

# Energetische, ökologische und ökonomische Bewertung von Erdwärmesondensystemen für die Wärmeversorgung von Bestandsgebäuden

Sven Quiehl<sup>1</sup>, Bastian Welsch<sup>1</sup>, Michael Rath<sup>2</sup>  
Hochschule Bochum - Fachgebiet Geothermie<sup>1</sup>, Fachgebiet Gebäudeenergiechnik<sup>2</sup>

## Einleitung

Der Großteil der Endenergie in Deutschland wird für die Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden eingesetzt. Bestandsgebäude haben meist einen vergleichsweise hohen Wärmebedarf, da über die Hälfte dieser Gebäude bereits vor der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet wurden und weniger als 10 % davon vollsanziert sind [1].

Wärmepumpen, die Erdwärmesonden als Wärmequelle nutzen, könnten einen wichtigen Beitrag leisten, den Gebäudebestand klimaschonend mit Wärme zu versorgen. Der effiziente Einsatz von Wärmepumpensystemen hängt allerdings stark von den technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab [2]. Erdwärmesondensysteme haben meist hohen Investitionskosten für Bohrung, Installation der Erdwärmesonde und Wärmepumpe. Folglich wird aktuell kontrovers diskutiert, ob solche Systeme im Gebäudebestand überhaupt wirtschaftlich eingesetzt werden können und wie groß deren Klimanutzen ist.

## Methodik

Im Rahmen der hier vorgestellten Parameterstudie wurde untersucht, welchen Einfluss der Heizenergiebedarf des Gebäudes, die Vorlauftemperatur des Heizsystems sowie die thermischen Eigenschaften des Untergrundes (Tabelle 1) auf die Wirtschaftlichkeit und den Klimanutzen des Erdwärmesondensystems haben. Es wurde eine grobe Kostenabschätzung durchgeführt, die sowohl Investitionskosten als auch Betriebskosten für den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren berücksichtigt. Die Gebäudeparameter wurden dabei so gewählt, dass sie den Gebäudebestand in Deutschland möglichst realistisch abbilden [2]. Insgesamt wurden 36 verschiedene Modellkonfigurationen untersucht und unter verschiedenen ökonomischen und ökologischen Szenarien betrachtet (Tabelle 2).

Tabelle 1: Untersuchte Parameter für Untergrund und Gebäude

| Untergrundeigenschaften | 1,8 W/mK                | 2,5 W/mK                | 3,2 W/mK                |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                         | 2,4 MJ/m <sup>3</sup> K | 2,9 MJ/m <sup>3</sup> K | 2,6 MJ/m <sup>3</sup> K |
|                         | A                       | B                       | C                       |
| Heizenergiebedarf       | 21008 kWh/a             | 18200 kWh/a             | 13286 kWh/a             |
|                         | HD1                     | HD2                     | HD3                     |
| Vorlauftemperatur       | 40 °C                   | 55 °C                   | 70 °C                   |
|                         | 40                      | 55                      | 70                      |

Tabelle 2: Szenarien für die ökonomische und ökologische Bewertung

| Szenario   | Strom                 |  | Gas                          |                              |
|------------|-----------------------|--|------------------------------|------------------------------|
|            | Grundpreis            | 94,79 €/a  | 220,84 €/a                   | Konstant                     |
| Ökonomisch | Preise                | S1: 32,27 Cent/kWh                                   | Konstant                     | 13,41 Cent/kWh               |
|            | S2: 32,27 Cent/kWh    | + 10 % in 50 Jahren                                  | 13,41 Cent/kWh               | Konstant                     |
| Ökologisch | THG-Emissionsfaktoren | 1  | 474 gCO <sub>2</sub> äq./kWh | Konstant                     |
|            |                       | 2  | 474 gCO <sub>2</sub> äq./kWh | Konstant                     |
|            |                       | Lineare Abnahme bis zur Treibhausgasneutralität 2045 |                              | 247 gCO <sub>2</sub> äq./kWh |

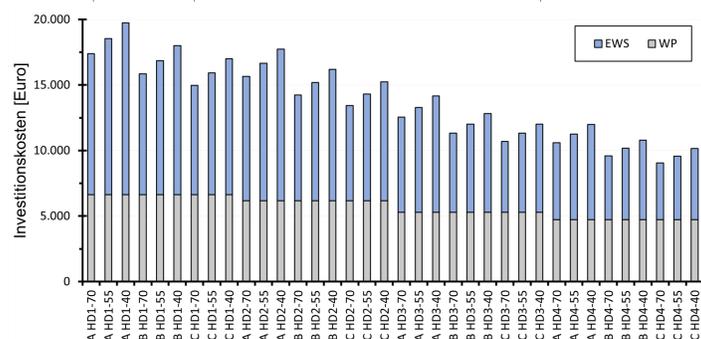


Abbildung 1: Investitionskosten der Geothermieanlage je Modellkonfiguration aufgeteilt nach den Kosten für die Bohrung inkl. Installation der EWS und der Wärmepumpe

