

Die Wärmeversorgung hat gegenwärtig noch einen großen Anteil am Ausstoß von Treibhausgasen in Deutschland. Einen unverzichtbaren Bestandteil des zukünftigen Energiesystems in Gebieten mit hoher Wärmenachfrage stellen Wärmenetze, gespeist aus emissionsarmen Wärmequellen, dar. Durch die Absenkung der Versorgungstemperatur können besonders effiziente Systeme entstehen. Ideal einsetzbar sind hierfür, neben anderen direkt nutzbaren Niedertemperaturwärmeströmen, die großen Potenziale der Tiefengeothermie.

Niedertemperaturwärme als effizienter Baustein für den Klimaschutz

TEXT: Andreas Bertram und Matthias Sandrock



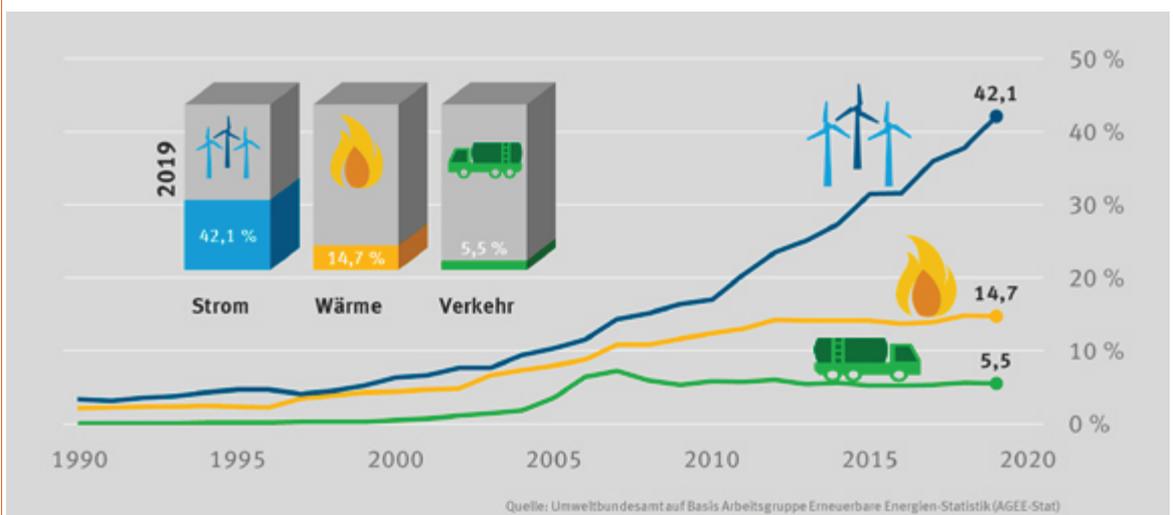
Dr.-Ing. Andreas Bertram arbeitet als Geophysiker im Fachgebiet Erneuerbare Energien des Umweltbundesamtes. Einer seiner Aufgabenschwerpunkte ist die Tiefe Geothermie.
Kontakt:
andreas.bertram@uba.de
www.umweltbundesamt.de

Herausforderung und Chance

Die Senkung des Energieverbrauchs und die Dekarbonisierung sind die zentralen Aufgaben der Energiesystemtransformation. Während im Stromsektor bereits große Fortschritte erkennbar sind, stehen diese bei der Steigerung der Gebäudeeffizienz und beim Umbau der Wärmeversorgung noch aus (Abb. 1). Zukunftsfähige Wärmesysteme sind gegenüber Strom allerdings viel stärker von lokalen Bedingungen bestimmt, wodurch die Umsetzung der »Wärmewende« vergleichsweise zögerlich verläuft. Bisher ist der Ausbau Erneuerbarer Energien im Wärmesektor hauptsächlich auf den Einsatz von Biomasse zurückzuführen, für eine weitere Steigerung bei der Gebäudewärmeversorgung stehen jedoch keine nachhaltigen Ressourcen zur Verfügung.

