.
- Im Bestand ist die Analyse von witterungsbereinigten Verbrauchsmessungen vergangener Jahre ein wichtiges Element.
- Die Auslegung der EWS(-Felder) erfordert Wärmelastzeitreihen z. B. in stündlicher Auflösung. Vereinfachte Bedarfstools unter Verwendung von standardisierten Klimadatensätzen ermöglichen unter Berücksichtigung der Verbrauchsdaten die Entwicklung geeigneter Jahreszeitreihen.

Die Energiebedarfsermittlung markiert den Startpunkt für die Entwicklung eines geeigneten Energieversorgungskonzepts. Die Energiebedarfsbestimmung erfolgt hierbei typischerweise mit dem Verfahren nach DIN V 18599; zur Abschätzung der maximalen Heizlast ist die DIN EN 12831 heranzuziehen. Für beide Verfahren ist die detaillierte Aufnahme der wichtigsten Gebäudedaten inklusive der Bauteilqualitäten notwendig. Gerade im Bestand können hier aber große Unsicherheiten durch fehlende Dokumentationen auftreten.

Dafür bietet sich in Bestandsquartieren aber in der Regel die Möglichkeit, historische Verbrauchswerte zu berücksichtigen, um die Unsicherheiten in der Bedarfsermittlung durch eine Anpassung an die Verbrauchswerte auszugleichen. Die DIN EN 12831 bietet hierzu ein Schätzverfahren der Heizlast aus Wärmemengenmessungen oder Verbrauchsdaten an, das abhängig von der Art der Messwerte ein unterschiedliches Vorgehen ansetzt:

- Bei zeitlich aufgelösten Messwerten wird eine Ausgleichsfunktion der Erzeugerwerte über die Außentemperatur ermittelt, über die die Bestimmung einer maximalen Heiz-

last möglich ist.

- Liegen lediglich Jahresenergiemengen vor, erfolgt die Bestimmung der Heizlast mit Hilfe der Vollbenutzungsstunden bzw. der zugrundeliegenden Gradtagszahlen.

Ziel der Bedarfsermittlung ist eine zuverlässigere Systemdimensionierung sowie die Bestimmung der zukünftigen Endenergieverbräuche und damit Einsparungsmöglichkeiten durch z. B. ein Wärmeversorgungskonzept mit EWS. Um auch die geothermische Quelle zuverlässig auszulegen, sind neben der maximalen Leistung dynamische Lastgänge der zu versorgenden Gebäude notwendig. Die zuverlässigste Methode stellen dabei dynamische Gebäudesimulationen dar, deren Aufwand zur Modellerstellung und Validierung aber sehr hoch ist. Im Rahmen einer Vor- bzw. Potenzialstudie sollten daher vereinfachte Methoden Verwendung finden, die z. B. über lineare Regressionen der Verbrauchswerte über eine Außentemperaturzeitreihe (z. B. auf Basis der frei verfügbaren Klimadaten des DWD [8]) stundenaufgelöste Bedarfswerte erzeugen. Das gesamte Vorgehen inklusive Klimabereinigung ist in folgender Abbildung 9 dargestellt.

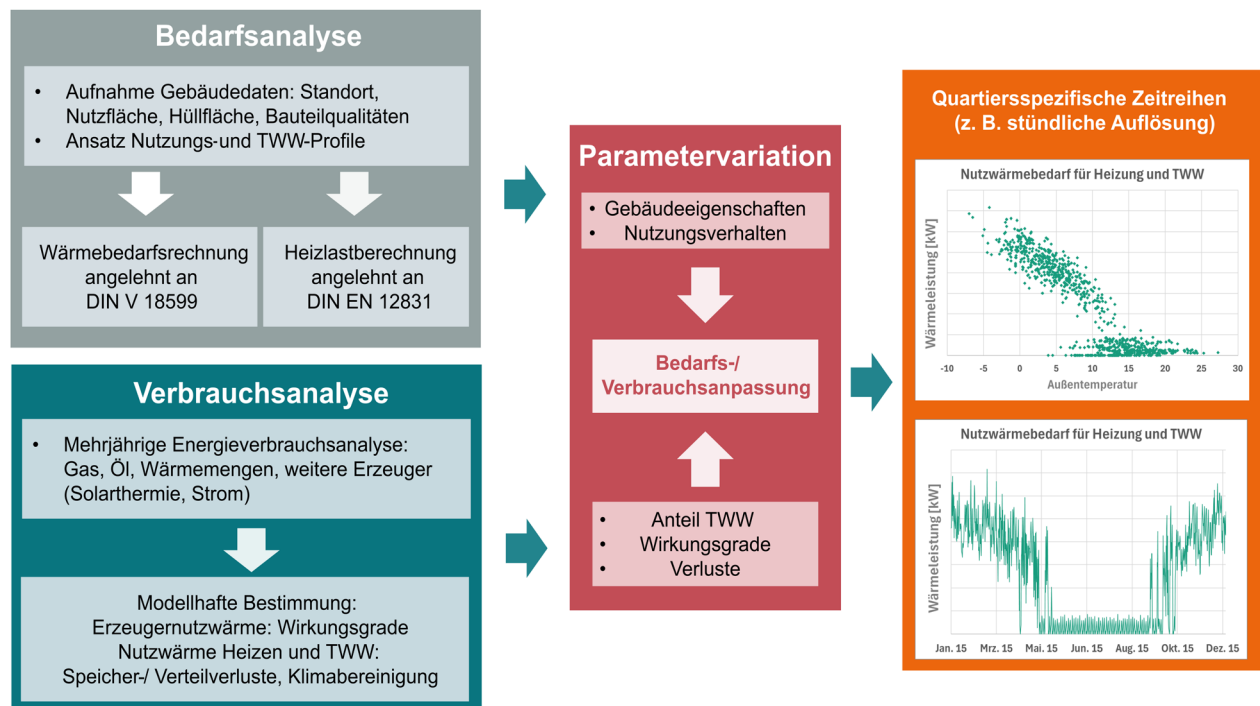


Abbildung 9: Schema für die Ermittlung der Wärmebedarfe für ein Quartier

Bei der Anpassung von Bedarfswerten auf Verbrauchswerte und der Nutzung dieser angepassten Werte für Anlagenauslegungen und Wirtschaftlichkeitsanalysen muss grundsätzlich immer die Möglichkeit der Nutzungsänderung durch z. B. Mieterwechsel, Änderung der Personenanzahl oder Verhaltensänderung von Nutzern mitgedacht werden. Nutzungsänderungen können sich dabei sowohl auf den Energiebedarf zur Trinkwarmwassererwärmung als auch auf den Heizwärmebedarf auswirken. Die Trinkwarmwassermenge ist dabei vom Nutzerbedarf sowie von der Anzahl der Nutzer abhängig. Wichtige Aspekte hinsichtlich des Heizwärmebedarfs sind beispielsweise Raumtemperaturen inklusive Nachtabenkungen, Teilbeheizungen von Wohnungen sowie die sich einstellenden Luftwechsel. All diese Effekte können neben einer tageszeitlichen Abhängigkeit auch eine Außentemperaturabhängigkeit aufweisen, die in der klassischen Heizlastberechnung keine Anwendung findet. Die Ausprägung der Heizlastkurve kann dabei zwischen einer rein linearen Funktion in Abhängigkeit der Außentemperatur hin zu einer S-Kurven-artigen Funktion variieren.

Welche der Aspekte jeweils bei der Erstellung der Zeitreihen berücksichtigt werden, müsste im Idealfall zwischen dem Planer und den Gebäudeeigentümern abgestimmt werden. Konservative Ansätze führen dabei eher zu einer Überdimensionierung und damit hohen Kosten der Systeme sowie vermehrtem Teillastverhalten. Wird dagegen ein zu energiesparendes Verhalten zugrunde gelegt, kann dies zu einer möglichen Unterversorgung der Gebäude an kalten Tagen führen.



05

Umsetzungspotenzial

- Die konkrete Dimensionierung der Wärmequelle (z. B. EWS-Feld) sollte unter Einbindung eines Fachplaners entstehen und stufig nach den Leistungsphasen der HOAI beauftragt werden.
- Für die Errichtung der Wärmequelle sind entsprechende Freiflächen notwendig, die frei von Kampfmitteln und Altlasten sein müssen. Gegebenenfalls müssen Flächen für eine Heizzentrale und für eine eventuell geplante Regenerationsquelle eingeplant werden.
- Die notwendigen Flächen können grundsätzlich auch genutzt werden, wenn sie sich nicht im Eigentum des Anlagenerrichters befinden, z. B. öffentliche Flächen.
- Rechtliche Restriktionen, die der Nutzung der betrachteten Flächen für EWS-Felder potenziell entgegenstehen, müssen beachtet werden. Dabei sind vor allem bauplanungsrechtliche Nutzungsvorgaben und Beschränkungen aufgrund von Gewässerschutzregelungen von Relevanz.

Wie in der Einleitung erwähnt, berühren die sachgerechte Dimensionierung und die verlässliche Ermittlung des Umsetzungspotenzials einer Wärmepumpenanlage mit EWS verschiedenste Aspekte:

- Geologische, hydrogeologische und geophysikalische Standortparameter.
- Rechtliche Rahmenbedingungen.
- Eigenschaften des zu versorgenden Objektes, Wärme- und Kältebedarfe, zeitlich aufgelöste Lastgänge, räumliche Situation.
- Technischer Ausbau der Wärmequellenanlage.

Die konkrete Dimensionierung der Wärmequelle (hier eines EWS-Feldes) wird in der Regel nur unter Einbindung eines externen Fachplaners sachgerecht möglich sein. Eine vereinfachte Abschätzung anhand von Näherungswerten oder Faustformeln ist, insbesondere bei Anlagen größerer thermischer Leistung, nicht sinnvoll ohne fachliche Unterstützung möglich.