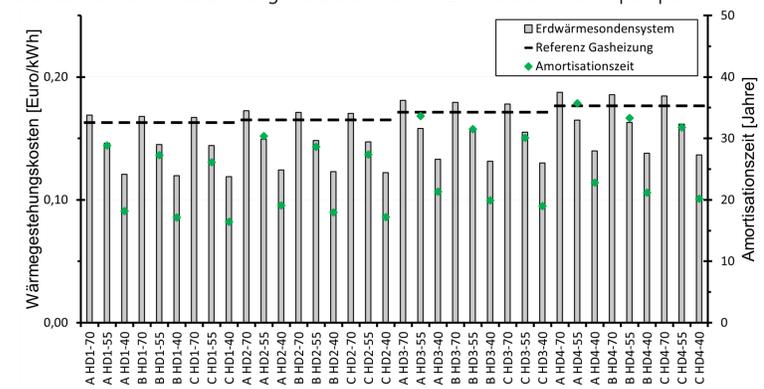


Abbildung 2: Wärmegestehungskosten und Amortisationszeit der Modellkonfigurationen

## Energetisch, ökologisch, ökonomische Bewertung

Die Parameterstudie zeigt, dass die betrachteten Systeme unter bestimmten Gegebenheiten durchaus wirtschaftlich sein können. Wichtigster Parameter hierfür ist die Vorlauftemperatur des Heizungssystems. Der jährliche Wärmebedarf oder die Untergrundeigenschaften haben einen wesentlich geringeren Einfluss auf die Ergebnisse.

Von den untersuchten Modellkonfigurationen schneiden die Erdwärmesondensysteme bereits ab Vorlauftemperaturen von 55 °C wirtschaftlicher ab als eine vergleichbare Gasheizung. Eine deutliche ökologische und energetische Verbesserung wird erwartungsgemäß immer erreicht. Demnach sind Maßnahmen, welche die Vorlauftemperatur eines Gebäudes heruntersetzen, besonders sinnvoll. Ein vollsanierter Zustand ist für den wirtschaftlichen Einsatz von Wärmepumpen im Gebäudebestand somit nicht Voraussetzung.

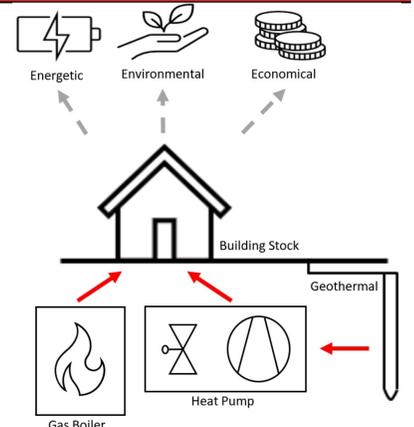


Abbildung 3: Wärmebereitstellung mittels Gasboiler oder erdgekoppelter Wärmepumpe