In dicht besiedelten Gebieten bieten sich Fernwärmenetze als mögliche Versorgungsoptionen an. Diese sollten zunehmend auf der Basis Erneuerbarer Energien und unvermeidbarer

Abwärme basieren und müssen in Zukunft aufgrund der zur Effizienzsteigerung nötigen verbraucherseitigen Maßnahmen geringere Temperaturniveaus und Nachfragedichten berücksichtigen. Daher stellen effiziente Niedertemperaturwärmeströme in Wärmenetzen eine an diese Bedingungen angepasste Lösungsoption dar. Strategien zur Marktausweitung und Systemintegration einer solchen Niedertemperaturwärmenutzung hat ein kürzlich abgeschlossenes Forschungsvorhaben [1] im Auftrag des Umweltbundesamtes untersucht. In dem Projekt wurden durch die Berechnung der geothermischen Wärmepotenziale sowie einen Effizienzvergleich die Vorteile der Nutzung von Niedertemperaturwärmeströmen verdeutlicht und die quantitative Bewertbarkeit verbessert. Darüber hinaus wurden Detailinformationen zu einer Reihe von charakteristischen Fallbeispielen recherchiert, Hemmnisse analysiert und Lösungsansätze entwickelt.

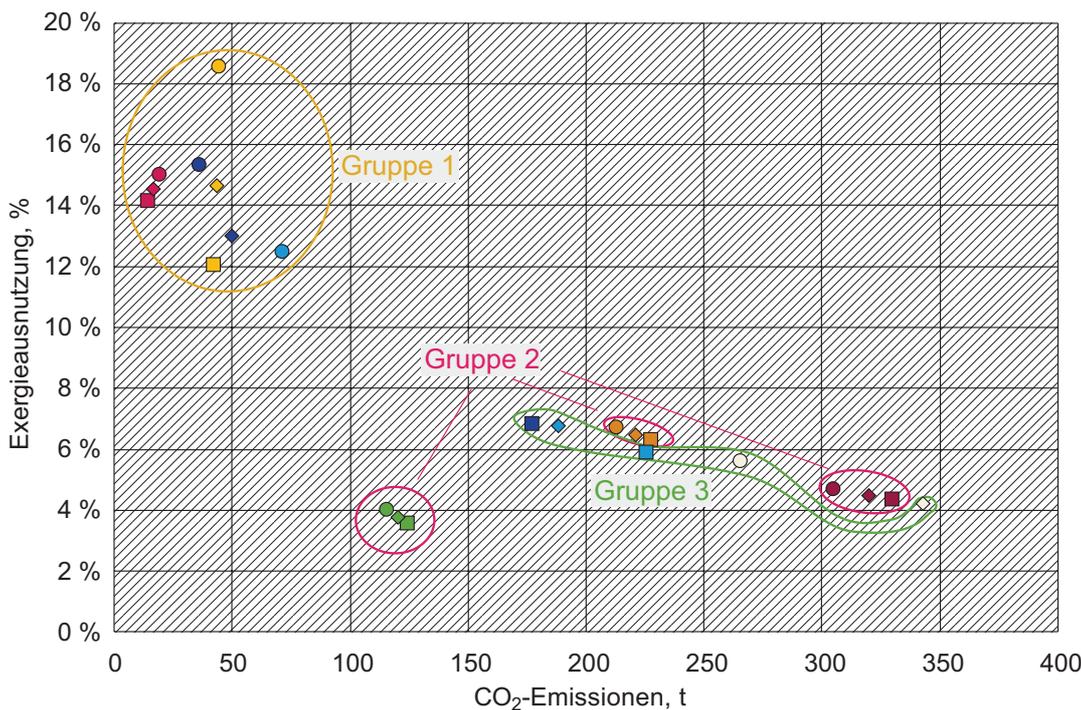
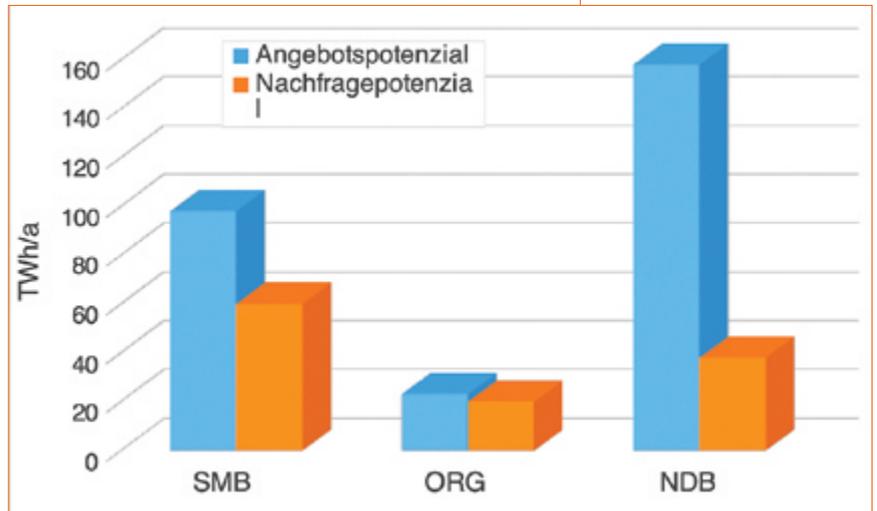


► Abb. 1: Anteile Erneuerbarer Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr.

