

Graph. I: Empfohlene Wärmeanwendungen

sehr gering | gering | mittel | hoch | sehr hoch



Nutzung **Gewässerwärme** mittels Großwärmepumpen

In den letzten Jahren werden immer mehr Großwärmepumpen in Flüssen und Gewässern gebaut. Durch die höheren Wassertemperaturen gegenüber der Umgebungsluft lässt sich auch (je nach Gewässer) bis tief in die Heizperiode Wärme mittels Hochtemperatur-Wärmepumpen nutzen. Allerdings funktioniert eine effiziente Wärmeentnahme nur bis zu einer bestimmten Mindesttemperatur (ca. 5 Grad). Die Nutzung von Gewässerwärme mittels Wärmepumpe ist eine **sehr effiziente** und **weitestgehend zuverlässige** Wärmegewinnung. Bei Nutzung von grünem Strom entstehen keine Emissionen im Betrieb.



Nutzung von **Abwasser- und Grundwasserwärme** mittels Großwärmepumpen

Die Abwassernutzung mittels Wärmetauschern im Abwassersystem und Wärmepumpen wird bereits in vielen Städten genutzt. Sie stellt eine **sehr effiziente** und **sehr zuverlässige** Wärmegewinnung dar: Selbst im Winter ist noch mit Wassertemperaturen von 10 – 15 Grad mit konstanter Abwärmernutzung zu rechnen. V.a. in großen Städten, wo Abwasseraufkommen und Wärmebedarf nah nebeneinander vorkommen, können über das Abwasser große Wärmemengen erschlossen werden. Bei Nutzung von grünem Strom entstehen keine Emissionen im Betrieb.



Nutzung solarer Wärme: **Freiflächen-Solarthermie**

Bei der Solarthermie wird die Wärme der Sonne über Kollektoren genutzt. Die Wärme kann dann über einen Wärmetauscher in ein Wärmenetz eingespeist werden bzw. in einen Saisonspeicher gespeist werden. Für eine ganzjährige Nutzung der Sonnenenergie bedarf es einer **Speicherung der Wärme** aus dem Sommer für die Heizperiode.



Nutzung von Erdwärme: **Oberflächennahe Geothermie**

Die oberflächennahe Geothermie (bis 400 m Tiefe), auch als Erdwärme bekannt, bietet eine **sehr effiziente** und **sehr zuverlässige** Möglichkeit zur Wärmegewinnung: Selbst in kälteren Jahreszeiten können konstante Temperaturen in den oberen Bodenschichten genutzt werden, um Wärme zu gewinnen. Insbesondere in Gebieten mit geeigneten geologischen Bedingungen können große Mengen an Energie aus dem Erdreich erschlossen werden. Durch die Nutzung von Erdwärme entstehen während des Betriebs keine CO₂-Emissionen.



Nutzung von Erdwärme: **Tiefe Geothermie**

Mit Tiefengeothermie kann Erdwärme aus tiefer liegenden geologischen Schichten (400 m oder tiefer) gewonnen werden. Im Gegensatz zur oberflächennahen Geothermie erschließt die Tiefengeothermie höhere Temperaturen, die für die direkte Strom- und Wärmegewinnung genutzt werden können. Sie stellt eine ganzjährige, **sehr effiziente** und **sehr zuverlässige** Wärmegewinnung dar. Die Erschließung ist jedoch mit hohen technischen Herausforderungen (Tiefen-Bohrtechnologie) verbunden und hohen Anfangsinvestitionen (Fündigkeitsrisiko) verbunden.



Nutzung von **Luftwärme** mittels Großwärmepumpen

Auch Luftwärmepumpen können in Wärmenetzen zum Einsatz kommen. Im Vergleich zu Wasser- oder Erdwärmewärmepumpen ist die Nutzung der Luftwärme jedoch **weniger effizient und zuverlässig** (Arbeitszahl schrumpft bei kalten Temperaturen gewaltig) und daher vor allem in Zeitpunkten günstigen Stroms empfehlenswert. Bei Nutzung von grünem Strom entstehen keine Emissionen im Betrieb.