Die Ausschreibung/Beauftragung eines Fachplaners sollte sich nach dem vom AHO⁴-Arbeitskreis „Oberflächennahe Geothermie“ erstellten **AHO - Heft 26 - Planungsleistungen im Bereich der Oberflächennahen Geothermie, 2011** richten. Das Heft 26 beinhaltet folgende Leistungsphasen:

1. Grundlagenermittlung/Machbarkeit prüfen
2. Vorplanung (Projekt- und Planungsvorbereitung)
3. Entwurfsplanung (System- und Integrationsplanung)
4. Genehmigungsplan
5. Ausführungsplanung
6. Vorbereitung/Mitwirkung bei der Vergabe
7. Örtliche Bauüberwachung
8. gegebenenfalls Bauoberleitung
9. Objektbetreuung und Dokumentation
10. gegebenenfalls Monitoring

Eine kurze Beschreibung der einzelnen Leistungen findet sich in der Broschüre **„Wärmeversorgung mit Oberflächennaher Geothermie Schritt für Schritt von der Idee bis zum Betrieb“** des Bundesverbandes Geothermie, detaillierte Beschreibung und der jeweilige Leistungsumfang sind zudem dem AHO - Heft 26

inklusive einer Honorartabelle zu entnehmen. Die Beauftragung des Fachplaners sollte sinnvollerweise stufig erfolgen. So können z. B. anfangs nur die Leistungen 1 „Grundlagenermittlung/Machbarkeit prüfen“ und 2 „Vorplanung (Projekt- und Planungsvorbereitung)“ beauftragt werden, um auf deren Basis eine grundsätzliche Entscheidung über das weitere Vorgehen zu treffen.

Zentrale Aufgabe des Fachplaners ist es, die notwendige geothermische Wärmequelle, unter Einbeziehung aller oben genannten Parameter, so zu dimensionieren, dass sie einerseits langfristig leistungsfähig ist und andererseits kostenoptimiert (Anzahl der notwendigen Bohrmeter) errichtet wird. Dies beinhaltet auch die Planung und Begleitung des Geothermal (bzw. Thermal) Response Test (GRT/TRT), um die notwendigen Untergrundparameter für die Vordimensionierung zu ermitteln.

Um die Einbindung eines Fachplaners im Vorfeld unterstützend vorzubereiten, können folgende Punkte geprüft werden und bereits die damit einhergehenden Daten zusammengestellt werden.

I. Worauf ist bei der Potenzialflächenermittlung zu achten?

Für die Errichtung der Wärmequelle (hier EWS-Feld) sind entsprechende Freiflächen notwendig, die frei von Kampfmitteln und Altlasten sein müssen. Außerdem müssen gegebenenfalls Flächen für eine Heizzentrale und für eine eventuell geplante Regenerationsquelle eingeplant werden.

1. Freiflächenermittlung

Die Freiflächen zeichnen sich im günstigen Fall durch folgende Eigenschaften aus:

- Sie liegen in (unmittelbarer) räumlicher Nähe zu dem/n zu versorgenden Objekt(en). Große Distanzen bedeuten zusätzliche Leitungswege und damit zusätzliche Kosten.
- Sie befinden sich im optimalen Fall im Eigentum des Anlagenerrichters/-betreibers. Alternativ müssen der Zugriff und die Nutzung vertraglich geregelt werden.
- Sie sind zugänglich, nicht bebaut und wei-

sen keine starken Neigungswinkel auf. Typischerweise sind Neigungswinkel bis 5 % problemlos. Bei stärkeren Neigungen muss der Einzelfall betrachtet und gegebenenfalls ein Mehraufwand kalkuliert werden.

- Sie weisen keine hohe und flächendeckende Bepflanzung durch Bäume auf.
- Sie unterliegen keinen rechtlichen Einschränkungen.
- Sie sind nicht zu kleinteilig/aufgesplittert. Das EWS-Feld für ein Wärmenetz muss über einen (oder mehrere) Verteiler zusammengeführt werden. Sind die nutzbaren Flächen zu kleinteilig und weiträumig verteilt, steigt der (finanzielle) Aufwand überproportional.
- Sie haben wenig Restriktionen durch Leitungswege im Untergrund. Mögliche Leitungen sind Wasser/Abwasser, Telekommunikation, Stromnetz, Gasnetz. Gegebenenfalls kann eine Abfrage bereits im Vorfeld bei den entsprechenden Netzbetreibern erfolgen.

2. Kampfmittelfreiheit

Für die Bohrarbeiten muss sichergestellt sein, dass die Kampfmittelfreiheit vorliegt. Hier kann entweder auf historische Daten aus der Errichtung der Gebäude zurückgegriffen oder alternativ muss die Kampfmittelfreiheit überprüft werden. Gegebenenfalls kann bereits im Vorfeld Kontakt zur Behörde aufgenommen werden, um die Situation vor Ort beurteilen zu können. Sind weitere Maßnahmen erforderlich – eine Auswertung von Luftbildern, im Zweifel Sondierungen vor Ort, ist es nicht zielführend, diese bereits zu beauftragen. Dies wird durch den Fachplaner im Prozessablauf vorgenommen.

3. Altlasten

Altlasten können die Umsetzung einer Geothermieanlage erschweren oder gänzlich verhindern. Flurstücke, die mit Schadstoffen belastet sind, können nur dann für die Errichtung von EWS zugelassen werden, wenn keine Ausbreitung oder Veränderung vorhandener Untergrund- und Grundwasserkontaminationen zu befürchten ist und die EWS nicht durch die Schadstoffe geschädigt wird.

Inwieweit Altlasten auf der konkreten Fläche problematisch sein können, lässt sich nicht pauschal beantworten. Im konkreten Einzelfall hängt dies mit

- der Art der Altlast,
- der Konzentration der Altlast
- und der geologischen und hydrogeologischen Situation

zusammen.

Im Vorfeld können Anlagenerrichter Informationen über eine potenzielle Altlastenbelastung der Fläche oder einen Altlastenverdacht der Fläche einholen. Oftmals sind auf Gemeinde- oder Kreisebene entsprechende Kataster zugänglich, die einen ersten Überblick ermöglichen. Eine detaillierte standortbezogene Auskunft ist in der Regel kostenpflichtig.

4. Heizzentrale

Bei der Errichtung eines warmen Netzes ist eine Heizzentrale mit zentraler Wärmepumpe – gegebenenfalls mit einem zusätzlichen Spitzenlasterzeuger – notwendig. Für die Heizzentrale ist eine entsprechende Fläche notwendig. In Frage kommen hierbei zwei Varianten:

- Errichtung einer neuen Heizzentrale: Für die Umsetzung muss eine geeignete Fläche verfügbar/nutzbar sein.
- (Um-)Nutzung einer bestehenden Fläche in Bestandsgebäuden: Es muss Zugriff auf eine entsprechende (Keller-)Fläche in den Bestandsgebäuden bestehen.

Für beide Varianten ist zu beachten, dass die entsprechenden Flächen ausreichend groß sind, eine dauerhafte Zugänglichkeit gewährleistet ist, einen sinnvollen Standort innerhalb des geplanten Netzes haben (→hydraulische Anbindung), sich in räumlicher Nähe zu der Wärmequelle befinden (→ hydraulische Anbindung) und die elektrische Anschlussleistung für die Wärmepumpe gewährleistet ist.

5. Regenerationsquelle

Insbesondere bei größeren Wärmequellen (hier EWS-Felder) ist die künstliche Regeneration des Untergrunds sinnvoll, um die Wirtschaftlichkeit des Systems zu erhöhen. Die notwendigen Solarthermiekollektoren/PVT-Kollektoren für die Regeneration werden typischerweise auf vorhandenen Dachflächen installiert. Um das Potenzial der Einbindung einer solarthermischen Regeneration bestimmen zu können, ist im Vorfeld zu erheben

- Größe und Ausrichtung der Dachflächen.
- Statische Nutzbarkeit der Dachflächen.
- Alter und Zustand der vorhandenen Dach-eindeckung.

- Eigentumsverhältnisse der Dachflächen.

Während bei einem kalten Netz die Wärmeenergie der Solarthermie an jeder Stelle des Netzes eingebunden werden kann – gegebenenfalls unter Beachtung der hydraulischen Dimensionierung des Netzes –, muss in einem warmen Netz die Regenerationswärme direkt an die Wärmequelle angebunden werden. Hier kann in Abhängigkeit der räumlichen Verteilung der nutzbaren Dachflächen zusätzlicher Aufwand für die leitungsgebundene Anbindung entstehen.

Neben solarthermischen Regenerationsquellen gibt es weitere Möglichkeiten, die Wärmequelle EWS zu regenerieren:

- Regeneration durch (passive) Kühlung.
- Regeneration durch Rückkühler.
- Regeneration durch vorhandene Niedertemperaturwärmequellen (Abwasser, Oberflächengewässer, Abwärme etc.).

Die Spezifika und das Potenzial zur Einbindung hängen unmittelbar von der vorhandenen Wärmequelle – Lage/Erschließbarkeit/Eigentum – ab.

6. Zugriff auf Flächen Dritter

Idealerweise stehen dem Vorhabenträger vor Ort eigene Flächen für das erforderliche EWS-Feld zur Verfügung. Ist dies nicht der Fall, so können grundsätzlich auch fremde öffentliche oder private Flächen genutzt werden. Entscheidend ist dabei vor allem die Frage, wer Eigentümer der Flächen ist, wie weit diese von dem zu versorgenden Quartier entfernt sind, welcher Nutzung diese aktuell unterliegen und ob eine Bereitschaft zu einer entsprechenden Nutzungsüberlassung besteht.

Am einfachsten nutzbar gemacht werden können in der Regel öffentliche Flächen. Besonders geeignet erscheinen Frei- und Grünflächen, wie Parkanlagen, Spielplätze oder Sportplätze. Prinzipiell auch denkbar sind weitere öffentliche Flächen, wie Schulhöfe oder Verkehrsflächen, Parkplätze und Straßen. Sie werden in ihrer Funktion und Nutzbarkeit durch die EWS nach der Errichtung nicht eingeschränkt. Gleichzeitig hat die öffentliche Hand Erfahrung damit, die Nutzung ihrer Flächen durch Dritte über Gestattungsverträge zu regeln.