Nutzungspotentiale der Tiefengeothermie in Deutschland

Auf der Grundlage von zur Verfügung gestellten Daten wurden im Rahmen der vorliegenden Studie hydro- und petrothermale Ressourcen [Angebotspotenzial [2]] und der Wärmebedarf [Nachfragepotenzial [3]] verschnitten und eine gestufte Umweltbetrachtung durchgeführt. Bei den Potenzialberechnungen wurden verschiedene Fallunterscheidungen vorgenommen, die jeweils deutlich unterschiedliche und mit teilweise recht großen Unsicherheiten behaftete Ergebnisse lieferten. Aber selbst für den Anteil des Potentials, der als gesichert vorhanden gilt, liegt ein beachtliches Nutzungspotenzial vor. Die Berücksichtigung niedriger Wärmenetztemperaturen ermöglicht es dabei, flachere Aquifere einzubeziehen, die im Vergleich mit tieferen eine größere Verbreitung aufweisen und somit Angebotspotenziale für größere Teile Deutschlands liefern. Für den Fall, dass alle Fördertemperaturen höher als 40 °C berücksichtigt und nur die restriktivsten Schutzgebietskategorien ausgeschlossen

▼ Abb. 2: Angebots- und bereitstellbare Nutzungspotentiale in den drei hydrogeothermischen Vorzugsregionen in Deutschland (SMB - Süddeutschen Molassebecken, ORG - Oberrheingraben, NDB - Norddeutschen Becken).
Quelle: [1]



◀ Abb. 3: Exergieausnutzungsgrade und CO₂-Emissionen im Vergleich (aus [1]).
Quelle: Solites

WN: Wärmenetz, Gen.: Generation

	WN 4. Gen. 60/40 °C	WN 3. Gen. 90/60 °C	WN 2. Gen. 120/65 °C
Gasbrennwert	●	◆	■
Gas-BHKW	●	◆	■
Holzpellet-Heizwerk	●	◆	■
Solarthermie	●	◆	■
Abwärme-Nutzung	●	◆	■
Erdwärmesonden + elektrische Wärmepumpe	○	◇	technisch nicht realisierbar
Geothermie hydrothermal 64 °C	●	◆ Gasmotor WP	■ Gasmotor WP
Geothermie hydrothermal 94 °C	●	◆	■ Gasmotor WP



Dr. Matthias Sandrock ist Geschäftsführer des Hamburg Instituts. Er befasst sich in zahlreichen Forschungs- und Beratungsprojekten mit der Transformation der Wärmeversorgung zu Erneuerbaren Energien und Abwärme.
Kontakt:
 sandrock@hamburg-institut.com
 www.hamburg-institut.com

werden, beläuft sich das jährliche Potenzial auf 118 TWh (bei 47 GW installierter Leistung). Abbildung 2 zeigt, dass dabei im Oberrheingraben, wo regelmäßig geringe Distanzen zu den Nutzern bestehen, die Angebotspotenziale umfassender ausgenutzt werden als in den anderen geothermischen Vorzugsregionen. Das Angebotspotenzial ließe sich allgemein besser ausschöpfen, wenn gegenüber den unterstellten Annahmen beispielsweise geringere Leistungsdichten erforderlich wären oder längere Verbindungsleitungen zur Verfügung stünden [4].

Exergie als Effizienzmaßstab

Um begrenzt verfügbare Ressourcen optimal zu nutzen, sollte darauf geachtet werden, sie effizient einzusetzen. Zusätzlich zu den beim Verbraucher ansetzenden, also senkenseitigen Maßnahmen wie der Gebäudedämmung können auch das Verteilsystem und die Energiequellen eine Rolle spielen. Moderne Wärmenetze kombinieren dabei verschiedene Wärmequellen mit exergetischer Aufwertung oder speziellen Methoden der hydraulischen Einbindung und adressieren neben zielgerechter Wärmebereitstellung gleichzeitig Kühlbedarfe. Wird mit der Exergie die Wertigkeit der Energie in die Betrachtung einbezogen, kann man die für Wärmenetze geeigneten Wärmequellen in drei Gruppen unterteilen (Abb. 3). Deutlich heraus stechen die Techniken der Gruppe 1, die direkt auf dem nutzbaren Temperaturniveau vorliegen. Demgegenüber sind Verbrennungstechniken, denen Prozesse mit deutlich höheren Temperaturen zugrunde liegen, weniger gut für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser geeignet.