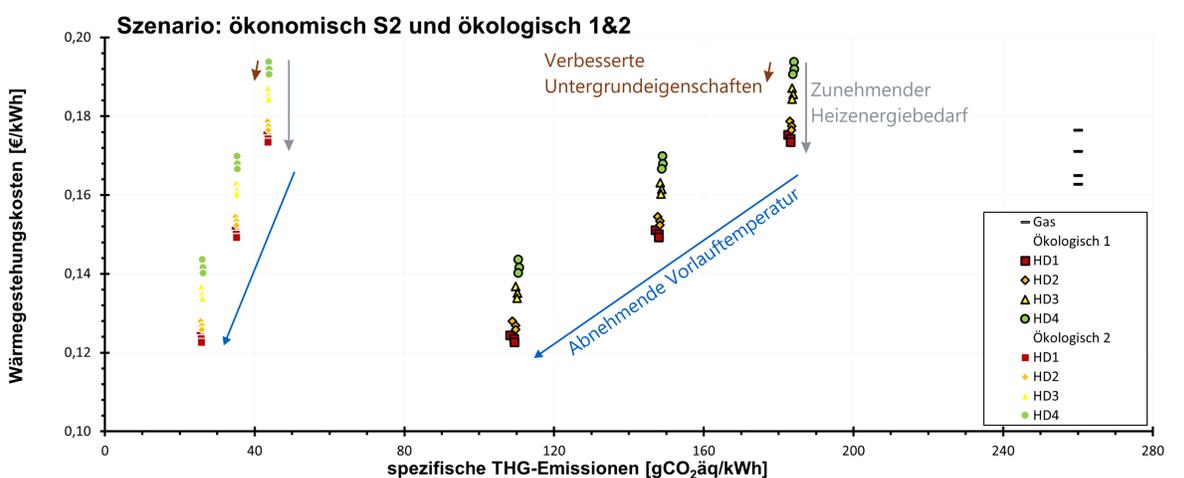
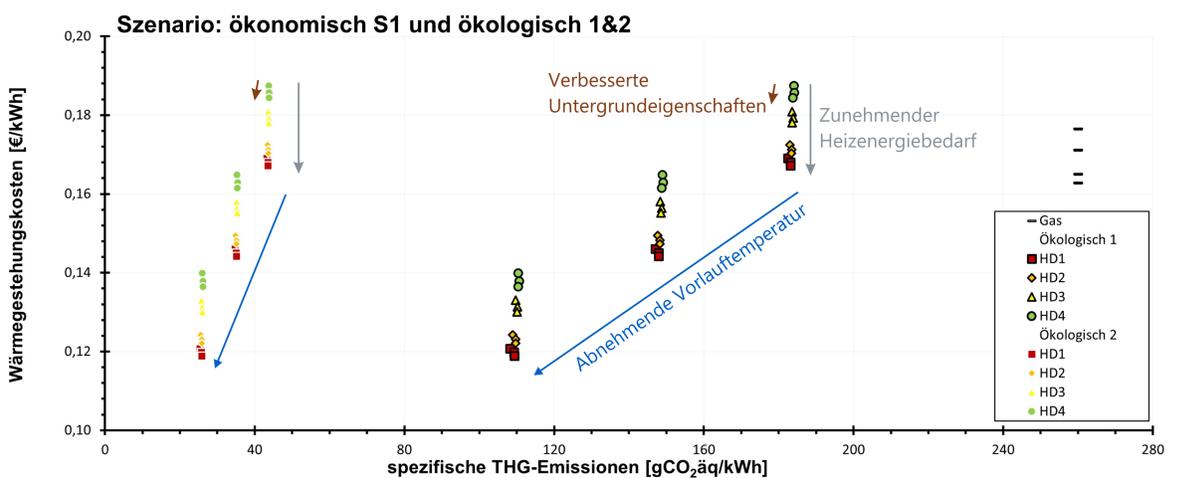


Abbildung 4: Wärmegestehungskosten und spezifische Treibhausgasemissionen der Modellkonfiguration unter verschiedenen ökologischen und ökonomischen Randbedingungen

## Diskussion

Das Eintreten des ökologischen Szenarios 2 ist wahrscheinlicher als der Fall, dass die Emissionsfaktoren über den Betrachtungszeitraum konstant bleiben [3].

Die Ergebnisse wurden anhand spezifischer Modellkonfigurationen und unter bestimmten Annahmen generiert. Für die ökonomische Bewertung wurde eine grobe Kostenkalkulation verwendet, bei der weder Zinsen noch Instandhaltungskosten berücksichtigt wurden. Zusätzlich wurden keine Subventionen für die anfängliche Investition einbezogen. Es wurde nicht untersucht, welche Kosten im Zusammenhang mit energetischen Sanierungsmaßnahmen auftreten könnten und wie sich diese im Verhältnis zu potenziellen Einsparungen verhalten könnten.

## Zusammenfassung

Auch in Bestandsgebäuden können Erdwärmesondensysteme mit Wärmepumpen sowohl energetisch und ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll eingesetzt werden. Ein maßgeblicher Faktor ist die Vorlauftemperatur des Heizungssystems. Wärmepumpensysteme mit Erdwärmesonden können einen bedeutenden Beitrag zur Dekarbonisierung des Gebäudesektors leisten.

## Literatur

- [1] Umweltbundesamt (Hrsg.) (2019): Wohnen und Sanieren - Empirische Wohngebäudedaten seit 2002, Fachgebiet V 1.4, Dessau-Roßlau
- [2] D Günther, J Wapler, R Langner, S Helmling, M Miara, D Fischer, D Zimmermann, T Wolf, B Wille-Hausmann (2020): Wärmepumpen in Bestandsgebäuden - Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „WPsmart im Bestand“, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
- [3] U.R. Fritsche, H.W. Greß (2022): Der nichterneuerbare kumulierte Energieverbrauch und THG-Emissionen des deutschen Strommix im Jahr 2021 sowie Ausblicke auf 2030 und 2050

## Kontakt



Sven Quiehl  
Hochschule Bochum  
Fachgebiet Geothermie  
Am Hochschulcampus 1  
D-44801 Bochum  
Email: sven.quiehl@hs-bochum.de