- Bei der Nutzung dieser Flächen sind folgende Punkte zu beachten:
- Kosten für die Wiederherstellung: Die

Wiederherstellung einer einfachen Rasenfläche ist deutlich kostengünstiger als die großräumige Wiederherstellung einer Asphaltdecke.

- Vertragliche Gestaltung der Nutzung: Festlegung von Laufzeiten und Verlängerungen; Regelungen über die Zugänglichkeit für Wartungszwecke und über das Vorgehen eines eventuellen Rückbaus (siehe näher dazu unten).
- Größe und Dauer des Eingriffs: Während kleine EWS-Felder in kurzer Zeit errichtet werden können und somit die Auswirkungen des Eingriffs minimiert sind, kann die Errichtung eines großen EWS-Feldes auch Monate dauern. Dies steht dann in direkter Konkurrenz zu der eigentlichen Nutzung und muss mit dem öffentlichen Eigentümer abgestimmt und verhandelt werden.

Während diese Möglichkeiten zwar technisch und rechtlich möglich sind, gibt es jedoch bisher nur wenig Praxiserfahrung dazu, insbesondere bei der Nutzung bereits gewidmeter Flächen im Bestand. Es gibt auch keine ausdrücklichen Regelungen, die die öffentliche Hand verpflichten, ihre Flächen für Wärmeversorgungsvorhaben mit EWS zur Verfügung zu stellen. In dicht bebauten Ortsteilen kann im besonderen Einzelfall zwar gegebenenfalls eine marktbeherrschende Stellung der Gemeinde in Bezug auf die Zurverfügungstellung geeigneter Flächen vorliegen, woraus sich im Einzelfall ein Anspruch auf Nutzungsüberlassung aus dem Kartellrecht (§ 19 Abs. 2 Nr. 1 Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen – GWB) ergeben kann. In der Regel sind die Flächenzugriffschancen allerdings von der Kooperationsbereitschaft der Gemeinde im Einzelfall abhängig.

Neben öffentlichen Flächen können, die Bereitschaft des jeweiligen Eigentümers vorausgesetzt, auch Flächen privater Dritter genutzt werden. Die Bandbreite an Potenzialflächen reicht von Äckern und Weideland, privaten Gärten, Lager und Logistikflächen bis hin zu (größeren) Parkplätzen.

Für den Zugriff auf öffentliche oder private Flächen Dritter für EWS oder ein dazugehöriges Wärmenetz kommen verschiedene Vertragsarten in Betracht, die unterschiedliche Vor- und Nachteile mit sich bringen. Für die Wärmeleitungen kommen insbesondere beschränkt persönliche Dienstbarkeiten zum Einsatz wohingegen sich für EWS insbesondere Mietverträge in Verbindung mit dinglichen Sicherungen eignen.

Als weitere Option kommt für die Nutzungsüberlassung für EWS auch das Erbbaurecht in Frage, das zwar etwas aufwendiger zu vereinbaren ist, jedoch hinsichtlich der Vertragslaufzeit deutlich größere Spielräume ermöglicht. Die Ausgestaltung von Nutzungsverträgen für die Errichtung und den Betrieb von EWS sowie eines dazugehörigen Wärmenetzes erfordert neben der Wahl eines geeigneten Vertragstyps auch die Vereinbarung bestimmter vertraglicher Klauseln, die unabhängig vom konkreten Vertragstyp regelmäßig relevant sind. Dazu gehören insbesondere folgende Regelungsgebiete:

Rückbauverpflichtung

Es sollte geregelt werden, wie bzw. inwieweit nach Beendigung des Nutzungsverhältnisses der Rückbau der eingebrachten Anlagen zu erfolgen hat.

Haftung

Abweichend von dem gesetzlichen Haftungsmaßstab, nach dem jede Vertragspartei grundsätzlich für Vorsatz und jegliche Form von Fahrlässigkeit haftet, kann und sollte eine Haftungsbeschränkung vertraglich vereinbart werden. Eine Haftungsbeschränkung kann sich hierbei auf bestimmte Verschuldensgrade, bestimmte Arten von Schäden oder auch auf bestimmte Höchstbeträge beziehen.

Sicherung der Finanzierung

Projekte zur Quartiersversorgung mit EWS sind kapitalintensive Vorhaben, die oftmals nur mit Projektfinanzierungen möglich sind. Finanzierende Banken verlangen in solchen Fällen in der Regel, dass die zugrundeliegenden Nutzungsverträge besondere Sicherungsmechanismen enthalten. Dies können typischerweise vertragliche Eintrittsrechte sowie Zustimmungsvorbehalte des Finanzierers sein.

II. Welche öffentlich-rechtlichen Einschränkungen können sich in Bezug auf die Flächennutzbarkeit ergeben?

Bei der (Flächen-)Potenzialermittlung müssen auch rechtliche Restriktionen, die der Nutzung der betrachteten Flächen für EWS-Felder potentiell entgegenstehen können, beachtet werden. Dabei sind vor allem bauplanungsrechtliche Nutzungsvorgaben und Beschränkungen aufgrund von Gewässerschutzregelungen von

Relevanz. Im Einzelfall können sich weitere rechtliche Restriktionen z. B. aus natur- und denkmalschutzrechtlichen Vorgaben ergeben.

1. Bauplanungsrechtliche Restriktionen

Als bauliche Anlagen müssen EWS auf der jeweiligen Fläche bauplanungsrechtlich zulässig sein. Für ihre Beurteilung sind unterschiedliche Zulässigkeitstatbestände zu unterscheiden. Die Zulässigkeit richtet sich nach § 30 Baugesetzbuch (BauGB), wenn die potenzielle Fläche im sogenannten überplanten Innenbereich, d. h. im Geltungsbereich eines qualifizierten Bebauungsplans mit Festsetzungen für die Flächennutzung, liegt. Sie richtet sich nach § 34 BauGB, wenn sie im unbeplanten Innenbereich liegt, also auf Flächen für die kein qualifizierter Bebauungsplan vorliegt und die innerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile liegen. Im Übrigen findet eine Beurteilung anhand von § 35 BauGB statt, der für den planerischen Außenbereich gilt.

Liegen die potenziellen Flächen im Innenbereich nach § 30 BauGB, können sich für EWS-Felder Restriktionen ergeben, wenn die EWS-Felder dem Zweck der jeweils festgesetzten Baugebiete nach § 1 Abs. 3 i. V. m. §§ 2 bis 13 Baunutzungsverordnung (BauNVO) oder den Festsetzungen nach § 9 BauGB, wie z. B. Flächen für Gemeinbedarf sowie Sport- und Spielanlagen (§ 9 Abs. 1 Nr. 5 BauGB), widersprechen. Liegen EWS-Felder dagegen im unbeplanten Innenbereich nach § 34 BauGB, sind diese in der Regel zulässig. Im Außenbereich wurde die Zulässigkeit von EWS-Feldern mit der Änderung des Baugesetzbuches Anfang 2026 erleichtert. Nunmehr sind Geothermievorhaben gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB im Außenbereich ausdrücklich privilegiert zulässig.

Sofern EWS-Felder auf bestimmten Flächen nach den geltenden planungsrechtlichen Vorgaben nicht zulässig sind, kann die planungsrechtliche Zulässigkeit allerdings grundsätzlich durch die Aufstellung bzw. die Änderung eines Bebauungsplans durch die Gemeinde hergestellt werden. Da das Bebauungsplanverfahren jedoch zeit- und kostenaufwendig ist, kann dies allerdings zu einer erheblichen zeitlichen Verzögerung des jeweiligen Vorhabens führen.