Ökonomische Aspekte

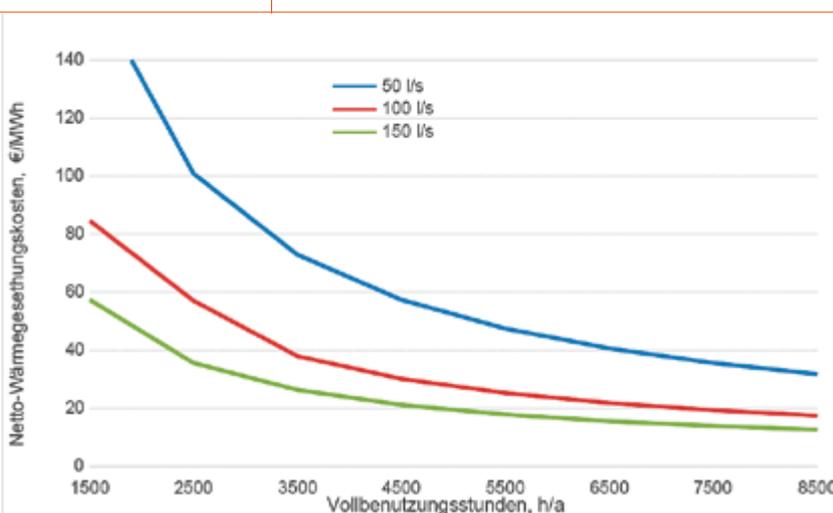
Anhand von Berechnungen zu einer Reihe charakteristischer Versorgungssituationen machen die Studienergebnisse deutlich, dass die Wirtschaftlichkeit von Niedertemperaturwärmeströmen von vielen Faktoren beeinflusst wird. Für die Tiefengeothermie mit typischerweise hohen Anfangsinvestitionen und geringen Betriebsauf-

wendungen hat die Anlagenauslastung einen hohen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Zusätzlich zur Bedarfsstruktur ist dafür wesentlich, wie lange die verfügbare Leistung vollständig abgerufen. Dabei steht die Geothermieanlage bei der Einsatzzeit in Konkurrenz mit weiteren lokal zu berücksichtigenden Wärmequellen. Wenn nicht wie z. B. bei der Müllverbrennung andere Priorisierungsgründe vorliegen, wird die Einsatzreihenfolge anhand der variablen Erzeugungskosten der Anlagen bestimmt. Daher wirken sich Preisimpulse aus Fördersystemen, mit denen etwa Kraft-Wärme-Kopplung gegenüber klassischen fossilen Systemen angereizt wird, als Hemmnis für die geothermische Wärmeversorgung aus. Hingegen sind geothermische Systeme bei entsprechender Auslastung durchaus wettbewerbsfähig (Abb. 4).

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass verbraucherseitige Effizienzmaßnahmen dem Einsatz von Erneuerbaren Energien nicht widersprechen. Versorgungsoptionen können durch Temperaturabsenkungen effizienter werden und die Tiefengeothermie ist deutschlandweit sogar häufiger als bei hohen Temperaturen nutzbar. Die Entwicklung des Wärmesektors hin zu effizient eingesetzten Erneuerbaren Energien vollzieht sich trotz großer Potenziale jedoch nicht automatisch. Dies trifft auf dezentrale Versorgungsoptionen für Gebäude genauso zu wie auf Fernwärmesysteme im Quartiersmaßstab. Die erzielten Ergebnisse zeigen deutlich, dass Tiefengeothermie eine ideale Quelle darstellt, wenn entsprechende Weichenstellungen lohnende Geschäftsmodelle im Fernwärmemarkt eröffnen. Einen allgemeinen Überblick der einschlägigen Förderlandschaft bietet zudem ein aktuelles Gutachten, das die mittelfristige Bedeutung der Fernwärme zum Gegenstand hat [5]. Mit der CO₂-Bepreisung steht eine der Empfehlungen, die im Verlauf der Bearbeitung des Vorhabens im Fachkreis auch schon breiter diskutiert wurde, nun bereits unmittelbar vor ihrer Umsetzung. Dieses und weitere, in Vorbereitung befindliche Instrumente wie die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze, werden perspektivisch hoffentlich dafür sorgen, dass die Potenziale der Geothermie zum Nutzen der Gesellschaft in Zukunft stärker eingesetzt werden. Weitere Handlungsempfehlungen betreffen u.a. die Einführung einer verpflichtenden Wärmeplanung. Da die Wärmewende lokal umgesetzt wird, können Kommunen entscheidend zum Klimaschutz beitragen, indem sie Niedertemperaturwärmeströme erschließen. In fünf Schritten stellt ein im Rahmen des hier vorgestellten Forschungsvorhabens erarbeiteter Kommunenleitfaden den dafür einzuschlagenden Weg vor [6]. Unter anderem wird darin gezeigt, wie aufbauend auf einer strukturierte Wärmeplanung gezielt die lokalen Potentiale erschlossen werden können. ♦

