

Geothermie Freiam

Wohngebiet Freiam –

Ökologischer Vergleich der Wärmeversorgung aus einem Geothermie-Niedertemperatur-Netz mit dezentraler Wärmeerzeugung



1 Abstract

Es erfolgt ein technologischer und ökologischer Vergleich des Kumulierten Energieaufwands (KEA), der CO₂- und Staubemissionen der Geothermie mit den vier folgenden dezentralen Wärmeversorgungstechnologien: Grundwasserwärmepumpe, Solarthermie mit Grundwasserwärmepumpe, Holzpellettheizung, Pflanzenöl-Blockheizkraftwerk mit Pflanzenöl-Spitzenlastkessel.

2 Allgemeiner Kontext und Zielsetzung

Mit dieser Studie soll untersucht werden, ob im Münchner Wohngebiet Freiam neben der zentralen Wärmeversorgung durch ein aus Geothermie gespeistes Niedertemperatur-Netz (NT-Netz), weitere dezentrale Wärmeerzeuger sinnvoll sind. Alle betrachteten Varianten erfüllen die hohen ökologischen Kriterien der Landeshauptstadt München.

3 Vorgehensweise

Im Anschluss an die sorgfältige Zusammenstellung aller in die Herstellung, den Betrieb und die Entsorgung der betrachteten Technologien einfließenden Werkstoffmengen und Arbeitsschritte, erfolgt die energetische Bewertung der Stoffeinsätze (Ermittlung des KEA nach VDI 4600). Im Zuge dieser Bewertung werden auch die CO₂- und Staubemissionen ermittelt. Grundlage für die Bewertung stellen die an der FfE aus dem GaBiE-Projekt vorhandenen Daten zum KEA dar.

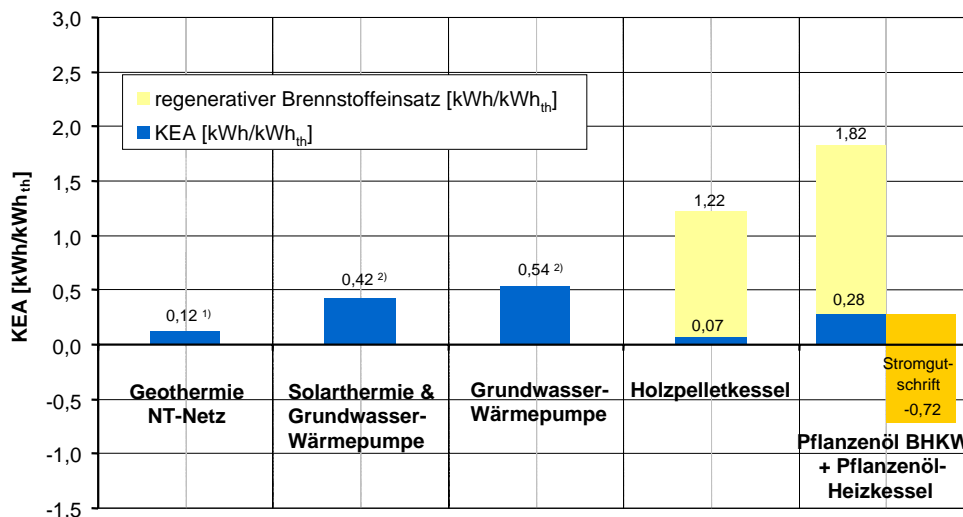
4 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Studie gliedern sich in zwei Bereiche. Einerseits beinhaltet die Studie eine Technologiebetrachtung und auf der andern Seite liefert sie einen Vergleich der Umweltauswirkungen der fünf Wärmeversorgungstechnologien. Die Technologiebetrachtung ist in der folgenden **Tabelle 4-1** selbsterklärend dargestellt.

Tabelle 4-1: *Technologiebetrachtung*

Technologie	Raumbedarf	Technologiespezifische Vorteile	Technologiespezifische Nachteile
Geothermie mit Erdgas-Spitzenlastkessel	Wärmetauscher < 1m ³	Niedriger Energiebedarf zur Wärmeerzeugung bei hohem Deckungsgrad	Verteilnetz notwendig
Grundwasserwärmepumpe	Pufferspeicher 4 m ³ + Heizraum	Hohe Leistungszahl im Vergleich zur Luftwärmepumpe	Temperaturniveau vom Grundwasser sinkt mit jedem Nutzer
Solarthermie + Grundwasserwärmepumpe	Pufferspeicher 5 m ³ + Heizraum	Sehr niedriger Energiebedarf zur Wärmeerzeugung	Hoher anlagentechnischer Aufwand
Holzpelletkessel	Lagerung Pellets 56 m ³ + Heizraum	Verwertung von Holzabfällen	Hohe Staubemissionen
Pflanzenöl-BHKW inkl. Heizkessel	Öltank 25 m ³ + Heizraum	Zusätzliche Stromerzeugung	Hohe Herstellungsenergie für Pflanzenöl hohe Staubemissionen

Die Umweltauswirkungen sind in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. **Abbildung 4.1** zeigt den Kumulierten Energieaufwand, bezogen auf eine Kilowattstunde thermisch, für die betrachteten Technologien.