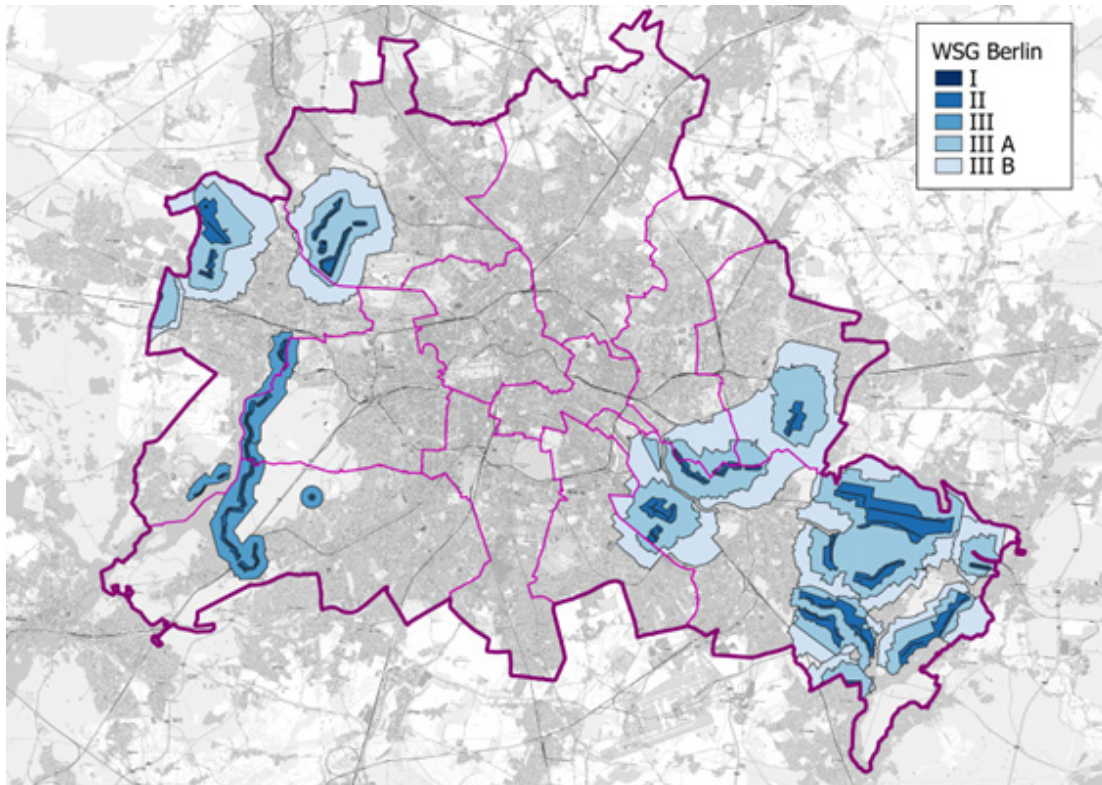


Abbildung 10: Beispielhafte Darstellung für Wasserschutzgebiete in Berlin

2. Gewässerschutzrechtliche Restriktionen

Die Nutzbarkeit potenzieller Flächen kann insbesondere durch gewässerschutzrechtliche Vorgaben eingeschränkt sein. So ist die Errichtung und der Betrieb von EWS in ausgewiesenen Wasserschutz- und Heilquellenschutzgebieten durch entsprechende Regelungen in den jeweiligen Schutzgebietsverordnungen oder gemäß behördlicher Anordnung (§ 52 Abs. 1 WHG) in den Schutzzonen I bis III (Fassungsbereich, engere Schutzzone und weitere Schutzzone) verboten. Grundsätzlich sind in sämtlichen Schutzzonen Ausnahmen möglich. Allerdings zeigt sich in der Vollzugspraxis, dass EWS im Wege einer Befreiung gemäß § 52 Abs. 1 Satz 2 WHG in der Regel nur in der weiteren Schutzzone IIIa und IIIb ausnahmsweise zugelassen werden können, wenn eine Einzelfallprüfung der Wasserbehörde ergibt, dass durch die EWS der Schutzzweck der Wasserschutzgebietsverordnung nicht gefährdet wird oder überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit dies erfordern.

Auch außerhalb von Wasserschutzgebieten können sich im Einzugsgebiet von öffentlichen

Trinkwassergewinnungsanlagen Beschränkungen für EWS ergeben. Dies kann vor allem in Trinkwassereinzugsgebieten der Fall sein, die auf Grundlage der Trinkwassereinzugsgebieteverordnung (TrinkwEGV) ausgewiesen wurden. Schließlich können sich auf Flächen mit ungünstigen hydrogeologischen Bedingungen oder auf mit Altlasten belasteten Flächen sowie auf Flächen in Überschwemmungsgebieten Beschränkungen in Bezug auf die Errichtung und den Betrieb von EWS ergeben.

3. Weitere flächenbezogene Restriktionen

Je nach konkret ins Auge gefasster Fläche, kann die Nutzbarkeit dieser Fläche in bestimmten Fällen auch durch weitere öffentlich-rechtliche Vorgaben beschränkt sein. Beschränkungen können sich bei entsprechender Lage der Flächen beispielsweise aus dem Naturschutzrecht, d. h. konkret aus dem Flächennaturschutz (Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Natura 2000 Gebiete etc.) oder dem Schutz bestimmter Landschaftsbestandteile oder Biotop, ergeben (§§ 20 ff. Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG). Aufgrund des für Naturschutzgebiete und Biotope geltenden Umgebungsschutzes

sind bei der Flächenauswahl für EWS-Anlagen auch mögliche Restriktionen auf angrenzenden Flächen zu berücksichtigen.

Darüber hinaus kann die Nutzung von Flächen für die Errichtung von Geothermieanlagen auch durch das Denkmalschutzrecht eingeschränkt sein. Restriktionen können sich insoweit aus den Landesdenkmalschutzgesetzen ergeben, sofern sich auf den Flächen oder in der engeren Umgebung der Flächen etwa Bodendenkmäler befinden oder die Fläche als sogenanntes Grabungsschutzgebiet ausgewiesen ist. Ferner kann die Errichtung von Geothermieanlagen auch auf Flächen, die einem öffentlichen Zweck gewidmet sind, wie z. B. Grünflächen, Spielplätze, Schulhöfe oder Parkplätze, durch die jeweils geltende kommunale Satzung, wie z. B. eine Grünflächensatzung, beschränkt sein. Weiterhin kann die Nutzung von Flächen für die Errichtung von EWS dadurch eingeschränkt sein, dass die Fläche, auf der die EWS errichtet werden sollen, als geeigneter Standort für ein Endlager für radioaktive Stoffe identifiziert wurde. Dies ergibt sich aus dem Standortauswahlgesetz (StandAG). Nach diesem Gesetz müssen Gebiete, die als Standort für die Endlagerung in Betracht kommen, vor Veränderungen geschützt werden, die ihre Eignung als Endlagerstandort beeinträchtigen können (§ 21 Abs. 1 Satz 1 StandAG). Jedenfalls müssen Bohrungen, die mehr als 100 m in die Tiefe gehen, sofern diese in einem zu sichernden Gebiet liegen, gemäß § 21 Abs. 4 StandAG von der zuständigen Bergbehörde beim Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) angezeigt werden.

Für die Nutzung des Untergrunds von Straßen und Wegen sehen die Straßengesetze des Bundes und der Länder keine Bauverbote vor. Dennoch werden die Verfügungsberechtigten vor dem Abschluss notwendiger Gestattungsverträge für die Nutzung des Untergrundes von Straßen und Wegen prüfen, ob der Errichtung und dem Betrieb von EWS überwiegende öffentliche Interessen entgegenstehen und ob die Unterbringung der Anlagen im Straßengrund aus tatsächlichen Gründen überhaupt möglich ist. Entlang der Straßen müssen gemäß der Straßen- und Wegegesetze des Bundes und der Länder allerdings grundsätzlich Anbauverbote

und/oder -beschränkungen für (auch unterirdische) bauliche Anlagen beachtet werden. Im Fall von Anbaubeschränkungen bedürfen Genehmigungen entsprechender baulicher Anlagen der Zustimmung der zuständigen Straßenbaubehörde, die allerdings nur aus bestimmten Gründen versagt oder mit Auflagen verbunden werden dürfen. Auch von Anbauverböten können teils Ausnahmen zugelassen werden⁵.

5 Siehe etwa Art. 23 Abs. 2 BayStrWG.



Wasser-
Schutzgebiet

06

Wärmeversorgungskonzepte

- Grundsätzlich können urbane Bestandsquartiere mit verschiedenen technischen Lösungen und verschiedenen Wärmeerzeugungsanlagen nachhaltig mit Wärme versorgt werden.
- Es bestehen Optionen, die Verbraucher dezentral oder netzgebunden zu versorgen.
- Es ist notwendig, die Wärmeversorgungskonzepte voneinander abzugrenzen und zu definieren, um einen systematischen Vergleich durchführen zu können.
- Alle Versorgungsvarianten haben verschiedene standortbezogene, technische und rechtliche Vor- und Nachteile.

Für die Versorgung eines Quartiers kommen grundsätzlich verschiedenste Optionen in Betracht, die alle unterschiedliche Vor- oder Nachteile haben. Im Regelfall ist eine Betrachtung aller Optionen nicht leistbar (→ zu aufwendig), so dass eine Auswahl der zu betrachtenden Konzepte im Vorfeld erfolgen muss.

I. Welche wesentlichen Versorgungskonzepte kommen in Betracht?

Der Leitfaden betrachtet dabei die folgenden drei Versorgungskonzepte:

- Dezentrale Einzelversorgung der Gebäude – die Wärmequelle wird dezentral an jedem

Gebäude erschlossen; jedes Gebäude hat eine individuelle Wärmepumpe.

- Gemeinsame Versorgung über ein kaltes Nahwärmenetz – die Wärme der zentralen Wärmequelle (meist ein EWS-Feld) wird auf dem Temperaturniveau der Quelle über das Wärmenetz verteilt; jedes Gebäude hat eine individuelle Wärmepumpe zur Temperaturerhöhung.
- Gemeinsame Versorgung über ein warmes Nahwärmenetz – die Temperaturerhöhung erfolgt durch eine zentrale Wärmepumpe in räumlicher Nähe zur Wärmequelle. Die Netztemperaturen sind so zu wählen, dass alle angeschlossenen Verbraucher ausreichend versorgt werden können.

Versorgungskonzept 1: Generelle Versorgungsmöglichkeiten eines Quartiers mit dezentralen Wärmepumpen

Bei dieser Variante erfolgt die Wärmeversorgung dezentral über in den einzelnen Gebäuden installierte Sole-Wasser-Wärmepumpen, die geothermische Energie als Wärmequelle nutzen. Hierzu werden gebäudenah, oft auf dem jeweiligen Grundstück, EWS oder Erdkollektoren im Erdreich eingebracht (siehe Abbildung 11).

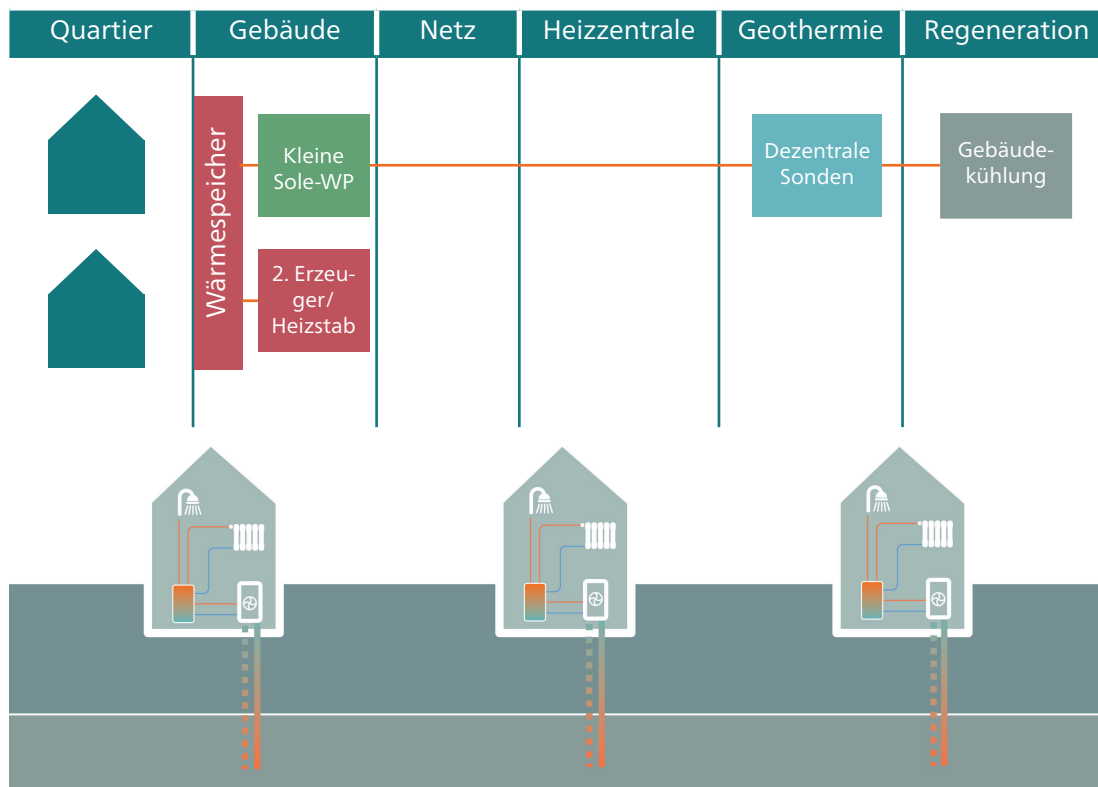


Abbildung 11: Variante 1: Dezentrale (Einzel-)Wärmeversorgung mit Sole-Wasser-Wärmepumpen und EWS