Graph. II: Eingeschränkt empfohlene Wärmeanwendungen

sehr gering | gering | mittel | hoch | sehr hoch



<p>Nutzung industrieller Abwärme</p>	<p>Tendenziell empfehlenswert, denn Abwärme steht als Abfallprodukt meist günstig zur Verfügung, aber die erwartete Verfügbarkeit der Abwärme muss geprüft werden. Etwaige reduzierte Verfügbarkeit der zukünftigen Abwärme (durch Industrietransformation) mitberücksichtigen. Andere Abwärme (Serverabwärme o.ä.) uneingeschränkt empfehlenswert. Daher fällt die Bewertung sehr unterschiedlich je nach Industrieart aus.</p>	<p>Kosten ●●○○○</p> <p>Realisierungsrisiken ●●●○○</p> <p>Unsichere Versorgung ●●○○○</p> <p>Emissionen ●○○○○</p>
<p>Power-to-Heat-Anlagen (aus Strom direkt Wärme erzeugen, "Prinzip Wasserkocher")</p>	<p>Wärmeerzeugung über Power-to-Heat (PtH) Anlagen sind tendenziell nur bei Stromüberschuss zu empfehlen, weil die Erzeugung einen geringen Wirkungsgrad hat, so ist sie z.B. 3–5x ineffizienter als Strom im Normalfall für Wärmepumpen zu nutzen (und ist aufgrund des hohen Strombedarfs auch deutlich teurer in der Nutzung). PtH kann dennoch einen wichtigen Beitrag zur Deckung von Lastspitzen leisten. Auch bietet es eine sinnvolle Art der Nutzung von Überschuss-Strom.</p>	<p>Kosten ●●●○○</p> <p>Realisierungsrisiken ●○○○○</p> <p>Unsichere Versorgung ●○○○○</p> <p>Emissionen ●○○○○</p>
<p>Verbrennung von Müll und Klärschlamm</p>	<p>Müll- und Klärschlammverbrennung erzeugen Emissionen und sollten daher limitiert sein. <u>Dies gilt insbesondere für die Müllverbrennung aufgrund hoher fossiler Anteile im Müll.</u> Müllheizkraftwerke sind günstig und grundlastfähig, sie können ganzjährig und nach Bedarf gefahren werden. Jedoch werden durch den Hochlauf der Kreislaufwirtschaft die Müllmengen in Zukunft abnehmen und daher sind auch die Wärmepotenziale begrenzt. Die Klärschlammverbrennung kann perspektivisch durch Klärschlamm-<u>pyrolyse</u> ersetzt werden.</p>	<p>Kosten ●○○○○</p> <p>Realisierungsrisiken ●●○○○</p> <p>Unsichere Versorgung ●●○○○</p> <p>Emissionen ●●●●○</p>
<p>Verbrennung von fester und gasförmiger Biomasse: Pellets, Holz, Stroh, Biogas, Restholz</p>	<p>Die Verbrennung von Biomasse zur Wärmeerzeugung ist nur begrenzt empfehlenswert und sollte nicht ausgebaut werden. Dies gilt insbesondere für die Nutzung von Anbaubiomasse. Biomasse ist generell kostbar, gering verfügbar und deutlich ineffizienter als z.B. die Strom- und Wärmeerzeugung mit Photovoltaik oder Solarthermie. Daher sollte Biomasse möglichst nur für Spitzenlast genutzt werden und in Kommunen, wo andere Wärmequellen (z.B. Gewässerwärme oder Tiefengeothermie) nicht oder kaum nutzbar sind. Unproblematisch sind die Verbrennung von echten Reststoffe wie Grünschnitt. Bei der Verbrennung der Biomasse entstehen zwar keine Netto-Emissionen, weil die Biomasse vorher CO₂ gebunden hat, <u>durch die Landnutzung verschlechtert sich jedoch die Gesamtbilanz dramatisch.</u></p>	<p>Kosten ●●●○○</p> <p>Realisierungsrisiken ●●○○○</p> <p>Unsichere Versorgung ●○○○○</p> <p>Emissionen ●●●○○</p>
<p>Grüner Wasserstoff</p>	<p>Im Gegensatz zu blauem Wasserstoff, der zwar weniger kohlenstoffintensiv ist als grauer, aber dennoch fossile Brennstoffe nutzt und CO₂ emittiert, ist grüner Wasserstoff vollständig emissionsfrei. Seine Herstellung erfolgt durch Elektrolyse von Wasser unter Verwendung von Strom aus erneuerbaren Quellen. Dieser Prozess ist jedoch energieintensiv und weniger effizient als bspw. Wärmepumpen. Außerdem gibt es große Nutzungskonkurrenzen mit der Industrie und dem Schwerlasttransport und viele gute Alternativen zur Wärmeerzeugung. Daher sollte Wasserstoff maximal eine sehr untergeordnete Rolle in der Fernwärme spielen.</p>	<p>Kosten ●●●●●</p> <p>Realisierungsrisiken ●●●○○</p> <p>Unsichere Versorgung* ●●●○○</p> <p>Emissionen ●○○○○</p> <p>*Es ist sehr wahrscheinlich, dass Wasserstoff nicht in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen und daher in anderen Branchen gebraucht wird. Falls Wasserstoff doch in großen Mengen zur Verfügung steht, kann die Beurteilung zur Versorgungssicherheit in Zukunft besser ausfallen.</p>

Graph. III: Nicht empfohlene Wärmeanwendungen

sehr gering | gering | mittel | hoch | sehr hoch



Blauer Wasserstoff

Blauer Wasserstoff wird durch die Dampfreformierung von Erdgas hergestellt, wobei Wasserstoff entsteht, aber auch Kohlendioxid als Nebenprodukt freigesetzt wird. Er stellt damit eine **fossile Wärmequelle mit hohen Emissionen dar und eignet sich (gepaart mit geringer Effizienz) daher nicht für die Wärmnetzversorgung.**

Kosten	● ● ○ ○ ○ ○
Realisierungsrisiken	● ● ● ○ ○
Unsichere Versorgung*	● ● ● ○ ○
Emissionen	● ● ● ● ○

*Es ist sehr wahrscheinlich, dass Wasserstoff nicht in ausreichenden Mengen zur Verfügung stehen und daher in anderen Branchen gebraucht wird. Falls Wasserstoff doch in großen Mengen zur Verfügung steht, kann die Beurteilung zur Versorgungssicherheit in Zukunft besser ausfallen.