1) Wert gilt für NT-Netzbereich

2) Wert gilt für optimalen Betriebspunkt

Abbildung 4.1: Kumulierter Energieaufwand für die betrachteten Technologien

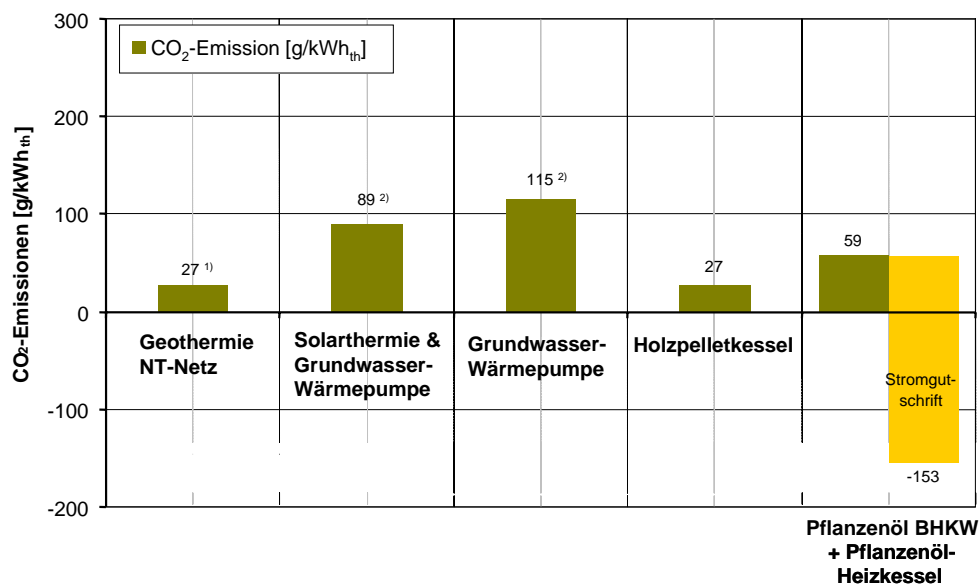
Das Geothermie-NT-Netz weist einen KEA von 0,12 kWh_{PE}/kWh_{th} auf. Den niedrigsten spezifischen KEA hat die Holzpelletheizung mit 0,07 kWh_{PE}/kWh_{th}. Das Pflanzenöl-

BHKW hat einen KEA von $0,28 \text{ kWh}_{PE}/\text{kWh}_{th}$. Wird jedoch die zusätzlich vom BHKW produzierte Elektrizität mit einer entsprechenden Stromgutschrift bilanziert, so beläuft sich der KEA auf $-0,72 \text{ kWh}_{PE}/\text{kWh}_{th}$.

Für das Pflanzenöl-BHKW und den Pelletkessel wird zusätzlich der regenerative Brennstoffeinsatz angegeben.

Die Grundwasserwärmepumpe (GW WP) hat einen KEA von $0,54 \text{ kWh}_{PE}/\text{kWh}_{th}$. Der KEA der Solarthermie mit Grundwasser WP liegt bei $0,42 \text{ kWh}_{PE}/\text{kWh}_{th}$, da durch die solaren Gewinne weniger Elektrizität (mit dem hohen Primärenergiefaktor) benötigt wird.

In **Abbildung 4.2** sind die CO_2 -Emissionen dargestellt. Die niedrigsten CO_2 -Emissionen haben die NT-Geothermie und die Holzpellets mit je $27 \text{ g}/\text{kWh}_{th}$.



1) Wert gilt für NT-Netzbereich

2) Wert gilt für optimalen Betriebspunkt

Abbildung 4.2: CO_2 -Emissionen der betrachteten Technologien

Das BHKW weist mit $59 \text{ g}/\text{kWh}_{th}$ die zweitniedrigsten bzw. mit $-153 \text{ g}/\text{kWh}_{th}$ (inkl. Stromgutschrift) die niedrigsten CO_2 -Emissionen auf. Die Solarthermie mit Grundwasserwärmepumpe hat CO_2 -Emissionen von $89 \text{ g}/\text{kWh}_{th}$ und die GW WP liegt bei $115 \text{ g}/\text{kWh}_{th}$. Der Grund für die relativ hohen Werte der beiden Wärmepumpensysteme liegt vor allem im großen Bedarf an Strom, der einen hohen Emissionsfaktor hat.