Versorgungskonzept 2: Gemeinsame Versorgung über ein kaltes Nahwärmenetz

Über ein kaltes Nahwärmenetz und dezentrale Wärmepumpen in den Gebäuden wird der Wärmebedarf des Quartiers nachhaltig und hocheffizient gedeckt. Erschlossen wird die im Untergrund gespeicherte Geothermie hierbei über mehrere hundert Meter tiefe EWS, die in zentralen Feldern angeordnet sind. Die zentrale Sondenanordnung ermöglicht es, Erdwärme zu nutzen, auch wenn keine direkt am Gebäude gelegenen Flächen für die Bohrungen zur Verfügung stehen. Außerdem kann hierbei die natürliche Regeneration des Erdreichs durch Nutzung solarthermischer Wärme unterstützt werden. Das Erdreich fungiert dabei als thermischer Speicher, was im Zeitverlauf höhere Entzugsleistungen sicherstellt. Zwar erhöhen solarthermische Kollektoren die Anfangsinvestitionen, doch bei richtiger Auslegung amortisieren sie sich durch reduzierte Betriebskosten langfristig. Ein beispielhaftes Quartierskonzept für eine gemeinsame Versorgung über ein kaltes Netz zeigt Abbildung 12.

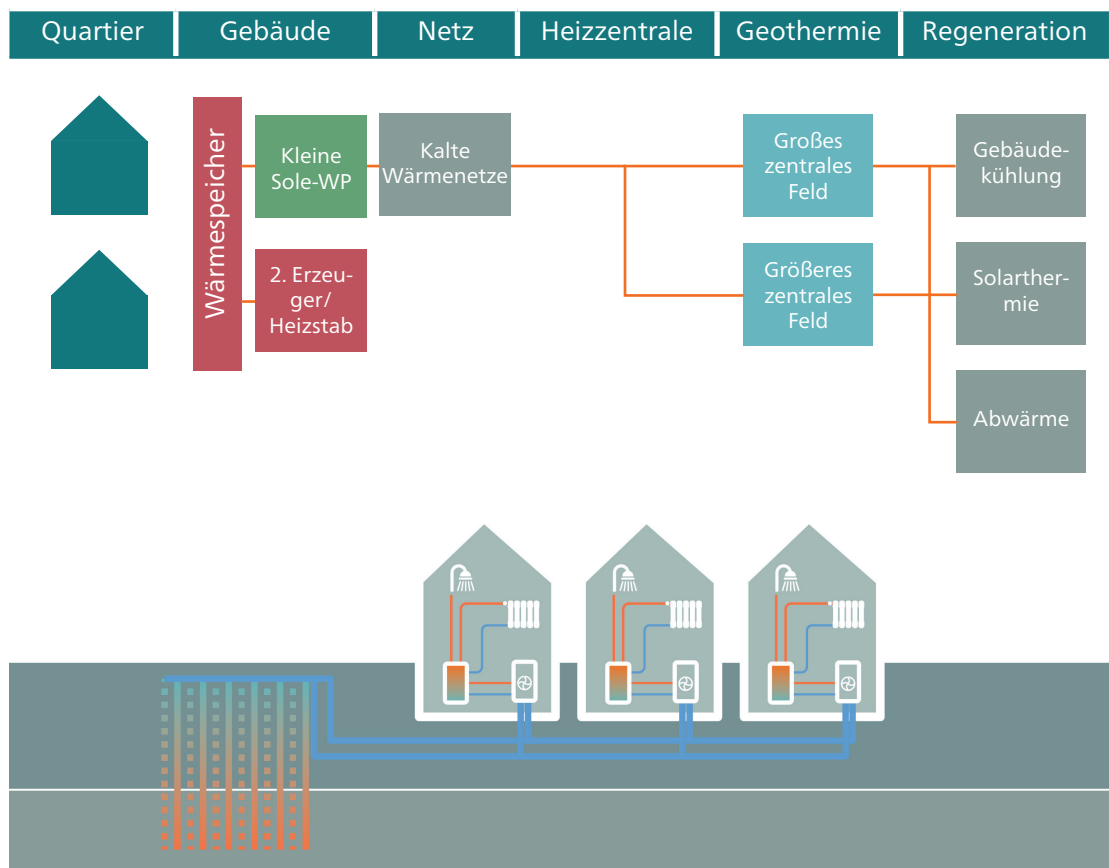


Abbildung 12: Variante 2: Kaltes Nahwärmenetz mit großen EWS-Feldern als Quellnetze im Wasser- oder Solebetrieb und dezentrale Wärmepumpen in den Gebäuden

Versorgungskonzept 3: Gemeinsame Versorgung über ein warmes Nahwärmenetz

Ein beispielhaftes Quartierskonzept für eine gemeinsame Versorgung über ein Niedertemperaturnetz zeigt Abbildung 13. Das Wärmeversorgungssystem nutzt eine zentrale Wärmepumpe mit Geothermie als Wärmequelle für die Versorgung eines Niedertemperaturwärmenetzes. Die Sonden werden an zentralen Flächen im Quartier installiert, wodurch auch Gebäude ohne nahegelegene, geeignete Flächen mit geothermischer Wärme versorgt werden können. Gegebenenfalls können zur Sicherstellung hoher Vorlauftemperaturen für die Trinkwarmwasserbereitung dezentrale elektrische Booster oder auch zusätzliche Wärmepumpen zum Einsatz kommen. Auch hierbei ist, wie bei der vorherigen Variante, eine solarthermische Unterstützung der Regeneration des Erdreichs möglich, was höhere Anfangsinvestitionen bedeutet, aber die Entzugsleistung der Sonden längerfristig erhöht.

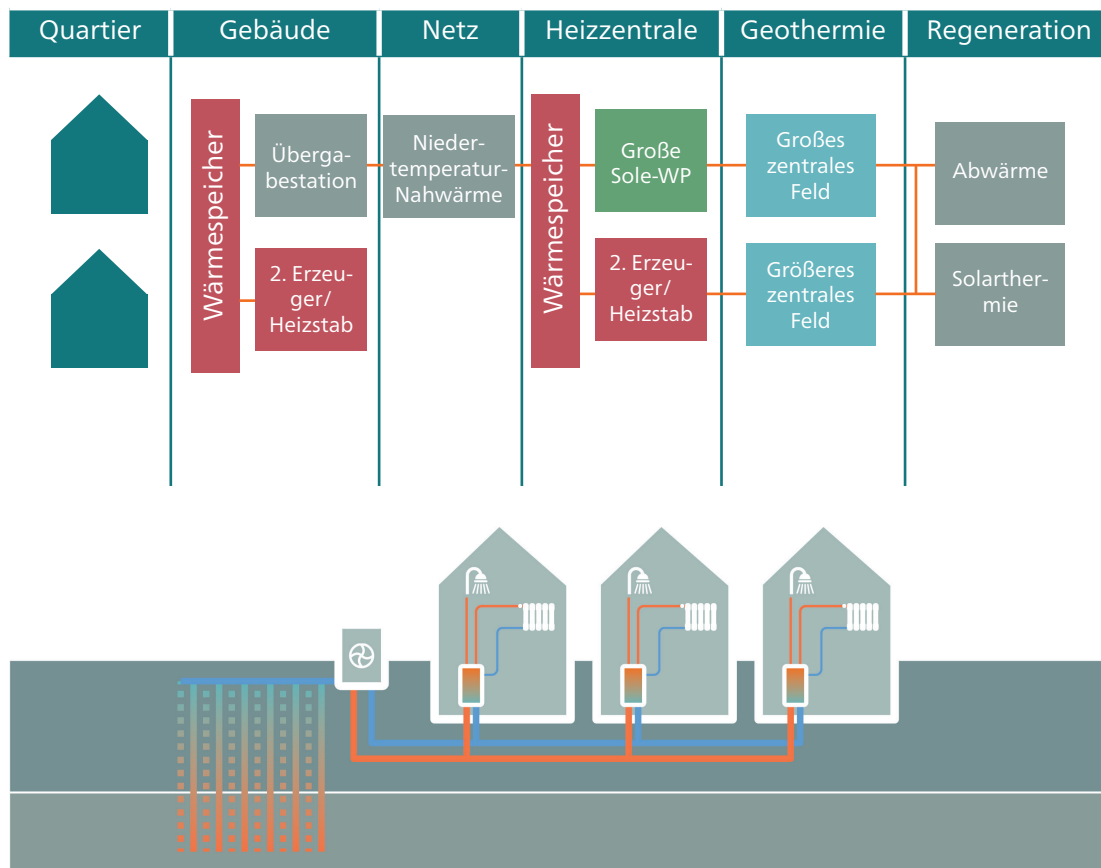


Abbildung 13: Variante 3: Niedertemperatur-Wärmenetze mit zentralen EWS-Feldern und zentraler Wärmepumpe

II. Welche Vor- und Nachteile weisen die unterschiedlichen Versorgungskonzepte auf?

Bei Wärmeversorgungskonzepten auf Basis der Geothermie als thermische Grundquelle sind mehrere Aspekte und Abhängigkeiten zu berücksichtigen.