▼ Abb. 4: Abhängigkeit der Tiefengeothermie-Wärmegestehungskosten von Vollbenutzungsstunden und Förderrate für ein Niedertemperatur-Beispiel (75 °C am Bohrkopf, 40 °C Wärmenetzrücklauf, aus [1]).
 Quelle: Hamburg Institut



Literatur

[1] Sandrock, M., Maaß, C., Weisleder, S., Westholm, H., Schulz, W., Löschan, G., Baisch, C., Kreuter, H., Reyer, D., Mangold, D., Riegger, M., Köhler, C., 2020, Kommunaler Klimaschutz durch Verbesserung der Effizienz in der Fernwärmeversorgung mittels Nutzung von Niedertemperaturwärmequellen am Beispiel tiefergeothermischer Ressourcen, Climate Change 31/2020. www.umweltbundesamt.de/publikationen/effiziente-fernwaermeversorgung-mit-niedertemperaturwaerme

[2] Agemar, T., Alten, J., Ganz, B., Kuder, J., Kühne, K., Schumacher, S., Schulz, R., 2014, The Geothermal Information System for Germany - GeotIS, ZDGG 165/2. www.geotis.de/

[3] PETA 4, Pan-European Thermal Atlas 4 (PETA 4), Heat Roadmap Europe - a low-carbon heating and cooling strategy for Europe, Version 4.1, 2015. heatroadmap.eu/peta4/

[4] Loewer, M., Keim, M., Molar-Cruz, A., Schifflechner, C., Zosseder, K., Drews, M., 2020,

Ausbau der Tiefengeothermie in Bayern - Optimierung durch Wärmeverbundleitungen, Geothermische Energie 97, November 2020.

[5] Thampling, N., Langreder, N., Rau, D., Wunsch, M., Maaß, C., Sandrock, M., Fuß, G., Möhring, P., Purkus, A., Strodel, N., 2020, Perspektive der Fernwärme - Maßnahmenprogramm 2030, Aus- und Umbau städtischer Fernwärme als Beitrag einer sozial-ökologischen Wärmepolitik, AGFW -Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (Hrsg.), Frankfurt. www.hamburg-institut.com/images/pdf/studien/AGFW_Perspektive_der_Fernwaerme_2030_final.pdf

[6] Sandrock, M., Maaß, C., Weisleder, S., Baisch, C., Löschan, G., Kreuter, H., Reyer, D., Mangold, D., Riegger, M., Köhler, C., 2020, Ein neuer Weg zu effizienten Wärmenetzen mit Niedertemperaturwärmeströmen - Ein Leitfaden für Kommunen, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau-Roßlau. www.umweltbundesamt.de/publikationen/niedertemperaturwaerme-kommunenleitfaden

Den kürzlich erschienen Leitfaden finden Sie auf der Seite des Umweltbundesamtes:



optimum eventum

Das Ergebnis zählt! Kompetente Projektberatung und individuelle Lösungen. Wellheads, Ausrüstungen und Ersatzteile für Bohranlagen und für tiefe Geothermie-Bohrungen. Seit 1992!

The result is the key! Competent project consulting and individual solutions. Wellheads, equipment and spare parts for drilling rigs and deep geothermal drilling. Since 1992!

NORMEC®

**Oilfield Products
Sales and Services GmbH**

Bruchkampweg 14 · 29227 CELLE · Germany
Telefon +49 5141 90059-0
normec@normec.de · www.normec.de