In der **Abbildung 4.3** sind die Staubemissionen dargestellt. Die Geothermie weist mit $3,1 \text{ mg}/\text{kWh}_{th}$ den niedrigsten Wert auf. Die solarunterstützte GW WP liegt bei $5,9 \text{ mg}/\text{kWh}_{th}$ und die reine GW WP weist mit $7,6 \text{ mg}/\text{kWh}_{th}$ die höchsten Staubemissionen auf.

Die Staubemissionen des Pflanzenöl-BHKWs liegen bei $72 \text{ mg}/\text{kWh}_{th}$ bzw. bei $58 \text{ mg}/\text{kWh}_{th}$ mit Berücksichtigung der Stromgutschrift.

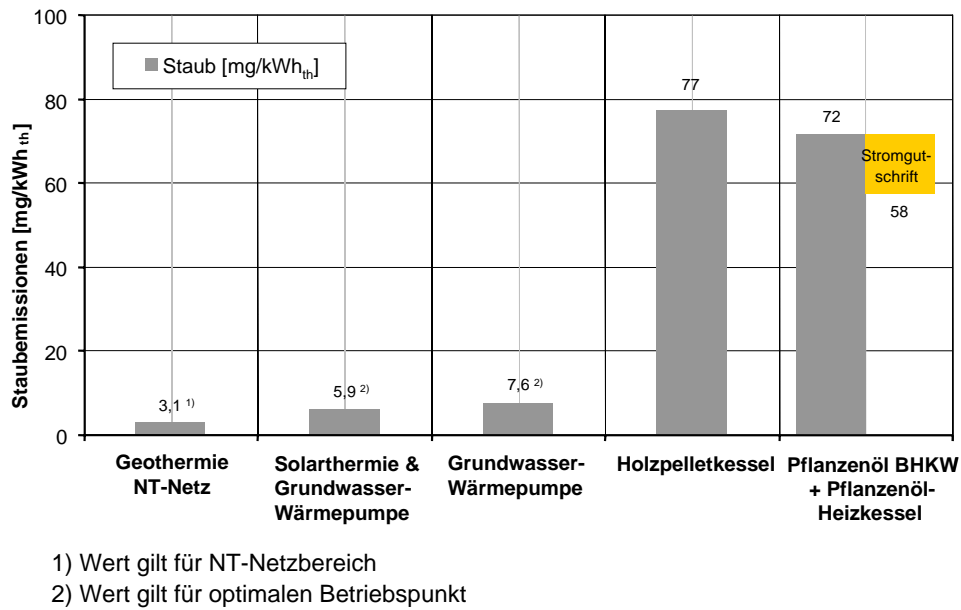


Abbildung 4.3: Staubemissionen der betrachteten Technologien

Die Holzpellets haben mit 77 mg/kWh_{th} die höchsten Staubemissionen.

Fazit

Bei allen betrachteten Systemen wird – bezüglich ihrer Umweltauswirkungen – die beste derzeit verfügbare Technologie betrachtet.

Das NT-Netz wird als eine Erweiterung des bereits bestehenden HT-Netzes angesehen. Durch die Gewinnung von zusätzlichen 7 GWh_{th} aus der NT-Geothermie (mit minimalem Anlagenmehraufwand) wird die Umweltbilanz des NT-Netzes verbessert. Mit dem KEA der NT-Geothermie können die betrachteten Gebäude zu 0,5 l-Häusern werden.

Holzpellets und Pflanzenöl-BHKW (inkl. Stromgutschrift) weisen einen niedrigeren KEA und weniger CO₂-Emissionen als die NT-Geothermie auf, haben aber hohe Staubemissionen und sind für den städtischen Bereich ungeeignet.

Solarthermie mit Grundwasserwärmepumpe liegt bei KEA und CO₂-Emissionen schlechter als die NT-Geothermie und ist zudem für großflächigen Einsatz im städtischen Bereich wegen der Grundwasserauskühlung ungeeignet.

Aus diesen Gründen sollte in einem ausgewiesenen Fernwärme-Gebiet, das zudem mit regenerativer Energie versorgt wird, auch ausschließlich diese Lösung zum Einsatz kommen.

Auftraggeber:	SWM Services GmbH
Ansprechpartner:	Lorenz Köll
Bearbeiter:	Lorenz Köll, Christian Fieger, Anna Gruber