Die Versorgungskonzepte unterscheiden sich anhand verschiedener Faktoren:

Solarthermische Regeneration der Wärmequelle

Sommerliches Einspeisen solarer Wärme zur Regeneration der EWS und damit zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit der EWS.

- Dezentrale Versorgung – technisch möglich, die Regenerationsfähigkeit einzelner Sonden ist nur geringumfänglich möglich.
- Kalte Nahwärme – Die Regenerationswärme kann direkt in dasselbe Netz eingespeist werden.
- Niedertemperaturnetz – Die Regenerationswärme muss zum EWS-Feld geleitet werden. Leitungswege können nicht unerheblich sein.

Spitzenlastdeckung

Spitzenlastdeckung durch zusätzliche Wärmeerzeuger, meist Biomasse oder Gaskessel – 65 %

EE-Lösung. Dies kann im Einzelfall eine wirtschaftlich sinnvolle Option sein, insbesondere wenn vorhandene Wärmeerzeuger – z. B. vorhandene Gaskessel in den einzelnen Gebäuden – weiter genutzt werden können.

Alle diese Variationen können nahezu beliebig weiter aufgesplittet werden. So sind z. B. folgende Variationen denkbar:

- Verschiedene prozentuale Anteile der Regeneration im Verhältnis zum Wärmeentzug.
- Alternative Regenerationsquellen gegenüber solarthermischen Kollektoren, z. B. Luftabsorber, Oberflächengewässer, Abwasser, Abwärme etc.
- Alternative Warmwasserbereitstellung, z. B. über dezentrale elektronische Durchlauf-erhitzer.
- Reduzierung der Temperaturen im warmen Wärmenetz und zusätzliche Nacherwärmung des Trinkwarmwassers.

Die zentralen systemischen Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme sind nachfolgend dargestellt. Hierzu wurde ergänzend zu den geothermischen Varianten die dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe als typisches Referenzszenario aufgeführt.

1. Dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe – Referenzszenario	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung in vielen Fällen möglich – geringe Flächenprobleme • Einfache Umsetzung/Installation • Keine Netzerrichtung notwendig • Geringe CAPEX (Capital Expenditures – Investitionsausgaben) 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringere Effizienz gegenüber Sole-Wasser-Wärmepumpen → dadurch höhere OPEX (Operating Expenditures – Betriebsausgaben) • Gegebenenfalls Lärmproblematik der Außeneinheit • Gegebenenfalls optische Beeinträchtigung durch die Außeneinheit • Kältefahne ist bei größeren Leistungen planerisch zu berücksichtigen (Vereisungsrisiko am Aufstellort) • Höhere elektrische Anschlussleistung notwendig – gegebenenfalls Kapazitätsproblem im Quartier • Keine BEW-Förderung möglich • Keine passive Kühlung möglich

Tabelle 2: Dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe – Referenzszenario

2. Dezentrale Erdwärmesonden und dezentrale Wärmepumpen	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> Keine Netzerrichtung notwendig Passive Kühlung optional möglich Einzelne Quellen/EWS sind leistungsfähiger je Bohrmeter als größere EWS-Felder (→ thermische Beeinflussung) Individuelle Wärmepumpen können individuell geregelt werden (z. B. unterschiedliche Vorlauftemperaturen) Umsetzung kann abschnittsweise erfolgen Geringe OPEX 	<ul style="list-style-type: none"> Keine BEW-Förderung möglich, stattdessen BEG-Förderung Viele Einzelmaßnahmen/viele Einzelbaustellen Quellenerschließung (EWS) muss je Gebäude umsetzbar sein

Tabella 3: Dezentrale Erdwärmesonden und dezentrale Wärmepumpen

3. Zentrales Erdwärmesondenfeld und dezentrale Wärmepumpen	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> Wärmegewinne innerhalb des Wärmenetzes generierbar Kalte Nahwärme ist günstiger zu errichten Wärmepumpe dient als Übergabestation Individuelle Wärmepumpen können individuell geregelt werden (z. B. unterschiedliche Vorlauftemperaturen) BEW-Förderung möglich Geringe OPEX Gleichzeitigkeit im Netz reduziert die notwendige Spitzenlast 	<ul style="list-style-type: none"> Relativ komplexe Planung der Wärmequellenanlage Individuelle Wärmepumpen müssen passgenau dimensioniert sein Netzerrichtung notwendig Geringe Netztemperaturen bedingen einen hohen Massenstrom Das Netz muss mit einem Glykolanteil betrieben werden → thermohydraulische Beeinflussung/AwSV-Anforderungen müssen eingehalten werden Flächen für das EWS-Feld müssen verfügbar sein Hohe CAPEX Wärmepumpen über die Gebäude verteilt → erhöhter Wartungsaufwand Viele kleine Wärmepumpen sind teurer als eine große zentrale Wärmepumpe Keine Regeneration des EWS-Feldes → Abnahme der EWS-Leistung bei Zunahme der EWS-Anzahl

Tabella 4: Zentrale Erdwärmesondenfeld und dezentrale Wärmepumpen

4. Zentrales Erdwärmesondenfeld und dezentrale Wärmepumpen plus solarthermische Regeneration	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Regeneration erhöht die Leistungsfähigkeit der Wärmequelle • Kleinere Wärmequelle benötigt weniger Fläche • Regenerationsquelle kann an beliebiger Stelle ins Netz eingebunden werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Regenerationsquelle muss errichtet werden → Bedarf an geeigneten Dachflächen sowie zusätzlicher Planungs- und Steuerungsaufwand

Tabelle 5: Zentrales Erdwärmesondenfeld und dezentrale Wärmepumpen plus solarthermische Regeneration

5. Zentrales Erdwärmesondenfeld und zentrale Wärmepumpe(n)	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Bestehende Wärmenetze können transformiert werden • Zentrale Wärmepumpe günstiger als viele dezentrale Wärmepumpen • Zentrale Technik vereinfacht Zugang/Betriebsführung und Wartung • BEW-Förderung möglich • Netz wird mit Wasser betrieben • Höhere Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf bedingt geringeren Massenstrom • Gleichzeitigkeit im Netz reduziert die notwendige Spitzenlast • Ein zentraler Speicher kann die anfallende Spitzenlast reduzieren 	<ul style="list-style-type: none"> • Netzerrichtung notwendig • Warmes (isoliertes) Netz teurer als kalte Nahwärme • Energieverluste im Netz • Heizzentrale notwendig (Fläche/Einhaltung) • Flächen für das EWS-Feld müssen verfügbar sein • In der Regel bestimmt die Warmwasserbereitung die notwendige Vorlauftemperatur → schlechtere Effizienz der Wärmepumpe

Tabelle 6: Zentrales Erdwärmesondenfeld und zentrale Wärmepumpe(n)

6. Zentrales Erdwärmesondenfeld und zentrale Wärmepumpe(n) plus solarthermische Regeneration	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Regeneration erhöht die Leistungsfähigkeit der Wärmequelle • Kleinere Wärmequelle benötigt weniger Fläche 	<ul style="list-style-type: none"> • Regenerationsquelle muss errichtet werden → Bedarf an geeigneten Dachflächen sowie zusätzlicher Planungs- und Steuerungsaufwand • Die Regenerationswärme kann nicht in das Netz eingespeist werden, sondern muss zur Wärmequelle geführt werden

Tabelle 7: Zentrales Erdwärmesondenfeld und zentrale Wärmepumpe(n) plus solarthermische Regeneration

7. Zentrales Erdwärmesondenfeld und zentrale Wärmepumpe(n) plus Regeneration. Zusätzlicher zentraler Spitzenlastzeuger	
Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Die Wärmequelle kann mehr kWh/a bereitstellen, wenn sie die Spitzenlast nicht bedienen muss • Gegebenenfalls können vorhandene Anlagen als Spitzenlastzeuger weiter betrieben werden • Zukünftig geringerer Energiebedarf (→ energetische Sanierung) kann durch eine Reduktion des Spitzenlastzeugers abgebildet werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Je nach Energieträger der Spitzenlast nicht CO₂-neutral • Zusätzlicher Planungs- und Steuerungsaufwand

Table 8: Zentrales Erdwärmesondenfeld und zentrale Wärmepumpe(n) plus Regeneration. Zusätzlicher zentraler Spitzenlastzeuger

Alle vorgestellten Varianten haben spezifische Vor- und Nachteile. Neben den wirtschaftlichen Aspekten bestimmen – wie oben aufgeführt – verschiedene Faktoren die einzelnen Varianten positiv wie negativ. Nur in seltenen Fällen werden Quartiersspezifika eine aufgeführte Variante eindeutig determinieren. Exemplarisch könnten dies sein:

- Vorhandener Kühlbedarf → kann über ein warmes Netz nicht abgebildet werden
- Keine Freiflächen an den Einzelgebäuden verfügbar, dafür geeignete Freifläche für zentrale Wärmequelle → es muss eine netzgebundene Lösung sein.
- Umrüstung eines vorhandenen Netzes → die Art des Netzes (meist warm) kann hydraulisch (geänderte Massenströme) meist nicht umgestellt werden.

Entscheidend bei der Entscheidung für ein Konzept sind eher Faktoren, die sich einerseits aus den Kundenanforderungen, andererseits aus der Unternehmensphilosophie ergeben.

