

Tabelle 1: Umgebungswärmequellen – Übersicht Ausgangslage für ökonomische Betrachtungen

Quelle	Typische Quellentemperatur	Typische Leistung (Größenordnung)	Investitionskosten (inkl. WP)	Wärmegestehungskosten in € /MWh
Geothermie (Erdwärmesonden)	10 – 15 °C (bis 150 m)	20 – 30 W/lfm ohne Regeneration 30 – 50 W/lfm mit Regeneration	75.000 - 280.000 € bzw. 70€/lfm Bohrung (ohne WP)	130 und 200 €/MWh
Geothermie (Grundwassernutzung)	8 – 12 °C (ganzjährig)	abhängig vom verfügbaren Grundwasser (z. B. 10 – 100 kW und mehr bei MFH-Gebäuden)	ca. 50.000 – 200.000 € (ohne WP), abhängig von: Platz, Hydrogeologie, Förderkapazität	90 – 150 €/MWh
Luft-/Wasser-WP	-10 bis +5 °C (Heizb.) Jahresmitt.: 8–12 °C	5 – 12 kW (EFH) 20 – 60 kW (MFH)	ca. 1.000 €/kW _{th}	130 bis 180 €/MWh.
Grauwasserwärmenutzung (Gebäudeintern)	20 – 35 °C	1 – 50 kW (MFH: ~10–30 kW) bis ~100 kW bei Hotels, Kasernen oder Quartierslösungen	2.000 – 3.000 €/kW _{th}	95 bis 115 €/MWh
Abwärme aus Technikräumen (Server, Trafos, Pumpen)	30 – 60 °C (teilweise höher)	5 – 200 kW	800 – 1.500 €/kW _{th}	68 bis 100 €/MWh
Lüftungsabluft (WC / Küche)	20 – 35 °C (WC) bis 45 °C (Küche)	5 – 50 kW	2.000 – 3.500 €/kW _{th}	145 bis 160 €/MWh
Lüftungsabwärme (Kellerlüftung)	10 – 20 °C	1 – 30 kW	2.500 – 4.000 €/kW _{th}	140 bis 160 €/MWh
Abwärme aus gewerblichen Bereichen	25 – 60 °C	20 – 500 kW (hohe Schwankungen)	500 – 1.200 €/kW _{th}	140 bis 160 €/MWh
Asphaltkollektor	10 – 35 °C	15–25 W/m ² Asphaltfläche ⇒ 2,5 kW bei 100 m ²	700 – 1.200 €/kW _{th}	180 bis 200 €/MWh
Kanalwärmenutzung (Abwasser)	12 – 25 °C (Winter ≥ 10 °C)	50 – 1.000 kW (je nach Kanalgröße)	1.500 – 2.500 €/kW _{th}	180 bis 200 €/MWh

Die wirtschaftliche Bewertung der unterschiedlichen Umweltwärmequellen liefert ein klares Bild ihrer Einsatzgrenzen und Synergiepotenziale. Während bei großzügigen Platzverhältnissen geothermische Systeme durch ihre hohe Effizienz und langfristige Stabilität wirtschaftlich besonders attraktiv sind, steigt bei beengten innerstädtischen Standorten die Relevanz alternativer oder kombinierter Lösungen. Interne Abwärmequellen wie Technikräume, Grauwasser oder gewerbliche Prozesse können in solchen Fällen einen wesentlichen Beitrag zur Deckung der Grundlast leisten und die Wärmegestehungskosten deutlich senken.

Die Analyse verdeutlicht auch, dass in kompakten Bestandsgebäuden die Kosten pro Kilowatt installierter Leistung sowie pro Megawattstunde nutzbarer Wärme überdurchschnittlich hoch sind. Ursache hierfür sind sowohl die eingeschränkten Flächen für Bohrungen und Aufstellorte als auch der höhere Planungs- und Installationsaufwand. In der Regel liegen die Wärmegestehungskosten in solchen Fällen um 20 bis 40 % über jenen von Gebäuden mit „geräumigen“ Bedingungen.

Vor diesem Hintergrund gewinnen hybride bzw. multivalente Systemkonzepte an Bedeutung. Eine Kombination aus internen Wärmequellen (z. B. Abwärme aus Technikräumen oder Grauwasser) und zentralen Systemen wie Luft/Wasser- oder Sole/Wasser-Wärmepumpen ermöglicht eine robuste, effiziente und zugleich wirtschaftliche Wärmeversorgung. Ergänzende Quellen wie Kanalwärme oder Asphaltkollektoren können punktuell zur Regeneration oder saisonalen Unterstützung beitragen.

Damit wird deutlich, dass die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenlösungen in dicht bebauten Stadtgebieten nicht nur von der Wahl der Technologie, sondern maßgeblich von den örtlichen Randbedingungen abhängt. Künftige Lösungen sollten daher auf mehrere Wärmequellen zurückgreifen und verstärkt die Kooperation mit Nachbarliegenschaften berücksichtigen.

nach Einwohnerzahl im Einzugsgebiet ergibt sich ein Potenzial von etwa 0,017 bis 0,029 kW pro Einwohneräquivalent (PE). Mögliche Varianten sind Bypasskanäle mit eingebauten Wärmetauschern, Kanalrohre mit direkt umliegend angebrachten Wärmetauschern oder Entnahmeeinrichtungen (welche vor allem für größere Gebäudekomplexe wirtschaftlich sind)

2.5. Weitere Wärmequellen

Neben der Nutzung von Grundwasser, Erdwärme, Außenluft und Abwasser wurden noch folgende Wärmequellen untersucht:

- Nutzung von Lüftungsabluft aus WC und Küche
- Abluftnutzung aus Garagen und Kellern
- Abwärme aus Gewerbebetrieben
- Abwärme aus Technikräumen
- Abwärme aus Waschküchen
- Thermische Bauteilaktivierung in Garage und Keller
- Asphaltkollektoren
- Nutzung von Abwärme aus unterirdischen Einbauten wie z.B. Tunnel

Die Beschreibung und Bewertung dieser Wärmequellen ist in der Langfassung dieser Studie enthalten.

3. Ökonomische Betrachtung der Lösungsoptionen

Die ökonomischen Betrachtungen basieren auf überschlägigen Berechnungen und vereinfachten Annahmen, die aus typischen Erfahrungswerten, Literaturangaben und Herstellerinformationen abgeleitet wurden. Für die untersuchten Gebäude lagen nur begrenzt Messdaten oder detaillierte technische Angaben vor. Daher wurde für jede Wärmequelle ein exemplarisches Szenario definiert, das typische Leistungsbereiche, Quellentemperaturen, Investitionskosten sowie Wärmegestehungskosten dazu abbildet.

Tabelle 1 liefert eine Übersicht der betrachteten Wärmequellen.