07

Vorbereitung der Umsetzung

- Zur Vorbereitung einer Umsetzung müssen alle in Frage kommenden Versorgungskonzepte definiert und hinsichtlich der wesentlichen Komponenten ausgelegt werden.
- Die Entscheidung für oder gegen eine geothermische Versorgung eines Quartiers bedarf eines umfassenden Konzeptvergleichs, in dem neben der wirtschaftlichen Bewertung der Varianten auch weitere Faktoren betrachtet werden müssen.
- Für die wirtschaftliche Bewertung bietet sich die Methodik der VDI 2067 an, die kapitalgebundene, verbrauchsgebundene und betriebsgebundene Kosten berücksichtigt.
- Gerade bei Bestandsquartieren müssen zukünftig geplante Maßnahmen wie Nachverdichtungen oder Gebäudesanierungen in die Bewertung mit einbezogen werden.

Zur Vorbereitung einer Umsetzung müssen alle in Frage kommenden Versorgungskonzepte definiert und hinsichtlich der wesentlichen Komponenten ausgelegt werden. Die Entscheidung für eine der möglichen geothermischen Versorgungen eines Quartiers bedarf eines umfassenden Konzeptvergleichs, in dem neben der wirtschaftlichen Bewertung der Varianten auch weitere Faktoren, z. B. ökologische und soziale Kennzahlen, betrachtet werden müssen.

Startpunkt für die wirtschaftliche Bewertung ist die beschriebene Bedarfsermittlung, die im Bewertungsprozess durch die jeweiligen Energiegewinnbewertungen und Energieverlustbewertungen im Quartierskontext ergänzt werden muss. Mit einer überschlägigen Berücksichtigung der Systemeffizienz der möglichen einsetzbaren Wärmepumpen können die zeitabhängigen Leistungsanforderungen für das EWS-Feld und mögliche Regenerationsquellen ermittelt werden. Auf Basis der kompletten Leistungsbilanz können daraufhin die einzelnen Systemkomponenten für alle unterschiedlichen Systemvarianten ausgelegt werden. Unter Verwendung geeigneter Kostenansätze und vereinfachter Berechnungsverfahren wird somit eine Bestimmung der Investitions-, Betriebs- und Verbrauchskosten ermöglicht. Das mögliche Vorgehen hierzu verdeutlicht Abbildung 14.

Das Standardverfahren im Bereich technischer Anlagen wird in VDI 2067 beschrieben. Mit Hilfe dessen kann eine Annuitätenbewertung über einen festgelegten Betrachtungszeitraum durchgeführt werden, auf deren Basis dann die Bestimmung von Jahresgesamtannuitäten und Wärmegestehungskosten erfolgen kann. Hinsichtlich der wirtschaftlichen Bewertung sind möglichst genaue Kostenansätze sowohl für die Investitionen als auch für die spezifischen Energie- und Wartungskosten notwendig. Kosten unterliegen dabei oft einer großen Volatilität; auch sind Prognosen für die Zukunft mit großen Unsicherheiten behaftet. Aktuelle und zukünftige Förderungen erschweren die Bewertung zusätzlich. Als erster Schritt ist die Ermittlung der Kosten für die einzelnen Komponenten der verschiedenen möglichen Versorgungsszenarien durch Kostenfunktionen zur Ermittlung der wirtschaftlichen Vorzugsvariante notwendig. Eine aktuelle Darstellung von solchen Kostenfunktionen, wie sie für die Bearbeitung von Projekten zur kommunalen Wärmeplanung empfohlen wird, ist im **Technikkatalog von Prognos** [9] zu finden.

Hinsichtlich der ökologischen Bewertung veröffentlichten das Umweltbundesamt [10] sowie das BAFA [11] aktuelle CO₂-Faktoren für Strom und Gas sowie Prognosen bis zum Jahr 2045. Eine große Unsicherheit besteht jedoch für die Gasverteilnetze dahingehend, wie stark erneuerbare Gase zukünftig für Gebäudeheizungsanwendungen zur Verfügung stehen und wie sich dies auf die ökologische Bewertung von Gas auswirkt.

Neben messbaren Faktoren wie Energie, Kosten oder Emissionen können aber auch viele weitere Faktoren die Entscheidung für oder gegen ein Wärmeversorgungskonzept mit EWS beeinflussen. Hierzu zählen beispielsweise das Platzangebot am Standort, akustische Restriktionen oder Feinstaubbelastungen, die allgemeine Attraktivität des Standorts/Aspekte zur Wertsteigerung oder weitere spezifische Interessen von Versorger, Eigentümer und/oder Mieter wie z. B. Autarkie, Wahlfreiheit des Versorgers oder zur Zukunftsfähigkeit/Versorgungssicherheit.

Welche dieser Faktoren in einem speziellen Anwendungsfall berücksichtigt werden sollen, muss jeweils im Einzelfall entschieden werden. Im Falle einer multikriteriellen Bewertung muss mit den zentralen Stakeholdern bzw. den Investoren festgelegt werden, wie die einzelnen Aspekte jeweils individuell für den Standort gewichtet werden sollen. Mit einer positiven Entscheidung für den Umbau des bestehenden Versorgungskonzepts insbesondere mit Geothermie kann das Umsetzungsprojekt mit den typischen **HOAI-Leistungsphasen** gestartet werden. Dies beinhaltet unter anderem das Aufstellen eines Planungsteams, das Einholen der relevanten Genehmigungen, das Erstellen einer Ausführungsplanung inklusive überarbeiteter Kostenschätzung bis zum letztendlichen Beauftragen der jeweiligen Fachfirmen.

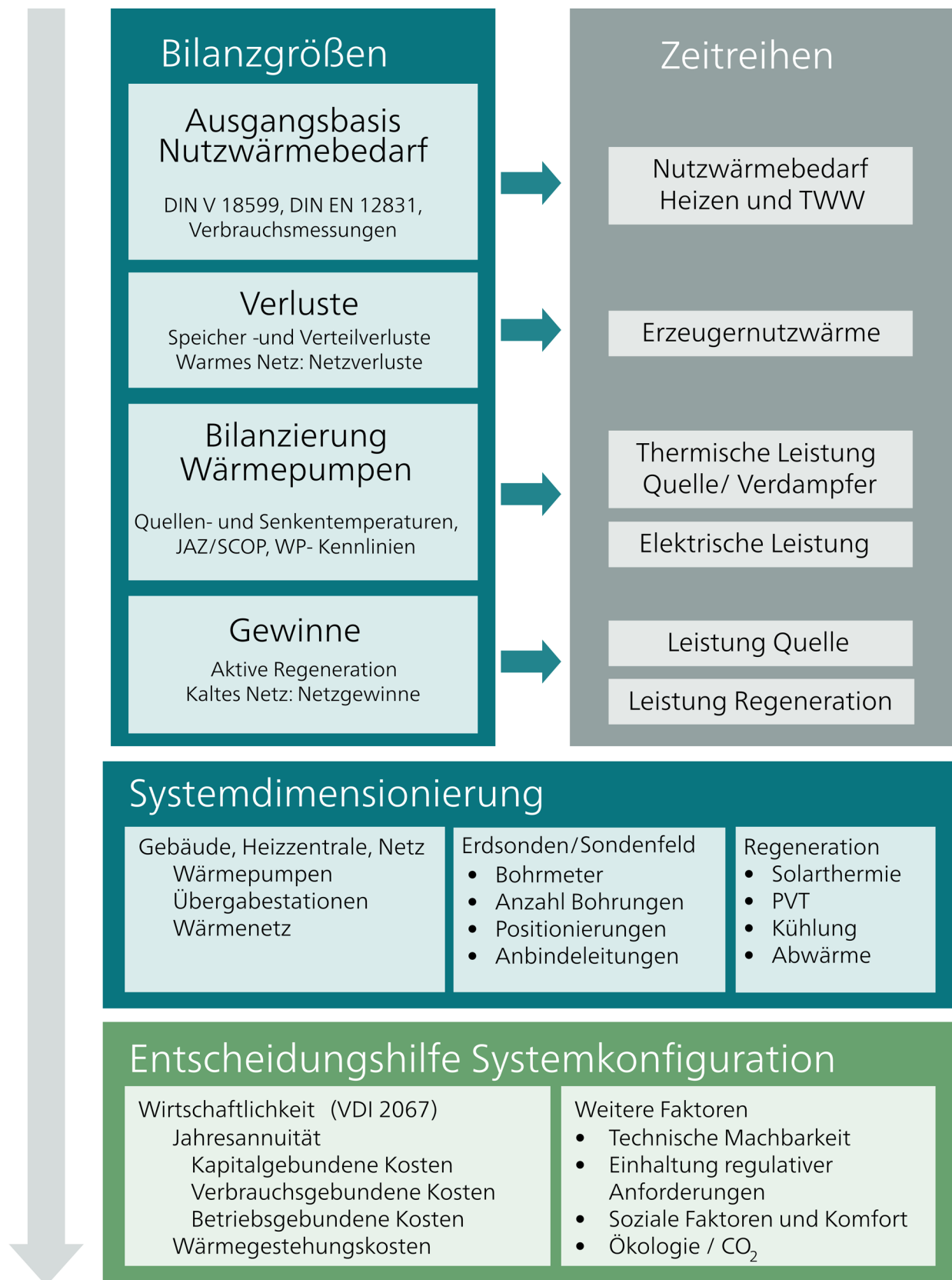


Abbildung 14: Ablaufschema für die Bestimmung von Versorgungskonzepten



08

Weiterführende Informationen

I. Technisches Regelwerk

- [VDI 2067, Blatt 1: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen – Grundlagen und Kostenberechnung](#)
- [DIN EN 12831: Energetische Bewertung von Gebäuden](#)
- [DIN V 18599: Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung](#)
- [VDI 4640, Blatt 1– 5: Thermische Nutzung des Untergrunds](#)

II. Publikationen

- Bundesverband Geothermie e. V. (ohne Datum): Wärmeversorgung mit Oberflächennaher Geothermie Schritt für Schritt von der Idee bis zum Betrieb, https://www.geothermie.de/fileadmin/user_upload/Bibliothek/Downloads/Stellungnahmen_und_Positionspapiere/20230224_BVG-ONG-Broschuere_web.pdf
- Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V. (2017): Siedlungsprojekte und Quartierslösungen mit Wärmepumpe, https://www.waermepumpe.de/uploads/tx_bcpageflip/BWP_Quartiere-mit-WP_Web_final.pdf
- Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) (2023): Vernetzte Wärmeversorgung in Bestandsquartieren – Handlungsstrategien und Anwendungsfälle für die Initiierung, Planung und Umsetzung vor Ort, https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2023/Studie_Waermeversorgung.pdf
- Fraunhofer IEG (2022): Roadmap Oberflächennahe Geothermie – Erdwärmepumpen für die Energiewende - Potenziale, Hemmnisse und Handlungsempfehlungen, <https://www.ieg.fraunhofer.de/content/dam/ieg/deutsch/dokumente/pressemitteilungen/Roadmap%20Oberfl%C3%A4chennahe%20Geothermie%20FhG%2009062022.pdf>
- Leitfäden der Bundesländer für die Nutzung oberflächennaher Geothermie – Übersicht der Leitfäden beim Bundesverband Wärmepumpe, <https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/erdwaerme/erdwaermeleitfaeden/>
- Projekt Wärmegut (2025): Ausführliche Anleitung zur Ampelkarte für Erdwärmesonden in GeotIS, <https://www.waermegut.de/ausfuehrliche-anleitung-zur-ampelkarte-geotis>

III. Webinformationen

- Bundesverband Geothermie e.V.: Erläuterungen zur Technologie und Anwendungen & Aktuelle (Projekt)News – www.geothermie.de
- Postleitzahlenscharfe Datenbank für Norm-Außentemperatur und Jahresmitteltemperatur beim Bundesverband Wärmepumpe – <https://www.waermepumpe.de/werkzeuge/klimakarte/>
- nPro: Erfahrungen von bestehenden Quartieren mit kalter Nahwärme – <https://www.npro.energy/main/de/5gdhc-networks/5gdhc-districts>
- Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende: Geothermie – <https://www.kww-halle.de/fokusthemen/waermewende-technologien/geothermie>

IV. Anhang

Literaturverzeichnis

- [1] Umweltbundesamt (UBA), *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*, 2025. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltzustand-trends/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme>.
[Zugriff: 24. März 2026].
- [2] N. Thamling und D. Rau, *Hintergrundpapier zur Gebäudestrategie Klimaneutralität 2045: Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz*. Prognos AG. Verfügbar unter: https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Klimaschutz/gebäudestrategie-klimaneutralitaet-2045.pdf?__blob=publicationFile&v=6.
[Zugriff am: 30. März 2026].
- [3] International Energy Agency (IEA), *Renewables 2021 – Analysis and Forecasts to 2026*, 2021. Verfügbar unter: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5ae32253-7409-4f9a-a91d-1493ffb9777a/Renewables2021-Analysisandforecaststo2026.pdf>.
[Zugriff: 24. März 2026].
- [4] H. Born, R. Bracke, T. Eicker und M. Rath, *Roadmap oberflächennahe Geothermie: Erdwärmepumpen für die Energiewende – Potenziale, Hemmnisse und Handlungsempfehlungen*. Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG, Juni 2022. [doi: 10.24406/publica-70](https://doi.org/10.24406/publica-70).
- [5] Agora Energiewende, *Ein Gebäude konsens für Klimaneutralität: 10 Eckpunkte wie wir bezahlbaren Wohnraum und Klimaneutralität 2045 zusammen erreichen*, 2021. Verfügbar unter: https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_02_Gebaeudekonsens/A-EW_217_Gebaeudekonsens_WEB.pdf.
[Zugriff: 30. März 2026].
- [6] Bundesverband Wärmepumpe e. V. (BWP), *Leitfäden der Bundesländer*, 2026. Verfügbar unter: <https://www.waermepumpe.de/verbraucher/erdwaerme/erdwaermeleitfaeden/>.
[Zugriff: 24. März 2026].
- [7] Becker Büttner Held (BBH), *Untersuchung rechtlicher Rahmenbedingungen und Gestaltungsmöglichkeiten für den Zugriff von Energieversorgern auf öffentliche und private Flächen für die Errichtung und den Betrieb von Erdwärmesonden und Wärmenetzen*, 2025. Verfügbar unter: https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2025/12/BBH_Gutachten_Rechtsrahmen_Flaechenzugriff_2025-11-18.pdf.
[Zugriff: 24. März 2026].
- [8] Deutscher Wetterdienst (DWD), *Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes*, 2026. Verfügbar unter: <https://www.dwd.de/>.
[Zugriff: 24. März 2026].
- [9] Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu), *Leitfaden und Technikkatalog für die Wärmeplanung*, 2024. Verfügbar unter: <https://www.ifeu.de/projekt/leitfaden-und-technikkatalog-fuer-die-waermeplanung>.
[Zugriff: 24. März 2026].
- [10] Umweltbundesamt (UBA), *Treibhausgas-Emissionen*, 2026. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>.
[Zugriff: 24. März 2026].
- [11] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), *Informationsblatt CO2-Faktoren*, 2024. Verfügbar unter: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2024.pdf?__blob=publicationFile&v=4.
[Zugriff: 24. März 2026].

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Quellen für die Beschaffung von Daten zur Bewertung der Startgrundlagen von Wärmeversorgungskonzepten mit EWS.....	23
Tabelle 2: Dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe – Referenzszenario	40
Tabelle 3: Dezentrale Erdwärmesonden und dezentrale Wärmepumpen.....	41
Tabelle 4: Dezentrale Erdwärmesonden und dezentrale Wärmepumpen.....	41
Tabelle 5: Zentrales Erdwärmesondenfeld und dezentrale Wärmepumpen plus solarthermische Regeneration.	42

Tabelle 6: Zentrales Erdwärmesondenfeld und zentrale Wärmepumpe(n).....	42
Tabelle 7: Zentrales Erdwärmesondenfeld und zentrale Wärmepumpe(n) plus solarthermische Regeneration... ..	42
Tabelle 8: Zentrales Erdwärmesondenfeld und zentrale Wärmepumpe(n) plus Regeneration. Zusätzlicher zentraler Spitzenlastherzeuger	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die vielfältigen Fragestellungen und Einflussfaktoren für die Erstellung von geothermischen Anlagen.....	9
Abbildung 2: Übersicht der Struktur des Leitfadens.....	11
Abbildung 3: Technologieübersicht	14
Abbildung 4: Integration der Wärmeerzeuger (links: monovalente Auslegung; vollständige Bedarfsabdeckung durch Wärmepumpe(n); rechts: bivalente Auslegung; Wärmepumpe(n) in Kombination mit mindestens einem zweiten Wärmeerzeuger) für die Wärmeversorgung von Gebäuden	16
Abbildung 5: Darstellung der unterschiedlichen Akteure, die für ein Geothermieprojekt wesentlich sind.	17
Abbildung 6: Übersicht wichtiger Gesetze für die Entwicklung von Wärmeversorgungskonzepten mit EWS.....	18
Abbildung 7: Prozessschritte für die Entwicklung von Versorgungskonzepten mit EWS	19
Abbildung 8: Bewertung der Startgrundlagen für ein Wärmeversorgungskonzept mit EWS	22
Abbildung 9: Schema für die Ermittlung der Wärmebedarfe für ein Quartier.....	25
Abbildung 10: Beispielhafte Darstellung für Wasserschutzgebiete in Berlin.....	33
Abbildung 11: Variante 1: Dezentrale (Einzel-)Wärmeversorgung mit Sole-Wasser-Wärmepumpen und EWS	37
Abbildung 12: Variante 2: Kaltes Nahwärmenetz mit großen EWS-Feldern als Quellnetze im Wasser- oder Solebetrieb und dezentrale Wärmepumpen in den Gebäuden	38
Abbildung 13: Variante 3: Niedertemperatur-Wärmenetze mit zentralen EWS-Feldern und zentraler Wärmepumpe.....	39
Abbildung 14: Ablaufschema für die Bestimmung von Versorgungskonzepten	46

Bildquellen

S.1, 11, 14, 16, 17, 19, 21, 25, 37, 38, 39, 46: eigene Darstellung

S. 7: Benjamin Zweig

S. 7: Dieter Hüsten

S. 6, 27, 35, 47: Adobe Stock

S. 33: Basemap.de

Leitfaden für Wärmeversorgungskonzepte mit oberflächennaher Geothermie

Erschließung innerstädtischer Bestandsquartiere mit Erdwärmesonden

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie stellt auch in Bestandsquartieren und urbanen Räumen eine gute Möglichkeit für die Wärmeversorgung von Gebäuden dar. Dieser Leitfaden dient dazu, Stadtwerken, Energieversorgern, Wärmenetzbetreibern und Immobilieneigentümern eine niederschwellige Orientierung bei der Entwicklung von Konzepten zur geothermischen Versorgung für innerstädtische Bestandsquartiere zu bieten. Ziel ist es, die Planung solcher Konzepte zu unterstützen und damit eine zeitlich beschleunigte Entscheidungsfindung sowie eine erhöhte Umsetzungswahrscheinlichkeit zu fördern. Zusätzlich richtet sich der Leitfaden auch an Kommunen und interessierte Privatpersonen.

Der Leitfaden bietet eine strukturierte Orientierung, Hilfestellung und praxisnahe Anleitungen zur Entwicklung von Wärmeversorgungskonzepten mit oberflächennaher Geothermie in Bestandsquartieren mit dem Ziel nachhaltige und effiziente geothermische Konzepte zu entwickeln, die eine umweltfreundliche Energieversorgung in Städten gewährleisten.

Dieser Leitfaden ist aus dem Forschungsprojekt „UrbanGroundHeat“ entstanden, an dem Partner aus der Industrie, von Planern, von Stadtwerken und der Wissenschaft beteiligt waren. Nähere Informationen zum Projekt finden Sie unter:

<https://www.iee.fraunhofer.de/urbangroundheat>

Kontaktinformationen:

Dr. Dietrich Schmidt (Projektkoordination UrbanGroundHeat)

dietrich.schmidt@iee.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE

Joseph-Beuys-Straße 8

34117 Kassel

DOI: 10.24406/publica-7372